



RAPPORT

IC4-togsæt passeret signal i "stop" ved Marslev

HCLJ 611-2011-23.	Hændelse	Signalforbikørsel	Togkørsel
Dato:	07.11.2011	Tidspunkt:	15:17
Sted:	Marslev	Jernbanevirksomhed:	DSB
Infrastrukturforvalter:	Banedanmark		
Personskade:	Ingen		



Havarikommissionen skal gennem uvildige undersøgelser fremsætte rekommandationer med henblik på at forebygge havarier, ulykker og hændelser inden for jernbane og luftfart. Havarikommissionen placerer ikke skyld og ansvar.

1	Resumé.....	3
2	Fakta.....	4
2.1	Beskrivelse af uheldet	4
2.1.1	Dato, tidspunkt og sted for hændelsen	4
2.1.2	Beskrivelse af begivenhederne og ulykkesstedet.....	4
2.1.3	Undersøgelsens forløb.....	5
2.2	Omstændigheder	6
2.2.1	Involveret personale og kontrahenter og andre parter og vidner.....	6
2.2.2	Togene og deres sammensætning.....	6
2.2.3	Signal- og sikringsanlæg	7
2.2.4	Arbejde udført på eller i nærheden af hændelsesstedet.....	8
2.3	Dræbte, kvæstede og skader i øvrigt	8
2.3.1	Passagerer, personale og andre involverede.....	8
2.3.2	Rullende materiel, infrastruktur og miljø.....	8
2.4	Ydre forhold.....	8
2.4.1	Vejrlig	8
2.4.2	Geografiske forhold	8
3	Undersøgelser.....	9
3.1	Resumé af vidneudsagn	9
3.2	Sikkerhedsledelsessystemet	9
3.3	Sikkerhedsbestemmelser	10
3.3.1	IC4 uddannelse af lokomotivførere.....	10
3.3.2	IC4 uddannelse af lokomotivførere og forholdsregler ved kørsel under glatte forhold.....	10
3.4	Funktion rullende materiel	11
3.4.1	Adhæsion / friktion generelt.....	11
3.4.2	Hjul / materialekvalitet.....	12
3.4.3	Bremser generelt	12
3.4.4	Godkendelse af IC4-togsæt generelt	14
3.4.5	Standarder for test af bremsesystemer under glatte forhold.....	18
3.4.6	Godkendelse af MG 5627 som individ	18
3.4.7	Dataregistrering.....	19
3.4.8	Yderligere undersøgelser	23
3.4.9	Test af bremsecomputere	26
3.5	Trafiksikkerhedsforhold.....	28
3.6	Samspil menneske-maskine-organisation	29
3.7	Hændelser af lignende art.....	31
4	Analyser og konklusioner	33
4.1	Endelig gennemgang af hændelsesforløbet.....	33
4.2	Analyse (diskussion)	34
4.3	Konklusioner	37
4.4	Supplerende observationer	38
5	Allerede trufne foranstaltninger	39
6	Sikkerhedsmæssige anbefalinger	40
7	Definitioner og forklaringer	41

1 Resumé

Mandag den 7. november 2011 passerede L 47 et AM-signal (Automatisk Mellembloksignal) ved Marslev i stilling "Stop" med 651 meter. Toget, som bestod af et enkeltkørende IC4-togsæt, anvendte omkring 2800 meter til at bremse fra 180 km/t. til stilstand. Toget standsede 374 meter bag et forankørende godstog.

Kort efter hændelsen blev Havarikommissionen underrettet om yderligere 3 hændelser, hvor lokomotivførerne havde konstateret problemer eller uregelmæssigheder i forbindelse med bremsning.

Undersøgelserne viste at bremsesystemet på IC4 generelt fungerede efter gældende normer, men at gældende normer ikke var dækkende for forhold som må kunne forventes under daglig drift (meget lav adhæsion).

Undersøgelserne viste også at bremsesystemets funktionalitet ved bremsning under forhold med meget lav adhæsion medførte hjulblokering og manglende registrering af tilbagelagt afstand. De videre undersøgelser konstaterede flere fysiske og software mæssige (parametermæssige) fejl i bremsesystemet. Test af bremsecomputere og Wheel Slide Protection (WSP) konstaterede at WSP systemet ved bremsning under forhold med lav adhæsion ikke kunne identificere faktisk hastighed (genskabe referencehastighed) og dermed hindre hjulblokering, og at toget ikke kunne identificere den faktiske tilbagelagte strækning og faktuelle hastighed.

Havarikommissionen har på baggrund af dette anbefalet at:

- European Rail Agency (ERA) sikrer, at gældende internationale normer for godkendelse af bremsesystemer på jernbanemateriel revideres, således at bremsesystemets samlede funktionalitet dokumenteres inden for materiellets samlede anvendelsesområde, herunder ved de adhæsionsforhold som må kunne forventes at optræde i daglig drift.
- Trafikstyrelsen sikrer, at gældende nationale normer for godkendelse af bremsesystemer på jernbanemateriel revideres, således at bremsesystemets samlede funktionalitet dokumenteres inden for materiellets samlede anvendelsesområde, herunder ved de adhæsionsforhold som må kunne forventes at optræde i daglig drift.
- Trafikstyrelsen sikrer, at IC4 togtypens bremsevne bliver dokumenteret inden for materiellets samlede anvendelsesområde, herunder ved de adhæsionsforhold som må kunne forventes at optræde i daglig drift.
- Trafikstyrelsen sikrer, at IC4 togtypen også i drift under forhold med lav adhæsion registrerer korrekte data vedr. den faktiske tilbagelagte strækning og faktisk hastighed.

Rapporten er i alt væsentligt opbygget i overensstemmelse med bilag 5 til jernbanesikkerhedsdirektivet, jf. bekendtgørelse 1249 af 11. november 2010, Bekendtgørelse om gennemførelse af jernbanesikkerhedsdirektivet.

I rapporten har Havarikommissionen af hensyn til læsbarheden valgt generelt at benytte betegnelserne IC4-togsæt i stedet for den korrekte litrabetegnelse MG, og IC3-togsæt i stedet for den korrekte litra betegnelse MF.

2 Fakta

2.1 Beskrivelse af uheldet

2.1.1 Dato, tidspunkt og sted for hændelsen

Mandag den 7. november 2011 kl. 15.16 ved Marslev.

2.1.2 Beskrivelse af begivenhederne og ulykkesstedet

Mandag den 7. november 2011 afgik lyntog L 47 fra Københavns Hovedbanegård og kørte mod Jylland.

Lyntoget, som bestod af et enkeltkørende IC4-togsæt med indkoblet ATC, var 13 minutter forsinket ved afgang fra København H på grund af en generatorfejl. Lyntoget måtte køre bag ved et Intercitytog frem til Slagelse, hvor det overhalede Intercitytoget. Herefter fortsatte lyntoget med strækningshastighed frem til Ullerslev station.

Efter passage af Ullerslev station viste næste signal AM-signal 2133 "Kør igennem" (2 faste grønne lys lodret over hinanden), som betyder, at der er frit forbi næste hovedsignal.

Det efterfølgende signal AM-signal 2153 viste "kør" (et fast grønt lys), hvilket betyder, at det næste hovedsignal må påregnes at vise stop. Lokomotivføreren påbegyndte bremsning ca. 220 meter før AM 2153. Togets bremsekraft blev gradvis øget til fuldbremning uden væsentlig reduktion af hastigheden, hvorefter lokomotivføreren foretog en farebremsning. Kort efter passerede toget AM-signal 2173 i stilling "stop", og standsede 651 meter efter AM-signal 2173. Toget standsede ca. 374 meter før bagerste vogn på et forankørende godstog.

Det forankørende godstog G9233 havde bremsset ned for "stop" på indkørselssignalet til Marslev station. Godstoget skulle ind i vigesporet ved Marslev station for overhaling af L 47.

L 47 fik kort efter tilladelse til at fortsætte til Odense station, hvor togsættet blev stoppet og passagererne blev befordret videre med andre tog.

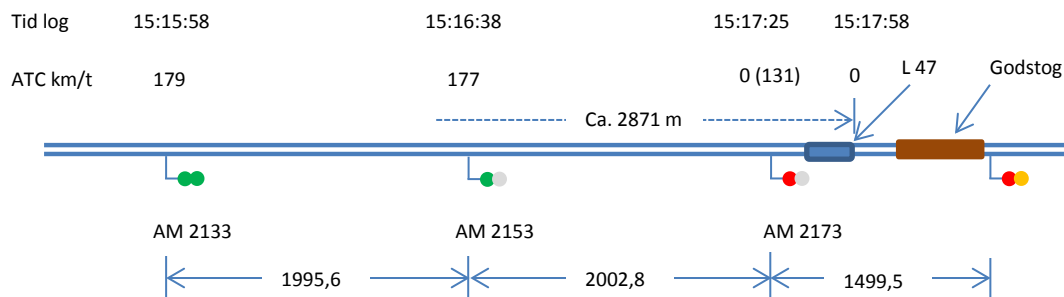


Fig. 1

2.1.3 Undersøgelsens forløb.

Med baggrund i at lokomotivføreren oplyste om manglende bremseeffekt, og at bremsevejen var usædvanlig lang, indledte Havarikommisionen en forundersøgelse af hændelsen.

Med baggrund i at forundersøgelsen viste at:

- hændelsen under lidt anderledes omstændigheder kunne have medført en alvorlig ulykke
- der var flere indmeldinger om bremseproblemer med togtypen
- hændelsen skete med en ny materieltype, som i Danmark var under indfasning og endnu ikke var fuldt idriftsat

valgte Havarikommisionen at indlede en undersøgelse af hændelsen.

I forbindelse med undersøgelsen nedsatte Havarikommisionen 3 arbejdsgrupper:

- Hændelsesanalyse (Analysis of Sequence of Event).
- Undersøgelse af IC4 togsættets funktionalitet i relation til bremseevne og samspil mellem delsystemer (System components - Interactions between the subsystems).
- Behandling og analyse af testresultater (Analysis of Test Results).

med deltagelse af specialister fra DSB, AnsaldoBreda., Faively Transport Group, samt andre underleverandører efter behov.

I december 2011 gennemførte Havarikommisionen i samarbejde med DSB bremsetest med IC4 materiel på spærret spor ved Vojens.

Havarikommisionen udsendte den 7. januar 2012 en foreløbig redegørelse (faktaredegørelse), som beskrev hændelsesforløbet og de foreløbige undersøgelser.

Efter gennemgang af testresultater og analyser fra testene i Sønderjylland, blev det besluttet at gennemføre yderligere test med IC4- og IC3-materiel. Disse test blev afviklet i januar 2012.

Havarikommisionen udsendte herefter den 30. januar 2012 en opdateret foreløbig redegørelse, som på baggrund af data fra testkørslerne anbefalede Trafikstyrelsen at tage følgende forhold i betragtning ved genindsættelse af IC4 i drift:

- at IC4-togsættenes hjulblokeringsystem (WSP-system) ved bremsning under forhold med lav adhæsion ikke kan sikre mod hel/delvis hjulblokering
- at hel/delvis hjulblokering kan medføre mangelfuld registrering af den faktiske tilbagelagte strækning og faktisk hastighed ved bremsning under forhold med lav adhæsion
- at manglende/unøjagtige data til ATC-systemet om den faktiske tilbagelagte strækning og faktuelle hastighed kan medføre at sikkerhedssystemet (ATC) ikke kan gribe ind som forventet.

På baggrund af hændelserne og testresultaterne besluttede Havarikommisionen i marts 2012 at gennemføre test af bremsecomputere og WSP-systemet. Denne test blev gennemført af eksperter fra DB-Minden i sommeren / efteråret 2012.

2.2 Omstændigheder

2.2.1 Involveret personale og kontrahenter og andre parter og vidner

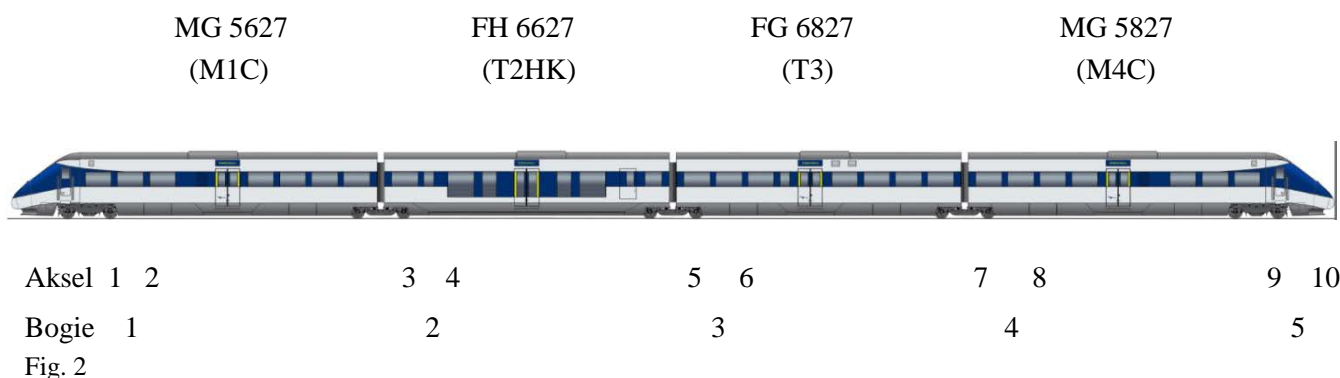
Lokomotivføreren blev ansat i DSB den 1. maj 2005, og havde inden IC4 uddannelsen attest til følgende litra: Abns, Abs, Adns-e, ER, ET, ME, MF, og MR. I juni 2011 gennemgik lokomotivføreren IC4-uddannelse og fik attest til litra MG den 19.7.2011. Lokomotivføreren havde forinden sin ansættelse i DSB været ansat hos Arriva fra 1. juni 2003.

2.2.2 Togene og deres sammensætning

DSB bestilte i december 2000 i alt 83 stk. IC4 togsæt hos AnsaldoBreda til levering i perioden 2003 til 2006. Togsættene er medio 2013 endnu ikke fuldt indsat i kommerciel drift.

L 47 som var impliceret i denne hændelse, bestod af et IC4-togsæt med MG 5627 (M1), FH 6627 (T2HK), FG 6827 (T3) og MG 5827 (M4), hvor MG 5627 var forrest i kørselsretningen. Togsættet betegnes samlet som litra MG 5627.

Tegning / skitse af IC4:



IC4 togsæt er udstyret med 4 motorer á 560 kW, og var godkendt til 180 km/t. Et togsæt har 204 siddepladser.

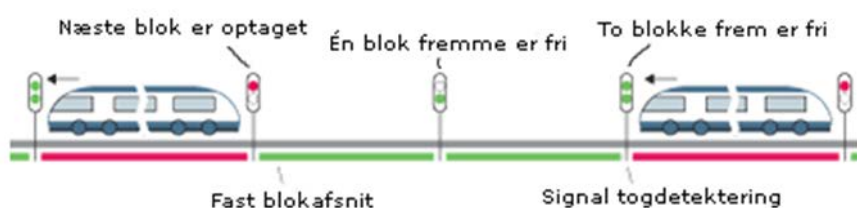
A Længde.	Togsæt længde over koblingerne.	86,0 m
B Vægt.	Togsæt vægt køreklar.	170,5 t
C Bremsesystemer.	Indirekte pneumatiskbremse (IP bremse) Elektropneumatisk bremse (EP bremse) Hydrodynamisk bremse (Retarder) Magnetskinnebremse (MG bremse) Parkeringsbremse (Fjederbremse)	
D Bremsearter.	Bremseart »P«.	Bremseprocent: 170
E Bremsevægt.	Bremsevægt total: 290 t	Aksel 1: 29 t Aksel 6: 29 t Aksel 2: 29 t Aksel 7: 29 t Aksel 3: 29 t Aksel 8: 29 t Aksel 4: 29 t Aksel 9: 29 t Aksel 5: 29 t Aksel 10: 29 t
	Maks. stigning for afbremsning med parkeringsbremse.	30 ‰
F Togets sammensætning.	Bus konfiguration suppleret med trainlines.	Maks. 2 togsæt i konfigurationen.
G Belastning af traktionsanlæg.	Ved beregning af belastning anvendes togvægt.	Maks. 90 t pr. aktivt traktionsanlæg.
H Sikkerhedssystem.		ATC

Fig. 3. IC4 materieloplysninger (Kilde: DSB, ODI MG)

2.2.3 Signal- og sikringsanlæg

Hændelsen skete mellem Ullerslev og Marslev (Nyborg og Odense) i strækningen i kilometerangivelse 141,5 til 151,0. Strækningen er en dobbeltsporet, fjernstyret hovedstrækning med linjeblok type 1954 og strækningen er udrustet med automatisk togkontrolanlæg ATC, uden gennemgående linjeleder (ATC-strækningsplan, bilag 1.1). Strækningen er elektrificeret. Strækningshastigheden - den højst tilladte hastighed - er 180 km/t for særlige togsæt og 160 km/t for øvrige tog og togsæt, der er fuldt overvåget af togkontrolanlæg ATC.

Strækningens hovedsignaler forsignalerer efterfølgende hovedsignal, dvs. at udkørselssignalet i Ullerslev ved "kør" (én grøn lanterne) eller "kør igennem" (to grønne lanterner lodret over hinanden) viser om det efterfølgende AM-signal må ventes at vise "stop" eller "kør"/"kør igennem".



Kilde Banedanmark

Afstanden mellem bloksignalerne er her generelt ca. 2000 meter (se figur 1), dog er afstanden mellem AM-signal 2173 og Marslevs indkørselssignal kun ca. 1500 meter.

Signalgivningen mellem stationerne styres af togenes kørsel, idet isolerede sporafsnit – sporisolationer – registrerer om sporet er besat af jernbanekøretøj(er). Et signal bringes på "stop", når sporisolationen umiddelbart bag signalet besættes af tog og signalet bringes automatisk på "kør". Når sikkerhedsafstanden bag signalet og blokafsnittet efter signalet (frem til næste signal) registreres frit for tog, og det efterfølgende signal er bragt på "stop" og er registreret at være passeret af tog. Når to blokafsnit efter et signal på denne måde er fri for tog, skifter signalet automatisk til "kør igennem" (to frie blokafsnit foran toget før "stop" må ventes ved afslutningen af andet blokafsnit).

Sikkerhedsafstanden efter et signal er beregnet på at opfange følgerne af fejlbedømmelse af bremseafstanden og / eller de aktuelle bremseforhold. Sikkerhedsafstanden efter hvert af de aktuelle AM-signaler var ca. 105 meter.

ATC-systemet opdateres kun om signalgivningen - herunder signalers forsignalering af efterfølgende signalers udvisende - punktvis (gennem baliser ved signalerne). Nedbremsning som følge af manglende information om hvor langt der er frit foran toget skal undgås. Linjeblokanlægget er derfor udbygget, så signalerne i forhold til ATC kan give information i førerrumssignalet om frit i flere blokafsnit foran toget end der kan vises med det ydre signals to grønne lanterner.

Strækningen fik i 1993 som en overbygning på sikringsanlæggene togkontrolanlægget ATC, der via baliser punktvis kan overføre information om signalernes visning mv. til togene, hvor informationen tilpasset det enkelte togs egenskaber, præsenteres for lokomotivføreren i togets førerrumssignal. Ved visse hovedsignaler – f.eks. indkørselssignaler – er balisepunktet forlænget med en sideforlagt linjeleder på op til 1000 meter.

2.2.4 Arbejde udført på eller i nærheden af hændelsesstedet

Banedanmark har oplyst, at der i perioden op til hændelsen ikke har været udført infrastrukturarbejder på strækningen Nyborg – Odense, som kunne have betydning for hændelsen. Området var ikke kendt for ved løvfald at have forekomst af glatte skinner, og det var ikke under overvågning for glatte skinner. ”Spule-trolje” (løvfaldstrolje), som renser skinnerne i løvfaldsperioder, blev ikke anvendt på denne strækning.

2.3 Dræbte, kvæstede og skader i øvrigt

2.3.1 Passagerer, personale og andre involverede

Der var ingen tilskadekomne.

2.3.2 Rullende materiel, infrastruktur og miljø

Der opstod ikke skader på infrastrukturen

På togsættets aksler 3, 4, 5, 7 og 8 opstod flader på hjulene ved nedbremsningen.

2.4 Ydre forhold

2.4.1 Vejrlig

På hændelsestidspunktet var vejrliget diset, dvs. med en relativ fugtighed på 92,62. Der var ingen regn. Lufttemperaturen var ca. 8°C (DMI vejrdata Marslev, bilag 1.2).

2.4.2 Geografiske forhold

Strækningen er en hovedstrækning uden kurver af betydning (Banedanmark strækningsinformation, TIB ØV, bilag 1.3). ATC-baliserne ved AM-signalerne AM 2133, AM 2153 og AM 2173 var alle kodet med et fald på 4 ‰ efter signalet (frem til næste signal). Faldtallet indgik i det mobile ATC-anlægs beregning af bl.a. drifts- og nødbremseveje.

Mellem Langeskov og Marslev ligger sporet generelt højere end eller i plan med det omgivende terræn. Der er ikke egentlige skovområder i nærheden af sporet, men der forekommer kratbevoksninger af blandet løv- og nåletræer samt læbælter overvejende med løvtræ. Desuden er der en del helt åbne områder.



AM-signal 2153



AM-signal 2173

3 Undersøgelser

3.1 *Resumé af vidneudsagn*

Lokomotivføreren har oplyst, at han havde gennemført IC4-uddannelse og havde fået attest den 19. juli 2011. Efter attest havde han 4 tjenester med IC 4 materiel inklusiv den tjeneste hvor hændelsen skete.

Lokomotivføreren har forklaret, at han skulle køre L 47 med afgang kl. 13:50 fra København. Toget ankom sent til perron. Lokomotivføreren konstaterede ved overlevering - ibrugtagning af toget, at der kun var én generator indkoblet. Han forsøgte at fejlerette toget og måtte starte og stoppe motoranlægget nogle gange for at få generatoren i funktion igen. Lokomotivføreren kvitterede de fejl der var i IDU-skærmen¹ og så at magnetskinnebremsen på MG 5627 var suspenderet. To gange foretog han bremseprøve, da han i forsøget på at få generatoren i drift måtte rigge toget ned. Under bremseprøverne kunne han i IDU skærmen se at magnetskinnebremsen i MG 5827 var markeret med grønt, som angiver at MG-bremsen var aktiv. Begge bremseprøver var uden fejl og viste en bremseprocent på 170, hvilket var normal bremseprocent for IC4-togsæt.

L 47 blev yderligere forsinket på grund af generatorproblemerne, og fik afgang fra København H. ca. kl. 14:03 efter IC-tog 149 som afgik kl. 14:00. På grund af det forankørende IC 149, måtte lokomotivføreren bremse flere gange og togets hastighed lå mellem 40 km/t og 120 km/t frem til Slagelse station, hvor L 47 overhalede IC-toget.

Togets hastighed kom op til 180 km/t frem til Korsør, og igen efter Storebæltstunnelen. Kørslen foregik normalt frem til andet sidste AM-signal 2153 før Marslev. Dette viste signal "kør" (én grøn) og lokomotivføreren tog trækraften fra og påbegyndte en bremsning i stilling 4 eller 5. Idet han satte kørebremsekontrolleren i bremsetrin faldt hastighedsviseren i førerrumssignalet fra 180 km/t til 110-120 km/t, og han så på manometeret, at bremsecylinder 1 og 2 begyndte at "flimre", (viserne i manometeret svingede mellem 1 og 2 bar). Lokomotivføreren følte ikke at toget bremsede og indledt en farebremsning. Lokomotivføreren følte stadig ikke at toget bremsede, og forsøgte at aktivere MG-bremsen ved at trykke på MG-tasten på frontpanelet.

Det næste AM-signal 2173 så lokomotivføreren stod på "stop". Hastigheden der blev vist i førerrumssignalet ved passage af AM-signalet var ca. 110 km/t hvorimod der stod 168 km/t på IDU-skærmen. Da han stadig ikke følte at toget bremsede, og han ikke kunne gøre mere, kontaktede han FC² på strækningsradioen og sagde "... *Jeg kan ikke stoppe...*". Derefter følte han at toget nu begyndte at bremse og så først indkørselssignalet ved Marslev der viste "gul over rød" ["stop"] og derefter så han bagenden af et godstog. Toget standsede lige ved 800 meter afstandsmærket foran Marslevs indkørselssignal. Efter lokomotivførerens vurdering var afstanden til bageste vogn på godstoget ca. 100 meter.

3.2 *Sikkerhedsledelsessystemet*

Se beskrivelse vedr. godkendelse af togsættene under punkt 3.4.4.

¹ IDU Integrated Diagnostic Unit, informationspanel, skærm hvor togets status fremgår.

² Fjernstyringscentral, Banedanmark

3.3 Sikkerhedsbestemmelser

Ved kørsel med virksom ATC må lokomotivføreren jf. SR³ følge angivelserne fra ATC-førerrumssignalet. Dvs. at han uanset ydre signalers visning må følge randviseren i ATC-førerrumssignalet, der viser den aktuelle tilladte hastighed og bremse ned i forhold til afstandssøjlen visning af hvor langt ATC påregner der er frit samt visningen af hastigheden ved næste signal. Når den tilladte hastighed begynder at falde, skal lokomotivføreren bremse så togets hastighed holdes under randviserens angivelse. Hvis lokomotivføreren ikke bremses tiltrækkeligt, vil ATC-systemet ved en overskridelse på 4 km/t give en varselstone og ved en overskridelse på 7 km/t indlede en driftsbremssning med den fornødne bremsekraft, indtil den tilladte hastighed er nået. Overskrides den tilladte hastighed med 10 km/t indledes en ATC-nødbremssning.

Ved start af ATC-anlægget skal lokomotivføreren indtaste, evt. rette og kvittere for togdata som toglængde, bremseprocent og togets højeste tilladte hastighed. Informationen overføres ikke fra togets computer til ATC-systemet, kun ved førerrumsskifte overfører data fra det ene førerrum til det andet. For tog L 47 fremgår følgende værdier indkodet kl. 13:39:23:

- Toglængde: 90 m
- Bremseprocent: 170
- Max hastighed: 180 km/t
- ATC-retning: B

3.3.1 IC4 uddannelse af lokomotivførere

Lokomotivføreren skal have gyldig lokomotivførerlicens og certifikat og have attest til minimum én anden togsæt type samt have fremført tog i 2 år forinden han kan starte på IC4-uddannelse. Lokomotivføreruddannelsen til litra MG, vekslede mellem teori og praktik og var fastsat til 16 dage ekskl. attestkørsel. DSB har oplyst, at uddannelsen var godkendt af Trafikstyrelsen. Lokomotivføreren skulle bestå teoretiske test og godkendes af en kørelærer for at få attest. Af DSB uddannelsesstandard 9-01 (DSB - Uddrag af USTD 9-01, bilag 2.1) fremgik "Krav til attestkørsler for lokomotivførere". Disse krav indeholdt en række kompetencekrav en lokomotivfører skulle opfylde, herunder drifts- og kørselsmæssige forhold omfattende eksempelvis kendskab til særlige bremsekrav i forbindelse med faldforhold, topografiske forhold på strækningen og opmærksomhed på særlige forhold ved infrastrukturen.

3.3.2 IC4 uddannelse af lokomotivførere og forholdsregler ved kørsel under glatte forhold.

I driftsinstruks for IC4 (ODI MG) var der beskrevet de sikkerhedsmæssige betingelser for kørsel med IC4, herunder hvordan lokomotivføreren skulle forholde sig i tilfælde af blokering under bremsning. Forholdsordren ved registrering af hjulblokering (hel- eller delvis hjulblokering / hjulkryb) under bremsning beskriver, at der skulle benyttes trinregulering frem for hastighedsautomatik, og at der ved vedvarende blokering skulle bruges et lavere bremsetrin (ODI MG afsnit 4.3, fig. 4).

³ "For fuldt ATC-overvågede tog viser førerrumssignalet den tilladte hastighed og hvor langt der er frit foran toget. Toget må køre efter førerrumssignalets oplysninger".

ODI MG 4.3 Forhold under bremsning

Betjeningsfase	Handling	Kontrol
A Nedbremning af tog med hastighedsreference.	<p>Hastighedsreference må ikke anvendes hvor den kan udgøre en sikkerhedsrisiko.</p> <p>F.eks. ved nedbremsning mod:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Signal »Stop«. • Signal »Forbikørsel forbudt«. • Ikke sikrede overkørsler • Mærke »STOP«. • Mærke »Rangergrænse«. • Sporstopper. • Andet materiel. 	
B Blokering.	Vedvarende hjulblokering ved bremsning med hastighedsreference: Skift umiddelbart til bremsning med trinregulering.	Bremsecylindertryk falder og at DML »Hjulslip/Blokering« slukker.
	Vedvarende hjulblokering ved bremsning med trinregulering: Vælg lavere bremsetrin.	Bremsecylindertryk falder og at DML »Hjulslip/Blokering« slukker.
	Vedvarende hjulblokering med KB-kontroller i stilling »0«: Toget bringes til standsning ved bremsning med trinregulering.	Alle akster kan rotere frit.

Fig. 4. Kilde DSB

Kørsel under forhold med lav adhæsion bliver ikke systematisk trænet i et normalt uddannelsesforløb, idet forhold med lav adhæsion er afhængig af vejforhold.

DSB havde i efteråret 2011 udsendt informationsmateriale til lokomotivpersonalet vedrørende kørsel i løvfaldsperioden (Tema løvfald 2011, bilag 2.3). Oplysningerne i informationsmaterialet omfattede alle DSB's materieltyper, og kom fra driftsinstrukserne (ODI). I materialet var forholdsordren vedrørende IC4 og hjulblokering gengivet fra ODI, og ved hjulslip fandtes der ingen forholdsordre.

3.4 Funktion rullende materiel

3.4.1 Adhæsion / friktion generelt

Niveauet af adhæsion / friktion mellem hjul og skinne er normalt udtrykt som en friktionskoefficient (symbol μ). Jo lavere værdien af μ er, jo lavere adhæsion (og dermed mere glat) er der mellem hjul og skinne. Typiske værdier for μ for tørre skinner ville være over 0,20. I fugtigt vejr kan μ falde til omkring 0,10. Ved meget glatte skinner kan μ falde til under 0,03.

Da togene er afhængige af friktionskoefficienten mellem hjul og skinne for at kunne bremse, er det niveau af friktion som er til rådighed afgørende for den retardation toget kan opnå, dvs. hastighed hvormed toget kan bremse / standse.

Moderne togsæt har normalt flere bremsetrin til rådighed for lokomotivføreren, hvor retardationen stiger i takt med forøgelse af bremsetrin. Ved brug af det højeste bremsetrin (fuldbremning) vil man normalt kunne opnå en middelretardation på mindst $1,2 \text{ m/s}^2$.

Selv om der ikke er en præcis sammenhæng, kan en bremsning / retardation på $0,3 \text{ m/s}^2$ kun forventes opnået, hvis μ er mindst 0,03 - og μ skal være mindst 0,12 for at opnå en retardation (ved eksempelvis fuldbremning) på $1,2 \text{ m/s}^2$, uden supplerende bremseeffekt uafhængig af friktion mellem hjul og skinne eller friktions forbedrende system (Kilde: RAIB "Autumn Adhesion Investigation", January 2007, www.raib.gov.uk).

Erfaringer fra jernbanedrift i Europa sandsynliggør at der under normal drift vil kunne forekomme steder med meget lav adhæsion (friktionskoefficienter under 0,04) eksempelvis i løvfaldsperioder, (kilde: Rapport fra Trafikstyrelsen & Banedanmark: "Glatte skinner, september 2012", bilag 6.3).

3.4.2 Hjul / materialekvalitet

Hjulene på IC4 togsæt var standardtype for DSB (monoblokhjul og DSB 97-1 hjulprofil), som var identisk med hjultypen på bl.a. IC3 togsættene, med undtagelse af hjulets materialetype. IC4 var udstyret med hjul med materialetypen R7T og IC3 var udstyret med hjul med materialetypen R9T.

Eneste forskel på de to materialetyper er stålets kulstofindhold, hvor der i R7T maksimalt må være 0,52 % kulstof og i R9T maksimalt 0,60 % kulstof. Kulstofindholdet har primært betydning for materialets brudstyrke og hårdhed. Metallurgiske eksperter fra Force Technology har beskrevet, at "når der er tale om bremseegenskaber for et hjul/skinne-system, så er det den statiske friktionskoefficient [friktionskoefficienten når de to flader ikke bevæger sig i forhold til hinanden] for systemet, der har betydning", og har vurderet, at "denne beskedne variation (materialetype R7T contra R9T) ingen betydning har for den statiske friktionskoefficient". Hermed vurderes det, at forskellen i de to materialetyper er uden betydning i forhold til at de to hjultypers bremseegenskaber.

3.4.3 Bremses generelt

Konventionelt jernbanemateriels primære bremses fungerer ved at reducere hjulets omdrejninger / at bremse hjulets rotation i forhold til togets hastighed, hvorved bremsekraften overføres fra togets hjul til skinnen. Effekten af det primære bremsesystem er derfor ud over systemets evne til i sig selv at overføre bremsekraft til hjulet, også afhængig af at kunne overføre kraften fra togets hjul til skinnen, og dermed afhængig af friktionen mellem hjul og skinne.

Europæisk jernbanemateriel (togsæt) til intercity passagertrafik er i dag normalt udstyret med trykluftaktiverede skivebremser som det primære sikkerhedsbremsesystem. Derudover er materiellet normalt også udstyret med et eller flere supplerende systemer, som enten kan tilføre bremseeffekt uafhængig af friktionen mellem hjul og skinne, eller som kan forbedre friktionen mellem hjul og skinne, samt med afhængige bremses ("motorbremser"), eksempelvis hydrodynamisk bremse på dieseltogsæt eller elektrisk bremse på elektriske togsæt.

Bremseeffekt uafhængig af friktion mellem hjul og skinne

Magnetskinnebremses (MG-bremses) er en type supplerende bremses, som er uafhængig af friktion mellem hjul og skinne og som er mest anvendt i Europa.

I Danmark er bl.a. DSB's ET-togsæt, IC3-togsæt, ER-togsæt, MQ-togsæt, MR-togsæt og dobbeltdækker-vogne udstyret med MG-bremses.

MG-bremser er typisk monteret mellem de to hjul på en bogie, og fungerer ved at en metalskinne sænkes ned mod skinnen og ved magnetisering "suger" magneterne fast til skinnen. Den magnetiske del af bremseeffekten er uafhængig af friktionsforholdet mellem infrastruktur (skinne) og MG-bremser, hvorimod friktionen har betydning for den mekaniske del (stål mod stål) af bremseeffekten. Bremseeffekten for et sæt MG-bremser ligger normalt mellem 10 og 19 tons for MG bremser med metalskinne af stål.

MG-bremser aktiveres normalt enten automatisk ved farebremsning/nødbremsning og under en vis hastighed manuelt af lokomotivføreren.



IC4 - MG bremse

3.4.3.1 Systemer til forbedring af friktionen mellem hjul og skinne

Sandingsanlæg er den type anlæg til forbedring af friktionen som er mest anvendt i Europa. Sandingsanlæg bruges både i forbindelse med igangsætning (hjulslip) og bremsning (hjulblokering). I Danmark er bl.a. lokomotiver, S-tog og MR-togsæt udstyret med sandingsanlæg.

Sandingsanlæg fungerer ved at der fra en sandingsbeholder via en dyse blæses kvarts / sand ned på skinnen lige foran hjulet for dermed at forøge friktionen ved igangsætning og bremsning. Sandingsanlæg havde oprindeligt alene det formål at sikre trækraft ved glatte skinner, dvs. at hindre hjulslip.



Sandingsdyse.

Foto: DB Minden

3.4.3.2 Styling af hjulblokering (WSP-systemet, princip)

Hjulblokeringsystemet (WSP-systemet) på jernbanemateriel kan sammenlignes med ABS-systemet på en bil, hvor systemet er aktivt under kørsel ved glatte omstændigheder (eksempelvis ved kørsel i sne eller på is). WSP-systemets formål er at undgå materielle skader på togets hjul ved bremsning (hjulblokering).

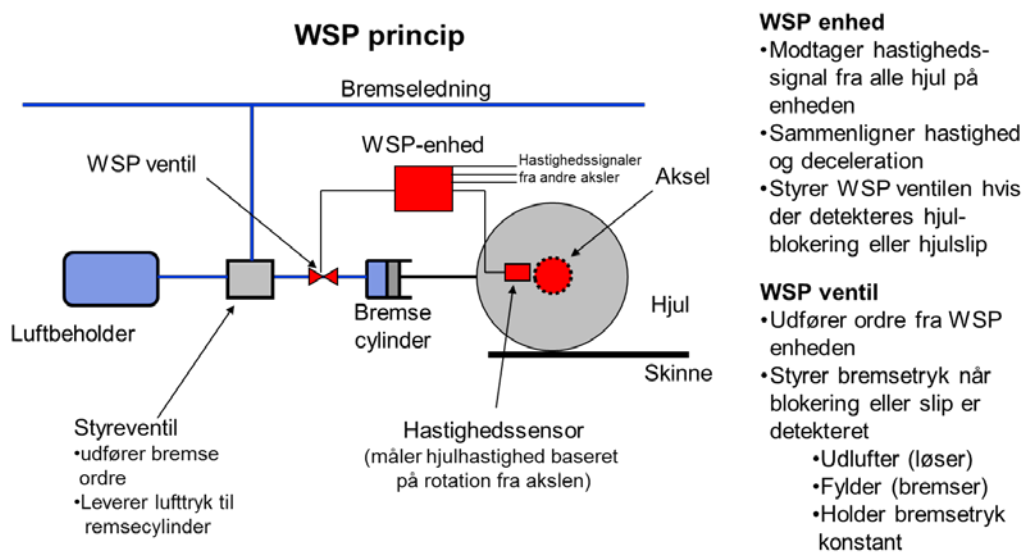


Fig. 5.

Kilde: DB Minden

WSP-systemet har til formål at sikre at kræfterne fra togets hjul bedst muligt overføres til skinnerne under bremsning. Det vil sige, at systemet så vidt muligt skal forhindre eller minimere at togets hjul blokerer under bremsning. Systemet registrerer målt hastighed fra aksler og beregner forventet toghastighed under bremsning i forhold til målt hastighed og ønsket bremsning / retardation (tryksækning via bremseledning og styreventil), osv. - og henholdsvis udlufter eller fylder luft i bremsecylinderen. På IC4 togsæt benævnes WSP-ventilen som DV-ventilen (Dump Valve). WSP systemet på IC4 togsæt regulerer alene ved hel eller delvis hjulblokering (slide) i forhold til bremsning. WSP systemet på IC4 togsæt regulerer ikke i forhold til igangsætning (slip). WSP systemet på IC4 (type SWPK AS20) er leveret af Faiveley Transport Group.

3.4.4 Godkendelse af IC4-togsæt generelt

Jernbanemateriel kræver myndighedsgodkendelse fra Trafikstyrelsen inden idriftsættelse. Trafikstyrelsen har oplyst, at IC4 var godkendt efter DSB's kravspecifikationer / de oprindelige krav i forbindelse med underskrivelse af IC4 anskaffelseskontrakten, idet der på dette tidspunkt ikke fandtes andet godkendelsesgrundlag.

Trafikstyrelsen har oplyst, at den overordnede godkendelsesproces for IC4 frem til 2009 har været at leverandøren på baggrund af DSB's kravspecifikationer har udarbejdet en Safety Case (sikkerhedsdokumentation). Denne blev assessoreret af en af Trafikstyrelsen godkendt assessor, og lå til grund for udstedelsen af typegodkendelse for IC4-togsæt.

DSB har oplyst at kravspecifikationen indeholdt det samlede normgrundlag for godkendelse af IC4 (Bilag 2.2 Normer - Uddrag fra IC4 kontrakten - Appendix 6-0)

På baggrund af bl.a. typegodkendelsen, overensstemmelseserklæring fra infrastrukturforvaltere og testdokumentation udstedte Trafikstyrelsen individuel ibrugtagningstilladelse til de enkelte IC4-togsæt. Test og godkendelse af togets bremsesystem var en del af togets samlede godkendelsesbehandling.

DSB har oplyst at de væsentligste typer af test, som er blevet benyttet i forbindelse med godkendelsesprocessen på IC4 er:

- typetest, som er omfattende test der dækker alle togsæt af samme type og som dokumenterer at en konstruktion er korrekt i forhold til konstruktionens normgrundlag og funktionskrav. Det kan eksempelvis være test, hvor en enkelt komponent, flere komponenter sammensat i et system, eller en funktionalitet i flere komponenter eller systemer testes i forhold til de krav (specifikationer) systemet skal overholde. En typetest kan også omfatte integrationstest, som dokumenterer at enkeltsystemer kan arbejde sammen som specificeret.
- serie- / individtest (rutinetest), som er test der dokumenterer, at det enkelte togsæts egenskaber er i overensstemmelse med typen. Testene kan være test hvor funktionaliteten testes i forhold til de krav (specifikationer) til komponenten eller togsættet som er fastsat i typegodkendelsen.

De enkelte test kan udføres eksempelvis som statisk test, der gennemføres under stationære forhold, eller dynamisk test, som udføres under operationelle forhold (eksempelvis under testkørsel).

Bremsesystemer på IC4 togsæt

IC4 togsæt er udstyret med 5 bremsesystemer:

1. Indirekte pneumatisk bremse (IP-bremse), traditionel trykluftsbremse som er togets sikkerhedsbremse. IP-bremsen virker ved at lokomotivføreren reducerer trykket i bremseledningen, hvorved styreventiler med luft fra luftreservoirer i toget øger trykket tilsvarende i bremsecylinderne. Ved fare- eller nød-bremsning tømmes luften helt ud af bremseledningen og styreventiler sender maksimalt tryk i bremsecylinderne. Toget har 8 bremsetrin, hvor bremsetrin 1 er laveste bremsetrin. Bremsetrykket stiger løbende til bremsetrin 7 som er fuldbremsning, og hvor styreventiler sender maksimalt tryk i bremsecylinderne. Dvs. i bremsetrin 7 bremser toget med trykluftbremSENS maksimale bremseeffekt. I bremsetrin 8, farebremsning tømmes luften helt ud af bremseledningen, og indkoblede MG-bremsere aktiveres.
2. Elektropneumatisk bremse (EP-bremse), direkte elektrisk styret luftbremse. Betegnes som togets drifts- eller komfortbremse, og bruges som den primære bremse i normal drift. EP-bremsen er computerstyret, og virker ved at togcomputeren elektrisk sikrer det af lokomotivføreren ønskede bremsetryk eller -effekt udført af bremsecomputeren (BCU).
3. Hydrodynamisk bremse (retarder). Togsættets 4 motoraksler er udstyret med en retarder, der virker som en motorbremse. Togcomputeren (IDU) sender en anmodning om en given bremseeffekt til motorens traktionsmodul (Power Pack), som styrer retarderen. Bremseeffekten fra retarderne indgår i togets "Cross blending" funktion. Ved farebremsning eller ved registrering af hjulblokering udkobles retarderne straks, hvilket fysisk sker efter 0,3 til 0,5 sekunder.

4. Magnetskinnebremse (MG-bremse).

Et togsæt er udstyret med 2 sæt MG-bremser, et på forreste bogie (bogie 1) og et på bagerste bogie (bogie 5). MG-bremserne kan aktiveres manuelt af lokomotivføreren ved trykknop på togets førerbord. Indkoblede MG-bremser aktiveres automatisk ved fare- eller nødbremning når bremseledningstrykket falder til 2,8 bar eller derunder, og der registreres en toghastighed på over 20 km/t.

5. Parkeringsbremse (fjederbremse).

Parkeringsbremsen er en mekanisk fjederpåvirket bremse, som bruges til at forhindre toget i at rulle, når toget holder stille / skal parkeres. Parkeringsbremsen er aktiv, når bremsesystemet er lufttomt, og kan normalt kun løses enten med lufttryk, når der er luft på toget eller ved fysisk udkobling. Der er parkeringsbremse på 6 af togets aksler, akslerne 3 til 8.

På IC4 togsæt er togets bremsecomputere (BCU) fysisk bygget sammen med WSP-enheden. Et IC4-togsæt har 3 bremsecomputere og 3 WSP systemer:

- BCU M1 som er placeret i M1C og styrer bremseprocessen på bogierne 1 og 2 (akslerne 1 til 4). Den tilhørende WSP-enhed styrer de 4 aksler på akselniveau, dvs. WSP-enheden kan udlufte og genopfylde lufttrykket i bremsecylinderen på hver aksel individuelt afhængig af registreret hjulblokering eller hjulslip.
- BCU T3 som er placeret i T3 og som styrer bremseprocessen på bogie 3 (akslerne 5 og 6). Den tilhørende WSP enhed styrer akslerne 5 og 6 på bogie 3 på akselniveau, dvs. WSP enheden kan udlufte og genopfylde lufttrykket i bremsecylinderne på de to aksler individuelt afhængig af registreret hjulblokering eller hjulslip.
- BCU M4 som er placeret i M4C og som styrer bremseprocessen på bogierne 4 og 5 (akslerne 7 til 10). Den tilhørende WSP-enhed styrer de 4 aksler på akselniveau, dvs. WSP-enheden kan udlufte og genopfylde lufttrykket i bremsecylinderen på hver aksel individuelt afhængig af registreret hjulblokering eller hjulslip.

Der er hastighedsmålere (sensorer/gebere) på samtlige aksler, som sender information om den registrerede hastighed til både BCU og WSP. I førerrummet kan lokomotivføreren få hastighedsinformation fra førerrumssignalet og fra togcomputeren. I førerrumssignalet vises den hastighed som ATC-systemet registrerer og som måles på aksel 5. I IDU vises den hastighed, som BCU i den forreste vogn registrerer på de to bogier, der er forrest i køreretningen.

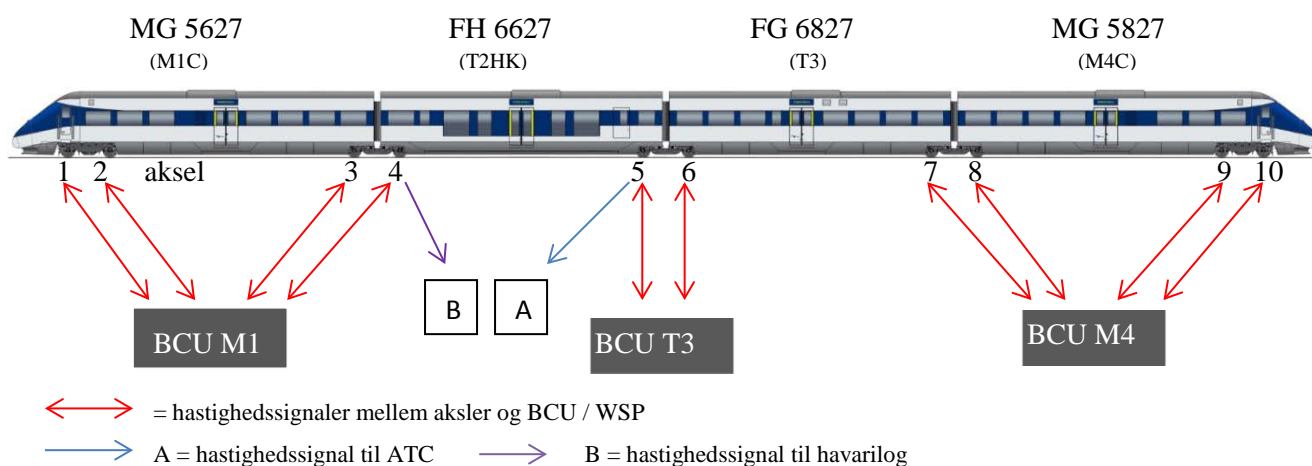


Fig. 6

IC4 er udstyret med en "Cross blending" funktion, som er en optimering af bremsesystemet med det formål at minimere den fysiske slitage på togets bremseklodser og bremse-skiver. "Cross blending" funktionen fungerer ved at togcomputeren "bestiller" en konkret bremseeffekt, svarende til det bremsetrin lokomotivføreren sætter køre- bremsekontrolleren i. Traktionsmodulet sætter retarderen i gang med at bremse. Hvis den opnåede bremsekraft fra retarderen ikke er tilstrækkelig i forhold til bestilte bremseeffekt, sender togcomputeren kommando til bremsecomputerne om at levere den manglende bremsekraft. Bremsecomputeren bremses derefter på løbeakslerne, som er akslerne 1, 4, 5, 6, 7 og 10. Hvis bremsning på løbeakslerne fortsat ikke giver tilstrækkelig bremseeffekt, bremses også med trykluft på motorakslerne, som er akslerne 2, 3, 8 og 9. Retarderen udkobles når der registreres fare- eller nødbremsning, eller hvis der registreres hjulblokering.

DSB har oplyst, at IC4 togsæt har en bremseprocent på 170. Denne bremseprocent er fastsat uden aktiv MG-bremse, og forudsætter bl.a. en adhæsionsudnyttelse for IC4-togsæt på op til 0,15.

Godkendelse af WSP-systemet på IC4

Som en del af godkendelsesgrundlaget indgik typetest af bremse- og WSP-systemet, som skulle testes og godkendes i henhold til kravene i UIC 541-05, der bl.a. er gældende standard for test af bremse- og WSP-systemer.

DSB har oplyst, at DSB i forløbet fra IC4 kontraktunderskrivelsen i år 2000 har brugt 3 forskellige udgaver af UIC 541-05.

1. UIC 541-05 (version 1st Ed 1985) var ved kontraktunderskrivelsen den gældende standard. Der var i denne version krav om at WSP test for togsæt af IC4 typen skulle gennemføres ved minimum 120 km/t.
2. Ved IC4 typetest i foråret 2005 var denne gældende UIC-fiche under revision, og DSB har tidligere oplyst at typetest af WSP-systemet blev gennemført efter udkast til revideret UIC-fiche UIC 541-05 "2004 02 05 de". I dette udkast var der en række ændringer / forøgede krav til test af WSP. Bl.a. var hastighedskravet til WSP test for materiel af IC4 typen ændret til at test som minimum skulle gennemføres ved 160 km/t., samt krav til test af WSP under forhold med friktion på under 3 % ved 100 km/t over en strækning på mindst 500 meter. DSB har i forbindelse med høring af denne rapport præciseret, at der alene var tale om brug af de nye metoder (definitioner og specifikationer) for test som er beskrevet i "2004 02 05 de", men at testomfang blev gennemført i henhold til de krav som var i "version 1st Ed 1985" som var gældende version ved kontraktunderskrivelsen.
3. "2004 02 05 de" blev med få justeringer til endelig udgave: UIC 541-05 2st Ed 2005, gældende fra november 2005.

WSP typetest blev gennemført 14.03.2005. Af typetestdokumentationen fra AnsaldoBreda fremgik det at der var specificeret test ved hastigheder op til 120 km/t. (DSAT 21, Dynamic performance test: Wheel Slide Protection System, bilag 2.11). Hverken DSB eller leverandøren har kunnet levere dokumentation for at WSP typetest blev gennemført ved hastigheder over 120 km/t.

For togsæt af IC4-typen beskriver UIC 541-05 overordnet at WSP-test hastighedsmæssigt skal foretages i materiellets driftsmæssige anvendelsesområde, men af normens appendix F fremgår det at kravet alene gælder op til 160 km/t, og at beregninger her kan erstatte test i forbindelse med godkendelse af togsæt til hastighedsintervallet fra 160 km/t til 200 km/t. (UIC 541-05 2st Ed 2005 (uddrag), bilag 2.4).

Krav til supplerende bremsesystemer på IC4

Trafikstyrelsen har oplyst Hazardlog for IC4 (AA02RXH - rev 10, bilag 2.9) som indeholdt de risici / haza-rder som var identificeret vedrørende IC4, indgik i Safety Case. Af Hazard loggen fremgik det bl.a at leve-randøren havde beregnet at den tilstrækkelige bremseeffekt kunne opnås med togets sikkerhedsbremse ale-ne, uden at der eksempelvis var krav til supplerende bremseeffekt fra magnetskinnebremsen.



HAZARD LOG	N.	20	OF	84
------------	----	----	----	----

- As for mechanical failure of discs, cylinders/calipers; in order to have a loss of brake on more axles, many discs/ cylinders must fail (at least 2 for each axle). Since a multiple failure scenario yields however a negligible contribution, this kind of failure has not been considered.

- As for the MTB; in order to have the complete loss of MTB application, it must be lost on both Bogie 1 and Bogie 5. It has however to be reminded that even if the MTB is activated during an emergency brake, it is neither necessary nor sufficient to the braking. (the purely pneumatic brake must guarantee the emergency brake independently from the correct functioning of MTB). Since a multiple failure scenario yields however a negligible contribution, this kind of failure has not been considered.

Fig. 7. Uddrag af Hazard Log rev 10 (Annex 12 of Safety Case document P/N STE RAM AA02RX5)

AnsaldoBreda har i typetestprogrammerne efterfølgende verificeret at bremsevnen lå inden for den teore-tisk beregnede værdi, samt at WSP-systemet fungerede i henhold til UIC 541-05 (DSAT 21, Dynamic Per-formance Test: Wheel Slide Protection System, bilag 2.11).

I forbindelse med ibrugtagning af de enkelte togsæt gennemførtes serietest (DRDT 40, "Braking test", se "Godkendelse af MG 5627 som individ") for verificering af togsættets bremseegenskaber. I forbindelse med serietesten testes også ATC-systemet, dvs. at ATC drifts- og nødbremsning effektueres som specificeret. Der var ikke krav om aktiv supplerende bremseeffekt ud over togsættets sikkerhedsbremse (IP-bremse) ved fare- eller nødbremsning.

3.4.5 Standarder for test af bremsesystemer under glatte forhold

Gældende UIC-standard (UIC 541-05 2st Ed 2005) for test af traditionelle bremse- og WSP-systemer i jernbanemateriel indeholder bl.a. specifikationer for test under glatte forhold med friktionskoefficient un-der 0,03 ved 100 km/t over en strækning på 500 meter. Testene kan enten gennemføres med olie eller sæbe på skinnerne, eller simuleres i en testrig. Under disse forhold indeholder standarden ingen krav vedr. brem-seafstand, men beskriver alene at hjulene ikke må blokeres.

3.4.6 Godkendelse af MG 5627 som individ

MG 5627 var godkendt til drift med en maksimal hastighed på 180 km/t.

Godkendelsesgrundlaget for MG 5627 omfatter bl.a:

- Trafikstyrelsen: Betinget typegodkendelse MPTO P1 (af 4.11.2010, bilag 2.5)
- Trafikstyrelsen: Ibrugtagningstilladelse for MG 5627 (MPTO1, af 10.12.2010, bilag 2.6)
- Banedanmark: Overensstemmelseserklæring for dieseltogsæt litra MG (af 7.9.2011, bilag 2.7)
- DSB: Tilladelse til kommerciel drift med litra MG i konfiguration MPTO P1 (af 26.5.2011, bilag 2.8)

I forbindelse med idriftsættelse af de enkelte togsæt skulle der bl.a. gennemføres en række af statiske og dynamiske test på togsættene, herunder dynamisk bremsetest af WSP-systemet i henhold til UIC 541-05. På MG 5627 blev der blevet gennemført dynamisk bremsetest af WSP-systemet den 8. - 9. november 2010. Testen blev gennemført under vejrforhold (årstid, temperatur og luftfugtighed), som er sammenlignelige med de vejrforhold, som var ved Marslev hændelsen. Testen blev udført med hastigheder op til 160 km/t, og blev gennemført uden anmærkninger vedrørende bremsesystemets funktionalitet (DRDT 40, "Braking test", Train 27, bilag 2.10).

3.4.7 Dataregistrering

IC4 var udstyret med en række logningssystemer, hvor primært havarilog og log fra togcomputer indeholder oplysninger vedrørende sikkerhedsmæssige og driftsmæssige registreringer under drift.

Registreringer ved kørslen fra København H til bremsning ved AM 2153.

I togets IDU-log kunne det konstateres at togsættets 2 MG-bremser var udkoblet kl. 06:04 samme morgen på værkstedet inden afgang fra Århus.

I togets havarilog var der ingen registreringer af hjulblokering ved kørslen fra København til bremsningen blev indledt umiddelbart før AM 2153. Der var under kørslen foretaget fuldbremsning (bremsestilling 7) ved Høje Taastrup og ved Roskilde.

Der var i togets havarilog mange registreringer af hjulspin eller hjulblokering i havariloggen i forbindelse med acceleration under kørslen fra København til bremsningen blev indledt umiddelbart før AM 2153. Registreringerne er ens i havariloggen og omfatter både hjulspin (ved traktion) og hjulblokering (ved bremsning). DSB har oplyst, at disse registreringer om hjulspin på MG5627 ikke er valide, hvorimod registreringerne om hjulblokering er valide. Dette skyldes, at de enkelte motoranlægs hastighedsberegning ikke kalibreres i forhold til andre af togets hastighedsberegninger, og at der ikke foretages opdatering af hjuldiameter ved eksempelvis hjulafdrejning. Motoranlæggets styring antager dermed at togets hjul permanent har en diameter svarende til nye hjul, hvilket under traktion / acceleration medfører registrering af hjulspin. Registreringerne af hjulspin i havariloggen kan derfor kun betragtes som valide ved kørsel med nye hjul, dvs. de første få tusinde kilometer. MG 5627 havde ved hændelsen kørt ca. 93.000 km siden idriftsættelse.

3.4.7.1 Logninger fra bremsning passage af fra AM-signal 2133 til stilstand

Data fra togets logsystemer viste bl.a. at toget på grund af hel/delvis hjulblokering ikke havde registreret den tilbagelagte afstand korrekt (Havarilog uddrag - Marslev, bilag 3.1). Mellem AM-signalerne 2153 og 2173, hvor den virkelige afstand var 2000 meter, havde togets havarilog registreret, at toget havde kørt 1400 meter. Det kunne konstateres i havariloggen, at ingen af togets MG-bremser havde været aktive under bremseforløbet.

Uddrag af logninger fra passage af AM-signal 2133 til stilstand i tidsrummet 15.15.58 til 15.17.58.

Tidspunkt	Hastighed Reg. km/t	Bremse trin	H-log km	H-log Reg. Meter	Signal Nr #	Strækning km #	Afstand Ca. meter	Hjul- blokering
15:15:58	179		577.002	-	Balise	13.275 [♠]	- 1975	-
15:15:58	179				2133	13.300	- 2.000	-
15:16:34	181	1	578.794	0		Ca. 220 m før 2153	0	-
15:16:34	181	1-2	578.806	12				-
15:16:35	179	2	578.844 ¹	38				X
15:16:36	179	2	578.923	79				X
15:16:38	177	2	578.989	66	Balise	15.275 [♠]		X
15:16:38	177	3	579.012	23				X
15:16:38	177	2			2153	15.300	220	X
15:16:39	176	3	579.048 ²	36				-
15:16:40	175	3	579.094	46				-
15:16:40	175	3	579.102	8				X
15:16:48	168	4	579.459	365				X
15:16:51	150	5	579.598	139				X
15:16:55	153	6	579.743	145				X
15:17:01	124	7	579.974	231				X
15:17:08	115	8 (fare)	580.203	229				X
15:17:09	130	8	580.247	44				X
15:17:16	0	8	580.389	142				X
15:17:25	0 / 131*	8	580.389	-	Balise	17.275 [♠]	2195	X
15:17:25	0	8	580.389	-	2173	17.300	2220	X
15:17:55	10	8	580.391	2				X
15:17:55	6	8	580.393	2				-
15:17:57	6	8	580.393					-
15:17:58	0		580.393	Σ 1607			2.871*	

Fig. 8.

Hastigheds- og afstandsdata (6-cifrede) er fra havari-loggens registrering fra aksel 5.

♠: balise ligger ca. 25 m. før signalet.

*: beregnet

#: Banedanmark, TIB-kilometrering, strækning 22, Nyborg - Fredericia. ATC strækningssplan

¹: Første registrering af hjulblokering

²: Hjulblokering ophørt kortvarigt i ca. 1-2 sekunder, derefter var der registreret hjulblokering permanent frem til togets standsning

Af loggen fremgår bl.a., at der fra lokomotivføreren indledte bremsning til passage af balisen ved AM-signal 2153 registreredes hjulblokering. Da ATC-systemet kontrollerer, at afstanden mellem baliserne (her mellem baliserne ved AM-signal 2133 hhv. AM-signal 2153) måles korrekt, og der ikke er registreret fejl, har hjulblokeringen kun påvirket vejmålingen i dette interval i begrænset omfang.

Ved passage af ATC-balisen foran AM-signal 2153 kl. blev togets hastighed registreret til 177 km/t, og afstanden til næste signal blev angivet til 2000 meter.

Idet hjulene blokerede, var det ikke muligt at registrere togets konkrete hastighed. Hastigheden er derfor blevet beregnet (interpoleret ud fra flere forskellige hastighedssignaler) til ca. 131 km/t. da toget passerede ATC-balisen.

Toget standsede 651 meter efter AM-signal 2173, 542 meter efter farepunktet og 374 meter før bagerste vogn i et godstog.

Togets havarilog havde registreret 1607 meter ud af de ca. 2871 meter toget reelt havde tilbagelagt.

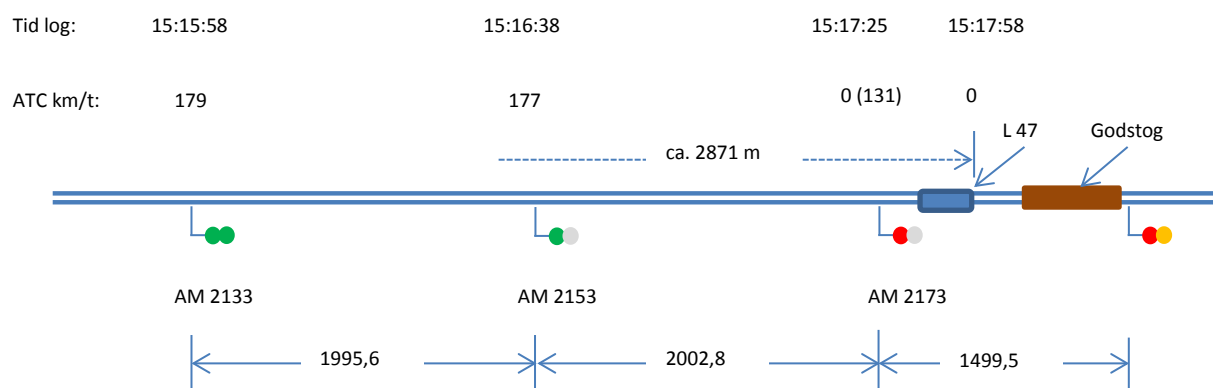
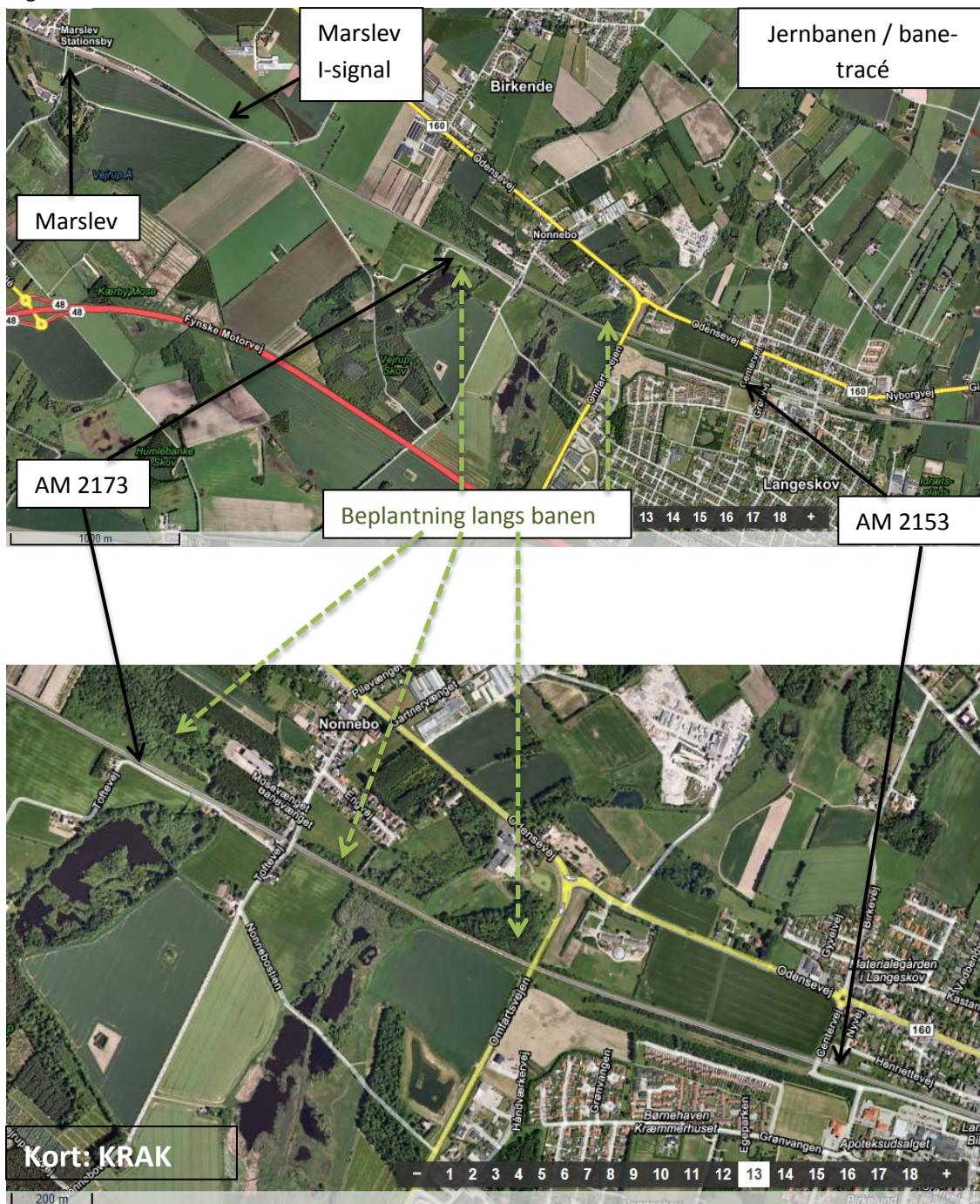


Fig. 9

Infrastruktur

Strækningen er en tæt trafikeret hovedstrækning (Fig. 9). Hændelsen skete i løvfaldsperioden. Umiddelbart op til hændelsesstedet var der enkelte træer, primært på nordsiden af sporet men ingen skov. På strækningen før hændelsesstedet (1-3 km) var der en del lav bevoksning 3-10 meter fra sporet.

Fig. 10.



08.11.2011 om morgenen blev strækningen visuelt inspiceret (fra førerrum i et andet tog) og fysisk besøgt fredag 11.11.2011. Der kunne alene konstateres en begrænset mængde løvfald (få blade) på eller ved sporet. Den 11.11.2012 blev området manuelt gennemgået, uden at der kunne konstateres forhold som kunne forklare hændelsen (Notat omkring undersøgelse af skinnerne, bilag 4.1). Der blev i starten af december taget prøver fra skinne ovefladen. Der kunne alene påvises blanding af rust (jernoxid), sandkorn og små sten / silikater (Teknologisk Institut, bilag 4.2).

Banedanmark har oplyst, at strækningen umiddelbart før Marslev ikke er kendt for særlig risiko for glatte skinner, hvor er der andre delstrækninger rundt om i Danmark, som er kendt for at der i løvfaldsperioden kan være øget risiko for glatte skinner.

Banedanmark har også oplyst, at der var tre planlagte overhalinger i Marslev 07.11.2011, og at det forankørende godstog G9233 skulle holde i Marslev for planlagt overhaling af andre tog. Overhaling af L 47 var ikke planlagt, idet toget på grund af forsinkelsen kørte uden for togets tildelte kanal.

Lokomotivføreren på G9233 havde ikke oplevet problemer i forhold til nedbremsning før indkørselssignalet. Det fremgik af togets havari-log, at lokomotivføreren først indledte bremsning ca. 100 meter efter AM-signal 2173, da den bagerste del af godstoget var ca. 400 m før AM-signal 2173, og bremsede dermed senere på strækningen end MG 5627. G9233 blev efter hændelsen eftersat, uden at der blev konstateret uregelmæssigheder.

3.4.8 Yderligere undersøgelser

I perioden 09.11.2011 til 11.11.2011 blev der gennemført tekniske undersøgelser (visuel inspektion og kontrol af fysiske samlinger) af MG 5627 på DSB's værksted i Århus, samt statistisk test af bremsesystemet (DRDT 15, bilag 4.3. Ikke gennemførte punkter er overstreget).

I den forbindelse blev der konstateret en typefejl i IDU databasen. Fejlen var en indtastningsfejl (programørfejl), som medførte at en bestemt type dørfejl (fejl på relæ 5y01) i IDU skærmen figurerede som en fejl på relæ 5k01 for MG-bremsen samt med forholdsordre om at MG-bremsen skulle udkobles.

Der blev konstateret en individfejl på MG 5627. Hjuldiameteren på aksel 5 (hvor hastighedsmåleren til ATC var placeret) var i togets bremsecomputer fejlagtigt registreret til 860 millimeter. Hjuldiameteren var korrekt registreret til 849 millimeter i ATC-systemet.

Derudover blev der ved de tekniske undersøgelser ikke fundet andre fejl eller mangler, som alene kunne forklare eller sandsynliggøre hændelsesforløbet 07.11.2011.

Fra 16.11. til 18.11.2011 blev der gennemført en række statiske test af MG 5627 på DSB's værksted i Århus. Testene omfattede bl.a. komponenter og kommunikationsforbindelser i forbindelse med funktion af togsættets bremsesystem. Der blev ved de statiske test ikke fundet fejl eller mangler, som kunne forklare eller sandsynliggøre hændelsesforløbet 07.11.2011.

Havarikommissionen besluttede sammen med operatøren at gennemfører bremsetest på en prøvestrækning mellem Vojens og Tinglev med det formål at teste hvordan MG 5627 bremsede på:

- normale / tørre skinner
- glatte skinner
- meget glatte skinner (uden for UIC definition)

Efter montering af diagnosticerings-, monitorerings- og sæbeudstyr, blev der 02.- 05.12.2011 gennemført en række dynamiske bremsetest på teststrækning mellem Vojens og Rødebro. Testene blev gennemført i henhold til den gældende standard for bremsetest (UIC fiche 541-5), som normalt ligger til grund for det bremsetekniske godkendelsesgrundlag for jernbanemateriel. Testen bestod bl.a. af "speed-up" test fra 120 km/t til 180 km/t på tørre skinner og på glatte skinner (sæbebelagte skinner for simulering af glatte skinner).

Ved gennemførelse af bremsetest i henhold til UIC-fiche for bremsetest på tørre og sæbebelagte skinner var det ikke muligt at genskabe unormale bremseforløb. Heller ikke ved varierende koncentration af sæbe, for dermed at gøre skinnerne mere glatte, lykkedes det at genskabe unormale bremseforløb.

Havarikommissionen besluttede derefter sammen med operatøren, at gennemføre bremsetest på skinner dækket af olie, med det formål at simulere glatte skinner med en friktionskoefficient gående mod 0. Cirka 2000 meter skinne blev belagt med olie, og bremsning fra 180 km/t til 0. Ved bremsetest på oliebelagte skinner kunne bremsevej svarende til hændelsen 07.11.2011 genskabes, og der kunne konstateres manglende registrering af store dele af den tilbagelagte bremseafstand i togets logningssystemer i samme størrelsesorden som ved Marslev hændelsen (Test skema, Test MG 5627, bilag 4.4).

Med det formål at teste data fra andet IC4 materiel i forhold til Marslev togsættet (MG 5627), og teste IC4-togsæt i forhold til eksisterende IC3-togsæt (litra MF) under tilsvarende omstændigheder som testene 02. - 05.12.2011, besluttede Havarikommissionen sammen med operatøren at gennemføre supplerende bremsetest. Testene blev gennemført den 10. og 11. januar 2012 med et andet IC4 togsæt (MG 5660) og med et IC3-togsæt (MF 5011). IC3-materiel blev valgt idet 96 stk. IC3-togsæt, sammen med 43 litra ER-togsæt, i mere end 10 år har kørt under forhold som driftsmæssig er sammenlignelig med de forhold IC4 kører under, uden at der er registreret tilsvarende hændelser med IC3- eller ER-materiel. På IC3- og ER-togsæt indgår MG-bremser i beregning af togets maksimale bremseprocent.

De to typer togsæt har to forskellige fabrikater / typer af bremsecomputere og WSP-systemer. På IC4 er WSP-systemet (type SWPK AS20) ligesom bremsecomputeren fra Faively Transport. På IC3 er WSP-systemet integreret i bremsecomputerens software, og bremsecomputeren er leveret af Knorr-Bremse AG. IC3 har to WSP-systemer, som på bogieniveau styrer hver to bogier.

Bremsetestene blev gennemført i to faser: bremsetest på tørre skinner og bremsetest (begrænset del af UIC-standardbremsetest) på oliebelagte skinner. Ved bremsetest på oliebelagte skinner blev der også gennemført bremseforsøg, hvor bremseforløbet (bremsning i de enkelte bremsetrin) svarende til Marslev hændelsen blev simuleret.

Ved bremsetest på tørre skinner kunne der ikke genskabes unormale bremseforløb for hverken IC4- eller IC3 togsættet. Det samme var gældende for test på glatte skinner. Både IC4 og IC3 fungerede som forventet.

Ved bremsetest på skinner med lav adhæsion (oliebelagte) resulterede bremsetest i en bremsevej svarende til hændelsen 07.11.2011 for både IC4 (MG 5660) og IC3 (MF 5011). Ved de bremsetest med indkoblede MG-bremser, hvor der var størst forskel mellem registreret og kørt distance, registrerede:

- havariloggen på IC3 togsættet 2380 meter ud af de tilbagelagte 2396 meter (Testrapport IC4 og IC3 test, bilag 4.5). Der fremkom ingen hjulflader af betydning på IC3, og
- havariloggen på IC4 togsættet 261 meter ud af de tilbagelagte 2174 meter. Der fremkom betydelige hjulflader på IC4 i forbindelse med bremsning (Testrapport IC4 og IC3 test, bilag 4.5).

Data fra de gennemførte bremsetest i november og januar blev efterfølgende gennemgået og analyseret af specialister i arbejdsgrupperne, og der blev bl.a. konstateret følgende afvigelser / fejl:

- 1: Fejl i rørføring mellem tryksensor/reguleringsventil og fjederbremse på bogie 2 og 4. Fejlen medførte at fjederbremsen utilsigtet blev aktiveret ved farebremsning kombineret med hjulblokering, og dermed at WSP-systemet blev sat ud af funktion, dvs. at hjulblokeringen fortsatte selv om WSP udluftede bremsecylinderen (Teknisk rapport Faively, bilag 4.6). Denne fejl optrådte alene i farebremsstilling kombineret med hjulblokering, hvor WSP systemet havde udluftet bremsecylinderne på begge aksler på samme bogie samtidig. Denne kombination har ikke været tilsted i forbindelse med test udført i henhold til UIC 541-05, og fejlen var derfor ikke blevet konstateret under tidligere test.
- 2: Fejl i parametre til beregning af referencehastigheden i bremsecomputer T3 var ikke korrekt / sat for højt. Dette medførte at WSP delvist ikke fungerede (bilag 4.6 & Conclusions from WSP Rig tests, bilag 6.2), og resulterede i periodevis hjulblokering.
- 3: Hjulblokering på aksel 5, som registrerede hastighed og tilbagelagt distance til ATC-systemet, medførte unøjagtig registrering af hastighed og tilbagelagt distance.
- 4: Hjuldiameteren på aksel 5 (hvor hastighedsmåler til ATC er placeret) var i ATC-systemet korrekt registreret til 849 millimeter, men i togets bremsecomputer var hjuldiameteren registreret til 860 millimeter.

Fejlene 1 til 3 var typefejl, dvs. fejlene fandtes på hele IC4-flåden. Fejl 4 var individfejl, og har ikke kunne konstateres på andre togsæt end MG 5627.

Ved hjulblokering og ved farebremsning skulle retarderne udkobles inden for 1 sekund. De gennemførte forsøg i januar 2012 verificerede, at retarderne ved registrering af hjulblokering og ved farebremsning blev koblet ud efter 0,3 til 0,5 sekunder, og dermed under 1 sekund som specificeret. Testene konstaterede også, at retarderne i bremsetrin 1 til 7 kun gav halvdelen af den forventede bremseeffekt.

Havarikommissionen har nationalt og internationalt eftersøgt dokumentation, som kunne belyse den eventuelle rensende effekt som blokerede hjul eller aktive MG-bremses muligvis kunne have på efterfølgende hjul. Det er ikke lykkedes Havarikommissionen at finde dokumentation i form af data eller testresultater som omhandler emnet.

Danmarks Tekniske Universitet (DTU) har på opdrag af DSB bl.a. gennemført tekniske beregninger af bremsesystemets funktionalitet, herunder konsekvensberegninger af de fundne rørføringsfejl (bilag 4.6). DTU konkluderer, at rørføringsfejlen har medført en forlænget bremsevej på omkring 70 meter (Rapport fra DTU kan findes på universitetets hjemmeside). Der er ikke medtaget den mulige rensende effekt, som blokerede hjul muligvis kan have på de efterfølgende hjul. DTU har heller ikke kunnet finde data eller testresultater som dokumenterer en eventuelt rensende effekt.

Faively, som er leverandør af BCU- og WSP-systemerne, vurderer at de blokerede hjul som følge af rørføringsfejlen sandsynligvis har medført en bremsevejsforkortelse (Teknisk rapport Faively, bilag 4.6). DB Minden er enig i Faiveleys vurdering.

3.4.9 Test af bremsecomputere

I juni - august 2012 blev der gennemført funktionstest af bremsecomputere og WSP fra MG 5627. Testene blev gennemført i en bremserig hos DB-Minden i Tyskland med det formål at undersøge:

- bremsesystemets funktionalitet ved bremsning under glatte forhold
- BCU og WSP kommunikation, herunder kommunikation mellem BCU, WSP, DV og speed sensors.

Denne test af bremsecomputere og WSP-systemet konstaterede at BCU og WSP systemet, herunder kommunikation mellem BCU, WSP, DV og speed sensors, fungerede som forventet under forhold med tørre og glatte skinner (DB Minden testrapport: bilag 5.1).

Der kunne ikke konstateres nogen signifikante fejl i WSP-systemets funktionalitet, som kunne have relevans til Marslev hændelsen. Testene viste at WSP systemet, ved fuld- eller farebremsning på strækninger hvor friktionskoefficienten ligger mellem 0,08 og 0,05, efter fuldstændig udluftning af bremsecylinderen først påbegyndte fornyet fyldning med en forsinkelse på ca. 1,5 sekund. DB Minden vurderer at bremseeffekten som følge af denne forsinkelse kan forbedres med ca. 4,5 % ("IC4 Marslev Investigation, Conclusions from WSP Rig Tests", bilag 5.2).

Testene viste at WSP-systemet generelt under normale friktionsmæssige forhold (friktion i henhold til UIC 541-05) fungerede efter specifikationerne. Testene konstaterede også, at WSP-systemet under særlig glatte forhold (friktionskoefficient $< 0,03$) ikke altid kunne genskabe referencehastigheden, hvilket medførte hjulblokering.

Referencehastighed.

Under forhold med lav adhæsion, hvor hjulene i forbindelse med bremsning blokerede, havde WSP systemet pga. hjulblokeringen ikke konkrete data for togets reelle hastighed. WSP systemet beregnede en kunstig hastighed (referencehastighed), for dermed at kunne beregne de enkelte hjuls hastighed i forhold til togets forventede hastighed - og for individuelt at udlufte bremserne for at imødegå hjulblokering på de enkelte hjul.

Under forhold med lav adhæsion var WSP-systemet på IC4 materiel ikke er i stand til at beregne referencehastighed på niveauer tæt på togets reelle hastighed. Dette medførte at WSP systemet beregnede en forkert referencehastighed. Testen har eftervist denne tese, og resultaterne bekræftes af logningsdata fra Marslev hændelsen, og af logningsdata fra de test på spor med særlig lav friktion (olie), som blev udført for at forsøge at reproducere Marslev hændelsen.

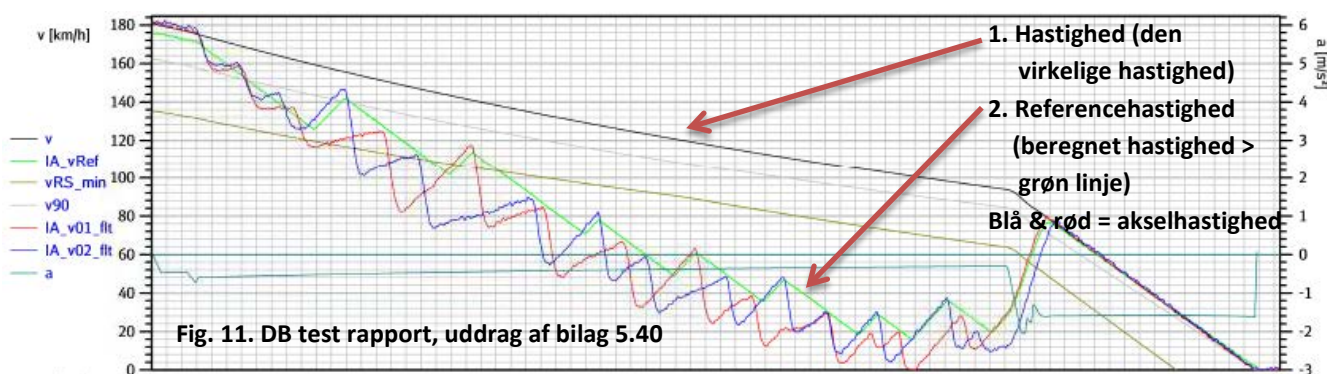
Baggrunden for denne beregning af forkert hastighedsreference hastighed kan groft beskrives ved følgende proces:

1. Toget bremses under forhold med lav adhæsion, og alle aksler som styres af én WSP enhed begynder at blokere.
2. WSP systemet registrerer begyndende blokering (hjulcryb) af alle aksler, idet akslerne decelererer / nedbremses hurtigere end det er muligt ifølge WSP-systemets parametre (parametrene svarer til akslens maksimale deceleration på tørre skinner, inklusiv en sikkerhedsmargin som tager hensyn til eventuelle sporgradienter samt måletolerancer).
3. På dette punkt i processen beregner WSP en kunstig referencehastighed, som tager udgangspunkt i den hastighed systemet havde registreret da nedbremsningen begyndte. Denne kunstige referencehastighed er højere end den reelle aksel hastighed, men lavere end togets virkelige hastighed og med højere dece-

leration end toget har. Hvis referencehastighed fortsatte at aftage på denne måde, ville referencehastigheden nå nul længe før toget står stille, og medføre blokerede hjul en kort tid efter bremsning påbegyndes.

4. For at undgå dette og for at forhindre at hjulene blokerer, udluftes bremsecylindertrykket på en enkelt aksel, hvilket medfører en stigning af akslens hastighed. Når akslens hastighed bliver højere end den kunstige referencehastighed, forøges referencehastigheden tilsvarende.
5. Efter nogle yderligere kriterier - som kun er kendt i detaljer af producenten - er opfyldt, tilføres WSP systemet igen luft til bremsecylinderen på den udluftede aksel og akslens hastighed falder på ny. Dette er nødvendig for at sikre, at akslen igen / løbende bidrager til togets bremsning.

Denne cyklus 2-5 gentages så længe friktionen er meget lav. Processen kan observeres på flere forskellige grafer i testrapporten fra DB Minden, eksempelvis i testrapportens bilag 5.40. På IC4-togsæt er kriterierne for trin 5 i processen opfyldt, inden referencehastigheden når togets virkelige hastighed. Dette medfører at referencehastigheden i gennemsnit falder hurtigere end togets virkelige hastighed falder, og at referencehastigheden dermed nærmer sig nul inden toget standser, hvilket igen fører til blokerede aksler.



Det har ikke været muligt for Havarikommissionen at finde gældende nationale eller internationale standarder (ud over UIC 541-05 2st Ed 2005) for test af bremsesystemers funktionalitet under forhold med adhæsion under 0,03.

Funktionalitet af indkoblede MG-bremser ved farebremsning på IC4 togsæt.

MG-bremserne er designet til automatisk at skulle aktiveres ved farebremsning, hvis hastigheden registreres til over 20 km/t. Når hastigheden registreres til at falde til under 20 km/t, bliver MG-bremserne automatisk deaktiveret. Ved hastighed under 20 km/t kan MG-bremserne kun aktiveres manuelt på førerbordet. Ved manuel aktivering kan MG-bremserne forblive aktiveret i op til 60 sekunder, hvorefter de automatisk deaktiveres. Herefter kan lokomotivføreren igen manuelt genaktivere MG-bremsen.

Funktionalitet af aktive MG-bremser ved farebremsning på IC3 togsæt og ET togsæt.

På andre danske togsæt, som kører i Intercity trafik (IC3 og ET), aktiveres MG-bremserne tilsvarende automatisk ved farebremsning. På disse typer togsæt hæves MG-bremsen automatisk ved cirka 10 km/t.

3.5 Trafiksikkerhedsforhold

ATC er opbygget således, at det mobile ATC-anlæg på basis af oplysninger om togets bremseegenskaber (bremseprocent), togets aktuelle hastighed samt oplysninger fra signalanlægget via baliser (og linjeledere) om tilladt hastighed, signalets udvisende, fald på stækningen, afstand til næste farepunkt (stopvisende signal) mv. hele tiden overvåger togets hastighed og griber ind med bremsning såfremt den tilladte hastighed overskrides.

Togets hastighed registreres på IC4 ved en selvstændig hastighedsmåler ”geber” på aksel 5, og er bl.a. afhængig af at hjulets diameter er korrekt indstillet. Den tilbagelagte distance beregnes ud fra data fra samme ”geber”, men korrigeres ved passage af signalbaliser, hvis eksakte position overføres til mobilanlægget.

Såfremt den tilladte hastighed på strækningen er 180 km/t, togets bremseprocent tillader 180 km/t og der er frit tilstrækkeligt langt foran tog, vil bremse ”kurven” være vandret, hvilket præsenteres for lokomotivføreren ved førerrumssignalets randviser på 180 km/t. Overskrides hastigheden med mere end 7 km/t indleder ATC en driftsbremssning.

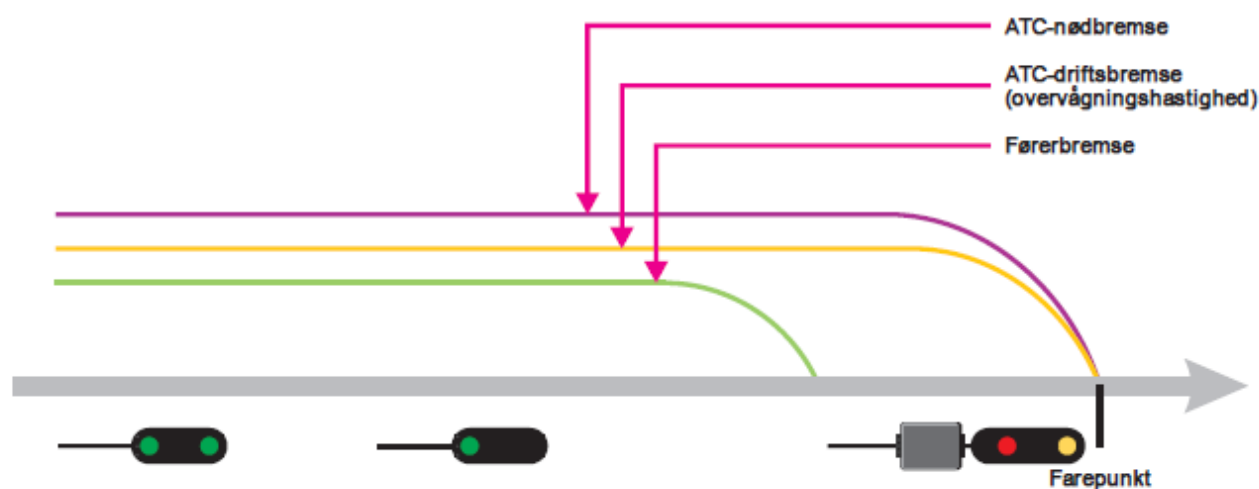


Fig. 12.

Når et ATC-overvåget tog nærmer sig et stopvisende signal, beregner det mobile ATC-anlæg flere bremsekurver frem mod signalet for at sikre, at lokomotivføreren ved passende bremsning kan bevare kontrollen over toget uden ATC-anlæggets indgriben. Randviseren på ATC-førerrumssignalet bevæger sig nedad og viser for lokomotivføreren den højest tilladte hastighed i form af overvågningshastigheden, der beregnes med endepunkt ved slutningen af sikkerhedsafstanden efter signalet, mens lokomotivførerens bremsning af toget skal føre til standsning umiddelbart foran signalet. ATC-driftsbremssning indtræder såfremt den tilladte hastighed overstiger 7 km/t og ATC-nødbremssning, såfremt den tilladte hastighed overskrides med 10 km/t. Såvel driftsbremsekurven som nødbremsekurven ender ved slutningen af sikkerhedsafstanden efter signalet.

Såfremt den aksel hvor ATC-hastighedsmålingen foretages bliver blokeret, vil vejmålingen der bl.a. danner basis for beregning af afstanden til f.eks. næste stopvisende signal og dermed for dannelsen af bremsekurven være fejlbehæftet, ligesom hastighedsmålingen vil være unøjagtig og der kan opstå situationer, hvor ATC ikke har tilstrækkelig information til at gribe ind.

I ATC er indbygget forskellige forudsætninger for at bevare den sikre kontrol med togets bremsning også i tilfælde af hjulslip eller hjulblokering, bl.a. er en vis unøjagtighed i vejmålingen tilladt uden at sikkerhedsgrænserne overskrides. Såfremt ATC registrerer en hastighed på mindre end 0,4 m/s (1,44 km/t) i mere end 5 sekunder, mens havari-loggen registrerer en højere hastighed (havari-loggens hastighedsmåling sker på en anden aksel), antages der at være fejl i ATC-hastighedsmålingen, og toget vil blive nødbremset.

I den aktuelle situation ville en ATC-drifts- eller nødbremning give samme effekt som lokomotivførerens farebremsning. Selv om der i tidsrummet (47 sekunder) mellem togets passage af balisen ved det ”kør” visende AM-signal 2153 og balisen ved det ”stop” visende AM-signal 2173 indtræffer såvel ATC-driftsbremsninger som ATC-nødbremsninger, ses ikke konstant nødbremning før ved passage af balisen ved AM-signal 2173, hvor stopinformationen udløser en ikke-løstbar ATC-nødbremning.

3.6 Samspil menneske-maskine-organisation

Førerpladsen i IC4 er generelt opbygget på samme måde og med samme farvevalg som førerpladserne i øvrige DSB togsæt (MF, ER, ET), med ATC-førerrumssignalet ret foran lokomotivføreren, betjeningspanel til strækingsradioen i venstre skråflade, togets informationspanel (IDU) højre skråflade og den kombinerede køre-bremsekontroller ved lokomotivførerens højre hånd i førerbordets vandrette flade. Tast til manuel aktivering af magnetskinnebremse findes til venstre for ATC-førerrumssignalet.



Fig. 13.

Køre- bremsekontrolleren er i midtstilling neutral, ført fremad giver den trækraft og ført tilbage i op til 8 trin giver den bremsevirkning – trin 8 er farebremsning og der er lidt ekstra modstand når håndtaget skal føres fra stilling 7 til stilling 8.

Lokomotivførerens betjening ved kørsel kræver bl.a. observation af strækningens signaler og aflæsning af ATC-førerrumssignalet, der viser togets aktuelle hastighed (målt på aksel 5) og randviseren på ydersiden af hastighedsskalaen viser den aktuelt af ATC tilladte hastighed (se fig. 14). Til venstre i signalet vises ved en søjle, hvor langt ATC-systemet ved, at der er fri bane foran toget. Lokomotivføreren kan ved observation af signaler og af førerrumssignalet tilpasse hastigheden således, at denne er ved eller under randviseren. Såfremt lokomotivføreren ikke bremses når den tilladte hastighed falder, vil ATC ved en overskridelse af hastigheden på 4 km/t give akustisk advarsel, hvis lokomotivføreren ikke indleder bremsning eller ikke bremses toget kraftigt nok vil der ved en overskridelse på 7 km/t blive indledt en ATC-driftsbremsning indtil den tilladte hastighed er nået.

ATC førerrumssignal

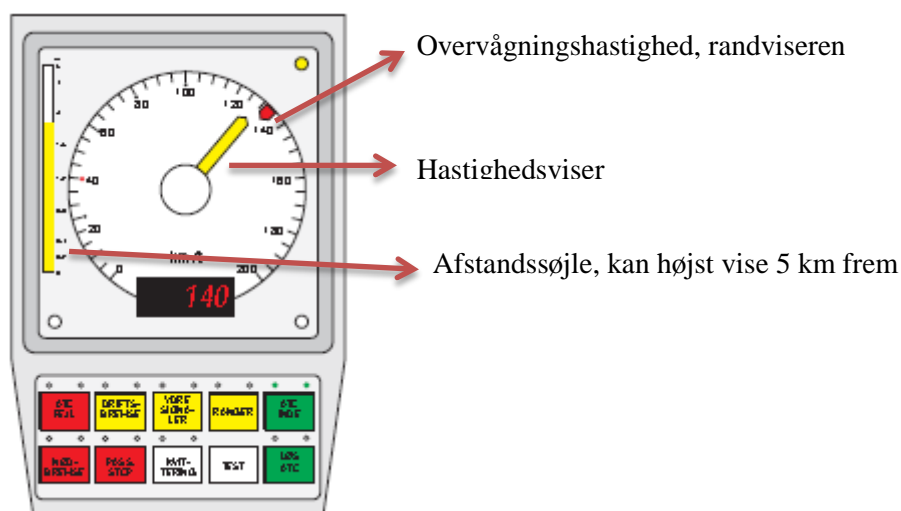


Fig. 14.

Da toget nærmede sig Marslev og lokomotivføreren iagttog ”kør” (én grøn lanterne) i AM-signal 2153 indledte han bremsning i god tid, dvs. inden ATC-systemet var begyndt gennem randviseren at indikere bremsekurven frem til det efterfølgende signal.

Lokomotivføreren bremsede i bremsetrin 1-2 uden anden umiddelbar effekt end den hjulblokering der registreredes at indtræde allerede i bremsetrin 2, cirka 2 sekunder efter bremsning blev indledt. Han øgede efter få sekunder bremsekraften til 3. Lokomotivføreren har oplyst, at han bremsede i trin 4-5 for at opnå samme bremseeffekt som i IC3 ved bremsetrin 2-3. Da der ikke var mærkbar virkning af bremsningen valgte han at farebremse. Han oplevede at hastigheden, der vistest faldt momentant fra 180 km/t omkring 120-110 km/t

De skiftende hastigheder i ATC-førerrumssignalet, i IDU, manometrene for bremsecylinder 1 og 2 der ”flimrer” og de akustiske og visuelle alarmer, leverer ikke en klar og aflæselig information om hvad der sker og indikerer derfor ikke hvad der evt. kan gøres. Da toget fortsætter uden væsentlig reduktion af hastigheden, er den logiske mulighed at fastholde farebremsningen og lade togets avancerede bremsesystem – herunder WSP – bringe toget til standsning så hurtigt som muligt. Han forsøgte ved tryk på tasten for magnetskinnebremse at aktivere denne, selv om den var helt udkoblet.

3.7 Hændelser af lignende art

Efter hændelsen den 7. november 2011 konstateredes det, at der den 4. november 2011 havde været en hændelse med et IC4-togsæt (MG 5643) ved Høje Tåstrup, som bremsmæssigt kunne minde om hændelsen den 7. november 2011. Undersøgelse af denne hændelse viste, at lokomotivpersonalet oplevede at togsættet ikke bremsede som forventet, og at toget fik hjulblokering ved bremsetrin 2-3. Der var markant forskel mellem den faktisk kørte distance og de af toget registrerede data. Under nedbremsning fra ca. 140 km/t registrerede togets havarilog, at toget kørte 1019 meter i stedet for de 1418 meter som toget fysisk kørte. Den bagerste af togsættets to MG-bremser var udkoblet. Den forreste MG-bremse blev automatisk indkoblet da lokomotivføreren bremsede i bremsetrin 8 (farebremsede), men blev kort efter automatisk udkoblet igen, da toget på grund af hjulblokering registrerede, at hastigheden kom under 20 km/t. Lokomotivføreren indkoblede herefter manuelt MG-bremsen.

På MG 5643 blev der gennemført samme statiske test som på MG 5627. Testene omfattende bl.a. komponenter og kommunikationsforbindelser i forbindelse med funktion af togsættets bremsesystem. Der blev ved de statiske test ikke fundet fejl eller mangler, som kunne forklare eller sandsynliggøre hændelsesforløbet den 4. november 2011.

Efter pressedækning af hændelsen meddelte to andre lokomotivførere, at de også havde oplevet situationer, hvor IC4-togsæt ikke bremsede som forventet, og hvor den ene lokomotivfører beskriver at MG-bremsen uventet hævede sig i forbindelse med farebremsning ved hastigheder over 20 km/t. Disse indmeldinger kom så længe efter de konkrete hændelser, at der ikke var detaljerede havarilogdata til rådighed for analyse af hændelserne, så data fra disse to indmeldinger indgår ikke i denne undersøgelse.

Den 6.8.2012 var der en hændelse på Klargøringscenter Kastrup, hvor et IC4-togsæt (MG 5631) under rangering ved lav hastighed (under 20 km/t) kolliderede med et parkeret IC4-togsæt. Undersøgelser konstaterede, at der under rangeringen var hjulblokering ved bremsning, og manglende registreringer i havarilogen af den tilbagelagte afstand under rangeringen. MG-bremserne indkobles ikke automatisk ved farebremsning, når hastigheden registreres til under 20 km/t, og køremanden indkoblede ikke MG-bremsen manuelt. Her vurderede Havarikommissionen, at det sandsynligvis var glatte skinner, som kombineret med bremsesystemets funktionalitet, medførte hjulblokering ved bremsning og medførte en difference mellem havariloggens registrering og den tilbagelagte afstand (HCLJ redegørelse - MG 5631 ramlet med anden MG under rangering på KAC, Bilag 5.1).

Der er i Danmark ikke kendskab til tilsvarende hændelser med ekstraordinær lang bremsesej på andre materieltyper end IC4. Der findes flere tilsvarende hændelser med ekstraordinær lang bremsesej i udlandet (Fig. 15). Undersøgelser af disse hændelser har ifølge Havarikommissionens oplysninger vist, at der ved samtlige af disse hændelser har været fejl på de systemer, som supplerede materiellets primære bremsesystem, eksempelvis fejl på materiellets sandingssystem.

Forespørgsel i EU's medlemslande har vist er der i de enkelte medlemslande generelt ikke findes overordnede nationale krav til systemer til forbedring af friktionen mellem hjul og skinne eller krav til supplerende bremseeffekt uafhængig af friktion mellem hjul og skinne (undtagen England). Forespørgslen har også vist at flere af de nationale operatører har interne krav til systemer til forbedring af friktionen mellem hjul og skinne eller krav til supplerende bremseeffekt uafhængig af friktion mellem hjul og skinne ved kørsel over 160 km/t.

Erfaringer fra jernbanedrift viser, at der under i normal drift vil kunne forekomme steder med meget lav adhæsion (friktionskoefficienter under 0,04) eksempelvis i løvfaldsperioder, (kilde: rapport fra Trafikstyrelsen & Banedanmark: "Glatte skinner, september 2012", bilag 6.3). Der er ikke dokumenteret danske erfaringer med forekomst af så lav adhæsion.

Offentliggjorte undersøgelser af hændelser med ekstraordinær lang bremsevej:

Dato	Sted	Type	Hastighed	Bremselængde	Supplerende udrustning
30.11.2005	Lewes, England	Signal- forbikørsel	Ca. 112 km/t	Ca. 2500 meter	Sandingsanlæg. Anlægget virkede ikke.
25.11.2005	Esher, England	Signal- forbikørsel	Ca. 145 km/t	Ca. 3000 meter	Sandingsanlæg. Løbet tør for sand.
08.11.2010	Stonegate, England	Stations- forbikørsel	Ca. 110 km/t	Ca. 5100 meter	Sandingsanlæg. Ingen sand til rådighed.

Fig. 15. Offentliggjorte undersøgelser med ekstraordinær lang bremseafstand (togsæt)

4 Analyser og konklusioner

4.1 Endelig gennemgang af hændelsesforløbet

- Mandag 07.11.2011 afgik Lyntog L 47 fra Københavns Hovedbanegård og kørte mod Jylland. Lyntoget, som bestod af et enkeltkørende IC4-togsæt (MG 5627), var 13 minutter forsinket ved afgang på grund af en generatorfejl. Kl. 06.04 samme morgen var begge togsættets to MG-bremser manuelt blevet udkoblet på værkstedet i Århus. MG-bremserne er ikke en del af togsættets sikkerhedsbremse. Der var gennemført to fejlfri bremseprøver med en bremseprocent på 170.
- Toget måtte på grund af forsinkelsen køre efter Intercitytoget frem til Slagelse, hvor det overhalede Intercitytoget. Toget måtte frem til Slagelse gentagne gange bremse ned og accelerere uden problemer, afhængig af det forankørende intercitytogs kørsels- og standsningsmønster.
- Der blev ikke konstateret bremsemæssige problemer (hjulblokering eller andet) ved togets bremninger frem til bremningen før Marslev.
- Herefter fortsatte L 47 med hastighed op til strækningshastighed (180 km/t) frem til Ullerslev station. Efter passage af Ullerslev station viste signalet signal "kør igennem" (2 grønne) på AM-signal 2133, dvs. at der kunne påregnes at være frit forbi næste AM-signal 2153.
- Det næste AM-signal 2153 viste signal "kør" (én fast grøn som betyder at næste signal – AM-signal 2173 - måtte påregnes at vise "stop").
- Bremsningen, som var en let bremsning, blev af lokomotivføreren påbegyndt kl. 15:16:34 ca. 220 meter før AM-signal 2153. Ved passage af ATC-balisen foran AM-signal 2153 blev togets hastighed registreret til 177 km/t, og afstanden til næste signal blev i logningssystemerne angivet til 2000 meter. Første registrering af hjulblokering skete kl. 15:16:35 i bremsetrin 2 ca. 150 meter før passage af AM-signal 2153. Registrering af hjulblokering fortsatte i varierende / stigende grad frem til toget var bragt til standsning.
- Togets bremseffekt blev gradvis øgets indtil kl. 15:17:01, hvor der blev foretaget en fuldbremning (stilling 7) af toget. Toget farebremsede (stilling 8, al luft tømmes i bremsesystemet) kl. 15:17:08.
- Lav adhæsion har ført til hel- eller delvis hjulblokering på flere af togets bogier / aksler.
- Kl. 15:17:25 passerede toget AM-signal 2173 i stilling "stop".
- Toget standsede kl. 15:18:00, 651 meter efter AM-signal 2173 og 542 meter efter farepunktet. Toget standsede ca. 374 meter før bagerste vogn på et forankørende godstog.
- Det forankørende godstog G9233 havde bremset ned for "stop" på indkørselssignalet til Marslev station. Godstoget skulle ind i vigesporet ved Marslev station for overhaling af andre tog. Godstoget havde ikke konstateret problemer i forbindelse med nedbremsning frem til indkørselssignalet.
- Toget fortsatte kort efter til Odense station. Kørslen foregik med nedsat hastighed, idet lokomotivføreren under kørsel kunne konstatere, at der var kommet flader på togets hjul. I Odense blev togsættet taget ud af drift, og passagererne blev transporteret videre med andre tog.
- Togsættet blev inspiceret af Havarikommissionen og DSB i Odense og efterfølgende kørt til DSB's værksted i Århus til nærmere undersøgelser.

- I Århus blev der konstateret hjulskader (flader) i varierende grad på samtlige hjul. Registreringer fra havari-log og fra togcomputer (IDU-log) viste hjulblokering på samtlige hjul, og længerevarende hjulblokering på bogierne 2, 3 og 4 ud af togets 5 bogier.
- Analyser af logningsdata fra togets bremsning ved Marslev og logningsdata fra efterfølgende test konstaterede fejl på rørføring på bogie 2 og 4, og konstaterede at fejlene medførte periodevis hjulblokering af begge bogier.
- Rørføringsfejlen har sandsynligvis medført indkobling af parkeringsbremsen på bogie 2 og 4 under farebremsning og dermed sat WSP-systemet på disse bogier ud af funktion når parkeringsbremsen var aktiv.
- Analyser af logningsdata fra Marslev og logningsdata fra efterfølgende test konstaterede fejl i referencenhastigheden i bremsecomputer T3 (til bogie 3), og konstaterede at fejlen medførte hel- eller delvis hjulblokering af bogien.
- Hel/delvis hjulblokering resulterede i mangelfuld registrering af den faktiske tilbagelagte strækning ved bremsning, samt i manglende identificering af den reelle hastighed.
- Da sikkerhedssystemet ATC alene får data om tilbagelagt afstand fra én aksel, kan systemet ikke gribe ind som forudsat, hvis der på denne aksel opstår hjulblokering, som overskrider de tolerancer, der ligger som forudsætning i sikkerhedssystemet.
- Strækningen ved Marslev er ikke kendt for forekomst af glatte skinner.
- Der blev ikke ved besigtigelse eller senere prøver fra skinnerne konstateret forhold som helt eller delvist kunne begrunde at skinnerne var særlig glatte.
- Der findes andre delstrækninger i Danmark især skovområder, som generelt både for infrastrukturforvalter og driftspersonale er kendt for, at der kan være øget risiko for glatte skinner særligt i løvfaldsperioden.
- WSP-typetest blev gennemført med hastighed op til 120 km/t og WSP-serietest af MG 5627 blev gennemført med hastighed op til 160 km/t. IC4 var godkendt til kørsel med maksimalhastighed på 180 km/t.

4.2 Analyse (diskussion)

- IC4 togsæt var godkendt til kørsel med strækningshastighed på op til 180 km/t under forudsætning af fuldt funktionsdygtig sikkerhedsbremse (bremseprocent på 170).
- Beregninger fra leverandøren havde vist, at sikkerhedsbremsen alene var fuldt tilstrækkelig for at sikre den nødvendige bremseeffekt ved kørsel under de forhold, som var beskrevet i gældende internationale normer, og gennemførte bremsetest havde eftervist beregningerne.
- DSB stillede ikke krav om aktiv supplerende bremseeffekt ud over togsættets sikkerhedsbremse (IP-bremse) ved fare- eller nødbremsning, eksempelvis til antallet af aktive MG-bremser.

- De internationale normer (for togsæt) fra 2005 beskriver, at der foretages bremsetest på glatte skinner, og at test foretages med en friktion mellem hjul og skinne på maksimum 0,03 ved 100 km/t over en strækning på 500 meter. Under disse forhold indeholder standarden ingen krav vedr. bremseafstand, men beskriver alene at hjulene ikke må blokeres. Normen beskriver også, at disse test ikke behøver at blive gennemført ved egentlig testkørsel, men kan foretages i godkendt testrig. Det vil sige, at materiel kun skal testes i en del af materiellets samlede anvendelsesområde.
- Typetest af bremse- og WSP-system blev i 2005 gennemført efter metoderne i den reviderede udgave af UIC 541-05 (udgave 2004 02 05 de) og efter kravene i den 1985 udgave af UIC 541-05. WSP typetest blev gennemført med hastighed op til 120 km/t. Det vil sige, at materiellet kun var blevet testet i en del af materiellets samlede anvendelsesområde.
- WSP serietest af MG 5627 blev gennemført med hastighed op til 160 km/t. IC4 var godkendt til kørsel med maksimalhastighed på 180 km/t. Det vil sige, at materiellet kun var blevet testet i en del af materiellets samlede anvendelsesområde.
- Rapport fra Trafikstyrelsen og Banedanmark indikerer, at friktion på under 0,03 vil kunne forekomme under normal drift. Der er dog ikke registreret øget antal signalforbikørsler i f.eks. løvfaldperioder, hvor glatte skinner måtte forventes.
- Friktion på under 0,03 vil primært kunne forekomme i løvfaldperioder, men vil også kunne forekomme under andre omstændigheder (eksempelvis ved regn efter en periode med tørt vejr).
- I Danmark har 96 IC3 togsæt og 43 IR4 togsæt i mere end 10 år kørt under forhold, som driftsmæssig er sammenlignelig med de forhold IC4 kører under, uden at der er registreret tilsvarende hændelser på disse togtyper. IC3- og ER-togsæt har andre fabrikater / typer af bremsecomputere og WSP-systemer end IC4 har. På IC3 og ER-togsæt indgår MG-bremser som en del af sikkerhedsbremsen.
- I Banedanmarks infrastruktur er sikringsanlæg (signalsynligheder, togvejslængder, sikkerhedsafstande) dimensioneret ud fra at en middelretardation på 0,6 m/s² altid kan opnås.
- Registrering af begyndende hjulblokering allerede fra bremsetrin 1-2 indikerer at skinnerne var glatte, dvs. at adhæsionen var meget lav.
- Hjulblokeringsystemet (WSP-systemet) kunne under særlig glatte forhold (ved friktionskoefficient på omkring 0,02 og derunder) ikke genskabe referencehastigheden, hvilket resulterede i at referencehastigheden faldt hurtigere end togets reelle hastighed og medførte hel eller delvis hjulblokering af togets hjul.
- Ved bremsning på lav adhæsion kan friktionen være så lav, at den indirekte bremse (sikkerhedsbremse) med den ved hændelsen eksisterende funktionalitet ikke alene kunne sikre den bremseeffekt, som var nødvendig for at kunne standse inden for sikkerhedsafstanden.
- Det forbedringspotentiale på ca. 4,5 % af bremseevnen, som belyst i Conclusions from WSP Rig tests (bilag 6.2) ved fuld- eller farebremsning på strækninger med friktionskoefficient på mellem 0,08 og 0,05 ville ikke have haft indflydelse på Marslev hændelsen, idet friktionskoefficient vurderes at have været lavere frem til passage af AM-signal 2173.

- Strækningen ved Marslev, hvor hændelsen skete, var ikke kendt for risiko for glatte skinner. Der blev ikke ved besigtigelse eller senere skinneprøver konstateret forhold, som helt eller delvist kunne begrunde, at skinnerne var særlig glatte.
- Andre delstrækninger i Danmark især i skovområder er generelt kendt for både for infrastrukturforvalter og driftspersonale som værende strækninger med øget risiko for glatte skinner - særligt i løvfaldsperioden.
- Fejl i rørføring på bogie 2 og 4 medførte sandsynligvis, at parkeringsbremsen utilsigtet blev aktiveret og førte til periodevis hjulblokering af bogiernes 4 aksler.
- DTU har vurderet, at fejl i rørføring på bogie 2 og 4 medførte en forlængelse af bremsevejen på ca. 70 meter.
- Leverandøren af BCU- og WSP-systemerne vurderer, at de blokerede hjul som følge af fejl i rørføring på bogie 2 og 4 har medført en bremsevejsforkortelse.
- Fejl i dataset på bogie 3 (bremsecomputer T3 - herunder aksel 5, hvor hastighedsregistrering til ATC-anlæg sad) medførte periodevis hjulblokering af bogiens 2 aksler.
- Hel/delvis hjulblokering medførte mangelfuld registrering af den faktiske tilbagelagte strækning ved bremsning samt manglende identificering af togets virkelige hastighed.
- Hel/delvis hjulblokering medførte at sikkerhedssystemet (ATC) ikke kunne detektere, hvornår toget ved kørsel uden hjulblokering, skulle have ramt ATC-systemets drifts- eller nødbremsekurver og dermed indledt bremsning toget som specificeret.
- Da togets bremsesystem var aktiveret og hjulblokering var registreret før ATC-systemet skulle have foretaget ATC-nødbremsning, vurderes det, at korrekt detektering ikke ville have medført væsentlig reduktion af bremsevejen ved Marslev hændelsen.
- Den konstaterede typefejl i IDU databasen var en indtastningsfejl (programørfejl), som medførte at en bestemt type dørfejl (fejl på relæ 5y01) i IDU skærmen figurerede som en fejl på relæ 5k01 for MG-bremsen, med tilhørende forholdsordre om at MG-bremsen skulle udkobles. Begge togets MG-bremsere var derfor udkoblet tidligere på dagen, inden MG 5627 blev indsat i L 47.
- Den konstaterede individfejl på MG 5627, hvor hjuldiameteren på aksel 5 i togets bremsecomputer fejlagtigt var registreret til 860 millimeter, vurderes ikke at have haft signifikant betydning på bremsevejen. Individfejlen var årsag til registreringer af hjulslip under acceleration ved Marslev hændelsen. Hjuldiameteren var korrekt registreret til 849 millimeter i ATC-systemet.

4.3 Konklusioner

Havarikommissionen konkluderer, at bremsesystemet på MG 5627 ved hændelsen i Marslev ikke var i stand til at bringe L 47 til standsning fra 180 km/t inden for signalsystemets sikkerhedsmæssige krav.

Endvidere konkluderes på baggrund af tilsvarende episoder, de gennemførte test og undersøgelser, at tilsvarende ville kunne være sket på andre IC4 togsæt.

Dette skyldes primært en kombination af at:

- IC4-materiellets bremsesystem kunne ikke, under de for togtypen godkendte driftsbetingelser, levere den bremseeffekt som var nødvendig for at kunne standse under de forekommende adhæsionsforhold
- IC4-togsæt ikke er testet i forhold til bremsning under forhold med meget lav adhæsion, er evt. behov for supplerende systemer for tilføring af bremseeffekt uafhængig af friktionen mellem hjul og skinne eller forbedring af friktionen mellem hjul og skinne ikke vurderet
- WSP-systemet på IC4 materiellet ikke fungerer efter hensigten (kan ikke genskabe referencehastigheden) ved kørsel under de forhold med meget lav adhæsion (på eller under 0,02), som må kunne forventes at forekomme under daglig drift. WSP-systemet kan under disse forhold ikke hindre vedvarende hjulblokering, og kan dermed heller ikke sikre pålidelig information om tilbagelagt afstand og aktuel hastighed.
- fejl i rørføring på bogie 2 og 4 medførte at parkeringsbremsen utilsigtet blev aktiveret under kørsel og førte efterfølgende til hel- eller delvis hjulblokering af bogiernes aksler
- fejl i dataset på bogie 3 (bremsecomputer T3) medførte yderligere periodevis hjulblokering på bogien
- indtastningsfejlen i IDU-databasen havde i sig selv ingen betydning for MG-bremsens funktionalitet, men medførte alene, at MG-bremsen ved Marslev-hændelsen var blevet udkoblet uden, at der var fejl på MG-bremsen.

Endvidere konkluderes at

- der ikke findes internationale eller nationale normer for eller krav til test af jernbanemateriel ved kørsel under de forhold, som må kunne forventes i daglig drift i Danmark (meget lav adhæsion), og IC4 er derfor ikke blevet testet under disse forhold
- bremsesystemet på IC4-togsæt ikke er typetestet ved hastigheder over 120 km/t, og ikke er serietestet ved hastigheder over 160 km/t
- bremse- og WSP-systemet på IC4-togsæt ikke er testet ved adhæsionsforhold under 0,05.
- IC4 dermed kun er blevet testet i en del af materiellets samlede anvendelsesområde.

4.4 *Supplerende observationer*

På IC4 togsættet var den serielle forbindelse mellem togcomputer og ATC ikke etableret, hvilket var i overensstemmelse med Banedanmarks "Godkendelse af ATC typecertifikat for litra MG" af 22.06.2010. En seriel forbindelse ville bl.a. sikre øjeblikkelig information til ATC-anlægget i tilfælde af akut nedskrivning af bremseprocent (akut fejlregistrering på dele af bremsesystemet / risiko for delvis tab af bremseevne) under bremsning. Idet fejlregistreringen på dele af bremsesystemet ved Marslev hændelsen først skete efter fuldbremsning var indledt, vurderes dette ikke, at have haft nogen betydning for hændelsesforløbet.

MG-bremserne indkobles automatisk i farebremsstilling. Når hastigheden i forbindelse med bremsning med aktiv MG-bremse kommer under 20 km/t bliver MG-bremserne automatisk udkoblet for at beskytte materiel og infrastruktur og for at give en blidere bremsning (beskyttelse af passagererne) umiddelbart før toget standser helt. Dette gælder i samtlige bremsetrin, dvs. også i forbindelse med fare- eller nødbremsning. Dette medførte, at hvis der i forbindelse med farebremsning med IC4-togsæt indtraf hjulblokering, hvor hastigheden blev registreret som værende lavere end 20 km/t uanset togets reelle hastighed, blev MG-bremserne automatisk udkoblet. Lokomotivføreren kan altid manuelt indkoble aktive MG-bremser. Dette kan lokomotivføreren gøre i op til 60 sekunder, hvorefter MG-bremserne automatisk løses. Lokomotivføreren skal herefter manuelt aktivere MG-bremserne for at kunne genindkoble dem. Idet MG-bremserne i forvejen teknisk (manuelt) var udkoblet ved Marslev hændelsen, havde denne funktionalitet i sig selv ingen betydning for hændelsesforløbet.

På sammenlignelige togsæt (IC3, ER og ET / Øresundstog) bliver MG-bremserne først automatisk udkoblet ved omkring 10 km/t.

Idet bremseeksperter anbefaler, at lade moderne WSP-systemer styre bremsningen ved hjulblokering, er det ikke klart hvorfor DSB instruerer lokomotivførerne om at løsne bremsen ved hjulblokering fremfor at lade WSP-systemet regulere bremsningen.

5 Allerede trufne foranstaltninger

Trafikstyrelsen forlængede på baggrund af ansøgning fra DSB den 30.09.2012 den midlertidige tilladelse til genoptagelse af passagerdrift frem til 30.09.2013.

Trafikstyrelsen krævede ved denne forlængelse, at toget skulle være i stand til at måle korrekt hastighed og tilbagelagt distance, hvilket medførte at DSB satte IC4 togsættene i drift under følgende betingelser:

- begrænsning i (ATC-) bremseprocent på 130
- aktive MG-bremser og restriktioner, hvis der sker fejl på MG-bremsen under drift
- bremse på aksel 5 skal være udkoblet for at sikre, at ATC-anlægget får korrekt registrering af hastighed og tilbagelagt strækning
- højest tilladt hastighed på 140 km/t frem til den 01.12.2012 (krav fra Trafikstyrelsen)
- fra 01.12.2012: højest tilladt hastighed på 160 km/t for togsæt, hvor fejl i rørføring på bogie 2 & 4 ikke er rettet.

DSB har oplyst, at samtlige IC4-togsæt, som benyttes i drift er ombygget, så der ikke er togsæt i drift med rørføringsfejlen på bogie 2 og 4. DSB har også oplyst om rettelse af fejlen i parametre til beregning af referencehastigheden i bremsecomputer T3, der er under godkendelse.

6 Sikkerhedsmæssige anbefalinger

Ved jernbanedrift kan der under daglig drift forekomme områder med meget lav adhæsion. Havarikommissionen har ikke kunne påvise gældende nationale eller internationale standarder for test af bremsesystemers funktionalitet under forhold med adhæsion under 0,03. Test af WSP-systemerne blev kun foretaget i en del af materiellets anvendelsesområde - ved typetest med hastighed op til 120 km/t og ved serietest med hastighed op til 160 km/t.

1. DK-2013 R 1 af 29.08.2013

Havarikommissionen anbefaler, at ERA sikrer, at gældende internationale normer for godkendelse af bremsesystemer på jernbanemateriel revideres, således at bremsesystemets samlede funktionalitet dokumenteres inden for materiellets samlede anvendelsesområde, herunder ved de adhæsionsforhold som må kunne forventes at optræde i daglig drift.

2. DK-2013 R 2 af 29.08.2013

Havarikommissionen anbefaler, at Trafikstyrelsen sikrer, at gældende nationale normer for godkendelse af bremsesystemer på jernbanemateriel revideres, således at bremsesystemets samlede funktionalitet dokumenteres inden for materiellets samlede anvendelsesområde, herunder ved de adhæsionsforhold, som må kunne forventes at optræde i daglig drift.

IC4 materiellets bremsesystem kunne ved kørsel ved lav adhæsion ikke levere den bremseeffekt ved kørsel under givne driftsbetingelser, som var nødvendig for at kunne standse inden for signalsystemets sikkerhedsmæssige krav.

3. DK-2013 R 3 af 29.08.2013

Havarikommissionen anbefaler, at Trafikstyrelsen sikrer, at IC4 togtypens bremseevne bliver dokumenteret inden for materiellets samlede anvendelsesområde, herunder ved de adhæsionsforhold, som må kunne forventes at optræde i daglig drift.

IC4 materiellets WSP system kunne ved bremsning under de ved Marslev forekommende driftsforhold ikke hindre vedvarende hjulblokering, hvorved den korrekte hastighed og tilbagelagte afstand ikke kunne identificeres og registreres.

4. DK-2013 R 4 af 29.08.2013

Havarikommissionen anbefaler, at Trafikstyrelsen sikrer, at IC4 togtypen i daglig drift under alle forhold registrerer korrekte data om den faktiske tilbagelagte strækning og faktiske hastighed.

Disse anbefalinger erstatter de tidligere anbefalinger i Havarikommissionens foreløbige redegørelse af 30.01.2012.

7 Definitioner og forklaringer

Tegninger: Fra DSB, hvis ikke andet er anført

Foto: Havarikommissionen, hvis ikke andet er anført

AM-signal	Automatisk mellembloksignal
AnsaldoBreda	Ansaldo Breda S.p.A. leverandør af IC4-togsættene
ATC	Forkortelse af Automatic Train Control / Automatisk togkontrol. Togkontrolanlæg, der anvendes på fjernbaner. ATC er et togkontrollsystem, der bl.a. gennem information fra signalerne langs strækningen overvåger togenes hastighed og at lokomotivføreren bremser i tide.
ATC-instruks	ATC-instruksen omhandler funktion og betjening af mobile ATC-anlæg
Automatisk linjeblok	Linjeblok med togdetektering med sporisolationer og med stop- og passagekontrol
Balise	Punktformet informationsgiver i faste ATC-anlæg. Sidder ved højre skinne i køretretningen
Banedanmark	Infrastrukturforvalter for statens jernbanenet. Ejer og driver spor- og signalanlæg, herunder ATC.
BCU	Brake Computer Unit = Bremsecomputer
Blokafsnit	For at kunne registrere om et spor er frit for andre tog, er traditionelle signalsystemer baseret på en inddeling af sporene i nogle afgrænsede sporafsnit. Disse sporafsnit betegnes faste blokafsnit og er et centralt element i ethvert signalanlæg.
Bremseprocent	Togets bremsevægt i procent af togvægten
Bremsevægt	Det enkelte køretøjs bremseværdi udtrykt i tons. Et togs bremsevægt er summen af de afbremsede køretøjers bremsevægt
DB Minden	Deutsche Bahn Systemtechnik AG
DLU	Data Logging Unit - havarilog
DSB	DSB (tidligere Danske Stats Baner) statens jernbaneoperatør – selvstændig offentlig virksomhed
DTU	Danmarks Tekniske Universitet
Dump Valve	Udluftningsventil
ERA	European Railway Agency, EU's jernbaneagentur
Faively	Faively Transport Group, underleverandør til AnsaldoBreda
Farebremsning	Aktivering af togets bremsesystem på en sådan måde, at der opnås maksimal bremseeffekt
FC	Fjernstyringscentral (Banedanmark)
Fjernstyret strækning	Fra fjernstyringscentralerne, kan man styre togtrafikken på flere stationer samtidig. På Banedanmarks jernbanenet er der i dag en række større og mindre fjernstyringscentraler, som hver har ansvaret for at styre og overvåge driften i et tilknyttet område.
Forsignalering	Signalgivning, der giver oplysning om det efterfølgende hovedsignals stilling

IDU	Integrated Diagnostic Unit - informationspanel fra togcomputer
Indkørselssignal	Signal til indkørsel på en station
Linjeblok	Sikringsanlæg for banestykke mellem 2 stationer. Linjeblokanlæg har til formål at sikre at der højst befinder sig ét tog ad gangen i hvert blokafsnit, samt at der ikke gives tilladelse til at køre ind i et blokafsnit fra begge ender samtidigt.
Lokomotivfører	Den, som er ansvarlig for togets førelse og sikkerhed
MG-bremse	Magnetskinnebremse
ODI	Operatørselskabet DSB's Drift instrukser
Sporisolation	Et sporafsnit hvor de to skinner er elektrisk isoleret fra hinanden og fra skinnerne i de tilstødende sporafsnit. Ved hjælp af en svag elektrisk strøm gennem skinnerne registrerer sikringsanlægget om der befinder sig køretøjer i det pågældende sporafsnit eller ej.
SR	Sikkerhedsreglement af 1975. Banedanmark
Strækningshastighed	Den størst tilladte hastighed ved kørsel på en bestemt banestrækning. Strækninger med faste ATC-anlæg kan have en særlig strækningshastighed - overhastighed – for særlige togsæt.
Særligt togsæt	Togsæt med dokumenteret lav påvirkning af sporet, må køre med højere hastighed end øvrige tog.
TIB	Trafikal Information om Banestrækningen. Banedanmark. (tidligere: Tjenestekøreplanens Indledende Bemærkninger) indeholder oplysninger om tilladte hastigheder og om banestrækningernes udstyr med signaler, overkørsler mv.
Togkontrolanlæg	Fællesbetegnelse for ATC-, ATC-togstop, HKT- og togstopanlæg. Består af faste anlæg som er tilsluttet sikringsanlæggene, mobile anlæg i togene samt et fører-rumssignal.
Trafikstyrelsen	Trafikstyrelsen er statens jernbanemyndighed indenfor regulering, planlægning, sikkerhed og trafikal koordinering. Trafikstyrelsen regulerer, godkender og fører tilsyn med jernbanens sikkerhed. Trafikstyrelsen er bl.a. ansvarlig for udstedelse af typegodkendelser og ibrugtagningstilladelsen.
WSP	Wheel Slide Protection – anti hjulslips og hjulblokeringsystem
Hjulblokering	(Wheel slide) Når tog bremses kan det ske at hjulets rotationshastighed er langsommere end togets aktuelle hastighed. Omfanget kan være fra 1-2% (hjulet roterer kun lidt langsommere end den aktuelle hastighed) til 100 % (wheel block, hvor hjulet er blokeret, mens toget bevæger sig).
DML	Driftmeldelampe

Bilagsoversigt.

- Bilag 1.1: ATC-strækningsplan Uv - Mv
- Bilag 1.2: DMI vejrdata Marslev - 2011-11-07
- Bilag 1.3: Bdk TIB ØV (uddrag)
- Bilag 2.1: DSB - Uddrag af uddannelsesstandard USTD 9-01 (bilag 2.03.01)
- Bilag 2.2: DSB, Normgrundlag for godkendelse af IC4 (fra kontrakten)
- Bilag 2.3: Tema Løvfald 2011 fra DSB (2011-10-04)
- Bilag 2.4: UIC 541-05 2st Ed 2005 (kun forside)
- Bilag 2.5: TS - Betinget typegodkendelse MPTO P1 (04-11-2010)
- Bilag 2.6: TS - Ibrugtagningstilladelse for MG 5627 (MPTO1 - 10-12-2010)
- Bilag 2.7: Bdk Overensstemmelseserklæring Litra MG (7-9-2011)
- Bilag 2.8: DSB Tilladelse til kommerciel drift med litra MG i konfiguration MPTO P1 (af 26-05-2011)
- Bilag 2.9: [Hazardlog \(AA02RXH - rev 10\)](#) (forside)
- Bilag 2.10: DRDT 40 - Train 27 (Vehicle routine test - Braking test 09-11-2010)
- Bilag 2.11: DSAT 21 (rev 3 b) - Typetest WSP - 14.03.2005
- Bilag 3.1: Havarilog uddrag - Marslev (AM 2133 til stilstand)
- Bilag 3.2: H-log udskrift MG 27 tog 47 Uv - Mv 07.11.2011 - grafisk
- Bilag 3.3: MG5627 - H-log Marslev (AM 2133 til stop)
- Bilag 4.1: DSB - Notat omkring undersøgelse af skinnerne (2011-november - HO)
- Bilag 4.2: Teknologisk Institut - Reg 2011561
- Bilag 4.3: DRDT 15 on Train 27 (statisk test 17-11-2011 Aarhus)
- Bilag 4.4: Test skema - Test MG 5627 - 1-5 december 2011 (af 8.12.2011)
- Bilag 4.5: Testrapport IC4 og IC3 test - 10 og 11 januar 2012
- Bilag 4.6: Teknisk rapport Faively (FT3992-E00TER-A01)
- Bilag 5.1: 20120806 - Redegørelse - MG 5631 ramlet med anden MG under rangering på KAC
- Bilag 6.1: [DB Minden testrapport](#) (forside)
- Bilag 6.2: DB - IC4 Marslev Investigation - Conclusions from WSP Rig tests (14.06.2013)
- Bilag 6.3: Glatte skinner - September 2012 - Trafikstyrelsen - Banedanmark

Bilag 2.4.

Idet der er copyright på UIC 541-05, indeholder bilag 2.4 alene forsiden.

UIC 541-05 kan købes hos UIC:

http://www.uic.org/etf/codex/codex-detail.php?codeFiche=541-05&langue_fiche=E

Bilagene 2.9 og 6.1.

Idet disse bilag er omfattende, er der alene medtaget forsiden her i rapporten.

[Link til bilag 2.9.](#)

[Link til bilag 6.1.](#)

November 2011

Oplysninger / kilde: DMI

Vejrdata fra vejrstation ved Niels Bohrs allé i Odense d. 7/11 2011 (ca. 9 km fra AM signal 2173)

Parameter	Lufttryk	Vindhastighed	Lufttemperatur	Dugpunkttemperatur	Relativ fugtighed	Nedbørintensitet
Dansk tid						
07-11-2011						
15:00	800	2,63736	8,04029	6,92208	92,6007	0
07-11-2011						
15:05	800	2,83883	7,99145	6,86216	92,5275	0
07-11-2011						
15:10	800	2,52747	8,01587	6,90167	92,6252	0
07-11-2011						
15:15	800	2,47253	8,01587	6,90549	92,6496	0
07-11-2011						
15:20	800	2,76557	7,99145	6,87362	92,6007	0
07-11-2011						
15:25	800	2,83883	8,04029	6,94117	92,7228	0
07-11-2011						
15:30	800	2,39927	8,06471	6,95012	92,6252	0
07-11-2011						
15:35	800	2,05128	8,08913	6,98963	92,7228	0
07-11-2011						
15:40	800	2,32601	8,06471	6,95394	92,6496	0
07-11-2011						
15:45	800	2,30769	8,06471	6,95394	92,6496	0
07-11-2011						
15:50	800	2,74725	8,06471	6,95776	92,674	0
07-11-2011						
15:55	800	2,10623	8,06471	6,96158	92,6984	0
07-11-2011						
16:00	800	2,63736	8,04029	6,93353	92,674	0

Bilag 2.02.35 strækning 35

Strækning 35						
	§	Krav for	Tekst	Stk	DSB	DSB S-tog
TIB	STR 35	LKF	Trafikal information om banestrækningen strækning 35	35	2	IR
SIN V	35.1	LKF	Kørsel på banestrækningen mellem Skanderborg og Herning	Hel ins	2	IR
SIN V	35.3	LKF	Kørsel til / fra Herning messecenter T	Hel ins	2	IR

Bilag 2.02.36 strækning 36

Strækning 36						
	§	Krav for	Tekst	Stk	DSB	DSB S-tog
TIB	STR 36	LKF	Trafikal information om banestrækningen strækning 36	36	2	IR
SIN DSB	4.5	LKF /TGF	Aflåsning af døre ved kørsel med 2 litra MR/MRD på Grenaabanen	Hel ins	2	

2.03.01 Krav til attestkørsler for Lokomotivførere

Kompetencer til opnåelse af infrastrukturcertifikat

1. Bremsetest.

1.1. Personen skal kunne efterse og beregne, at togets aktuelle bremseevne før afgang er i overensstemmelse med den krævede bremseevne for den aktuelle infrastruktur i henhold til gældende regler.

2. Maksimal hastighed i henhold til strækningsforhold og driftsform.

2.1. Personen skal kunne:

2.1.1. håndtere informationer som f.eks. hastighedsnedsættelser eller andre ændringer i forhold til gældende regler for strækningen, og

2.1.2. fremføre tog under hensyntagen den maksimale hastighed på basis af gældende regler herfor.

3. Kendskab til strækningen.

3.1. Personen skal være i stand til at forudse problemer og reagere herpå på en sikker og effektiv måde, herunder sikre præcision ved at have en gennemgående viden om strækningen og dens installationer samt eventuelle alternative strækninger.

3.2. Særligt skal personen kunne:

3.2.1. håndtere de driftsmæssige betingelser (muligheder for ændring af sporbenyttelse, enkeltsporkørsel, venstresporkørsel osv.),

3.2.2. læse og forstå relevante dokumenter om strækningens udstyrelse og beskaffenhed i denne sammenhæng,

3.2.3. identificere spor, som kan anvendes for en given drift,

3.2.4. kende og anvende gældende sikkerhedsregler og signalsystemer for strækningen,

3.2.5. forstå driftsstyringen af strækningen,

3.2.6. kende og anvende strækningens opdeling i linieblok eller lignende med tilhørende regler herfor,

3.2.7. kende stationernes navne, placering med tilhørende afstandsmærker, signaler, m.v. for at kunne tilpasse kørslen på tilfredsstillende vis,

3.2.8. kende overgangssignaler mellem forskellige driftsformer og køreledningssystemer,

3.2.9. kende den maksimale hastighed for forskellige typer rullende materiel, som anvendes,

3.2.10. kende de topografiske forhold på strækningen,

3.2.11. kende de særlige bremsekrav, f.eks. i forbindelse med faldforhold, og

3.2.12. kende særlige driftsforhold, f.eks. specielle signaler, mærker, afgangsbetingelser, m.v.

4. Sikkerhedsregler.

4.1. Personen skal være i stand til at:

4.1.1. sikre, at toget kun igangsættes, når alle gældende regler herfor er opfyldt (jf. tjenestekøreplan, afgangssignaler, m.v.),

4.1.2. observere ydre eller indre signaler, kunne tolke dem straks og agere korrekt som påkrævet,

4.1.3. fremføre toget sikkert i overensstemmelse med den fastsatte driftsmåde, herunder anvende specielle driftsmåder, hvis det er påkrævet f.eks. i forbindelse med hastighedsnedsættelser, venstresporkørsel, samt tilladelse til forbirangering af signal i stop, omstilling af sporskifter eller kørsel i arbejdsområder, og

4.1.4. håndtere planlagte og ikke planlagte stop, samt hvis nødvendigt yde supplerende service for passagerer ved disse ikke planlagte stop ved f.eks. ind- og udstigning af passagerer.

5. Fremføring af tog.

5.1. Personen skal være i stand til at:

5.1.1. stadfæste togets position i forhold til strækningens mærker og signaler, m.v.,

5.1.2. anvende bremserne for nedsættelse af hastighed eller opbremsning under hensyntagen til det anvendte rullende materiel og infrastrukturen, og

5.1.3. tilrette fremføringen af toget i overensstemmelse med køreplan samt givne krav til energibesparelse, trækkræftens, togets, strækningens og omgivelsernes karakteristika.

6. Uregelmæssigheder.

6.1. Personen skal være i stand til at:

6.1.1. være opmærksom på usædvanlige forhold i infrastrukturen og i omgivelserne hertil, f.eks. ved signaler, køreledningsanlæg, overkørsler, sporomgivelser og anden trafik, i det omfang kørslen tillader det,

6.1.2. vurdere afstande til genstande, der ligger inden for fritrumsprofilet,

6.1.3. informere jernbaneinfrastrukturforvalteren (fjernstyringscentralen) snarest muligt om observerede uregelmæssigheders placering og art, samt sikre at informationen er forstået, og

6.1.4. afhjælpe eller foranledige afhjulpethed under hensyntagen til infrastrukturen, at trafikken eller personer udsættes for risici, hvis dette måtte være nødvendigt.

7. Driftsmæssige hændelser og uheld, herunder ildebrand og personskader.

7.1. Personen skal være i stand til at:

7.1.1. tage forholdsregler for at beskytte toget samt kunne tilkalde assistance i tilfælde af uheld, herunder med personskade,

7.1.2. bestemme, hvor toget skal stoppe i tilfælde af brand og evakuering af passagerer, hvis det er nødvendigt,

7.1.3. sørge for relevante oplysninger om ildebrand hurtigst muligt, hvis branden ikke kan bringes under kontrol,

7.1.4. informere jernbaneinfrastrukturforvalteren hurtigst muligt om anførte forhold, og

7.1.5. vurdere, om infrastrukturen tillader videre kørsel med det rullende materiel samt under hvilke betingelser.

8. Sprogkrav.

8.1. Personen, som skal kunne kommunikere med infrastrukturforvalterens fjernstyringscentraler, m.v. om jernbanesikkerhedsmæssige forhold, skal have sproglige færdigheder i dansk eller et andet sprog, som jernbaneinfrastrukturforvalteren fastsætter. Færdighederne i det fastsatte sprog skal være således, at kommunikationen kan foregå sikkert og effektivt i normale og uregelmæssige driftssituationer samt uheldssituationer.

8.2. Personen skal endvidere være i stand til at anvende de for lokomotivføreren krævede beskeder og kommunikationsmetoder specificeret i gældende regler herfor.

8.3. Personen skal være i stand til at kommunikere svarende til niveau 3, jf. nedenstående tabel:

Niveau	Beskrivelse
5	- kan tilpasse måden han/hun taler til enhver samtalepartner
	- kan fremføre en mening
	- kan forhandle
	- kan overbevise
	- kan give råd
4	- kan klare totalt uforudsete situationer
	- kan lave forudsætninger
	- kan udtrykke en argumenteret mening
3	- kan klare praktiske situationer med uforudsete elementer
	- kan beskrive

	- kan holde en simpel konversation gående
2	- kan klare simple praktiske situationer
	- kan stille spørgsmål
	- kan svare på spørgsmål
1	- kan tale ved anvendelse af udenad lærte sætninger

Kompetencer til opnåelse af litracertifikat

1. Afprøvnings og kontroller forud for afgang.

1.1. Personen skal være i stand til at:

1.1.1. indsamle relevant dokumentation og nødvendigt udstyr for det pågældende rullende materiel til brug for lokomotivføreren under kørslen,

1.1.2. tjekke beholdningerne i trækraftenheden,

1.1.3. tjekke relevante informationer, som befinder sig i trækraftenheden,

1.1.4. sikre ved udførelse af specificerede checks og tests, at trækraftenheden er i stand til at yde den krævede trækraft, og at sikkerhedsudstyret opererer korrekt,

1.1.5. tjekke anvendelighed og funktionaliteten af det foreskrevne beskyttelses- og sikkerhedsudstyr ved opstart eller overdragelse af trækraftenheden, hvor det kræves, og

1.1.6. udføre enhver rutinemæssig præventiv vedligeholdelsesforanstaltning.

2. Kendskab til det rullende materiel.

2.1. Personen skal være fortrolig med alle til rådighed værende kontrolrutiner og indikationer, herunder særligt for traktionssystem, bremsesystem og jernbanesikkerhedsrelaterede systemer.

2.2. Med henblik på at kunne detektere og lokalisere uregelmæssigheder i det rullende materiel, herunder rapportere og beslutte, hvad kræver reparation og i særlige tilfælde indgriben skal personen være fortrolig med:

2.2.1. den mekaniske opbygning,

2.2.2. ud- og indkobling af udstyr,

2.2.3. det rullende materiels løbetøj (hjul og bogier),

2.2.4. sikkerhedsudstyr,

2.2.5. brændstoftanke, brændstofforsyningssystem, udstødningssystem,

2.2.6. betydningen af ind- og udvendige mærker på det rullende materiel, særligt symboler anvendt til farligt gods,

2.2.7. systemer til registrering af ture,

2.2.8. elektriske og pneumatiske systemer,

2.2.9. strøm- og højspændingssystemer,

2.2.10. kommunikationsudstyr (infrastruktur til togradio, osv.),

2.2.11. organisering af ture,

2.2.12. komponentdele af det rullende materiel, deres betydning, herunder udstyr til transport af dødt rullende materiel, samt særligt udstyr til bremsning af tog ved udluftning af bremseledning,

2.2.13. bremsesystemet,

2.2.14. delene i traktionsenheden, og

2.2.15. traktionskæde, motorer og transmission.

3. *Bremseprøver.*

3.1. Personen skal være i stand til at:

3.1.1. beregne og checke før afgang, om togets aktuelle bremseevne i henhold til gældende regler svarer til den krævede på den pågældende strækning, og

3.1.2. afprøve funktionen af trækraftens og togets bremses ved opstart og inden afgang samt under driften.

4. *Driftsbrug og maksimal hastighed af toget i relation til strækningsdata.*

4.1. Personen skal være i stand til at:

4.1.1. håndtere givne informationer, og

4.1.2. bestemme fremføringsform og maksimal hastighed af toget på basis af ændret signalisering, vejforhold og hastighedsbegrænsninger.

5. *Fremføring af tog på en måde, som ikke medfører skader på installationer og vogne.*

5.1. Personen skal være i stand til at:

5.1.1. benytte alle til rådighed værende kontrolsystemer i overensstemmelse med gældende regler,

5.1.2. igangsætte toget under hensyntagen til adhæsion og trækraftrestriktioner, og

5.1.3. anvende bremses for deceleration eller bremsning under hensyntagen til det rullende materiel og infrastrukturen.

6. *Uregelmæssigheder.*

6.1. Personen skal være i stand til at:

6.1.1. være opmærksom på usædvanlige hændelser ved toget,

6.1.2. inspicere toget og identificere uregelmæssigheder ved toget, samt kunne skelne mellem forskellige typer af uregelmæssigheder og kunne reagere i overensstemmelse med deres vigtighed, herunder kunne prøve at afhjælpe dem, samt altid give fortrin til jernbanesikkerheden, og

6.1.3. forstå betydningen af forskellige beskyttelsesforanstaltninger og kommunikation.

7. *Driftsmæssige hændelser og uheld, herunder ildebrand og personskaade.*

7.1. Personen skal være i stand til at:

7.1.1. tage forholdsregler for at beskytte toget samt kunne tilkalde assistance i tilfælde af uheld, herunder med personskaade,

7.1.2. konstatere, om toget medfører farligt gods og skal kunne identificere farligt gods vogne på basis af togdokumentation og vognlister, og

7.1.3. have kendskab til procedurer i relation til evakueringen af et tog i en nødsituation.

8. *Betingelser for viderekørsel efter en hændelse, hvor det rullende materiel er involveret.*

8.1. Personen skal efter en hændelse være i stand til at:

8.1.1. vurdere, om det rullende materiel kan fortsætte kørslen og under hvilke betingelser, og

8.1.2. informere jernbaneinfrastrukturforvalteren om ovennævnte betingelser så hurtigt som muligt.

9. Hensætning af tog.

9.1. Personen skal være i stand til at tage forholdsregler til at sikre, at toget ikke utilsigtet kommer i bevægelse. Endvidere skal personen have kendskab til forholdsregler til at standse et tog eller dele deraf i tilfælde af, at det uventet er kommet i bevægelse.

2.03.02 Krav til attestkørsler for Togførere

Det er et krav at eksaminanden er undervist / sidemandsoplært i de respektive materieltyper med mindst en praktisk arbejdsdag i litraet, og at der er lavet en gennemgang i følgende punkter inden der indstilles til Attestkørsel.

SIN DSB fokuspunkter:

Sikkerhedsledelse

Togpersonalets ansvar og anvendelse af sikkerhedsmæssigt instruktionsstof.
(Eksaminanden udfører og forklarer hvad der skal medbringes til daglig tjeneste)

Færdelssikkerhed

Brug af mobiltelefon under togfremførsel og rangering
(Eksaminandens holdning og adfærd i den daglig tjeneste)

Brug af PC-udstyr under togfremførsel og rangering
(Eksaminandens holdning og adfærd i den daglig tjeneste)

Dør mellem førerrum og passagerafdeling
(Eksaminandens holdning og adfærd i den daglig tjeneste)

Ophold i førerrum
(Eksaminandens holdning og adfærd i den daglig tjeneste)

Togpersonalets håndtering af fejl på materiel
(Eksaminanden forklarer proceduren samt registrerer en fejl)

Indmelding af fejl på intern TV-skærme og spejle på perroner
(Eksaminanden forklarer proceduren for indmelding af fejl)

ODI Fokuspunkter:

Kørselsteknik og forhold under kørsel

Tog med togfører Afgangsprocedurerne
(Eksaminanden udfører og forklarer)

Tog uden togfører Afgangsproceduren
(Eksaminanden forklarer samt forklarer til/fratræden til Lkf.)

Forhold under kørsel Knuste ruder
(Eksaminanden forklarer proceduren samt viser hvor folie er)

Normer vedr. godkendelse af IC4

(Uddrag af appendix 6-0 fra IC4 kontrakten)

0.12 Overall vehicle standards

0.12.1 Standards

General

If specific standards are not specified for the design, choice of material, manufacture, assembly and testing of the train, the current standards shall apply in the following order:

- European standard (EN)
- National standard, eg. DS
- Other international standards (IEC, ISO, CEE)
- Railway standard, eg. UIC
- Other railway recommendations and reports ERRI (ORE), Community of the Nordic Railways (CNR).
- Other national standards (DIN, VDE, SS, BS etc.)
- Suitable standard for driver and maintenance personnel in other business areas such as: electricity, building, construction, road vehicles and transport.

The most recent version of a standard shall be used. If different standards cover the same area, the most restrictive shall be used.

The Contractor shall submit information about the standards (international, national, trade etc.) used for the design, choice of materials, manufacturing and testing of the train.

If the application of the said rules leads to contradiction, queries or unachievable design interpretations, clarification with DSB, with regard to mutually acceptable final interpretation, shall be ensured.

Deviation from the specified standards, if any, shall be agreed upon between contractor and customer during design phase.

Standards specified in Appendix 6

UIC leaflets

UIC 505-1	Railway transport stock - Rolling stock construction - gauge
UIC 510-2	Trailing stock conditions concerning the use of

	wheels of various diameters with running gear of different types. (In preparation).
UIC 510-5	Lastenheft zur technischen Zulassung eines Rades. (In preparation).
UIC 512	Rolling stock - Conditions to be fulfilled in order to avoid difficulties in the operation of track circuits and treadles
UIC 515	Coaches - Running gear
UIC 515-1	Passenger rolling stock - Trailer bogies - Running gear - General provisions applicable to the components of trailers bogies
UIC 515-3	Rolling stock - Bogies - Running gear - Axle design calculation method.
UIC 522	Technical conditions to be fulfilled by the automatic coupler of the UIC and OSJD Member Railways.
UIC 518	Testing and approval of railway vehicles from the point of view of their dynamic behaviour - Safety
Draft of February 1999	- Track fatigue - Ride quality
UIC 527-1	Coaches, vans and wagons - Dimensions of buffer heads - Track layout on S-curves
UIC 533	Protection by the earthing of metal parts of vehicle
UIC 534	Signal lamps and signal lamp brackets for locomotives, railcars and all tractive and self-propelled stock
UIC 541-3	Brakes - Regulations concerning manufacture of the different brake parts - Driver's brake valve
UIC 541-06	Brakes - Regulations concerning the construction of the various brake components: Magnetic brakes
UIC 541-05	Brakes - Regulations concerning the construction of the various brake components - Wheel slip prevention equipment
UIC 544-2	Conditions to be observed by the dynamic brake of locomotives and motor coaches so that the extra braking effort produced can be taken into account for the calculation of the braked-weight
UIC 552	Electric power supply for trains - Standard technical characteristics of the train bus
UIC 553	Heating, ventilation and air-conditioning in coaches
(UIC 553, 2.Ed. 01.01.2000, Ver. I-12/98)	
UIC 553-1 2. Ed. 01.01.2000 (Ver. D-05/99)	Heating, ventilation and air-conditioning in coaches. Standard tests.
UIC 556	Informationsübertragung im Zug (Zugbus) (In course of preparation)
UIC 557	Diagnosetechnik in Reisezugwagen (In course of preparation)
UIC 568	Loudspeaker and telephone systems in RIC coaches Standard technical characteristics
UIC 564-2	Regulations relating to fire protection and fire fighting measures in passenger carrying railway

	vehicles or assimilated vehicles used on international services
UIC 566	Loading of coach bodies and their components
UIC 568	Loudspeaker and telephone systems in RIC coaches Standard technical characteristics
UIC 571-2	Standard wagons - Ordinary bogie wagons - Characteristics
UIC 615	Tractive units: Bogies and running gear - General provisions.
UIC 642	Special provisions concerning fire precautions and fire-fighting measures on motive power and driving trailers in international traffic
UIC 644	Warning devices used on tractive units employed on international services
UIC 651	Layout on driver's cabs in locomotives, railcars, multiple-unit trains and driving trailers
UIC 751-3	Technical regulations for international ground-train radio systems
UIC 758	Use of mobile radio on the railways - Aerials
UIC 811-1,-2	Technical specification for the supply of axles for tractive and trailing stock - Tolerances
UIC 812-3	Technical specification for the supply of solid wheels in rolled non-alloy steel for tractive and trailing stock
UIC 813	Technical specification for the supply of wheelsets for tractive and trailing stock - Tolerances and assembly
UIC 822	Technical specification for the supply of helical compression springs, hot or cold coiled for tractive and trailing stock

Euro Standards EN an PrEN

EN 286-3	Simple unfired pressure vessels designed to contain air or nitrogen – Part 3: Steel pressure vessels designed for air braking equipment and auxiliary pneumatic equipment for railway rolling stock
EN 286-4	Simple unfired pressure vessels designed to contain air or nitrogen – Part 4: Aluminium alloy pressure vessels designed for air braking equipment and auxiliary pneumatic equipment for railway rolling stock
EN 287	Approval testing of welders – Fusion welding
EN 288	Specification and approval of welding procedures for metallic materials
EN 288-2	Part 2: Welding procedure specification for arc welding
EN 288-3	Part 3: Welding procedure tests for the arc welding of steels
EN 288-4	Part 4: Welding procedure tests for the arc welding of aluminium and its alloys

EN 1043	Destructive tests on welds in metallic materials
EN 1321	Destructive tests on welds in metallic materials – Macroscopic and microscopic examination of welds
EN 10002-1	Metallic materials – Tensile testing – Part 1: Method of test (at an ambient temperature)
EN 10045	Metallic materials – Charpy impact test
EN 12062	Non-destructive examination of welds – General rules for metallic materials
EN 25183	Resistance spot welding
EN 25817	Arc-welded joints in steel – Guidance on quality levels for imperfections
EN 28167	Protections for resistance welding
EN 29000-3	Corresponds to ISO 9000-3
EN 30042	Arc-welded joints in aluminium and its weldable joints – Guidance on quality levels for imperfections
EN 45014	General criteria for suppliers' declaration of conformity
EN 50022	Low-voltage switchgear and controlgear for industrial use – Mounting rails – Top hat rails 35 mm wide for snap-on mounting of equipment
EN 50063	Safety requirements for the construction and the installation of equipment for resistance welding and allied processes
ENV 50121	RA – Electromagnetic compatibility
CENELEC Report R009-003 (tidligere prEN 50127-1)	RA – Guide to the specification of a guided transport system
EN 50155	RA – Electronic equipment used on rolling stock
EN 60310	RA – Rolling stock – Traction transformers and inductors
EN 61377	RA – Rolling stock – Combined testing of inverter-fed alternating current motors and their controls
PrEN 256-017 (prEN 13103)	RA – Wheelsets and bogies – Non-powered axles – Design guide
PrEN 256-024 (prEN 13104)	RA – Wheelsets and bogies – Powered axles – Design guide
PrEN 12663	RA – Structural requirements of railway vehicle bodies
PrEN 13298	RA – Suspension components – Helical suspension springs, steel
PrEN 20834-1	Corresponds to ISO 834.(In preparation).
PrEN 45545-1+4+5	RA – Fire safety Part 1: General rules Part 4: Fire safety requirements for railway rolling stock design Part 5: Fire safety requirements for electrical equipment including that of trolley busses
PrEN 50125-1	RA – Environmental conditions for equipment – Part 1 Equipment on board rolling stock
PrEN 50126	RA – The Specification and Demonstration of

PrEN 50128	Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) RA – Communication, signalling and processing systems – Software for railway control and protection systems
PrEN 50207	RA – Electronic power converters for rolling stock
PrEN 60721-3-5	Classification of environmental conditions Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 5: Ground vehicle installations
PrEN ISO 3381:1999. Draft	RA - Acoustics. Measurements of noise inside railbound vehicles
PrEN ISO 3095:1999. Draft	RA - Acoustics. Measurements of noise emitted by railbound vehicles

Other CEN references

CEN/TC 256 WG 13 doc. no. 1227,	RA - Wheelsets and bogies. Method of specifying structural requirements of bogie frames
CEN/TC 256 WG 14 Final draft doc. no.1155 of April 1996	RA - Suspension components. Helical suspension springs, steel.

ISO Standards

ISO 834	Fire-resistance test - Elements of building construction
ISO 2631-1	Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to Whole-body vibration. Part 1: General requirements
ISO 2867	Earth-moving machinery - Access systems
ISO 3537	Road vehicles - Safety glazing materials - Mechanical test
ISO 6072	Hydraulic fluid power - compatibility between elastomeric materials and fluids
ISO 7730	Moderate thermal environments - Determination of the conditions for thermal comfort

DIN Standards

DIN 1630	Nähtlose kreisförmige Rohre aus unlegierten Stählen für besonders hohe Anforderungen, Technische Lieferbedingungen
DIN 2353	Lötlose Rohrverschraubungen mit Schneidring - Vollständige Verschraubung und Übersicht
DIN 2391	Nahtlose Präzisionsstahlrohre mit besonderer Maßgenauigkeit
DIN 5510	Vorbeugender Brandschutz in Schienenfahrzeugen.
DIN 5550	Fahrtechnische Prüfung und Zulassung von Schienenfahrzeugen
DIN 5572	Wellenbremsscheiben für Radsätze

DIN 25008 (Nov 1990)	Grundsätze für die Bestimmung der Fahrzeuggewichte
DIN 25043	Reisezug - und Triebwagen Vermessen beim Neubau
DIN 53218	Prüfung von Anstrichstoffen und ähnlichen Beschichtungsstoffen
DIN 67530	Reflektometer als Hilfsmittel zur Glanzbeurteilung an ebenen Anstrich- und Kunststoff-Oberflächen
DIN 86229	Feuerwiderstand von Schlauchleitungen
DIN 86230	Feuerwiderstand von Schlauchleitungen

IEC Standards

IEC 9/413/CDV MVB bus	Concerns IEC 61375 Train communication network
IEC 77	Replaced by IEC 60077 Rules for electrical traction equipment
IEC 268	Replaced by IEC 60268 Sound system equipment
IEC 309-1	Replaced by IEC 60309-1 Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes – Part 1: General requirements
IEC 331	Replaced by IEC 60331 Fire-resisting characteristics of electrical cables
IEC 349	Replaced by IEC 60349 Electric traction. Rotating electrical machines for rail and road vehicles
IEC 364	Replaced by IEC 60364 Electrical installations of buildings
IEC 750	Replaced by IEC 61346-1 Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations. Part 1: Basic rules.
IEC 1133	Replaced by IEC 61133 Electric traction – Rolling stock – Methods for electric and thermal/electric rolling stock on completion of construction and before entry into service

ORE/ERRI Reports

ORE B55/RP8	Entgleisungssicherheit von Güterwagen in Gleisverwindungen - Schlußbericht
ORE B153 RP10 and RP18	Railway application of ISO Standard 2631 RP10 Vibratory comfort: Drawing up weighting curves RP18 Final report
ORE C163/RP2	Railway noise RP2 Directives for the measurement of railway traffic noise
ERRI B166/RP3 Draft, September 1995	Fault diagnostics for and on trains

ERRI B169/RP9	Standardization of wheelsets Specification for wheels. Mechanical dimensions. Fatigue strength.
ERRI B169/RP12	Standardization of wheelsets Production of a universal matrix representative of damage to a railway component with a view to performing fatigue tests.

BS Standards

BS 6853	Code of practice for fire precautions in the design and construction of passenger carrying trains
BS 5852	Methods of test for assessment of the ignitability of upholstered seating by smouldering and flaming ignition sources

Other standards and references

SS 224407	Float-glass
TSI Rolling Stock	Trans-European High-Speed Rail System Technical Specification for Interoperability “Rolling Stock” Sub-System Draft rev 7a, 13.07.99
MIL HDBK-217F	Military Standardization Handbook 217F (DOD) “Reliability Prediction of Electronic Equipment”
EURO 3 og 4	cf EU Directive 88/77/EEC
EUROCODE No 3 Part 9	Fatigue strength of the welds. Fatigue curves.
NES 713, Issue 3	Naval Engineering Standard
OECD test 301A-F	OECD test guidelines, cf EU Directive 92/69/EEC

Undgå forsinkelser når bladene falder

TEMA LØVFALD 2011

Efteråret er kommet. Træerne klæder sig i rødt, brunt og gult, og bladene er begyndt at falde. Det giver os på banen udfordringer og koster hvert år store summer i form af forsinkelser og skader på hjul og skinner.

Sidste efterår havde vi en god løvfaldsperiode. Præcisionen var god, og vi havde halvt så mange "løvfaldsdage" som normalt. Det lykkedes, fordi vi alle var opmærksomme på, hvad vi hver især kan gøre for at få togene så rettidigt gennem efteråret som muligt. Igen i år skal vi samarbejde og gøre vores bedste.

I denne folder kan du læse, hvordan du skal håndtere hjulblokering og hjulslip for hver litra type (Instrukserne er hentet fra ODI).



Hjulblokering

Handling	Kontrol
MF/ER:	
DML for »Hjulblokering« lyser.	
Sæt K/B-kontroller i lavere bremsetrin.	Bremsecylindertryk falder
Aktiver LTT »MG-bremsen« og forsøg gradvis bremsning med K/B-kontroller.	Bremsecylindertryk stiger
MG-bremsen må ikke anvendes ved passage af sporskifter.	
MG:	
Vedvarende hjulblokering ved bremsning med hastighedsreference: Skift umiddelbart til bremsning med trinregulering.	Bremsecylindertryk falder og at DML »Hjulslip/Blokering« slukker.
Vedvarende hjulblokering ved bremsning med trinregulering: Vælg lavere bremsetrin.	Bremsecylindertryk falder og at DML »Hjulslip/Blokering« slukker
MQ:	
Sæt kørebremsekontroller (K/B) i en lavere bremsestilling.	Bremsecylindertrykket falder.
Aktiver LTT »MG-bremsen« og forsøg gradvis bremsning med K/B-kontroller.	Bremsecylindertryk stiger
MR:	
Sæt kørebremsekontroller (K/B) i en lavere bremsestilling.	
Aktiver LTT »MG-bremsen« og forsøg gradvis bremsning med K/B-kontroller.	Bremsecylindertrykket falder.
MG-bremsen må så vidt muligt ikke anvendes ved passage af sporskifter.	Bremsecylindertryk stiger
Aktiver sandingsanlægget manuelt, ved brug af »Kontakt for sanding«.	

Hjulblokering

Handling	Kontrol
BR 605:	
Betjen kiptaste for sanding.	Hastighedsviser bevæger sig fra 0.
Der må ikke sandes ved passage af sporskifter	
ME	
Betjen »Tryktast for sanding«.	Meldelampe for »Hjulslip/Blokering« slukker.
Der må ikke sandes ved passage af sporskifter.	
Vedvarende blokering: Sæt køre/bremsekontroller, førerbremsehåndtag eller direkte bremsehåndtag i et lavere bremsetrin.	Bremsecylindertryk falder. Meldelampe for »Hjulslip/Blokering« slukker.
	Særlig opmærksomhed påkrævet ved udkoblede impulsgivere.
ABS	
Betjen »Tryktast for sanding«.	Meldelampe for »Hjulslip/Blokering« slukker.
Der må ikke sandes ved passage af sporskifter.	
Vedvarende blokering: Betjening som anført i ME ovenfor.	Meldelampe for »Hjulslip/Blokering« slukker.
EA	
Betjen »Tryktast for sanding«.	Bremsecylindertryk falder. Meldelampe for »Hjulslip/Blokering« slukker.
Der må ikke sandes ved passage af sporskifter.	
Vedvarende blokering: Sæt køre/bremsekontroller i bremsekontrollertrin »løse«.	Særlig opmærksomhed påkrævet ved udkoblede impulsgivere.

Hjulslip

Handling	Kontrol
----------	---------

MF/ER:

Hvis DML for »Hjulslip« lyser vedvarende:
Indstil til lavere køre/bremsetrin.

DML »Hjulslip« slukker.

MG:

Ingen forholdsordre.

MQ:

Gentagende hjulslip:
Sæt kørebremsekontrolleren (K/B) i stilling »0«.
Derefter sættes kørebremsekontrolleren (K/B) i kørerstilling, samtidig med at der sandes.
Sandingen kan ophøre når dieselmotoren har overtaget fremdriften uden hjulslip.

Display afgiver en melding.

Der må så vidt muligt ikke sandes ved passage af sporskifter.

MR:

Hvis meldelampe for »Hjulslip« lyser vedvarende, indstil til lavere køretrin.

Meldelampe »Hjulslip« slukker

BR 605:

Hjulslipsystemet regulerer automatisk trækraft og motoromdrejninger.
Gentagende hjulslip:
Stil kørekontrolleren i mindre ydelse.
Stil herefter kørekontrolleren i en kørerstilling, samtidig med der sandes.
Sanding kan ophøre når traktionsanlægget har overtaget fremdriften uden hjulslip.

Trækkraftmåler stabiliseres.

Der må ikke sandes under passage af sporskifter

Hjulslip

Handling	Kontrol
ME	
Påvirk »Tryktaste for sanding«. Meldelampe for »Hjulslip/Blokering« slukker. Der må ikke sandes ved passage af sporskifter.	Meldelampe for »Hjulslip/Blokering« slukker.
Vedvarende hjulslip: Sæt kørekontrolleren i et lavere køretrin.	Meldelampe for »Hjulslip/Blokering« slukker.
Særlig opmærksomhed påkrævet ved udkoblede impulsgivere.	
ABS	
Ved indikering af hjulslip: Betjening som anført i ME ovenfor.	Meldelampe for »Hjulslip/Blokering« slukker.
EA	
Ved indikering af hjulslip aktiveres sanding og trækraft nedreguleres om nødvendigt	Kontrollér meldelampe for »Hjulslip/Blokering«.

UIC CODE

5 4 1 - 0 5

2nd edition, November 2005

Translation

O R

Brakes - Specifications for the construction of various brake parts - Wheel Slide Protection device (WSP)

Frein - Prescriptions concernant la construction des différents organes de frein - l'anti-enrayeur
Bremse - Vorschriften für den Bau der verschiedenen Bremsenteile - Gleitschutzanlage



UNION INTERNATIONALE DES CHEMINS DE FER.
INTERNATIONALER EISENBAHNVERBAND
INTERNATIONAL UNION OF RAILWAYS

Til DSB IC4 Programmet

Adelgade 13
1304 København K
Telefon 7226 7000
Direkte 7226 7075
Fax 7226 7070

Betinget Typegodkendelse MPTO P1 (Litra MG)

Europæisk køretøjsnummer, EVN	-
Køretøjsbetegnelse	IC4 / Litra MG, koblet togsæt
Fabrikant betegnelse	DMU IC4 – MPTO Pakke 1
Køretøjsnummer / Stel nummer	-

lfu@trafikstyrelsen.dk
www.trafikstyrelsen.dk

Journal T541-000765

Dok. nr. 1070107

Dato 4.11.2010

Med hjemmel i

- Lov om jernbane § 21 k, stk. 2, jf. lovbekendtgørelse nr. 969 af 8. oktober 2009.
- Bekendtgørelse om godkendelse af rullende materiel (køretøjer) på jernbaneområdet nr. 686 af 2. juli 2009

har Trafikstyrelsen truffet følgende afgørelse:

Trafikstyrelsen skal herved meddele betinget typegodkendelse for Litra MG som anført nedenfor.

Typeidentifikation

Typekonfigurationen er identificeret i dokumentet AQU IO/045 rev. 22/AE. inkl. Design konfiguration MPTO Pakke 1 revision 1. (Ref. [5] Annex 22)

Gyldighed

Godkendelsen er gyldig indtil videre, forudsat nedenstående vilkår er opfyldt, og der ikke opstår uforudsete sikkerhedsmæssige hændelser, der kan henføres til typen. Ved manglende dokumentation for vilkårsopfyldelse bortfalder typegodkendelsen.

Anvendelsesområde

Anvendelse af typen fremgår af Ref. [5] Annex 22: AQU IO/045 rev 22/AE kapitel 7.2 og er:

1. Almindelig kommerciel drift med højst to togsæt sammenkoblet og maksimal hastighed 180 km/t.

Betingelser for typegodkendelsen

Inden 31.12.2010:

2. Udestående betingelser fra C-MTTA Ref. [9], der udgøres af Ref. [8] ACS 4, 17, 90, 91 og 92 skal være opfyldt/afklaret.
3. De i Safety Case Ref. [5] Annex 18 afsnit 15 planlagte emner til lukning (Id 7, 8 og 9) skal være lukkede. Dokumenteres med supplerende assessment rapport.

Inden 30.6.2011:

4. Udestående i ACS Ref. [8] 59 skal være lukket. Dette indbefatter Assessors opfølgingspunkt 4 i konklusionen Ref. [6]
5. Assessors opfølgingspunkt 1 i konklusionen Ref. [6] skal være indarbejdet af IC4 Programmet. Dokumenteres overfor Trafikstyrelsen via lukning af ACS Ref. [8] 105.
6. Der skal hos Trafikstyrelsen foreligge endelig assessment rapport uden mangler. Ref. [6] konklusion.

Inden 30.10.2011

7. Assessors opfølgingspunkt 3 i konklusionen Ref. [6] skal være indarbejdet af IC4 Programmet. Dokumenteres med supplerende assessment rapport.

I brugtagningsbetingelser

Forudsætninger for ansøgning om ibrugtagningstilladelse for typen

8. De i Ref. [5] Safety Case rev. 8/AD Annex 21 anførte sikkerhedsrelaterede anvendelsesbetingelser (SRAC) skal implementeres.
9. Assessors opfølgingspunkt 2 og 5 i konklusionen Ref. [6] om arbejdsbelastning af lokomotivfører og flerfejls håndtering skal iværksættes og assessors accept af implementering foreligge.
10. Udestående ACS 101 Ref. [8] skal være lukket.

Begrundelse

Ad 1	Betingelserne fremgår af Safety Case konklusionen.
Ad 2	DSB IC4 Program har ikke opfyldt betingelserne sat for C-MTTA med udløbsdato 27. juli 2010. I stedet er der lavet en handlingsplan. Med udgangspunkt i, at antallet af idriftsatte togsæt under betingelserne fra C-MTTA kun er to togsæt har Trafikstyrelsen accepteret at betingelser udskydes og gennemføres under/ved nærværende betingede typegodkendelse. For at minimere risikoeksponeringen er datoen sat tidligere end øv-

	<p>rige udeståender.</p> <p>For så vidt angår ACS 17 har Banedanmark i godkendelsen af ATC-typecertifikat for litra MG (Ref. [10]) eksplicit krævet sikkerhedssløjfen for multiple koblede togsæt godkendt. Godkendelsen kan ske når ACS 17 kan lukkes.</p>
Ad 3	<p>IC4 Programmet har foreslået at udeståender fra CFG implementeringen, assessment og Safety Case skal være afsluttet 31.12.2010. Trafikstyrelsen støtter denne milepæl og forventer milepælen dokumenteret afsluttet via en assessment rapport.</p>
Ad 4	<p>IC4 Programmet har endnu ikke dokumenteret et virksomt 'Failure Reporting and Corrective Actions System' som anbefalet af ISA for C-MTTA. Især med den nye mission for sammenkoblet kørsel forventer Trafikstyrelsen at systemet implementeres.</p>
Ad 5	<p>Størsteparten af ansøgningsmaterialet Ref. [4] har været underlagt assessment – primært af intern assessor ved DSB Jernbanesikkerhed bistået af Scandpower. På trods heraf - og baseret på det foreliggende grundlag - er Trafikstyrelsen usikker på IC4 Programmets fortsatte proces med færdiggørelsen af IC4 (Litra MG) – herunder afslutning af åbne sikkerhedsemner. Emnet er yderligere uddybet i den nævnte ACS.</p>
Ad 6	<p>Af rapporten fremgår: <i>Arbejd med stikkprøver av lukkede punkter er ikke afsluttet pr fredag 08.10.2010. Det kan derfor komme flere punkter</i></p>
Ad 7	<p>Vilkåret baseres på assessors opfølgningsspunkt 3, der omhandler synkronisering af fakta tal for IC4 driften med de teoretiske tal opstillet i risikoanalyserne for IC4.</p>
Ad 8	<p>Forud for enhver ibrugtagning af en ny type tog skal der foreligge bevis for, at de fra typen genererede sikkerhedsmæssige anvendelsesbetingelser er opfyldt ved aktuel virksomhed.</p>
Ad 9	<p>Assessor har opstillet en række opfølgningsspunkter (anbefalinger) som IC4 Programmet skal følge op på. To af disse anser Trafikstyrelsen for signifikante i forhold til idriftsætningen.</p>
Ad 10	<p>Udestående handler om DSB's proces med udarbejdelsen af overensstemmelser for et togsæt til typen. Denne proces skal være entydig, da den ligger til grund for de fremtidige ibrugtagningstilladelser.</p>

Baggrund

AnsaldoBreda har den 4.5.2009 opnået betinget typegodkendelse (C-MTTA) af togsættypen DMU IC4 i konfigurationen AA07189 rev.9. til sammenkoblet drift. Ref.[9]

Betingelser heri med udløbsdato 27.7.2009 er indfriet.

DSB, ved IC4 Programmet, har maj 2009 overtaget ansvaret for færdiggørelsen af IC4, herunder afslutning af betingelser og udeståender.

Siden C-MTTA har AnsaldoBreda og DSB indført en række ændringer på typen, der nu kaldes MPTO Pakke 1.

IC4 Programmet har den 24.8.2010 ansøgt om fornyet typegodkendelse. Ref.[2]. Trafikstyrelsen har den 31.8.2010 påpeget en række uklare forhold i ansøgningen Ref. [3], og den 8.10.2010 har IC4 Programmet fremsendt en opdateret ansøgning Ref. [4] hvor manglerne Trafikstyrelsen har påpeget er medsendt.

Betingelser fra Ref.[9], med udløb 27.10.2010, som ikke er opfyldt er overtaget og indarbejdet i grundlaget for den opdaterede ansøgning Ref. [4].

Grundlag

- [1]. IC4 Program Sikkerhedsplan. DSB dok. P000170011 rev. 4. Journal T541-001161, dok 1067700.
- [2]. Ansøgning om typegodkendelse MPTO Pakke 1 (DSB litra MG), IC4 Program, 24. august 2010. Journal T541-000765, dok 1053956.
- [3]. Fremsendelse af overordnet erklæring, Trafikstyrelsen, 31.08.2010 og Forslag til DSB IC4 Programmet af 16.09.2010. Journal T541-000765, dok 1054332 og 1058856
- [4]. Opdateret ansøgning om typegodkendelse MPTO Pakke 1 (DSB litra MG), IC4 Program, 08. oktober 2010. Journal T541-000765, dok 1067686.
- [5]. DSB – IC4 Programmet Safety Case. AA02RX5 Rev. 8/AD af 7. oct. 2010. Journal T541-000765, dok 1067668.
- [6]. Intern assessorrapport IC4 Programmet, vurdering av Safety Case rev 8AD. Scandpower, 8. oktober 2010. Journal T541-000765, dok 1067685.
- [7]. Sammenfattende assessment af IC4 Programmet, Udgave G. DSB Risk Management Jernbanesikkerhed, 8. oktober 2010. Journal T541-000765 dok 1067682.
- [8]. Authority Clarification Subjects DMU IC4 (ACS) Rev. 44. Journal T541-000481.
- [9]. Betinget Typegodkendelse af DMU IC4, C-MTTA, Trafikstyrelsen 4.5.2009. Journal T541-000765, Dok 841563 og 841562.
- [10]. Godkendelse af ATC-typecertifikat for litra MG. Banedanmark TSA for mobil togkontrol, 22.06.2010. Ref. [4] reference 5.

Klagevejledning

Denne afgørelse kan påklages til

Jernbanenævnet
Gl. Mønt 4, 1.
1117 København K

Klager over afgørelser, som skal behandles af Jernbanenævnet, skal være indgivet til Jernbanenævnet senest 4 uger efter, at Trafikstyrelsens afgørelse er meddelt den pågældende, jf. § 17, stk. 1 i bekendtgørelse nr. 1549 af 17. december 2007 om Trafikstyrelsens opgaver og beføjelser.

Med venlig hilsen

Leif Funch
Kontorchef
Jernbanesikkerhed

Godkendelseskode, EIN DK5120100047

Gammel Mønt 4
1117 København K
Telefon 7226 7000
Direkte 7226 7082
Fax 7226 7070
kfr@trafikstyrelsen.dk
www.trafikstyrelsen.dk

Ibrugtagningstilladelse til DSB litra MG 5627 i konfiguration MPTO Pakke 1

Journal T541-001448
Dok. nr. 1079341
Dato 10.12.2010

Europæisk køretøjsnummer, EVN	
Køretøjsbetegnelse	DSB Litra MG
Fabrikant betegnelse	DMU IC4 – MPTO/1
Køretøjsnummer / Stel nummer	MG 5627

Baggrund

DSB ansøgte den 1. december 2010 om ibrugtagningstilladelse til ovennævnte togsæt.

Ansøgningen er baseret på typegodkendelsen angivet under [2] og DSB's dokumentation for opfyldelse af betingelserne opført i typegodkendelsen.

Afgørelse

Trafikstyrelsen skal herved meddele ibrugtagningstilladelse på følgende vilkår.

Gyldighed

Nærværende tilladelse er gyldig indtil videre forudsat at typegodkendelsen [2] er gyldig, at nedenstående betingelser er opfyldt og at der ikke er foretages større arbejder på togsættet.

Betingelser

- Trafikstyrelsen forudsætter at DSB inden drift med passagerer gennemfører en passende erfaringsdrift med togsættet uden passagerer og indsender rapportering fra erfaringsdriften, som redegør for, at sikker drift med passagerer kan foretages til Trafikstyrelsen.
- DSB skal under henvisning til dette dokument sikre, at Trafikstyrelsen er i besiddelse af en opdateret operatørtilladelse, før hhv. erfaringsdrift og passagerkørsel iværksættes.
- Evt. jernbanesikkerhedsmæssige hændelser skal straks meddeles Trafikstyrelsen

- Denne ibrugtagningstilladelse forudsætter, at togsættet vedligeholdes efter dokumentation under [12].
Trafikstyrelsen forudsætter at jernbanevirksomheden DSB via sit sikkerhedsledelsessystem løbende sikrer, at togsættet vedligeholdes i overensstemmelse med den aktuelle anvendelse efter en af Trafikstyrelsen godkendt vedligeholdelsesforskrift for køretøjet.

Overensstemmelseserklæring

Det nævnte køretøj må benyttes på de strækninger og på de vilkår, der fremgår af nedenstående overensstemmelseserklæring(er), så længe disse er gyldige:

- Banedanmark: Overensstemmelseserklæring af 4.12.2009, TS journal nr. T541-001429, dok. nr. 1070267
- DSB: Overensstemmelseserklæring af 6.12.2007, TS journal nr. T541-001429, dok. nr. 1059006

Grundlag

1. DSB's Ansøgning dateret 1.12.2010, TS dok. nr. 1079422
2. Typegodkendelse MPTO/1 dateret 4.11.2010, TS journal nr. T541-000765, dok. nr. 1070107
3. DSB overensstemmelseserklæring for 'MPTO pakke 1' CoC_5627_101130, TS dok. nr. 1079429
4. Assessor kommentarskema: "Komformitetserklæring (CoC) for togsæt 27" revision 3, dateret 17.11.2010; TS dok. nr. 1079431
5. Review report STTA (NT+) and MTTA configuration, SRAC IC4-4624H dateret 22.11.2010, TS dok. nr. 1079424
6. Assessorrapport: IC4 programmet tiltak ifm. Feiltilstander i multippel kjøring, dateret 26-11-2010, TS dok. nr. 1079428
7. ACS rev. 45 (id 101 lukket), TS dok. nr. 1079468
8. TS' supplerende spørgsmål og DSB's svar, del af sagsbehandling dateret 10-12-2010, TS dok. nr. 1079451
9. Subsystem review – DRDT 46 app A – Train MG5627, dateret 1-12-2010, P000211371, TS dok. nr. 1079423.
10. Udkast Tilladelse til kommerciel drift med litra MG 5627, TS dok. nr. 1079433
11. Rapportering om sikkerhedsrelaterede forhold i forbindelse med afvikling af kørsel i overvåget prøvedrift med passagerer

med togsæt 21 og 22 og bilag, fremsendt 8.12.2010, TS. Dok. 1078848 og 1078847

Journal T541-001448

Dok. nr. 1079341

Dato 10.12.2010

12. Preventive Maintenance Programme AA046N9 version 10 (som fremgår af typegodkendelsens Grundlag [8]), TS dok. 1079593

13. Driftsinstruktion ODI MG version 5 gældende fra 6-9-2010, TS dok. 1079227

14. Gyldige overensstemmelseserklæring(er) jf. ovenstående.

Regelhenvi sning

- Lov om jernbane § 21 k, jf. lovbekendtgørelse nr. 969 af 8. oktober 2009, senest ændret ved lovbekendtgørelse nr. 1249 af 11/11-2010
- Bekendtgørelse om godkendelse af rullende materiel (køretøjer) på jernbaneområdet nr. 686 af 2. juli 2009, herunder § 4

Klagevejledning

Denne afgørelse kan påklages til

Jernbanenævnet
Gammel Mønt 4, 1. sal
1171 København K

www.jernbanenaevnet.dk

Klager over afgørelser, som skal behandles af Jernbanenævnet, skal være indgivet til Jernbanenævnet senest 4 uger efter, at Trafikstyrelsens afgørelse er meddelt den pågældende, jf. § 17, stk. 1 i bekendtgørelse nr. 1549 af 17. december 2007 om Trafikstyrelsens opgaver og beføjelser. For indgivelse af en klage opkræver Jernbanenævnet et gebyr der kan ses på www.jernbanenaevnet.dk.

Med venlig hilsen

Katrine Frellsen
Civilingeniør

(Denne tilladelse er fremsendt elektronisk og er gyldig uden underskrift)

Distributionsliste:

DSB
sikkerhed@dsb.dk; ic4sig@dsb.dk

Banedanmark Trafiksikkerhed
trafiksikkerhed@bane.dk, sikkerhedogkvalitet@bane.dk

DSB
Jernbanesikkerhed
Sølvgade 40
1349 København K

07.09.2011

Trafikstyrelsen
Trafikplanlægning, UT

Overensstemmelseserklæring for Dieseltogsæt litra MG (IC 4)

Nedennævnte køretøj er vurderet egnet til kørsel på Banedanmarks spor i henhold til gældende normer, regler og bestemmelser.

Type:	Dieseltogsæt litra MG (IC 4)
Køretøjsnr.:	MG 5601-5683
Kategori:	Dieseltogsæt med dansk togkontrolanlæg
Hoveddata:	
Længde:	86 meter
Højest tilladte hastighed:	200 km/h
Ansæt vognvægt:	171 tons
Bremsevægt (procent)	
P-bremse:	291 tons (170 %)
Maksimal aksellast:	21,3 tons
Maksimal metervægt:	2,29 tons/meter

Grundlag for erklæringen:

- Ansøgning fra DSB dateret 30.08.2011
- Systemansvar hjul/skinne's notat, dateret 13.06.2006
- Systemansvarlig fritrumsprofil's vurdering af fritrumsprofil
- Systemansvarlig togkontrolanlæg's vurdering af typecertikat for ATC
- Systemansvarlig hjul/skinne's notat "IC 4, vurdering af løbeegenskaber med henblik på udstedelse af overensstemmelseserklæring", dateret 01.04.2009
- Systemansvarlig spor's tilladelse dateret 07.09.2011
- Overensstemmelseserklæring for samme togsæt dateret 04.12.2009.



Gyldighed:

Indtil videre, under forudsætning af at der ikke sker ændringer af køretøjet, som har betydning for fremførelse og trafiksikkerhed.

Hvis der sker ændringer af ovenstående karakter skal der ansøges om ny overensstemmelseserklæring hos Banedanmark.

Overensstemmelseserklæring for samme tog dateret 04.12.2011 ophæves.

Særlige forhold:

Ved test- og prøvekørsler udover gældende sikkerhedsbestemmelser, skal der køres efter godkendte dispensationer fra Prøvekørselskommissionen

Togkontrolanlæg:

ATC skal være tillyst med tilfredsstillende resultat, og ATC typecertifikat skal være udarbejdet og godkendt af Banedanmarks systemansvarlige for mobilt ATC inden idriftsættelse.

Hjul/skinneforhold:

- Maksimal tilladelig hastighed er $V \leq 200$ km/h
- Maksimal tilladelige manglende overhøjde er $I = 160$ mm
- Dette betyder, at IC4 kan anvende hastighedsprofil for ”særlige togsæt”.

Andet:

Da toget ikke har puffer og traditionelt træktøj, skal der altid medbringes en nødkobling, således at toget kan fjernes ved havari.

Godkendelse af materiellet:

Trafikstyrelsen skal godkende materiellet, før dette må anvendes i Danmark.

Som udsteder:

Jens Bonde
Materielkoordinator

Overensstemmelseserklæringen er sendt via e-post og er gyldig uden underskrift.

Tilladelse til kørsel under DSB's operatørtilladelse.

Jævnfør: DSB Materielstandard 10-23 "Kørsel med litra MG (IC4) under DSB's operatøransvar", dateret 28.05.2010



Bilag 2.8
Havarikommissionen
611-2011-23

Tilladelse til kommerciel drift med litra MG 5621, 5622, 5624, 5627, 5629, 5632, 5635, 5636, 5639, 5640, 5641, 5643 og 5644 (konfiguration MPTO Pakke 1).

Forudsætninger:

- *Betinget Typegodkendelse MPTO P1 (Litra MG)* (Trafikstyrelsen, 04.11.2010, Journal T541-000765, dok. nr. 1070107).
- Ibrugtagningstilladelse i henhold til Bilag 1: *Oversigt over ibrugtagningstilladelser fra Trafikstyrelsen.*
- Overensstemmelseserklæring for kørsel på DSB's infrastruktur, 06.12.2007.
- Overensstemmelseserklæring for dieseltogsæt litra MG (IC4) (Banedanmark, 04.12.2009 (journal nr. 305-0064/jbb)).
- "Godkendelse af ATC-typecertifikat for litra MG" (Banedanmark, 22.06.2010).
- SIN DSB Cirkulære 131/2010: Supplerende forholdsregler for Litra MG vedr. automatkobling, DSB Jernbanesikkerhed, 28.10.2010.

Omfang:

Tilladelsen omfatter kommerciel drift med litra MG i konfiguration MPTO Pakke 1 på Banedanmarks og DSB's infrastruktur med følgende undtagelse:

- Togsættet må ikke beføre TIB strækning 29 Lunderskov-Esbjerg.
- Planmæssig passagerudveksling må kun finde sted på stationer, hvor diagonalafstand mellem perron og trin ≤ 350 mm.

Generelle betingelser:

1. Togsættet skal fremføres i overensstemmelse med godkendte driftsinstruktioner (ODI) til litra MG.
2. Kun togsæt med konfiguration MPTO Pakke 1 må sammenkobles. Der må maksimalt sammekobles to togsæt. Togsæt med konfiguration MPTO Pakke 1 er kendetegnet ved **ikke** at have synlig rød mærkat i frontruden.
3. Togsættet skal altid medgives MG-uddannet tog-/lokomotivførerpersonale. Det pågældende personale skal være specielt instrueret om forhold vedrørende multipelkørsel.
4. Togsættet skal vedligeholdes i overensstemmelse med leverandørens præventive eftersynsprogram ("Preventive Maintenance program"). Vedligeholdelsesarbejdet skal styres iht IC4 Programmets QA system Procedure 13.
5. Såfremt der foretages ændring af køretøjets myndighedsgodkendte konfiguration, skal køretøjet tages ud af drift og **Sikkerhedsstyring og godkendelse** (under DSB Vedligeholdelse, Teknik) skal underrettes på ic4sig@dsb.dk.
6. Alle jernbanesikkerhedsmæssige hændelser skal straks indmeldes til DSB Risk Management, Uheldsundersøgelser. Såfremt jernbanesikkerheden er eller har været truet, skal driften straks indstilles.

Særlige litrabetingelser:

- a. Før togsættet indsættes i drift første gang, skal "IC4 Program Drift & Vedligehold" gennemføre DRDT 46 (Safety Functional Test), appendix A uden anmærkninger.

IC4 Program

DSB
IC4 Program
Otto Busses Vej 5
DK-2450 København SV

Telefon 24 68 32 25
E-mail ic4sig@dsb.dk
Internet www.dsb.dk

Vores ref.: BCV
Journal nr. Rb 001.703
Dok. Nr P000213369

Fordeles til:

- DSB Trafikplanlægning
- DSB Fjern- og Regionaltog
- Togproduktion
 - Togpersonale
 - Togvedligeholdelse
 - IC4 Program
- DSB Risk Management
- Jernbanesikkerhed
 - Uheldsundersøgelser

Tilladelse til kørsel under DSB's operatørtilladelse.

Jævnfør: DSB Materielstandard 10-23 "Kørsel med litra MG (IC4) under DSB's operatøransvar", dateret 28.05.2010



Side 2 af 4

- b. Togsæt, som er opgraderet med godkendte ændringer, jf. bilag 2, må sættes i drift når en opdateret konformitetserklæring (CoC) er indsendt til Sikkerhedsstyring og godkendelse (under DSB Vedligeholdelse, Teknik) ic4sig@dsb.dk.
- c. I forbindelse med passagerdrift må der ikke udføres teknisk funktionsafprøvning under kørsel eller stationsophold.
- d. Monitoreringsudstyr, bærbare PC'er eller andet måleudstyr må kun være tilkoblet togets styresystem når togsættet befinder sig i værkstedet eller ifm. prøve kørsel under ledelse af "IC4 Program Drift & Vedligehold". Håndtering af overvågningsudstyr skal ske iht. DSB monitoreringsprocedure "Monitoring equipment" af 04.09.2008.
- e. Serviceteknikere ansat i "IC4 Program Drift & Vedligehold" må observere togsættets tekniske installationer under drift. Alle andre serviceteknikere skal være under ledsagelse af personale fra "IC4 Program Drift & Vedligehold" eller have skriftlig tilladelse fra enten "IC4 Program Drift & Vedligehold" eller IC4 SIG.
- f. "IC4 Program Drift & Vedligehold" skal foretage følgende klargøring og inspektion i henhold til "Inspektionsskema MPTO RTR og Blandet trafik Daglig og 7 døgns (P000174697)", rev. 2.:
 - Dagligt før dagens kørsel påbegyndes: Klargøring
 - En gang om ugen: Udvidet inspektion

For disse aktiviteter gælder følgende:

- Kvittering for klargøring og inspektion noteres i SAP.
 - Udfyldte checklister opbevares af "IC4 Program Drift & Vedligehold".
 - Alle afvigelser skal rapporteres til IC4 SIG ic4sig@dsb.dk ved indsendelse af checklister.
- g. Alle teknikere og reparatører eller lign, som har adgang til togsættet, skal være instruerede og godkendt til det pågældende arbejde af "IC4 Program Drift & Vedligehold". Indgreb i togsættets sikkerhedsmæssige funktioner, herunder ATC udrustningen, ikke må ske uden forudgående aftale med "IC4 Program Drift & Vedligehold" jævnfør "Instruks før indgreb i IC4 togsættets sikkerhedsmæssige funktioner" af 13.06.2007.
 - h. Såfremt der skiftes sikkerhedskritiske komponenter eller udføres vedligeholdelsesarbejder af sikkerhedsmæssig betydning, skal testomfanget specificeres af "IC4 Program Drift & Vedligehold" i MPTO dokumentationen og efterfølgende skal testomfanget verificeres/godkendes af "IC4 Program Test" før togsættet sættes i drift igen.

Efter udført vedligeholdelse, indgreb eller ændringer, som berører systemer med sikkerhedsmæssig funktion, skal "IC4 Program Drift & Vedligehold" sikre at DRDT 46 (Safety Functional Test), appendix A gennemføres uden anmærkninger.

- Kvittering for det udførte arbejde og de tilhørende test noteres i SAP
- Udfyldte testrapporter opbevares af "IC4 Program Drift & Vedligehold".

Tilladelse til kørsel under DSB's operatørtilladelse.



Jævnfør: DSB Materielstandard 10-23 "Kørsel med litra MG (IC4) under DSB's operatøransvar", dateret 28.05.2010

Side 3 af 4

Ophævelse af tidligere tilladelse:

Denne tilladelse erstatter *Tilladelse til kommerciel drift med litra MG 5621, 5622, 5624, 5627, 5629, 5632, 5635, 5636, 5639 og 5643 (konfiguration MPTO Pakke 1)* af 15. april 2011.

Gyldighed:

Tilladelsen er gyldig indtil videre, dog må togsættet maksimalt køre 89.999 km.

Navn: _____

Bent C Van

DSB IC4 Program/SIG: 26. maj 2011

Bilag 1: Oversigt over ibrugtagningstilladelser fra Trafikstyrelsen:

Køretøj	Reference
MG 5621	<i>Ibrugtagningstilladelse til DSB litra MG 5621 i konfiguration MPTO Pakke 1, (Trafikstyrelsen, 07.03.2011, journal nr. T541-001448, dok. nr. 1100679).</i>
MG 5622	<i>Ibrugtagningstilladelse til DSB litra MG 5621 i konfiguration MPTO Pakke 1, (Trafikstyrelsen, 29.03.2011, journal nr. T541-001448, dok. nr. 1109291).</i>
MG 5624	<i>Ibrugtagningstilladelse til DSB litra MG 5624 i konfiguration MPTO Pakke 1, (Trafikstyrelsen, 17.12.2010, journal nr. T541-001448, dok. nr. 1081841).</i>
MG 5627	<i>Ibrugtagningstilladelse til DSB litra MG 5627 i konfiguration MPTO Pakke 1, (Trafikstyrelsen, 10.12.2010, journal nr. T541-001448, dok. nr. 1079341).</i>
MG 5629	<i>Ibrugtagningstilladelse til DSB litra MG 5629 i konfiguration MPTO Pakke 1, (Trafikstyrelsen, 20.12.2010, journal nr. T541-001448, dok. nr. 1082529).</i>
MG 5632	<i>Ibrugtagningstilladelse til DSB litra MG 5632 i konfiguration MPTO Pakke 1, (Trafikstyrelsen, 17.12.2010, journal nr. T541-001448, dok. nr. 1081881).</i>
MG 5635	<i>Ibrugtagningstilladelse til DSB litra MG 5635 i konfiguration MPTO Pakke 1, (Trafikstyrelsen, 07.01.2011, journal nr. T541-001448, dok. nr. 1086989).</i>
MG 5636	<i>Ibrugtagningstilladelse til DSB litra MG 5636 i konfiguration MPTO Pakke 1, (Trafikstyrelsen, 01.02.2011, journal nr. T541-001448, dok. nr. 1092484).</i>
MG 5639	<i>Ibrugtagningstilladelse til DSB litra MG 5639 i konfiguration MPTO Pakke 1, (Trafikstyrelsen, 07.02.2011, journal nr. T541-001448, dok. nr. 1093657).</i>
MG 5640	<i>Ibrugtagningstilladelse til DSB litra MG 5640 i konfiguration MPTO Pakke 1, (Trafikstyrelsen, 24.05.2011, journal nr. T541-001448, dok. nr. 1132789).</i>
MG 5641	<i>Ibrugtagningstilladelse til DSB litra MG 5641 i konfiguration MPTO Pakke 1, (Trafikstyrelsen, 24.05.2011, journal nr. T541-001448, dok. nr. 1132787).</i>

Tilladelse til kørsel under DSB's operatørtilladelse.



Jævnfør: DSB Materielstandard 10-23 "Kørsel med litra MG (IC4) under DSB's operatøransvar", dateret 28.05.2010

Side 4 af 4

MG 5643	<i>Ibrugtagningstilladelse til DSB litra MG 5643 i konfiguration MPTO Pakke 1, (Trafikstyrelsen, 15.04.2011, journal nr. T541-001448, dok. nr. 1113593).</i>
MG 5644	<i>Ibrugtagningstilladelse til DSB litra MG 5644 i konfiguration MPTO Pakke 1, (Trafikstyrelsen, 24.05.2011, journal nr. T541-001448, dok. nr. 1132771).</i>

Bilag 2:

Oversigt over ændringer, som er internt godkendt jf. §13 i "Bekendtgørelse om godkendelse af rullende materiel (køretøjer) på Jernbaneområdet" (BEK nr. 686 af 02/07/2009).




ID	CFG nr.	Reference til assessorrapp- port/godkendelse (titel/dato)	IC4 Programmet, DCD Kon- figurationsdokument for "MPTO Pakke 1" P000174022
1.	CFG-DSB0026	Assessor kommentarskema: "Indstilling til assessment af CFG 0026 Viskevasker" (P000210957)	Revision 2
2.	CFG-DSB0065	Intern assessorrappport IC 4 programmet CFG-DSB0065 Aflastningsventil, (P000213890)	Revision 2
3.	CFG-DSB0079	Intern assessorrappport IC4 programmet CFG-DSB0079 PIS software 1.21, (P000215737)	Revision 3
4.	CFG-DSB0032	Intern assessorrappport CFG-DSB0032 Blader i undervogn, (P000216217)	Revision 4
5.			

Bilag 2.9
Havarikommissionen
611-2011-23

DSB - IC4 DMU TYPE 1

HAZARD LOG

(Annex 12 of Safety Case document P/N STE RAM AA02RX5)

REVISION	CRITICALITY LEVEL	DATE
10	NA	09 April 2009
PREPARED	VERIFIED	APPROVED
IC4 RAM & SAFETY ENGINEER 	IC4 RAM & SAFETY ENGINEER 	ANSALDOBREDA RAMS & SAFETY MANAGER 



DMU – IC4

Bilag 2.10
Havarikommissionen
611-2011-23



DRDT 40

**PROVA DI SERIE SUL VEICOLO
VEHICLE ROUTINE TEST**

***BRAKING TEST
TEST REPORT***

ACCORDING TO PROCEDURE DRDT 40 REV.5

Train no. 27

M1C

T2HK

T3

M4C

N°TELAIO AA01KVZ/071/B
UNDERFRAME No

N°TELAIO AA01KWD/029/0
UNDERFRAME No

N°TELAIO AA01KW1/024/0
UNDERFRAME No

N°TELAIO AA01KVZ/066/B
UNDERFRAME No



Data

Wheel diameter (Ø)	860
Weight=163042 kg	
Rotating mass=11708 kg	
Weather condition	Cloudy and very wet and rainy
Location of the test Line from km 58 to km 81	
Environmental temperature [°C]	0-5 °C
Wind speed	Windy

Table of the results

Reference procedure	Description	Expected value	Actual Value
9.1.2	5S33 pressed	MTB applied	OK
9.1.2	5S33 not pressed	MTB not applied	OK
9.1.3	Bit 4 of board RDI6 CCU	0⇒1	OK
9.1.4a	Bit 17 of board RDI2 CCU	0⇒1	OK
9.1.4b	Bit 4 of board RDI6 CCU	0⇒1	OK

**Braking Mode**

Si ottiene posizionando in posizione (7^a) di massima frenatura di esercizio il manipolatore; in questo risulterà attiva sia la frenatura EP, sia la frenatura HD.

It is obtained by setting the master controller to max. service braking(7th) position; both the EP braking and the HD braking shall be applied.

Maximum service brake 100% HD ref proc. 9.2

Data	08/11-10
Wheel diameter Ø	860

Nominal values				
Initial Speed(Vnom)	Brake distance m			
Km/h	Ø 860	Ø 840	Ø 820	Ø 800
120	583	572	561	550

Measured values						
Manned cab	Gradient	Initial speed Vmes	Stopping distance		Brake duration [sec]	File Identif Number
		Km/h	Smes[m]	S _c [m]		
MIC	0%	118.7	495	505.9	30.12	9212041
M4C	1.33%	120.0	520	525.99	30.70	9212044

Acceptance criteria			
speed	Average S _c	Criteria	Expected brake distance (f) Ø +5%
120	515.946	≤	612.15

**Braking Mode**

Si ottiene posizionando il master controller in 8° posizione
It is obtained setting the master controller in 8th position

Emergency brake with EP and Magnetic track brake ref proc. 9.3

Data 08/11-10	
Wheel diameter Ø	860

Nominal values				
Initial Speed(Vnom)	Brake distance m			
Km/h	Ø	Ø	Ø	Ø
120	860	840	820	800
	473	466	458	448

Measured values						
Manned cab	Gradient	Initial speed Vmes	Stopping distance		Brake duration [sec]	File Identif Number
		Km/h	Smes[m]	S _c [m]		
MIC	1.337	118.3	470	488.78	27.30	93120M1
M4C	07.	120	415	414.31	22.30	93120M4

Acceptance criteria			
speed	Average S _c	Criteria	Expected brake distance (f) Ø +5%
120	451.545	≤	496.65



Braking Mode

L'applicazione del freno a pattino sarà inibito isolando i selettori RIP-1 in M1C e RIP-2 in M4C (Canale 10 di Rdi6 della CCU alto). Questo si ottiene posizionando il master controller in 8th posizione.

The track brake application will be inhibited by cutting out the RIP-1 in M1C and RIP-2 in M4C selector switches (channel 10 of Rdi6 of the CCU is high). It is obtained setting the master controller in 8th position.

Emergency brake with EP and without Magnetic track brake ref proc 9.4

Data	08/11/10
Wheel diameter Ø	860

Nominal values				
Initial Speed(Vnom) Km/h	Brake distance m			
	Ø 860	Ø 840	Ø 820	Ø 800
120	542	531	521	511
160 (*)	927.35			
180	1158	1133	1109	1086

Measured values						
Manned cab	Gradient	Initial speed Vmes Km/h	Stopping distance		Brake duration [sec]	File Identif Number
			Smes[m]	S _c [m]		
M1c	0%	118.8	415	423.43	25.80	94120M1
M4c	1.33%	117.0	535	569.81	30.70	94120M4a
M1c	1.33%	157.0	840	881.89	37.30	94160M1
M4c	0%	157.0	920	955.5	39.10	94160M4
M1c						
M4c						

Acceptance criteria			
speed	Average S _c	Criteria	Expected brake distance (f) Ø +5%
120	496.62	≤	569.10
160 (*)	918.69	≤	973.72
180		≤	

(*) To be performed only with speed restriction

**Braking Mode**

La modalità di frenatura d'emergenza puramente pneumatica interviene quando le BCU ed il magnetic track brake sono inibiti, e si preme il pulsante a fungo (5S20). Al fine rendere nulla l'azione delle BCU, il loro contributo alla frenatura sarà inibito scollegando le elettrovalvole IRV. Qualunque operazione, in nessun caso, deve provocare l'inefficienza o l'inibizione, anche temporanea, del sistema WSP (Wheel Slide Protection)

The purely pneumatic emergency brake mode comes into play when the BCU and the magnetic track brake are blocked, and one presses the mushroom push-button (5S20). In order to annul the action of the BCU, their contribution to braking will be blocked by disconnecting the solenoid valves IRV. No operation must in any case lead to the inefficiency, even temporary, of the WSP (Wheel Slide Protection) system.

Safety brake (IP only) ref proc 9.5

Data 08/11-10	
Wheel diameter Ø	860

Nominal values				
Initial Speed(Vnom)	Brake distance m			
	Ø	Ø	Ø	Ø
Km/h	860	840	820	800
120	542,47			
160 (*)	927,35			
180	1158	1133	1109	1086

Measured values						
Manned cab	Gradient	Initial speed	Stopping distance		Brake duration [sec]	File Identif Number
		Vmes Km/h	Smes[m]	S _c [m]		
M1c	07	122.0	460	445.04	26.80	95120M4
M4c	1.337	120.2	490	493.65	27.30	95120M4
M1c	1.337	158.6	885	910.80	37.50	95160qm1
M4c	07	158.7	740	752.17	33.20	95160qm4
M1c						
M4c						

Acceptance criteria			
speed	Average S _c	Criteria	Expected brake distance (f) Ø +5%
120	469.346	≤	569.593
160 (*)	831.487	≤	973.717
180		≤	

(*) To be performed only with speed restriction

Braking Mode

La modalità di frenatura d'emergenza puramente pneumatica interviene quando le BCU sono inibite, e si preme il pulsante a fungo (5S20). Al fine di rendere nulla l'azione delle BCU, il loro contributo alla frenatura sarà inibito scollegando le elettrovalvole IRV.

Qualunque operazione, in nessun caso, deve provocare l'inefficienza o l'inibizione, anche temporanea, del sistema WSP (Wheel Slide Protection)

The purely pneumatic emergency brake mode comes into play when the BCU are blocked, and the mushroom push-button (5S20) is pressed.

In order to annul the action of the BCU, their contribution to braking will be blocked by disconnecting the solenoid valves IRV

No operation must in any case lead to the inefficiency, even temporary, of the WSP (Wheel Slide Protection) system

Safety brake without EP and with Magnetic track brake ref proc. 9.6

Data	08/11/10
Wheel diameter Ø	860

Nominal values				
Initial Speed(Vnom)	Brake distance m			
Km/h	Ø	Ø	Ø	Ø
	860	840	820	800
160 (*)	845,43			
180	1003	985	968	945

Measured values						
Manned cab	Gradient	Initial speed	Stopping distance		Average deceleration [m/sec ²]	File Identif Number
		Vmes Km/h	Smes[m]	S _c [m]		
M1c	0%	158.4	660	673.4	1.48	96160m1
M4c	1.33%	159.2	825	841.96	1.41	96160m4
M1c	1.33%	158.6	700	718.72	1.54	96160am1
M4c	0%	159.5	725	729.55	1.50	96160am4

Acceptance criteria			
speed	Average S _c	Criteria	Expected brake distance (f) Ø+5%
160 (*)	740.9075	≤	887.7015
180		≤	

(*) To be performed only with speed restriction

**Braking Mode**

Si ottiene rilasciando tutti i safety devices che segnala la presenza vigile del driver (5S91; 5S92; 5S96). Si tenga presente che questa modalità è preceduta da tempi di attesa, che consentono al Driver di porre in essere delle azioni, per evitare l'intervento della frenatura di sicurezza. In questa procedura si terrà conto solo, ed esclusivamente, delle prestazioni che si otterranno, all'esaurimento dei tempi d'attesa

This is obtained by releasing all safety devices signalling the driver's wide-awake presence (5S91; 5S92; 5S96). It should be kept in mind that this mode is preceded by waiting times which allow the Driver to carry out some operations in order to avoid the application of emergency braking. This procedure will only and exclusively take account of the performances which will be reached until the waiting times have elapsed.

Emergency brake requested by DSD ref. Proc.9.7

Data		08/11-10	-	08/11-10
Wheel diameter Ø	860			

Nominal values				
Initial Speed(Vnom)	Brake distance m			
Km/h	Ø	Ø	Ø	Ø
120	860	840	820	800
	473	466	458	448

Measured values						
Activated by	Gradient	Initial speed Vmes	Stopping distance		Brake duration [sec]	File Identif Number
		Km/h	Smes[m]	S _c [m]		
MIC	0.7	118.3	470	483.61	26.40	97120M19
M4C	1.337	119.5	395	401.82	22.70	97120M4

Acceptance criteria			
speed	Average S _c	Criteria	Expected brake distance (f) Ø+5%
120	442.714	≤	496.65



Mode

Condurre il mezzo su di uno declivio (5%) a velocità maggiore di 5 km/h e minore di 10 Km/h.
 Porre il master controller in IDLE e verificare che il veicolo si arresti.
 Settare il master controller in trazione e verificare che il veicolo riprenda la marcia senza dare luogo ad indietroggiamenti (no roll-back)

Move the vehicle up to a slope (5%) at a speed higher than 5 km/h and lower than 10 Km/h.
 Set the master controller to IDLE and check that the vehicle stops.
 Set the master controller to traction and check that the vehicle starts moving forwards again, with no roll back.

Reference procedure	Master controller	Expected value	Actual Value
9.8.2	IDLE position	Stopping	OK
9.8.2	Traction position	No roll-back	OK

Software revision list

Train computer	CCU	D5C0-33h
	RIO	D5R2-20e

BCU	DK14	114
------------	------	-----

Power pack	Engine controller	Software	1.5.6
		Dataset	156R208-01
	Trasmission	Software P1	V33-10
		Software P2	P2V33-7
		Dataset P1	1E43103 f. hex
		Dataset P2	2I433705- hex
	Intarder	Intarder ECU	/
Data set		6009371088	

IDU	23 89
------------	-------



Elenco strumenti di misura / Instruments of measure list

Tipo /Type	Serial number	End Validation of calibration
Notes		
Annexes -SEE ATTACHED GRAPHICS. - CD-ROM WITH RECORDING DATA.		
Open items list		

End results

Comply <input checked="" type="checkbox"/>	Completely executed <input checked="" type="checkbox"/>	Not comply <input type="checkbox"/>	Not Completely executed <input type="checkbox"/>
---	--	--	---

	Cognome e nome	Firma
AnsaldoBreda Checker	Heine Larsen	Heine Larsen
Customer inspector	<i>[Signature]</i>	DSB
Data/ date	09-11-2010	

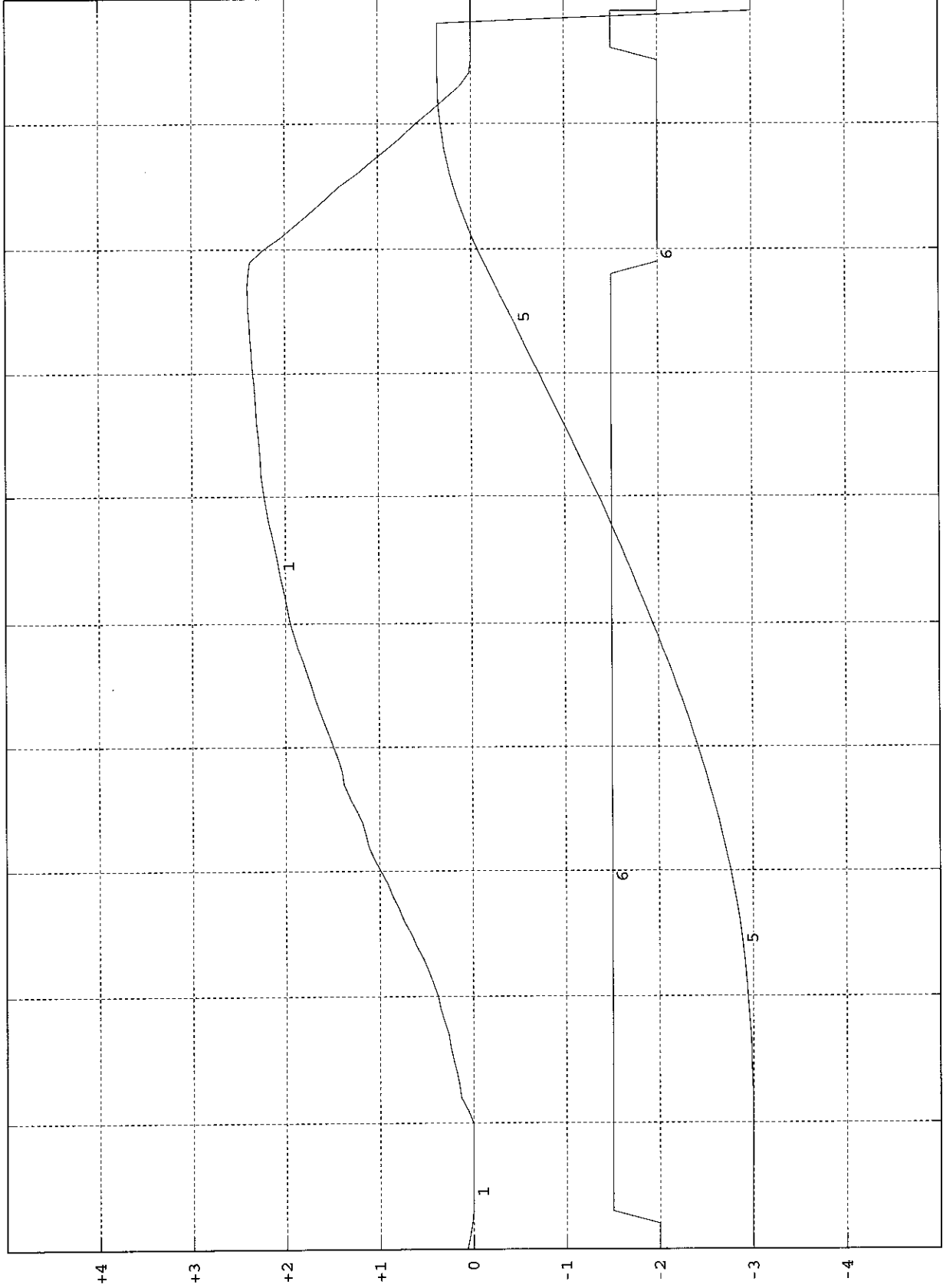
ANSALDO

1 - veh_speed
50/div
pos:0 ofs:0

5 - space
1000/div
pos:-3 ofs:0

6 - ccupa_di9_2
2/div
pos:-2 ofs:0
msk: 0x2

92120m1



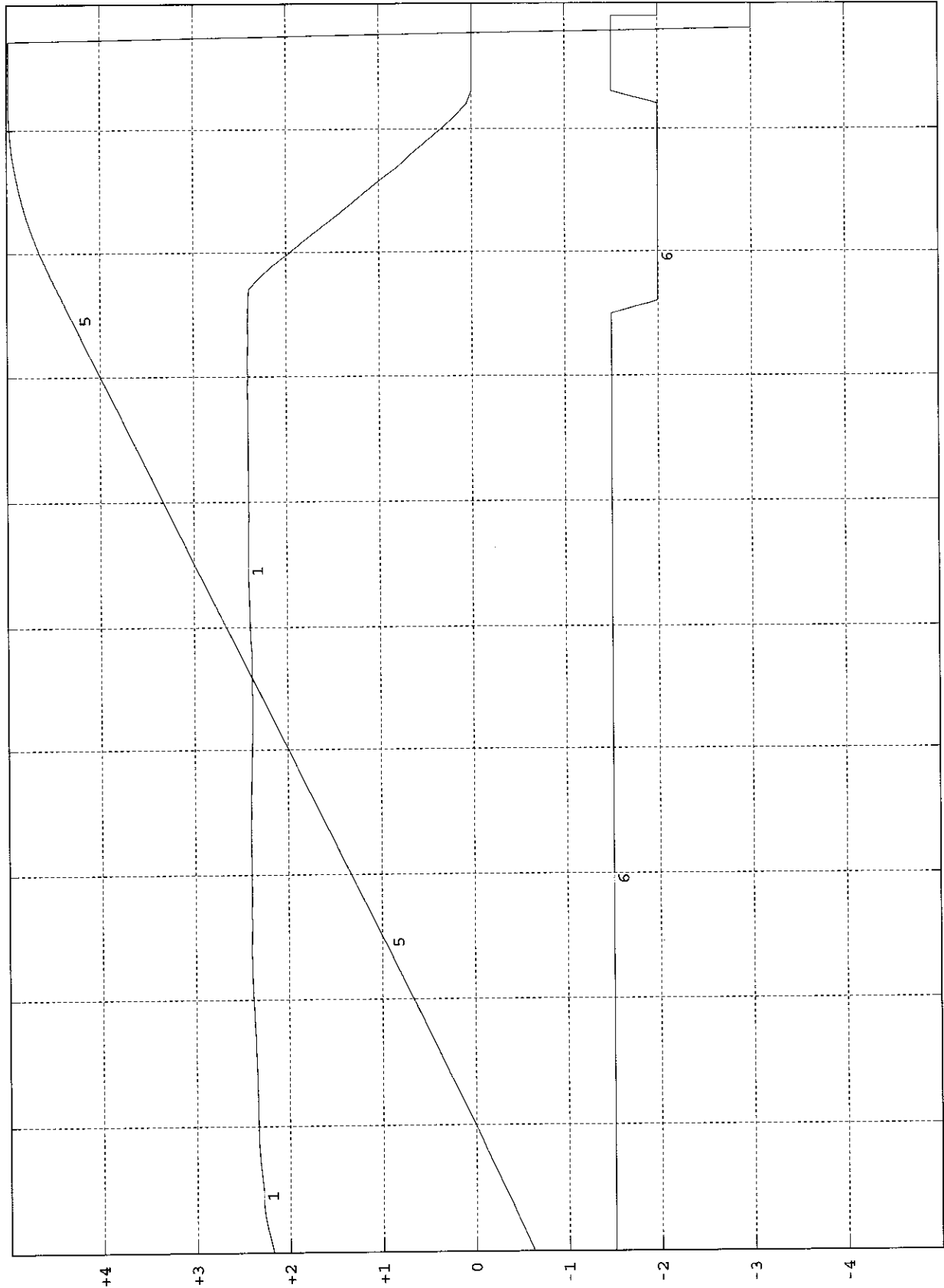
ANSALDO

1 - veh_speed
50/div
pos:0 ofs:0

5 - space
1000/div
pos:-3 ofs:0

6 - ccupa_di9_2
2/div
pos:-2 ofs:0
msk: 0x2

92120m4



ATRterm 4.2 Pro - 211EA23061B

20s/div
ts: 2000ms

Acquisition date: 08 nov 2010 - 17:10:44
Printing date: 26 nov 2010 - 19:22:30

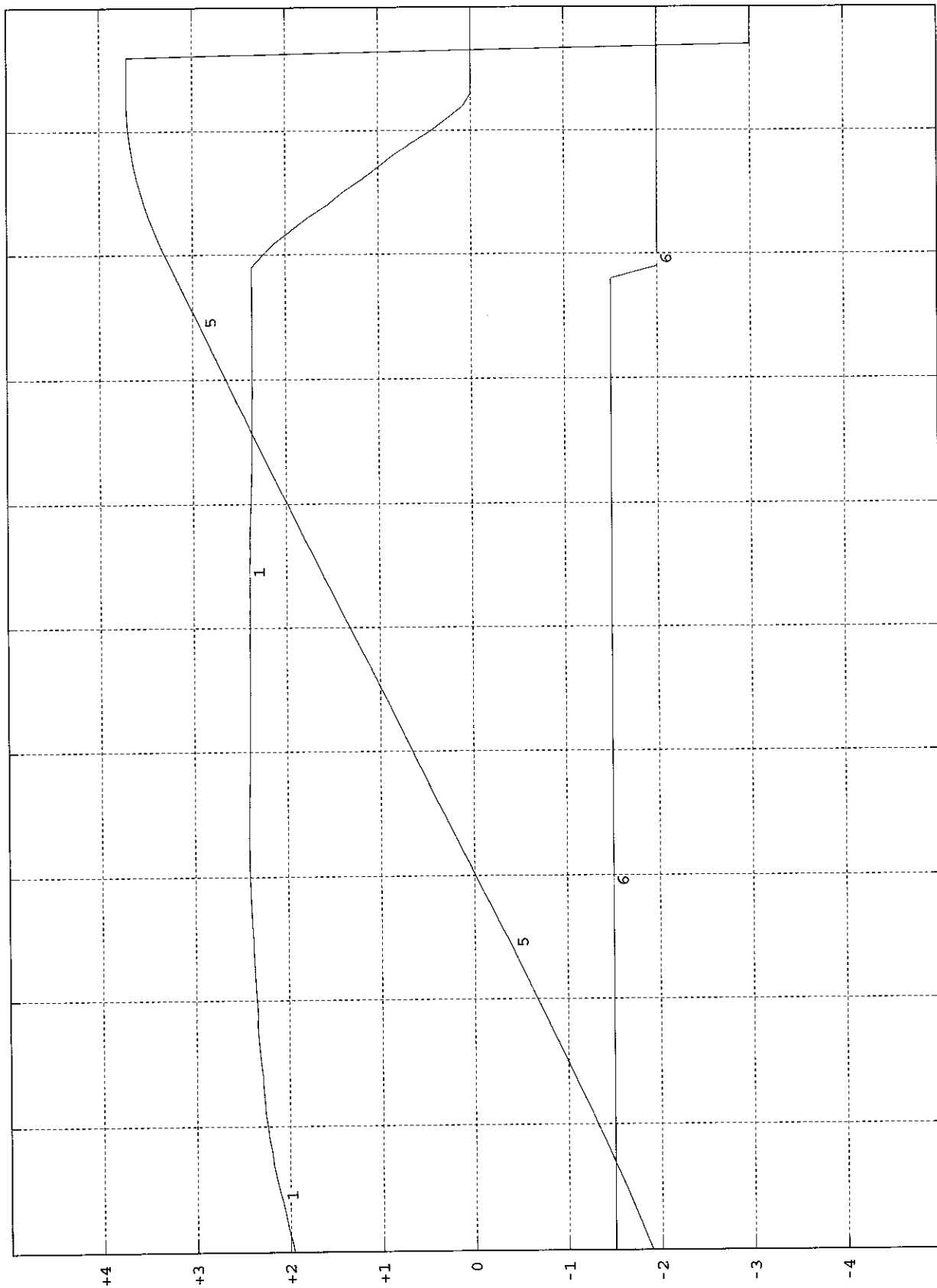
ANSALDO

1 - veh_speed
50/div
pos:0 ofs:0

5 - space
1000/div
pos:-3 ofs:0

6 - ccupa_di9_2
2/div
pos:-2 ofs:0
msk: 0x2

93120m1



ATRterm 4.2 Pro - 211E/A23061B

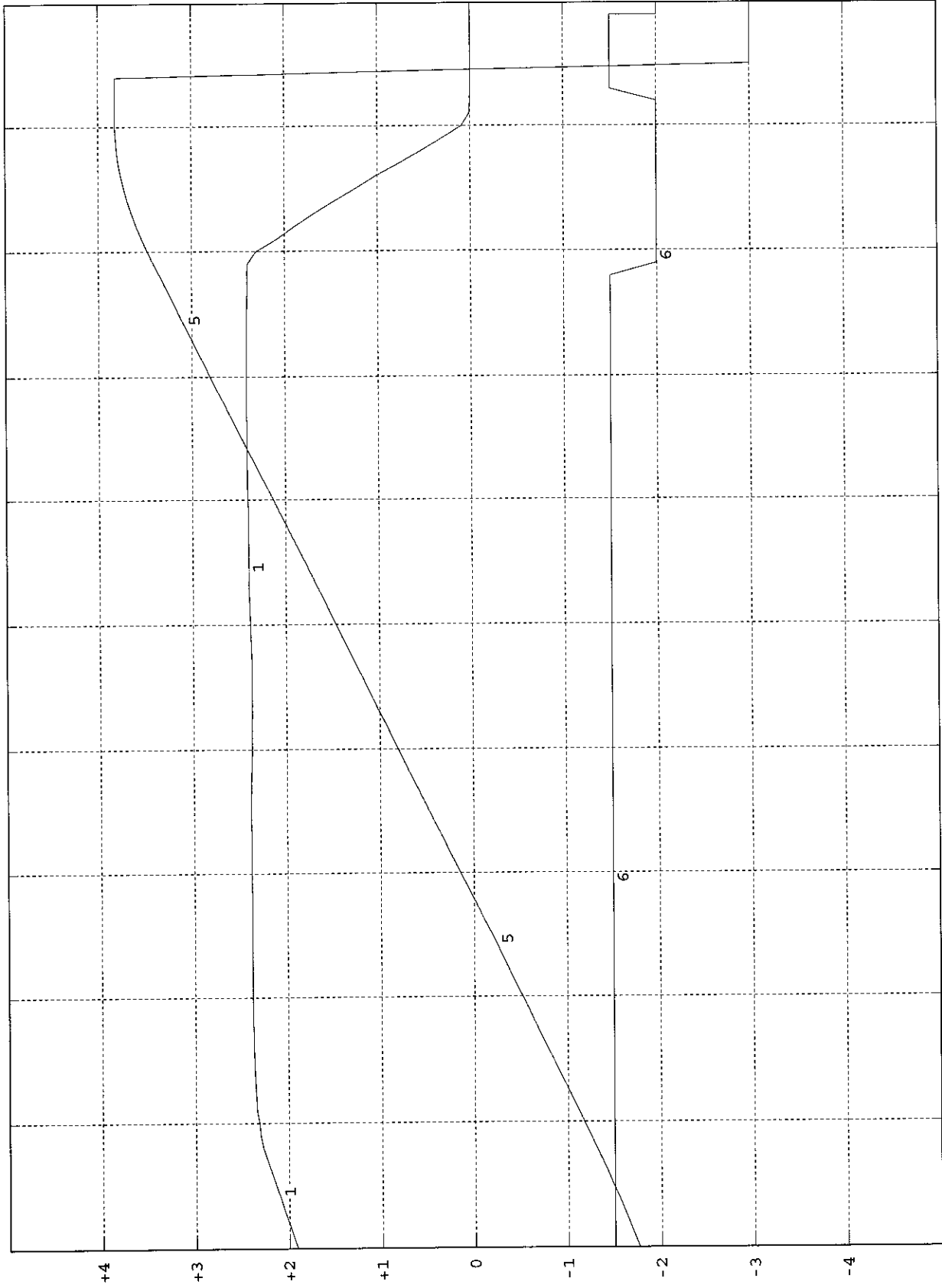
20s/div
ts: 2000ms

Acquisition date: 08 nov 2010 - 13:29:31
Printing date: 26 nov 2010 - 19:23:00

ANSALDO

93120m4

- 1 - veh_speed
50/div
pos:0 ofs:0
- 5 - space
1000/div
pos:-3 ofs:0
- 6 - ccupa_di9_2
2/div
pos:-2 ofs:0
msk: 0x2



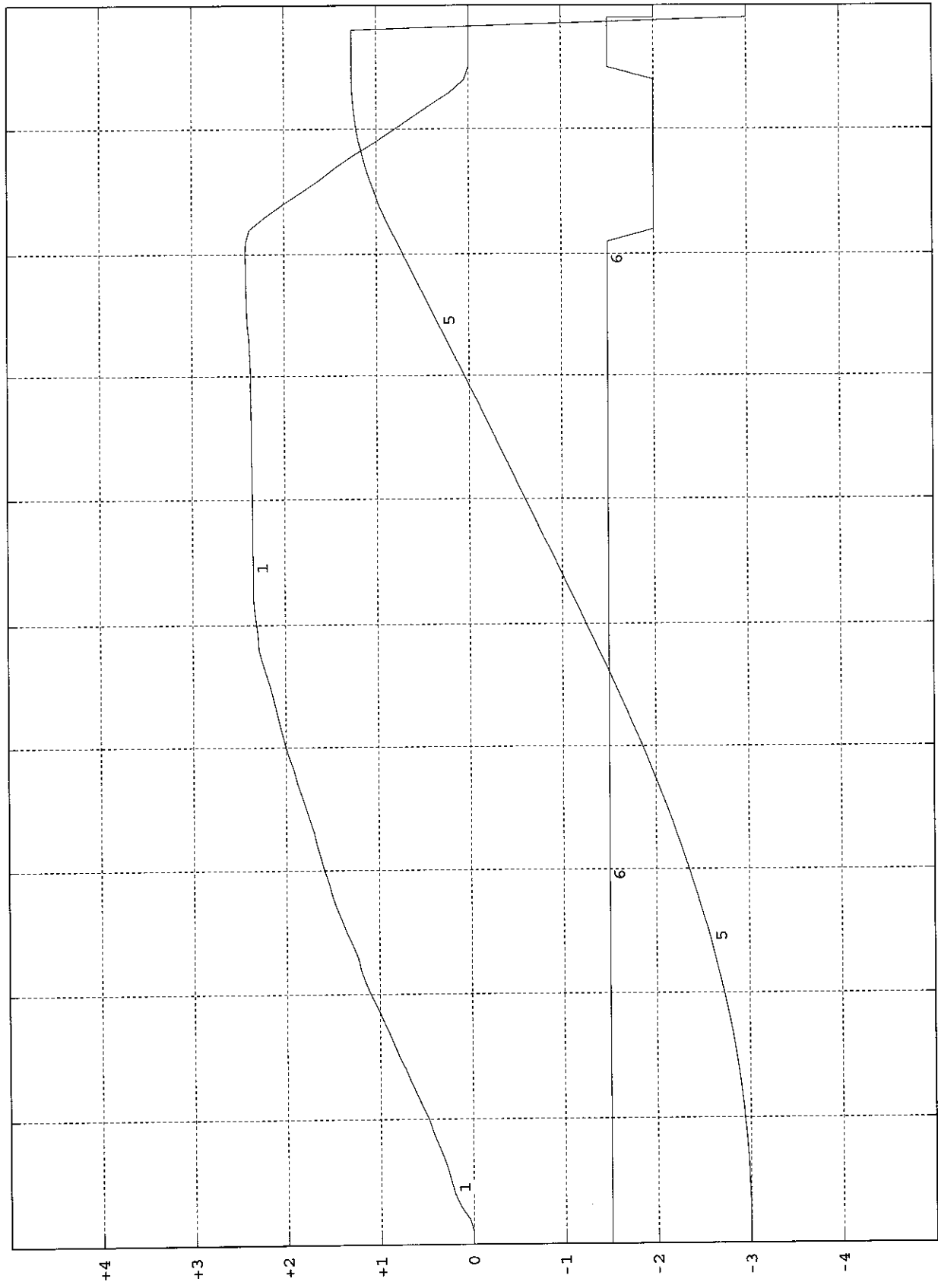
ANSALDO

1 - veh_speed
50/div
pos:0 ofs:0

5 - space
1000/div
pos:-3 ofs:0

6 - ccupa_di9_2
2/div
pos:-2 ofs:0
msk: 0x2

94120m1



ATRterm 4.2 Pro - 21IEA23061B

20s/div
ts: 2000ms

Acquisition date: 08 nov 2010 - 17:33:27
Printing date: 26 nov 2010 - 19:27:14

ANSALDO

1 - veh_speed
50/div
pos:0 ofs:0

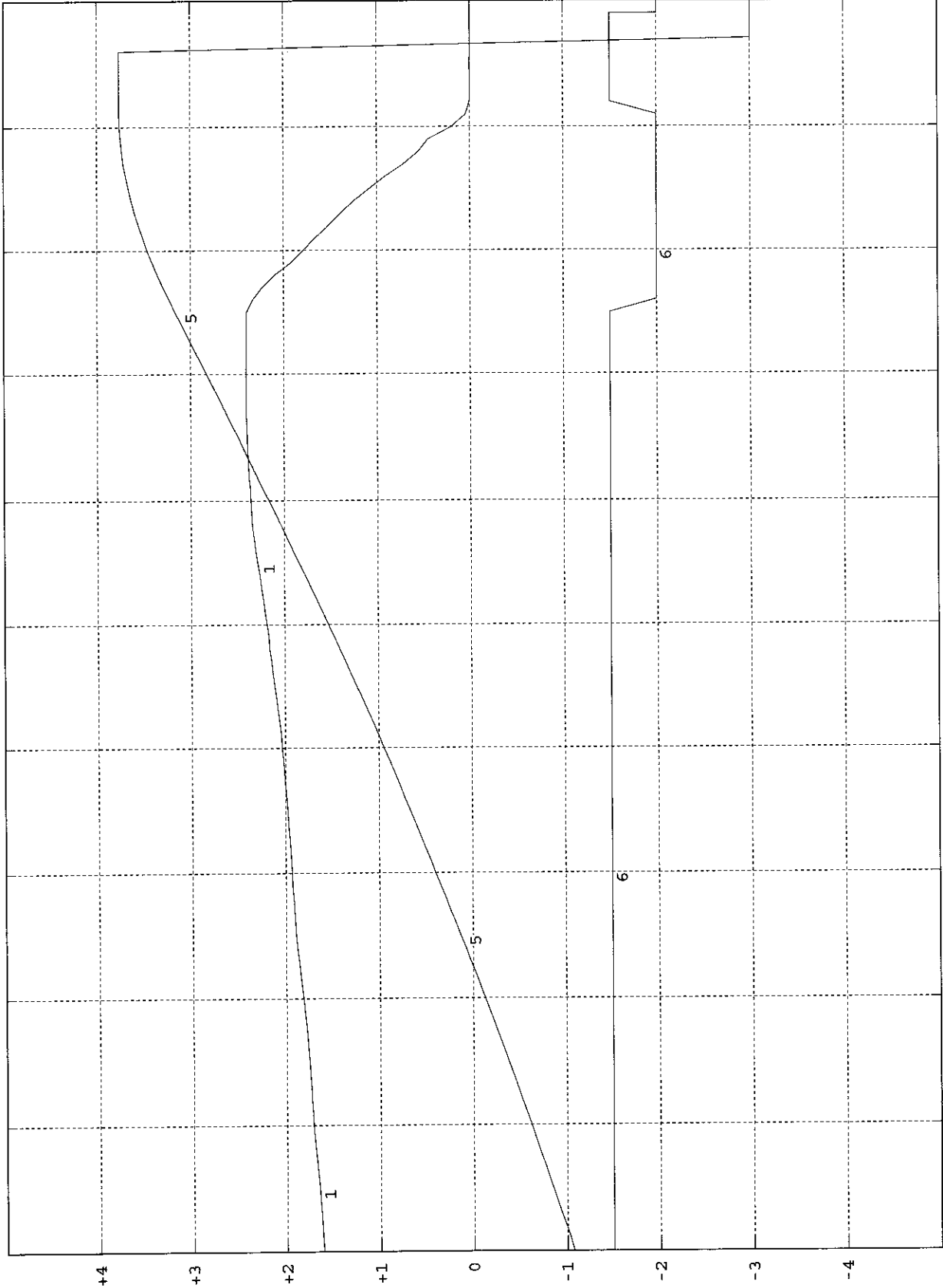
5 - space
1000/div
pos:-3 ofs:0

6 - ccupa_di9_2
2/div
pos:-2 ofs:0
msk: 0x2

(

94120m4a

(



ATRterm 4.2 Pro - 211E/A23061B

20S/div
ts: 2000ms

Acquisition date: 08 nov 2010 - 18:17:54

Printing date: 26 nov 2010 - 19:30:02

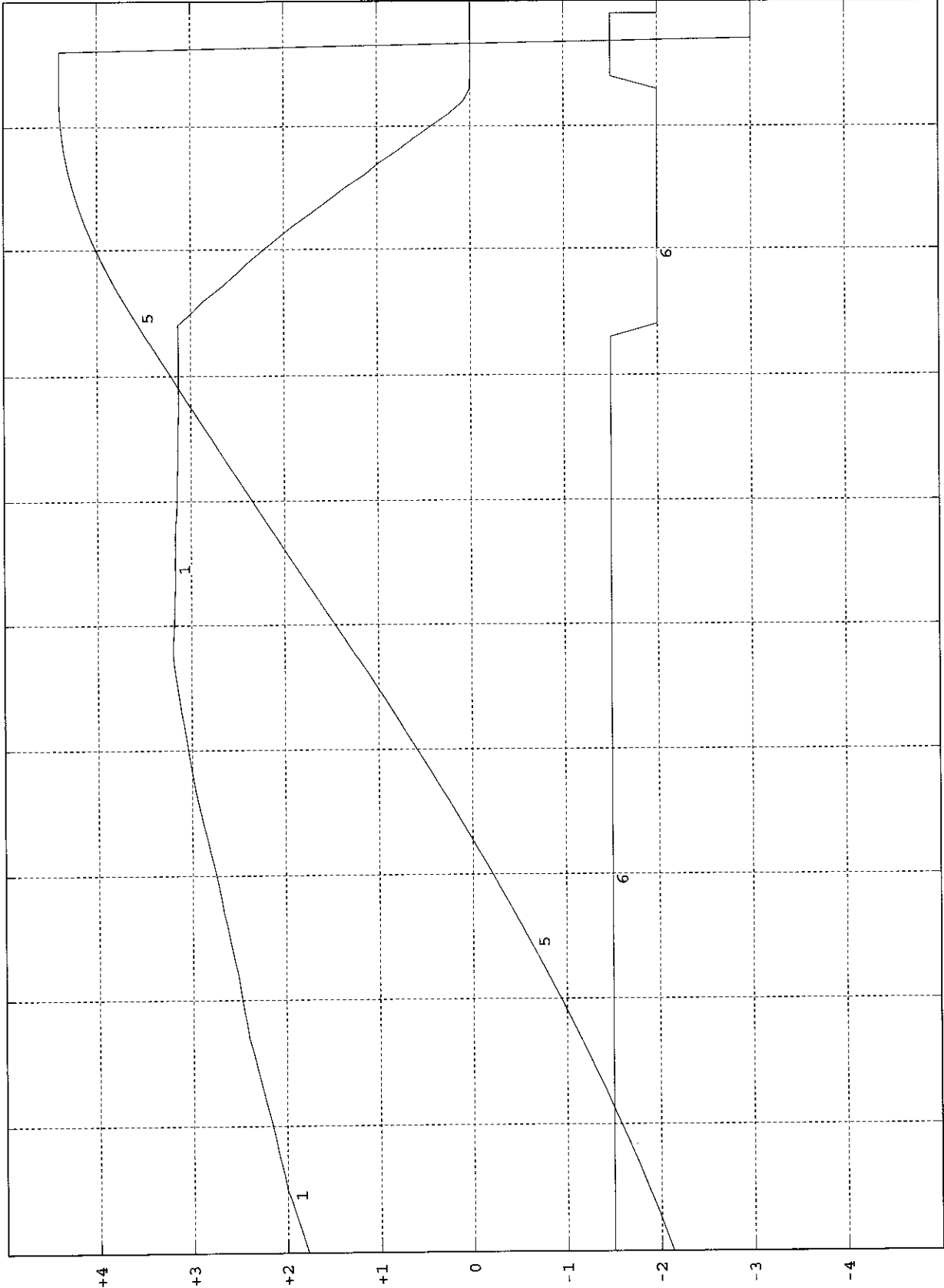
ANSALDO

1 - veh_speed
50/div
pos:0 ofs:0

5 - space
1000/div
pos:-3 ofs:0

6 - ccupa_di9_2
2/div
pos:-2 ofs:0
msk: 0x2

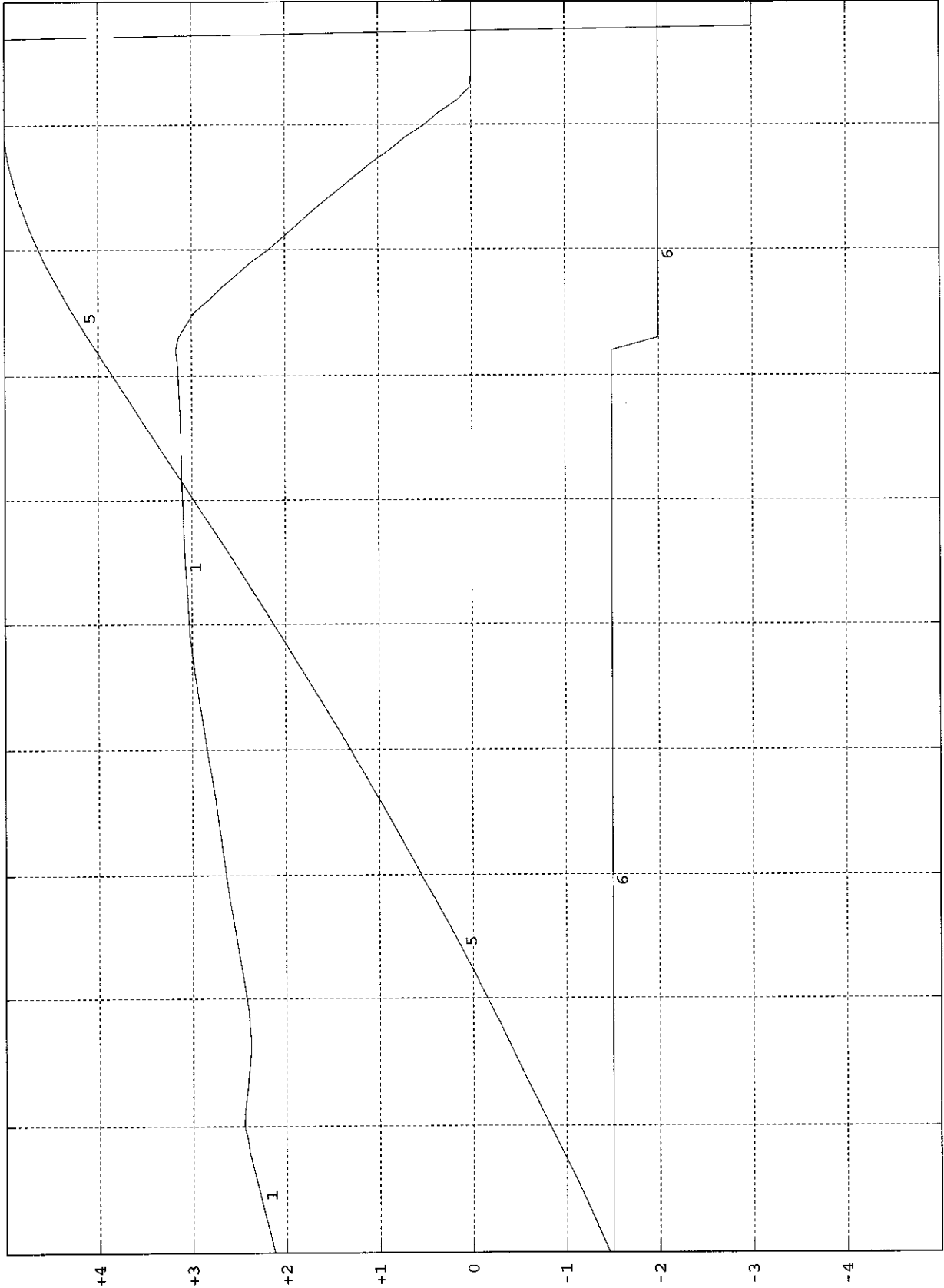
94160m1



ANSALDO

94160m4

- 1 - veh_speed
50/div
pos:0 ofs:0
- 5 - space
1000/div
pos:-3 ofs:0
- 6 - ccupa_di9_2
2/div
pos:-2 ofs:0
msk: 0x2



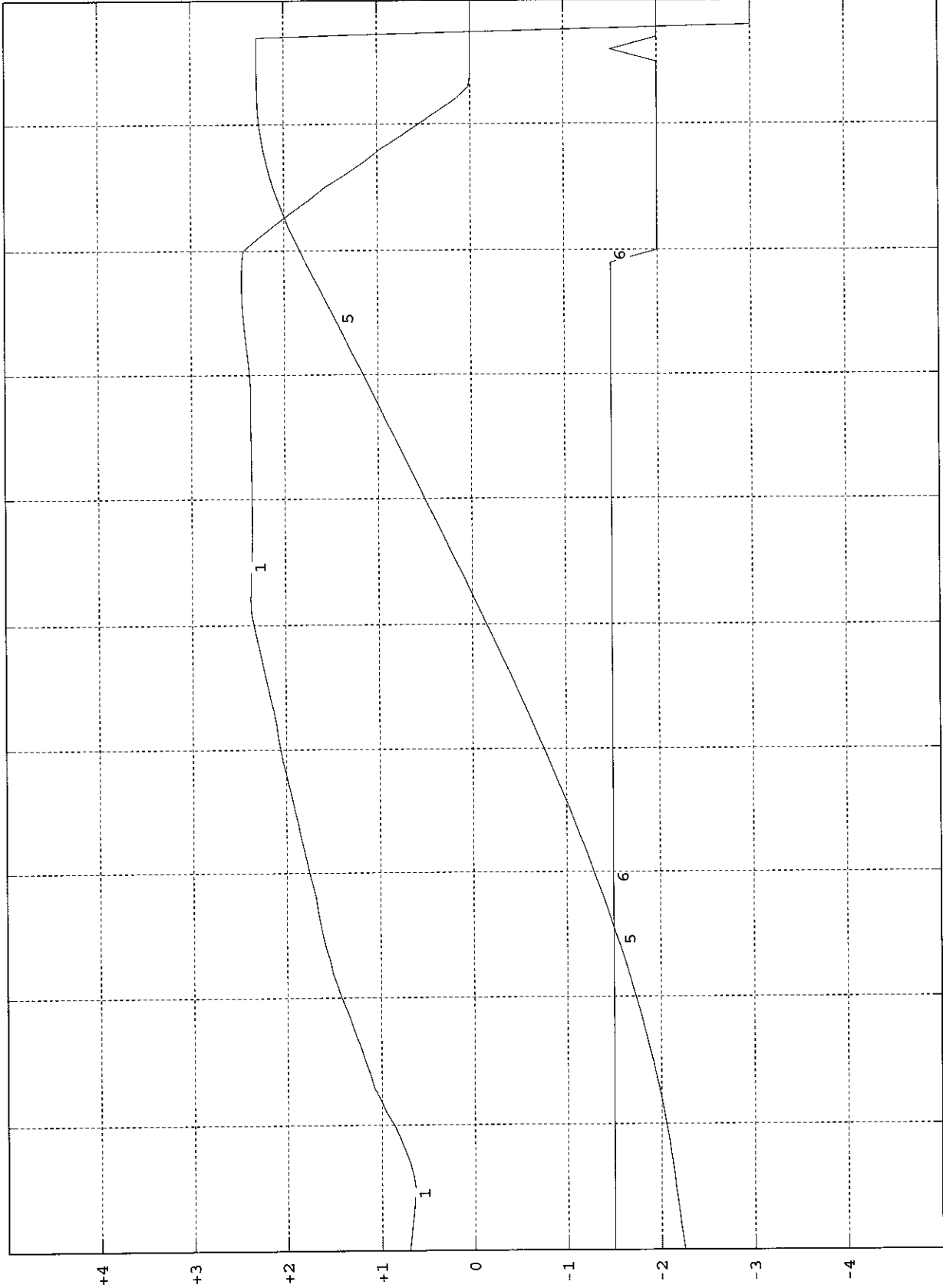
ANSALDO

1 - veh_speed
50/div
pos:0 ofs:0

5 - space
1000/div
pos:-3 ofs:0

6 - ccupa_di9_2
2/div
pos:-2 ofs:0
msk: 0x2

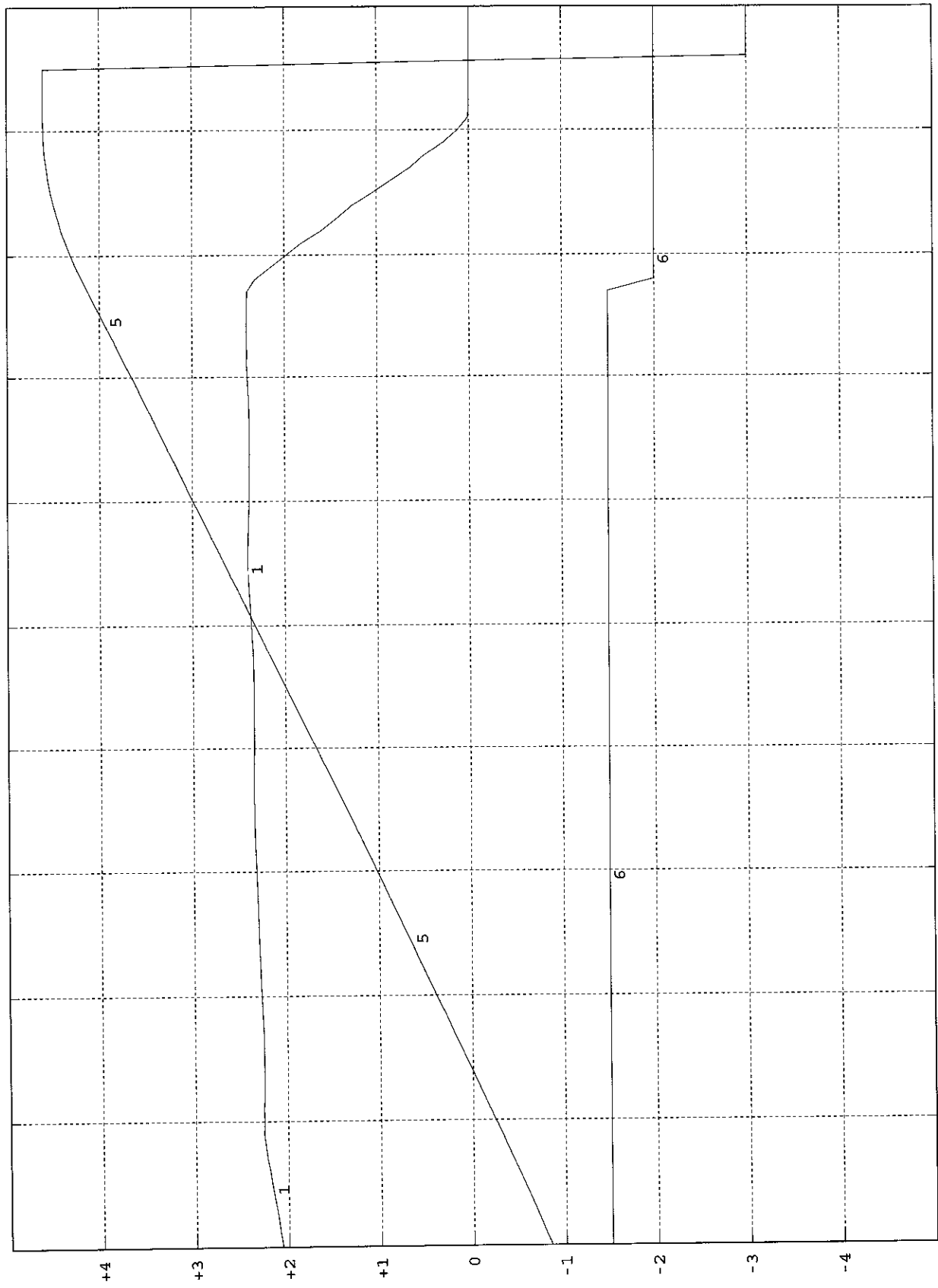
95120m1



ANSALDO

95120m4

- 1 - veh_speed
50/div
pos:0 ofs:0
- 5 - space
1000/div
pos:-3 ofs:0
- 6 - ccupa_di9_2
2/div
pos:-2 ofs:0
msk: 0x2



ATRterm 4.2 Pro - 211EA23061B

20s/div
ts: 2000ms

Acquisition date: 08 nov 2010 - 21:03:03
Printing date: 26 nov 2010 - 20:10:50

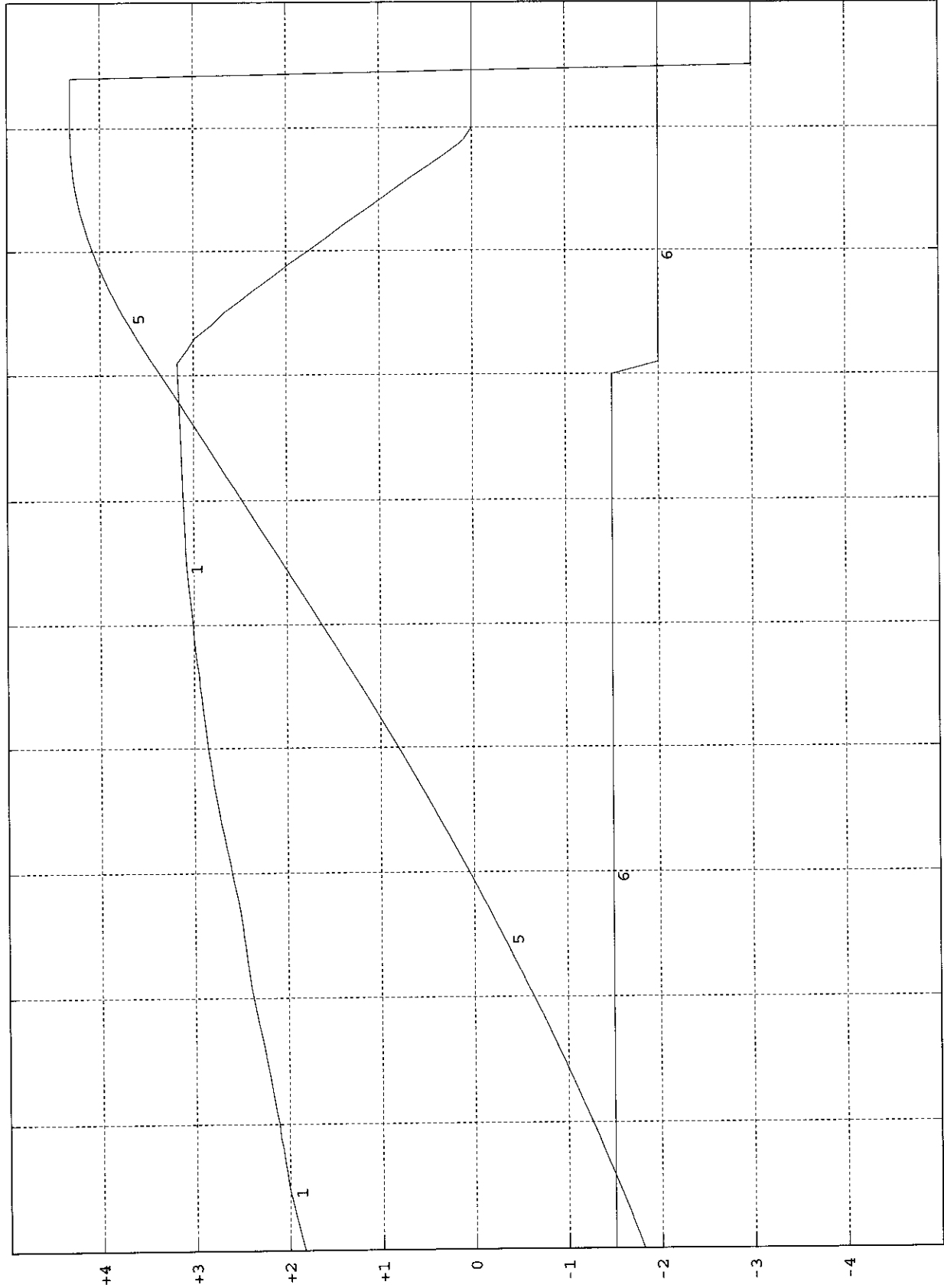
ANSALDO

95160am1

1 - veh_speed
50/div
pos:0 ofs:0

5 - space
1000/div
pos:-3 ofs:0

6 - ccupa_di9_2
2/div
pos:-2 ofs:0
msk: 0x2



ATTerm 4.2 Pro - 211EA23061B

20s/div
ts: 2000ms

Acquisition date: 08 nov 2010 - 20:23:50
Printing date: 26 nov 2010 - 20:11:13

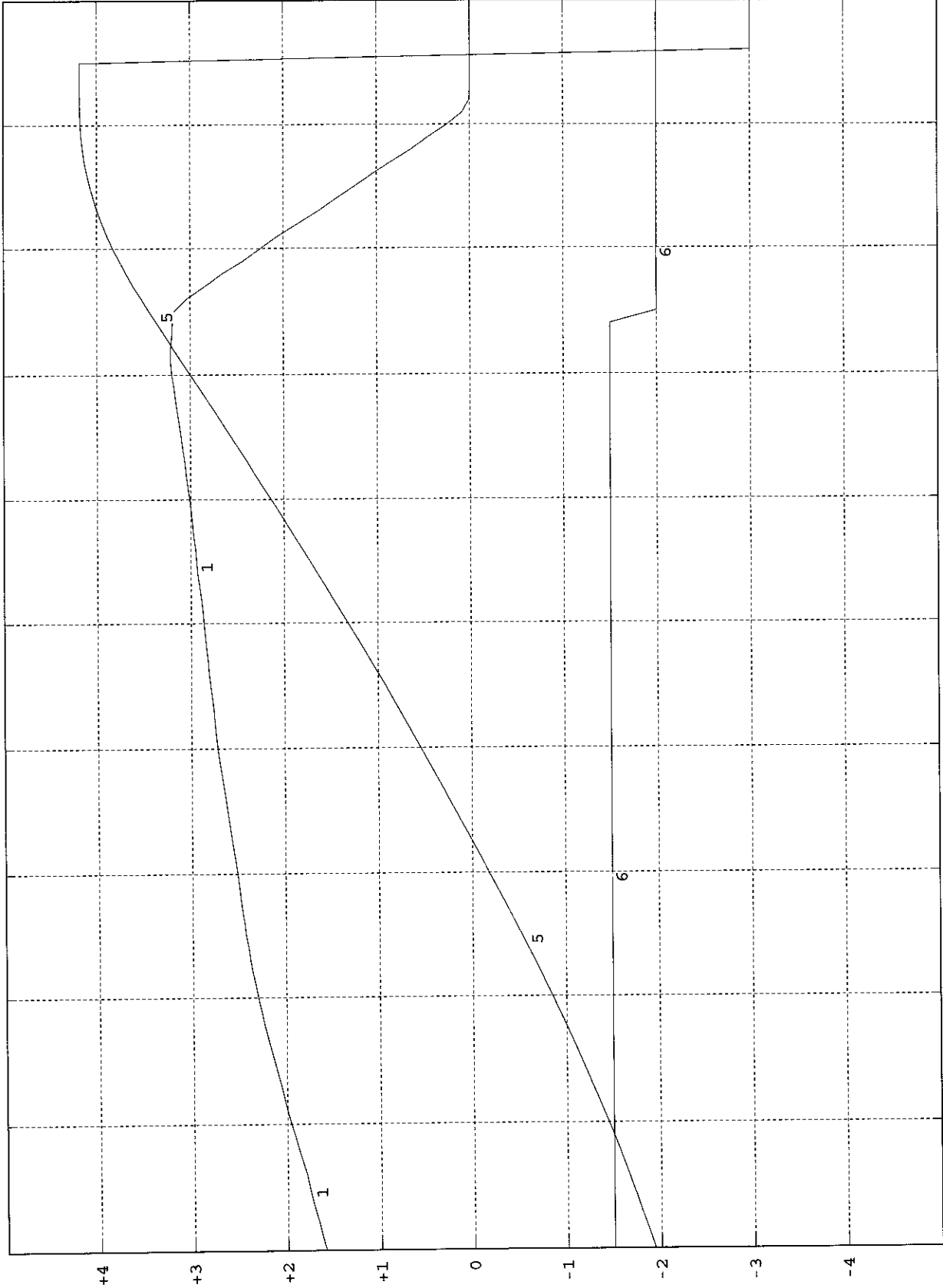
ANSALDO

1 - veh_speed
50/div
pos:0 ofs:0

5 - space
1000/div
pos:-3 ofs:0

6 - ccupa_di9_2
2/div
pos:-2 ofs:0
msk: 0x2

95160am4



ATRterm 4.2 Pro - 211EA23061B

20s/div
ts: 2000ms

Acquisition date: 08 nov 2010 - 21:08:37
Printing date: 26 nov 2010 - 20:11:36

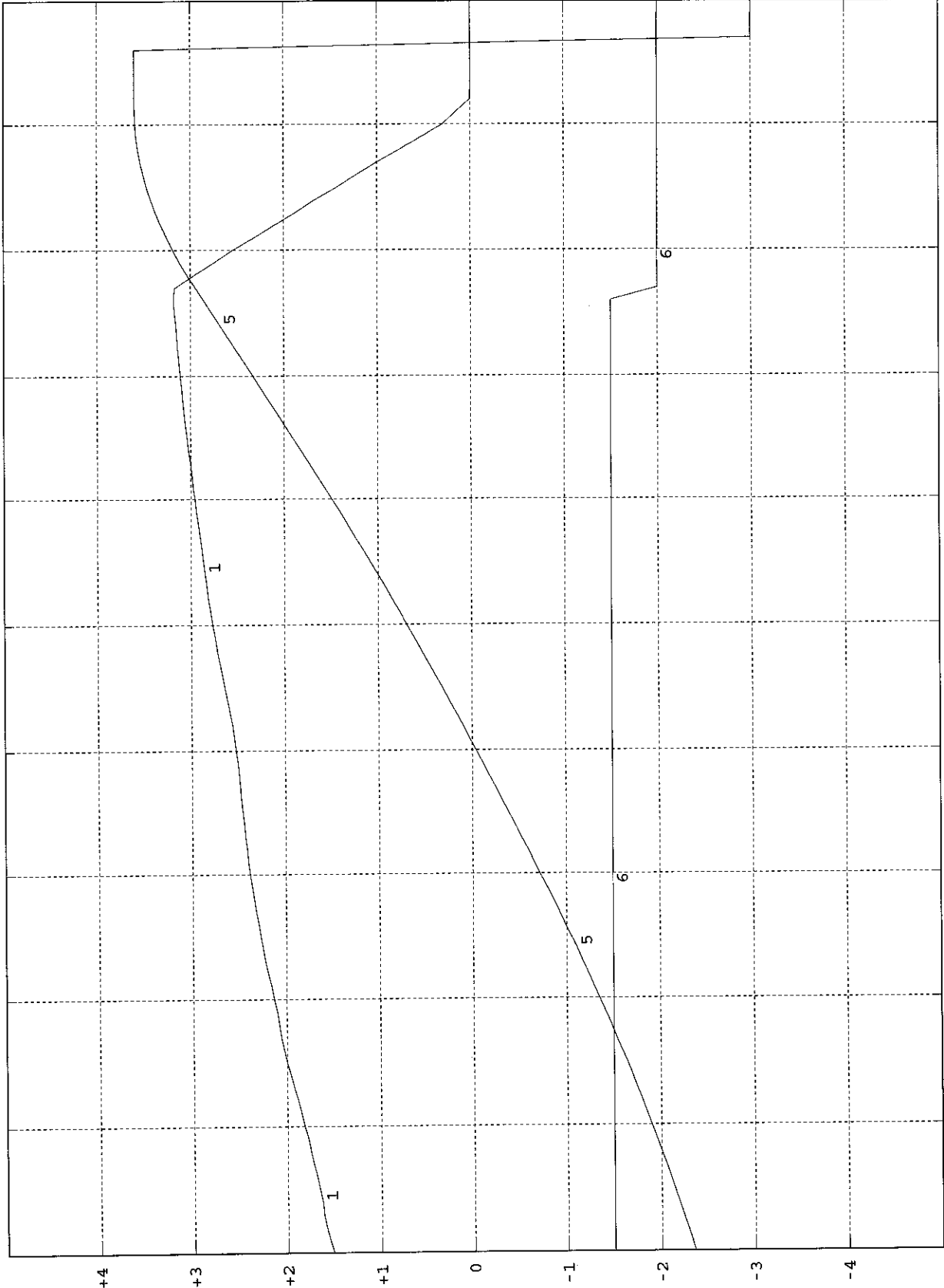
ANSALDO

1 - veh_speed
50/div
pos: 0 ofs: 0

5 - space
1000/div
pos: -3 ofs: 0

6 - ccupa_di9_2
2/div
pos: -2 ofs: 0
msk: 0x2

96160m1



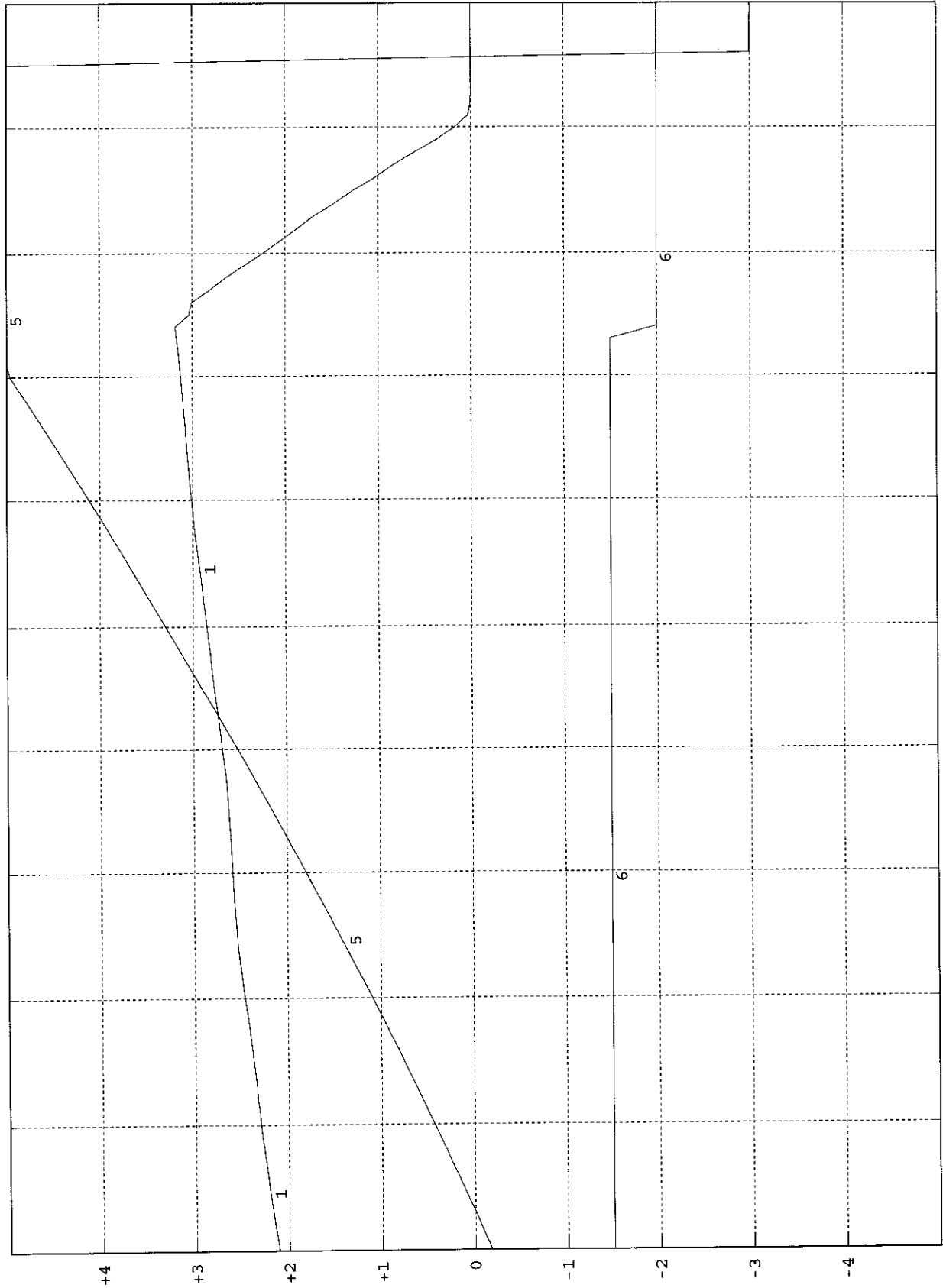
ANSALDO

1 - veh_speed
50/div
pos:0 ofs:0

5 - space
1000/div
pos:-3 ofs:0

6 - ccupa_di9_2
2/div
pos:-2 ofs:0
msk: 0x2

96160m4



ATRterm 4.2 Pro - 211EA23061B

20s/div
ts: 2000ms

Acquisition date: 08 nov 2010 - 22:17:09
Printing date: 26 nov 2010 - 20:14:46

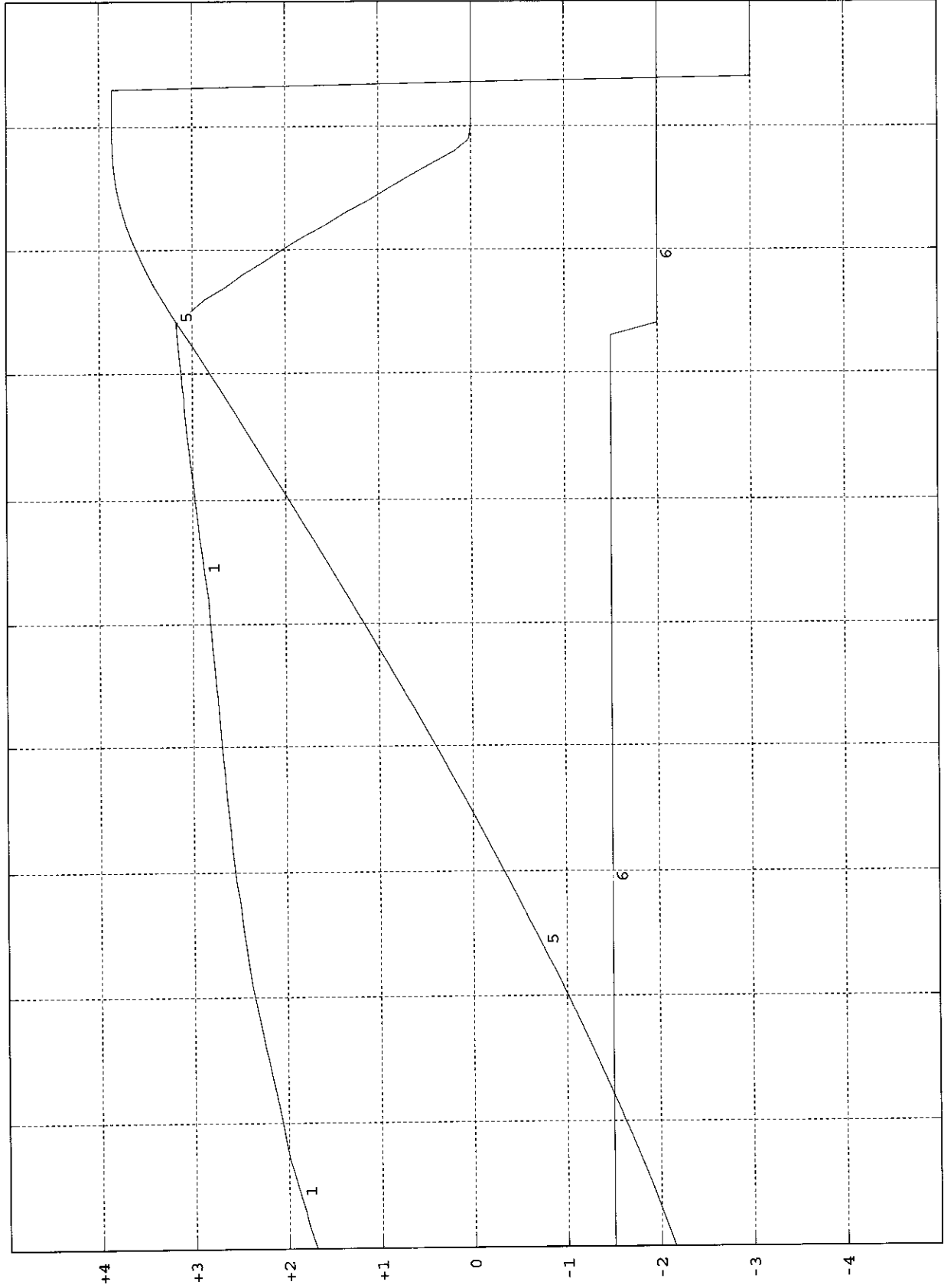
ANSALDO

96160am1

1 - veh_speed
50/div
pos:0 ofs:0

5 - space
1000/div
pos:-3 ofs:0

6 - ccupa_di9_2
2/div
pos:-2 ofs:0
msk: 0x2



ATRterm 4.2 Pro - 211EA23061B

20s/div
ts: 2000ms

Acquisition date: 08 nov 2010 - 21:38:17
Printing date: 26 nov 2010 - 20:15:04

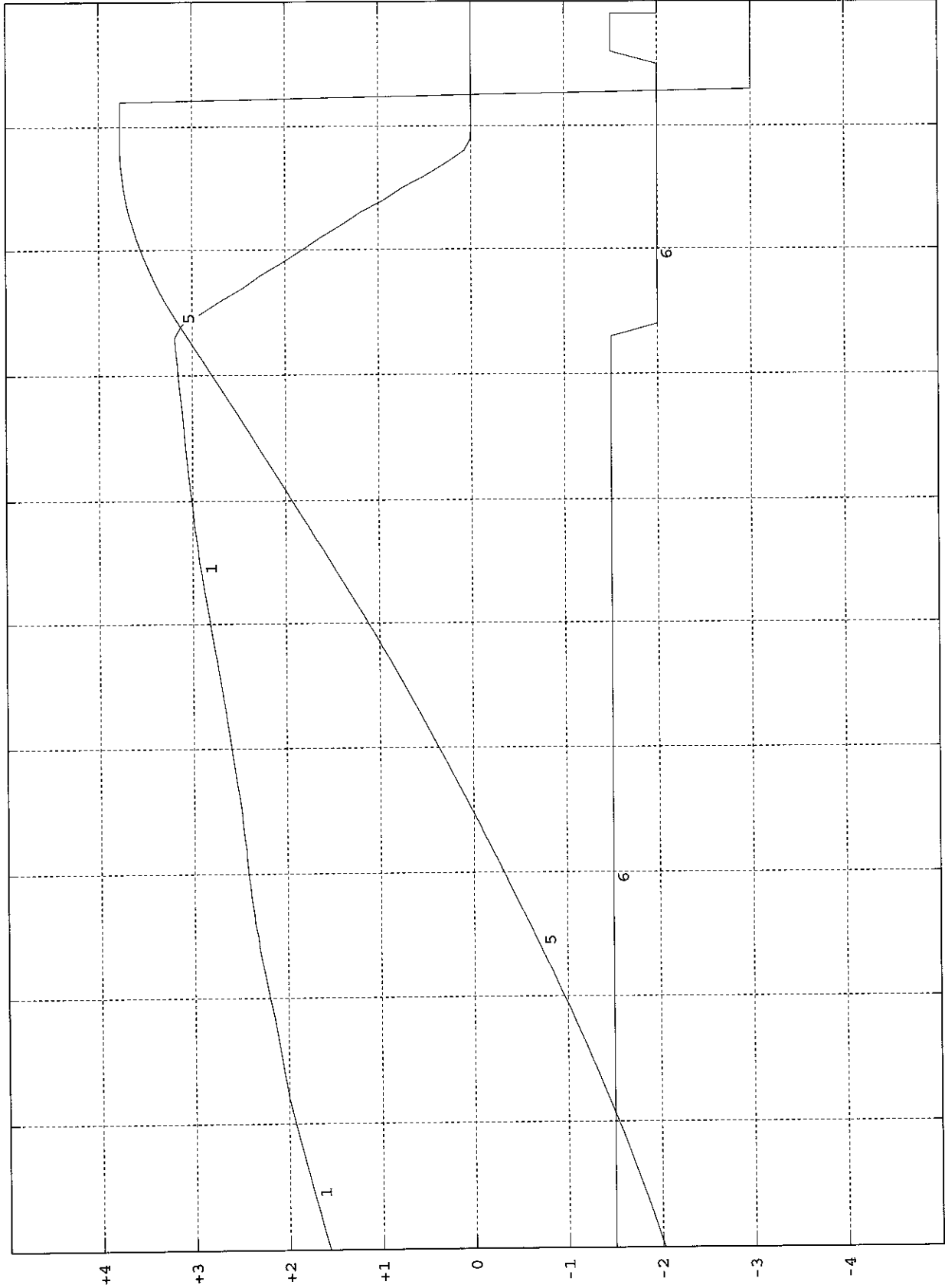
ANSALDO

96160am4

1 - veh_speed
50/div
pos:0 ofs:0

5 - space
1000/div
pos:-3 ofs:0

6 - ccupa_di9_2
2/div
pos:-2 ofs:0
msk: 0x2



ATRterm 4.2 Pro - 211E/A23061B

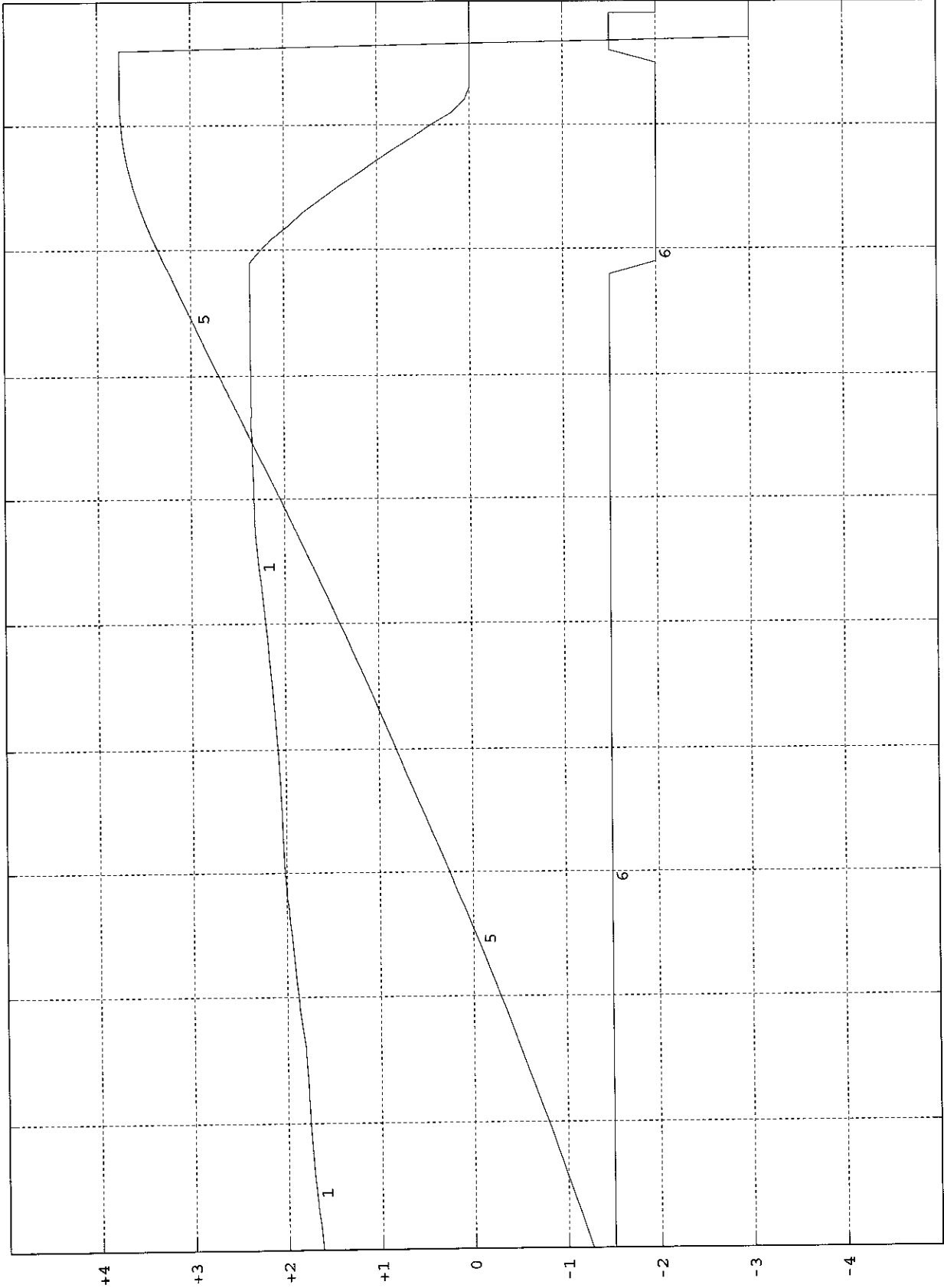
20s/div
ts: 2000ms

Acquisition date: 08 nov 2010 - 22:29:17
Printing date: 26 nov 2010 - 20:15:50

ANSALDO

97120mla

- 1 - veh_speed
50/div
pos:0 ofs:0
- 5 - space
1000/div
pos:-3 ofs:0
- 6 - ccupa_di9_2
2/div
pos:-2 ofs:0
msk: 0x2



ATIRterm 4.2 Pro - 211EA23061B

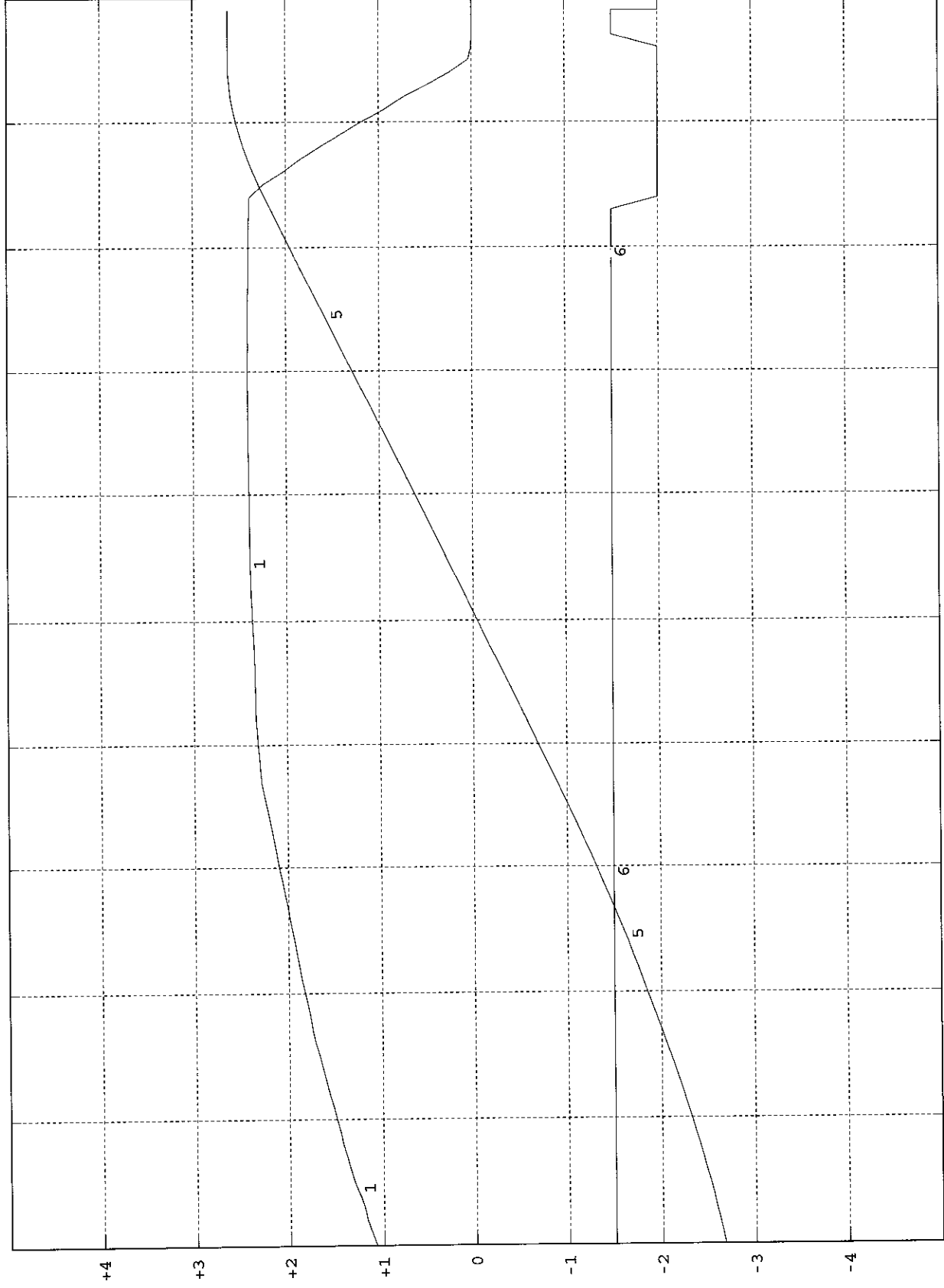
20s/div
ts: 2000ms

Acquisition date: 08 nov 2010 - 16:31:12
Printing date: 26 nov 2010 - 20:16:27

1 - veh_speed
50/div
pos:0 ofs:0

5 - space
1000/div
pos:-3 ofs:0

6 - ccupa_di9_2
2/div
pos:-2 ofs:0
msk: 0x2



Bilag 2.11
 Havarikommissionen
 611-2011-23

DMU - ICA



DSAT 21

REPORT DI PROVA DI TIPO VEICOLO
 VEHICLE TYPE TEST REPORT

**DYNAMIC PERFORMANCE
 TEST: WHEEL SLIDE PROTECTION
 SYSTEM
 TEST REPORT**

PROCEDURA rev.3 PROCEDURE			
DATA/DATE	DATA/DATE	DATA/DATE	DATA/DATE
M1C	T2HK	T3	M4C
N°TELAIO AA01KVZ/01/B UNDERFRAME No.	N°TELAIO AA01KWZ/01/B UNDERFRAME No.	N°TELAIO AA01KW1/01/B UNDERFRAME No.	N°TELAIO AA01KVZ/02/B UNDERFRAME No.

Train Set N°1

According test procedure DSAT21 rev. 3

Data

Wheel diameter (Ø)	840
Weight=163042 kg	
Rotating mass=11708 kg	
Weather condition	Changing
Location of the test Line from km 83,8 to km 93,0	
Environmental temperature[°C]	From -4°C to 1°C
Wind speed	Changing

Brake distance

Braking Mode	Nominal brake distance [i=0; speed 120km/h)			
	Ø	Ø	Ø	Ø
	860	840	820	800
Maximum service brake	728	715	701	688
Emergency w/o MTB	678	664	651	638
Safety (w/o MTB and w/o EP)	678	664	651	638

Table of results procedure reference 7.4

Manned cab.	Braking type	speed		7.4.1		7.4.2		7.4.3		7.4.4.1		7.4.5		7.4.6		File names and ID record
		Exp. value	Act. value	Exp. value	Act. value	Exp. value	Act. Value	Exp. value	Act. value	Tsd	Sc	Exp. value	Act. value	Exp. value	Act. value	
M1	Maximum service brake	120±3	119,91	0,08≥τ _a ≥0,05	0,046	≥35%	OK	OK	OK	715,0 ≥	665,06	≤2,5	OK	85%	93,9%	16mar08
M1	Maximum service brake	120±3	118,29	0,08≥τ _a ≥0,05	0,060	≥35%	OK	OK	OK	715,0 ≥	643,53	≤2,5	OK	85%	93,1%	16mar10
M4	Maximum service brake	120±3	113,73	0,08≥τ _a ≥0,05	0,069	≥35%	OK	OK	OK	715,0 ≥	654,61	≤2,5	OK	85%	89,9%	31mar02
M4	Maximum service brake	120±3	120,66	0,08≥τ _a ≥0,05	0,051	≥35%	OK	OK	OK	715,0 ≥	689,97	≤2,5	OK	85%	93,2%	31mar10
M1	Maximum service brake without HD	120±3	120,59	0,08≥τ _a ≥0,05	0,054	≥35%	OK	OK	OK	715,0 ≥	637,28	≤2,5	OK	85%	92,1%	16mar12
M1	Maximum service brake without HD	120±3	118,91	0,08≥τ _a ≥0,05	0,049	≥35%	OK	OK	OK	715,0 ≥	681,44	≤2,5	OK	85%	93,4%	16mar14
M4	Maximum service brake without HD	120±3	120,90	0,08≥τ _a ≥0,05	0,046	≥35%	OK	OK	OK	715,0 ≥	598,77	≤2,5	OK	85%	96,3%	16mar15
M4	Maximum service brake without HD	120±3	121,45	0,08≥τ _a ≥0,05	0,076	≥35%	OK	OK	OK	715,0 ≥	638,64	≤2,5	OK	85%	90,5%	16mar16
M1	Emergency brake activated by master controller	120±3	120,55	0,08≥τ _a ≥0,05	0,054	≥35%	OK	OK	OK	663,0 ≥	570,97	≤2,5	OK	85%	92,6%	16mar17

Manned cab.	Braking type	speed		7.4.1		7.4.2		7.4.3		7.4.4.1		7.4.5		7.4.6		File names and ID record
		Exp. value	Act. value	Exp. value	Act. value	Exp. value	Act. Value	Exp. value	Act. value	Tsd	Sc	Exp. value	Act. value	Exp. value	Act. value	
M4	Emergency brakeactivated by master controller	120±3	121,25	$0,08 \geq \tau_a \geq 0,05$	0,077	$\geq 35\%$	OK	OK	OK	$663,0 \geq$	$562,90$	$\leq 2,5$	OK	85%	94,4%	16mar18
M1	Emergency brakeactivated by master controller	120±3	120,09	$0,08 \geq \tau_a \geq 0,05$	0,064	$\geq 35\%$	OK	OK	OK	$663,0 \geq$	$554,90$	$\leq 2,5$	OK	85%	95,6%	16mar19
M4	Emergency brakeactivated by master controller	120±3	121,76	$0,08 \geq \tau_a \geq 0,05$	0,058	$\geq 35\%$	OK	OK	OK	$663,0 \geq$	$587,47$	$\leq 2,5$	OK	85%	92,0%	31mar08
M1	Safety brake	120±3	121,28	$0,08 \geq \tau_a \geq 0,05$	0,070	$\geq 35\%$	OK	OK	OK	$663,0 \geq$	$614,31$	$\leq 2,5$	OK	85%	91,0%	01apr12
M1	Safety brake	120±3	117,33	$0,08 \geq \tau_a \geq 0,05$	0,078	$\geq 35\%$	OK	OK	OK	$663,0 \geq$	$572,87$	$\leq 2,5$	OK	85%	95,1%	01apr16
M4	Safety brake	120±3	121,45	$0,08 \geq \tau_a \geq 0,05$	0,077	$\geq 35\%$	OK	OK	OK	$663,0 \geq$	$560,95$	$\leq 2,5$	OK	85%	92,7%	01apr17
M4	Safety brake	120±3	119,59	$0,08 \geq \tau_a \geq 0,05$	0,076	$\geq 35\%$	OK	OK	OK	$663,0 \geq$	$614,81$	$\leq 2,5$	OK	85%	93,0%	01apr18

Software revision list

Train computer	CCU	D1_C0_06v
	RIO	D1_R2_04f

BCU	B801
-----	------

WSP	DK13
-----	------

Power pack	Engine controller	Software	1.5.1
		Dataset	151br10
	Trasmission	Software P1	V31.13m
		Software P2	V31.13k
		Dataset P1	1I413m19.hex
		Dataset P2	2I413k18.hex
	Intarder	Intarder ECU	031205.eol
Data set		031205.eol	

IDU	RIL06
-----	-------

HVAC pas. Area	1.8
----------------	-----

HVAC Driver's cab	2.1
-------------------	-----

Equipment List		
Type	S/N	Calibration

Track condition		
Dry <input checked="" type="checkbox"/>	Wet <input type="checkbox"/>	Iced <input type="checkbox"/>

END RESULT	
Comply <input checked="" type="checkbox"/>	Not Comply <input type="checkbox"/>



UTQ – P/N AA02JEA Rev. 0
DSAT 21 – DYNAMIC PERFORMANCE
TEST: WHEEL SLIDE PROTECTION
SYSTEM
TEST REPORT

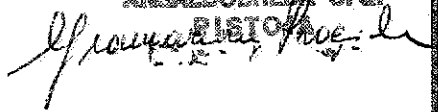
Pagina/Page 6
di/of 6

NOTE

OPEN ITEMS LIST

Annexes List

- 1 chart showing conditions, results and data filename of all the runs;
- 3 charts showing the daily test activities, signed by the DSB representative;
- 1 chart for each run showing the train deceleration curve as measured by the inertial accelerometer, the speed and distance curves as measured by the optical sensor, the brake line and the slide flags (18 pages);
- 1 chart for each run reproducing the pipe pressures as measured by the DASH18 recorder (18 pages);
- 1 chart for each run reproducing the significant data measured by the BCU (18 pages);
- 1 chart for each run showing the deceleration curve and the peak deceleration, for the antislid efficiency calculation (18 pages);
- for each run at least 5 charts showing the train speed, BCU reference speed and single axle speed. These charts show that the minimum sliding requirement is met for each run (97 pages).

	NAME	SIGNATURE
Ansaldobreda Tester	PROCIDA GIANCARMINE	
Customer's inspector		

DATE

Table of results Procedure reference chapter 9

Manned cab.	Braking type	speed		Adhesion		Minimum slide	Max. speed dfference	Stopping distance	Pressure drop	Utilisation of available adhesion	File names and ID record
		Exp. value	Act. value	Exp. value	Act. value						
M1	Emergency brake with magnetic trake brake	120±3	119,39	$0,08 \geq \tau_a \geq 0,05$	0,069	OK	OK	486,52	OK	96,6	16mar21
M4	Emergency brake with magnetic trake brake	120±3	119,05	$0,08 \geq \tau_a \geq 0,05$	0,058	OK	OK	544,51	OK	92,1	31mar11


WSP performance runs for DSAT21 on 16 March 2005

Filename (.txt)	Test type	Track condition	Manned cabin	V_{mes} Initial measured speed (km/h)	S_{mes} Measured stopping distance (m)	S_c Stopping distance correction (m)	Stopping distance target (m)	Distance increase (%)	T_a Adhesion	Average deceleration (m/s ²)
16mar08	Max Service Brake	soap	M1	119,91	664,06	665,06	572,00	16,27	0,046	0,84
16mar10	Max Service Brake	soap	M1	118,29	625,32	643,53	572,00	12,51	0,060	0,86
16mar12	Max Service no HD	soap	M1	120,59	643,56	637,28	572,00	11,41	0,054	0,87
16mar14	Max Service no HD	soap	M1	118,91	669,12	681,44	572,00	19,13	0,049	0,82
16mar15	Max Service no HD	soap	M1	120,90	607,79	598,77	572,00	4,68	0,046	0,93
16mar16	Max Service no HD	soap	M4	121,45	654,17	638,64	572,00	11,65	0,076	0,87
16mar17	Emergency by MC no MTB	soap	M1	120,55	576,22	570,97	531,00	7,53	0,054	0,97
16mar18	Emergency by MC no MTB	soap	M4	121,25	574,69	562,90	531,00	6,01	0,077	0,99
16mar19	Emergency by MC no MTB	soap	M1	120,09	555,74	554,90	531,00	4,50	0,064	1,00

De Mortensen, DSB
Vojevs


Brake tests for DSAT21 on 31 March 2005

Filename (.txt)	Test type	Track condition	Manned cabin	V_{mes} Initial measured speed (km/h)	S_{mes} Measured stopping distance (m)	S_c Stopping distance correction (m)	Stopping distance target (m)	Distance increase (%)	T_a Adhesion	Average deceleration (m/s ²)
31mar02	Max Service Brake	soap	M4	113,73	587,99	654,61	572,00	14,44	0,069	0,85
31mar08	Emergency by MC no MTB	soap	M4	121,76	604,83	587,47	531,00	10,63	0,058	0,95
31mar10	Max Service Brake	soap	M4	120,66	697,58	689,97	572,00	20,62	0,051	0,81
31mar11	Emergency by mushroom	soap	M4	119,05	535,92	544,51	466,00	16,85	0,058	1,02


 O. Hirtanen, DSB
 Voivus 7/4 05

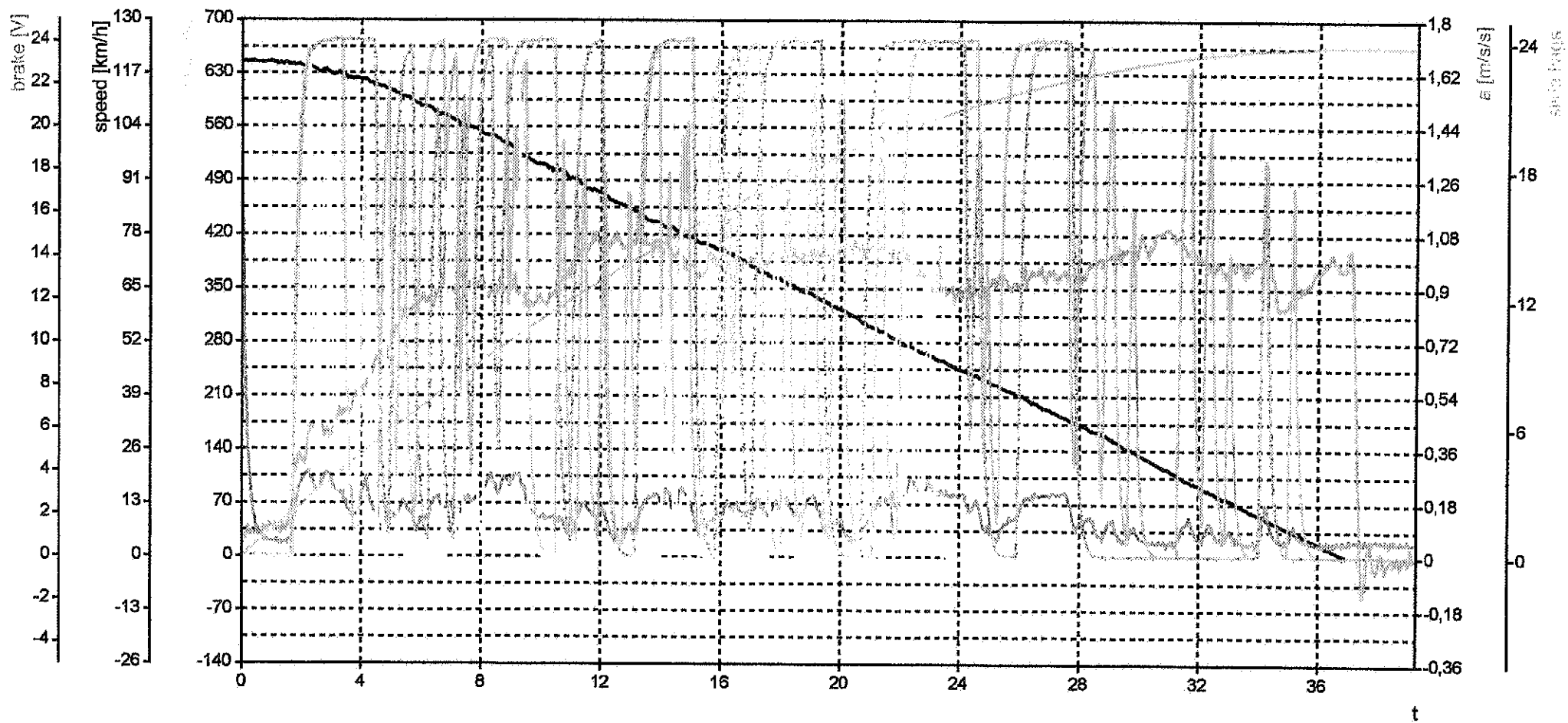
Brake tests for DSAT21 on 1 April 2005

Filename (.txt)	Test type	Track condition	Manned cabin	V_{mes} Initial measured speed (km/h)	S_{mes} Measured stopping distance (m)	S_c Stopping distance correction (m)	Stopping distance target (m)	Distance increase (%)	T_a Adhesion	Average deceleration (m/s ²)
01apr12	Safety (Purely pneumatic) without MTB	soap	M1	121,28	627,49	614,31	531,00	15,69	0,070	0,90
01apr16	Safety (Purely pneumatic) without MTB	soap	M1	117,33	547,66	572,87	531,00	7,89	0,078	0,97
01apr17	Safety (Purely pneumatic) without MTB	soap	M4	121,45	574,59	560,95	531,00	5,64	0,077	0,99
01apr18	Safety (Purely pneumatic) without MTB	soap	M1	119,59	610,62	614,81	531,00	15,78	0,076	0,9


 Voies 7/4 05

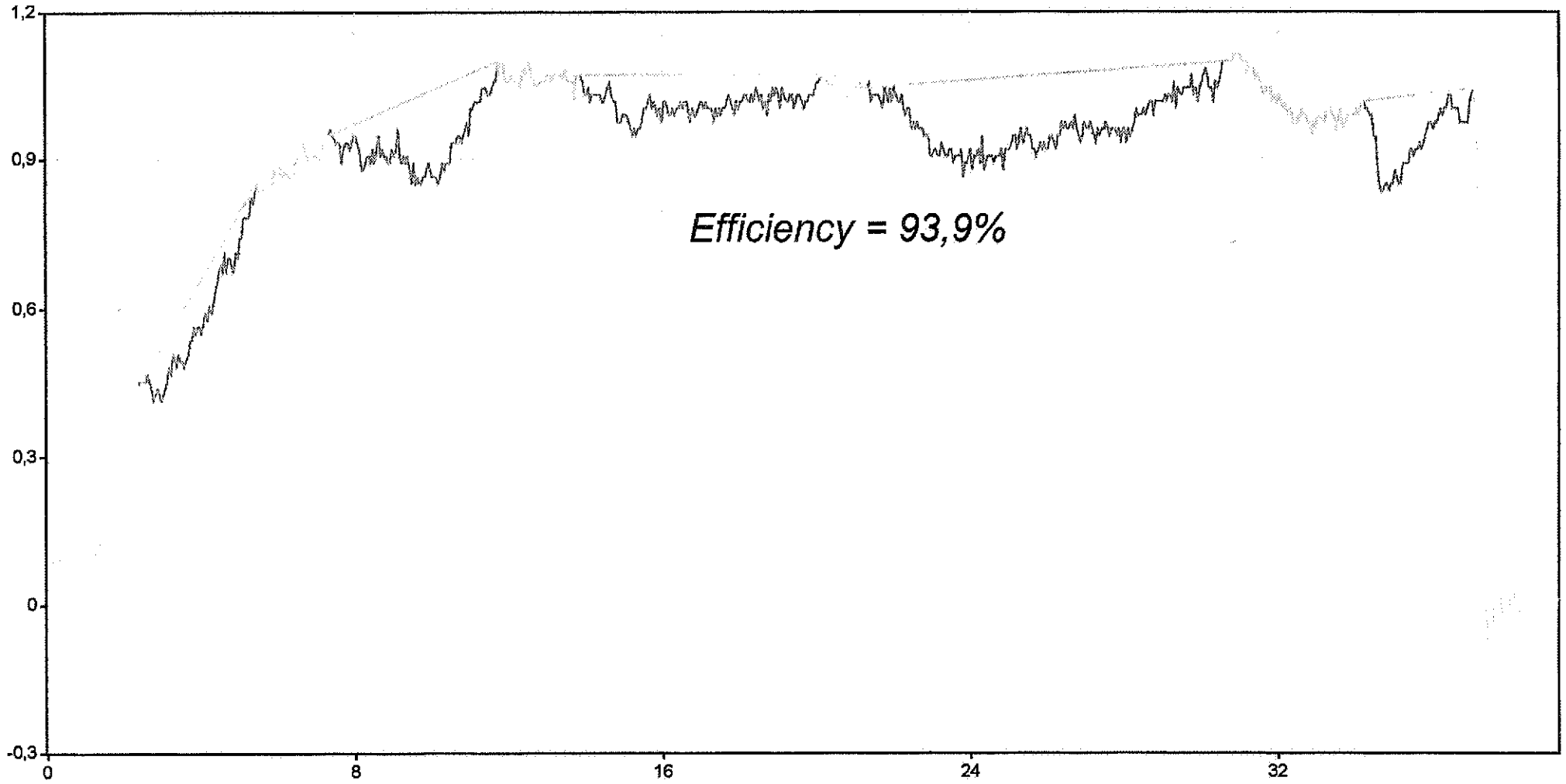
WSP performance runs for DSAT21

Filename (.txt)	Test type	Track condition	Manned cabin	V _{mes} Initial measured speed (km/h)	S _{mes} Measured stopping distance (m)	S _c Stopping distance correction (m)	Stopping distance target (m)	Distance increase to dry target (%)	T _a Adhesion	Average deceleration (m/s ²)
16mar08	Max Service Brake	soap	M1	119,91	664,06	665,06	715,00	16,27	0,046	0,84
16mar10	Max Service Brake	soap	M1	118,29	625,32	643,53	715,00	12,51	0,060	0,86
31mar02	Max Service Brake	soap	M4	113,73	587,99	654,61	715,00	14,44	0,069	0,85
31mar10	Max Service Brake	soap	M4	120,66	697,58	689,97	715,00	20,62	0,051	0,81
16mar12	Max Service without HD	soap	M1	120,59	643,56	637,28	715,00	11,41	0,054	0,87
16mar14	Max Service without HD	soap	M1	118,91	669,12	681,44	715,00	19,13	0,049	0,82
16mar15	Max Service without HD	soap	M4	120,90	607,79	598,77	715,00	4,68	0,046	0,93
16mar16	Max Service without HD	soap	M4	121,45	654,17	638,64	715,00	11,65	0,076	0,87
16mar17	Emergency by MC without MTB	soap	M1	120,55	576,22	570,97	663,00	7,53	0,054	0,97
16mar18	Emergency by MC without MTB	soap	M4	121,25	574,69	562,90	663,00	6,01	0,077	0,99
16mar19	Emergency by MC without MTB	soap	M1	120,09	555,74	554,90	663,00	4,50	0,064	1,00
31mar08	Emergency by MC without MTB	soap	M4	121,76	604,83	587,47	663,00	10,63	0,058	0,95
01apr12	Safety (Purely IP) without MTB	soap	M1	121,28	627,49	614,31	663,00	15,69	0,070	0,90
01apr16	Safety (Purely IP) without MTB	soap	M1	117,33	547,66	572,87	663,00	7,89	0,078	0,97
01apr17	Safety (Purely IP) without MTB	soap	M4	121,45	574,59	560,95	663,00	5,64	0,077	0,99
01apr18	Safety (Purely IP) without MTB	soap	M4	119,59	610,62	614,81	663,00	15,78	0,076	0,9
31mar11	Emergency by mushroom	soap	M4	119,05	535,92	544,51	582,00	16,85	0,058	1,02
16mar21	Emergency by mushroom	soap	M1	119,39	481,59	486,52	582,00	4,40	0,069	1,14



Maximum Service Brake with soap; Vinit. = 119,91 Km/h; braking dist. = 664,06 m; M1; dec = 0,84 m/s/s; Effort Mode; File 16mar08

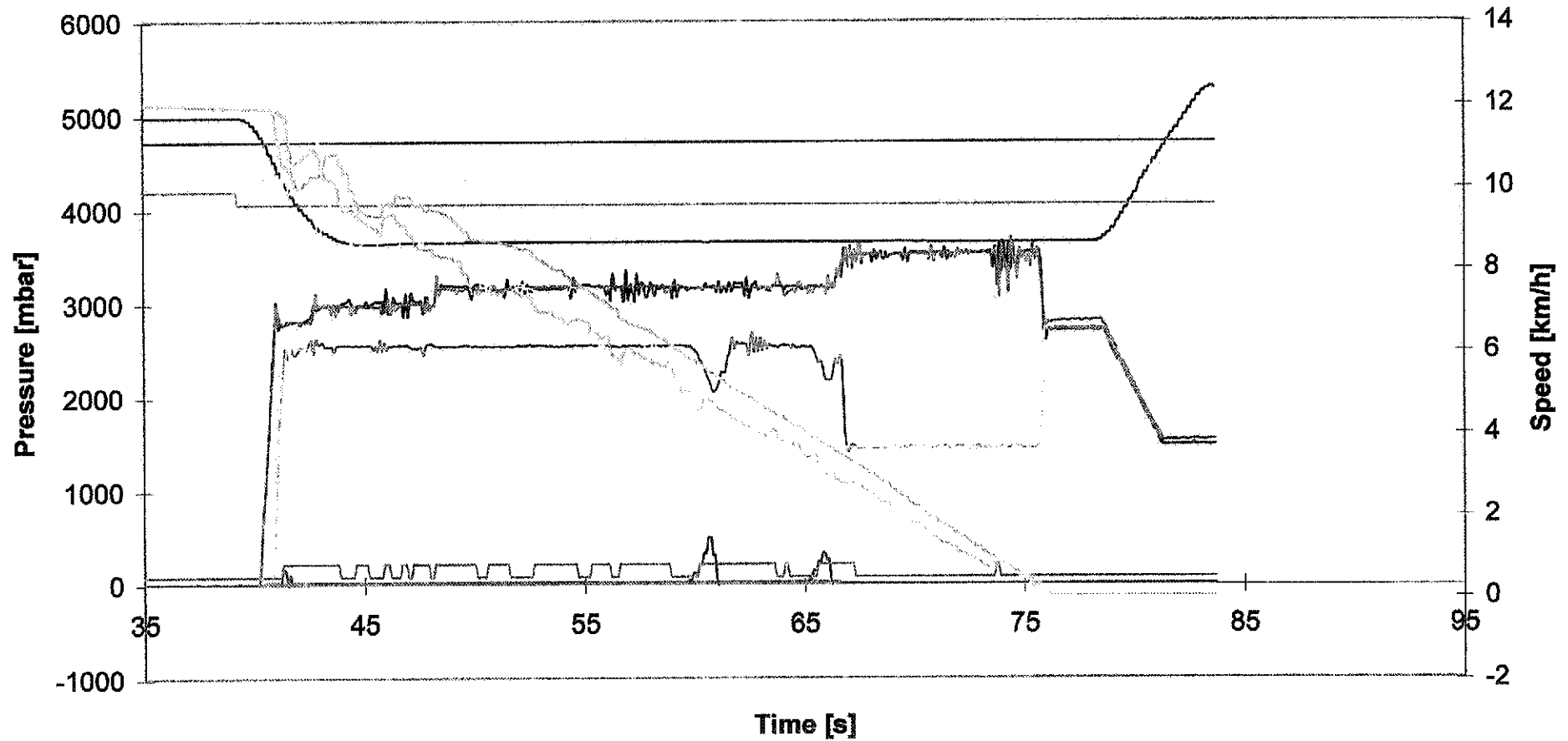
- | | | | |
|--------------------|------------------|---------------------|---------------------|
| — speed | brake line | slide flag M4 | slide flag M1 |
| deceleration | distance | slide flag T3 | |



Antislidde Efficiency Calculation 16mar08 (Max Service Brake) - $T_a = 0,046$ - Distance increase = 16,27%

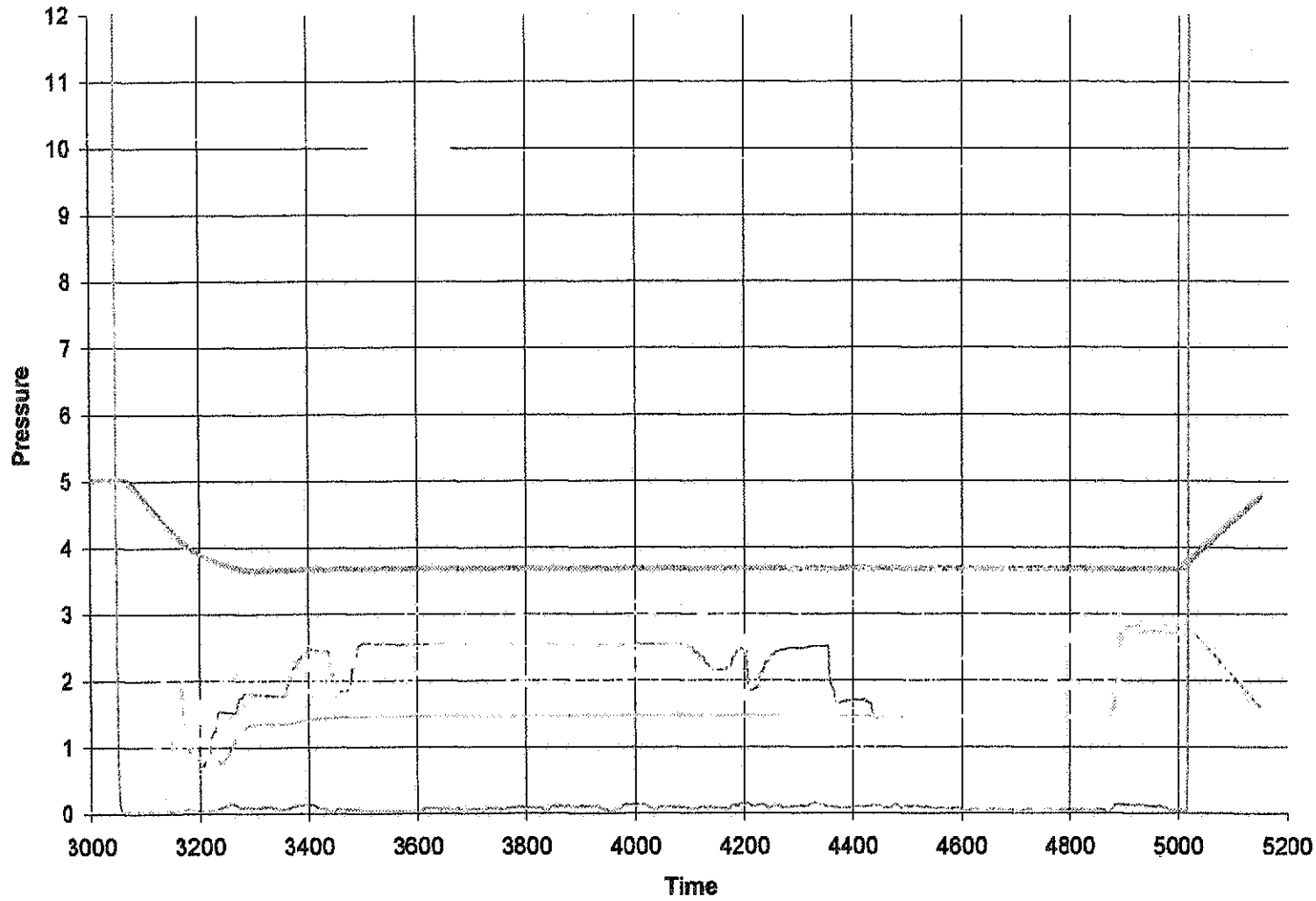
— Train Acceleration - - - Peak_Acc

16_mar_08

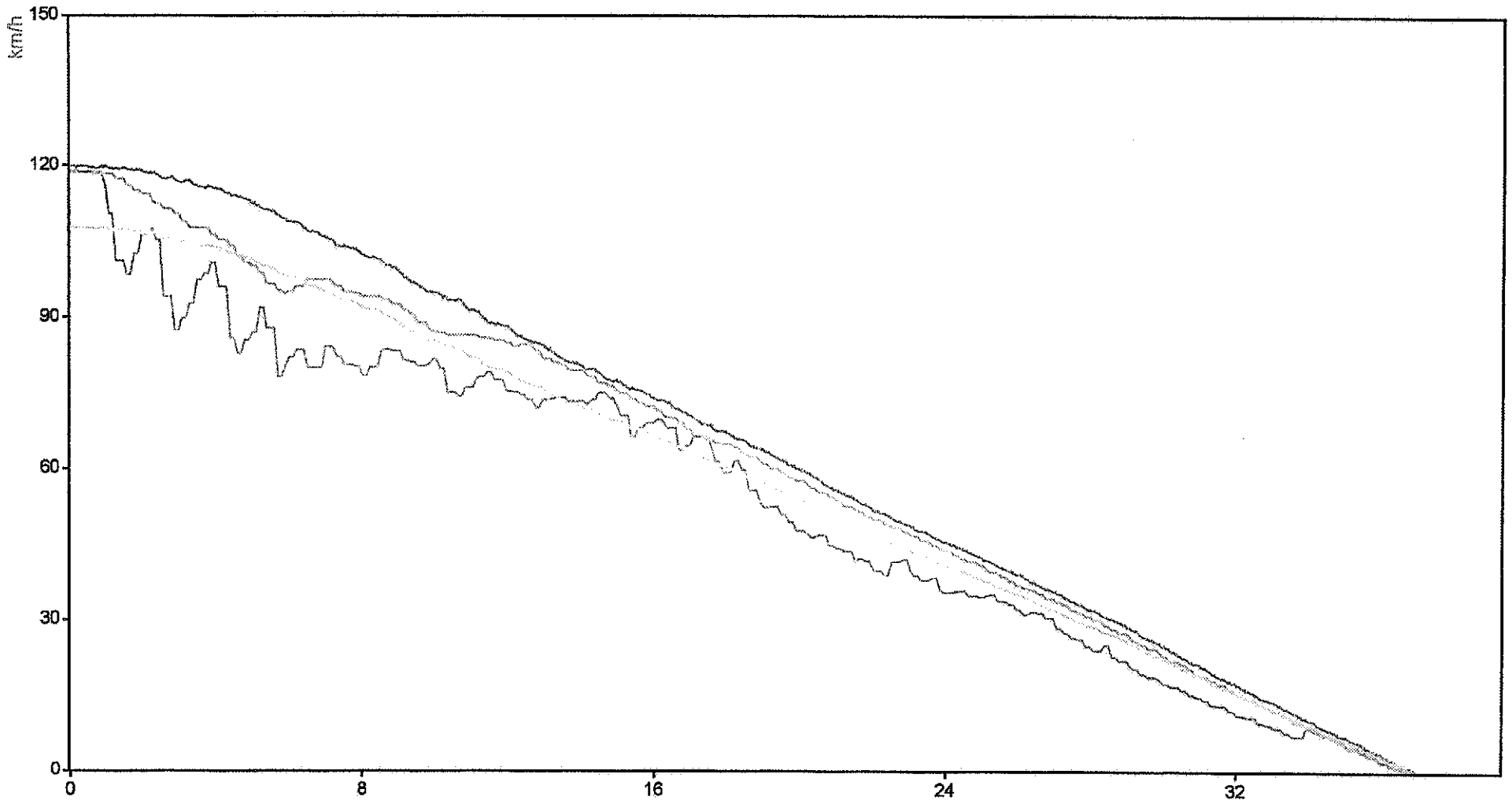


CONTROL1 [bar]	CONTROL2 [bar]	CONTROL3 [bar]	CONTROL4 [bar]	BPPRESS [bar]	HDA1 [unit]	HDA2 [unit]	HDR1 [kN]	HDR2 [kN]
TRACTION [Digital]	BRAKE [Digital]	SOCCORSO [Digital]	SLIDE [Digital]	SPEEDRIF [Kmh]	WSP_SPEED1 [Kmh]	WSP_SPEED2 [Kmh]	WSP_SPEED3 [Kmh]	WSP_SPEED4 [Kmh]

16 march Test 08

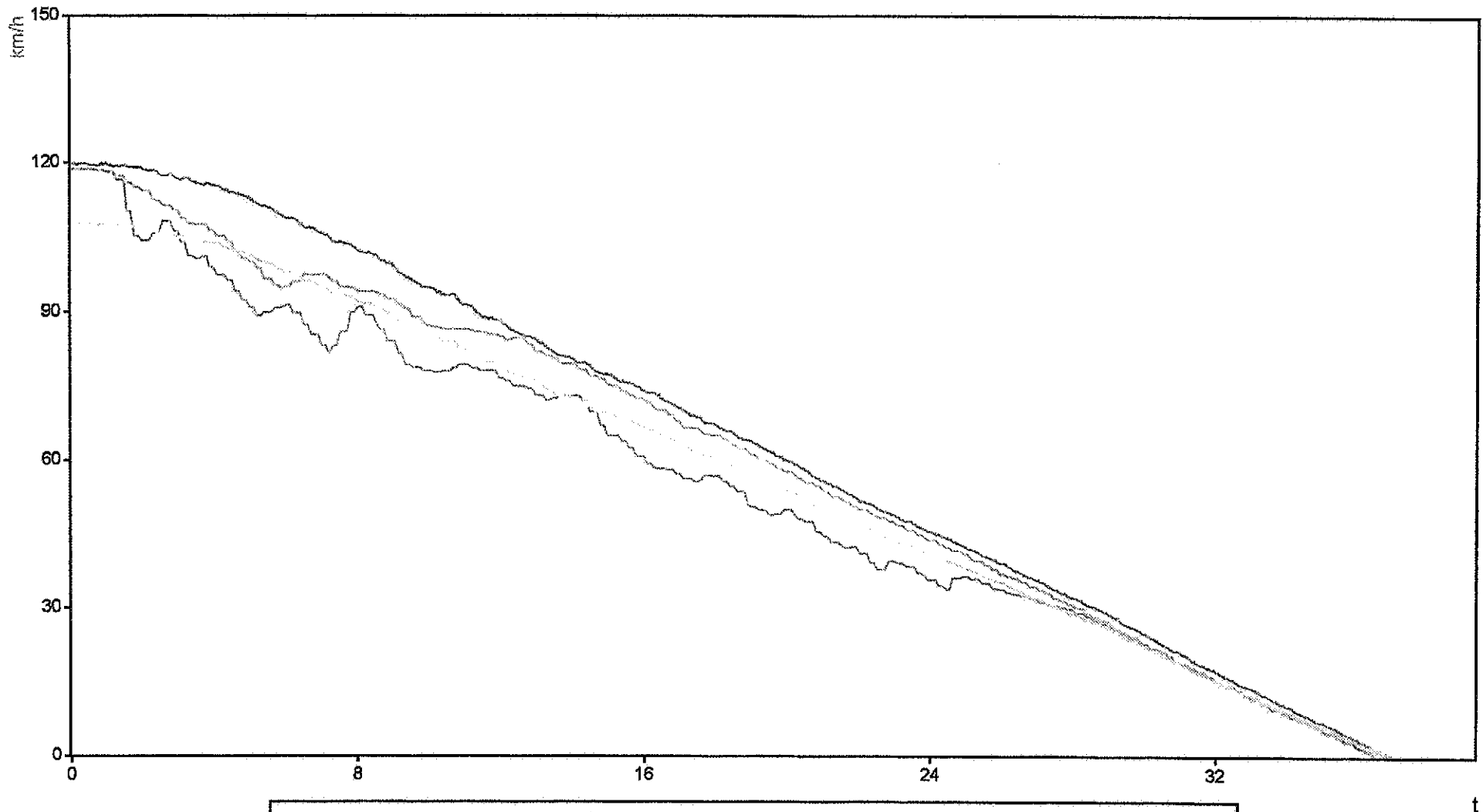


- M.P. bar
- BRAKE PIPE M1C bar
- BRAKE PIPE T3 bar
- BRAKE PIPE M4C bar
- axle 1 T bar
- axle 2 M bar
- axle 3 M bar
- axle 4 T bar
- axle 5 T bar
- axle 6 T bar
- axle 7 T bar
- axle 8 M bar
- axle 9 M bar
- axle 10 T bar
- Brake signal V



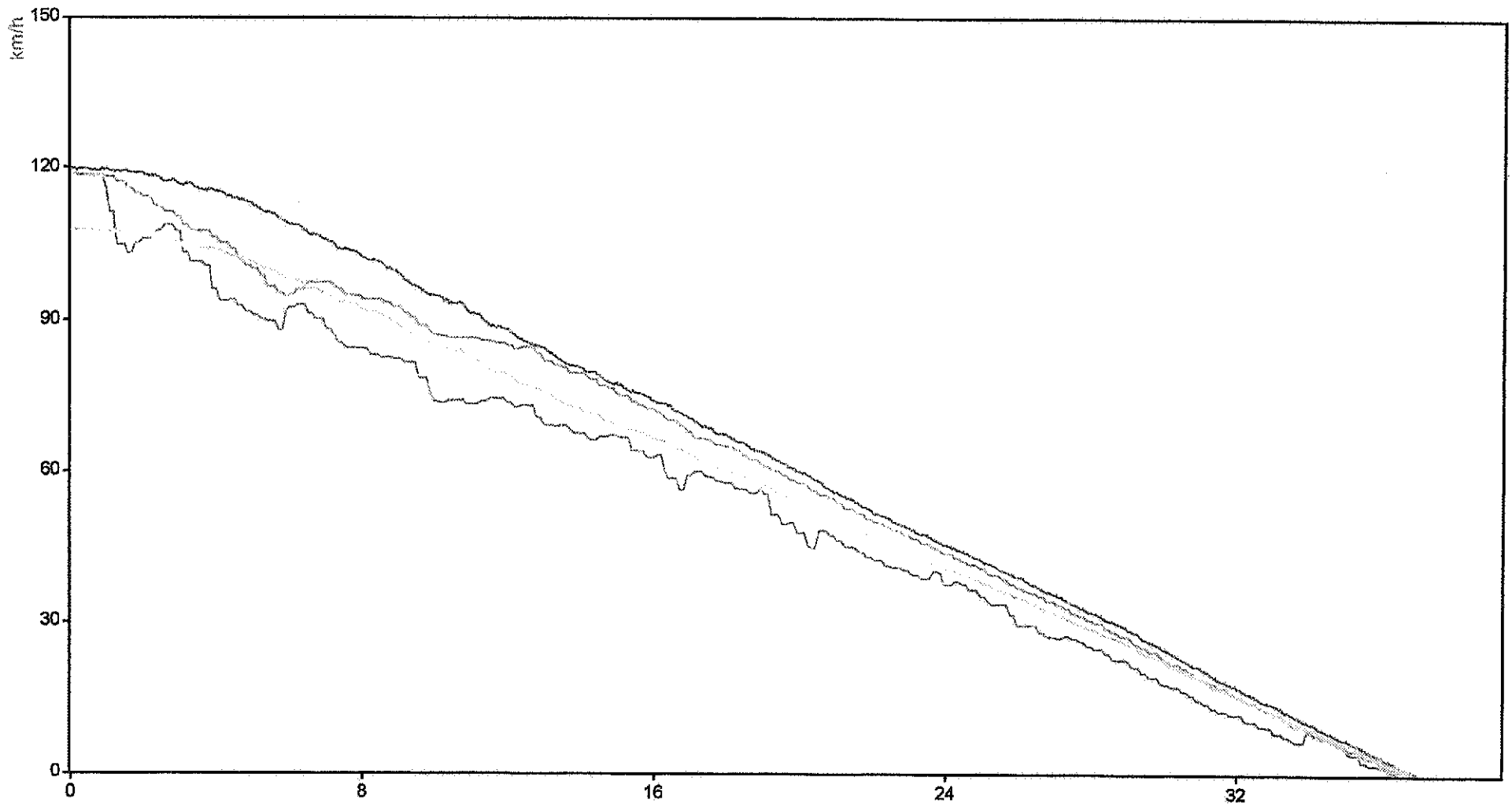
Slide evaluation 16mar08 (Max Service Brake) - M1axle 1 - GM > 35%

— train speed SpeedRefM1 - - - M1_WSP1 - · - · 90% of train speed



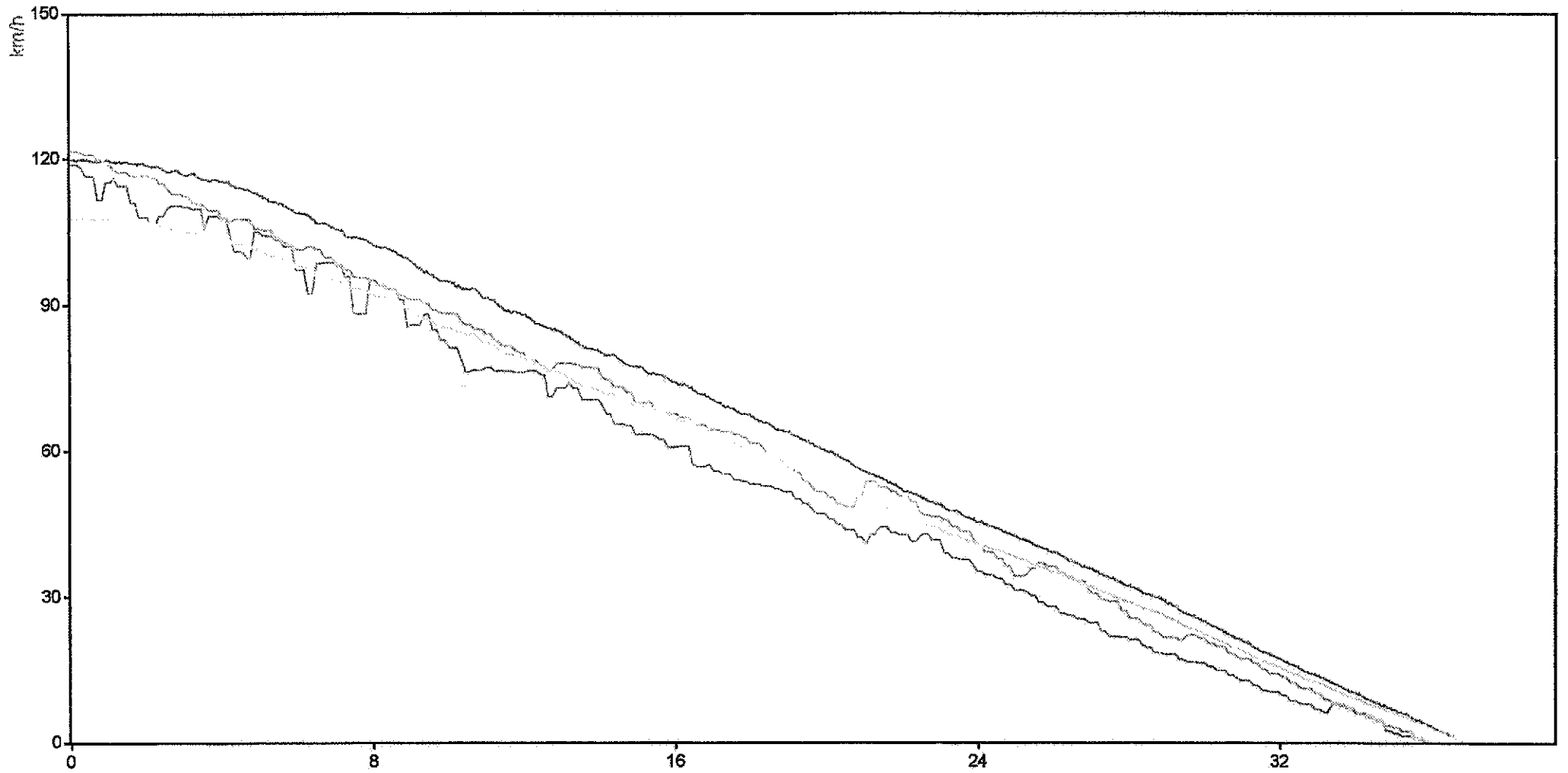
Slide evaluation 16mar08 (Max Service Brake) - M1 axle 2 - GM > 35%

— train speed - - - SpeedRefM1 . . . M1_WSP2 - . - . 90% of train speed



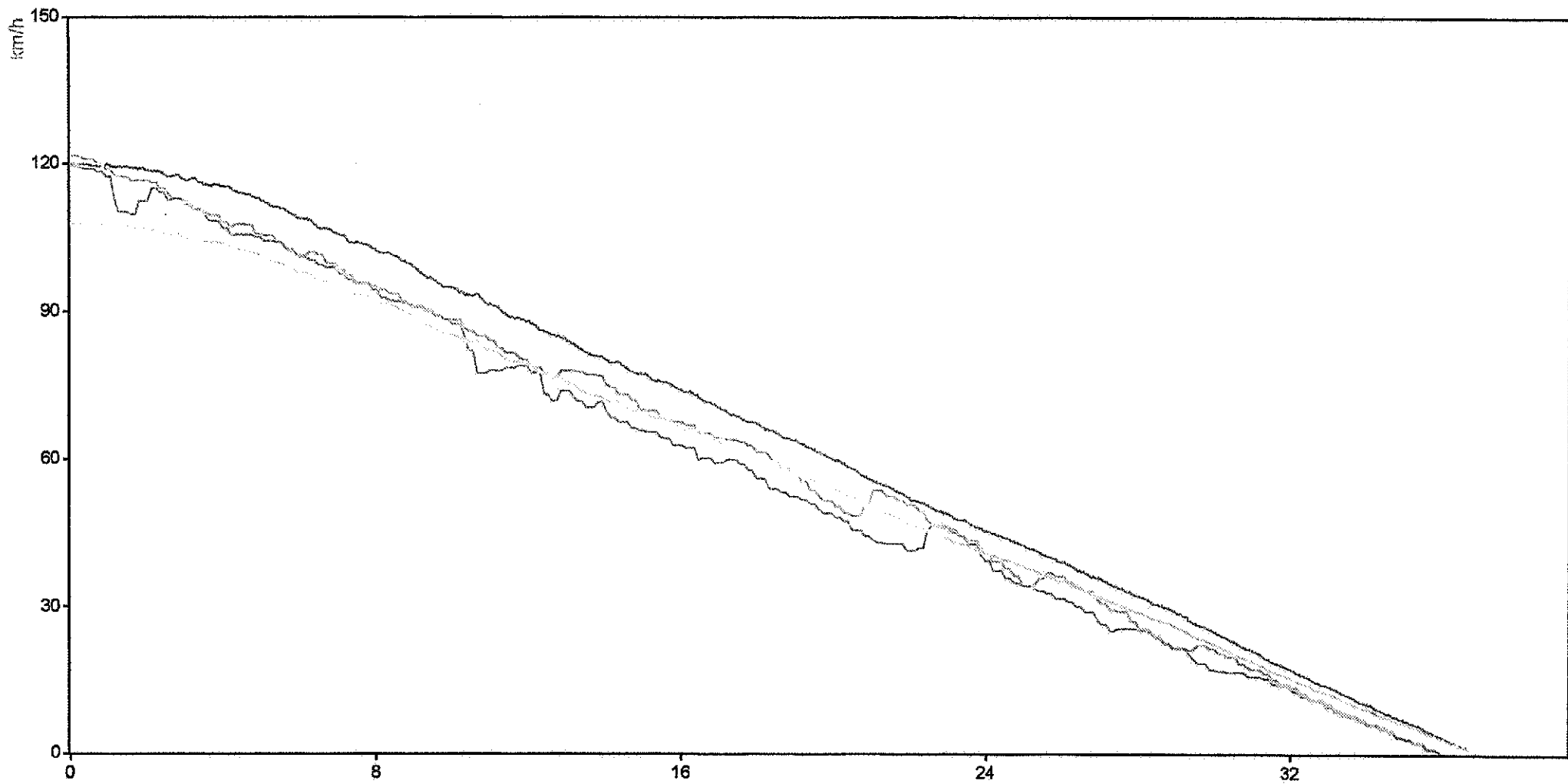
Slide evaluation 16mar08 (Max Service Brake) - M1 axle 4 - GM > 35%

— train speed SpeedRefM1 - - - M1_WSP4 - · - · 90% of train speed



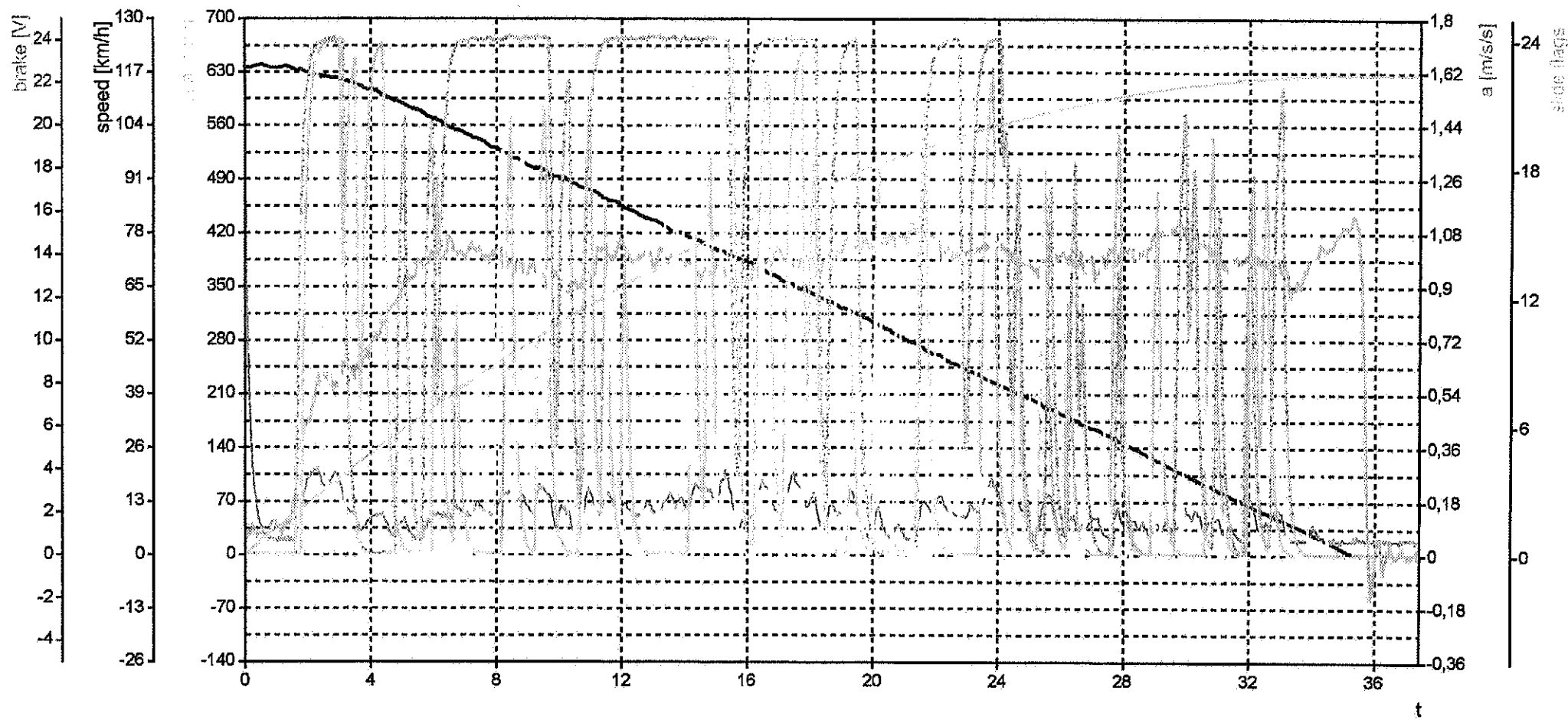
Slide evaluation 16mar08 (Max Service Brake) - M4 axle 1 - GM > 35%

— train speed - - - SpeedRefM4 . . . M4_WSP1 - . - . 90% of train speed



Slide evaluation 16mar08 (Max Service Brake) - M4 axle 2 - GM > 35%

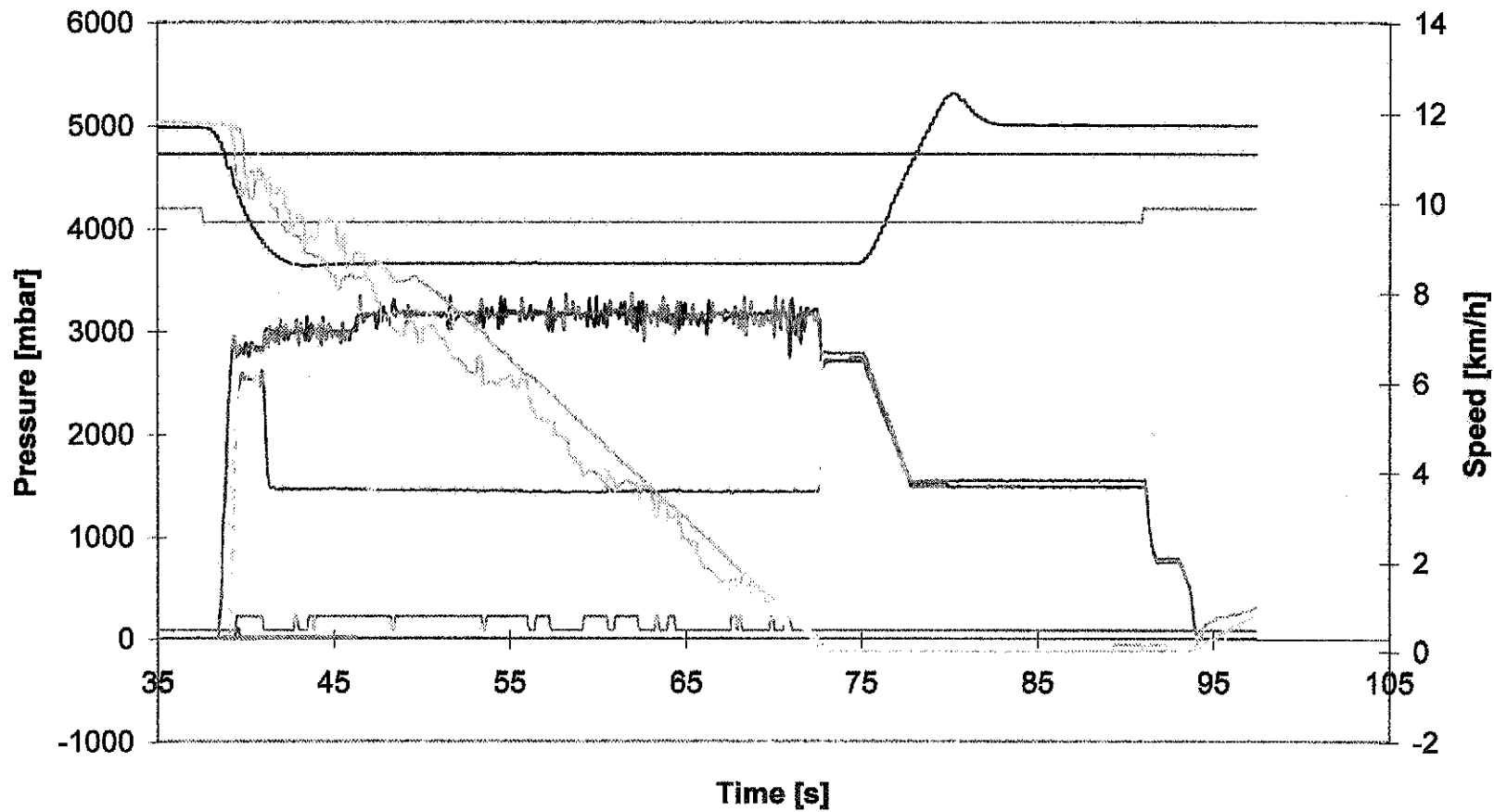
— train speed - - - SpeedRefM4 ····· M4_WSP2 - · - · 90% of train speed



Maximum Service Brake with soap; Vinlt. = 118,29 Km/h; braking dist. = 625,32 m; M1; dec = 0,86 m/s/s; Effort Mode; File 16mar10

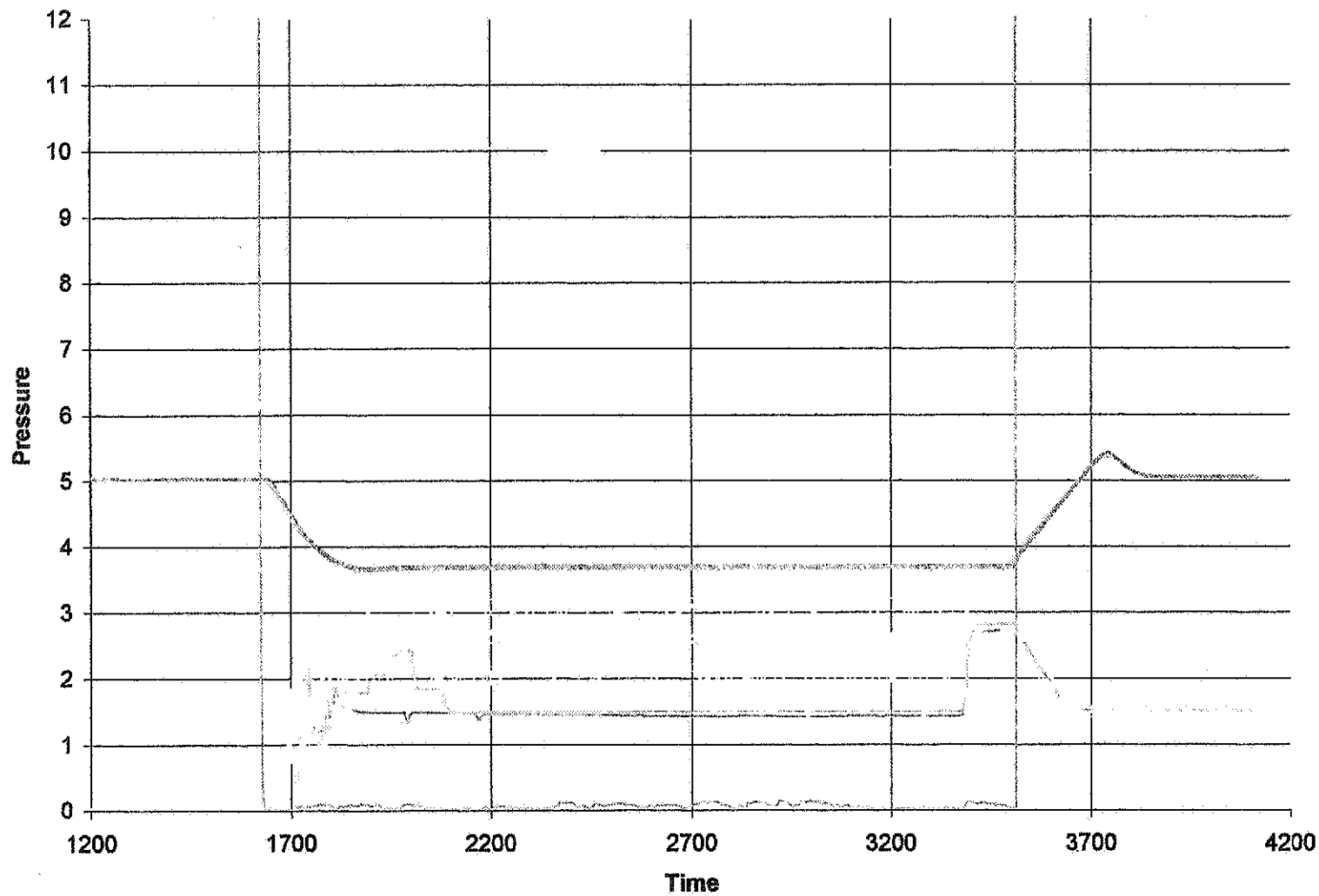
— speed	— brake line	— slide flag M4	— slide flag M1
... deceleration	... distance	... slide flag T3	

16_mar_10

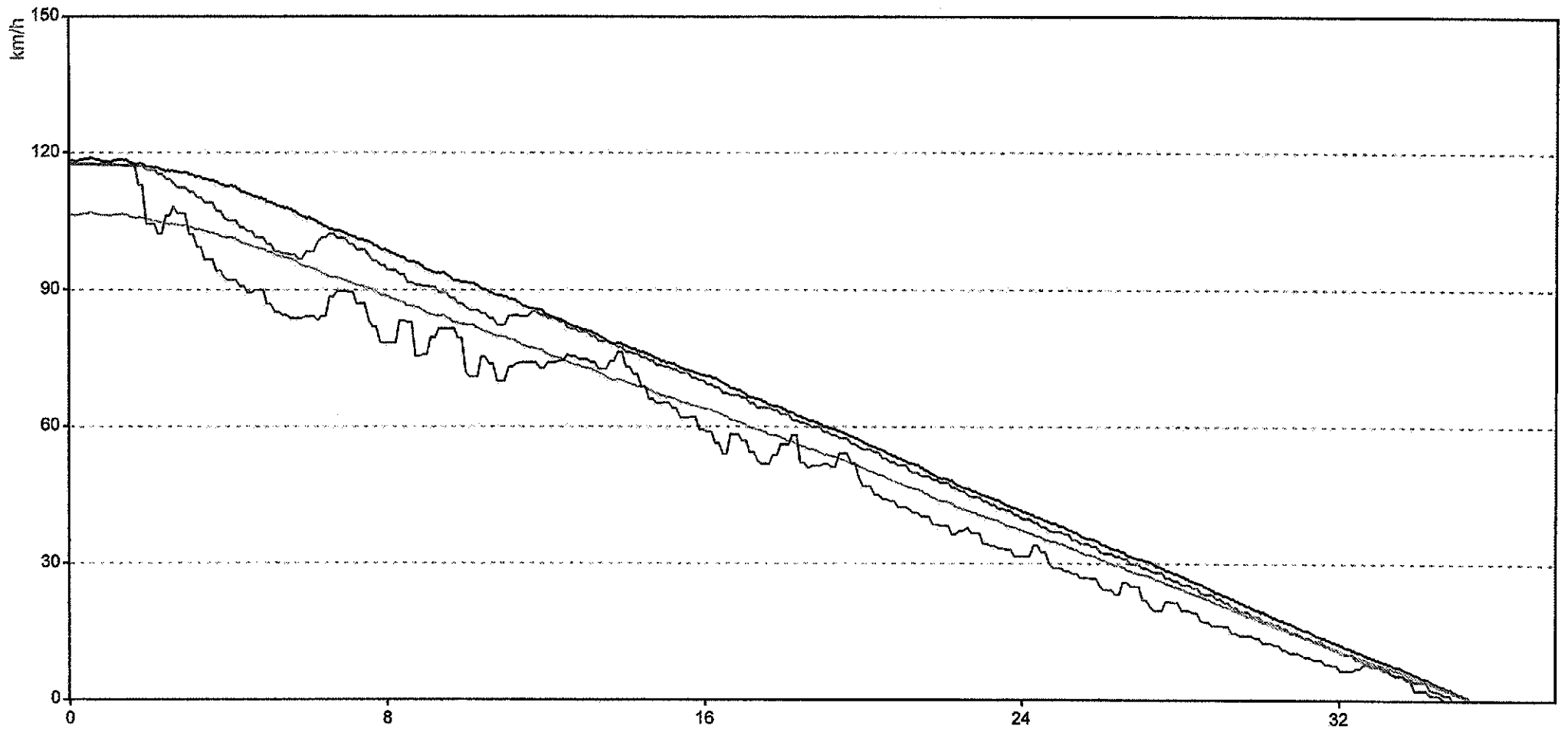


CONTROL1 [bar]	CONTROL2 [bar]	CONTROL3 [bar]	CONTROL4 [bar]	BPPRESS [bar]	HDA1 [unit]	HDA2 [unit]	HDR1 [kN]	HDR2 [kN]
TRACTION [Digital]	BRAKE [Digital]	SOCCORSO [Digital]	SLIDE [Digital]	SPEEDRIF [Kmh]	WSP_SPEED1 [Kmh]	WSP_SPEED2 [Kmh]	WSP_SPEED3 [Kmh]	WSP_SPEED4 [Kmh]

16 March test 10



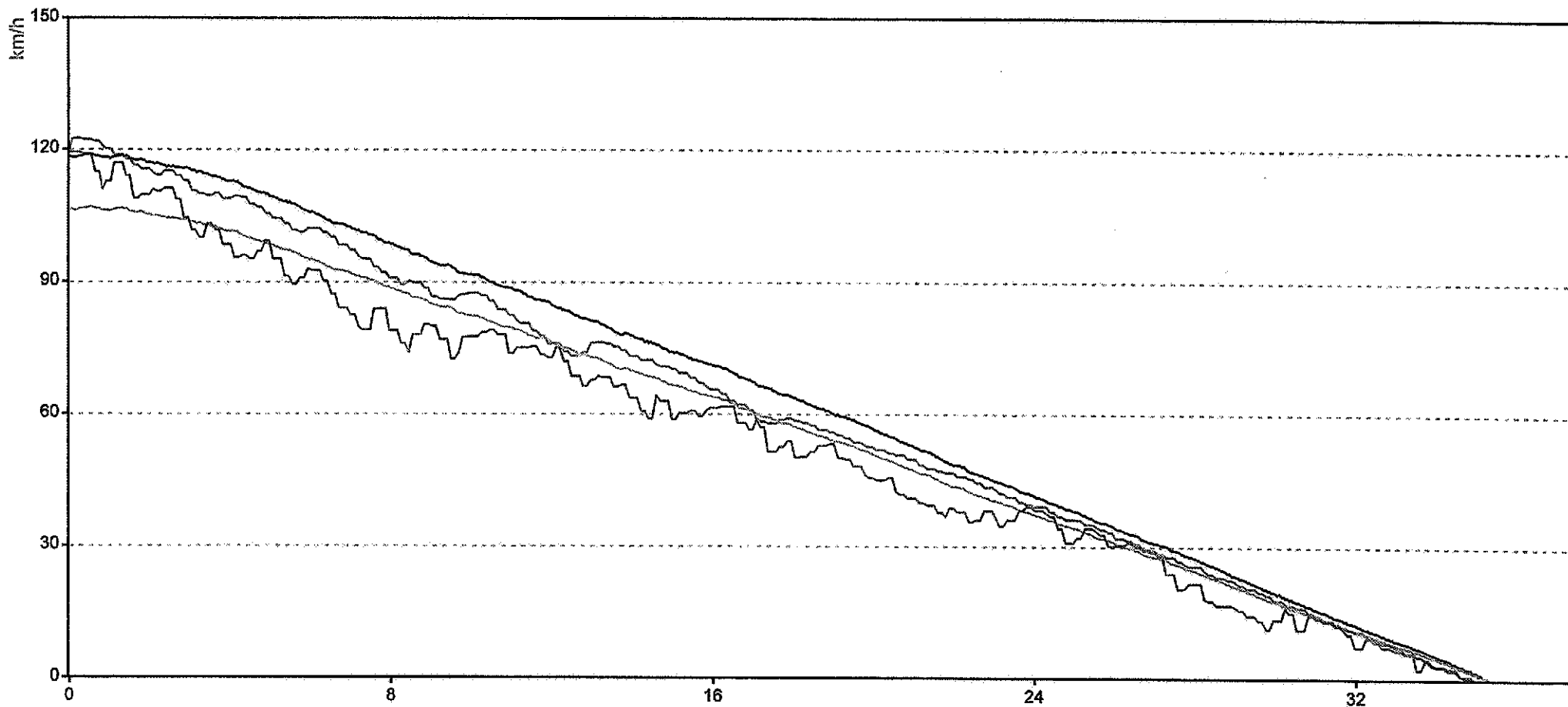
- M.P. bar
- BRAKE PIPE M1C bar
- BRAKE PIPE T3 bar
- BRAKE PIPE M4C bar
- axle 1 T bar
- axle 2 M bar
- axle 3 M bar
- axle 4 T bar
- axle 5 T bar
- axle 6 T bar
- axle 7 T bar
- axle 8 M bar
- axle 9 M bar
- axle 10 T bar
- Brake signal V



Slide evaluation 16mar10 (Maximum Service Brake) - M1 axle 1 - GM > 35%

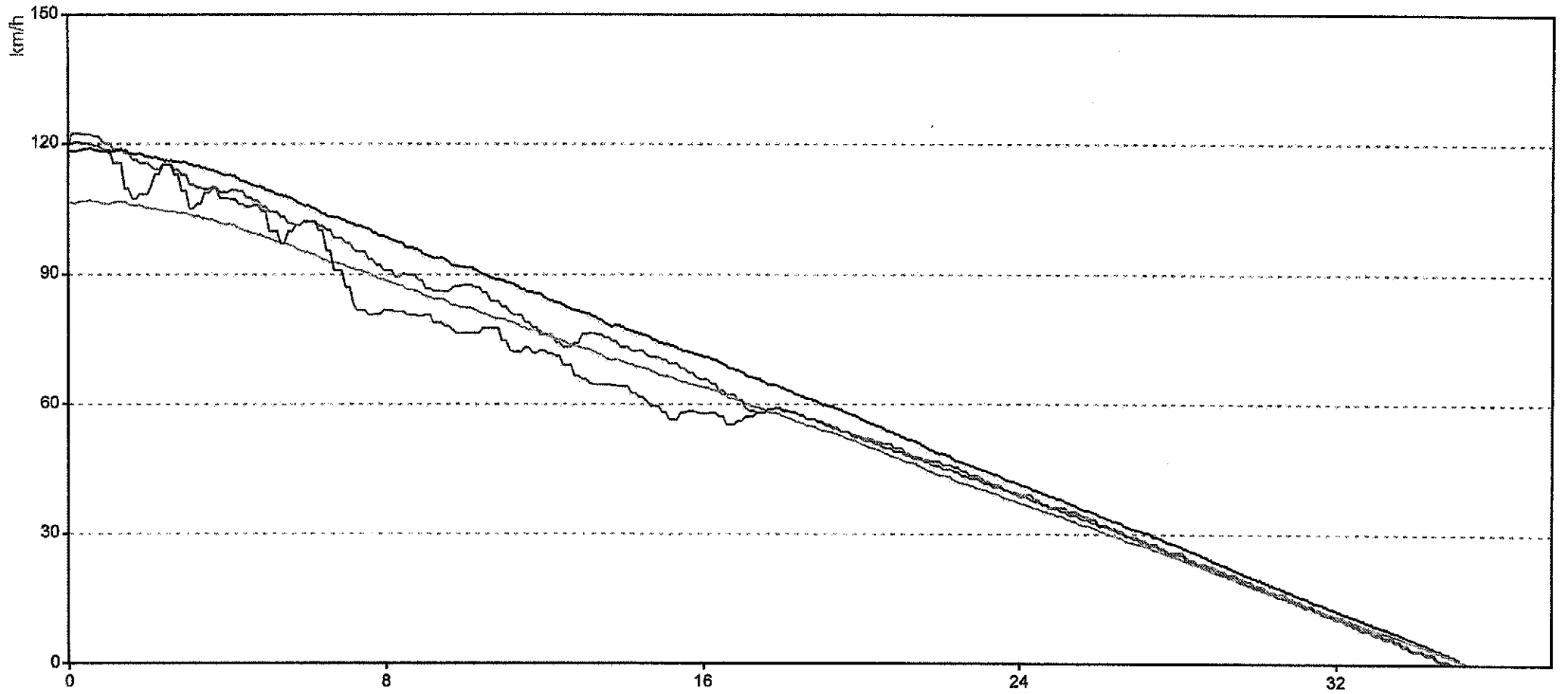
SpeedRefM1	train speed	90% of train speed	M1_WSP1
------------	-------------	--------------------	---------

t



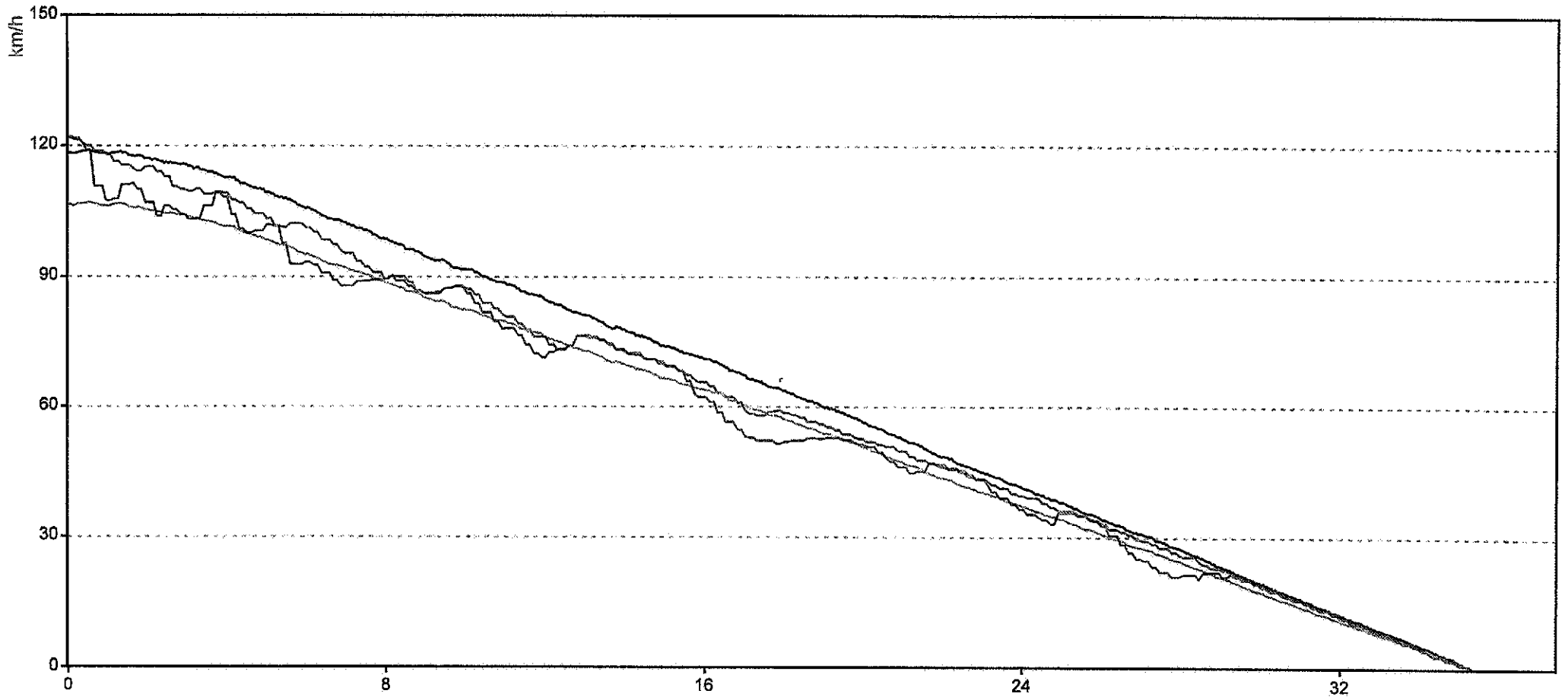
Slide evaluation 16mar10 (Maximum Service Brake) - M4 axle 1 - GM > 35%

SpeedRefM4 train speed 90% of train speed M4_WSP1



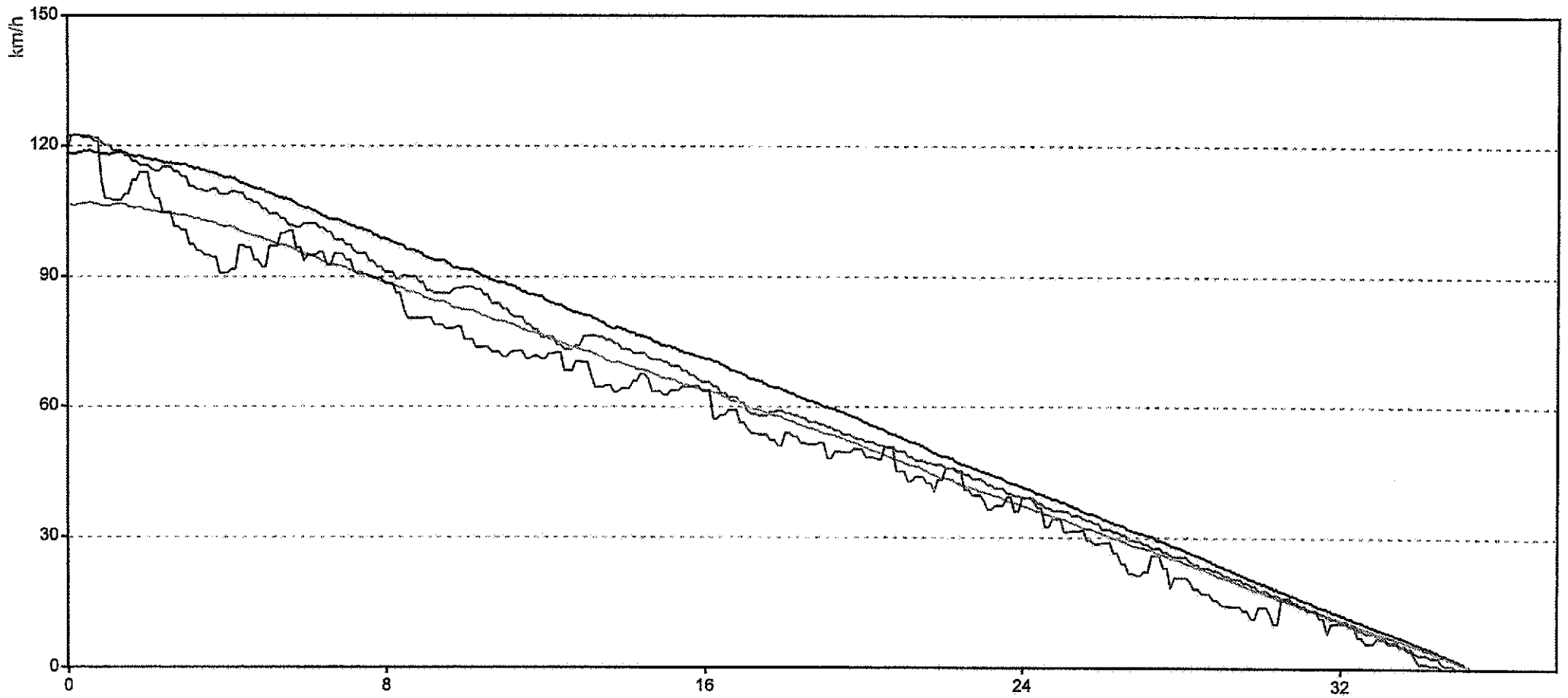
Slide evaluation 16mar10 (Maximum Service Brake) - M4 axle 2 - GM > 35%

SpeedRefM4 train speed 90% of train speed M4_WSP2



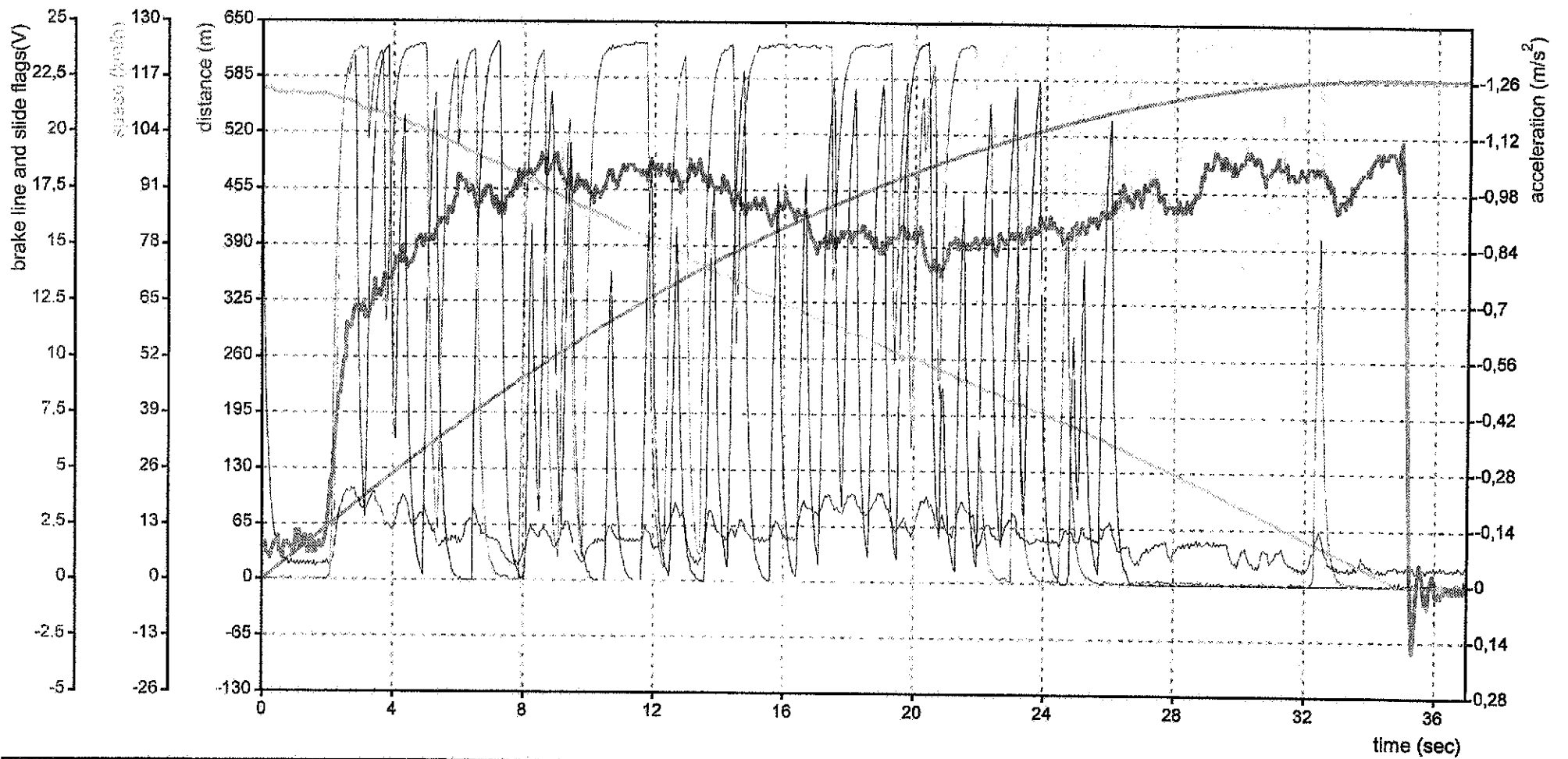
Slide evaluation 16mar10 (Maximum Service Brake) - M4 axle 3 - GM > 35%

SpeedRefM4 train speed 90% of train speed M4_WSP3



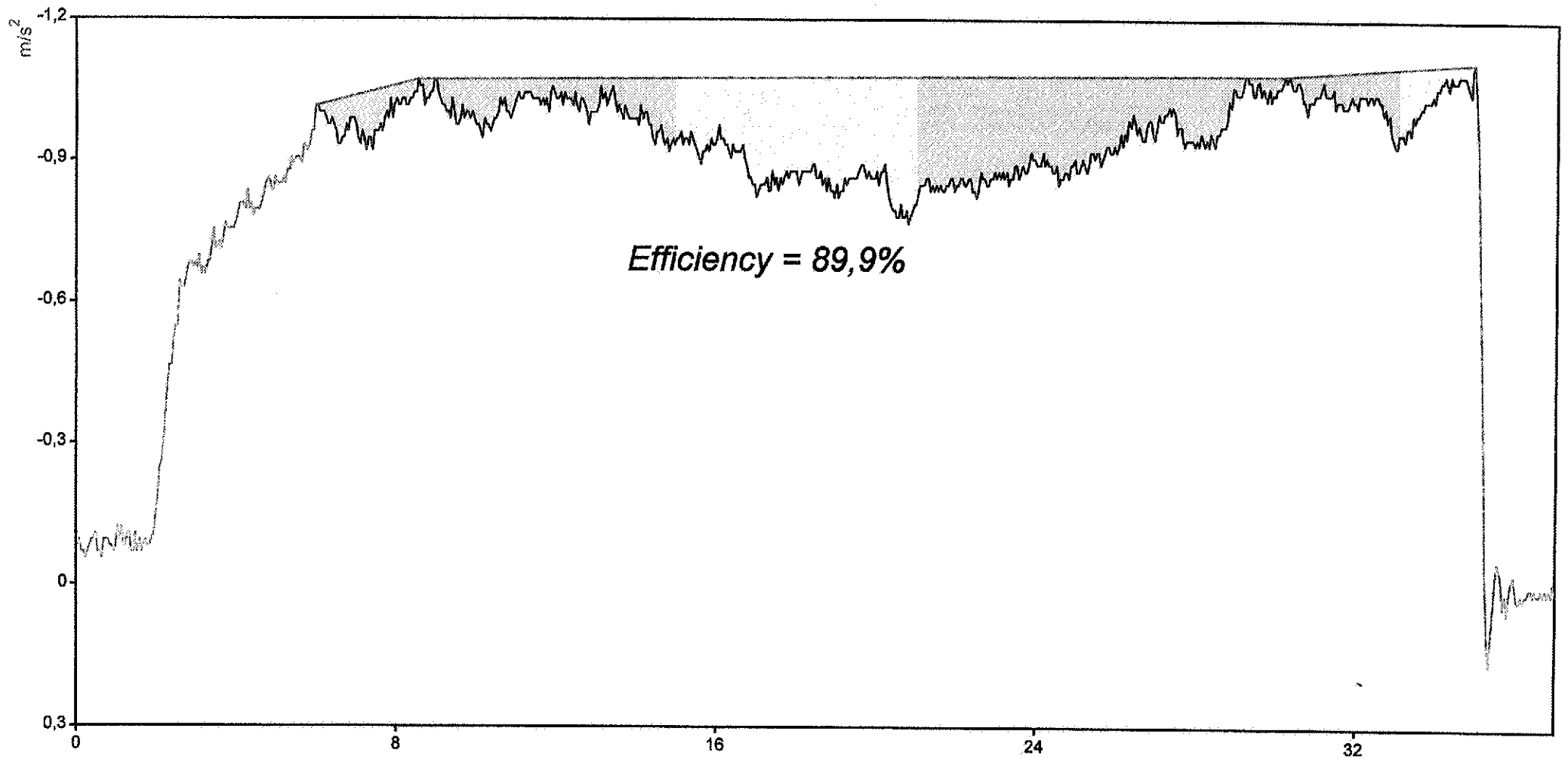
Slide evaluation 16mar10 (Maximum Service Brake) - M4 axle 4 - GM > 35%

SpeedRefM4 train speed 90% of train speed M4_WSP4



Max Service Brake with soap from M4; dry rail; initial speed = 113,73 km/h; stopp. distance = 587,99 m; mean deceleration = 0,85 m/s²; File: 31mar02

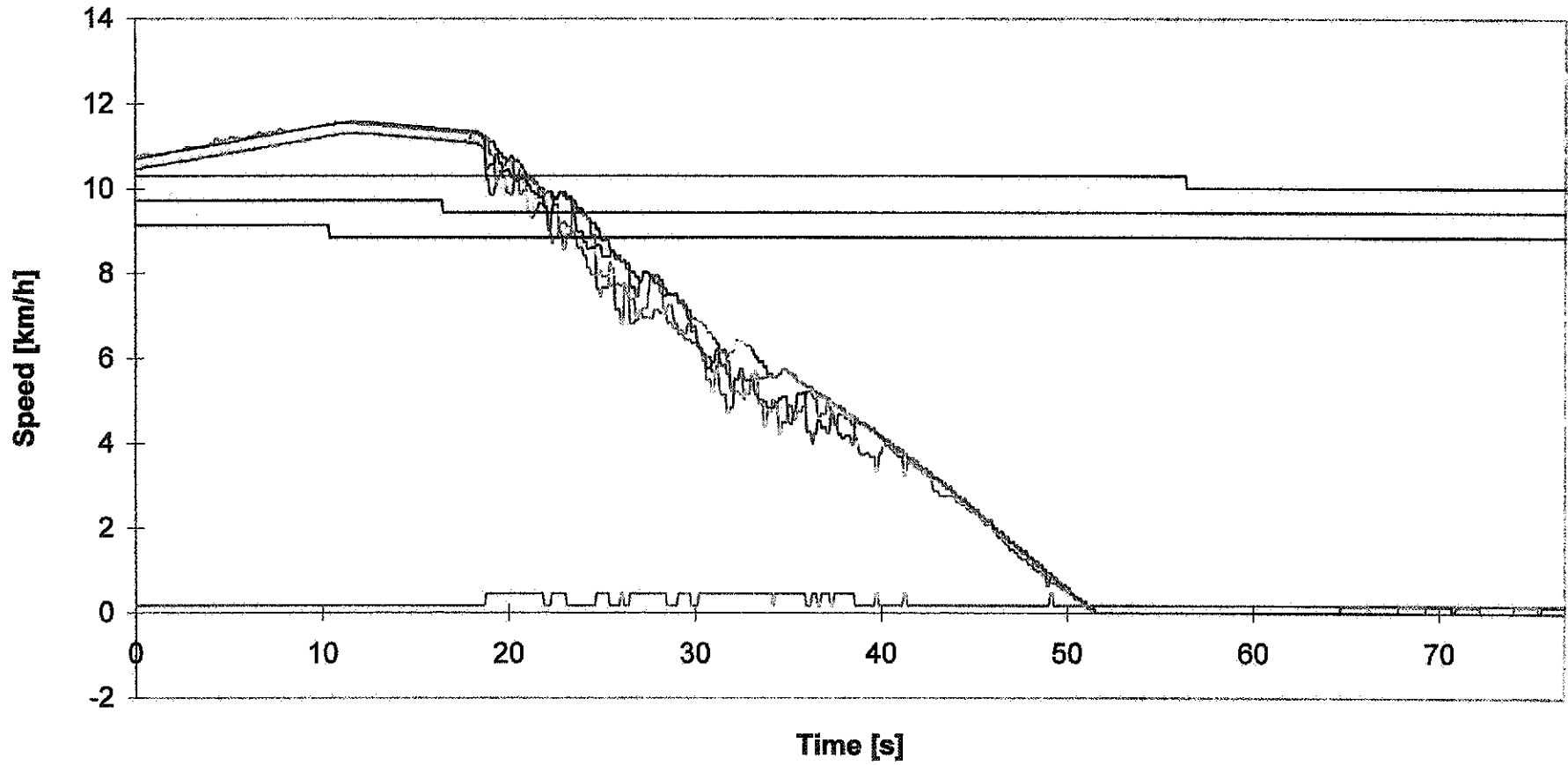
.....	speed	————	brake line	————	Slide flag T3	————	Slide flag M1
.....	distance	.....	acceleration	.....	slide flag M4		



Antislid efficiency calculation 31 mar02 (Max Service Brake) - $T_a = 0,069$ - Distance increase = 14,44%

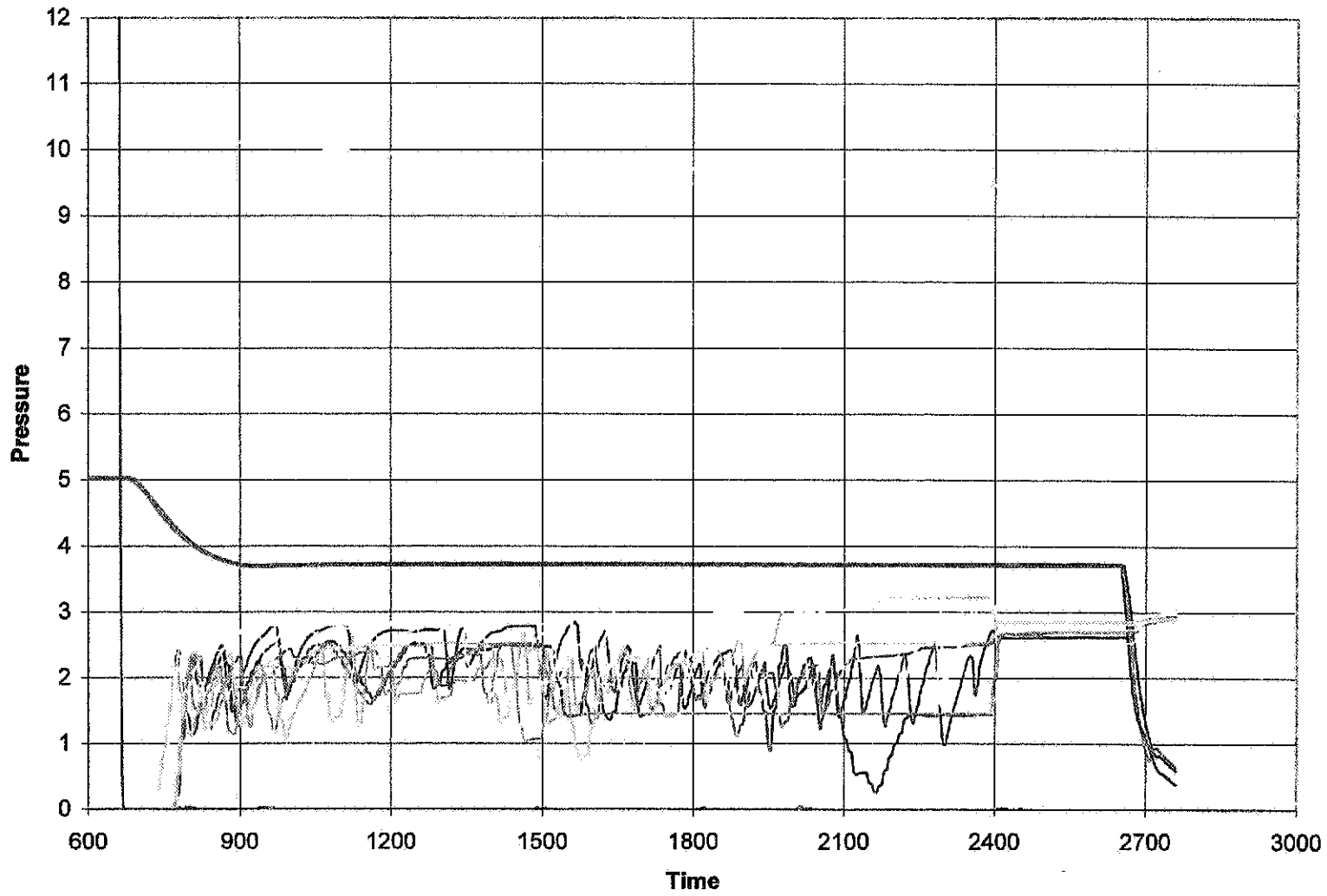
— train acceleration — peak acceleration

M4_31_mar_02

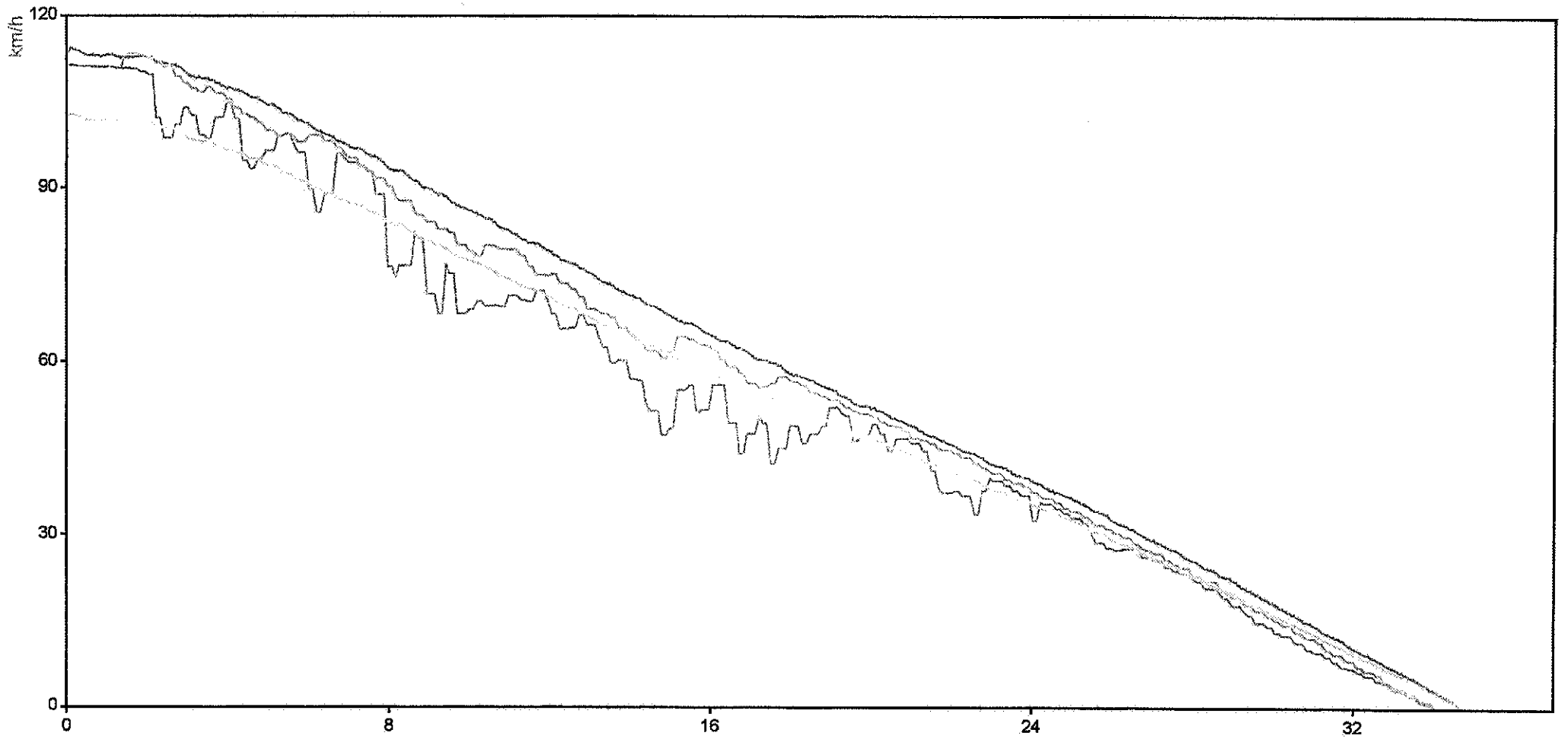


— SPEEDRIF [Kmh]	— WSP_SPEED1 [Kmh]	— WSP_SPEED2 [Kmh]	— WSP_SPEED3 [Kmh]	— WSP_SPEED4 [Kmh]	— TRACTION [Digital]
— BRAKE [Digital]	— SOCCORSO [Digital]	— SLIDE [Digital]			

31 March Test 02

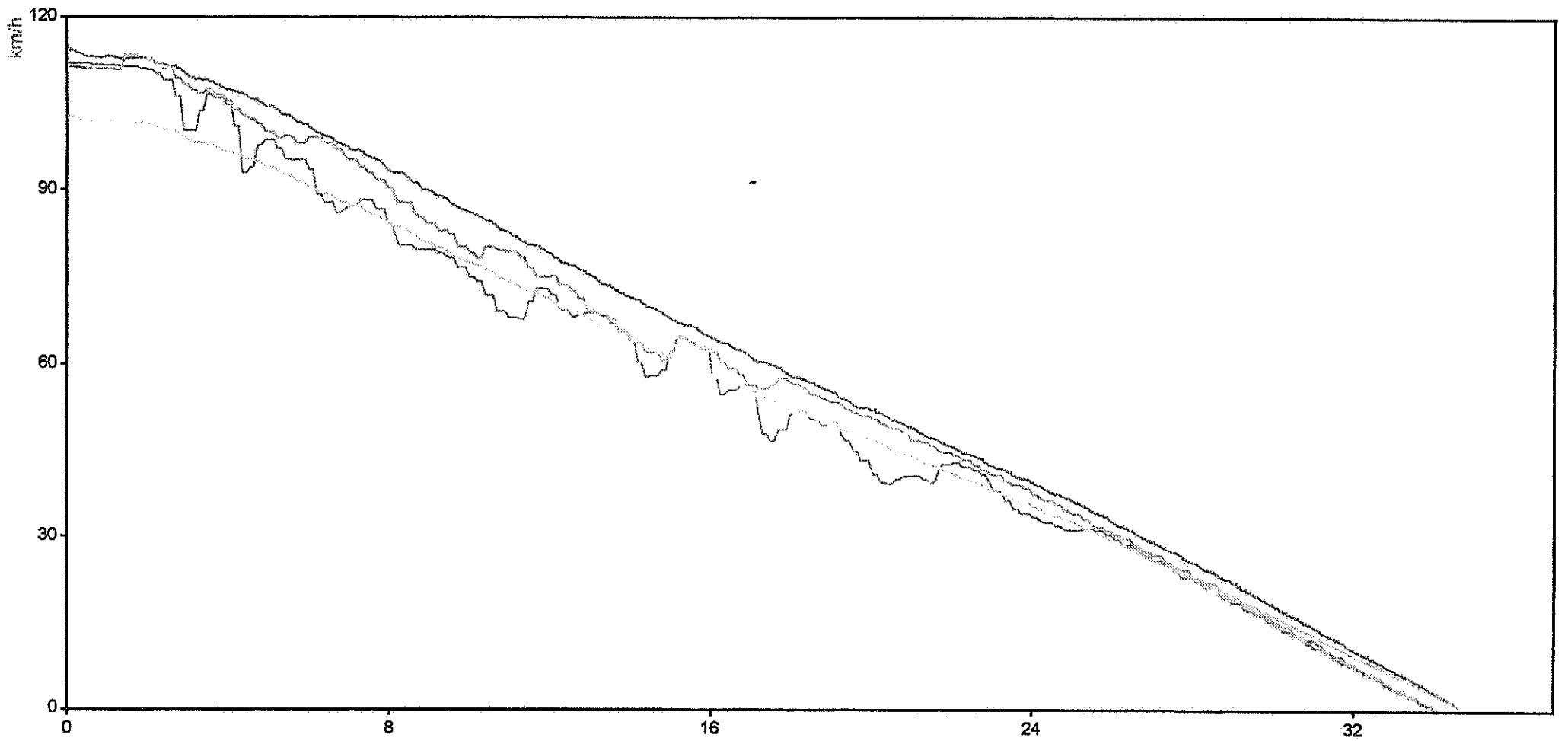


- M.P. bar
- BRAKE PIPE M1C bar
- BRAKE PIPE T3 bar
- BRAKE PIPE M4C bar
- axle 1 T bar
- axle 2 M bar
- axle 3 M bar
- axle 4 T bar
- axle 5 T bar
- axle 6 T bar
- axle 7 T bar
- axle 8 M bar
- axle 9 M bar
- axle 10 T bar
- Brake signal V



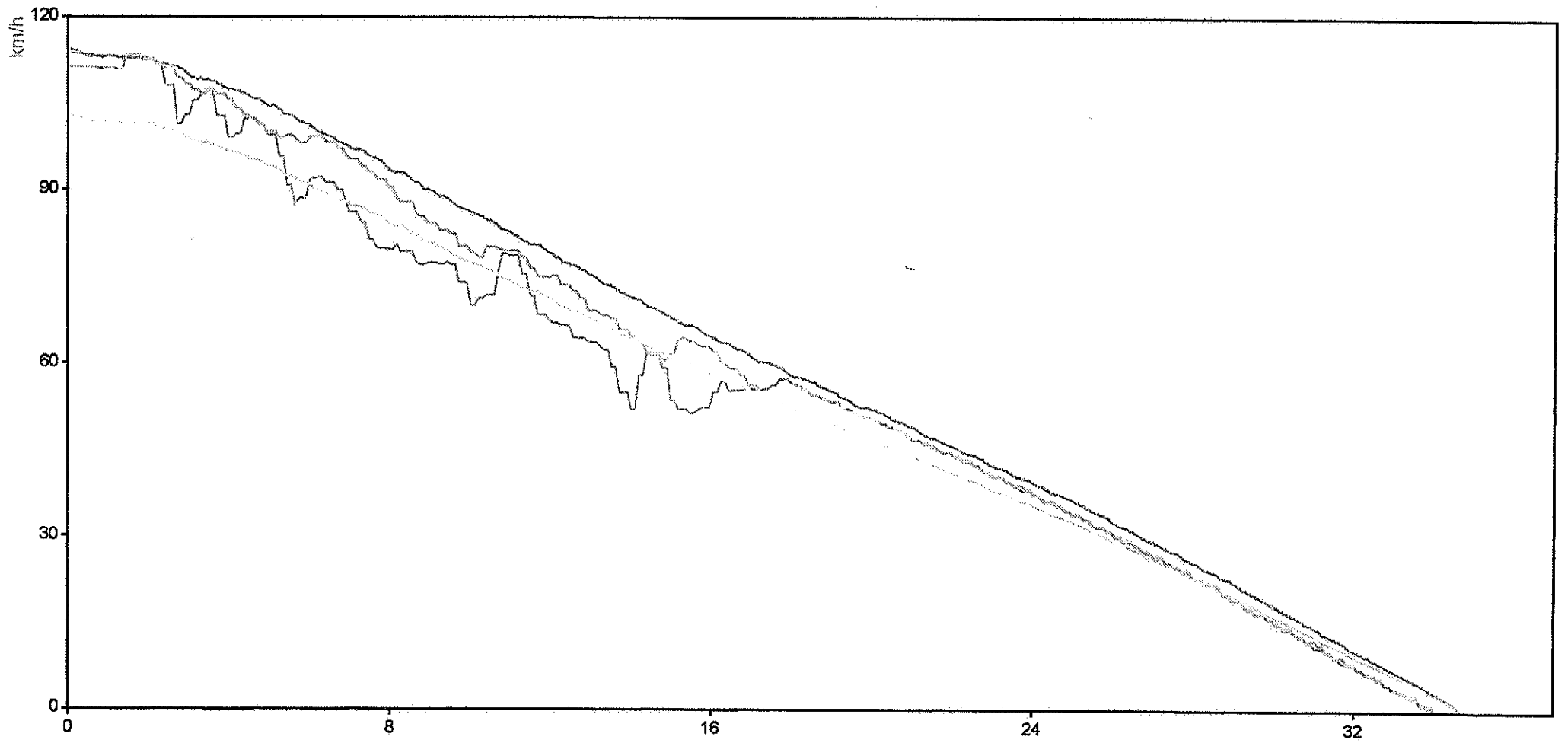
Slide evaluation 31mar02 (Max Service Brake) - M4 axle 1 - GM > 35%

— train speed	- - - SpeedRefM4	... M4_WSP1	- . - 90% of train speed
---------------	------------------	-------------	--------------------------



Slide evaluation 31 mar02 (Max Service Brake) - M4 axle 2 - GM > 35%

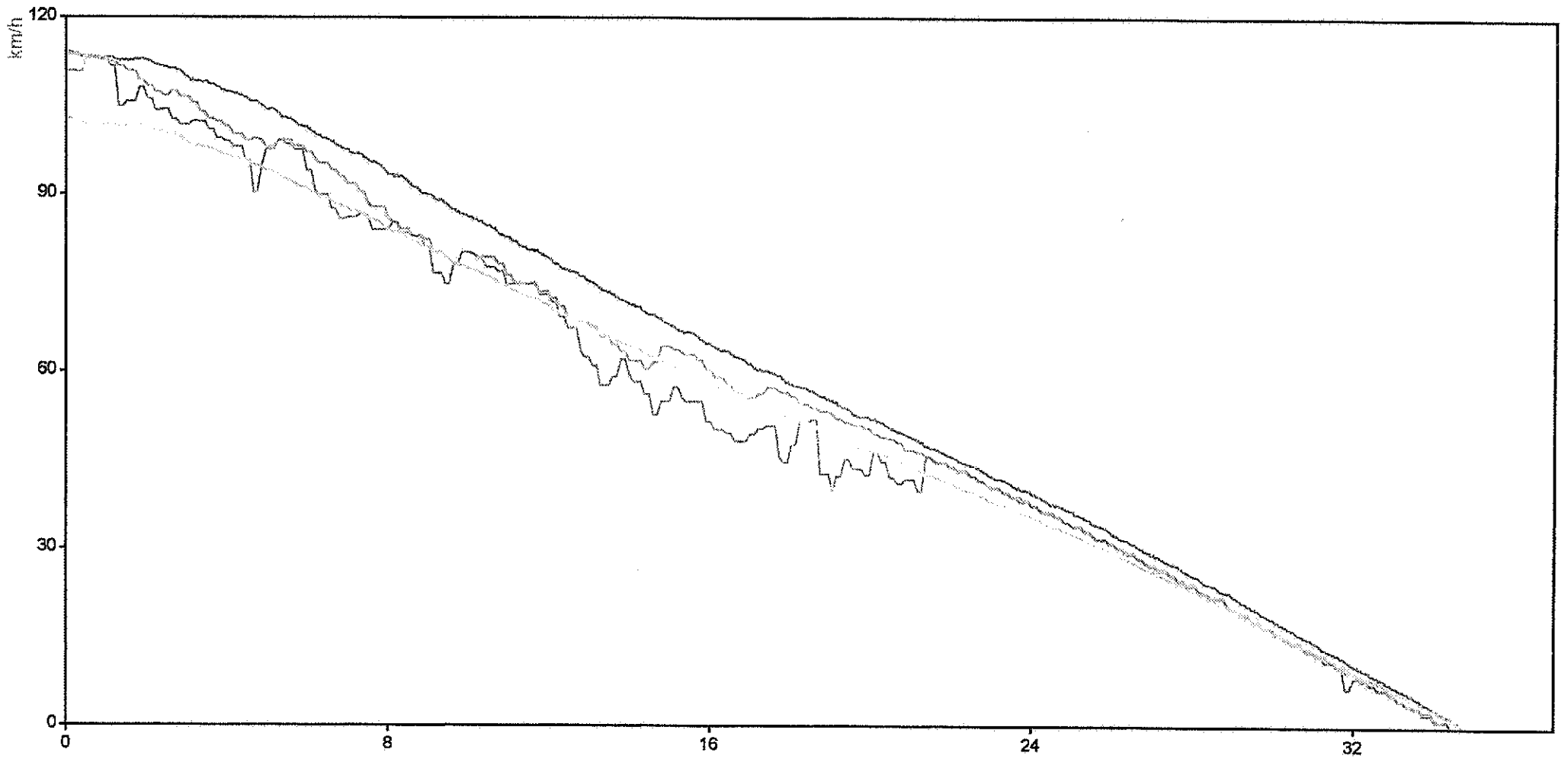
— train speed SpeedRefM4	- - - M4_WSP2	- . - . 90% of train speed
---------------	------------------	---------------	----------------------------



Slide evaluation 31mar02 (Max Service Brake) - M4 axle 3 - GM > 35%

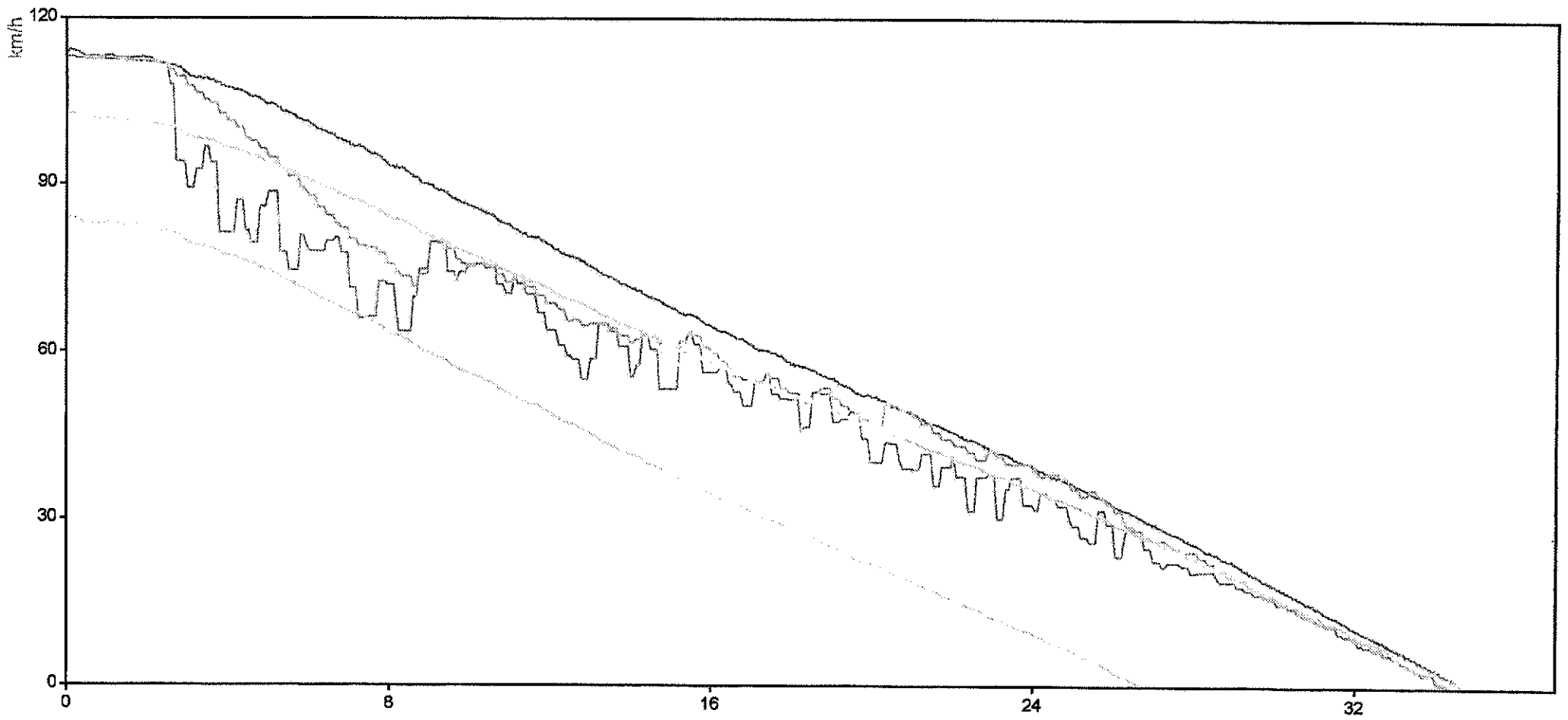
train speed	SpeedRefM4	M4_WSP3	90% of train speed
-------------	------------	---------	--------------------

t



Slide evaluation 31mar02 (Max Service Brake) - M4 axle 4 - GM > 35%

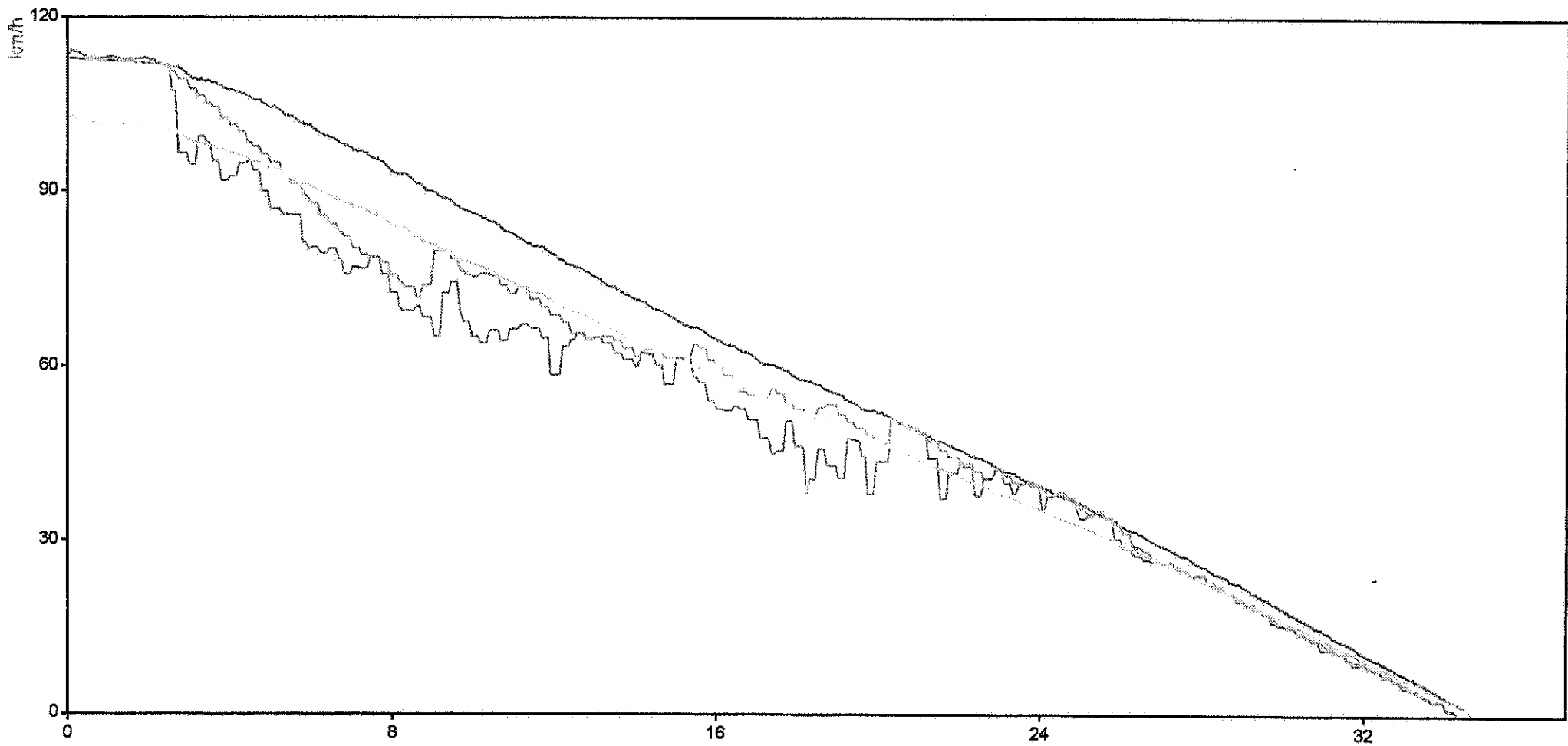
— train speed - - - SpeedRefM4 . . . M4_WSP4 - . - . 90% of train speed



Slide evaluation 31mar02 (Max Service Brake) - T3 axle 1 - GM > 35%

train acceleration	SpeedRefT3	T3_WSP1	90% of train speed	train speed -30%
--------------------	------------	---------	--------------------	------------------

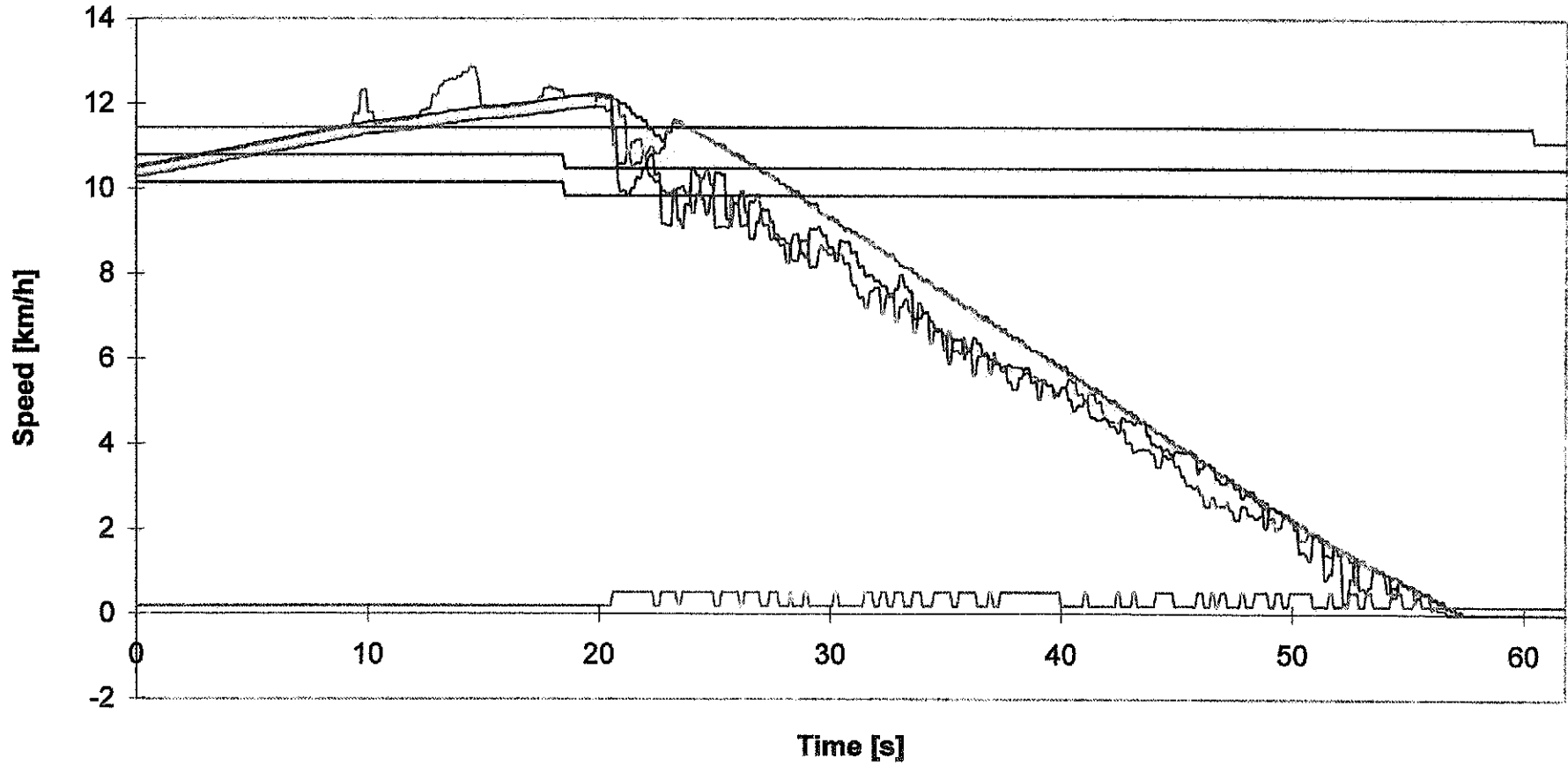
t



Slide evaluation 31mar02 (Max Service Brake) - T3 axle 2 - GM > 35%

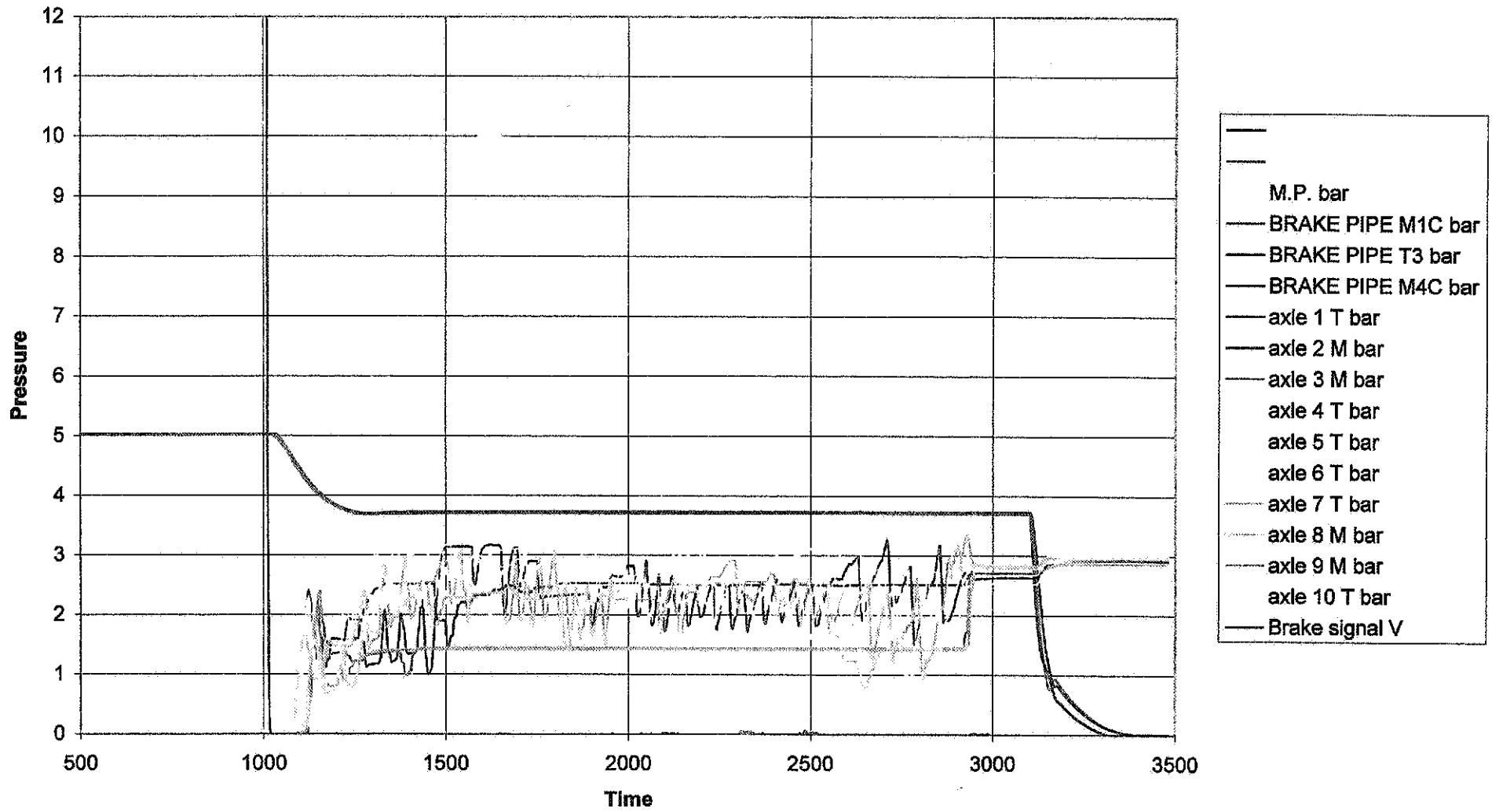
— train acceleration - - - SpeedRefT3 . . . T3_WSP2 - . - . 90% of train speed

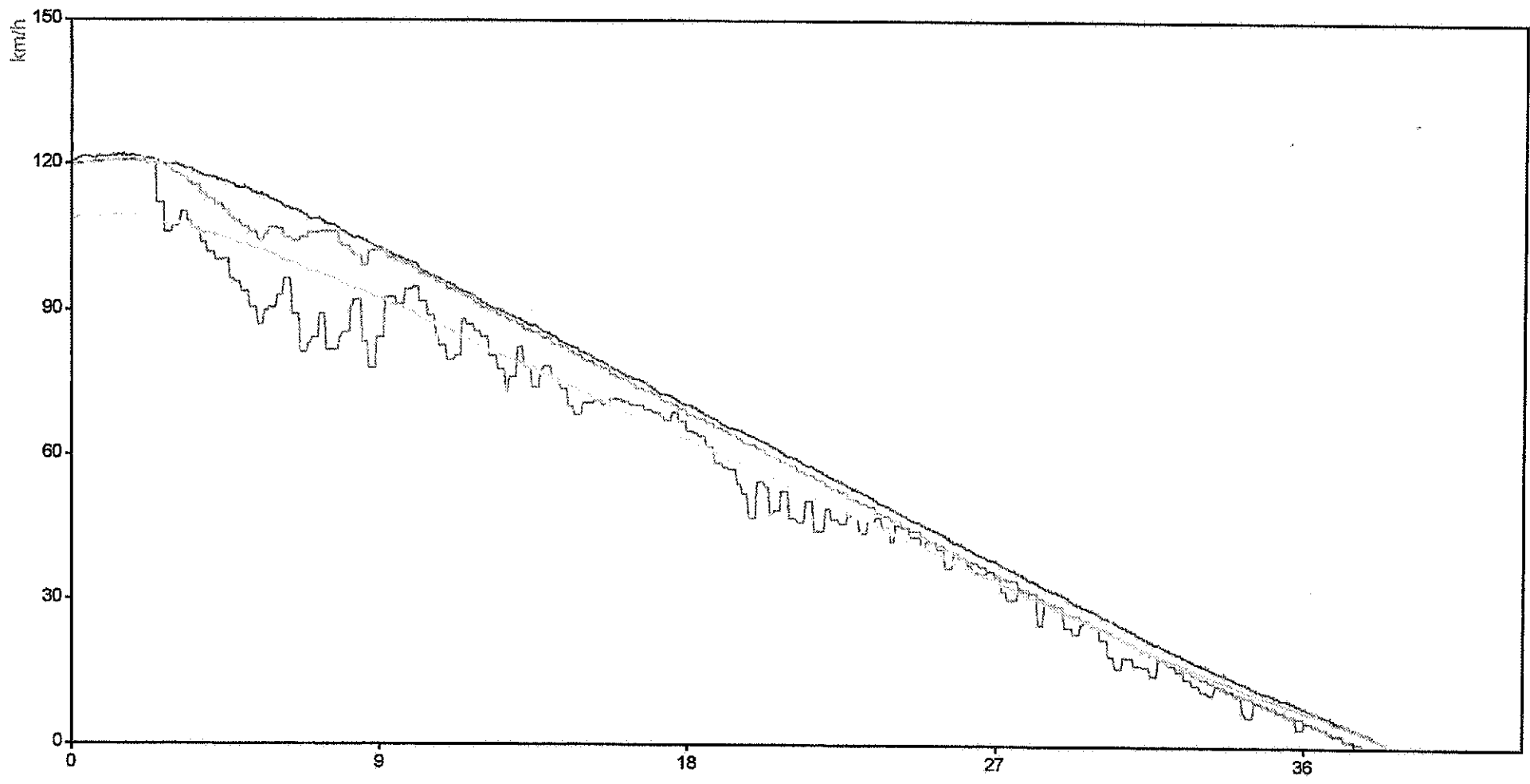
M4_31_mar_10



— SPEEDRIF [Kmh]	— WSP_SPEED1 [Kmh]	WSP_SPEED2 [Kmh]	— WSP_SPEED3 [Kmh]	— WSP_SPEED4 [Kmh]	— TRACTION [Digital]
— BRAKE [Digital]	— SOCCORSO [Digital]	— SLIDE [Digital]			

31 March Test 10

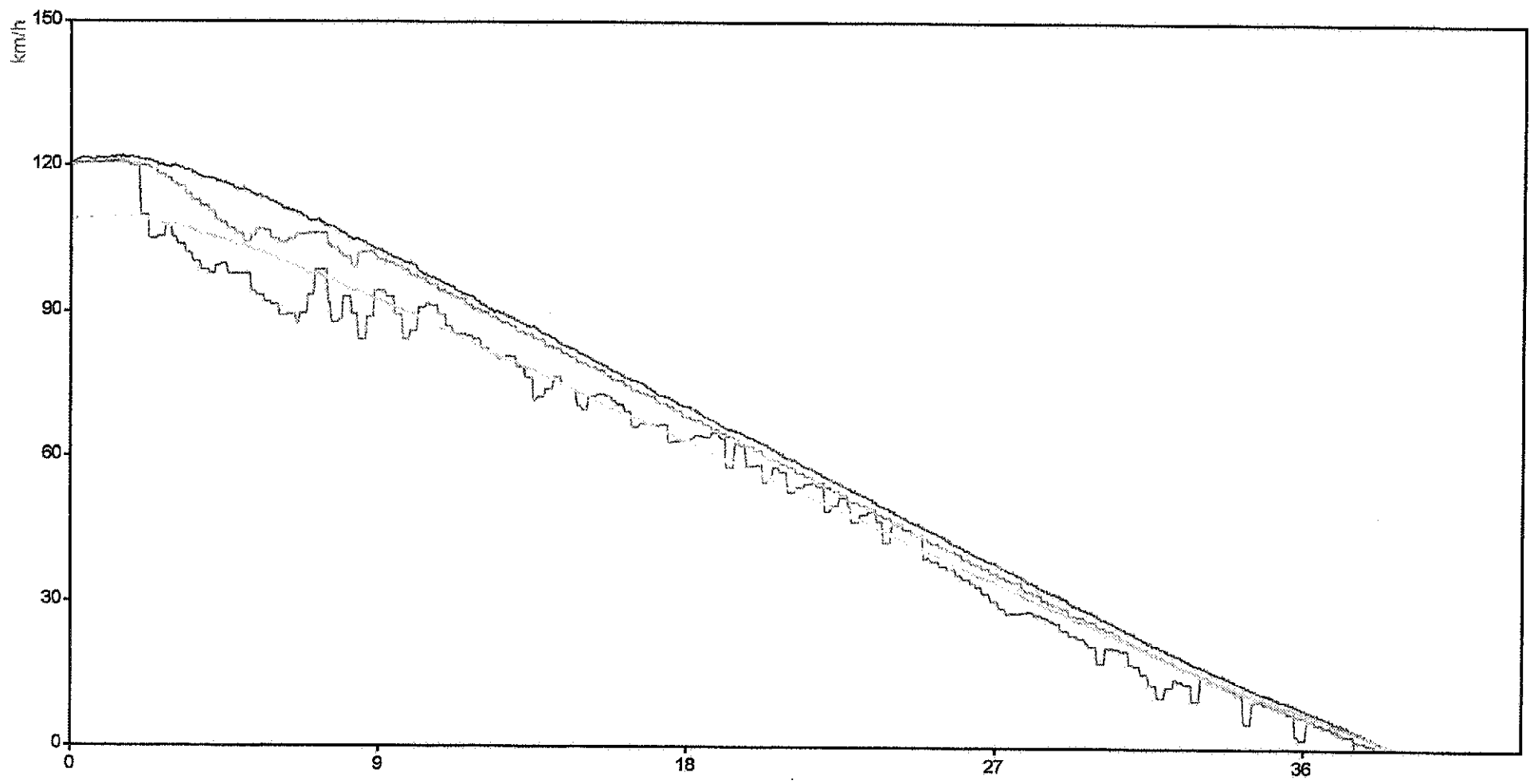




Slide evaluation 31mar10 (Max Service Brake) - M1axle 1 - GM > 35%

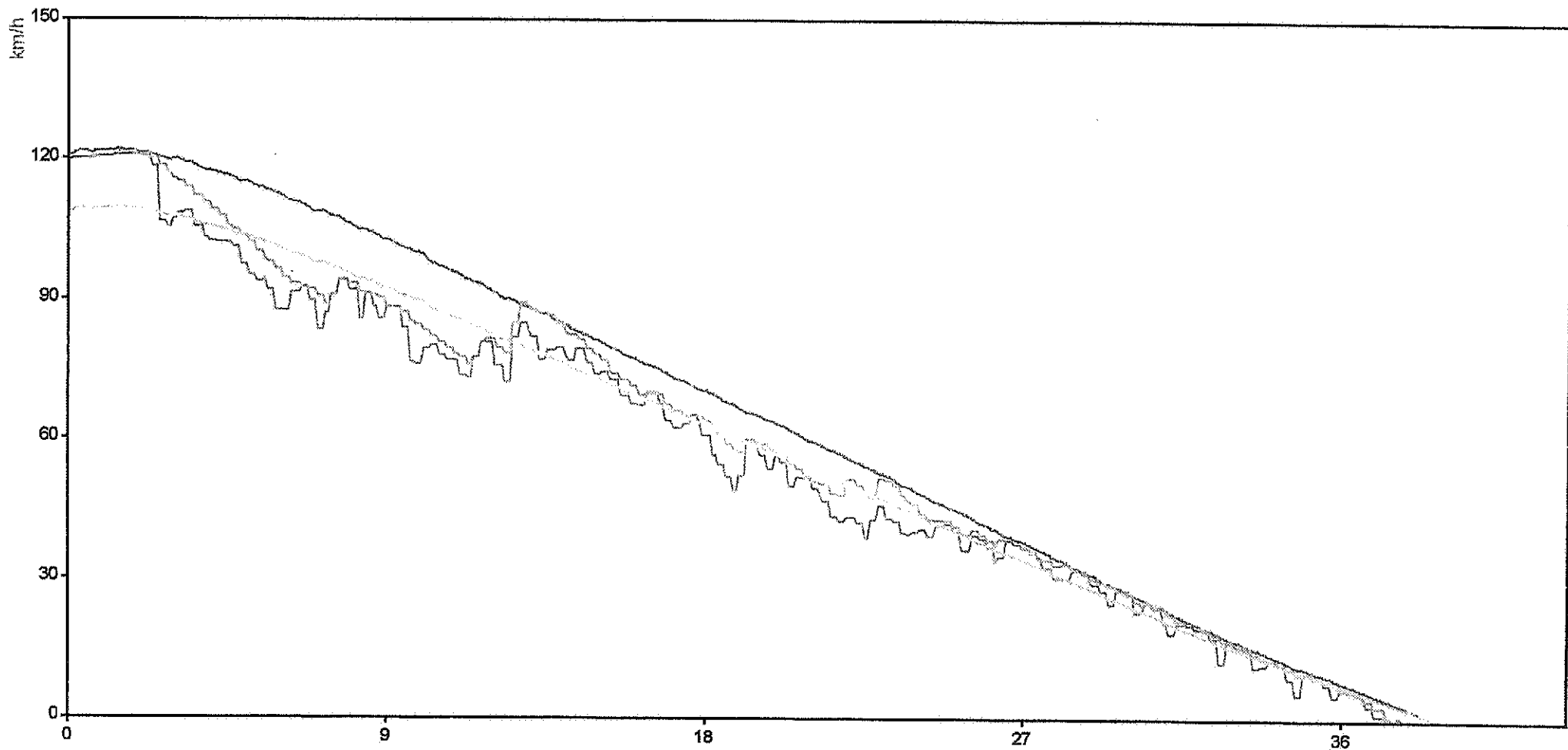
— train speed — SpeedRefM1 — M1_WSP1 90% of train speed

t



Slide evaluation 31mar10 (Max Service Brake) - M1axle 4 - GM > 35%

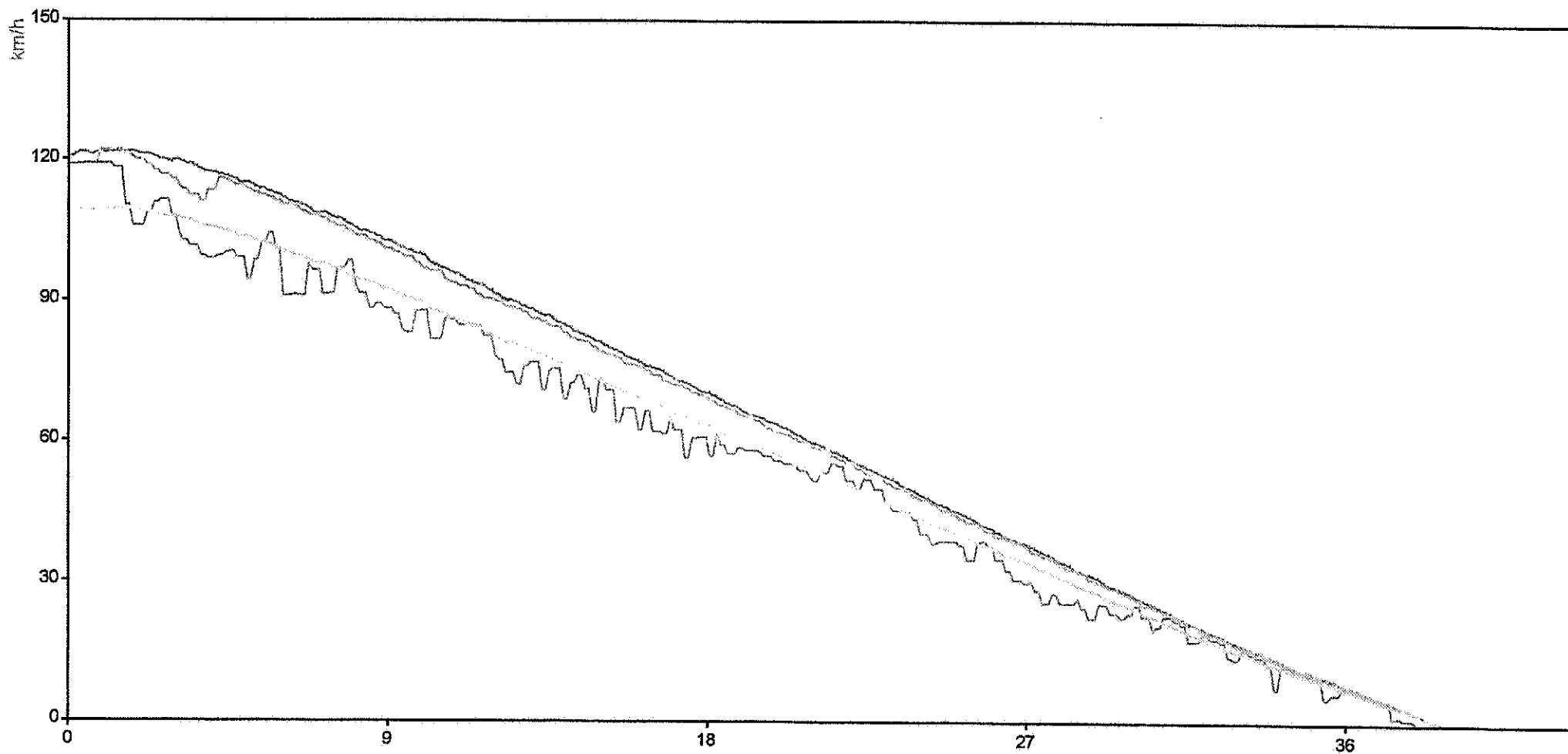
— train speed - - - SpeedRefM1 . . . M1_WSP4 - . - . 90% of train speed



Slide evaluation 31mar10 (Max Service Brake) - T3 axle 2 - GM > 35%

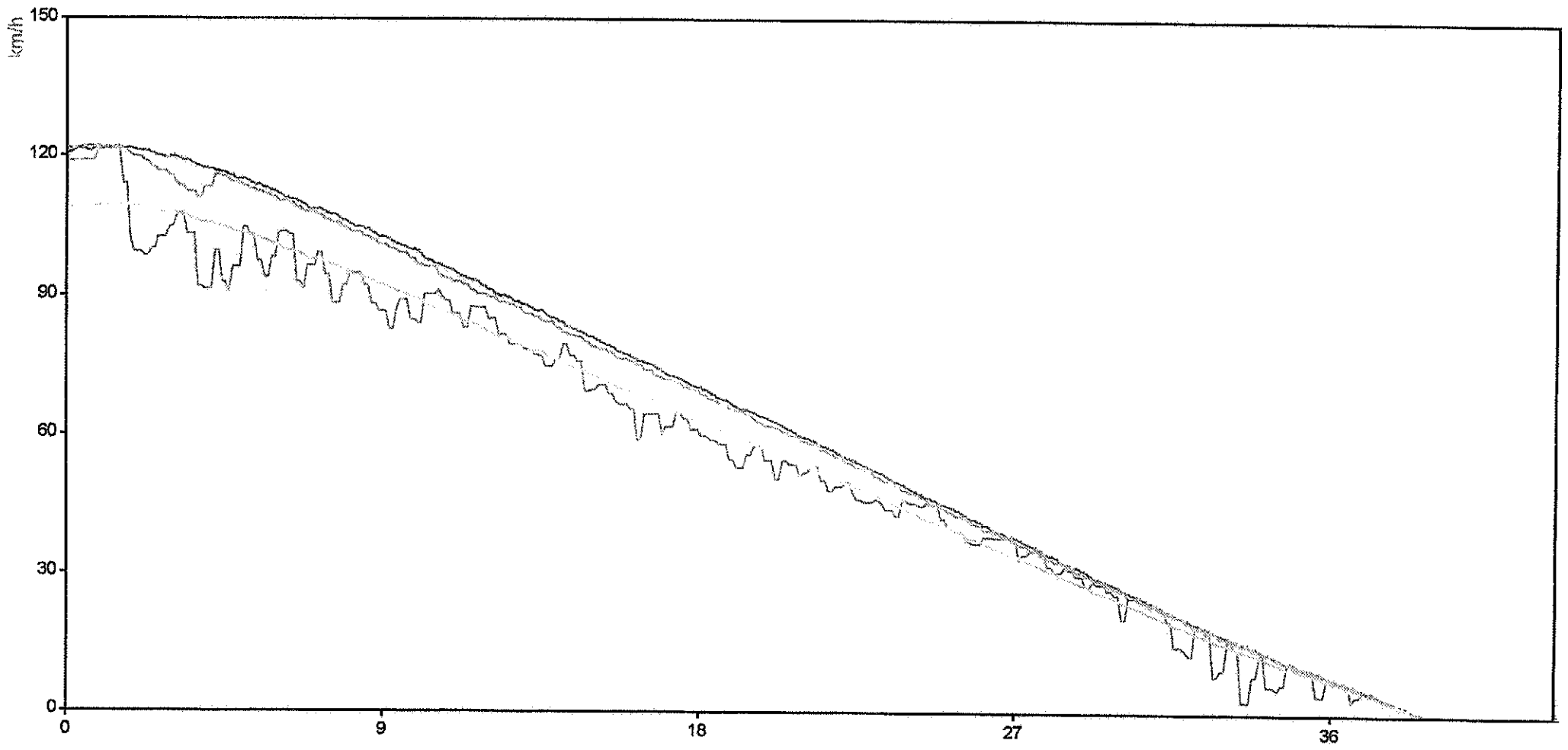
— train acceleration - - - SpeedRefT3 — T3_WSP2 ···· 90% of train speed

t



Slide evaluation 31mar10 (Max Service Brake) - M4 axle 1 - GM > 35%

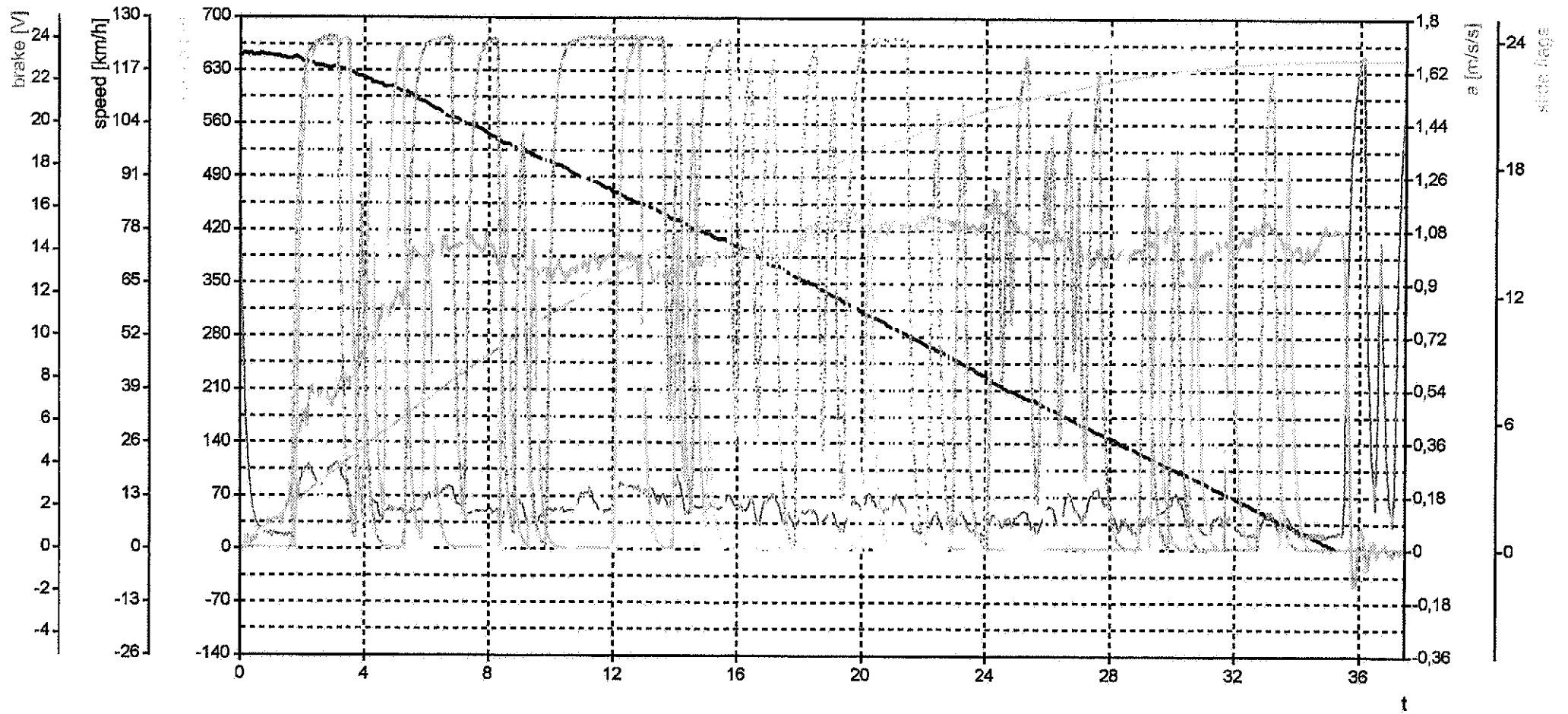
— train speed - - - SpeedRefM4 ····· M4_WSP1 - · - · 90% of train speed



Slide evaluation 31mar10 (Max Service Brake) - M4 axle 4 - GM > 35%

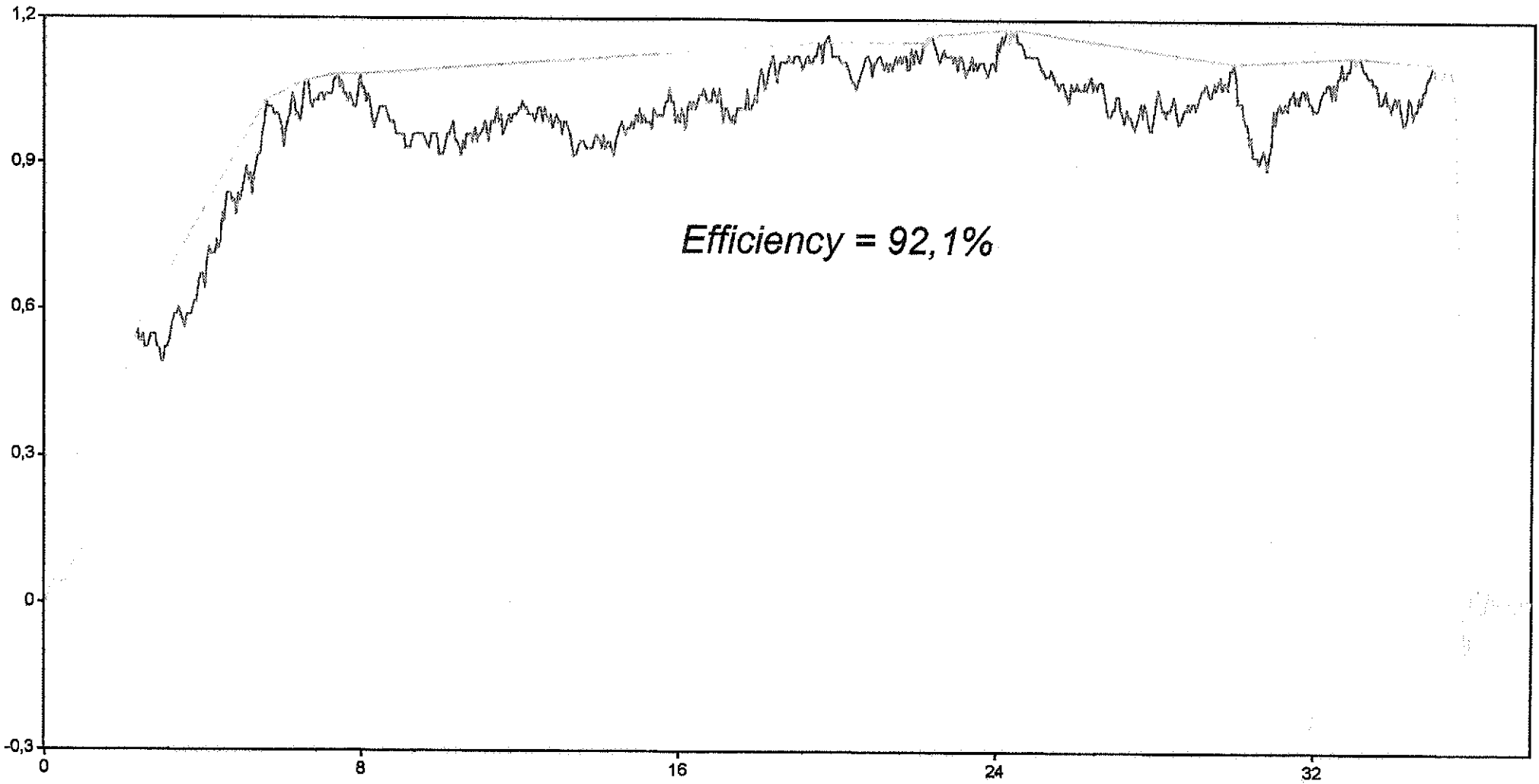
train speed	SpeedRefM4	M4_WSP4	90% of train speed
-------------	------------	---------	--------------------

t



Maximum Service Brake no HD with soap; Vinit. = 120,59 Km/h; braking dist. = 643,56 m; M1; dec = 0,87 m/s/s; Effort Mode; File 16mar12

— speed	— brake line	— slide flag M4	— slide flag M1
— deceleration	— distance	— slide flag T3	

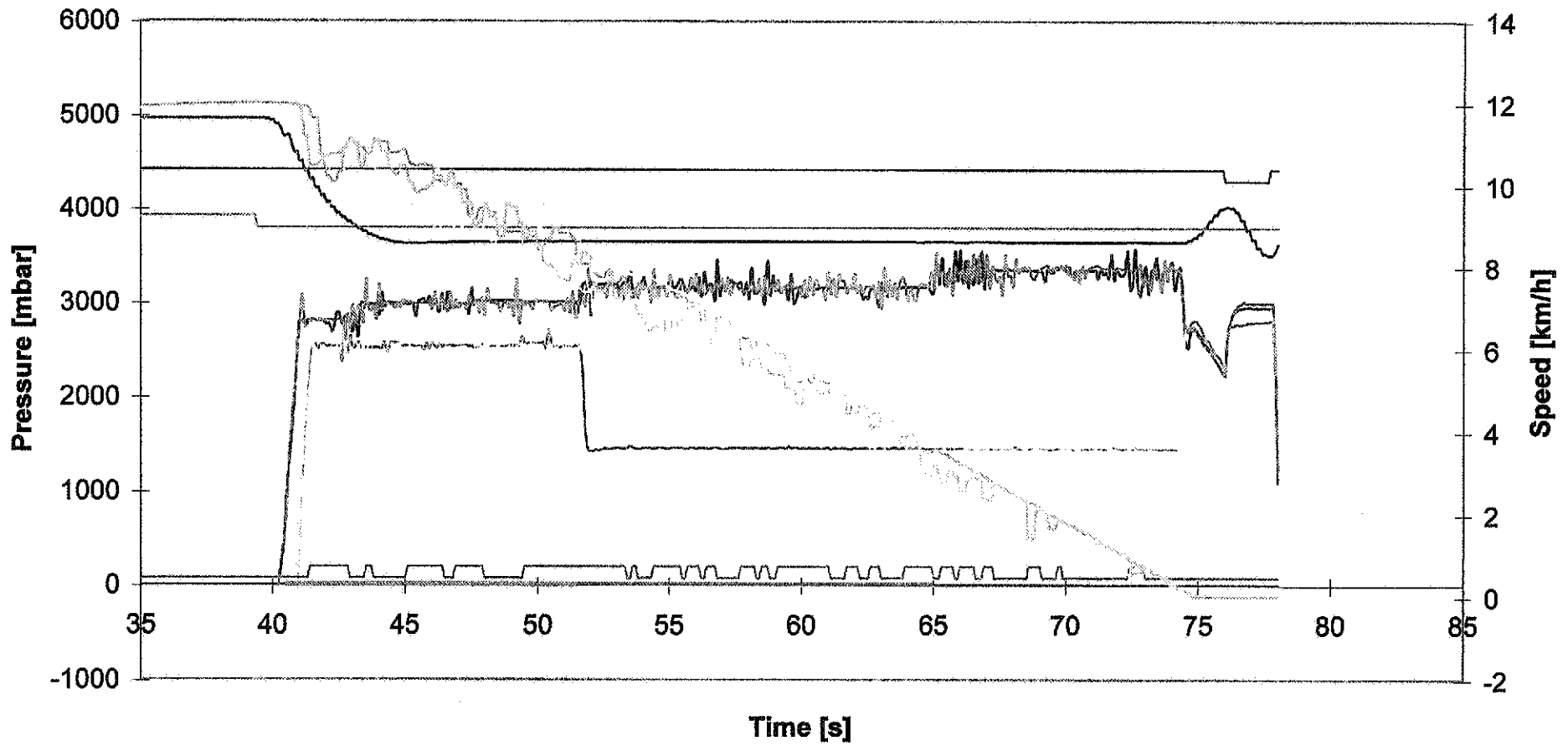


Antislid evaluation 16mar12 (Max Service Brake without HD) - $T_a = 0,054$ - Distance increase = 11,41%

— Train acceleration

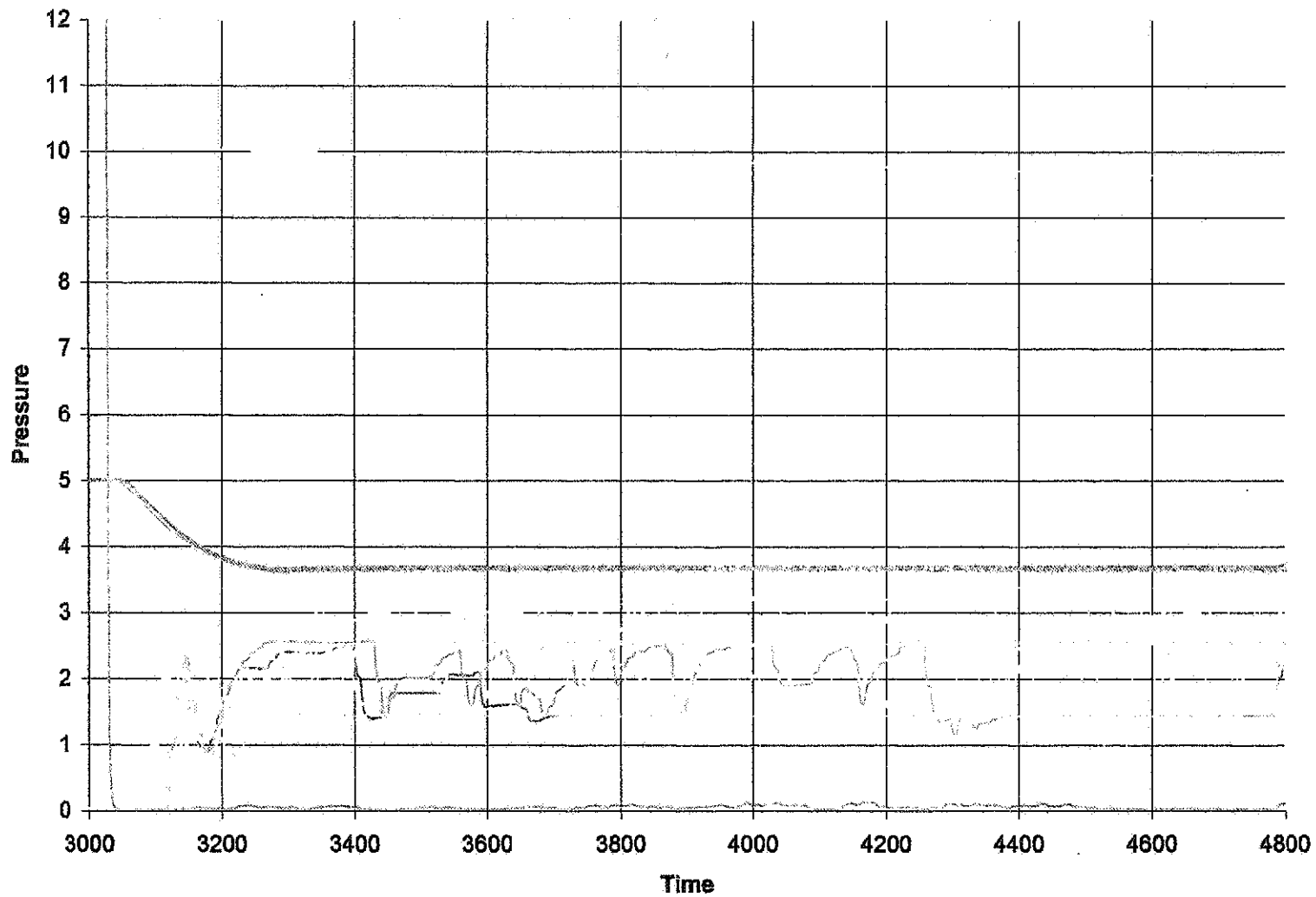
— Peak acceleration

16_mar_12



CONTROL1 [bar]	CONTROL2 [bar]	CONTROL3 [bar]	CONTROL4 [bar]	BPPRESS [bar]	HDA1 [unit]	HDA2 [unit]	HDR1 [kN]	HDR2 [kN]
TRACTION [Digital]	BRAKE [Digital]	SOCCORSO [Digital]	SLIDE [Digital]	SPEEDRIF [Kmh]	WSP_SPEED1 [Kmh]	WSP_SPEED2 [Kmh]	WSP_SPEED3 [Kmh]	WSP_SPEED4 [Kmh]

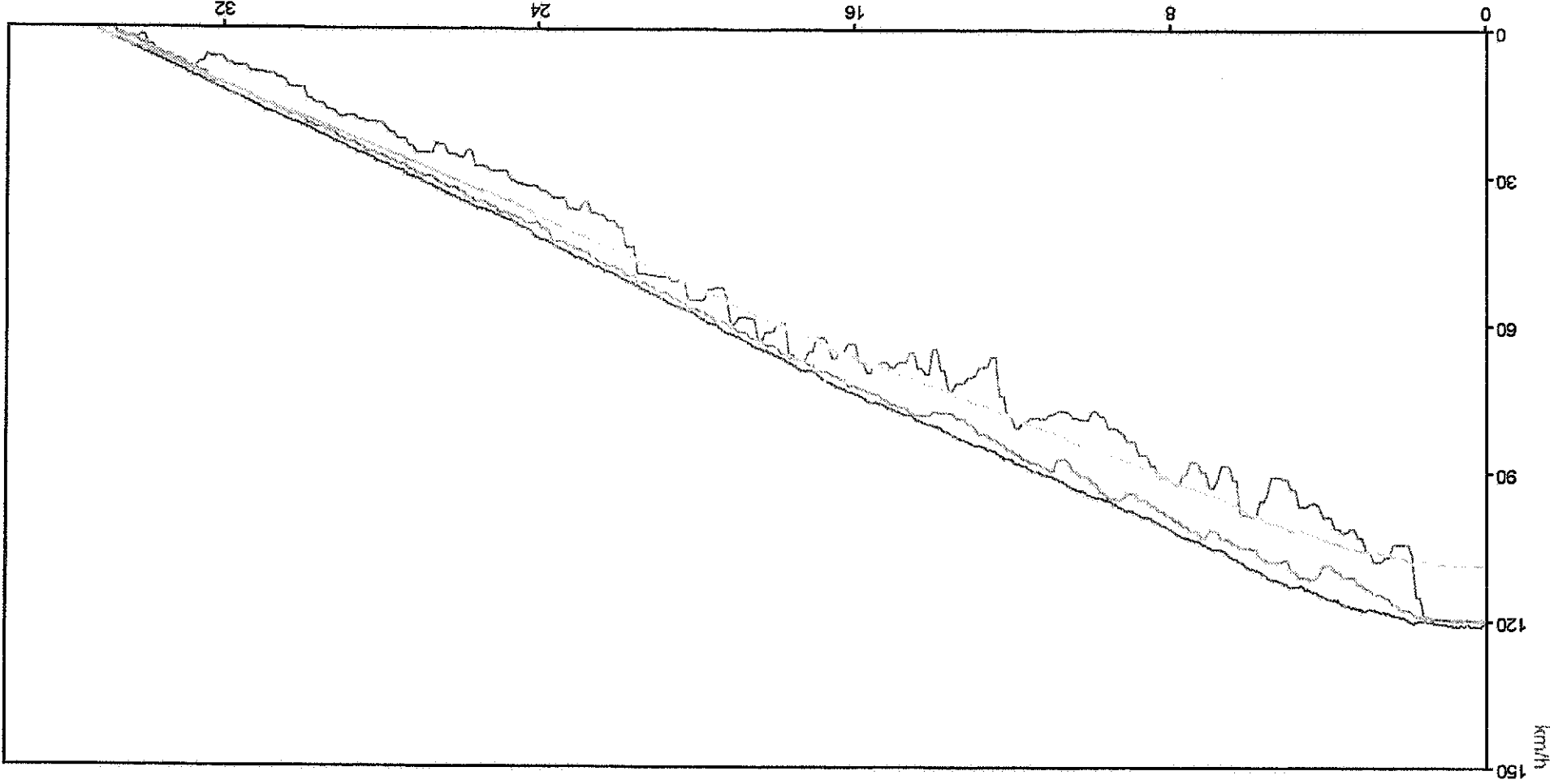
16 March Test 12

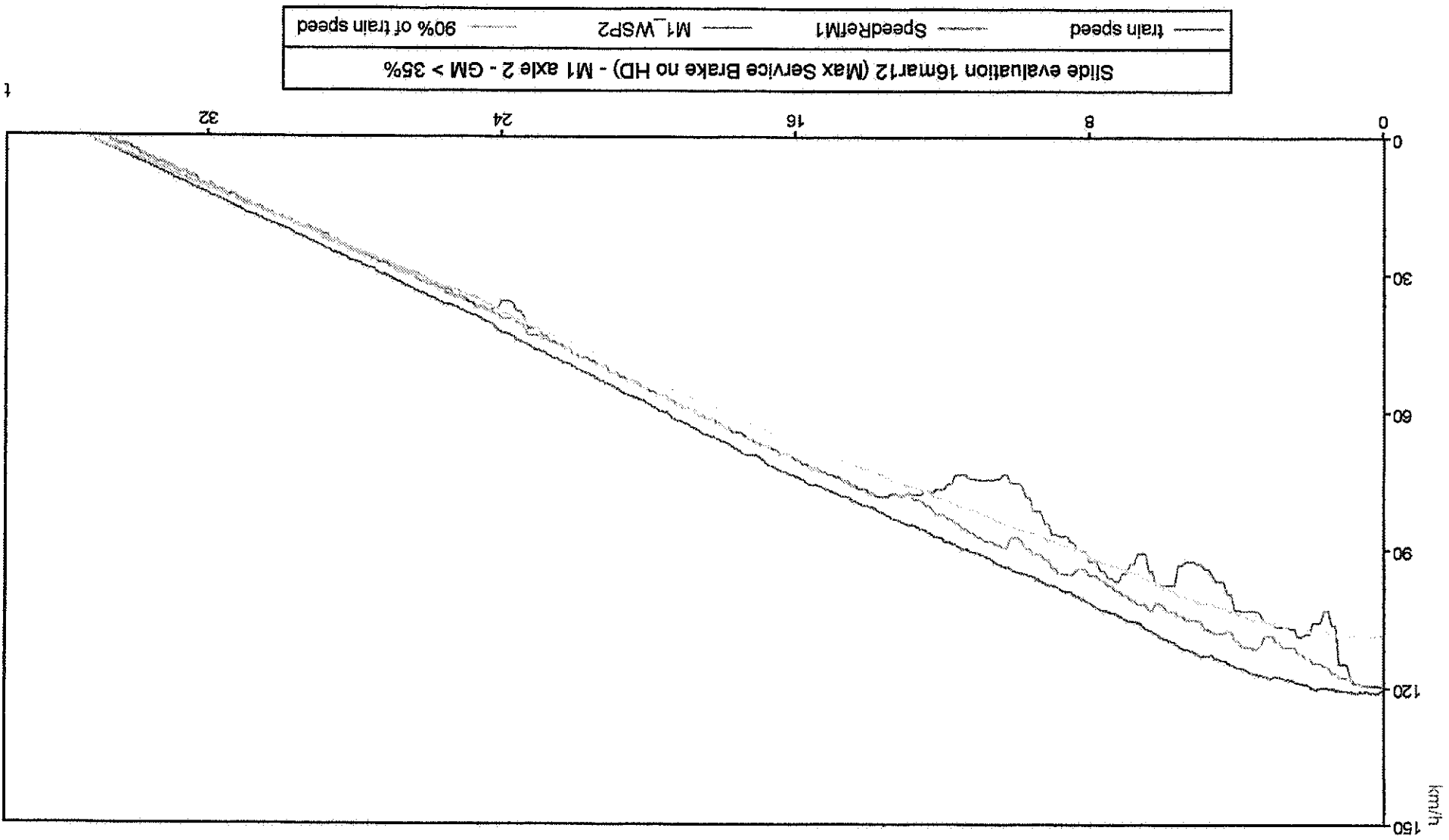


- M.P. bar
- BRAKE PIPE M1C bar
- BRAKE PIPE T3 bar
- BRAKE PIPE M4C bar
- axle 1 T bar
- axle 2 M bar
- axle 3 M bar
- axle 4 T bar
- axle 5 T bar
- axle 6 T bar
- axle 7 T bar
- axle 8 M bar
- axle 9 M bar
- axle 10 T bar
- Brake signal V

Slide evaluation 16mar12 (Max Service Brake no HD) - M1 axle 1 - GM > 35%

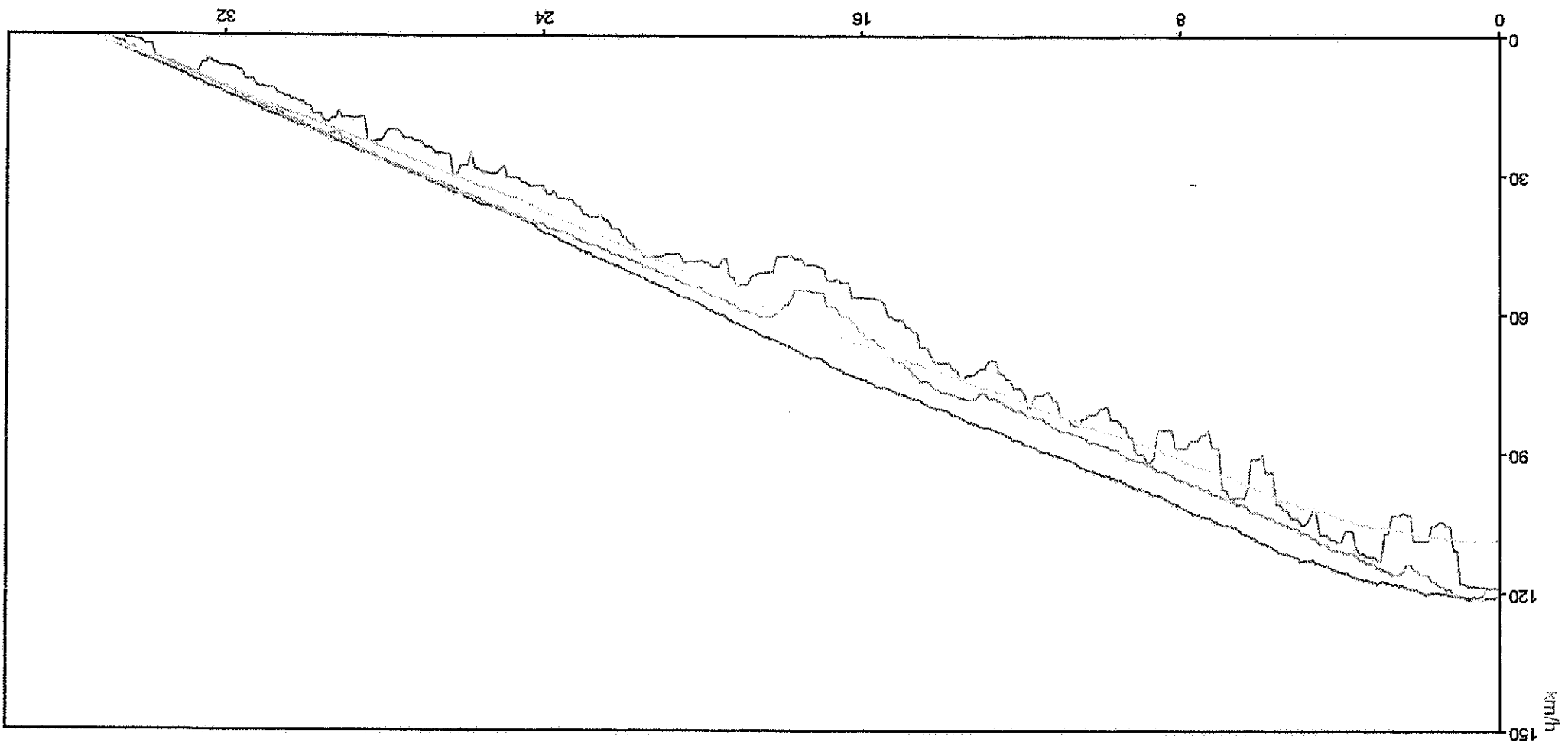
train speed — SpeedRefM1 — M1_WSP1 — 90% of train speed

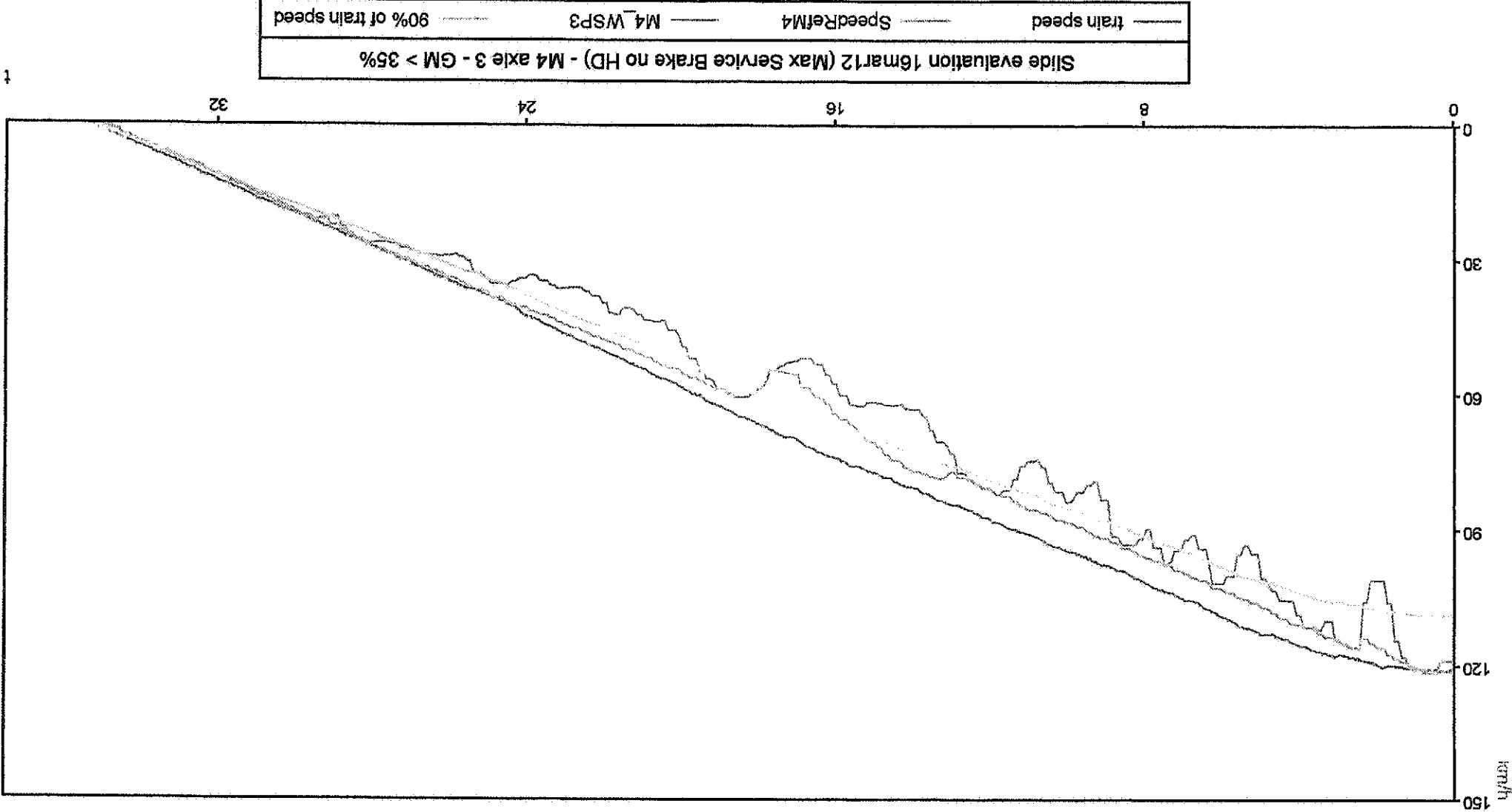




Slide evaluation 16mar12 (Max Service Brake no HD) - M4 axle 1 - GM > 35%

train speed
SpeedRefM4
M4_WSP1
90% of train speed



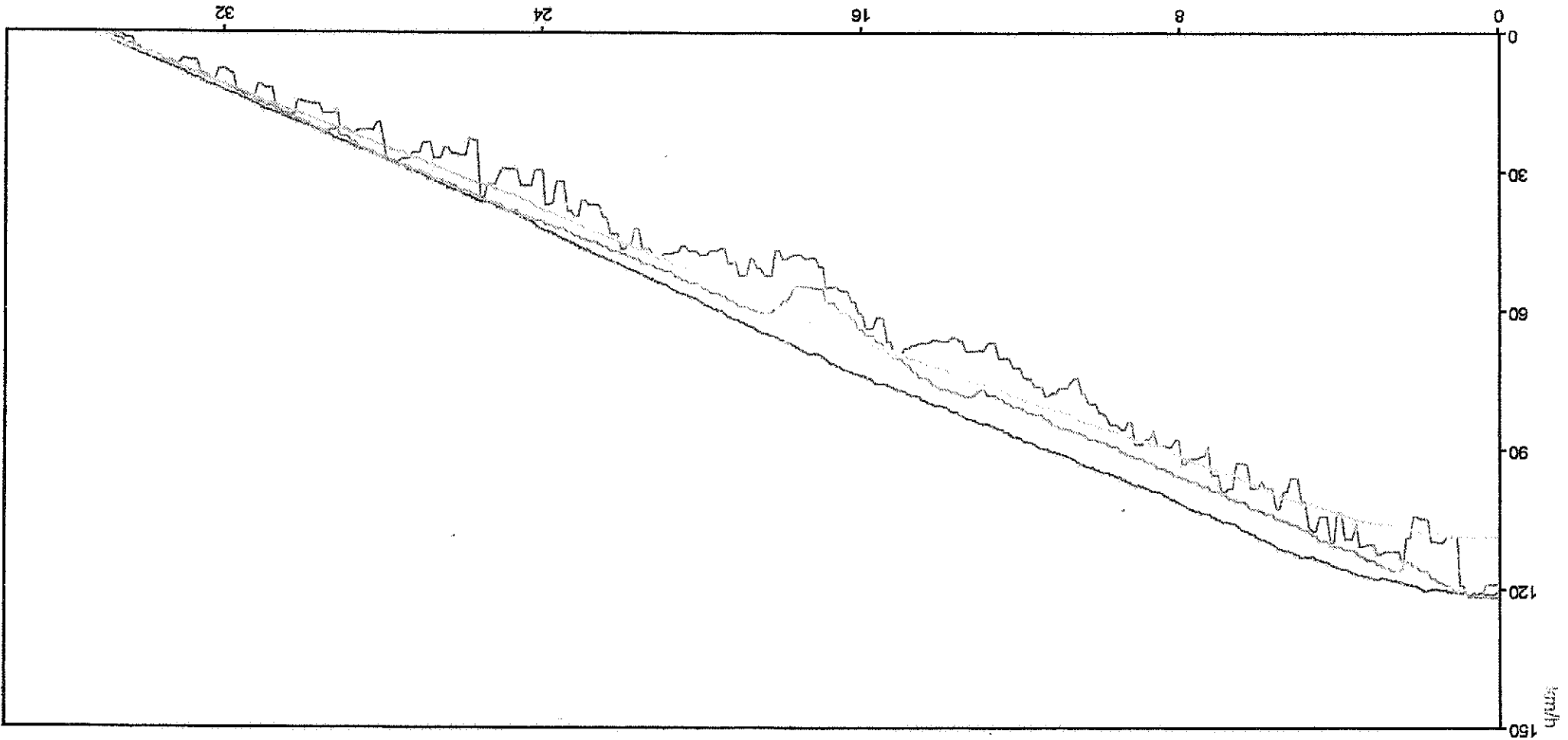


Slide evaluation 16mar12 (Max Service Brake no HD) - M4 axle 3 - GM > 35%

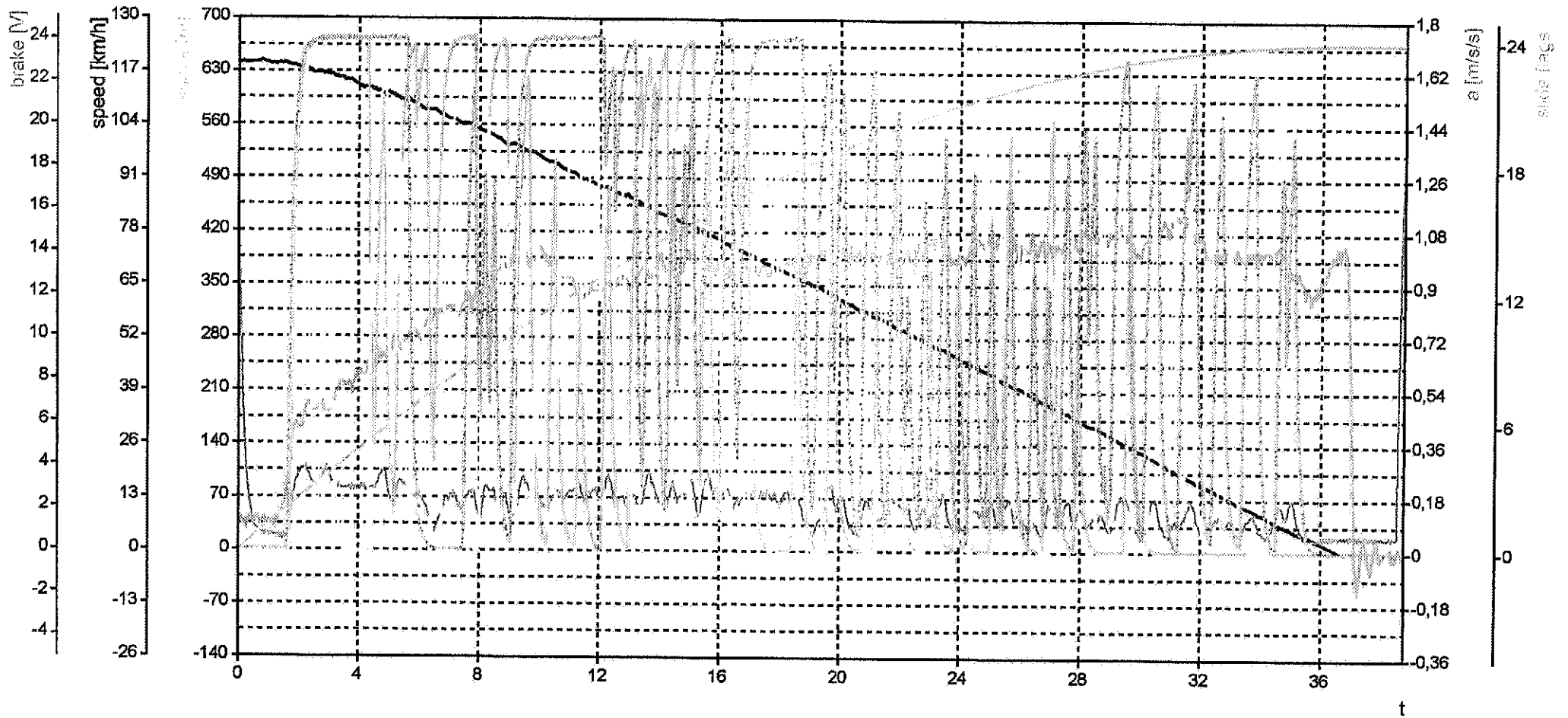
— train speed - - - SpeedRefM4 . . . M4_WSP3 - . - 90% of train speed

Slide evaluation 16mar12 (Max Service Brake no HD) - M4 axle 4 - GM > 35%

----- train speed
----- SpeedRetM4
----- M4_WSP4
----- 90% of train speed

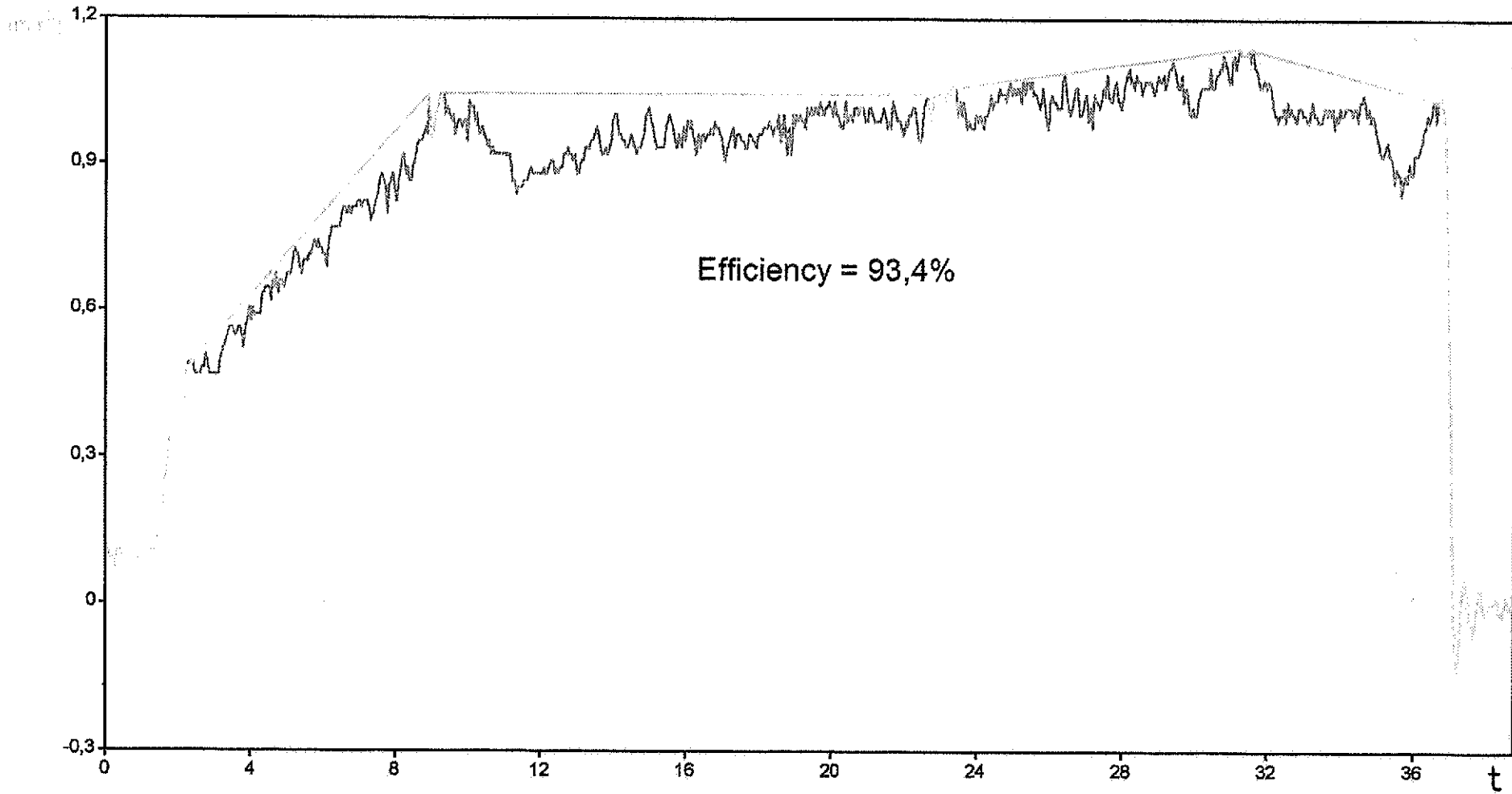


1



Maximum Service Brake no HD with soap; Vinit.= 118,91 Km/h; braking dist. = 669,12 m; M1; dec = 0,82 m/s/s; Effort Mode; File 16mar14

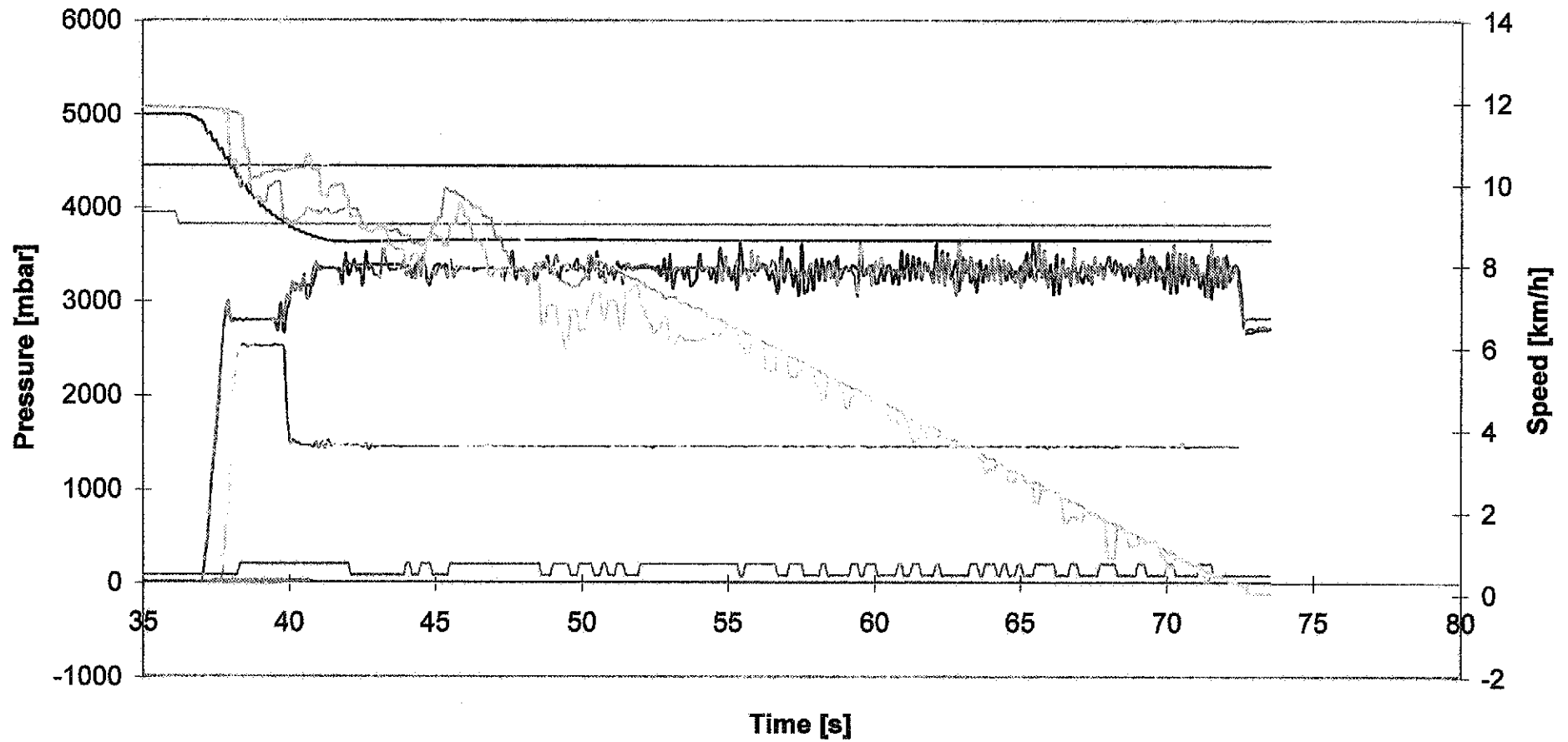
— speed	— brake line	— slide flag M4	— slide flag M1
— deceleration	— distance	— slide flag T3	



Antislip Efficiency Calculation 16mar14 Maximum Service Brake without HD - $T_a = 0,049$ - Distance increase = 19,13%

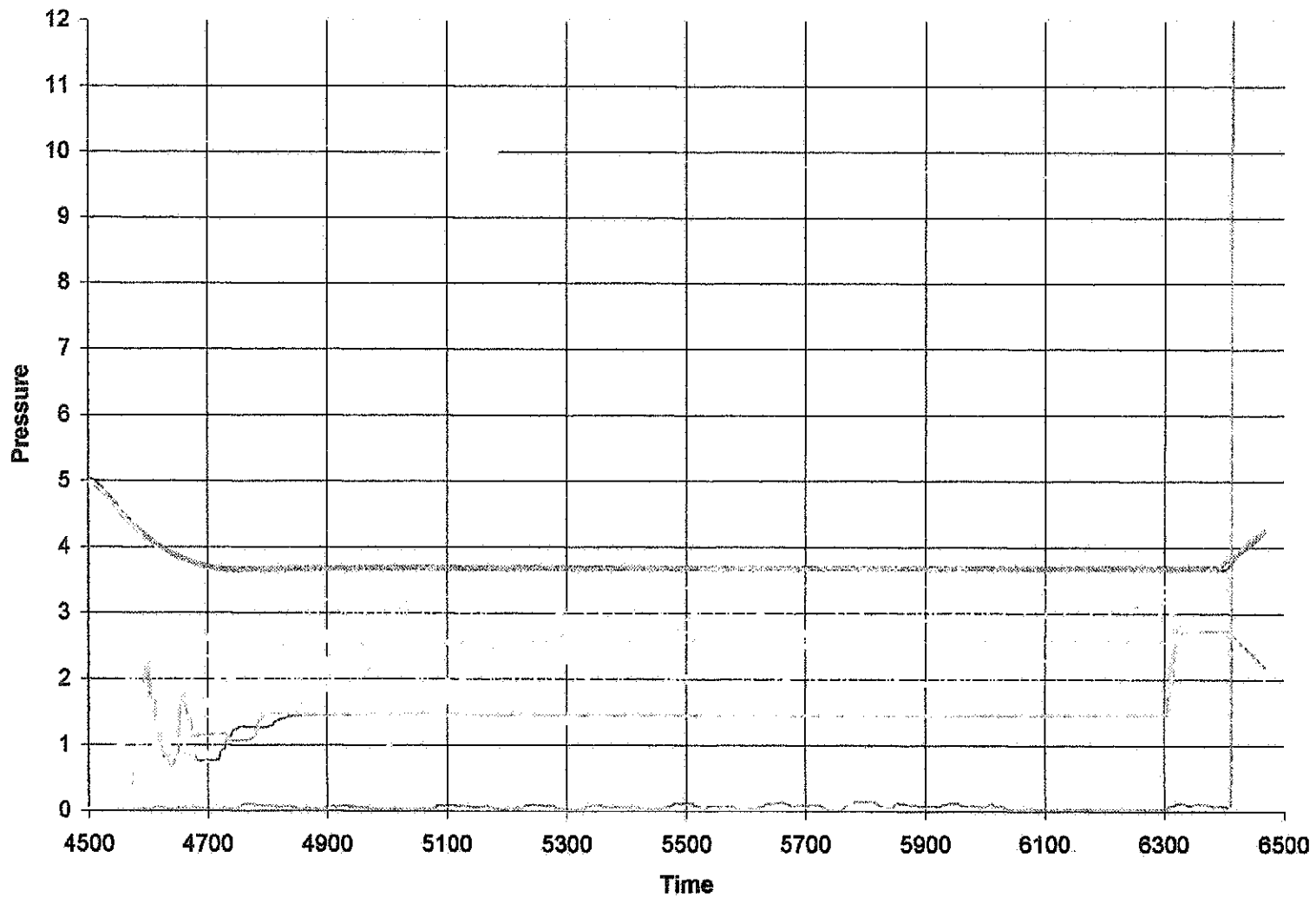
— Train Acceleration - - - Peak Acceleration

16_mar_14

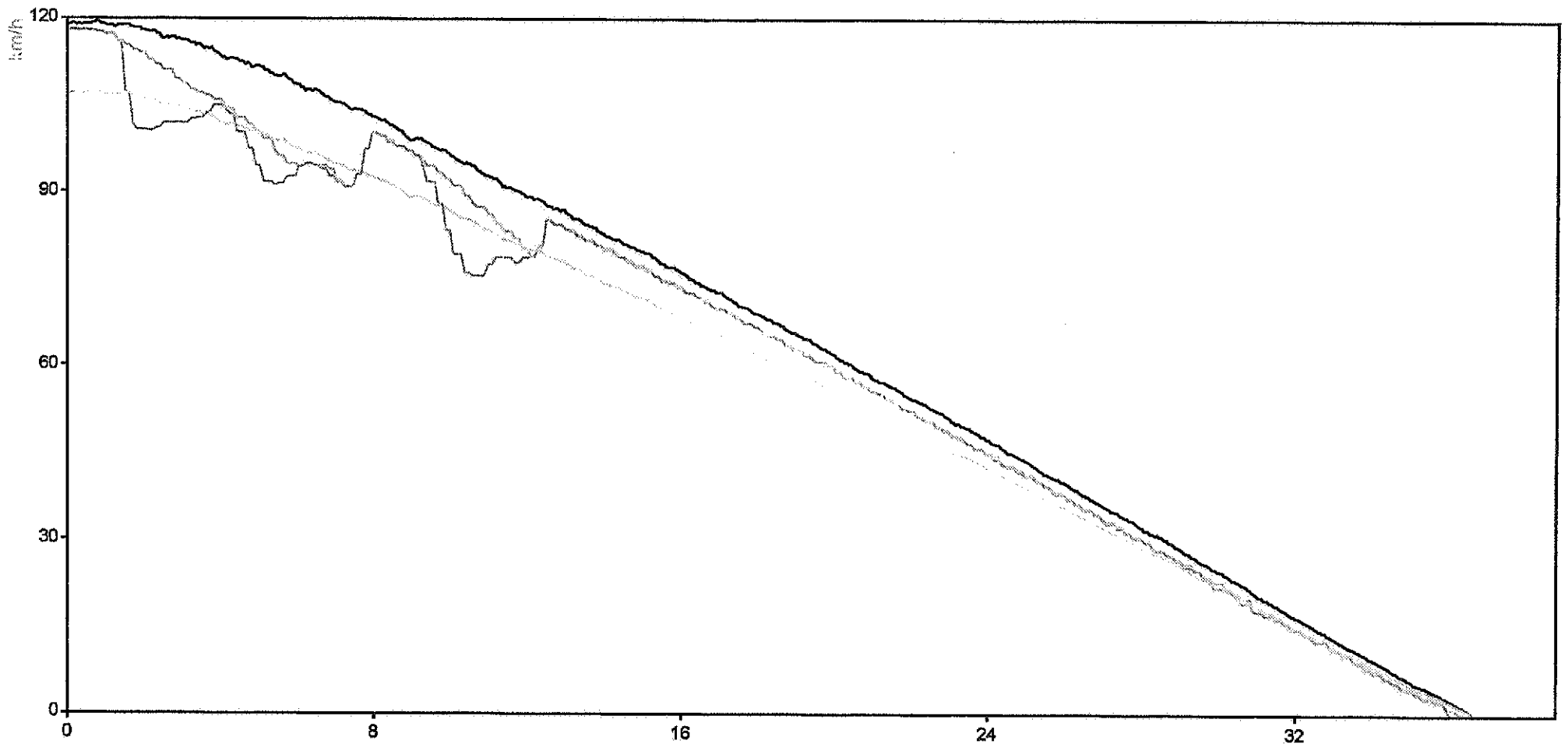


CONTROL1 [bar]	CONTROL2 [bar]	CONTROL3 [bar]	CONTROL4 [bar]	BPPRESS [bar]	HDA1 [unit]	HDA2 [unit]	HDR1 [kN]	HDR2 [kN]
TRACTION [Digital]	BRAKE [Digital]	SOCCORSO [Digital]	SLIDE [Digital]	SPEEDRIF [Kmh]	WSP_SPEED1 [Kmh]	WSP_SPEED2 [Kmh]	WSP_SPEED3 [Kmh]	WSP_SPEED4 [Kmh]

16 March Test 14



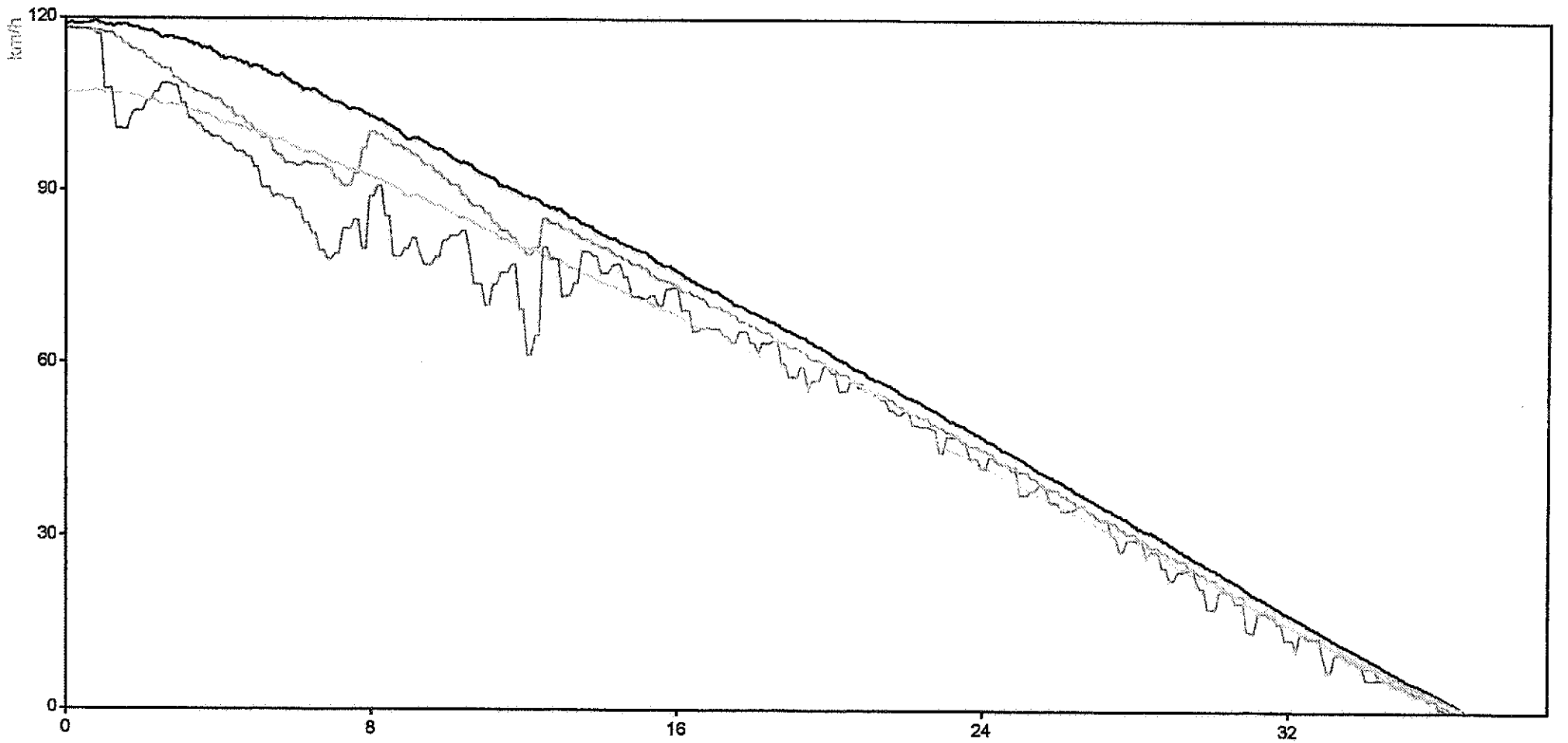
- M.P. bar
- BRAKE PIPE M1C bar
- BRAKE PIPE T3 bar
- BRAKE PIPE M4C bar
- axle 1 T bar
- axle 2 M bar
- axle 3 M bar
- axle 4 T bar
- axle 5 T bar
- axle 6 T bar
- axle 7 T bar
- axle 8 M bar
- axle 9 M bar
- axle 10 T bar
- Brake signal V



Slide evaluation 16mar14 (Maximum Service Brake) - M1 axle 1 - GM > 35%

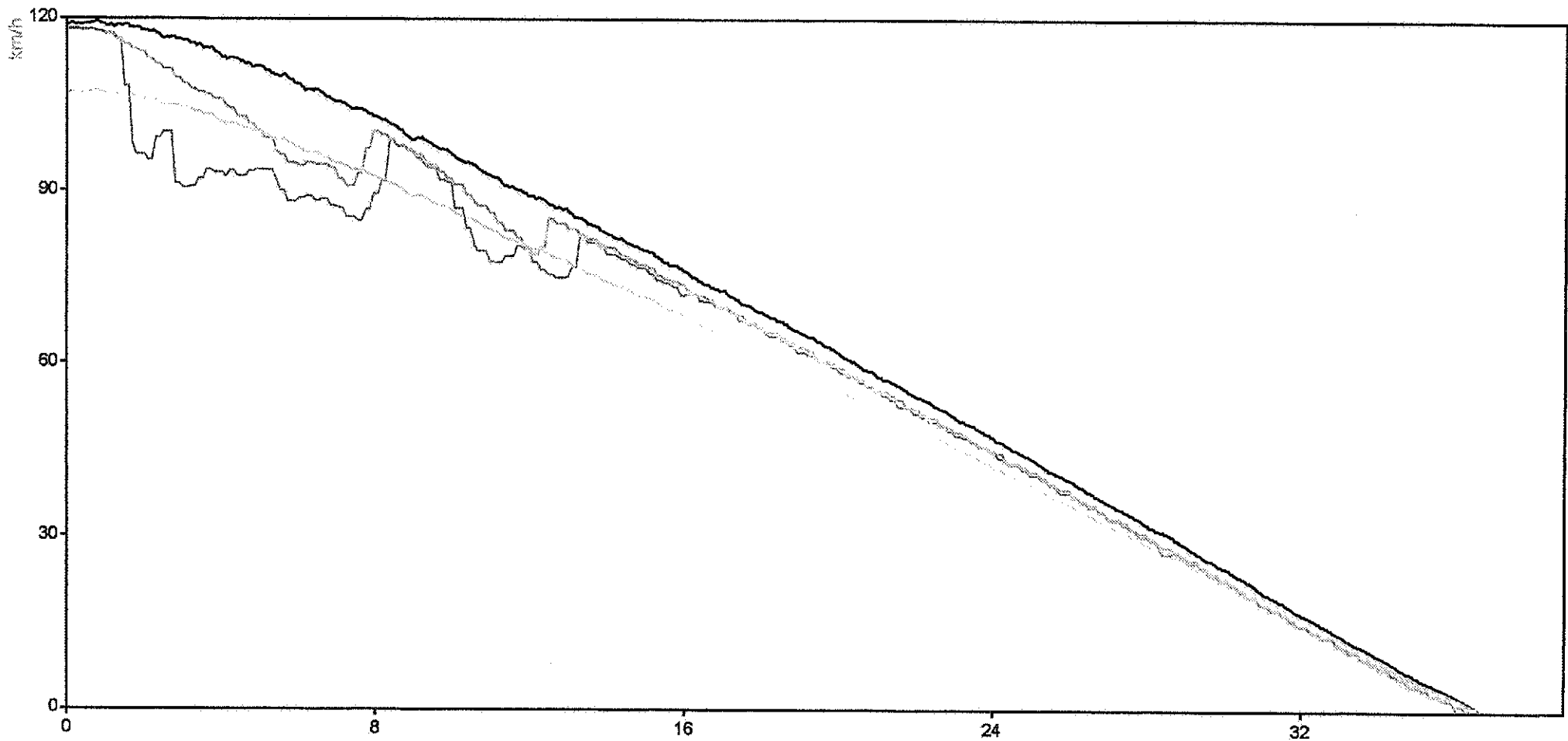
SpeedRefM1	train speed	90% of train speed	M1_WSP2
------------	-------------	--------------------	---------

t



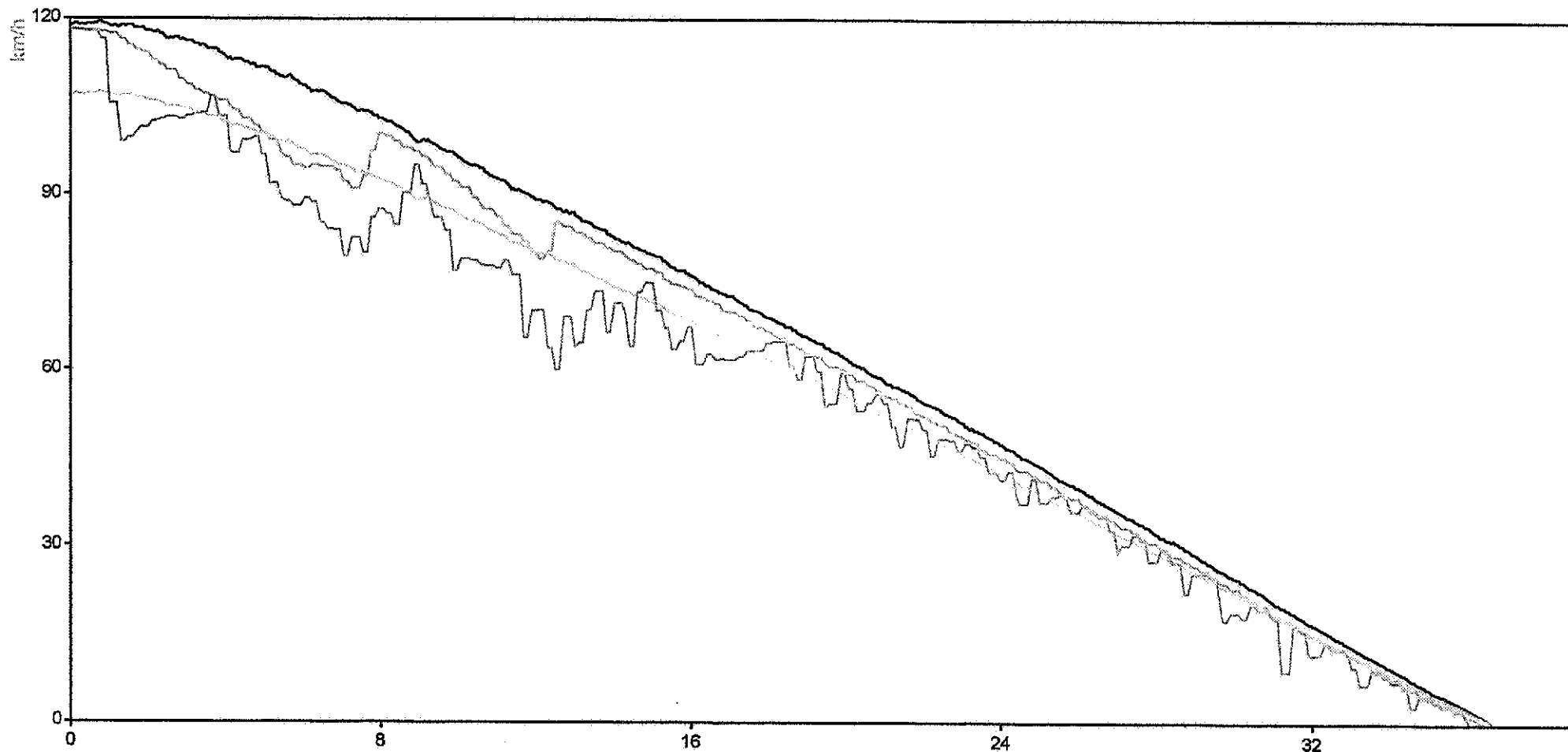
Slide evaluation 16mar14 (Maximum Service Brake) - M1 axle 2 - GM > 35%

SpeedRefM1 train speed 90% of train speed M1_WSP1



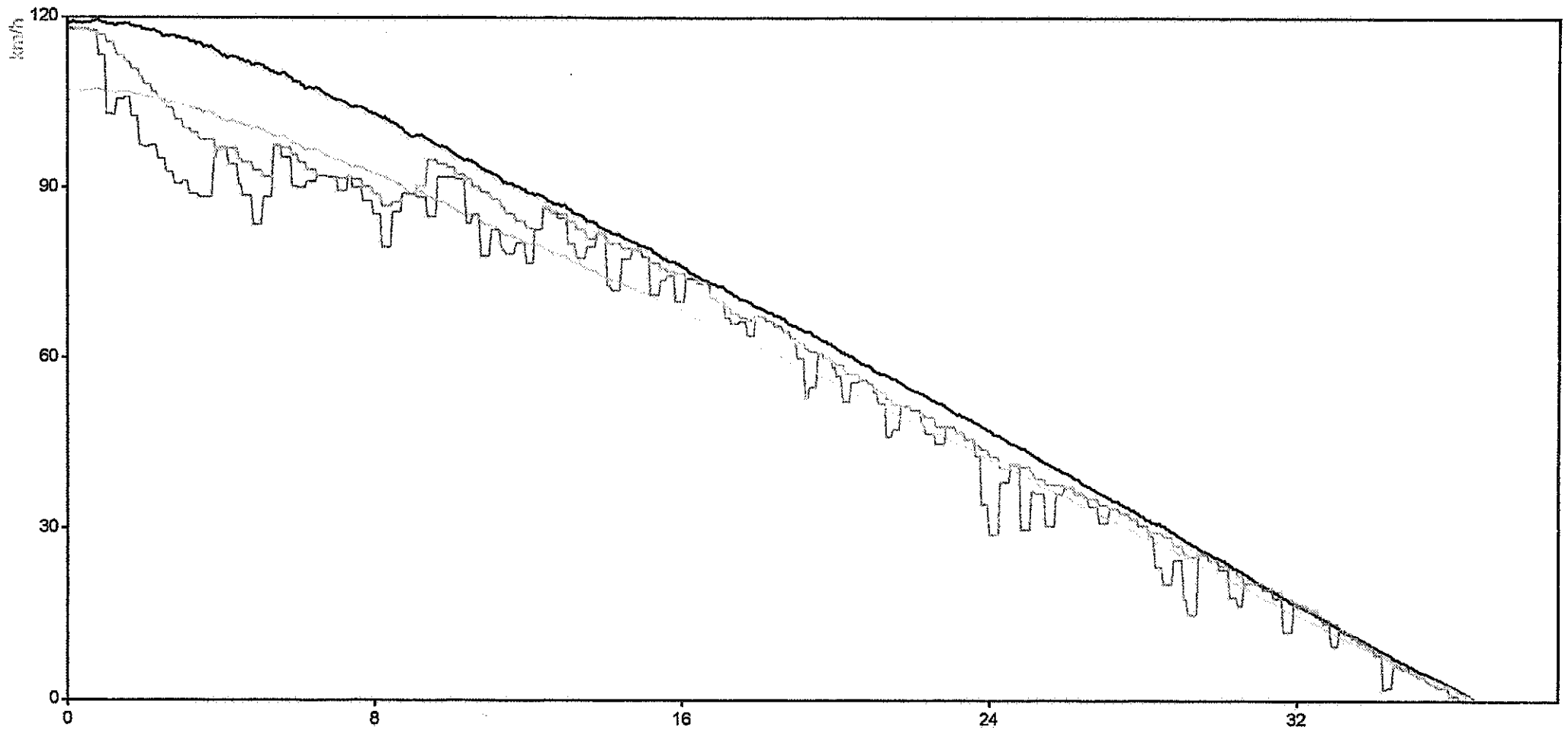
Slide evaluation 16mar09 (Maximum Service Brake) - M1 axle 3 - GM > 35%

SpeedRefM1 train speed 90% of train speed M1_WSP3



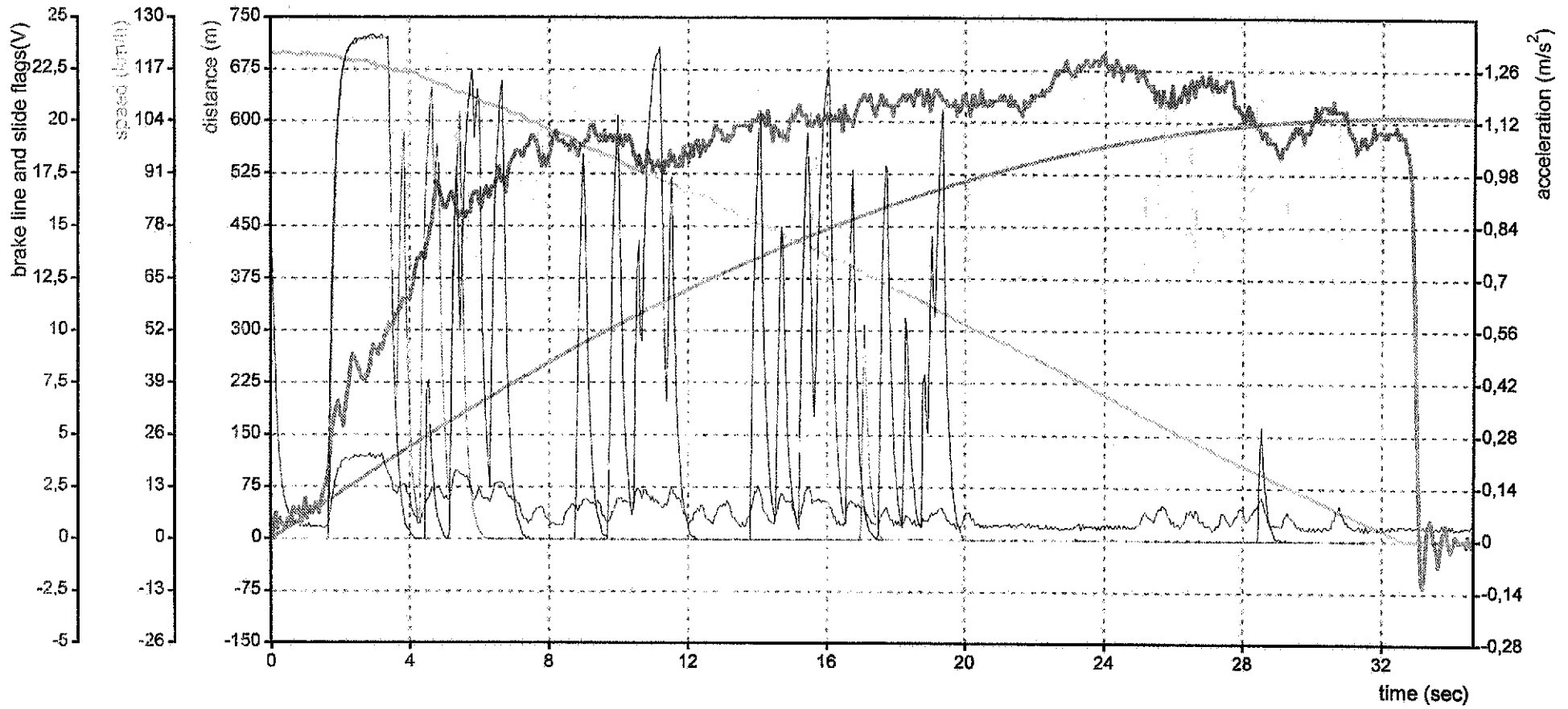
Slide evaluation 16mar14 (Maximum Service Brake) - M1 axle 4 - GM > 35%

SpeedRefM1 train speed 90% of train speed M1_WSP4



Slide evaluation 16mar14 (Maximum Service Brake) - T3 axle 2 - GM > 35%

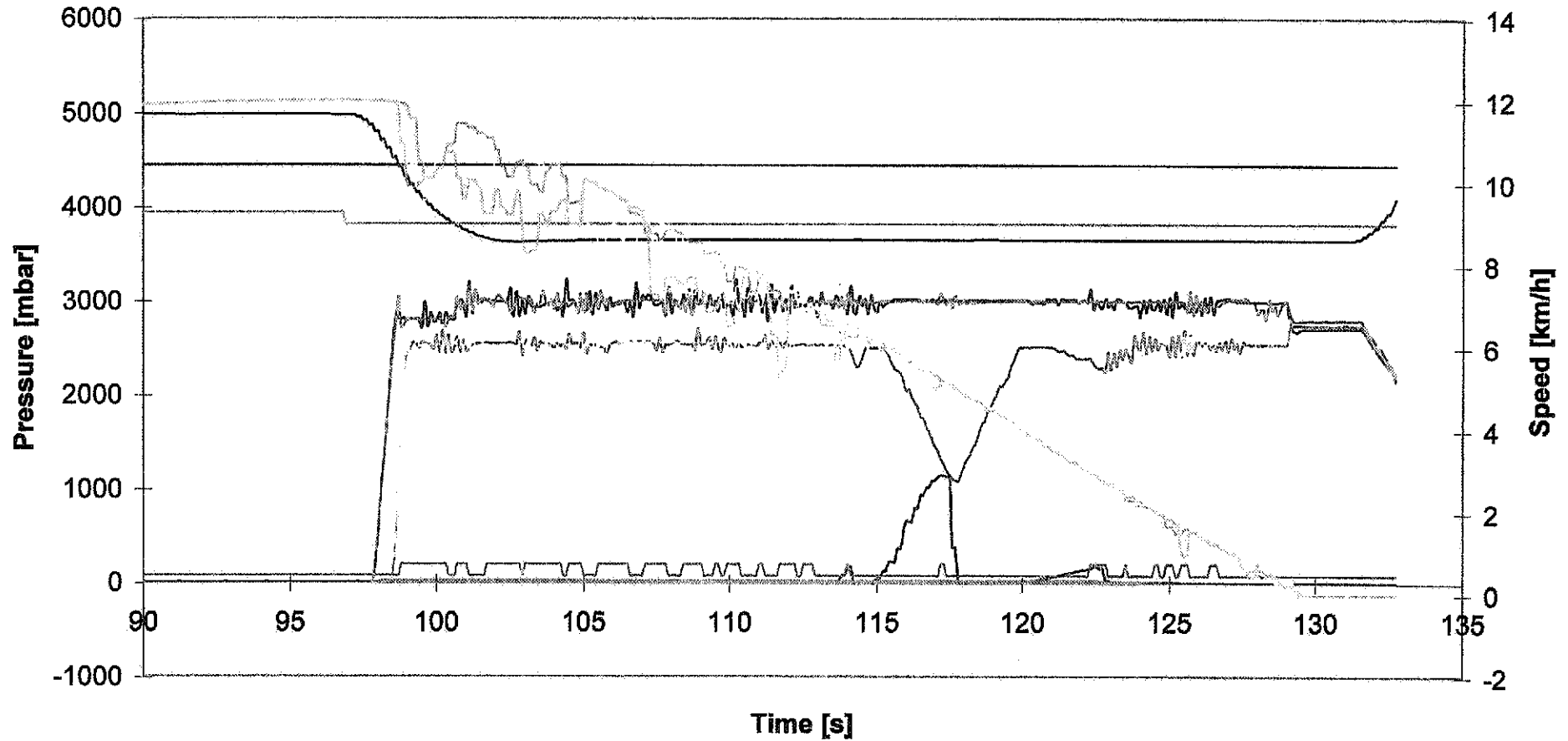
SpeedRefT3 train speed 90% of train speed T3_WSP2



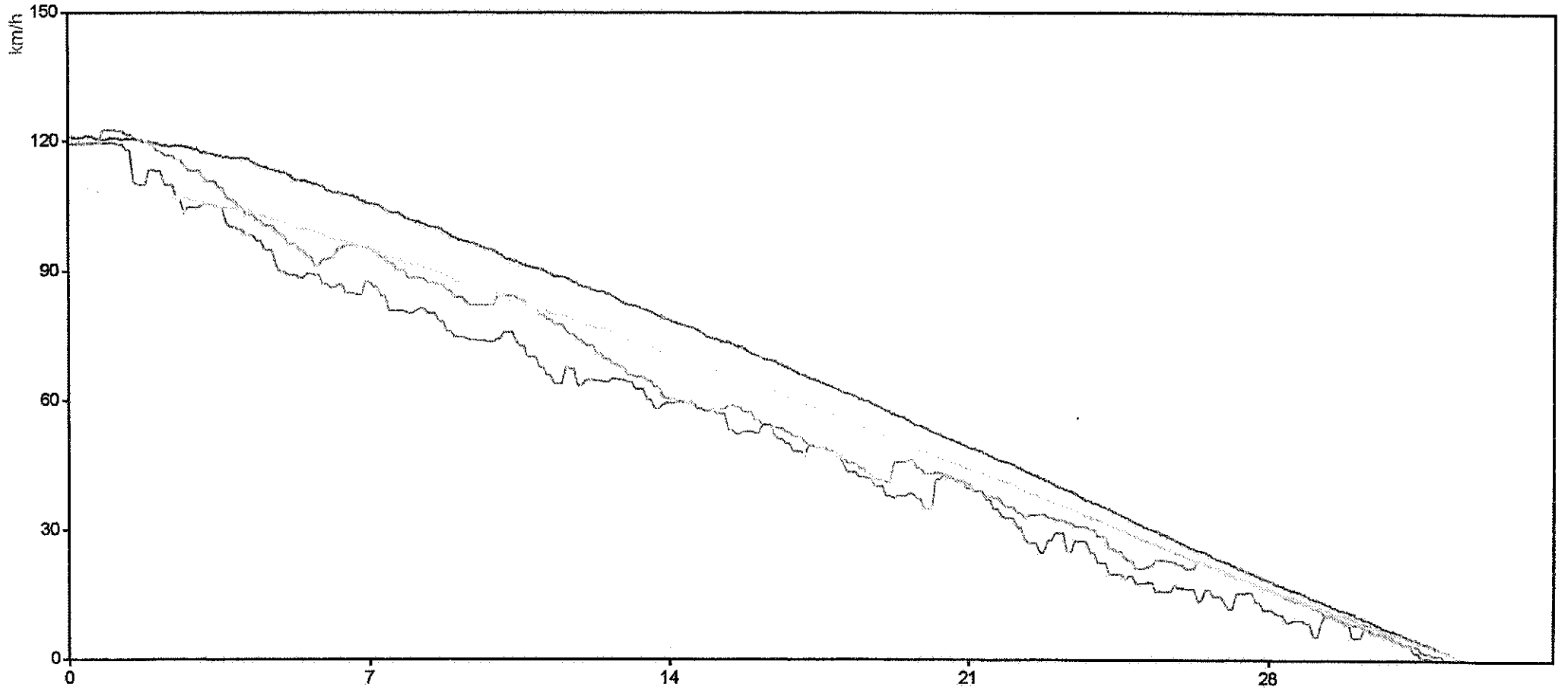
Max Service Brake without HD with soap from M4; initial speed = 120,90 km/h; stopp. distance = 607,79 m; mean dec = 0,93 m/s²; File: 16mar15

..... speed	———— brake line	———— Slide flag T3	———— Slide flag M1
..... distance	..... acceleration	..... slide flag M4	

16_mar_15

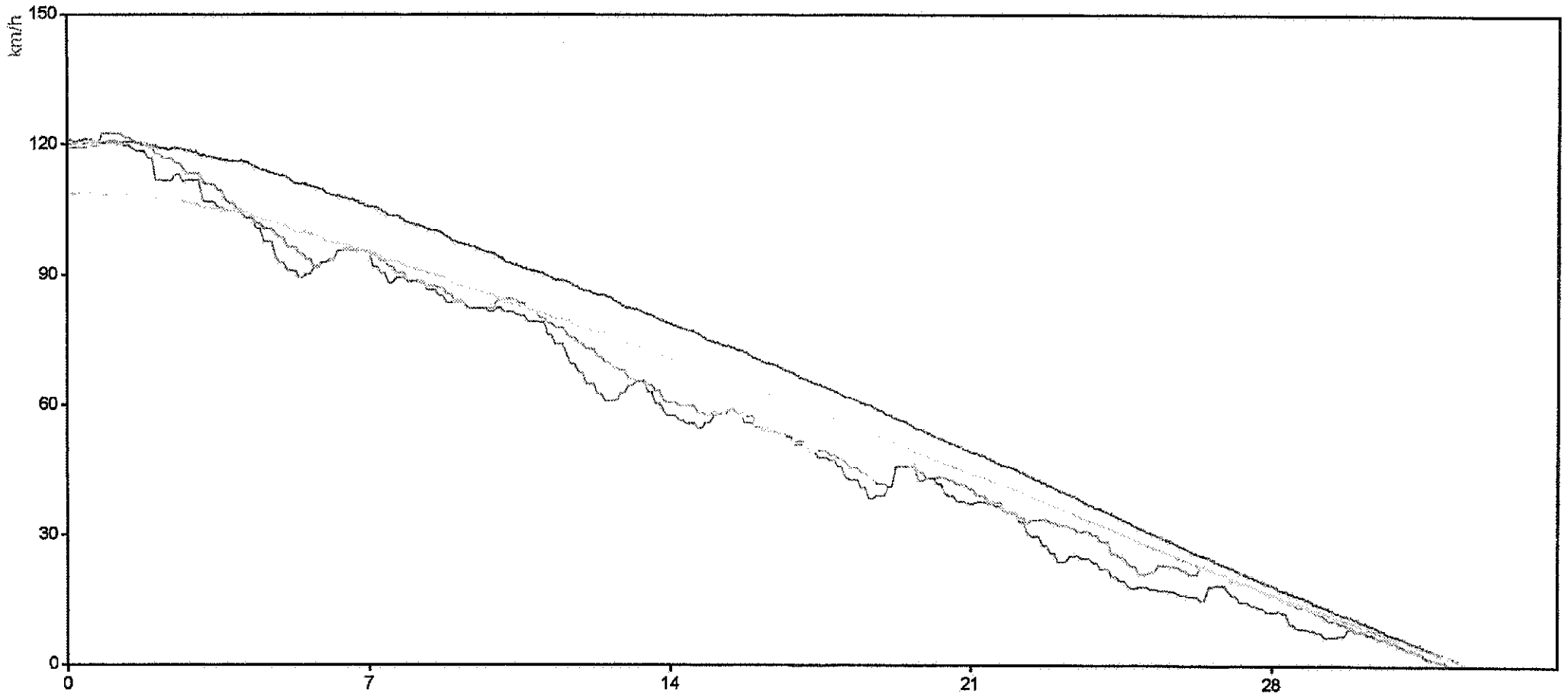


CONTROL1 [bar]	CONTROL2 [bar]	CONTROL3 [bar]	CONTROL4 [bar]	BPPRESS [bar]	HDA1 [unit]	HDA2 [unit]	HDR1 [kN]	HDR2 [kN]
TRACTION [Digital]	BRAKE [Digital]	SOCCORSO [Digital]	SLIDE [Digital]	SPEEDDRIF [Kmh]	WSP_SPEED1 [Kmh]	WSP_SPEED2 [Kmh]	WSP_SPEED3 [Kmh]	WSP_SPEED4 [Kmh]



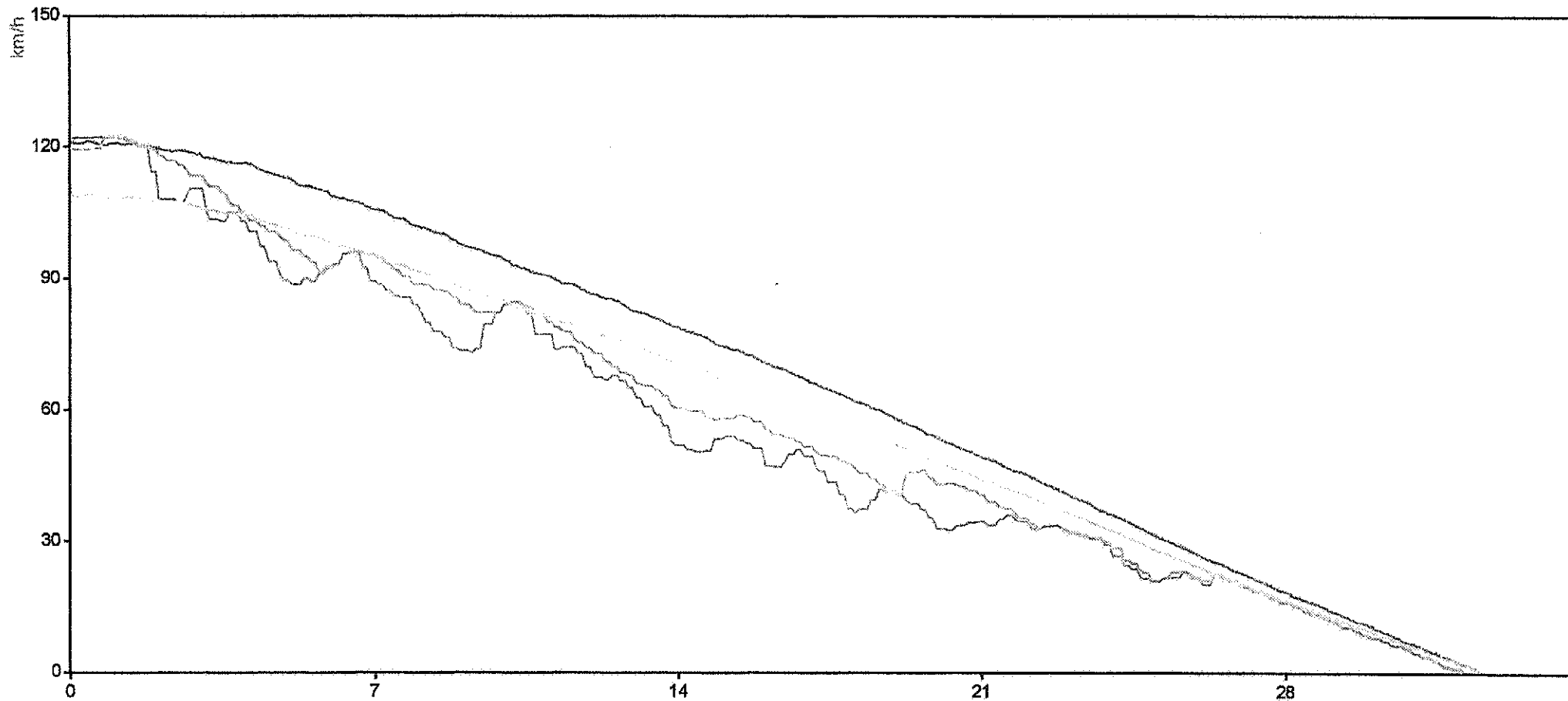
Slide evaluation 16mar15 (Max Service Brake no HD) - M4 axle 1 - GM > 35%

— train speed	- - - SpeedRefM4 M4_WSP1	- . - . 90% of train speed
---------------	------------------	---------------	----------------------------



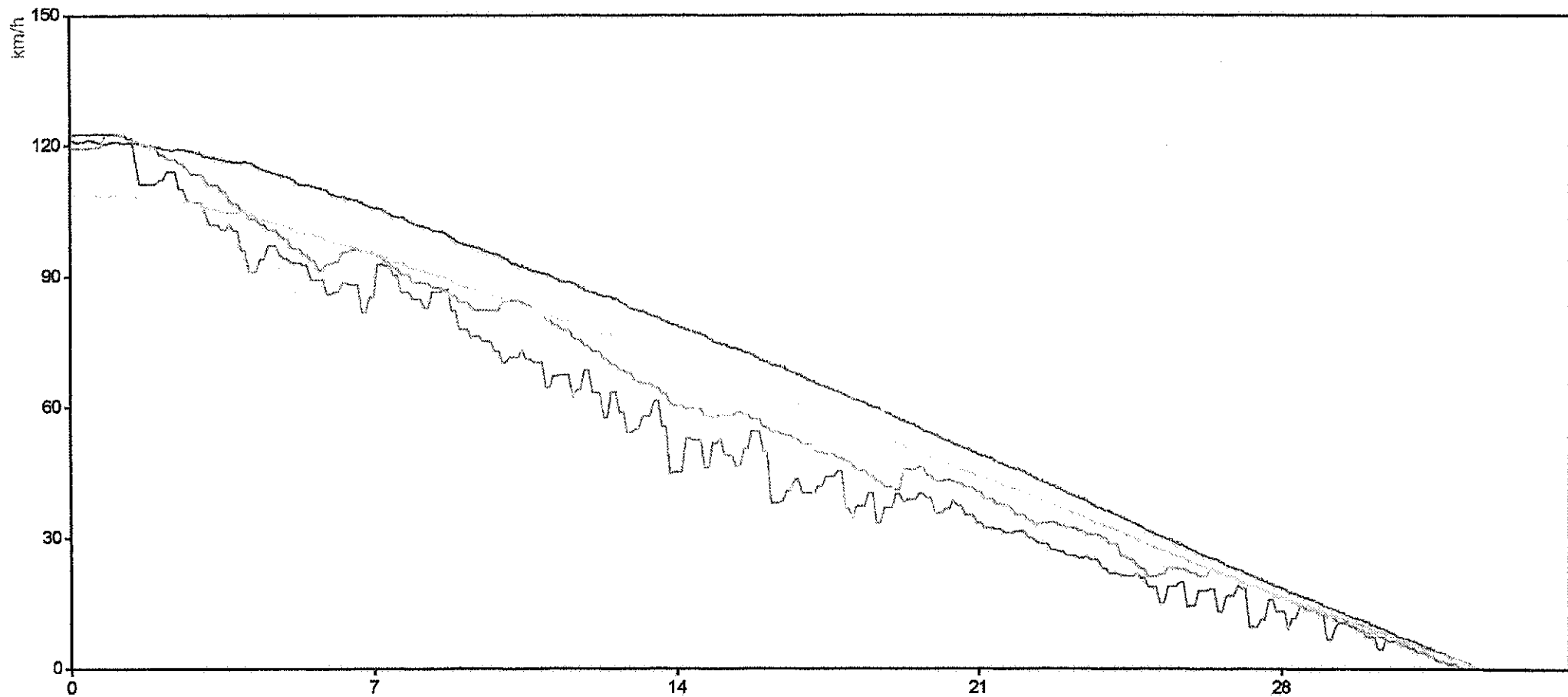
Slide evaluation 16mar15 (Max Service Brake no HD) - M4 axle 2 - GM > 35%

— train speed	- - - SpeedRefM4	... M4_WSP2	- . - . 90% of train speed
---------------	------------------	-------------	----------------------------



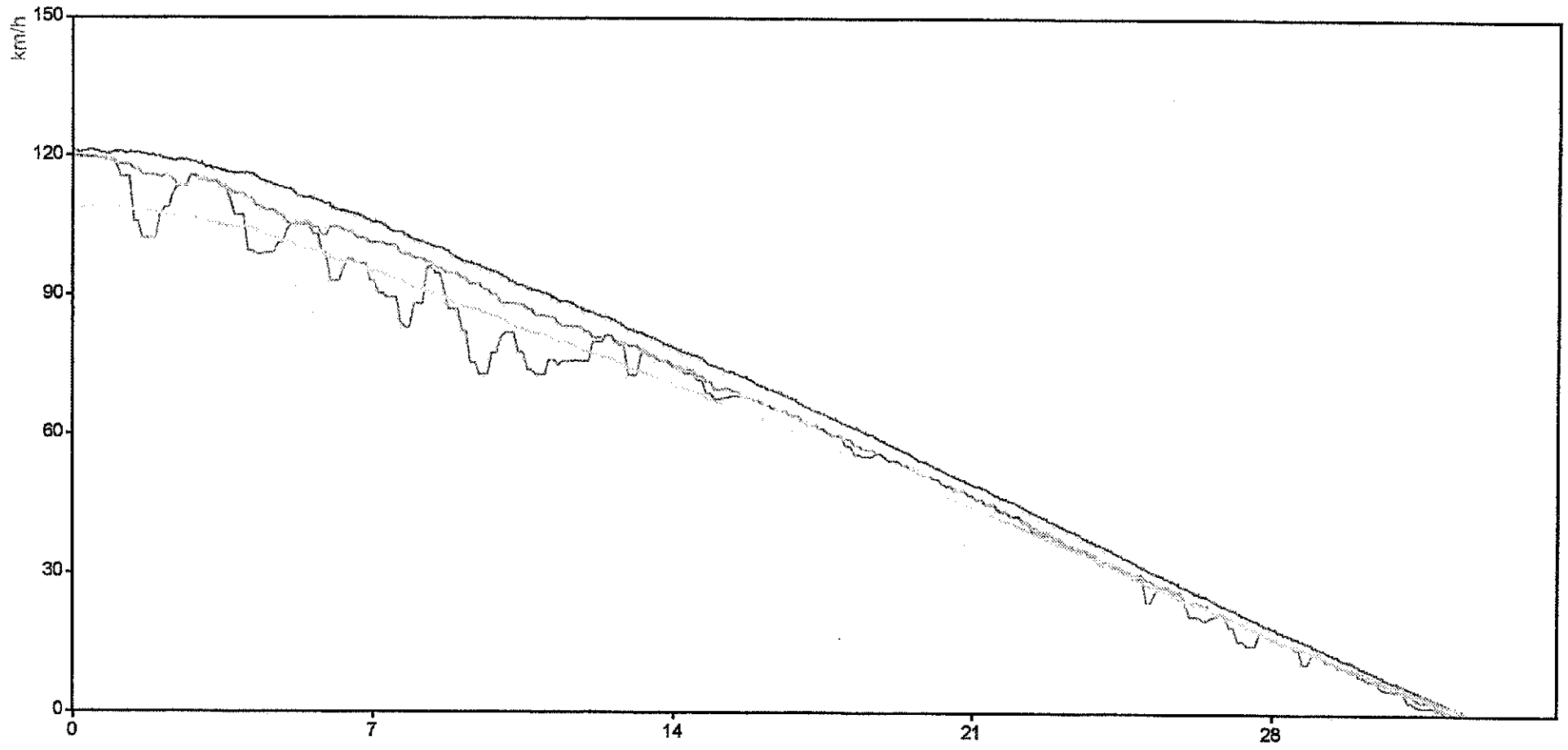
Slide evaluation 16mar15 (Max Service Brake no HD) - M4 axle 3 - GM > 35%

— train speed - - - SpeedRefM4 . . . M4_WSP3 - . - . 90% of train speed



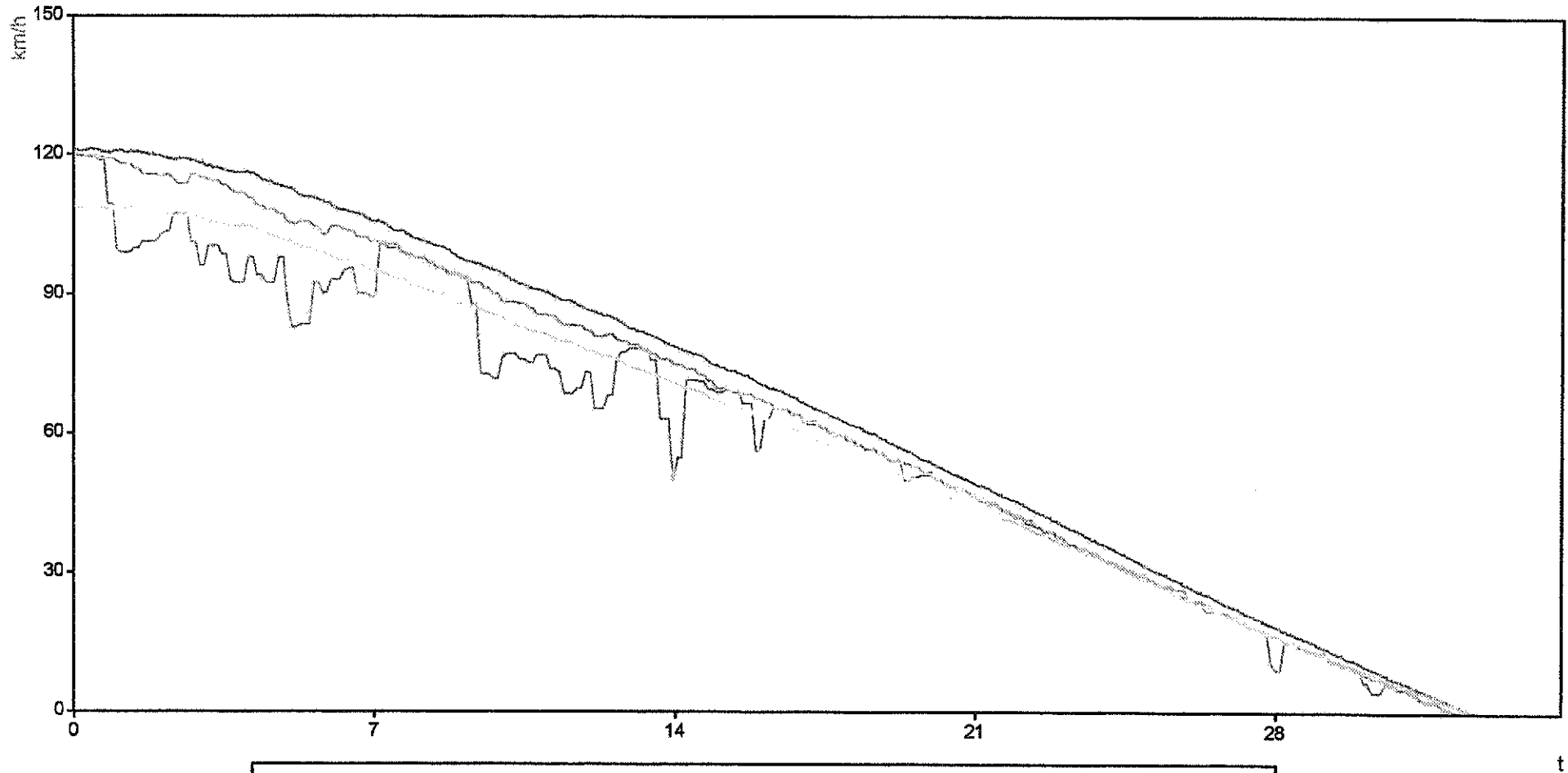
Slide evaluation 16mar15 (Max Service Brake no HD) - M4 axle 4 - GM > 35%

— train speed - - - SpeedRefM4 ····· M4_WSP4 - · - · 90% of train speed



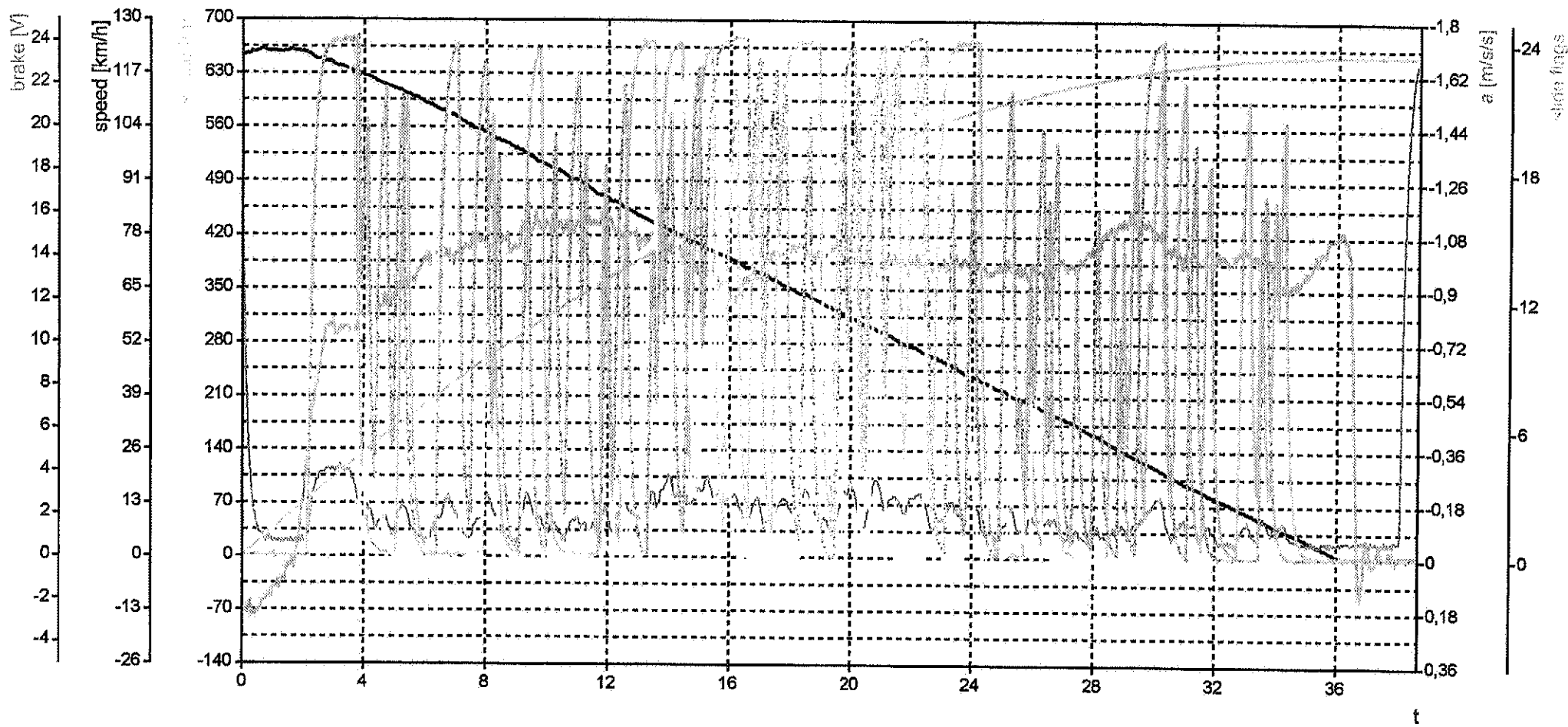
Slide evaluation 16mar15 (Max Service Brake no HD) - M1 axle 2 - GM > 35%

— train speed	- - - SpeedRefM1 M1_WSP2	- . - . 90% of train speed
---------------	------------------	---------------	----------------------------



Slide evaluation 16mar15 (Max Service Brake no HD) - M1 axle 4 - GM > 35%

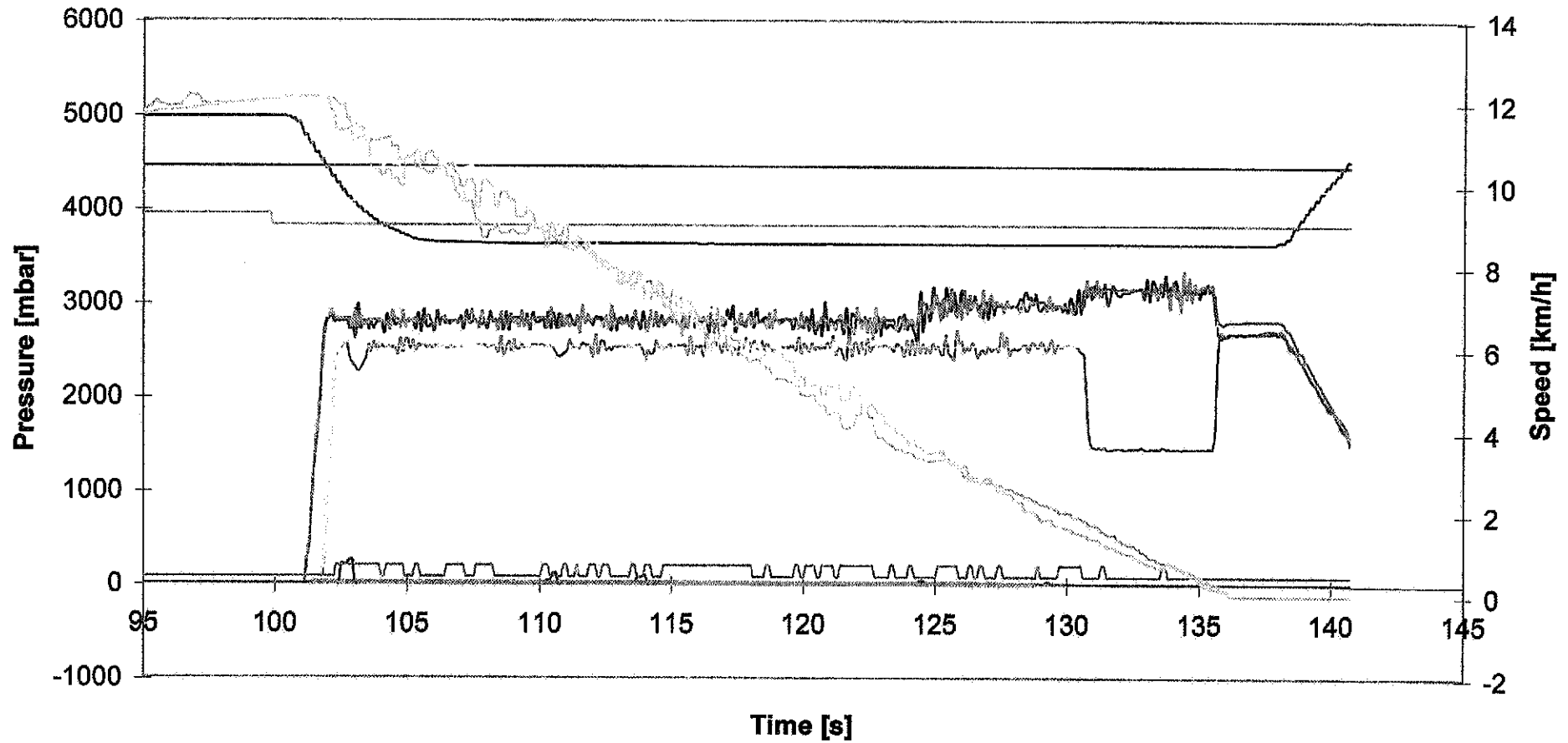
— train speed - - - SpeedRefM1 . . . M1_WSP4 - . - . 90% of train speed



Maximum Service Brake no HD with soap; Vinit.= 121,45 Km/h; braking dist. = 654,17 m; M4; dec = 0,87 m/s/s; Effort Mode; File 16mar16

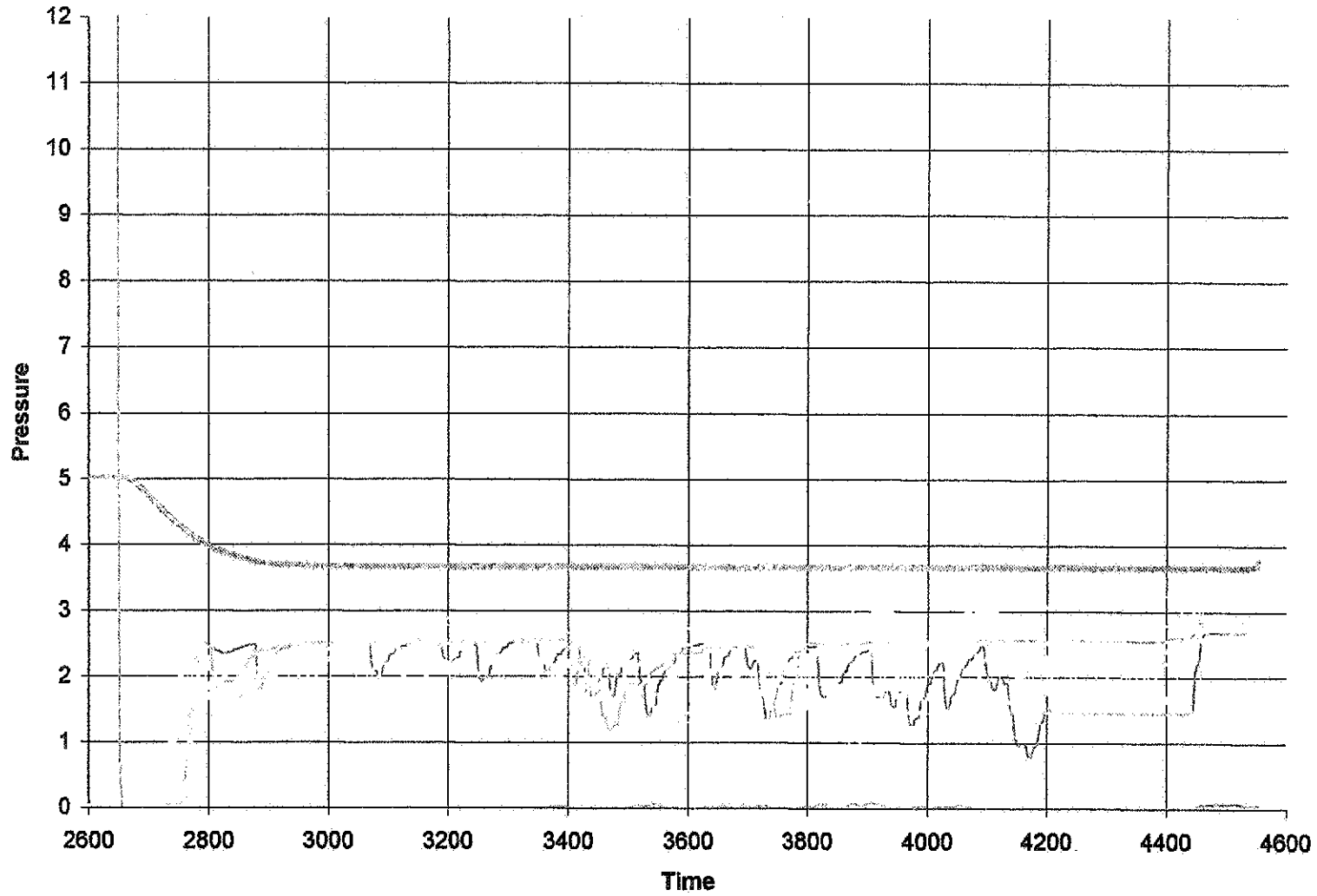
— speed	— brake line	— slide flag M4	— slide flag M1
- - - deceleration	· · · distance	— slide flag T3	

16_mar_16

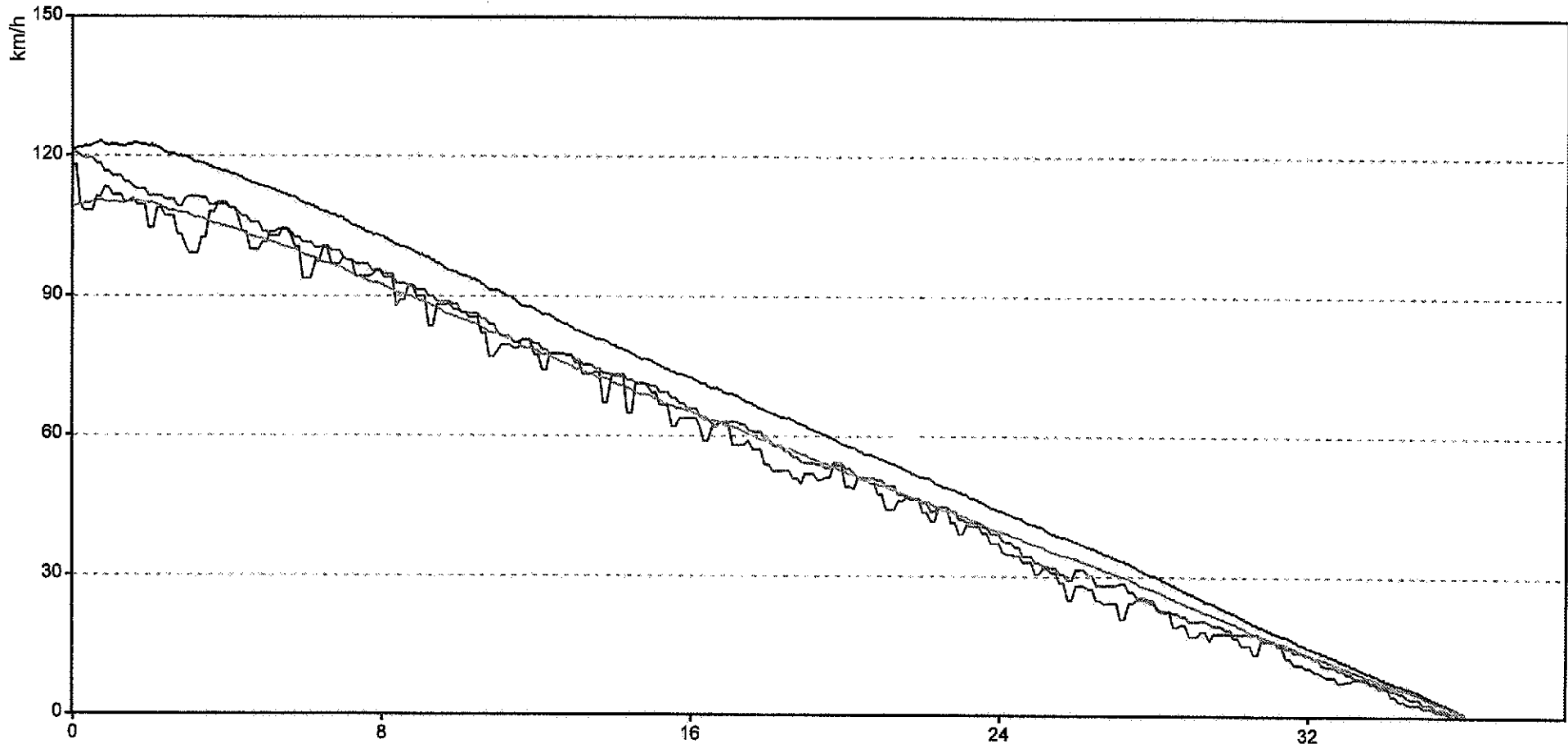


CONTROL1 [bar]	CONTROL2 [bar]	CONTROL3 [bar]	CONTROL4 [bar]	BPPRESS [bar]	HDA1 [unit]	HDA2 [unit]	HDR1 [kN]	HDR2 [kN]
TRACTION [Digital]	BRAKE [Digital]	SOCCORSO [Digital]	SLIDE [Digital]	SPEEDRIF [Kmh]	WSP_SPEED1 [Kmh]	WSP_SPEED2 [Kmh]	WSP_SPEED3 [Kmh]	WSP_SPEED4 [Kmh]

16 March Test 16

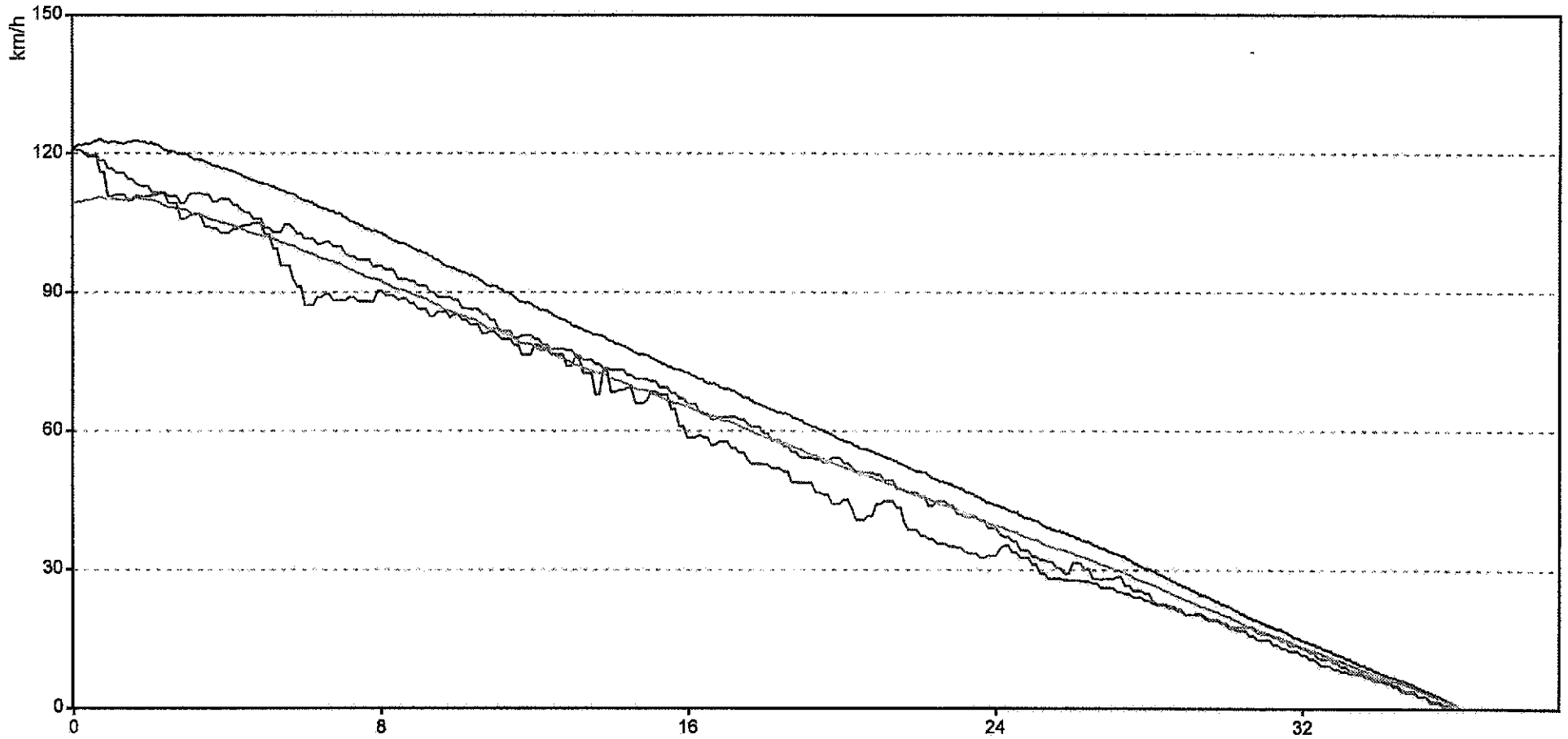


- M.P. bar
- BRAKE PIPE M1C bar
- BRAKE PIPE T3 bar
- BRAKE PIPE M4C bar
- axle 1 T bar
- axle 2 M bar
- axle 3 M bar
- axle 4 T bar
- axle 5 T bar
- axle 6 T bar
- axle 7 T bar
- axle 8 M bar
- axle 9 M bar
- axle 10 T bar
- Brake signal V



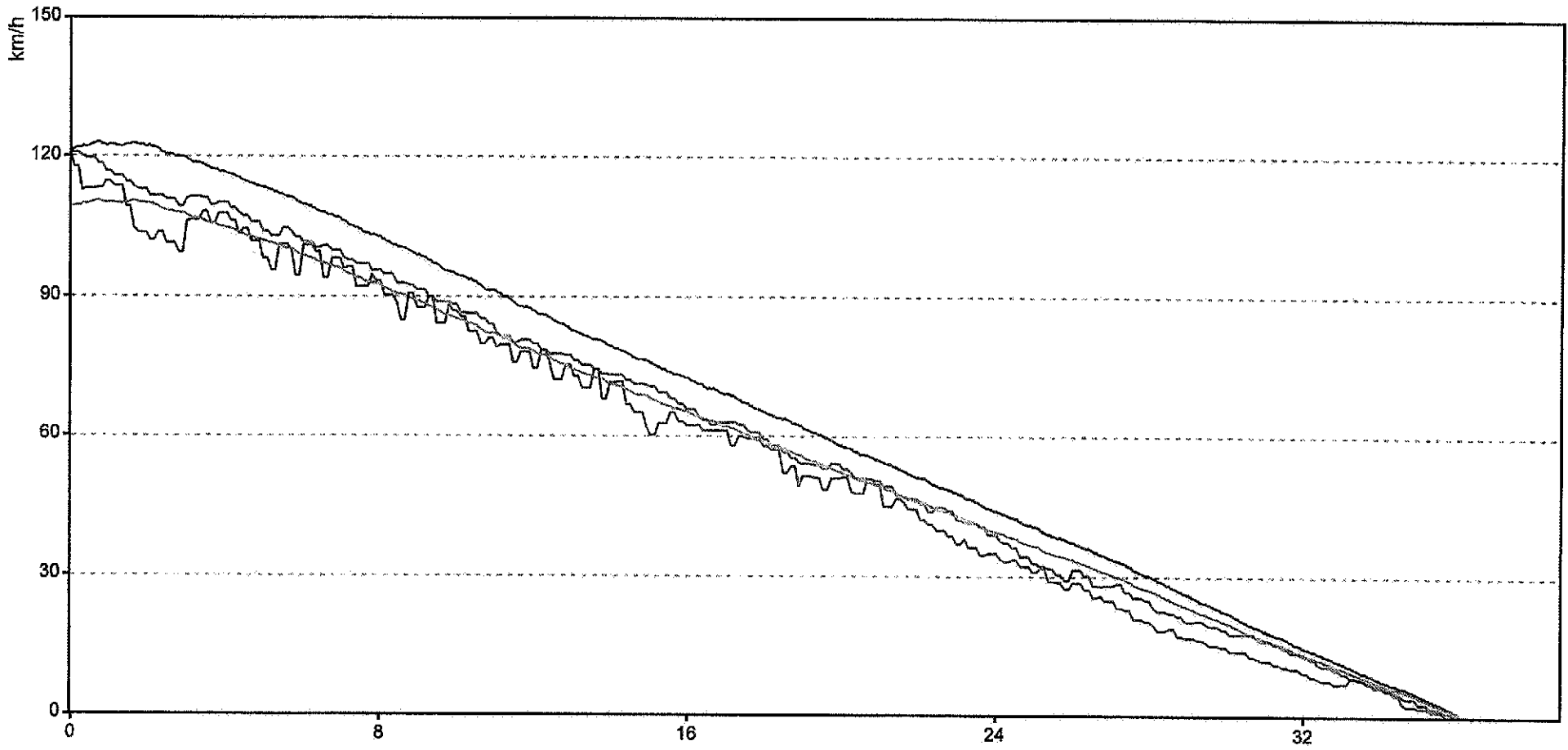
Slide evaluation 16mar16 (Max Service Brake no HD) - M1 axle 1 - GM > 35%

— train speed — SpeedRefM1 — M1_WSP1 — 90% of train speed



Slide evaluation 16mar16 (Max Service Brake no HD) - M1 axle 3 - GM > 35%

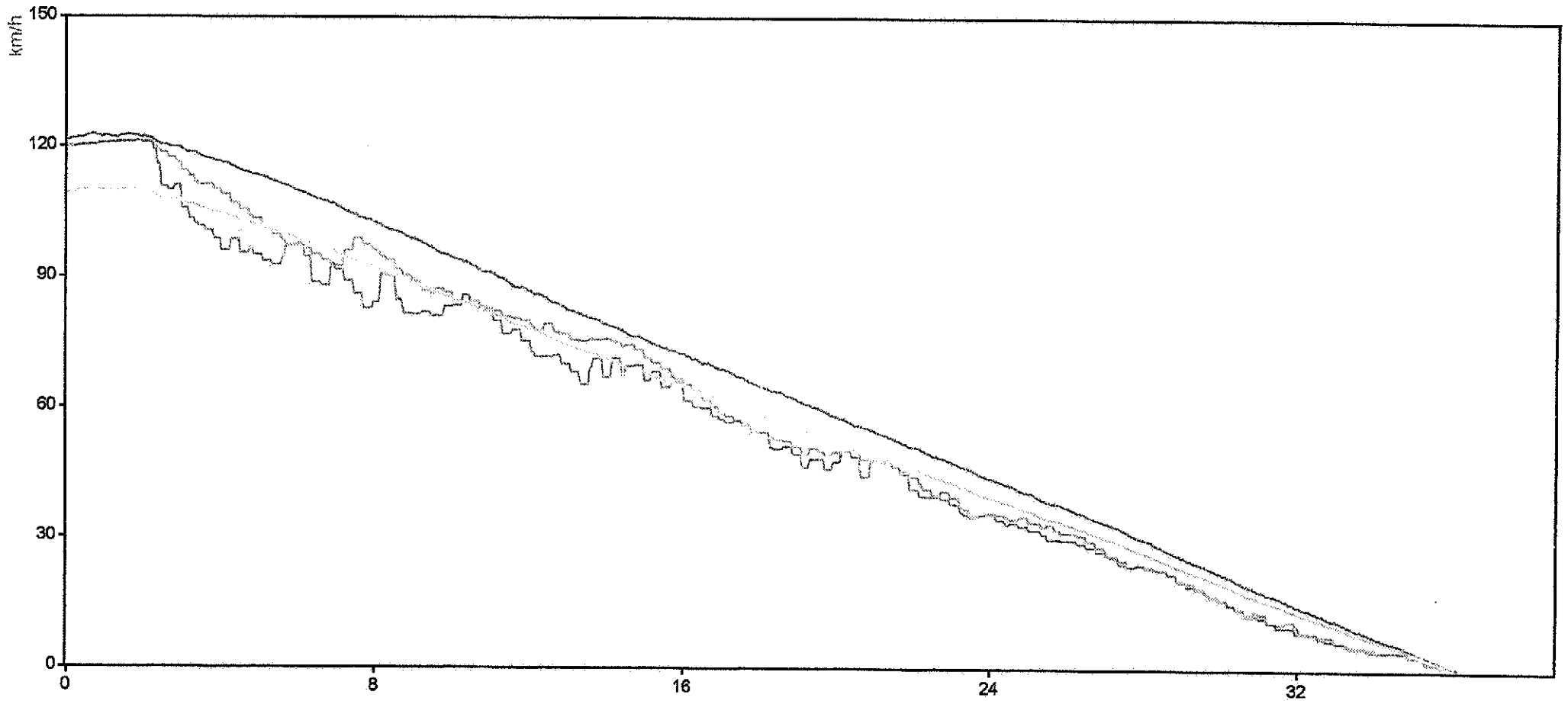
train speed
 SpeedRefM1
 M1_WSP3
 90% of train speed



Slide evaluation 16mar16 (Max Service Brake no HD) - M1 axle 4 - GM > 35%

— train speed	— SpeedRefM1	— M1_WSP4	— 90% of train speed
---------------	--------------	-----------	----------------------

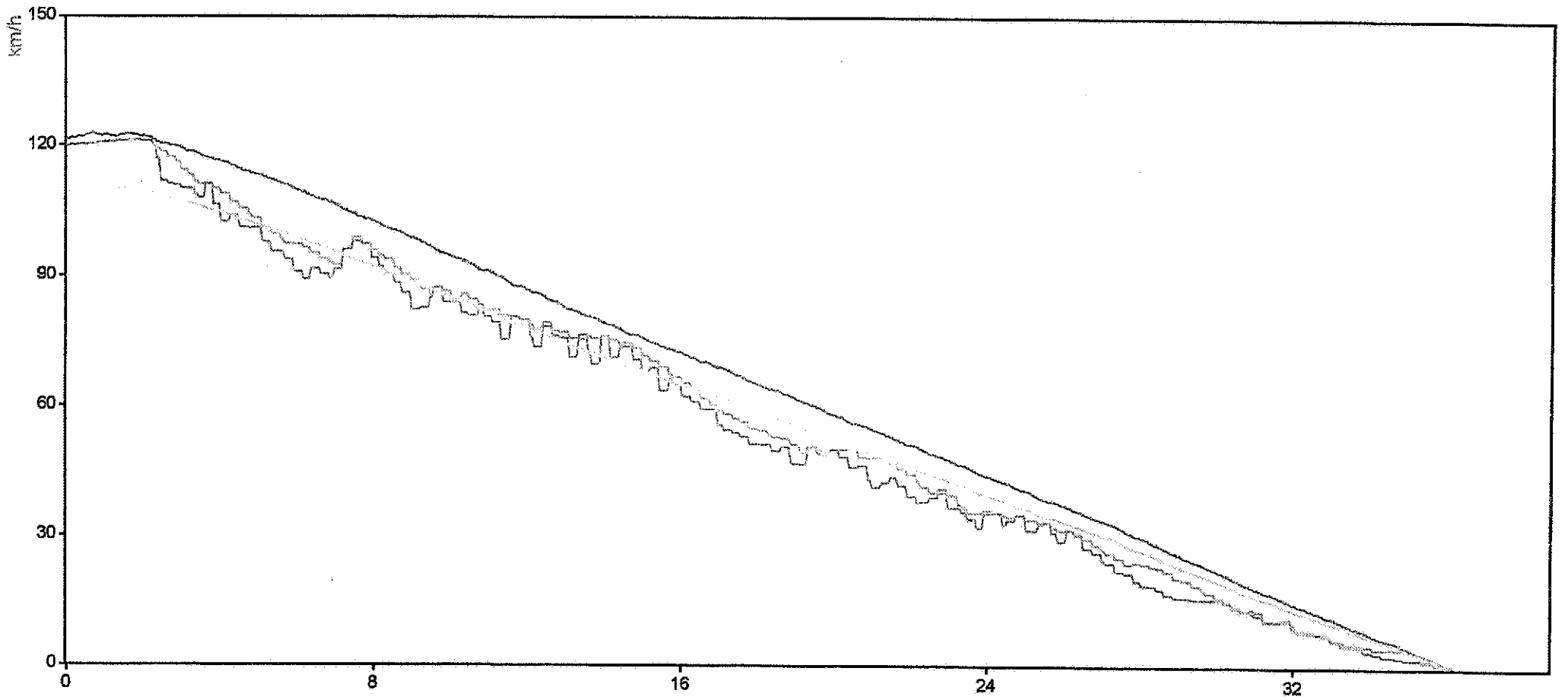
t



Slide evaluation 16mar16 (Max Service Brake no HD) - T3 axle 1 - GM > 35%

— train acceleration - - - SpeedRefT3 . . . T3_WSP1 - . - . 90% of train speed

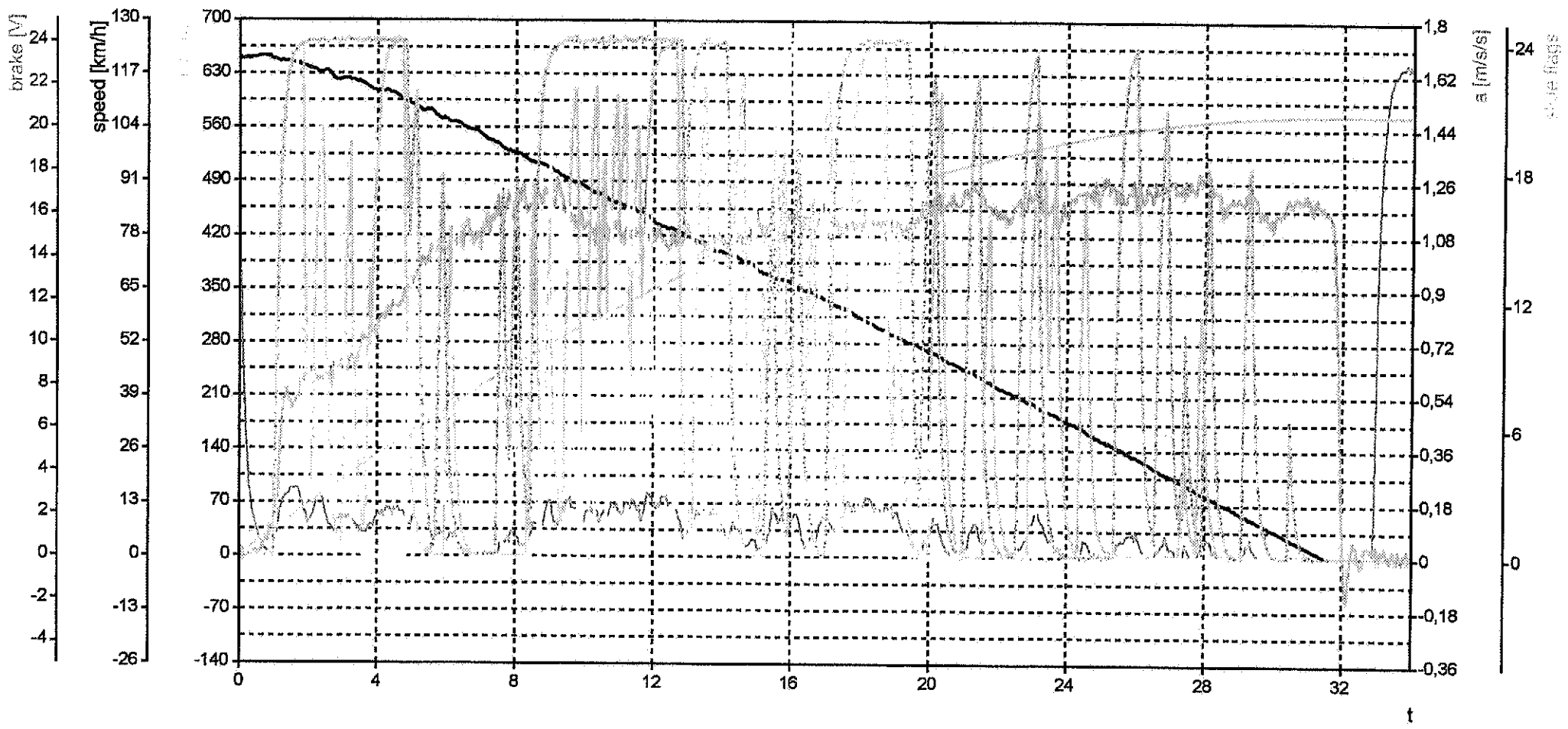
t



Slide evaluation 16mar16 (Max Service Brake no HD) - T3 axle 2 - GM > 35%

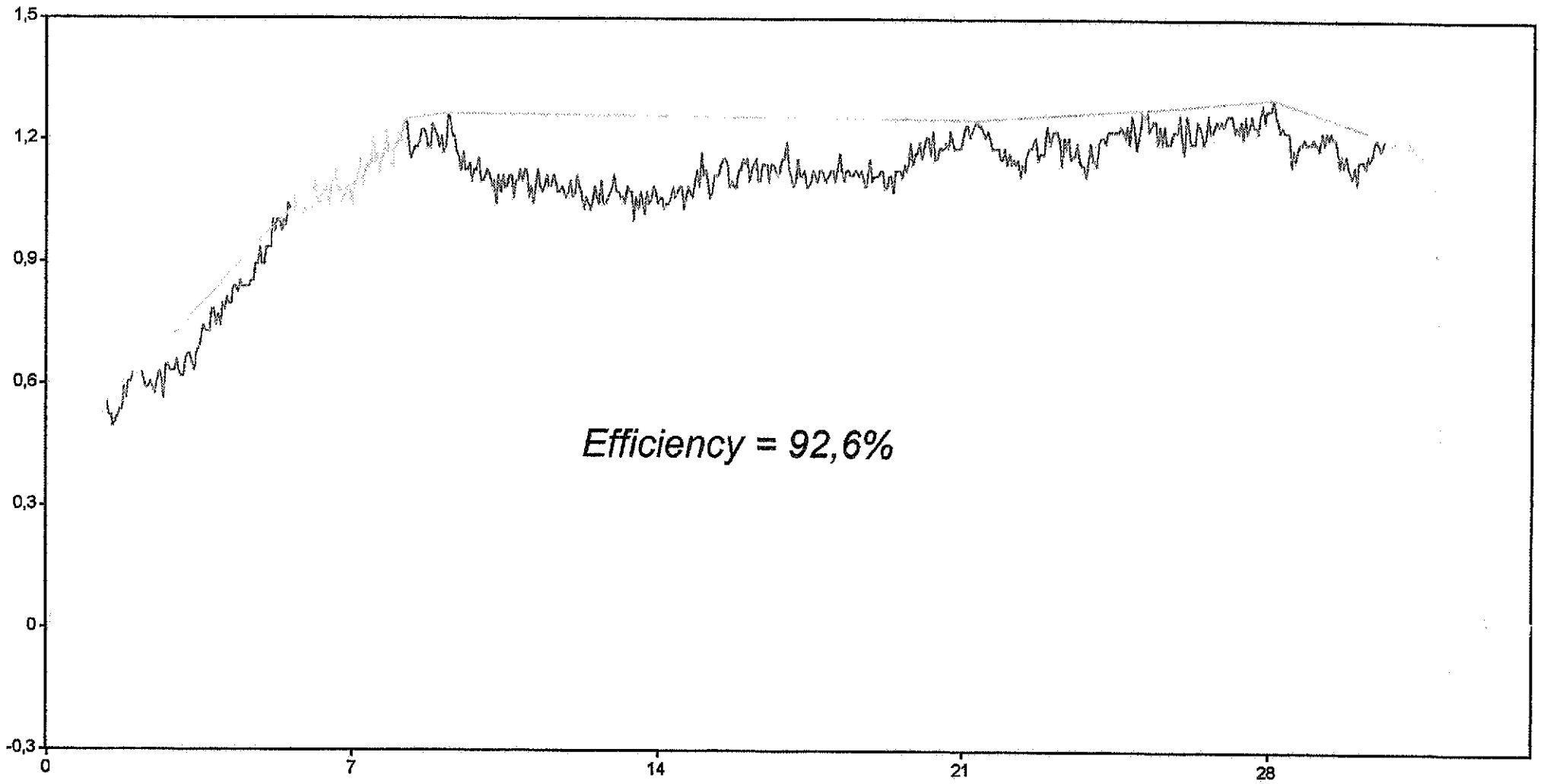
— train acceleration	- - - SpeedRefT3	. . . T3_WSP2	- · - 90% of train speed
----------------------	------------------	---------------	--------------------------

t



Emergency by Master Controller no MTB with soap; Vinit.= 120,55 Km/h; braking dist. = 576,22 m; M1; dec = 0,97 m/s/s; Effort Mode; File 16mar17

— speed	— brake line	····· slide flag M4	····· slide flag M1
····· deceleration	····· distance	····· slide flag T3	

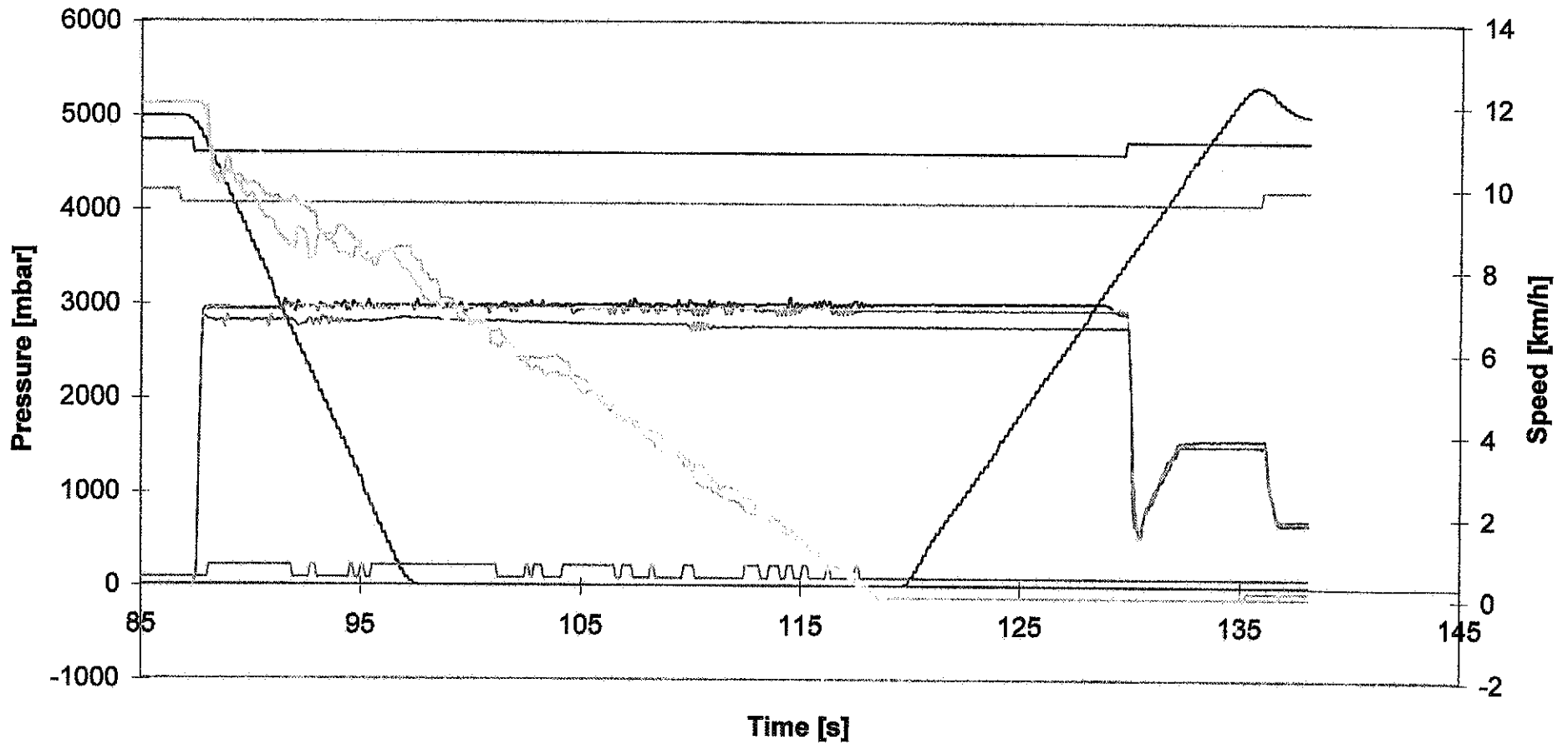


Antislip efficiency calculation 16mar17 (Emergency Brake by Master Controller without MTB) - $T_a = 0,054$ - Distance increase = 7,53%

— Train acceleration

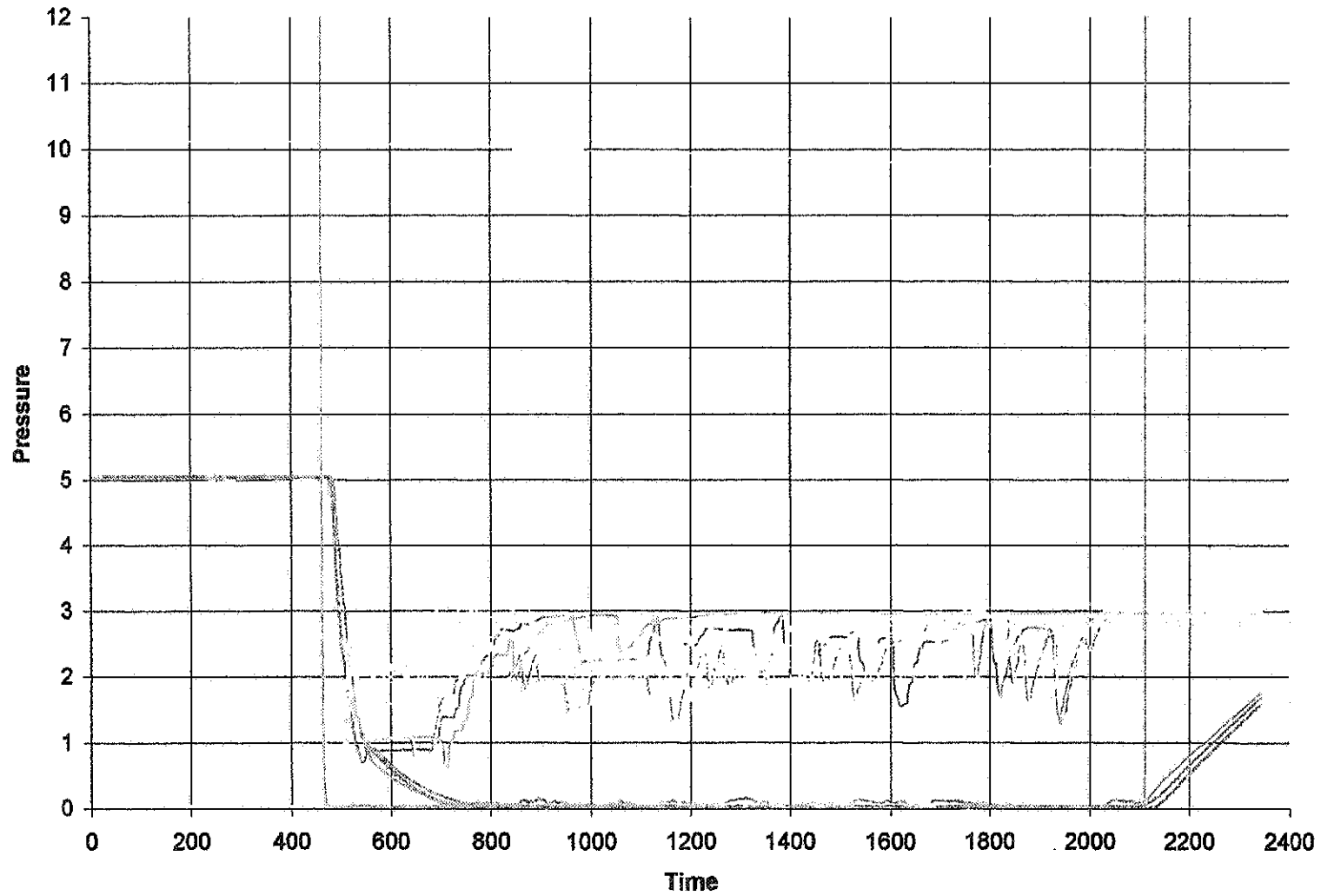
— Peak acceleration

16_mar_17

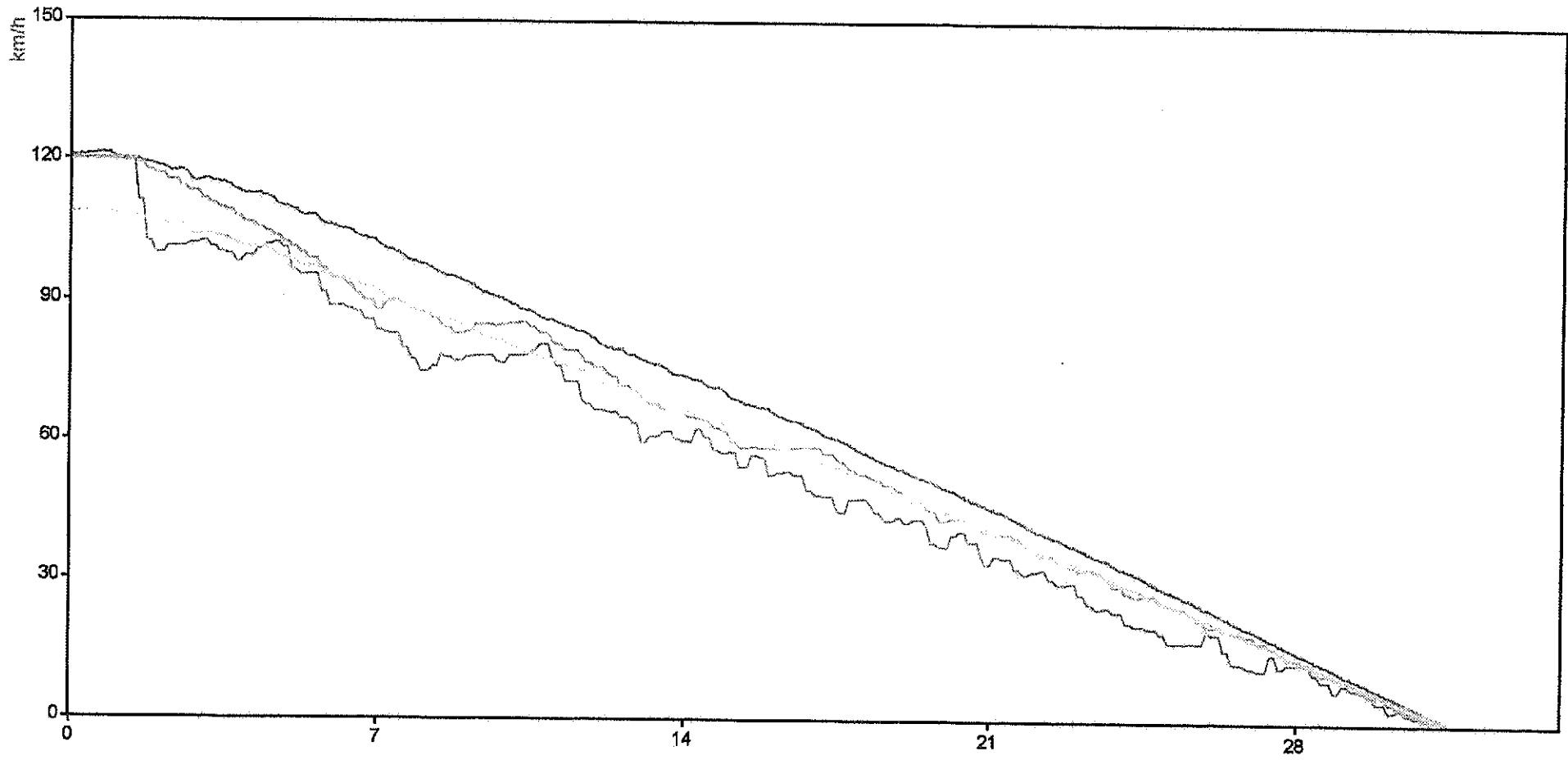


CONTROL1 [bar]	CONTROL2 [bar]	CONTROL3 [bar]	CONTROL4 [bar]	BPPRESS [bar]	HDA1 [unit]	HDA2 [unit]	HDR1 [kN]	HDR2 [kN]
TRACTION [Digital]	BRAKE [Digital]	SOCCORSO [Digital]	SLIDE [Digital]	SPEEDRIF [Kmh]	WSP_SPEED1 [Kmh]	WSP_SPEED2 [Kmh]	WSP_SPEED3 [Kmh]	WSP_SPEED4 [Kmh]

16 March Test 17



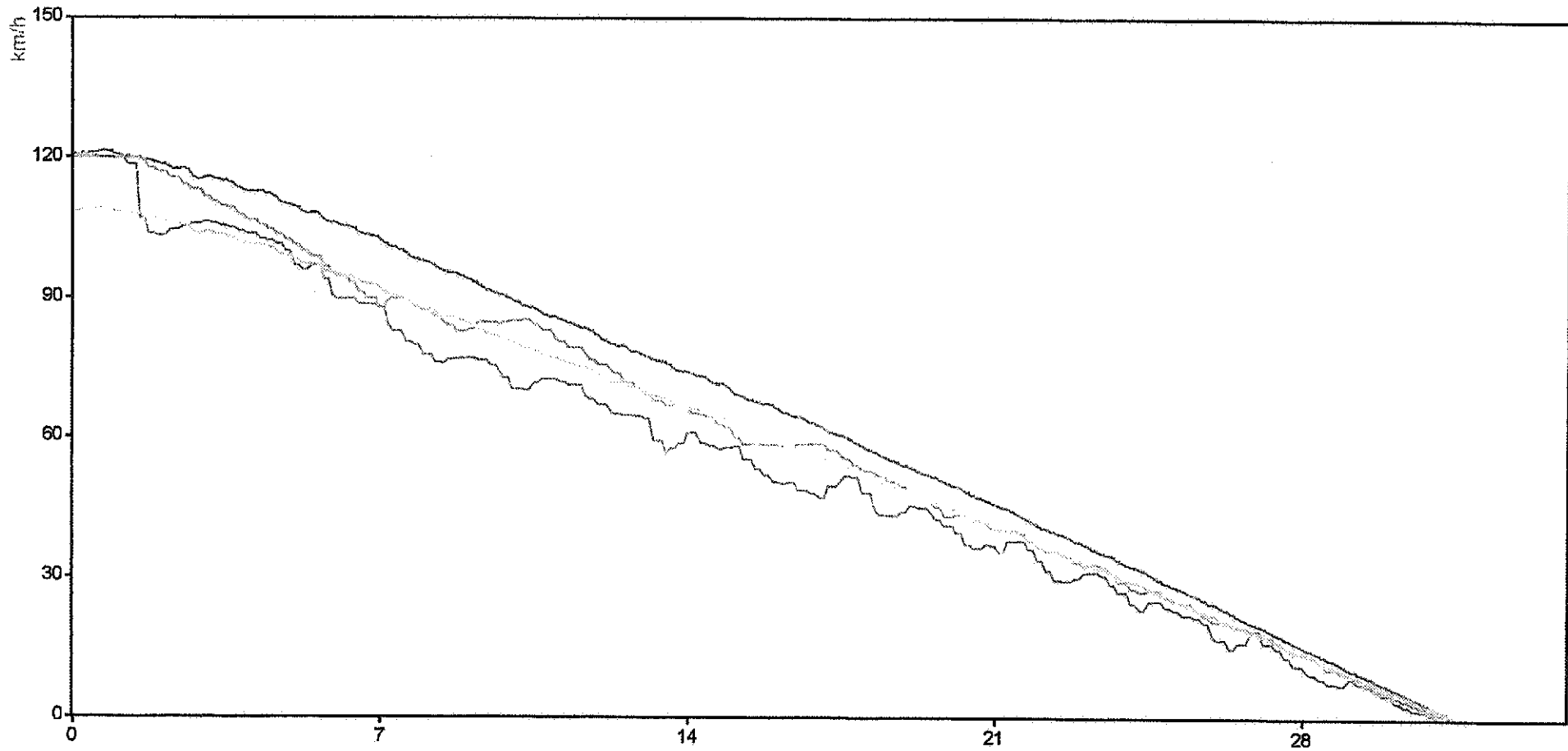
- M.P. bar
- BRAKE PIPE M1C bar
- BRAKE PIPE T3 bar
- BRAKE PIPE M4C bar
- axle 1 T bar
- axle 2 M bar
- axle 3 M bar
- axle 4 T bar
- axle 5 T bar
- axle 6 T bar
- axle 7 T bar
- axle 8 M bar
- axle 9 M bar
- axle 10 T bar
- Brake signal V



Slide evaluation 16mar17 (Emergency by MC no MTB) - M1 axle 1 - GM > 35%

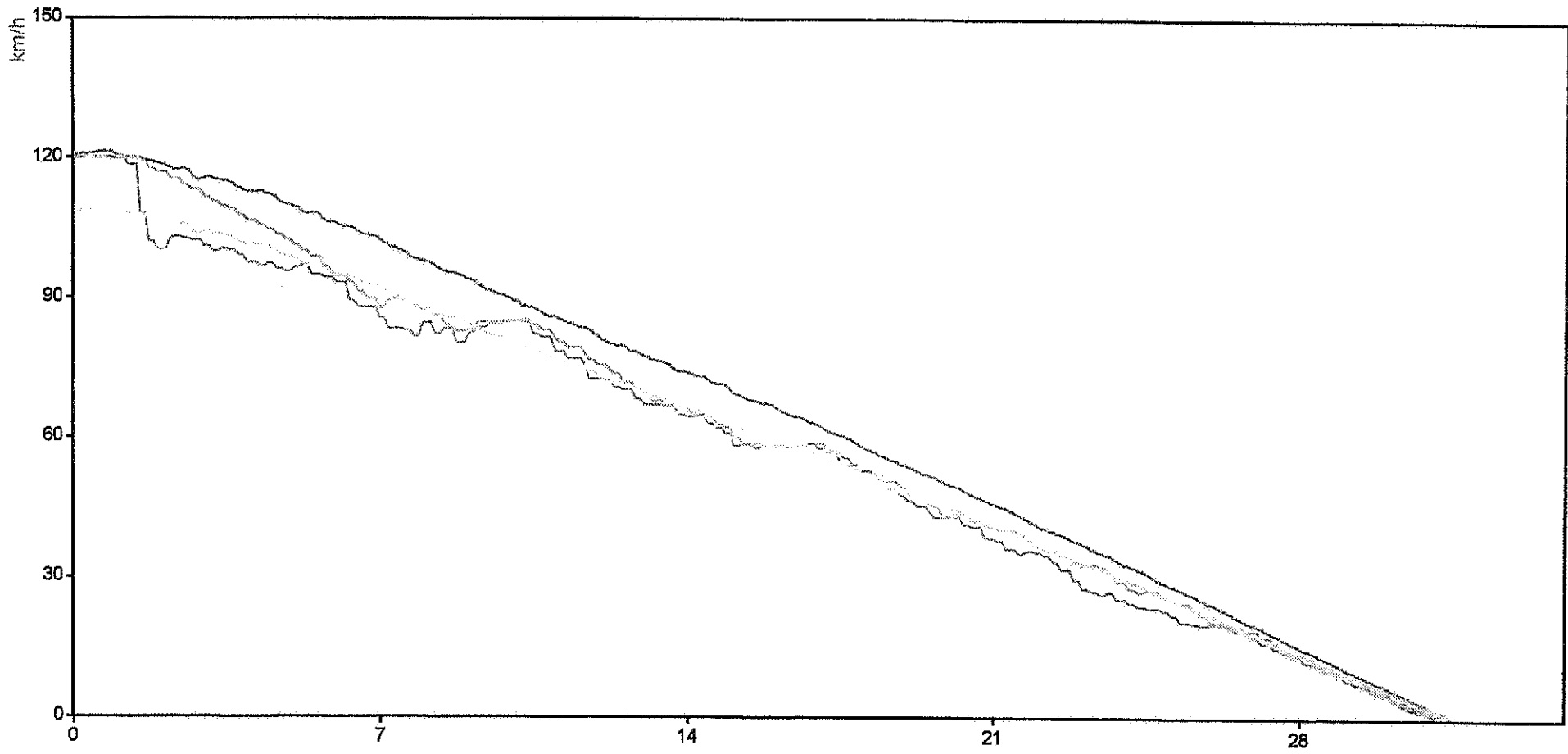
— train speed - - - SpeedRefM1 . . . M1_WSP1 - . - . 90% of train speed

t



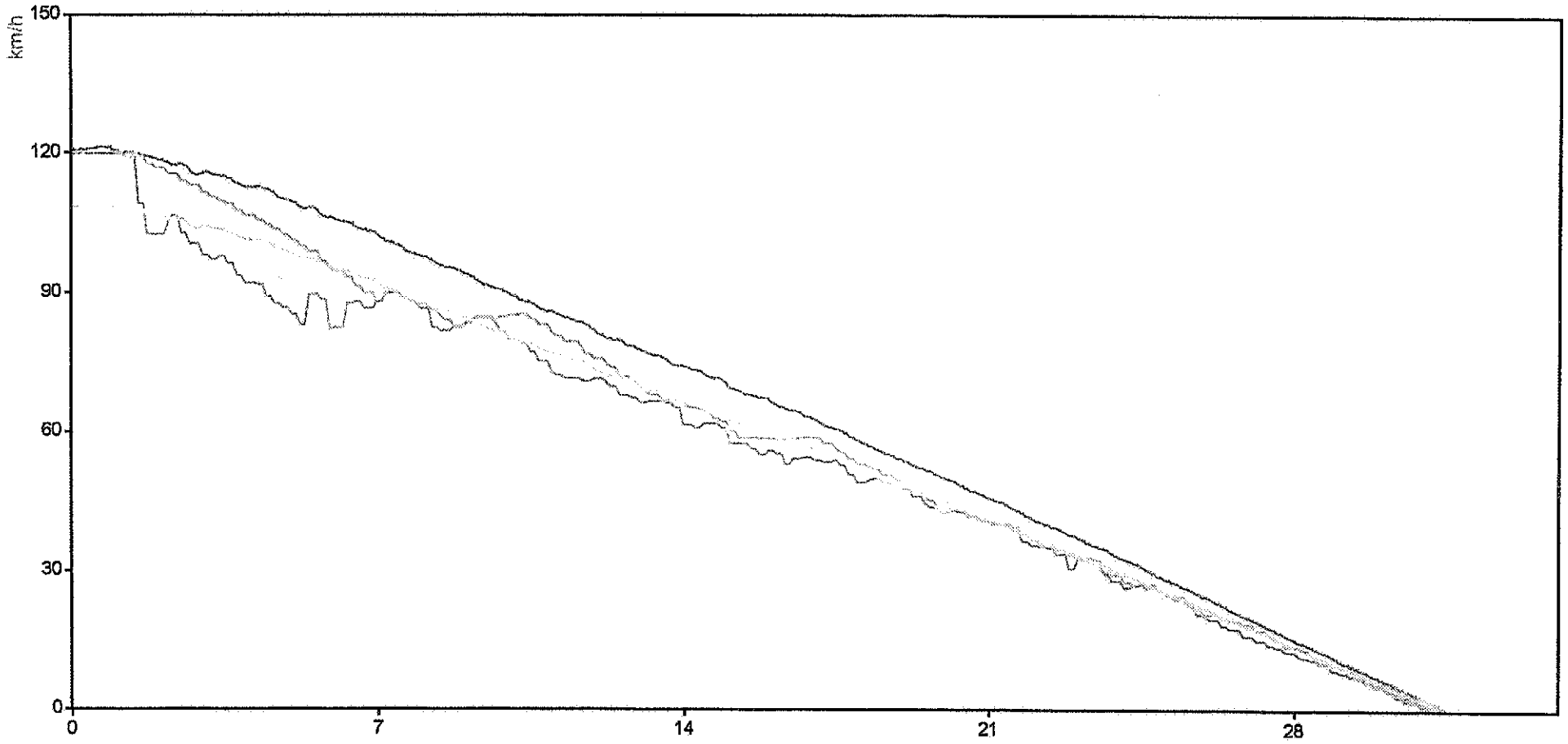
Slide evaluation 16mar17 (Emergency by MC no MTB) - M1 axle 2 - GM > 35%

— train speed - - - SpeedRefM1 ····· M1_WSP2 - · - · 90% of train speed



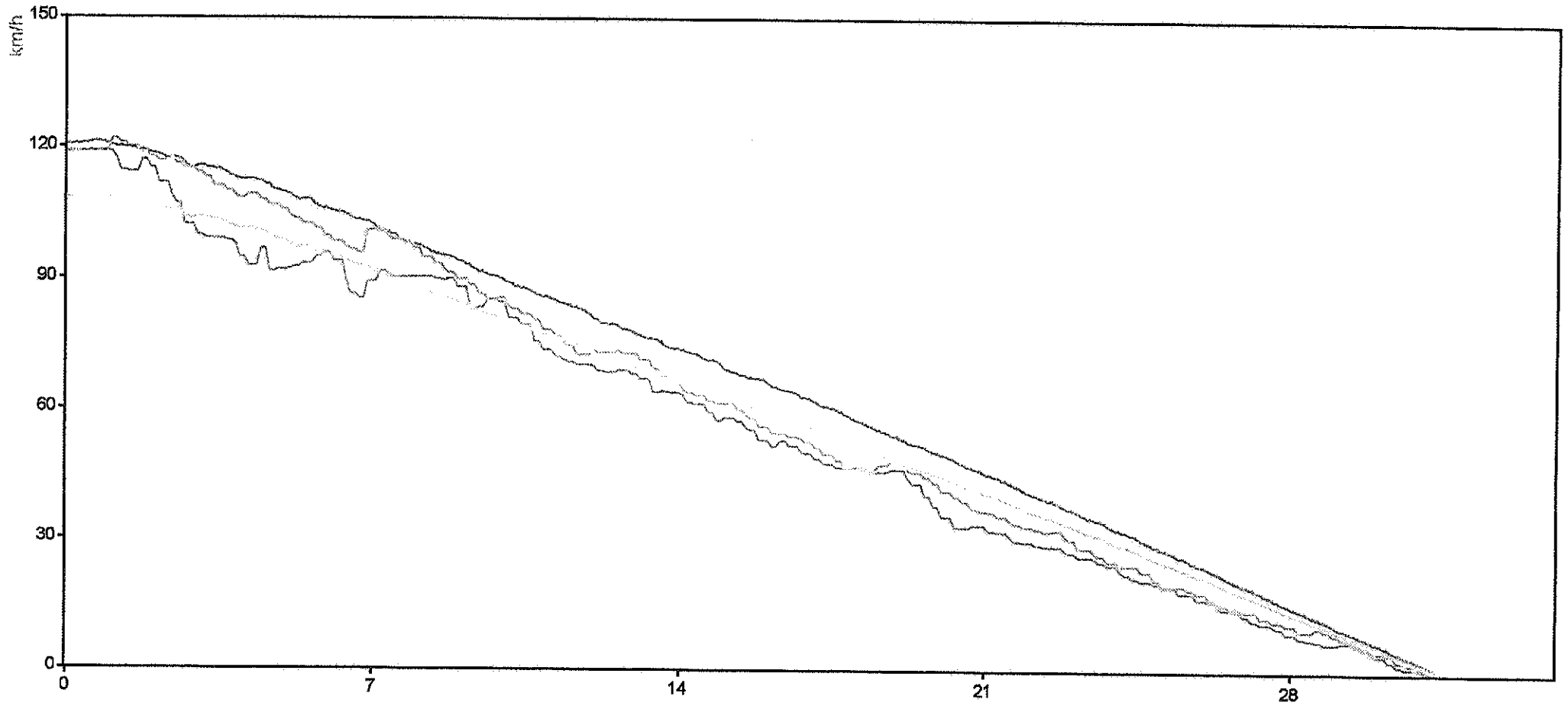
Slide evaluation 16mar17 (Emergency by MC no MTB) - M1 axle 3 - GM > 35%

— train speed	— SpeedRefM1	— M1_WSP3	— 90% of train speed
---------------	--------------	-----------	----------------------



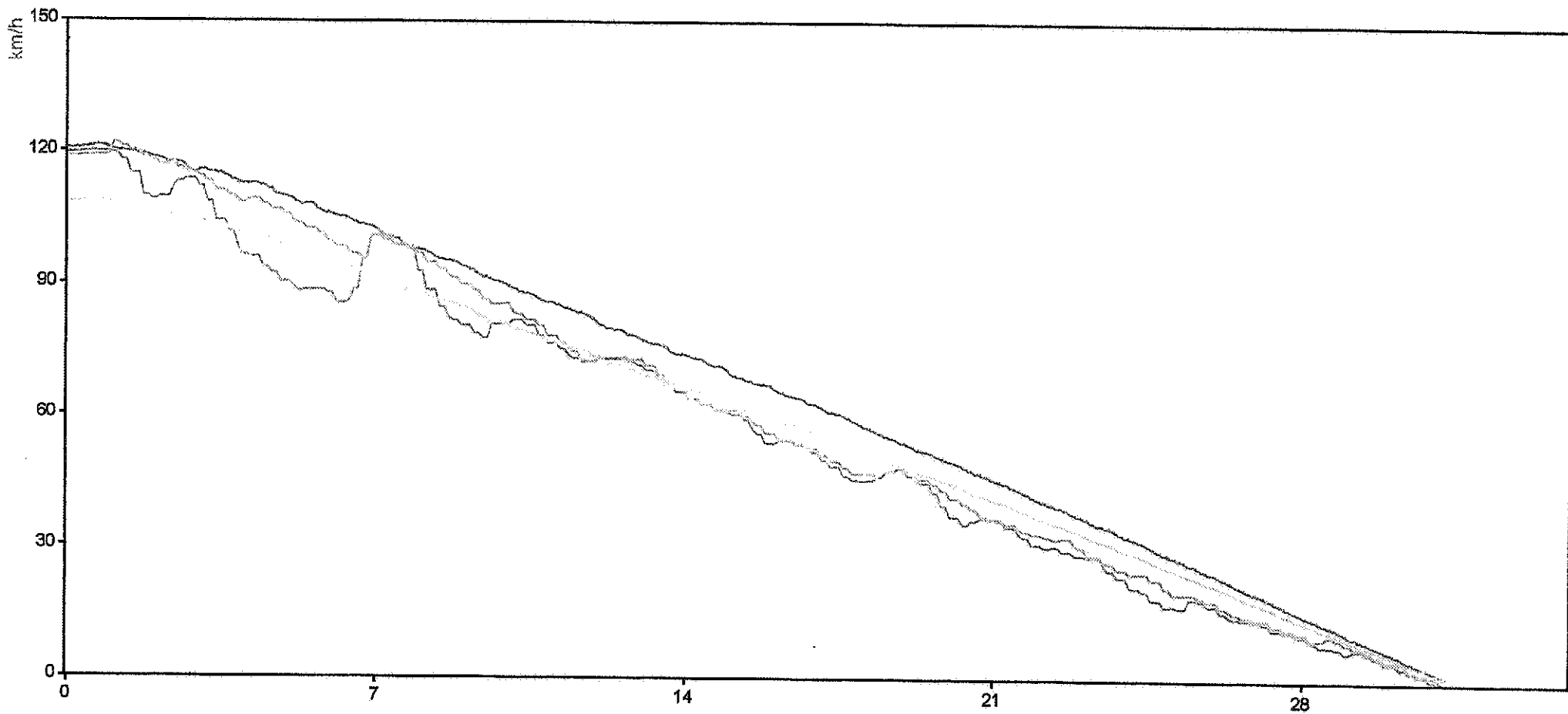
Slide evaluation 16mar17 (Emergency by MC no MTB) - M1 axle 4 - GM > 35%

— train speed	- - - SpeedRefM1 M1_WSP4	- . - . 90% of train speed
---------------	------------------	---------------	----------------------------



Slide evaluation 16mar17 (Emergency by MC no MTB) - M4 axle 1 - GM > 35%

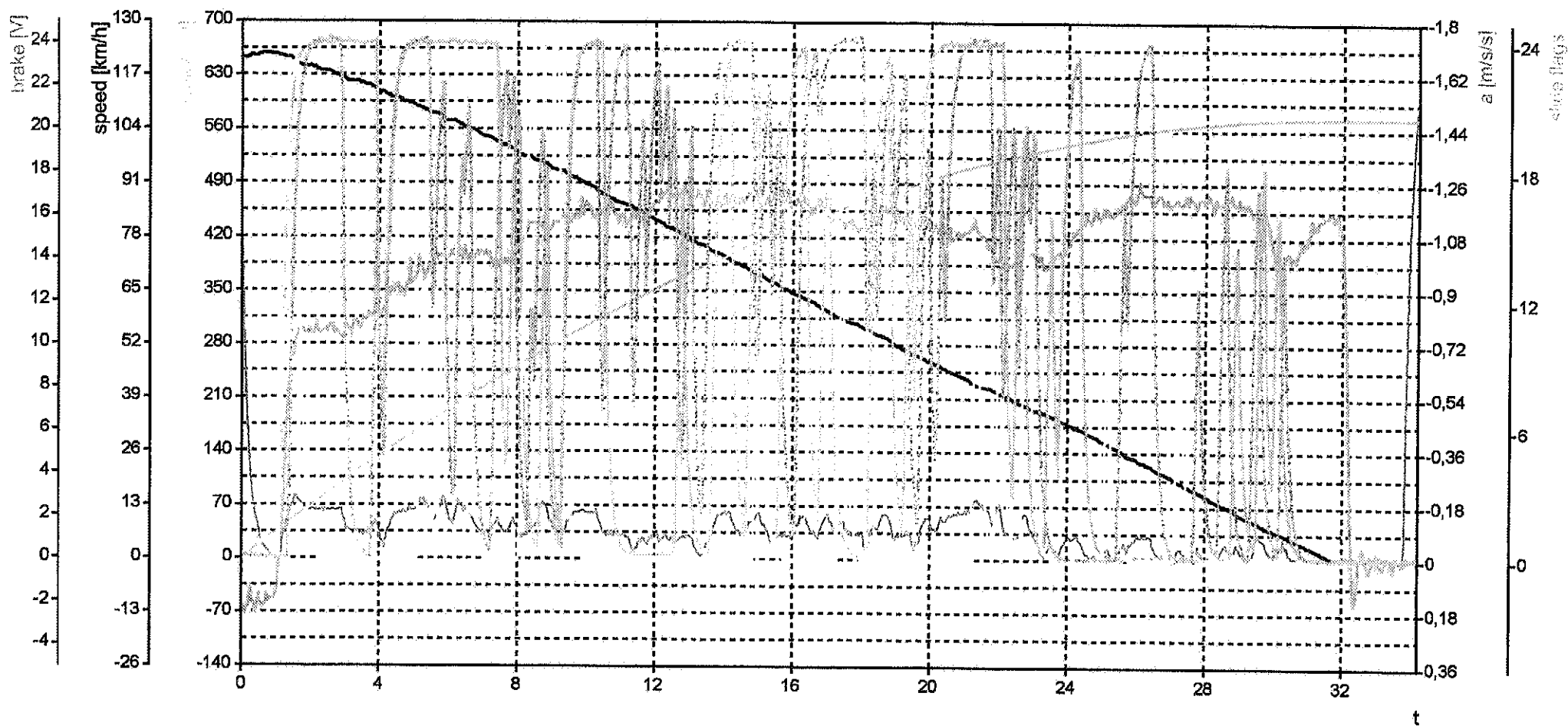
— train speed — SpeedRefM4 — M4_WSP1 - - - 90% of train speed



Slide evaluation 16mar17 (Emergency by MC no MTB) - M4 axle 2 - GM > 35%

— train speed - - - SpeedRefM4 ····· M4_WSP2 - · - · 90% of train speed

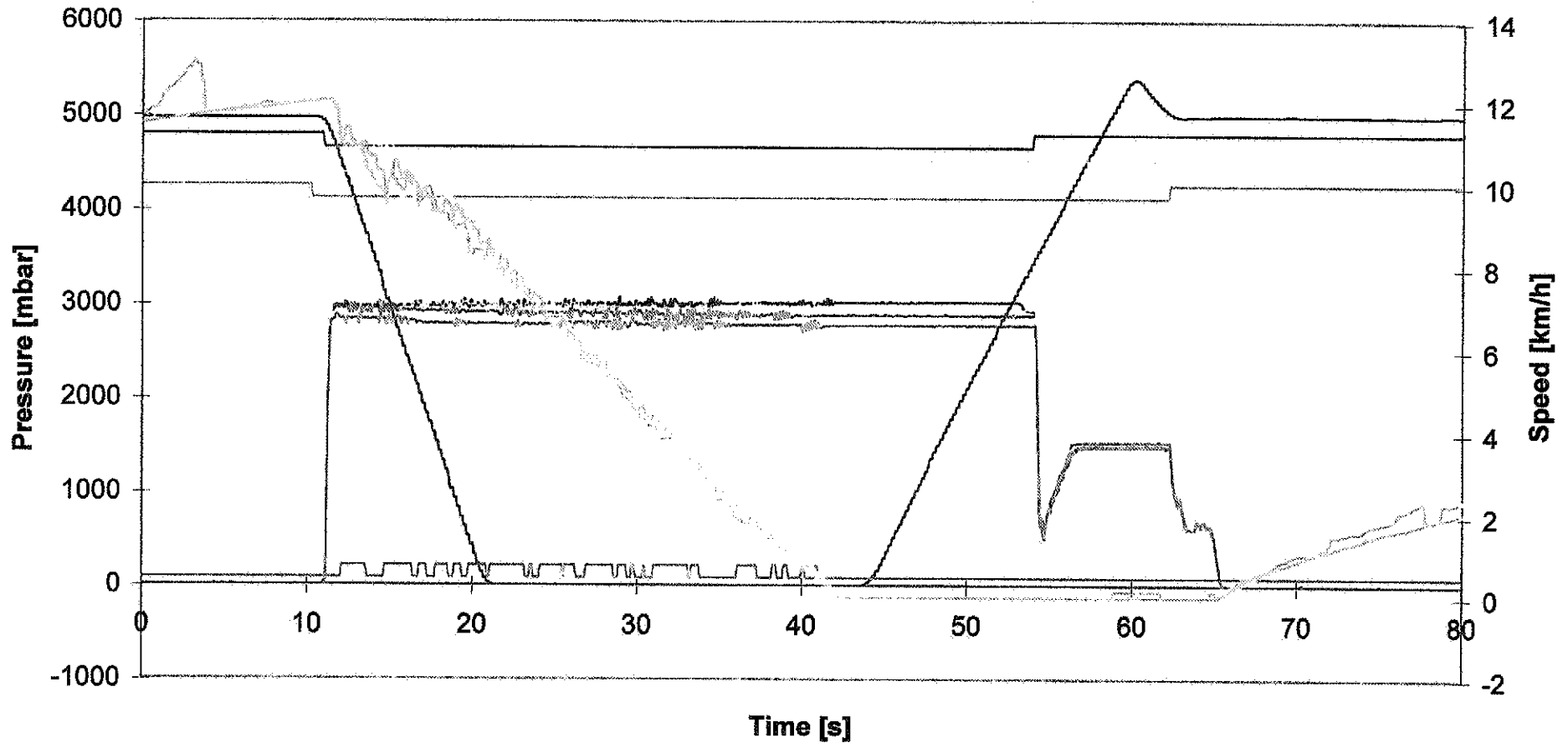
t



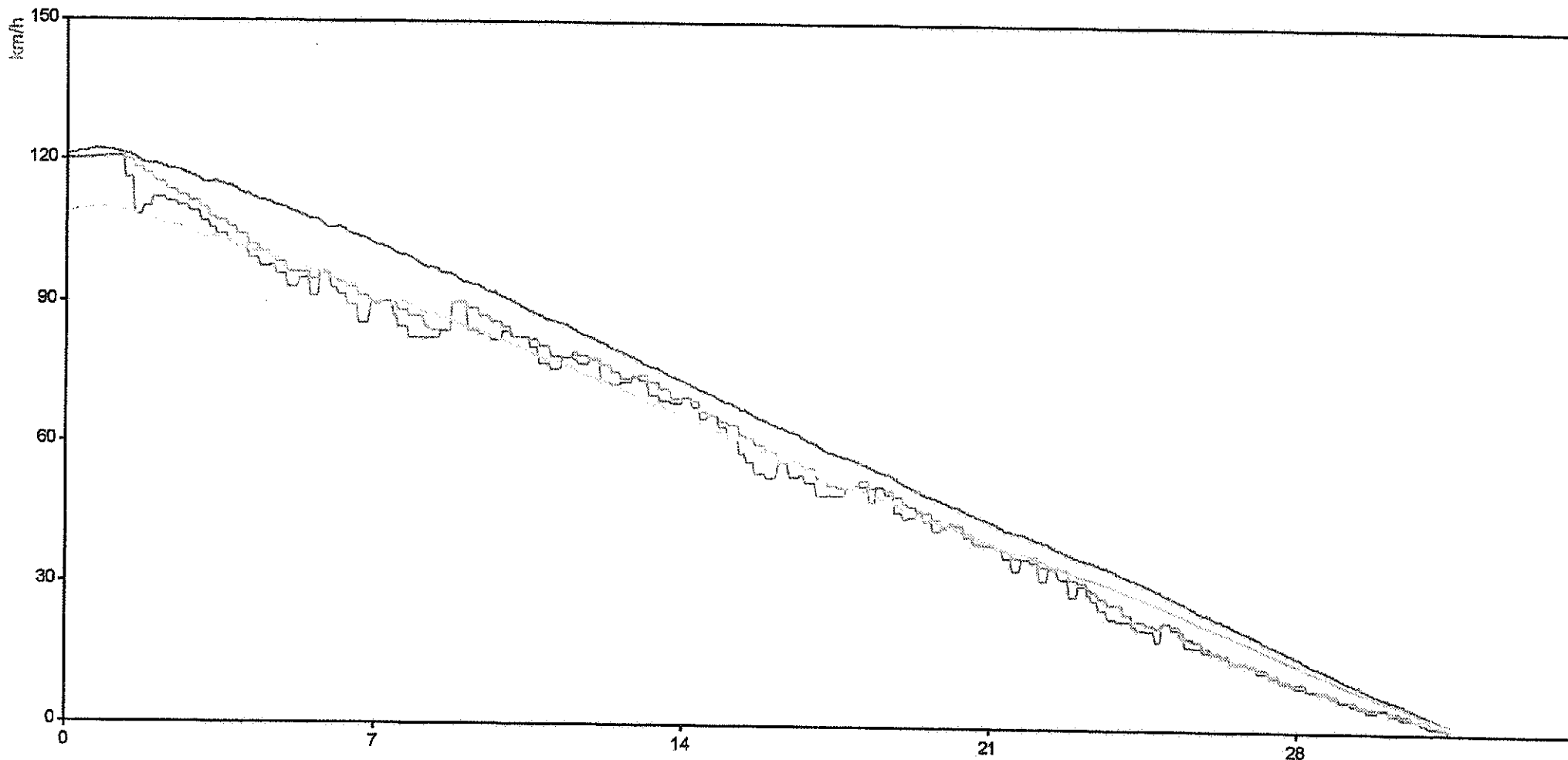
Emergency by Master Controller no MTB with soap; Vinit. = 121,25 Km/h; braking dist. = 574,69 m; M4; dec = 0,99 m/s/s; Effort Mode; File 16mar18

— speed	— brake line	— slide flag M4	— slide flag M1
— deceleration	— distance	— slide flag T3	

16_mar_18



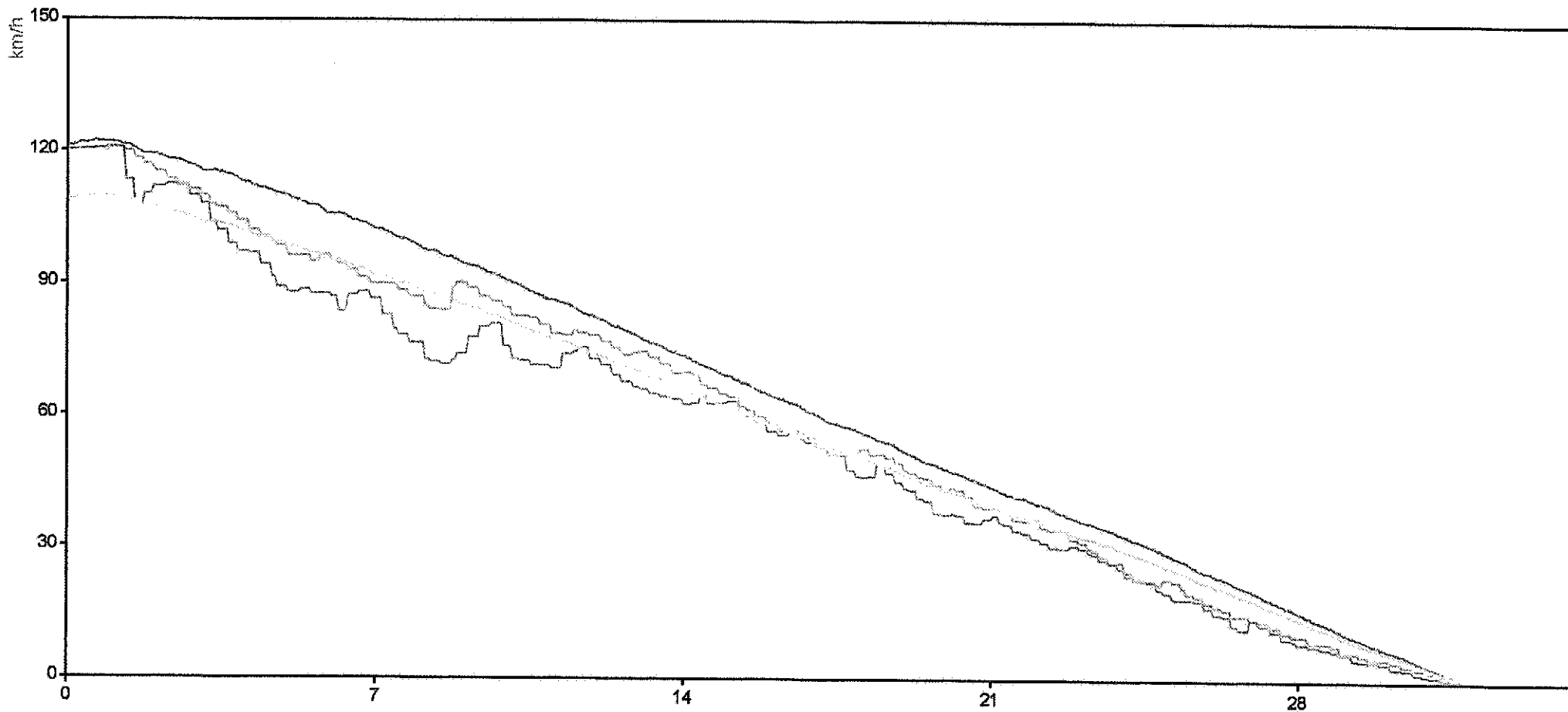
CONTROL1 [bar]	CONTROL2 [bar]	CONTROL3 [bar]	CONTROL4 [bar]	BPPRESS [bar]	HDA1 [unit]	HDA2 [unit]	HDR1 [kN]	HDR2 [kN]
TRACTION [Digital]	BRAKE [Digital]	SOCCORSO [Digital]	SLIDE [Digital]	SPEEDRIF [Kmh]	WSP_SPEED1 [Kmh]	WSP_SPEED2 [Kmh]	WSP_SPEED3 [Kmh]	WSP_SPEED4 [Kmh]



Slide evaluation 16mar18 (Emergency by MC no MTB) - T3 axle 1 - GM > 35%

train acceleration	SpeedRefT3	T3_WSP1	90% of train speed
--------------------	------------	---------	--------------------

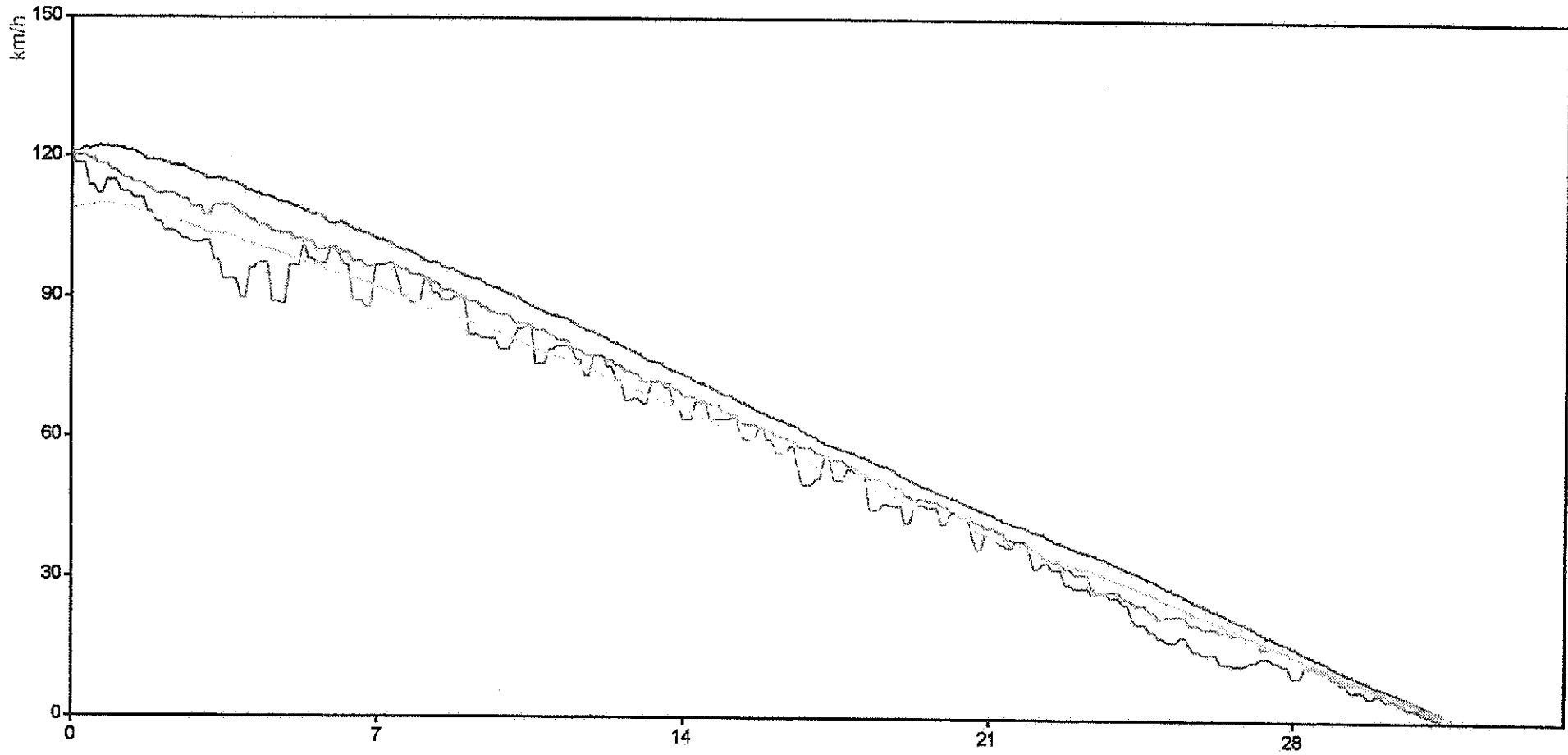
t



Slide evaluation 16mar18 (Emergency by MC no MTB) - T3 axle 2 - GM > 35%

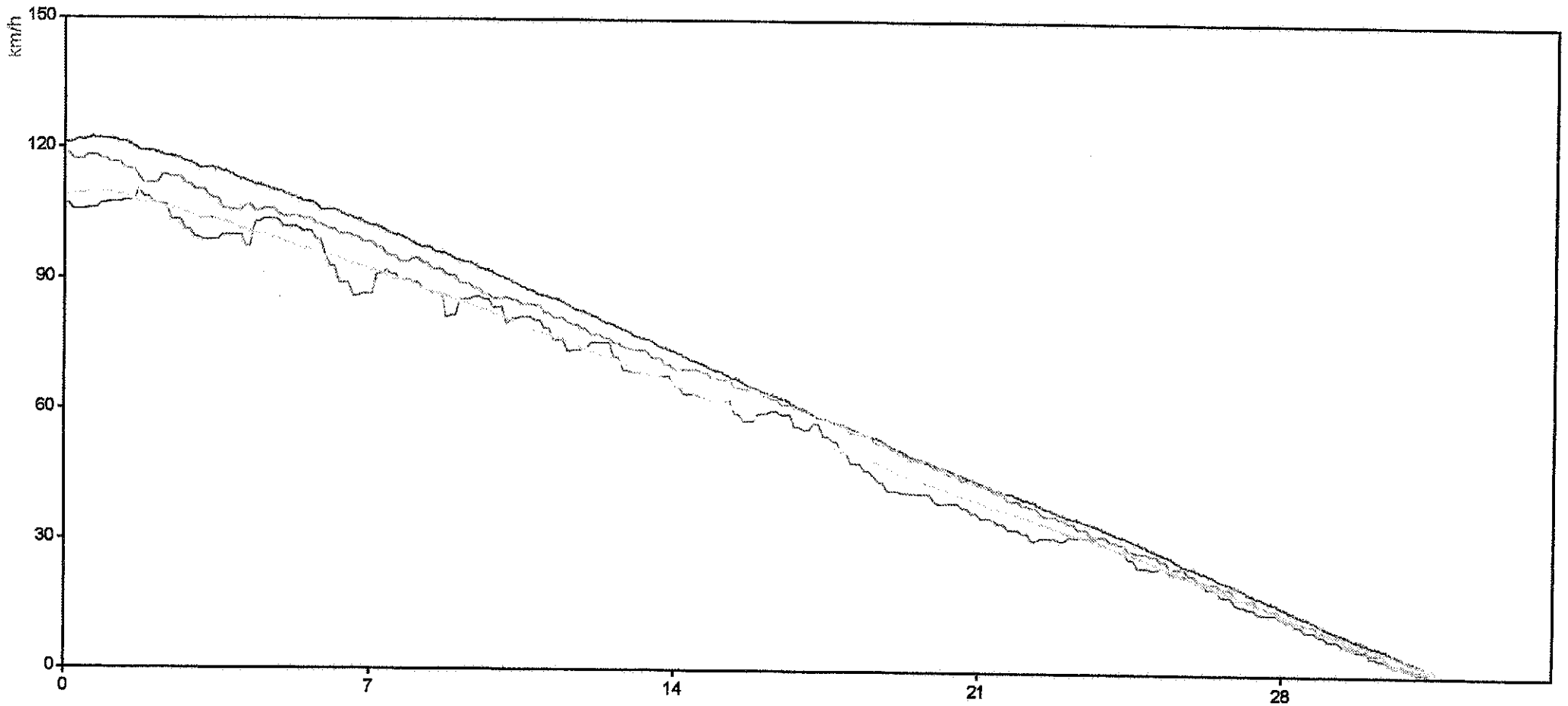
train acceleration	SpeedRefT3	T3_WSP2	90% of train speed
--------------------	------------	---------	--------------------

t



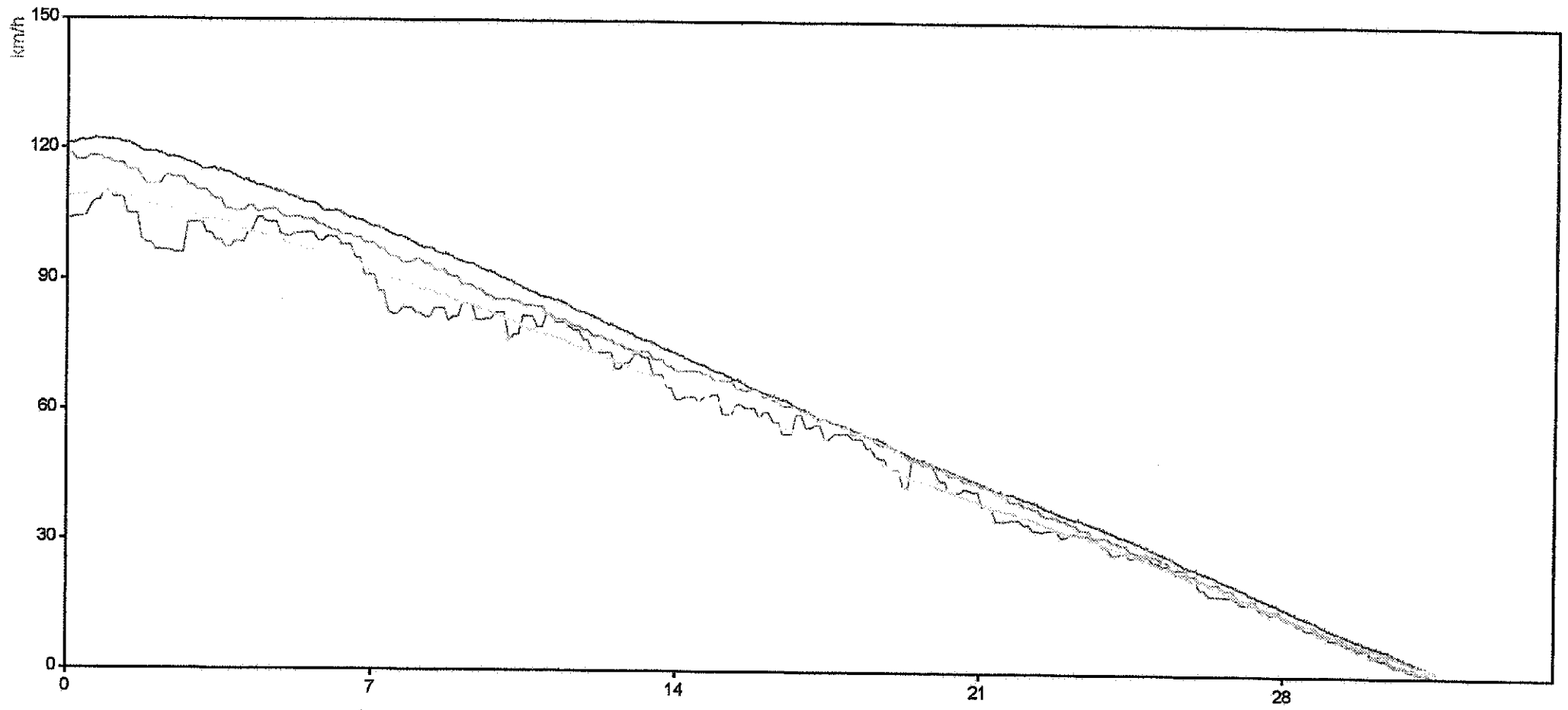
Slide evaluation 16mar18 (Emergency by MC no MTB) - M1 axle 1 - GM > 35%

— train speed - - - SpeedRefM1 . . . M1_WSP1 - . - 90% of train speed



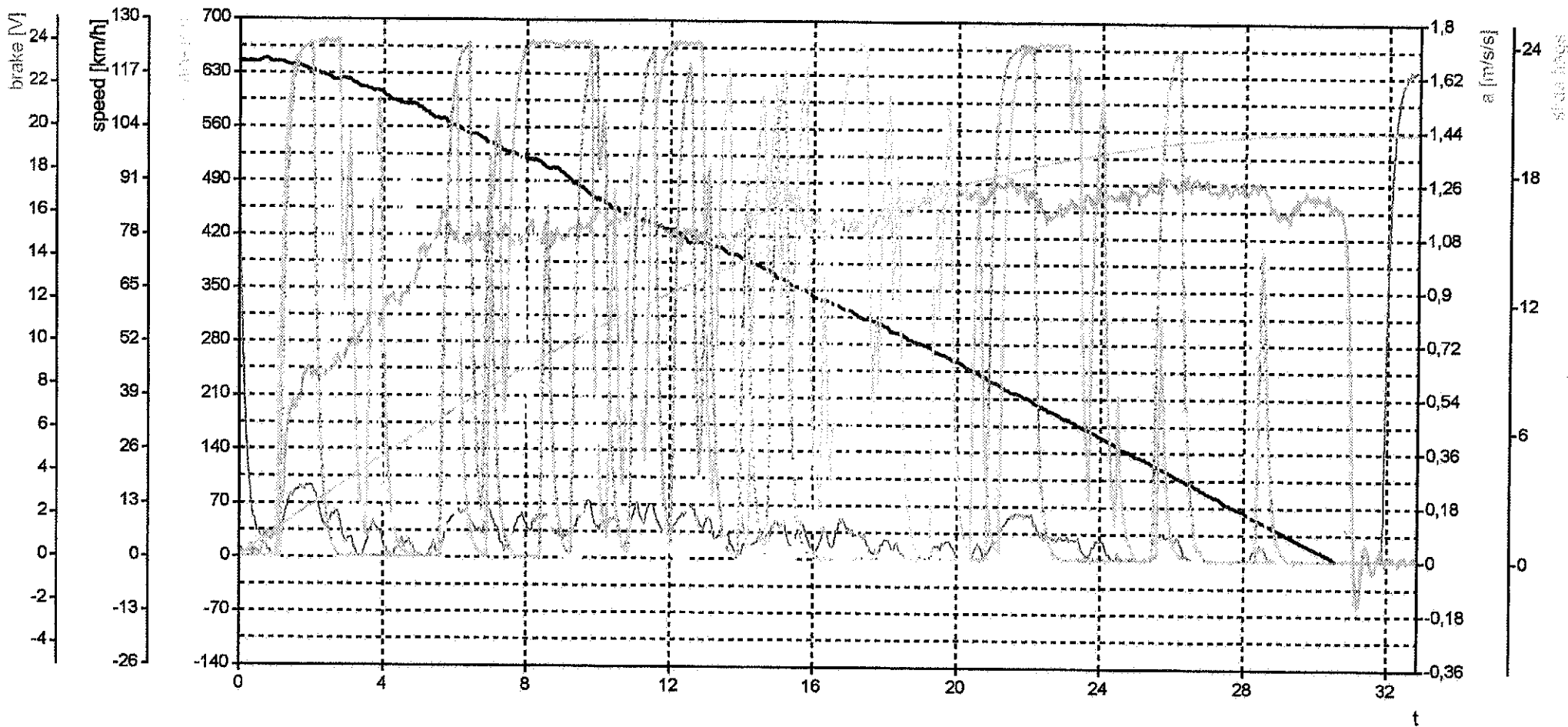
Slide evaluation 16mar18 (Emergency by MC no MTB) - M4 axle 2 - GM > 35%

— train speed - - - SpeedRefM4 ····· M4_WSP2 - · - · 90% of train speed



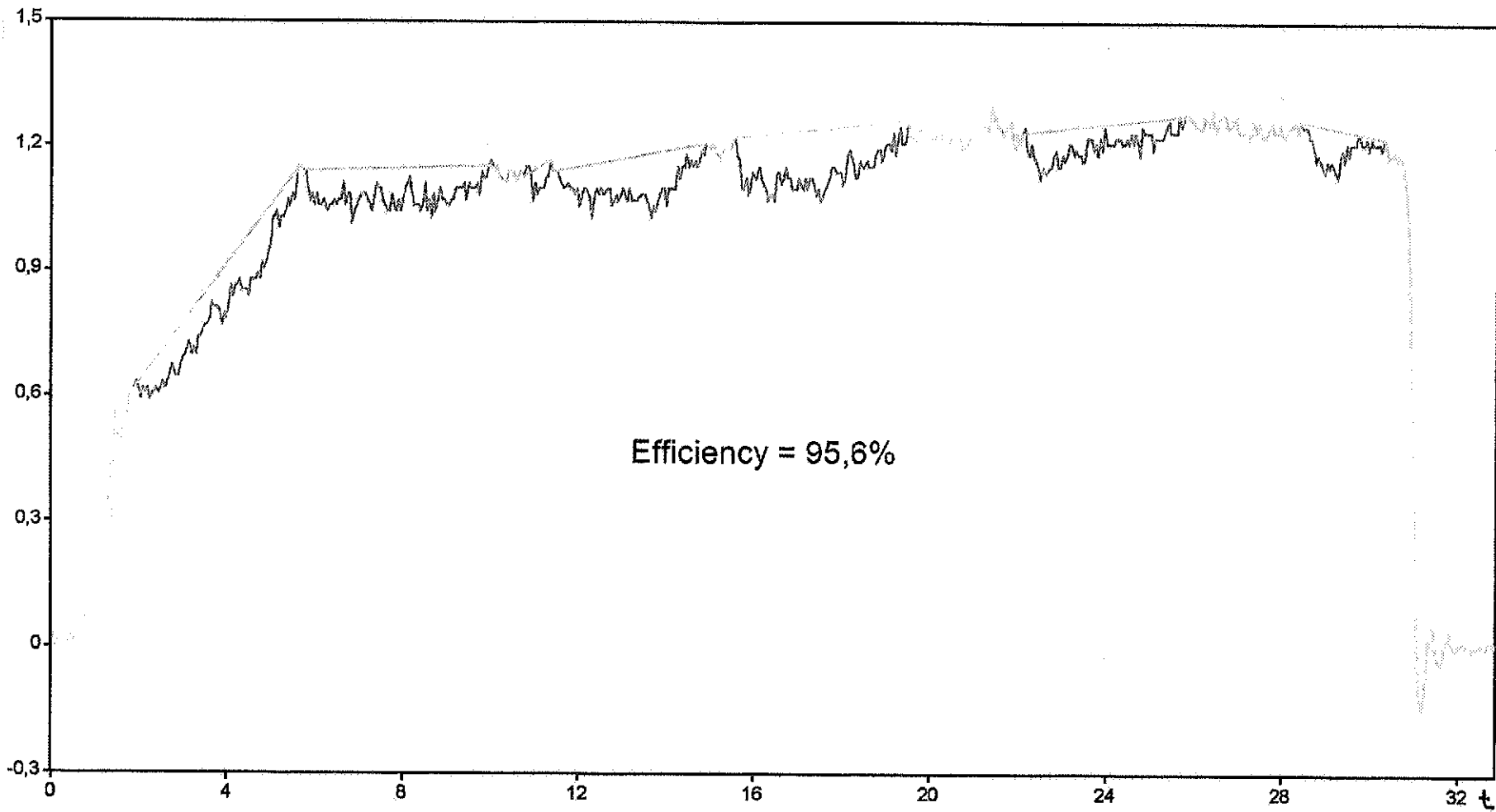
Slide evaluation 16mar18 (Emergency by MC no MTB) - M4 axle 3 - GM > 35%

— train speed - - - SpeedRefM4 . . . M4_WSP3 - . . 90% of train speed



Emergency by Master Controller no MTB with soap; Vinit.= 120,09 Km/h; braking dist. = 555,74 m; M1; dec = 1,00 m/s/s; Effort Mode; File 16mar19

— speed	— brake line	····· slide flag M4	····· slide flag M1
····· deceleration	— distance	····· slide flag T3	

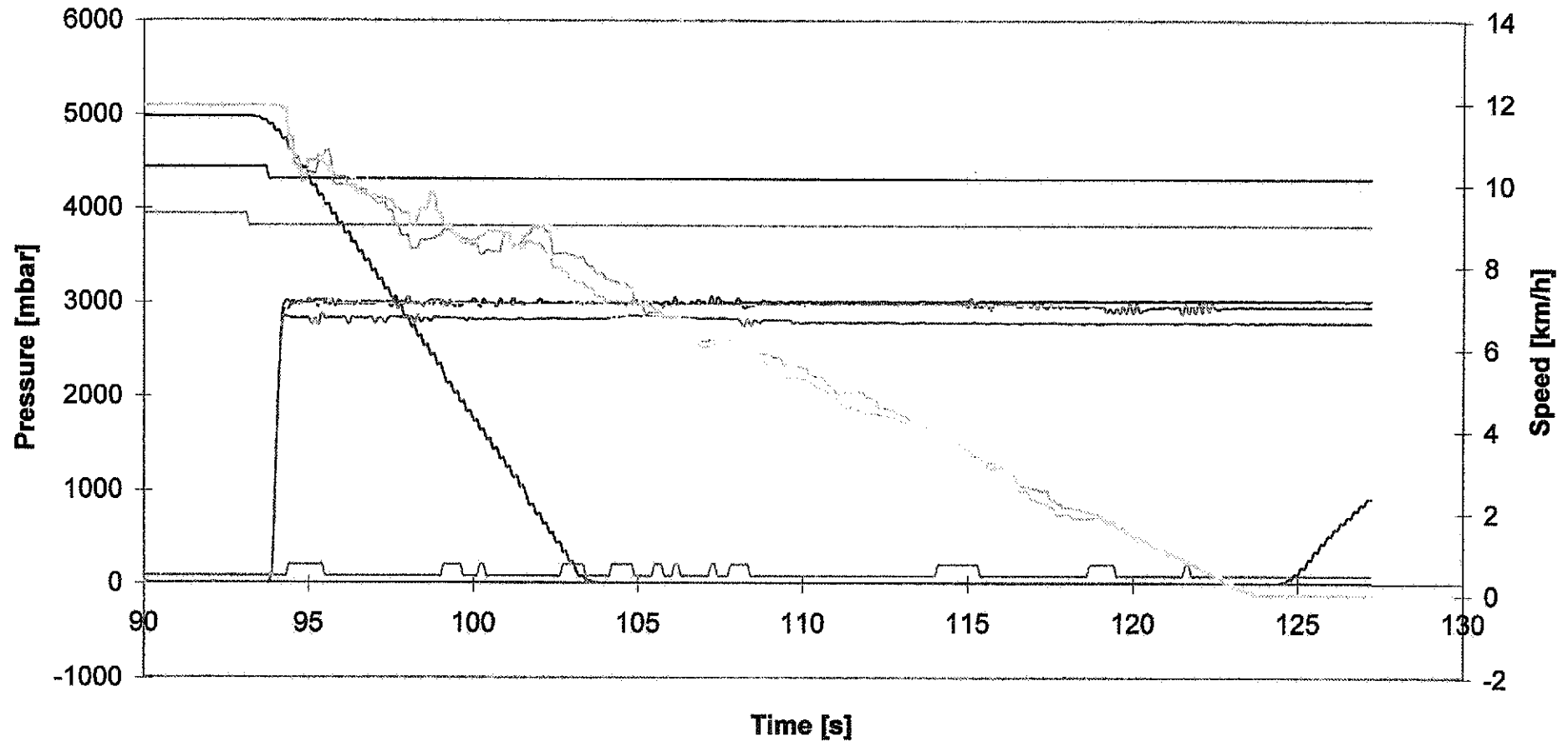


Antislid Efficiency Calculation 16mar19 Emergency Brake by Master Controller without MTB - $T_a = 0,064$ - Distance increase = 4,50%

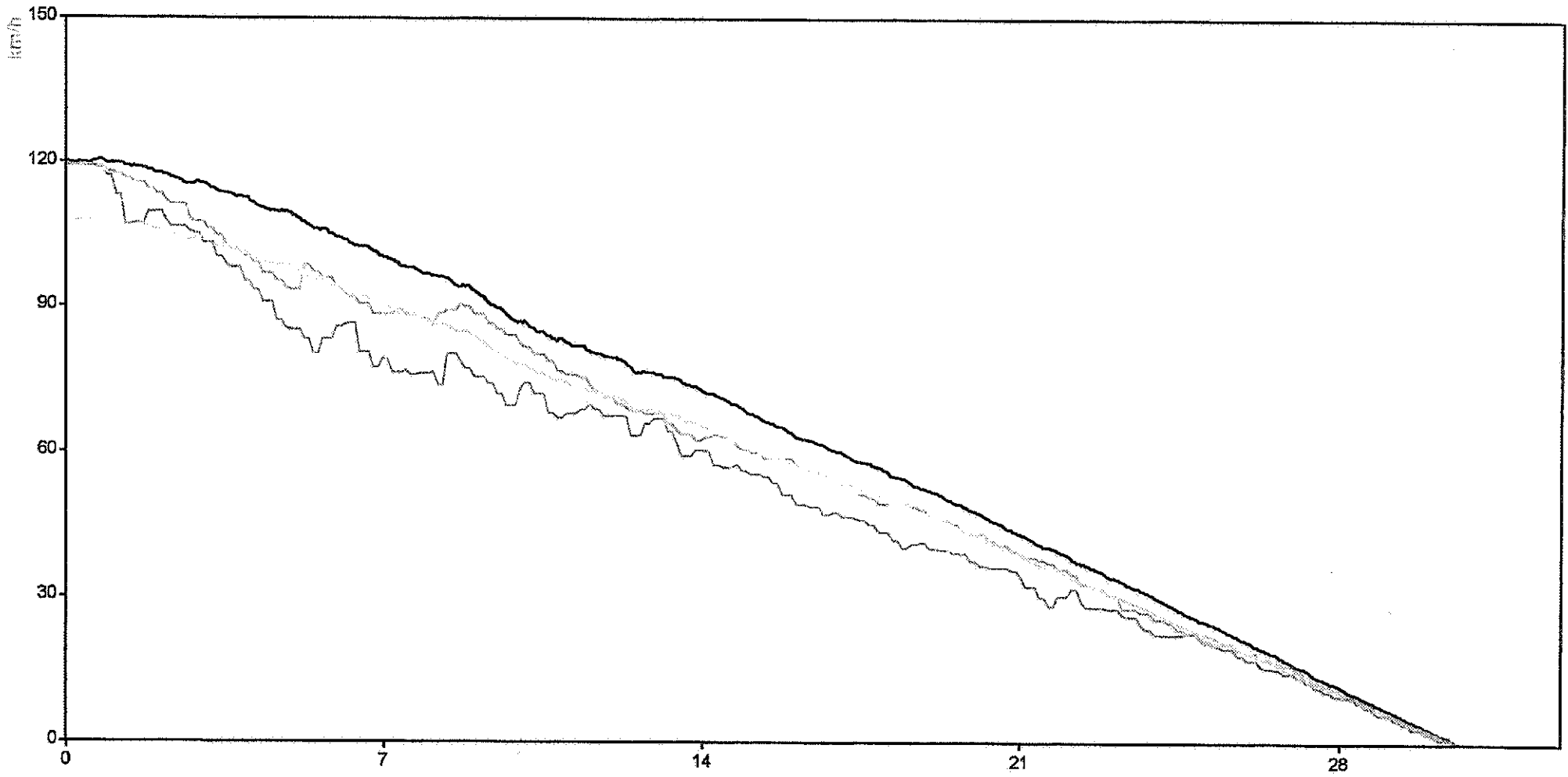
— Train Acceleration

... Peak Acceleration

16_mar_19

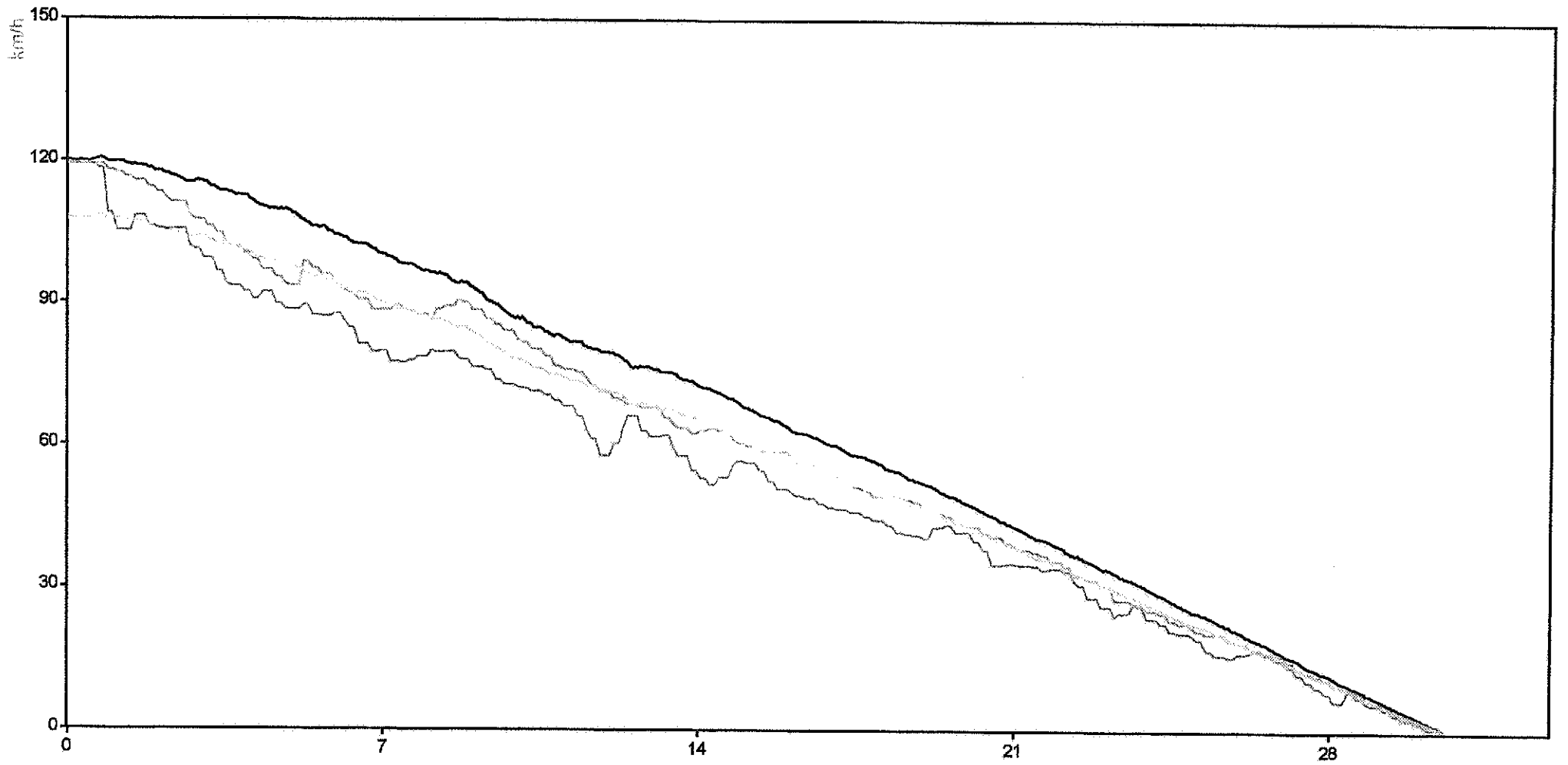


CONTROL1 [bar]	CONTROL2 [bar]	CONTROL3 [bar]	CONTROL4 [bar]	BPPRESS [bar]	HDA1 [unit]	HDA2 [unit]	HDR1 [kN]	HDR2 [kN]
TRACTION [Digital]	BRAKE [Digital]	SOCCORSO [Digital]	SLIDE [Digital]	SPEEDRIF [Kmh]	WSP_SPEED1 [Kmh]	WSP_SPEED2 [Kmh]	WSP_SPEED3 [Kmh]	WSP_SPEED4 [Kmh]



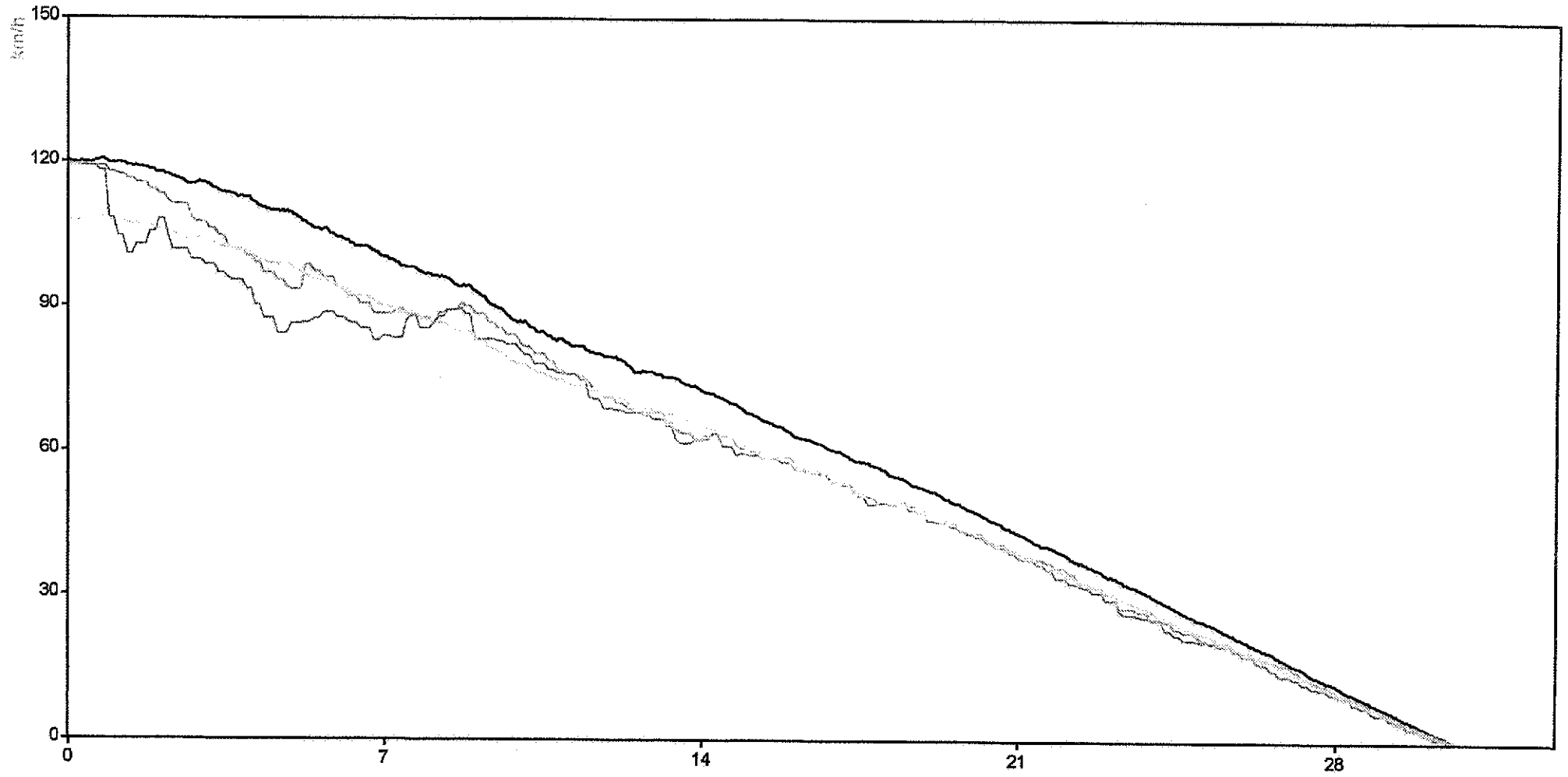
Slide evaluation 16mar19 (Maximum Service Brake) - M1 axle 1 - GM > 35%

SpeedRefM1 train speed 90% of train speed M1_WSP1



Slide evaluation 16mar19 (Maximum Service Brake) - M1 axle 2 - GM > 35%

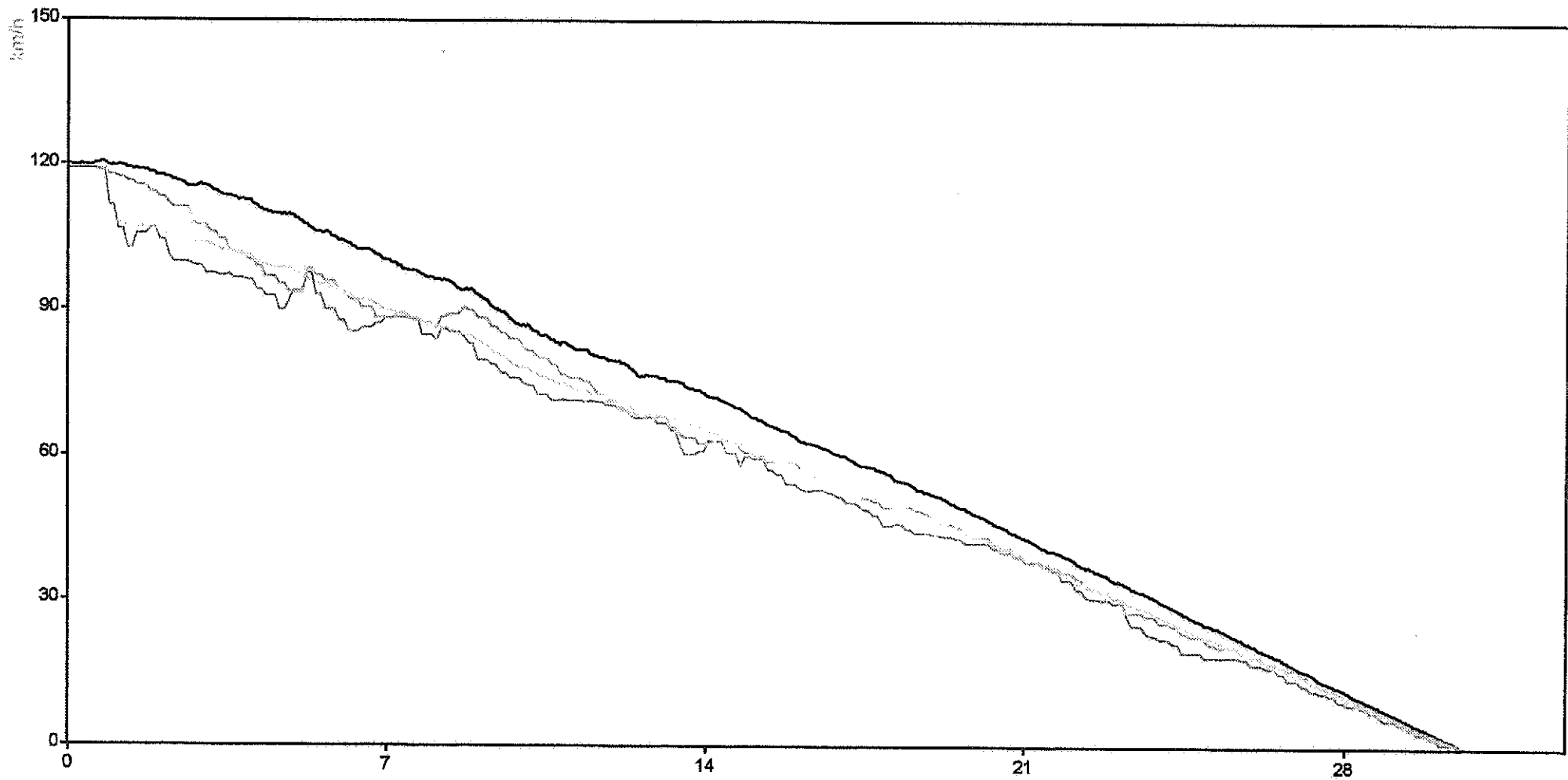
SpeedRefM1 train speed 90% of train speed M1_WSP2



Slide evaluation 16mar19 (Maximum Service Brake) - M1 axle 3 - GM > 35%

SpeedRefM1 train speed 90% of train speed M1_WSP3

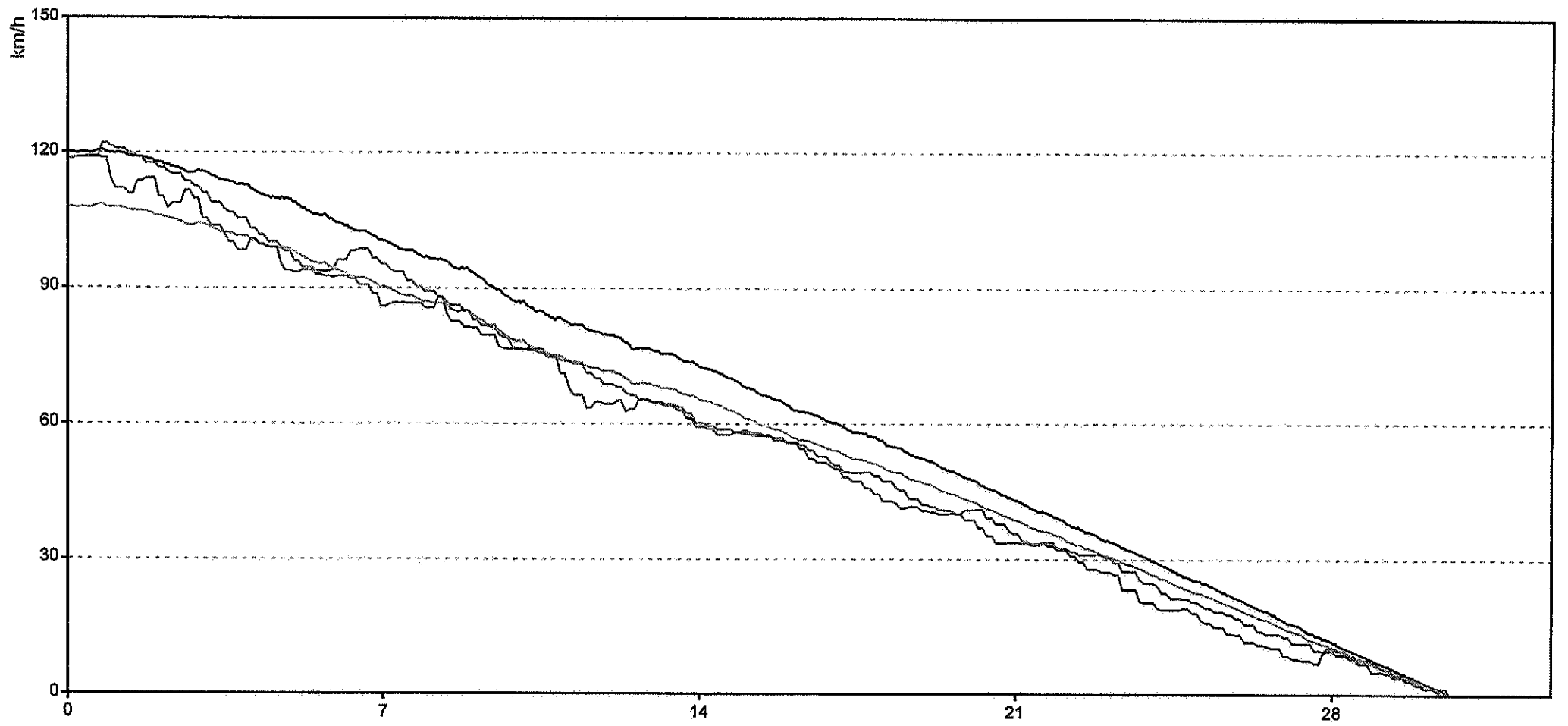
t



Slide evaluation 16mar19 (Maximum Service Brake) - M1 axle 4 - GM > 35%

SpeedRefM1 train speed 90% of train speed M1_WSP4

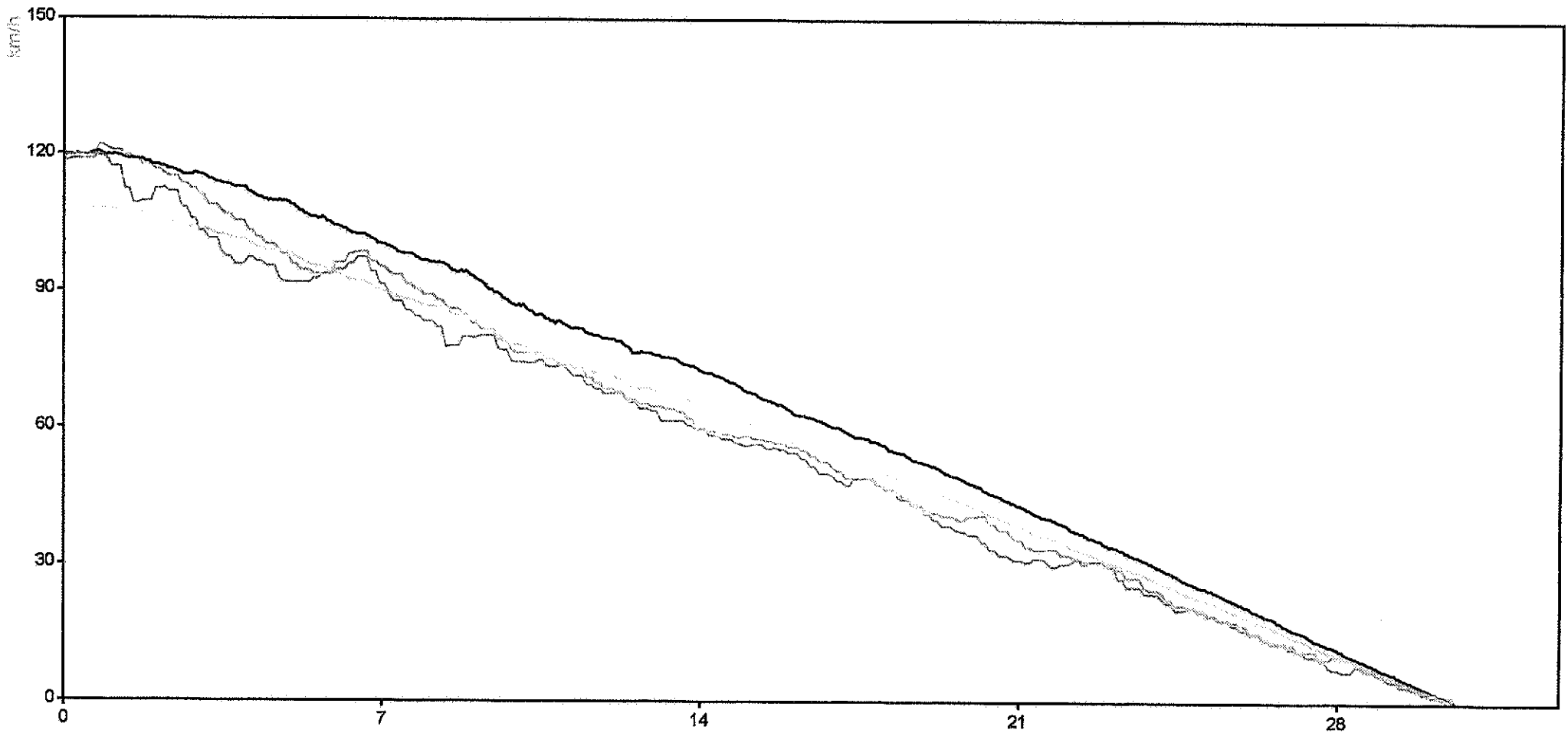
t



Slide evaluation 16mar19 (Maximum Service Brake) - M4 axle 1 - GM > 35%

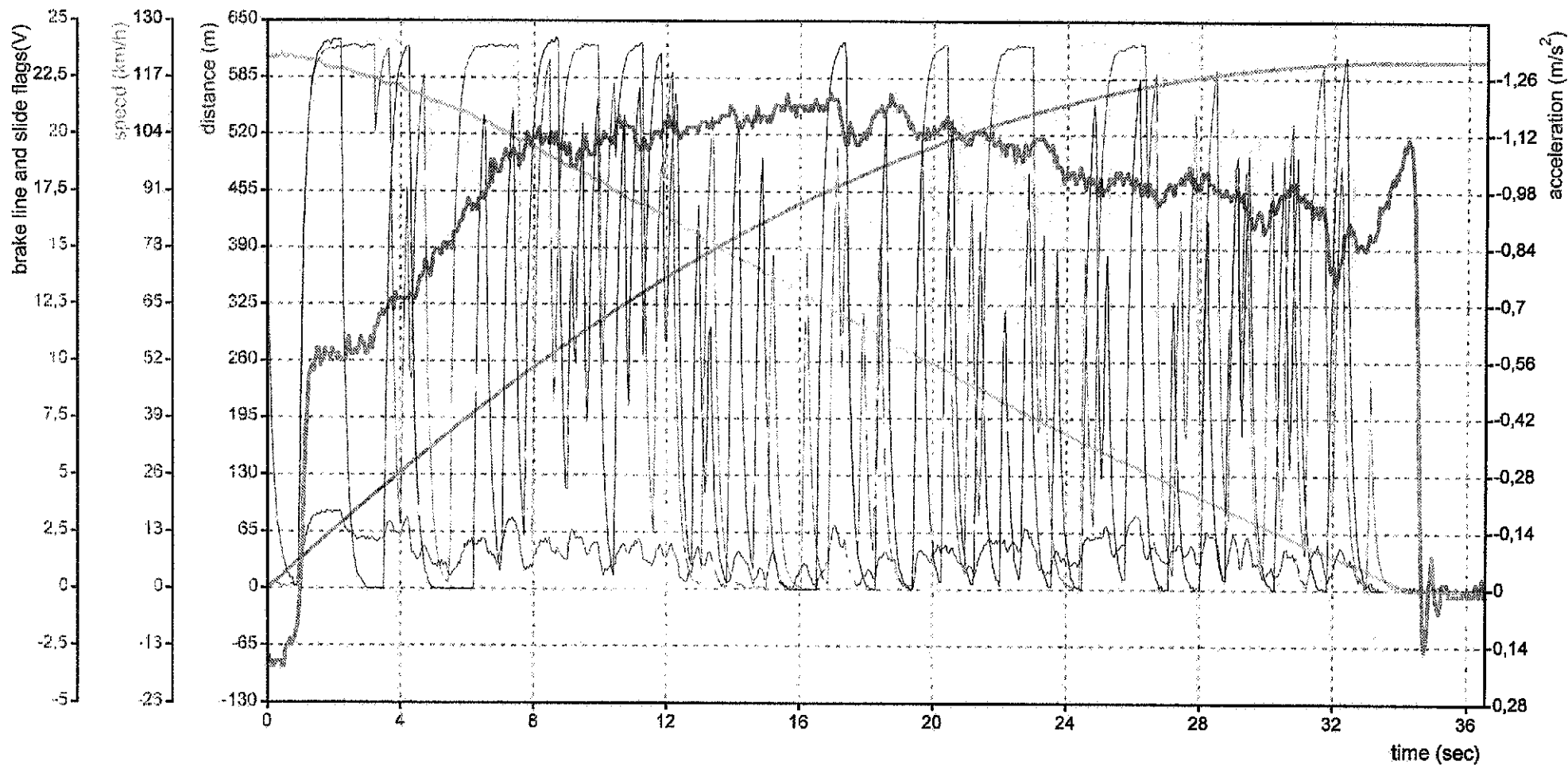
SpeedRefM4
 train speed
 90% of train speed
 M4_WSP1

t



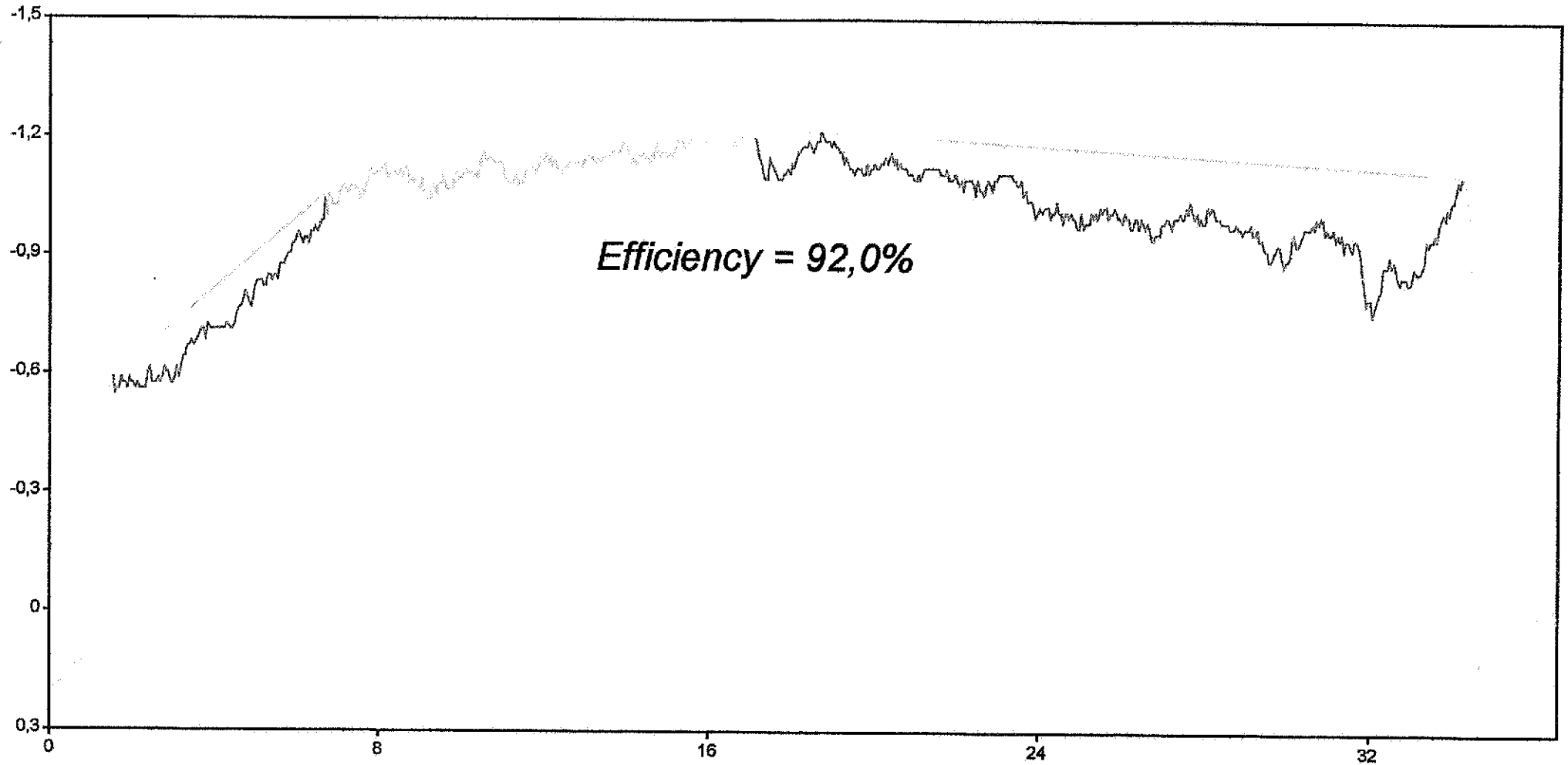
Slide evaluation 16mar19 (Maximum Service Brake) - M4 axle 2 - GM > 35%

..... SpeedRefM4	———— train speed	----- 90% of train speed	———— M4_WSP2
------------------	------------------	--------------------------	--------------



Emergency by MC no MTB with soap from M4; dry rail; initial speed = 121,76 km/h; stopp. dist. = 604,83 m; mean dec. = 0,95 m/s²; File: 31mar08

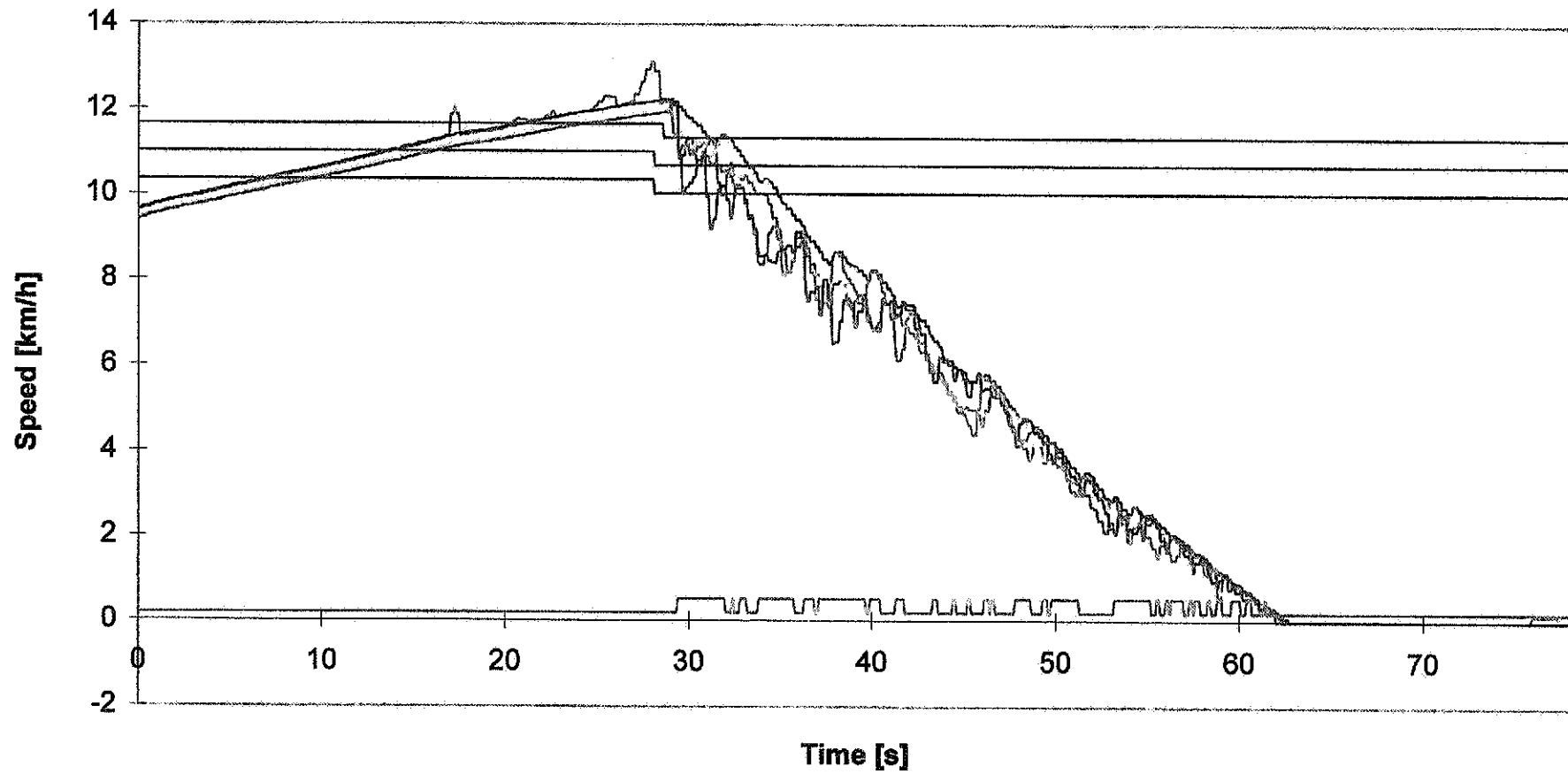
.....	speed	————	brake line	————	Slide flag T3	————	Slide flag M1
-----	distance	~~~~~	acceleration	-----	slide flag M4		



Antislid efficiency calculation 31mar08 (Emergency by MC no MTB) - $T_a = 0,058$ - Distance increase = 10,63%

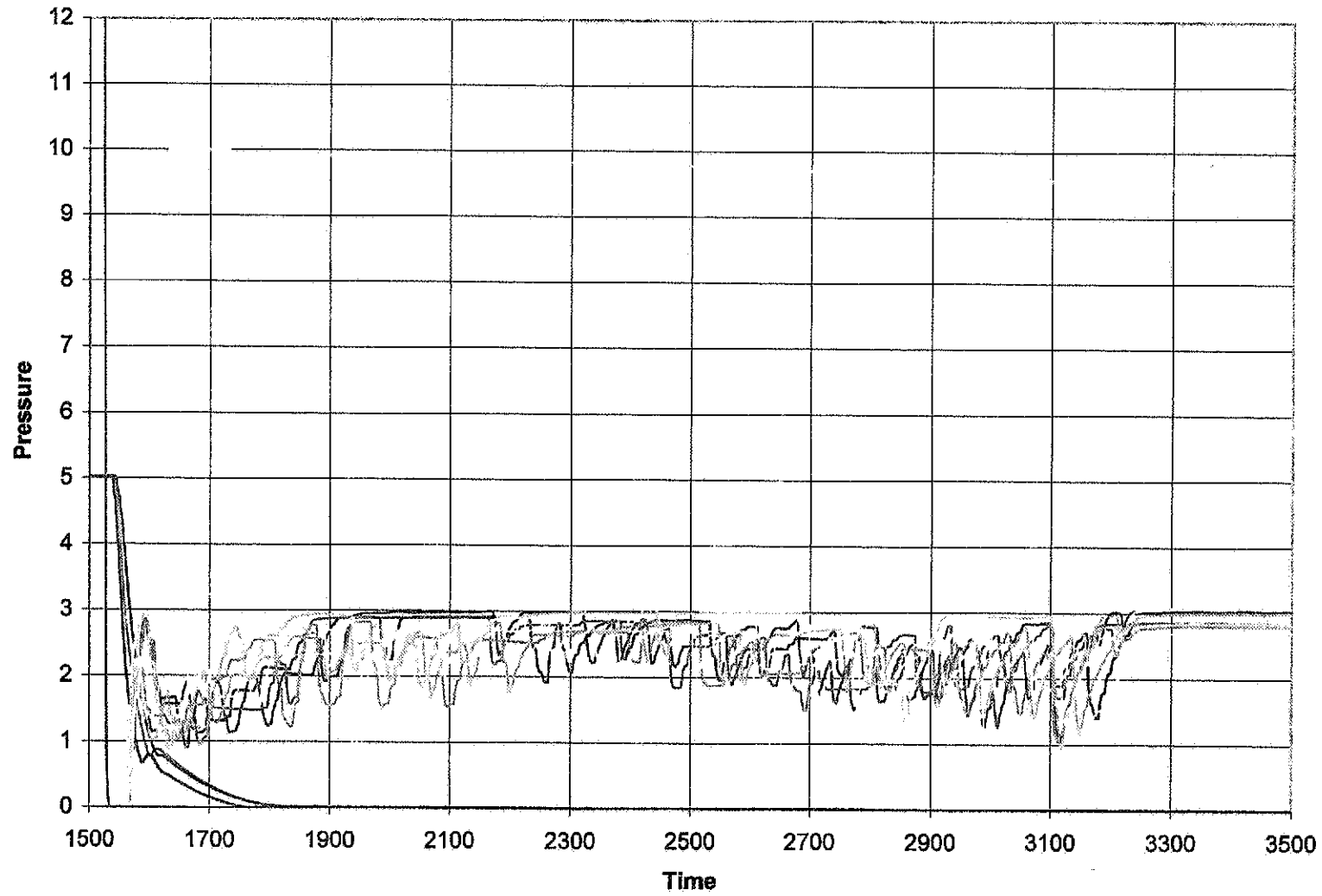
— train acceleration peak acceleration

M4_31_mar_08

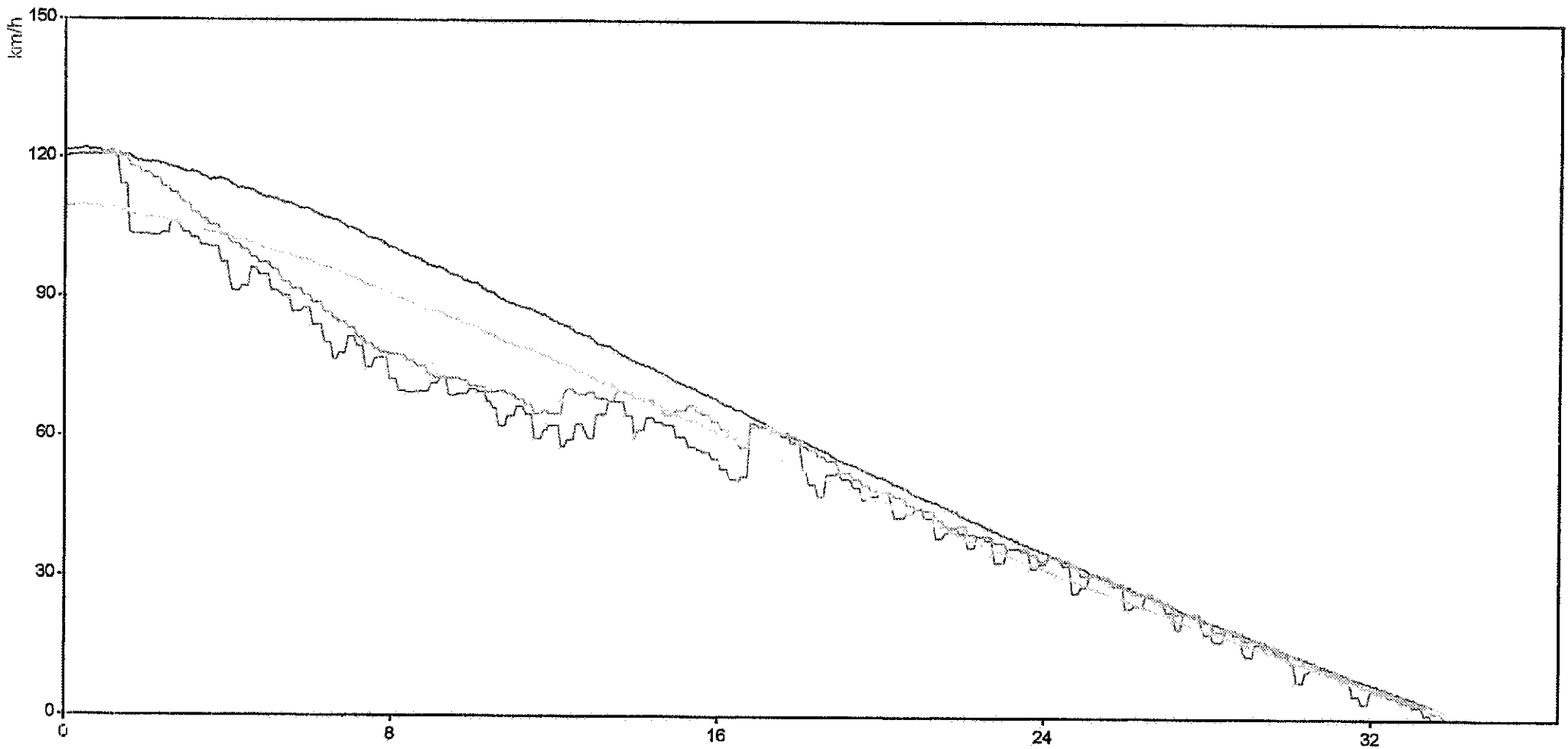


— SPEEDRIF [Kmh]	— WSP_SPEED1 [Kmh]	— WSP_SPEED2 [Kmh]	— WSP_SPEED3 [Kmh]	— WSP_SPEED4 [Kmh]	— TRACTION [Digital]
— BRAKE [Digital]	— SOCCORSO [Digital]	— SLIDE [Digital]			

31 March Test 08



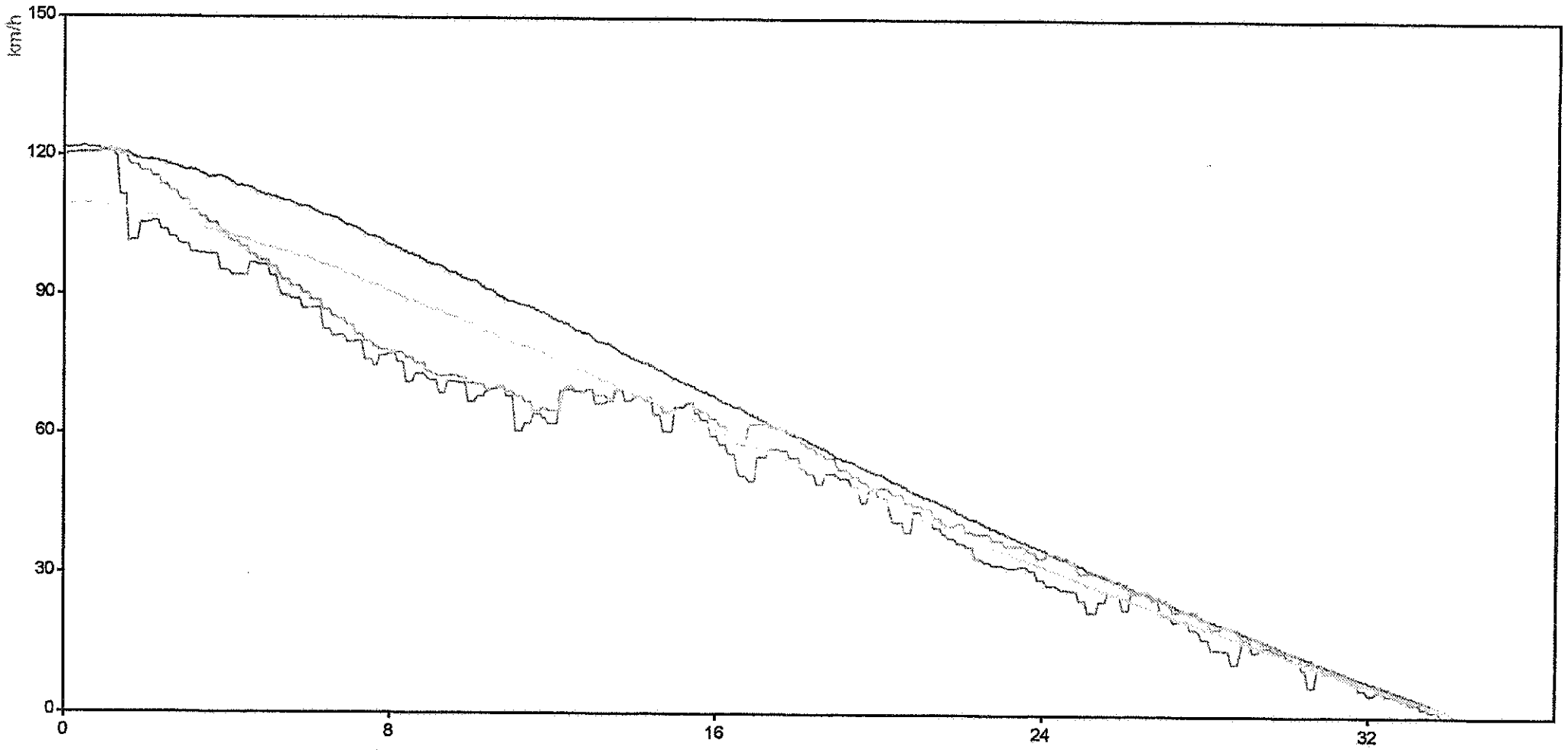
- M.P. bar
- BRAKE PIPE M1C bar
- BRAKE PIPE T3 bar
- BRAKE PIPE M4C bar
- axle 1 T bar
- axle 2 M bar
- axle 3 M bar
- axle 4 T bar
- axle 5 T bar
- axle 6 T bar
- axle 7 T bar
- axle 8 M bar
- axle 9 M bar
- axle 10 T bar
- Brake signal V



Slide evaluation 31mar08 (Emergency by MC without MTB) - T3 axle 1 - GM > 35%

— train acceleration	- - - SpeedRefT3 T3_WSP1	- . - . 90% of train speed
----------------------	------------------	---------------	----------------------------

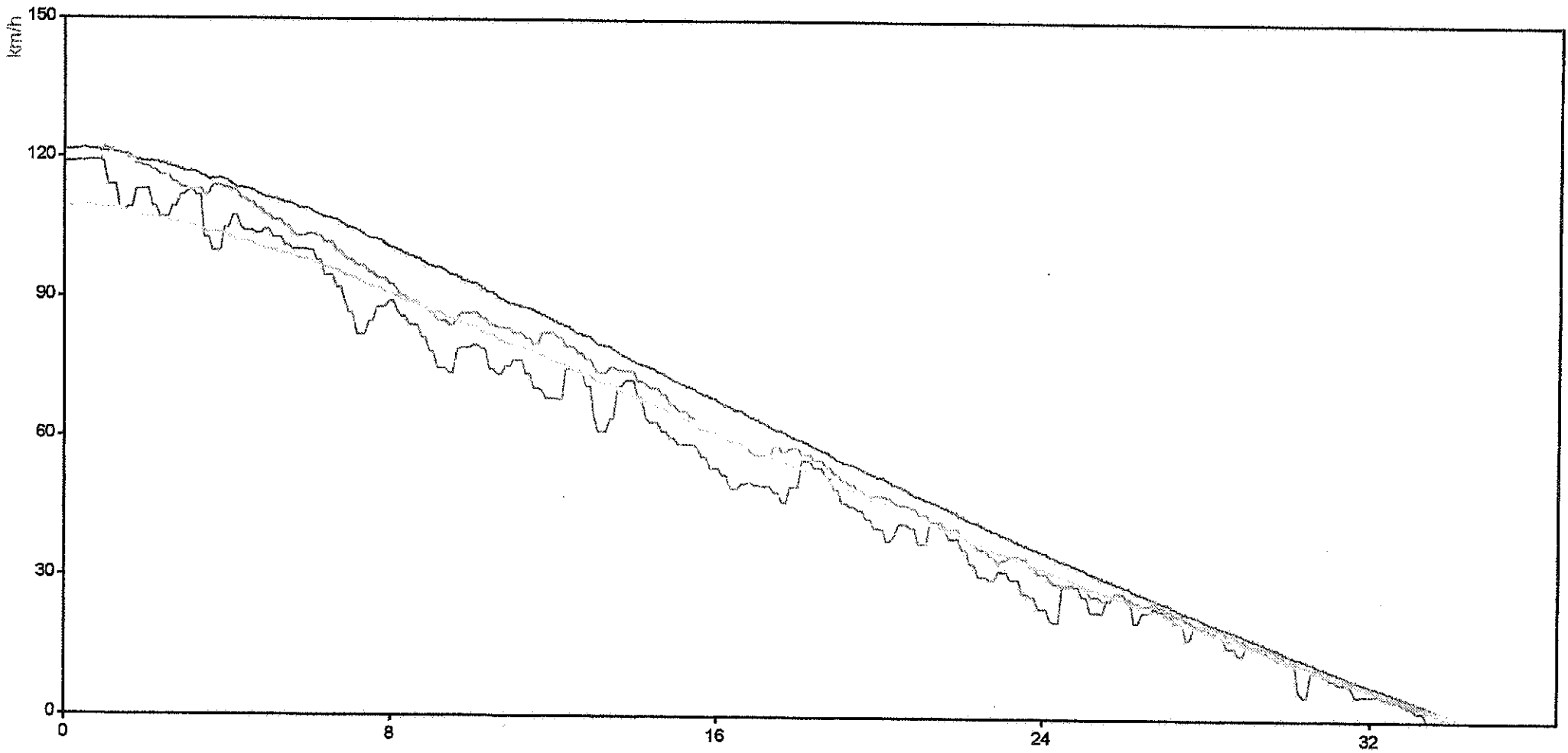
t



Slide evaluation 31mar08 (Emergency by MC without MTB) - T3 axle 2 - GM > 35%

— train acceleration - - - SpeedRefT3 . . . T3_WSP2 - . - 90% of train speed

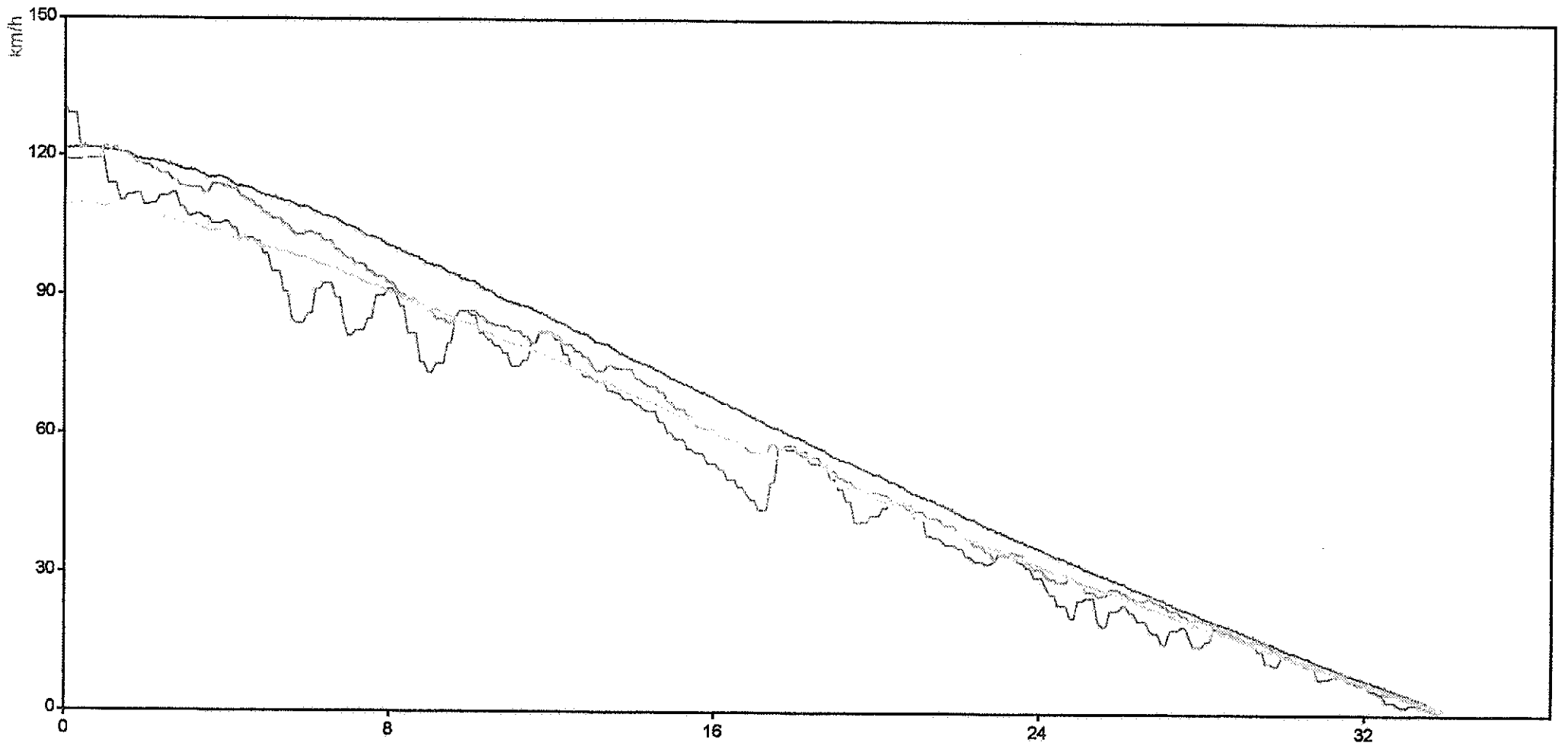
t



Slide evaluation 31mar08 (Emergency by MC without MTB) - M4 axle 1 - GM > 35%

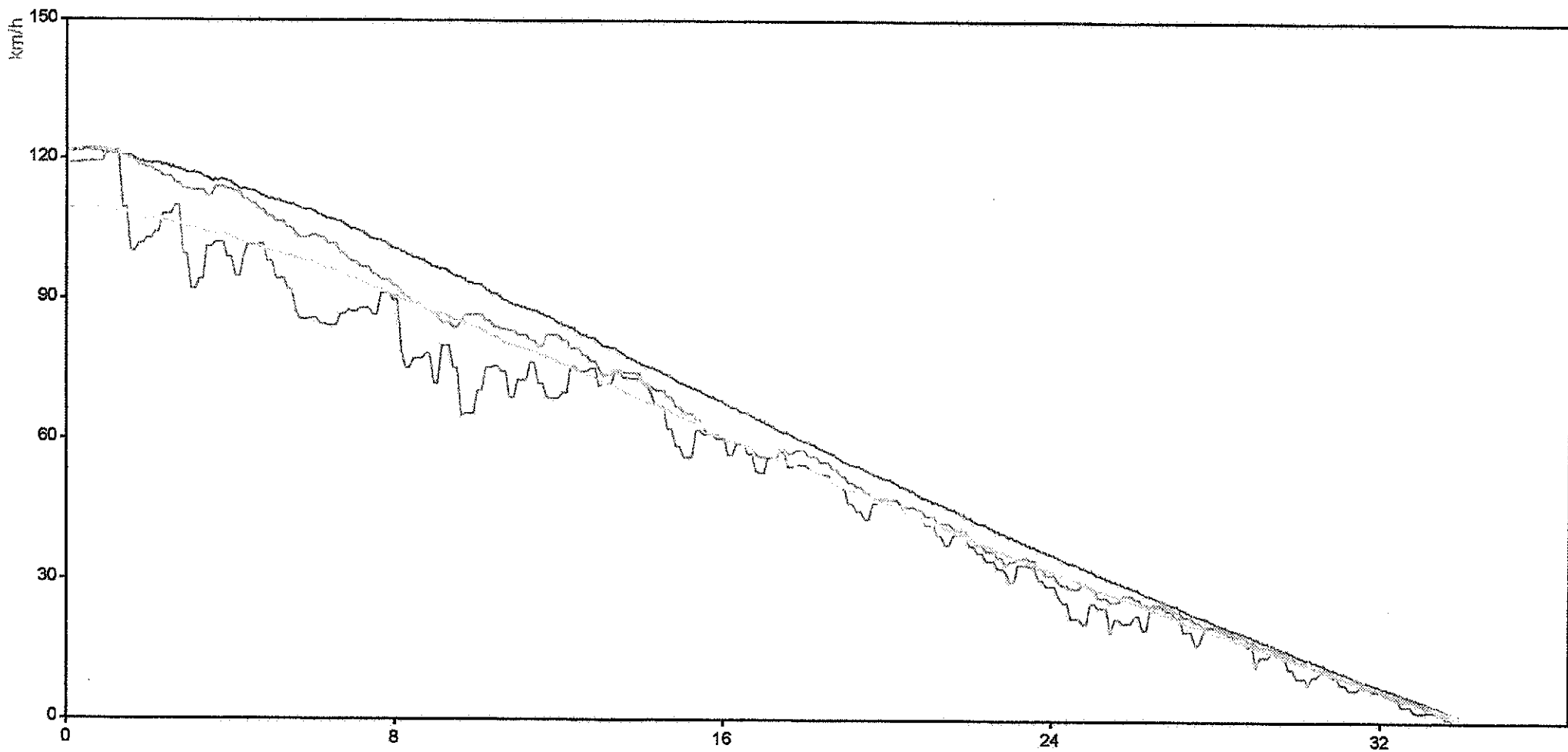
— train speed - - - SpeedRefM4 . . . M4_WSP1 - . - . 90% of train speed

t



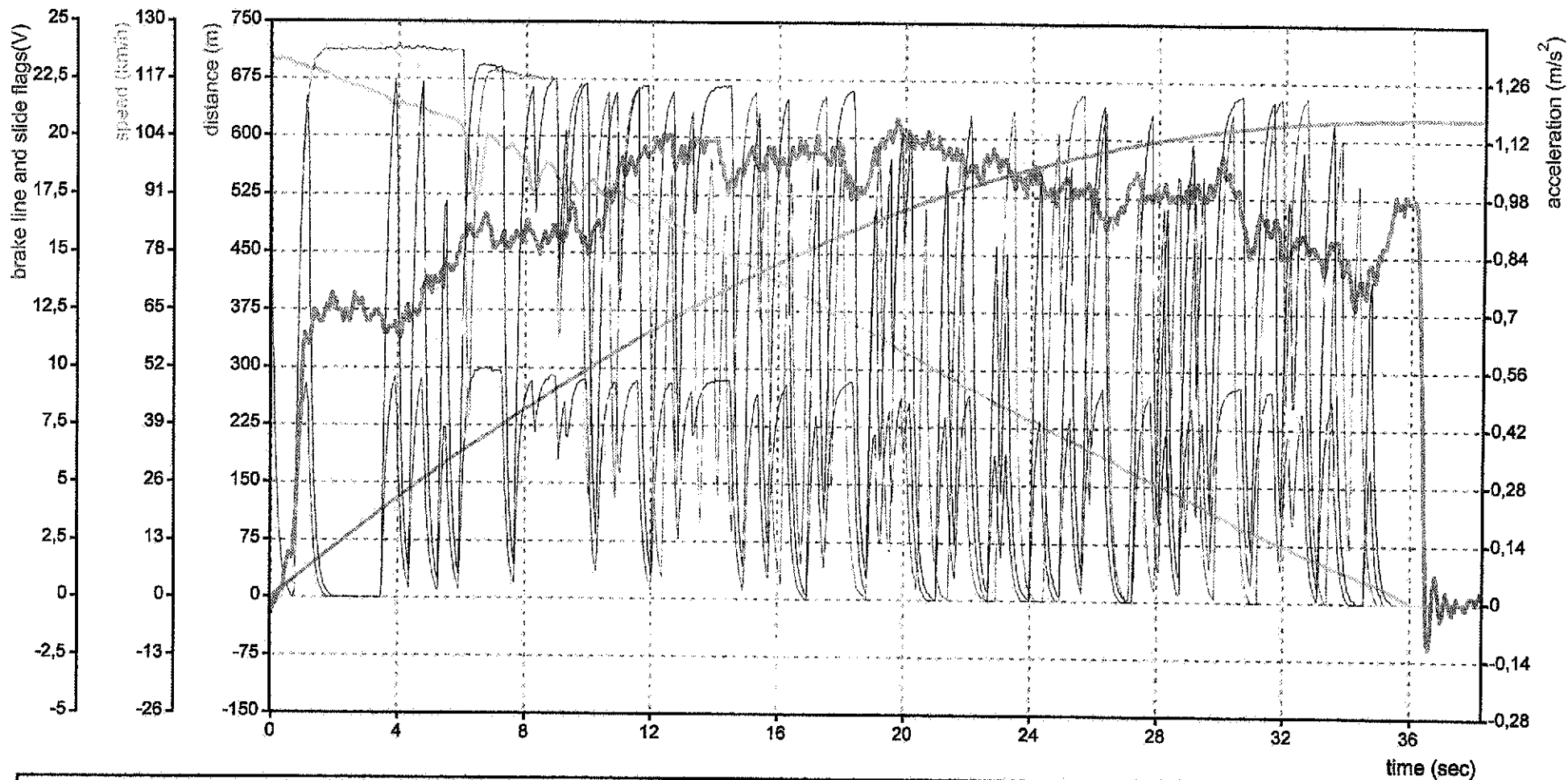
Slide evaluation 31mar08 (Emergency by MC without MTB) - M4 axle 3 - GM > 35%

— train speed - - - SpeedRefM4 . . . M4_WSP3 - . - 90% of train speed



Slide evaluation 31mar08 (Emergency by MC without MTB) - M4 axle 4 - GM > 35%

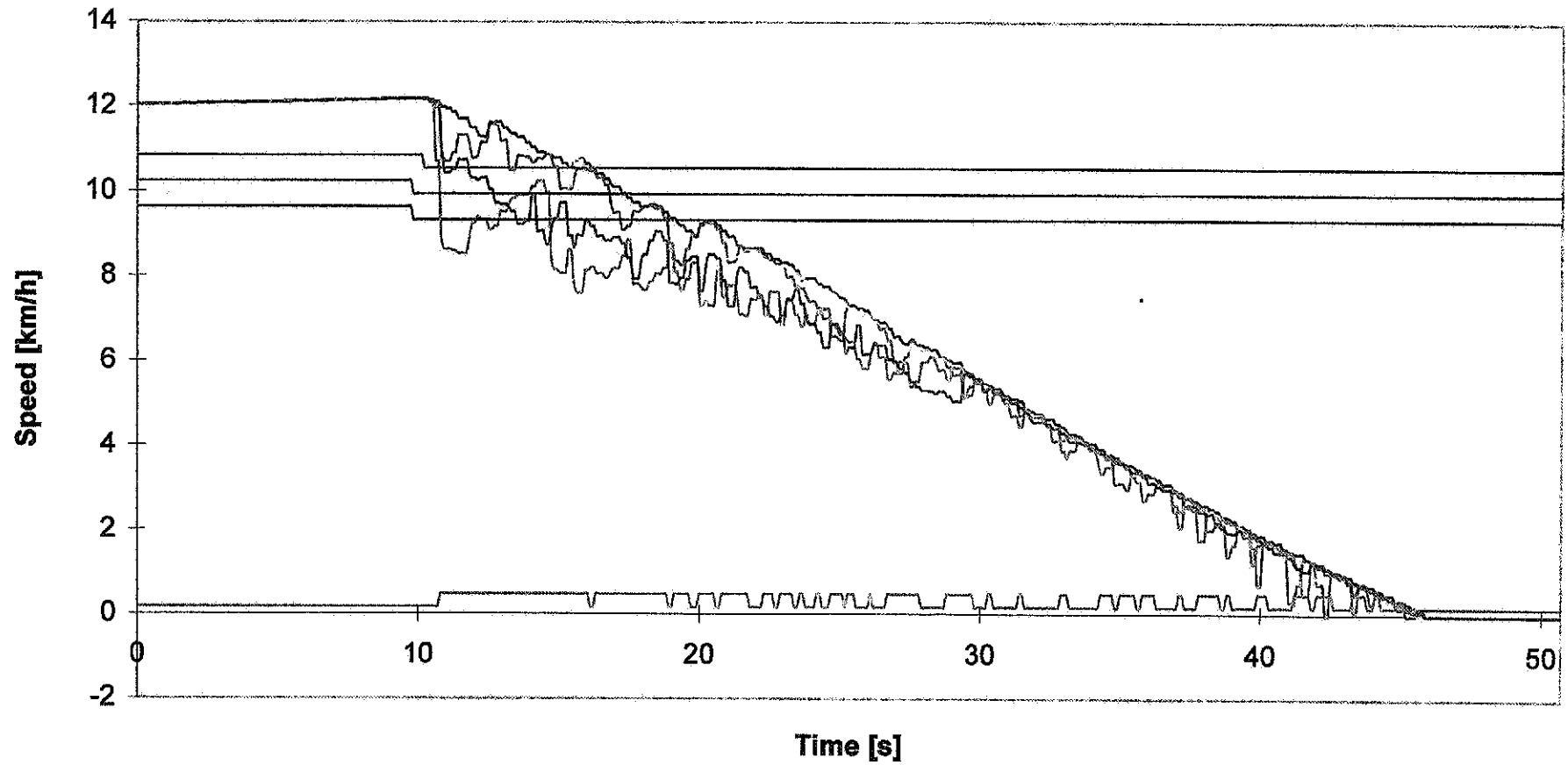
— train speed - - - SpeedRefM4 . . . M4_WSP4 - . - . 90% of train speed



Safety purely pneumatic no MTB with soap from M1; initial speed = 121,28 km/h; stopp. distance = 627,49 m; mean dec = 0,90 m/s²; File: 01apr12

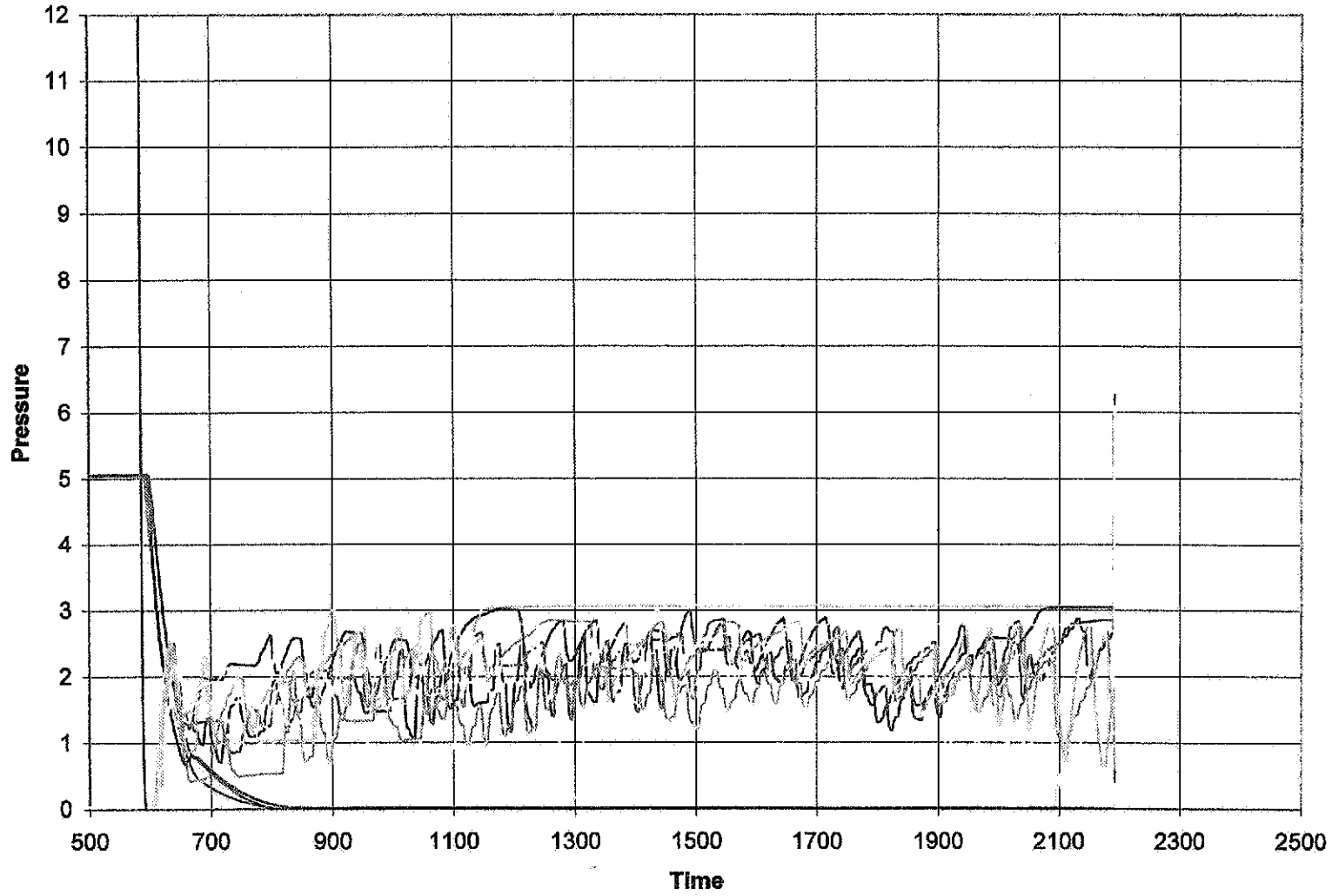
— speed	— brake line	— Slide flag T3	Slide flag M1
— distance	— acceleration	— slide flag M4	

M4_01_april_12

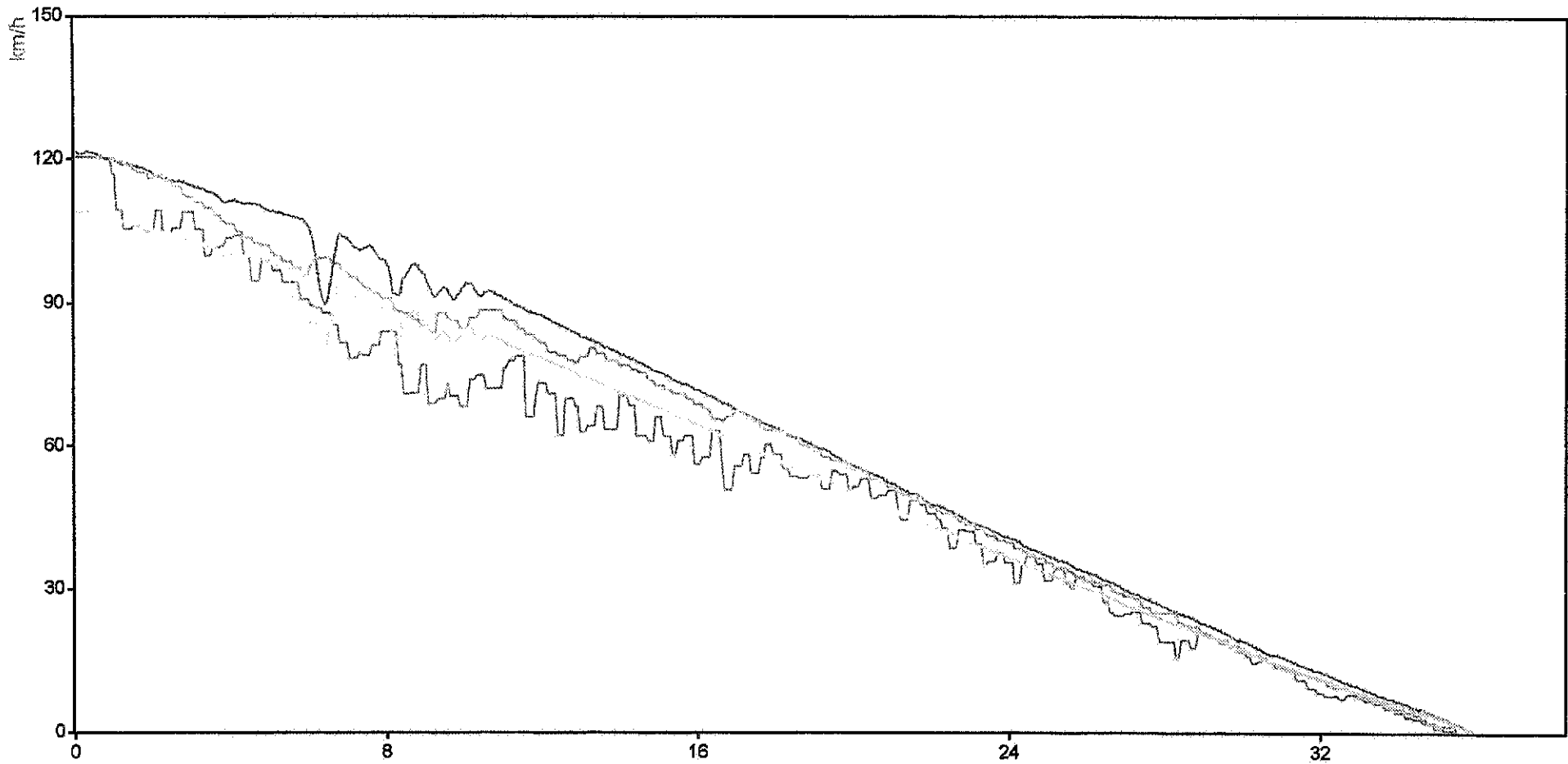


— SPEEDRIF [Kmh]	— WSP_SPEED1 [Kmh]	— WSP_SPEED2 [Kmh]	— WSP_SPEED3 [Kmh]	— WSP_SPEED4 [Kmh]	— TRACTION [Digital]
— BRAKE [Digital]	— SOCCORSO [Digital]	— SLIDE [Digital]			

01 Apr Test 12

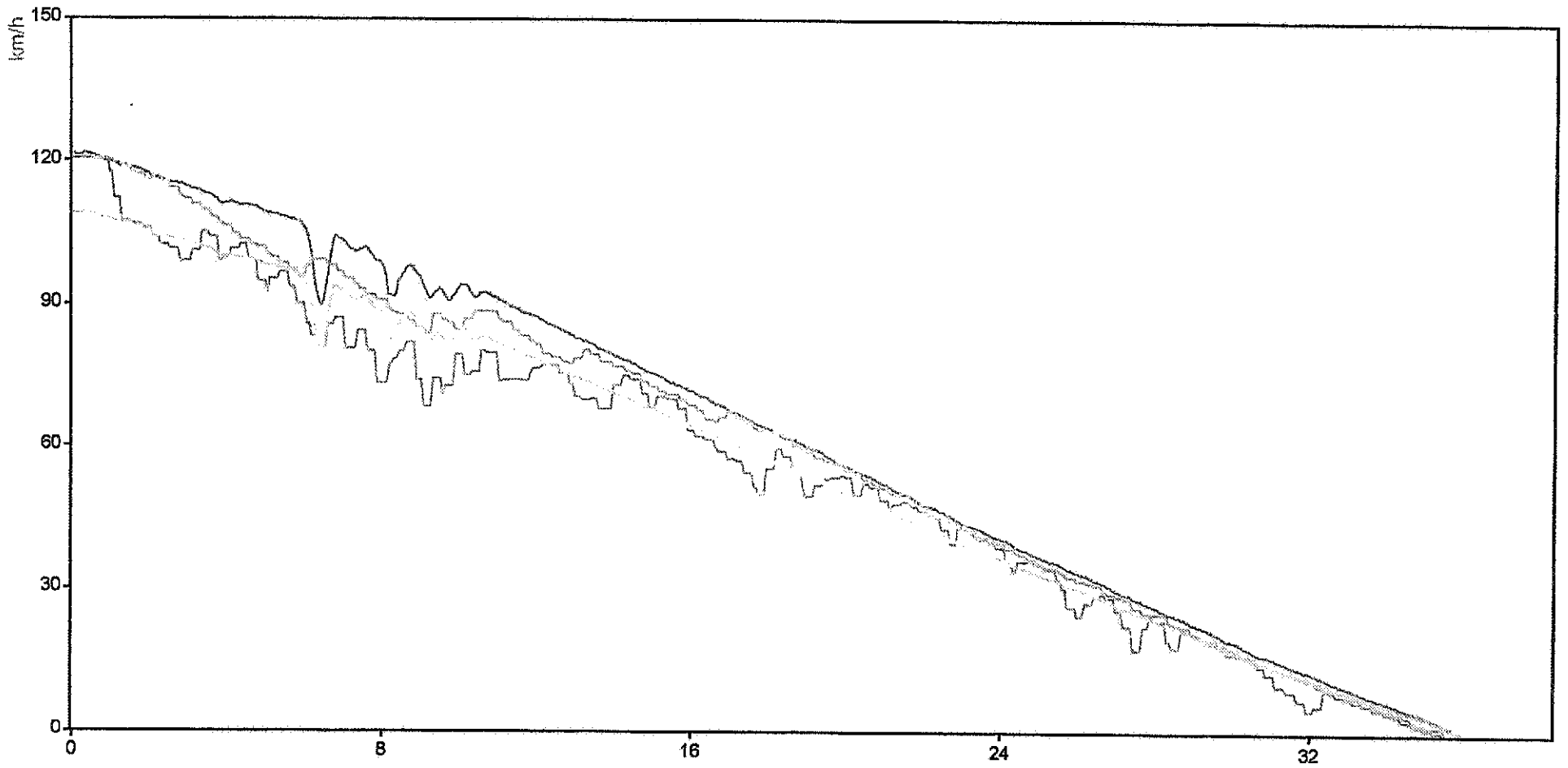


- M.P. bar
- BRAKE PIPE M1C bar
- BRAKE PIPE T3 bar
- BRAKE PIPE M4C bar
- axle 1 T bar
- axle 2 M bar
- axle 3 M bar
- axle 4 T bar
- axle 5 T bar
- axle 6 T bar
- axle 7 T bar
- axle 8 M bar
- axle 9 M bar
- axle 10 T bar
- Brake signal V



Slide evaluation 01apr12 (Safety purely pneumatic no MTB) - M1axle 2 - GM > 35%

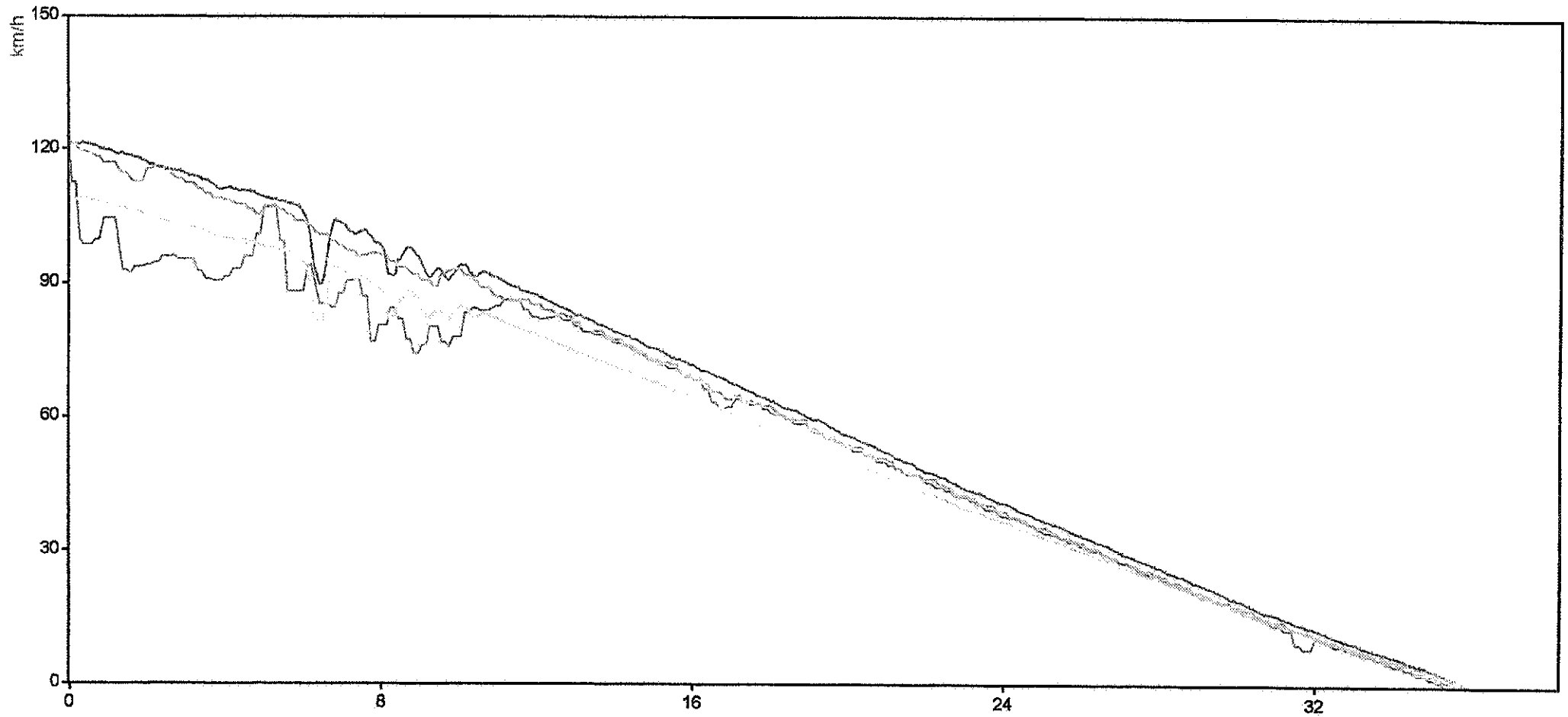
— train speed	- - - SpeedRefM1 M1_WSP2	- · - · - 90% of train speed
---------------	------------------	---------------	------------------------------



Slide evaluation 01apr12 (Safety purely pneumatic no MTB) - M1axle 3 - GM > 35%

— train speed — SpeedRefM1 - - - M1_WSP3 ····· 90% of train speed

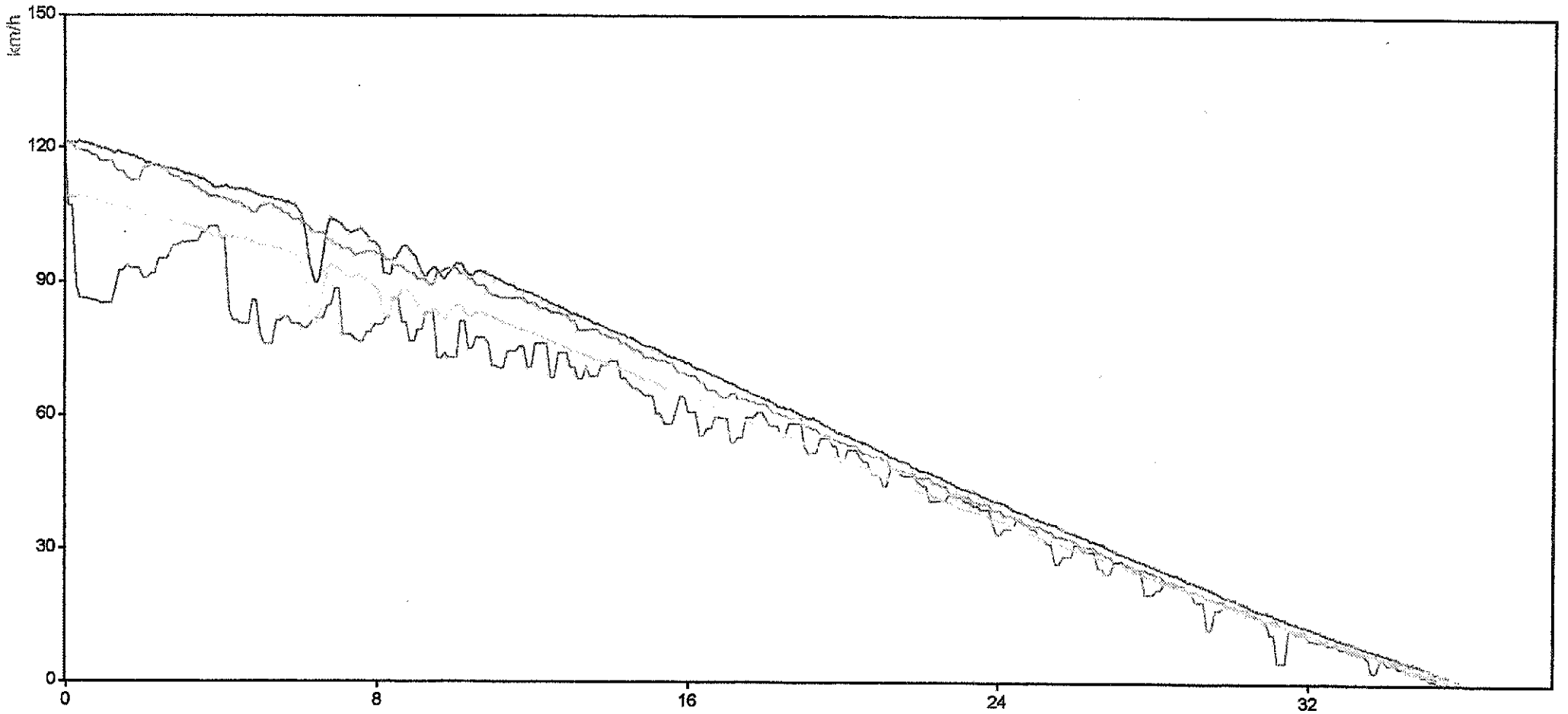
t



Slide evaluation 01apr12 (Safety purely pneumatic no MTB) - M4 axle 2 - GM > 35%

— train speed SpeedRefM4 - - - M4_WSP2 - · - 90% of train speed

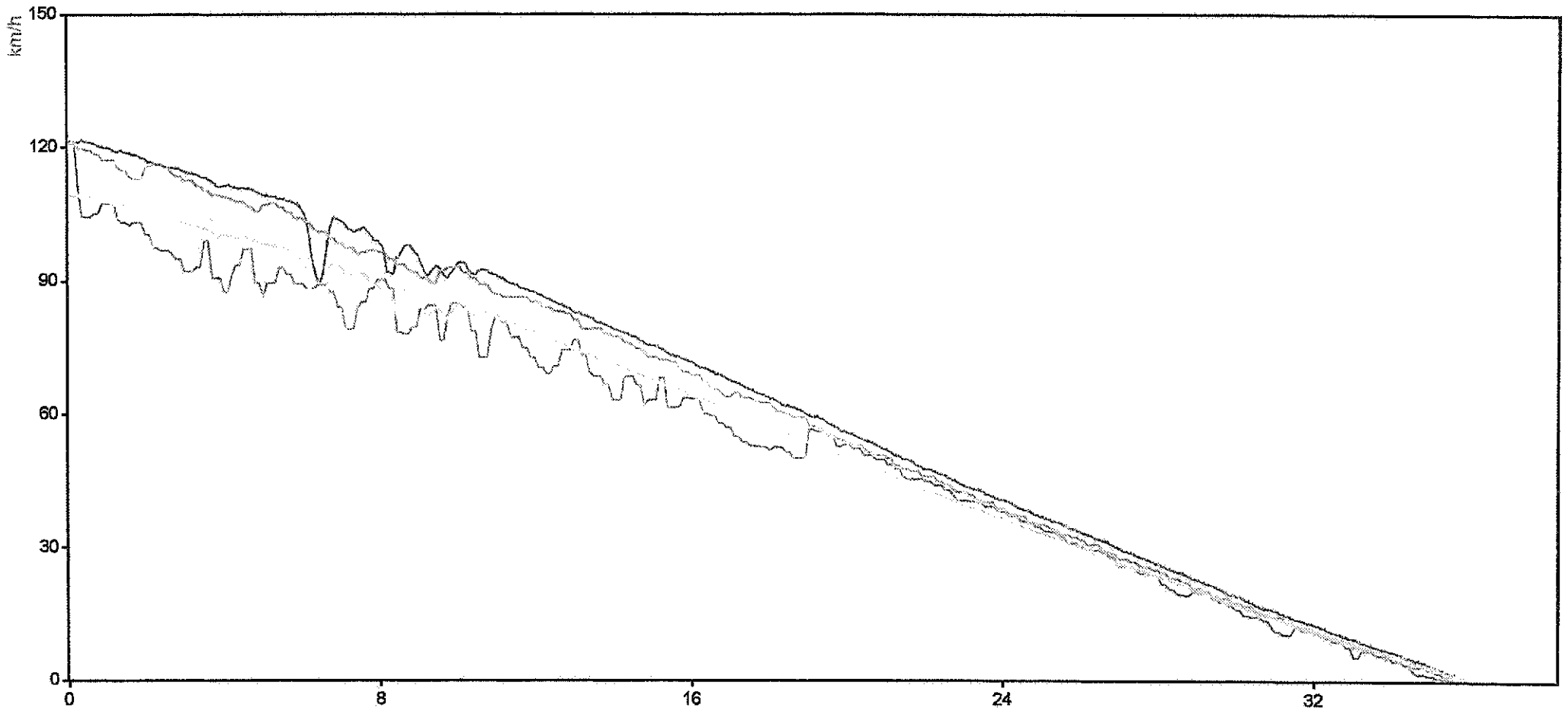
t



Slide evaluation 01apr12 (Safety purely pneumatic no MTB) - M4 axie 3 - GM > 35%

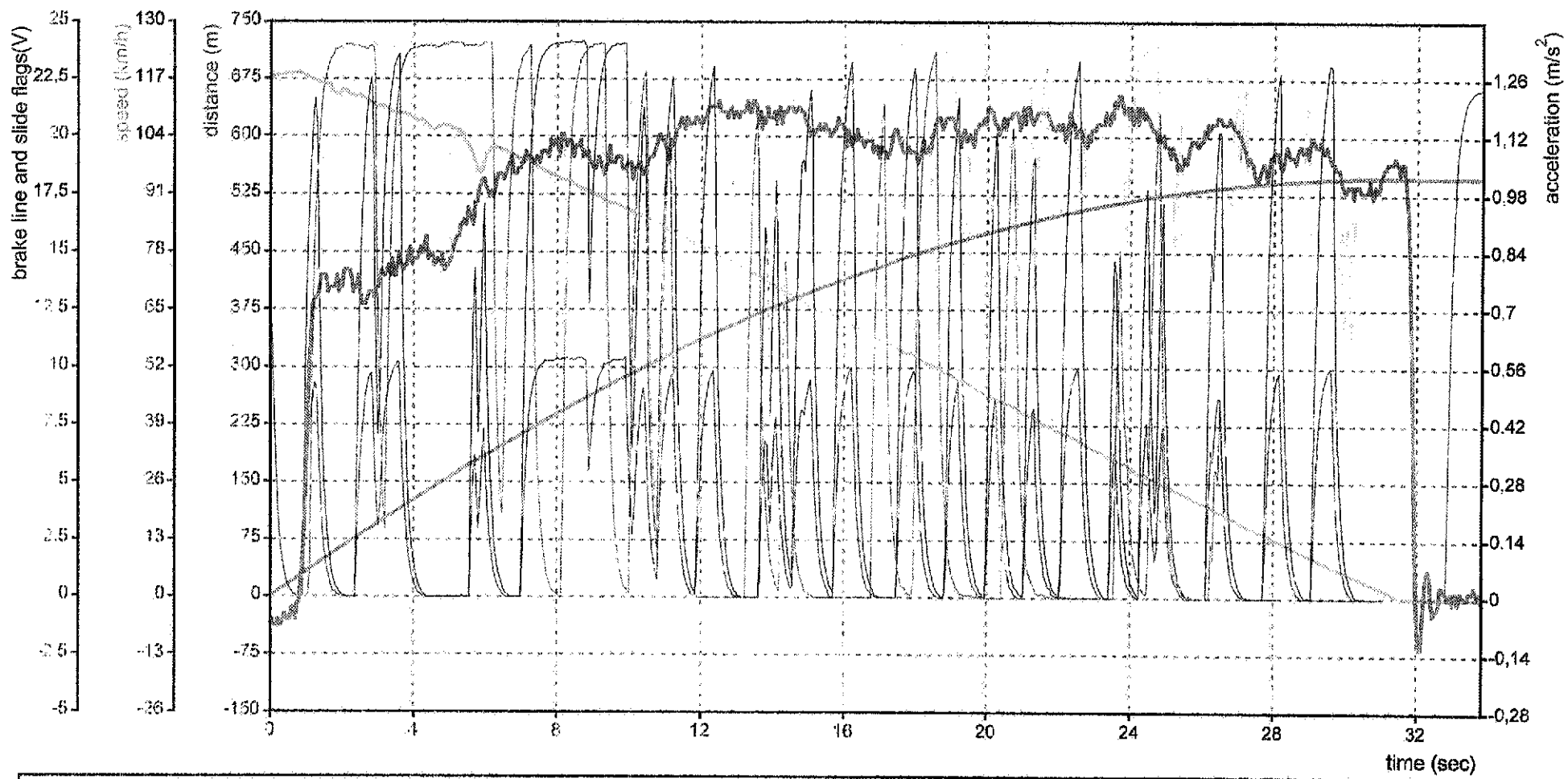
— train speed - - - SpeedRefM4 . . . M4_WSP3 - . - 90% of train speed

t



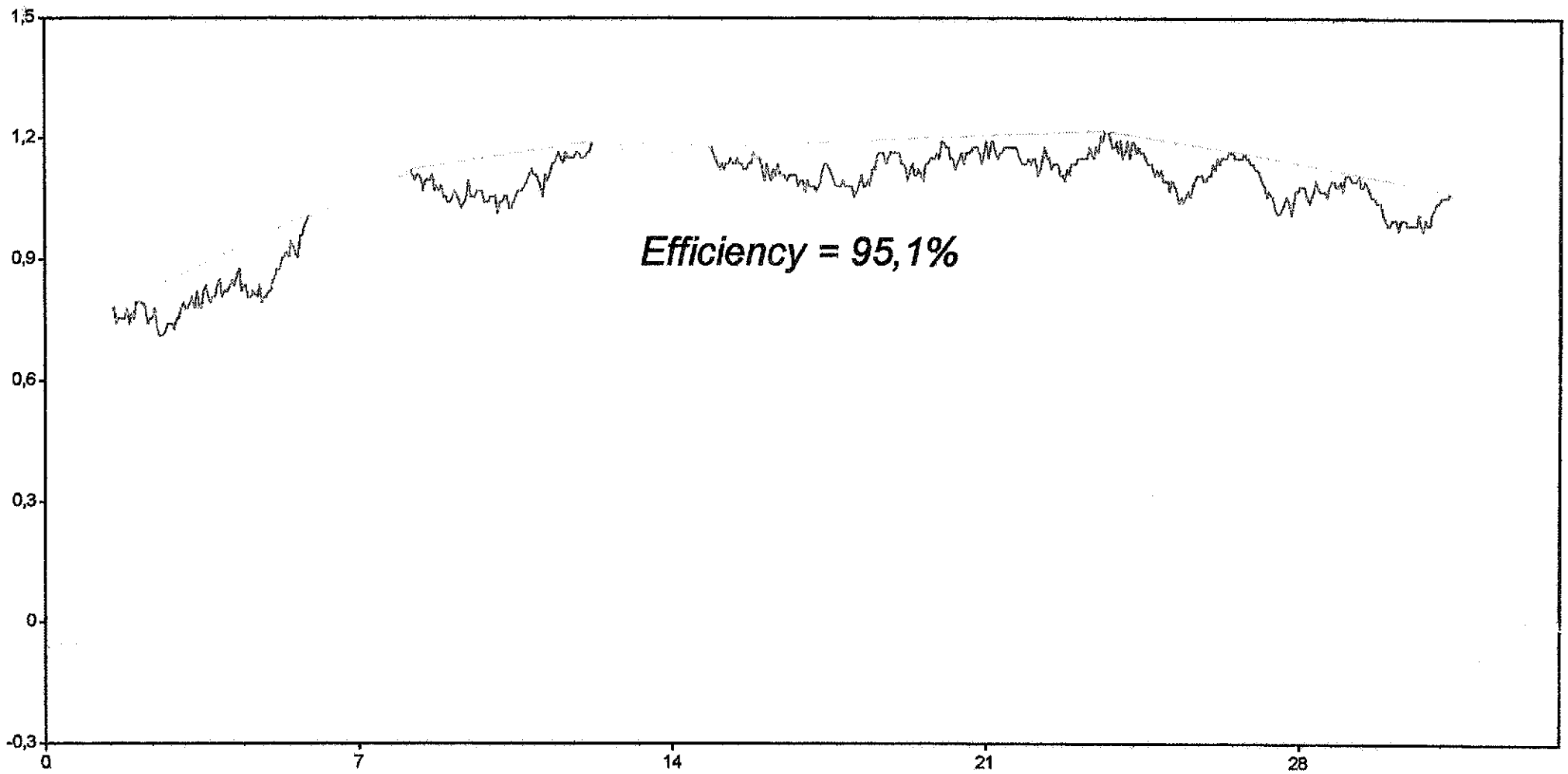
Slide evaluation 01apr12 (Safety purely pneumatic no MTB) - M4 axle 4 - GM > 35%

— train speed SpeedRefM4 - - - M4_WSP4 - . - . 90% of train speed



Safety purely pneumatic no MTB with soap from M1; initial speed = 117,33 km/h; stopp. distance = 547,66 m; mean dec = 0,97 m/s²; File: 01apr16

..... speed	..... brake line	..... Slide flag T3	..... Slide flag M1
..... distance	..... acceleration	..... slide flag M4	

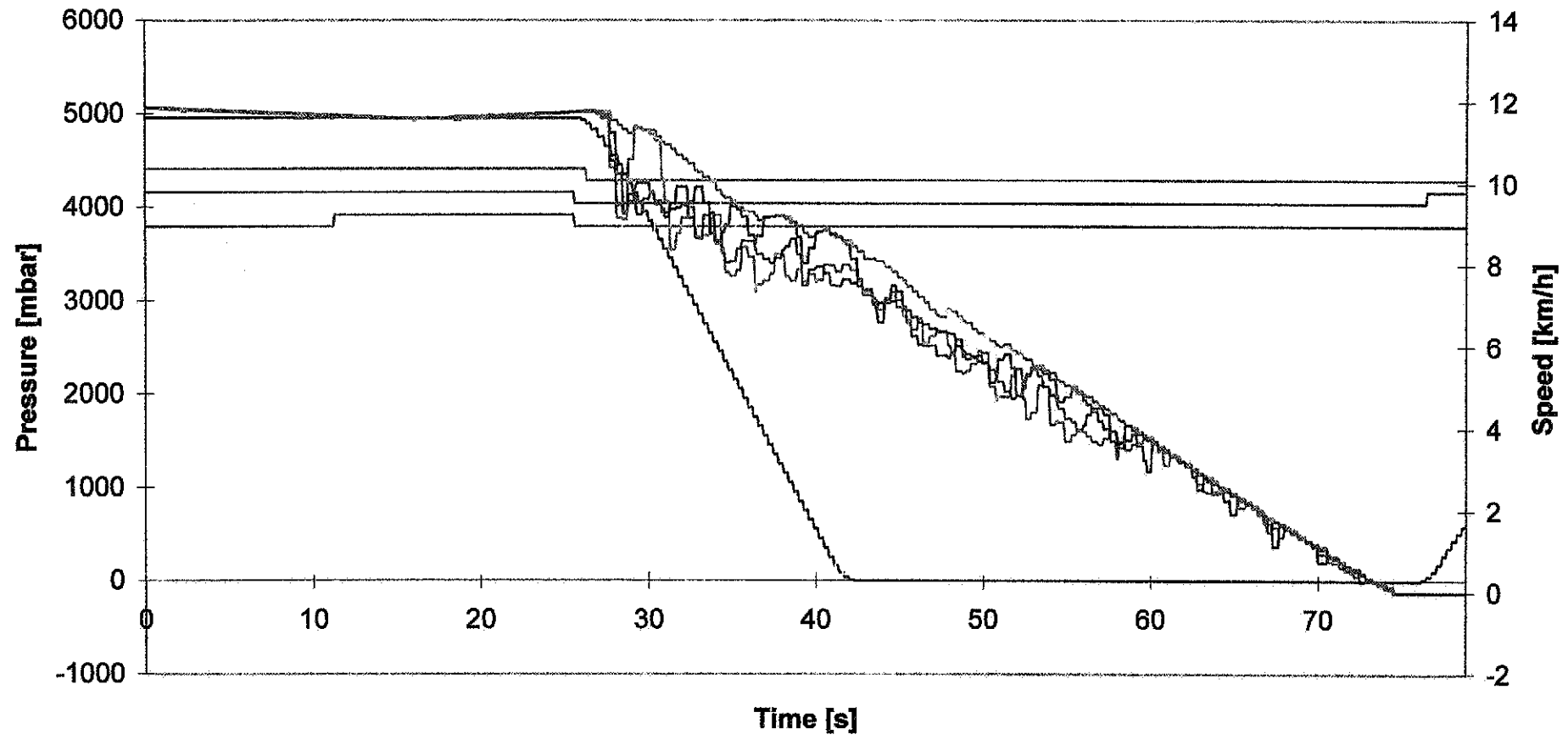


Antislid efficiency calculation 01apr16 (Safety purely pneumatic) - $T_a = 0,078$ - Distance increase = 7,89%

— train acceleration

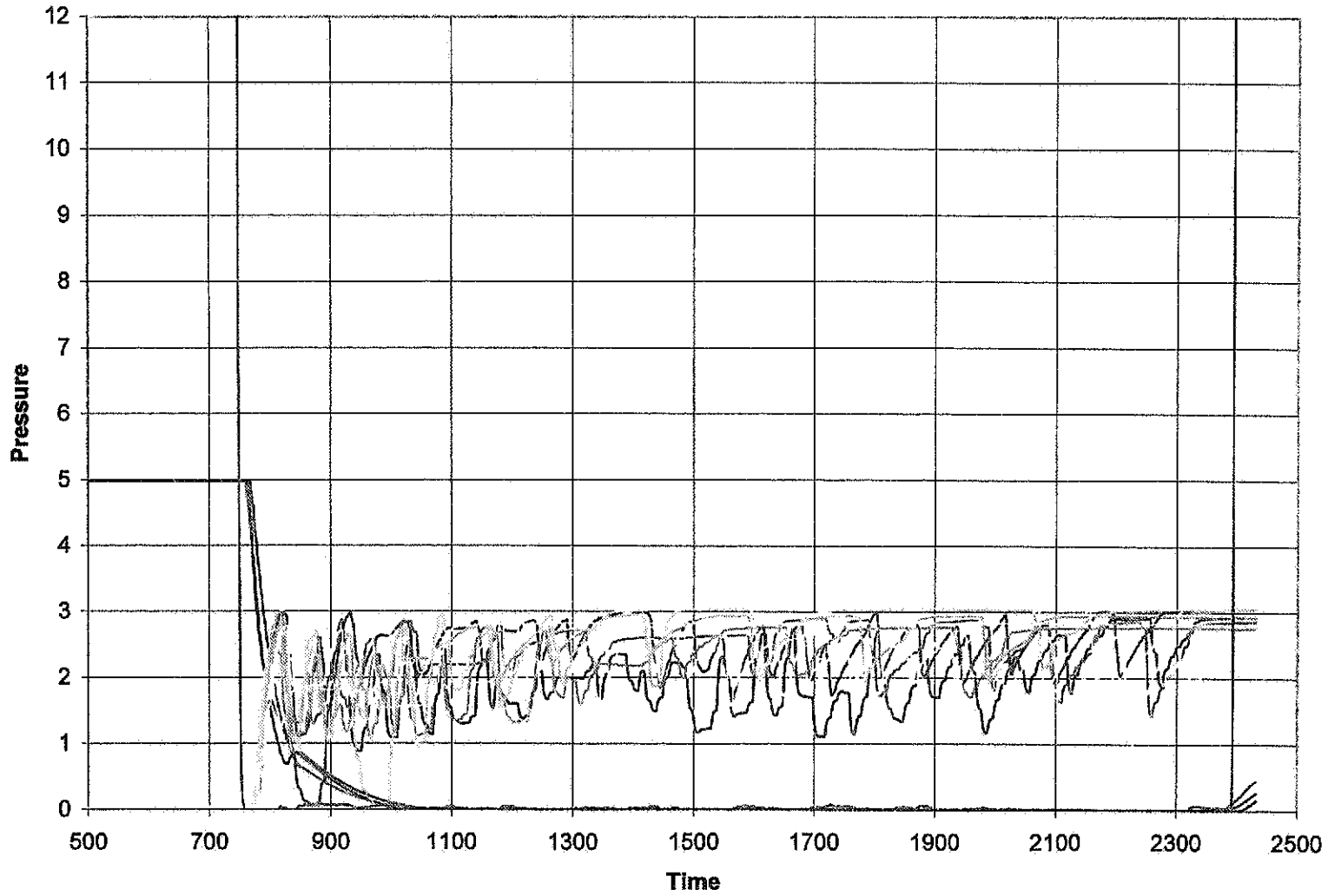
— peak acceleration

M1_01_apr_16

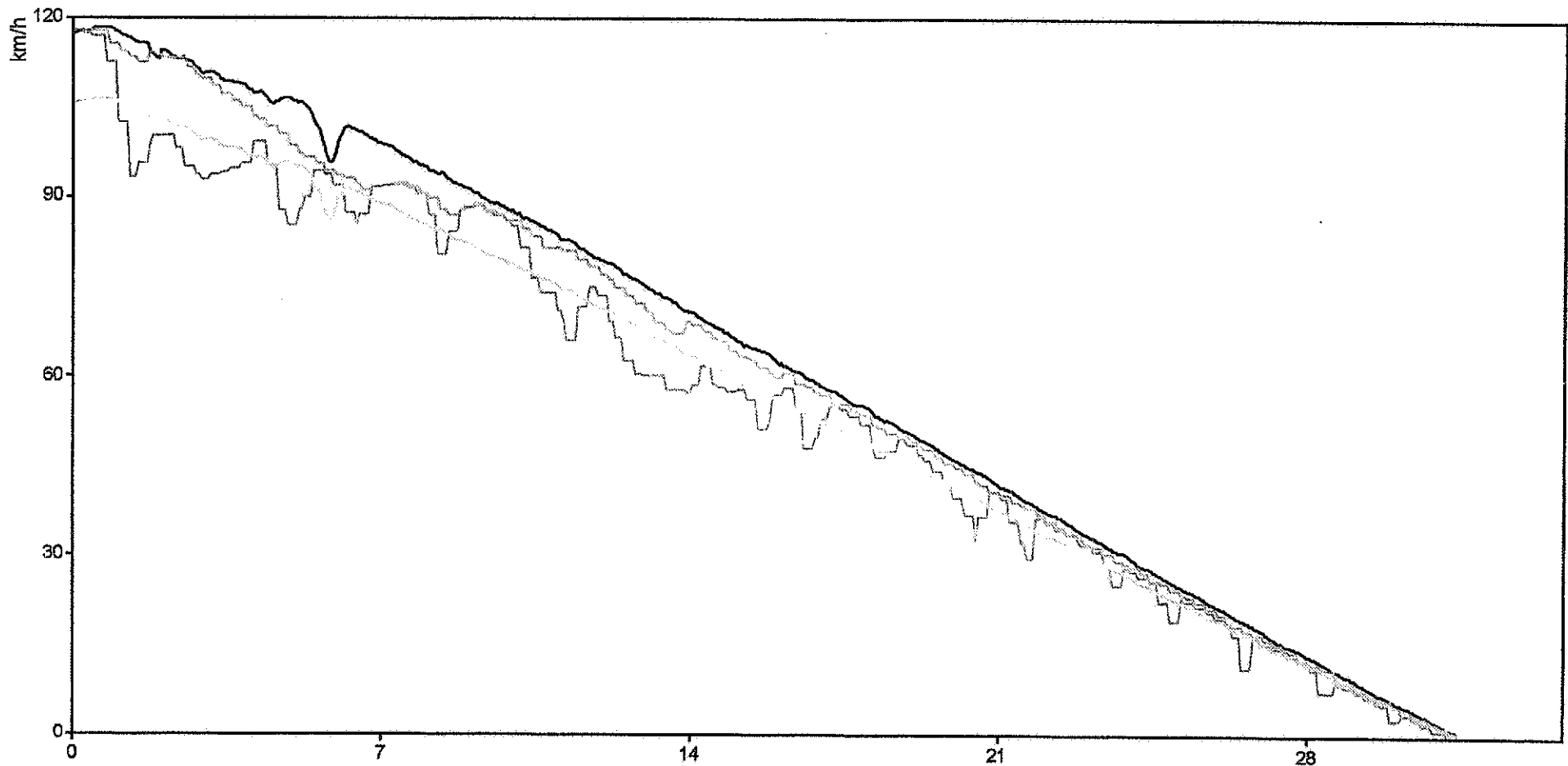


— BPPRESS [bar]	— TRACTION [Digital]	— BRAKE [Digital]	— SOCCORSO [Digital]	— SLIDE [Digital]	— SPEEDRIF [Kmh]
— WSP_SPEED1 [Kmh]	— WSP_SPEED2 [Kmh]	— WSP_SPEED3 [Kmh]	— WSP_SPEED4 [Kmh]		

01 Apr Test 16



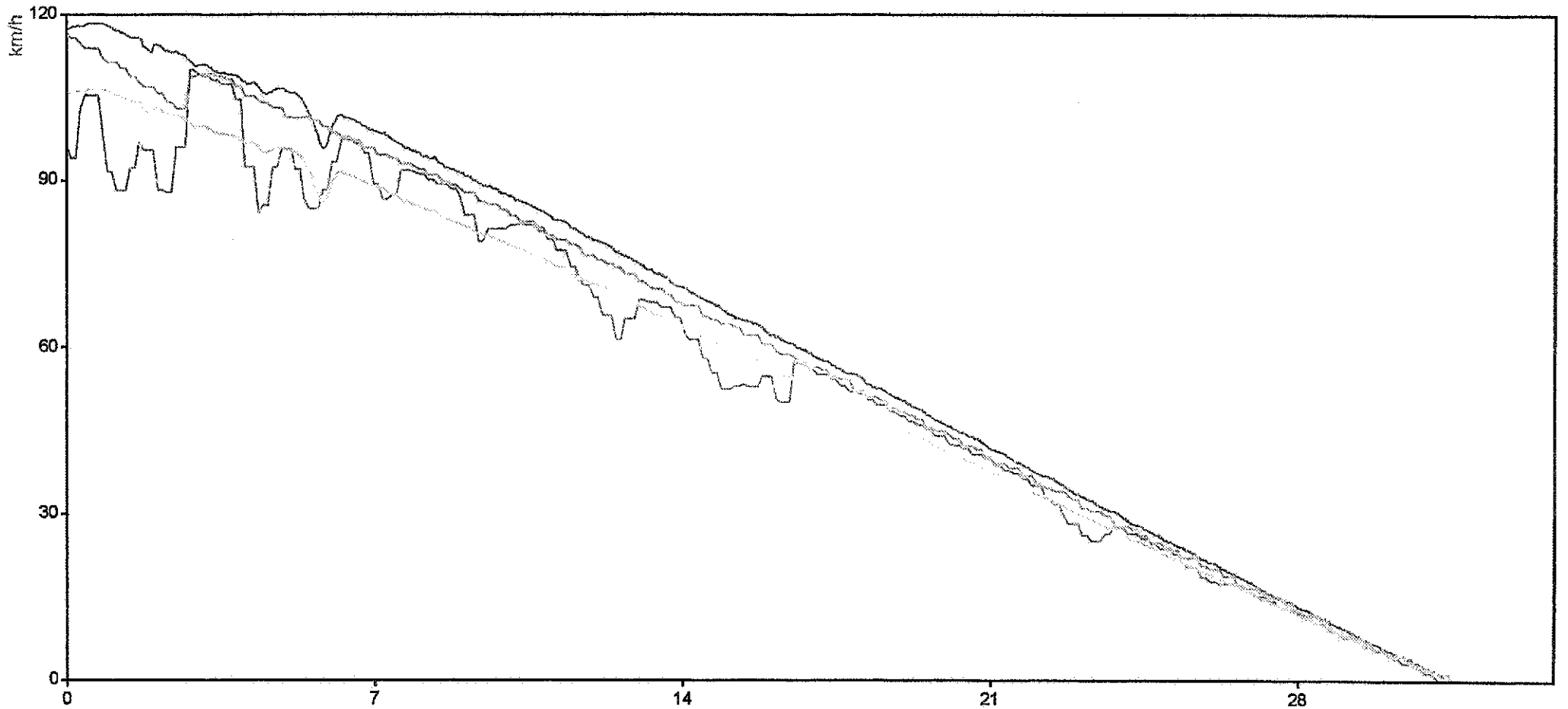
- M.P. bar
- BRAKE PIPE M1C bar
- BRAKE PIPE T3 bar
- BRAKE PIPE M4C bar
- axle 1 T bar
- axle 2 M bar
- axle 3 M bar
- axle 4 T bar
- axle 5 T bar
- axle 6 T bar
- axle 7 T bar
- axle 8 M bar
- axle 9 M bar
- axle 10 T bar
- Brake signal V



Slide evaluation 01apr16 (Safety purely pneumatic no MTB) - M1axle 4 - GM > 35%

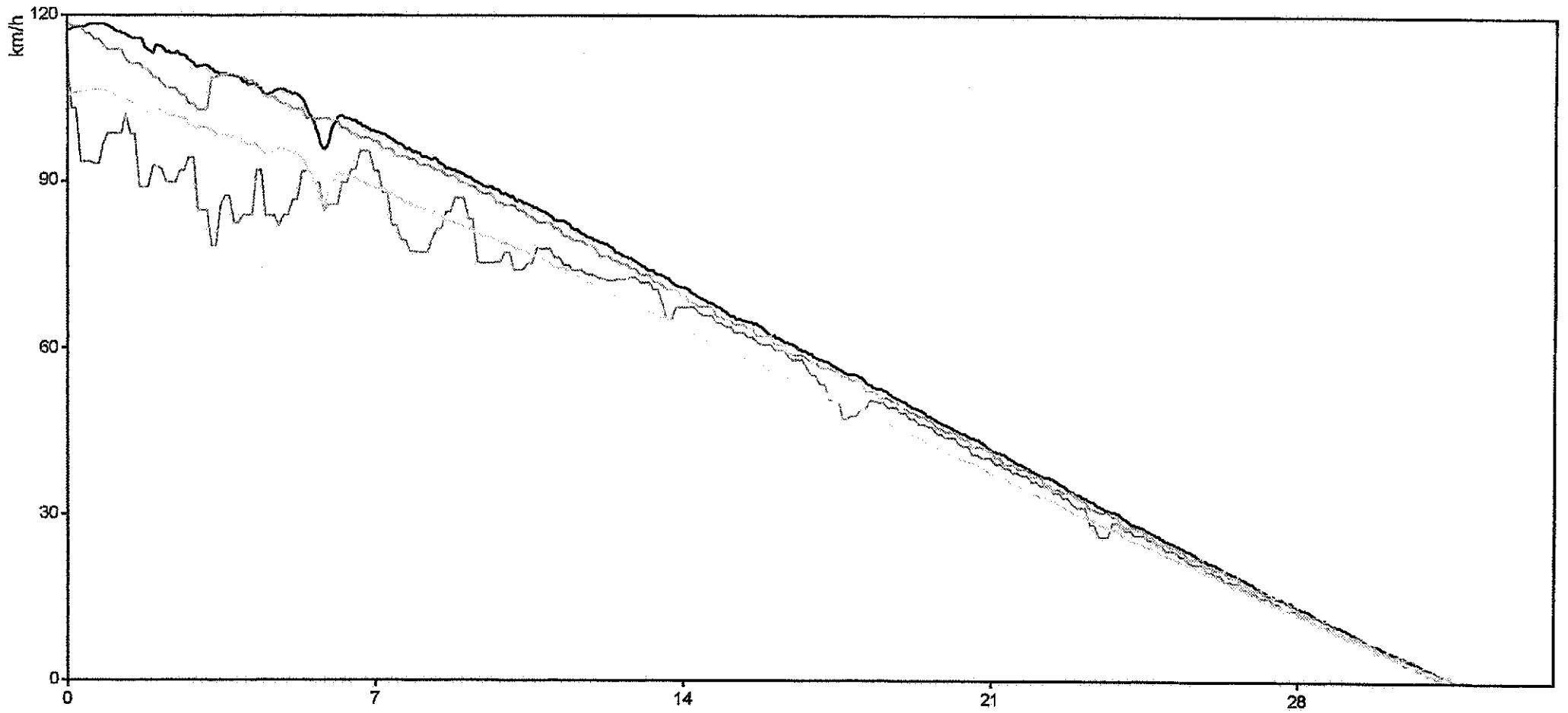
— train speed - - - SpeedRefM1 . . . M1_WSP4 - . - 90% of train speed

t



Slide evaluation 01apr16 (Safety purely pneumatic no MTB) - M4 axle 2 - GM > 35%

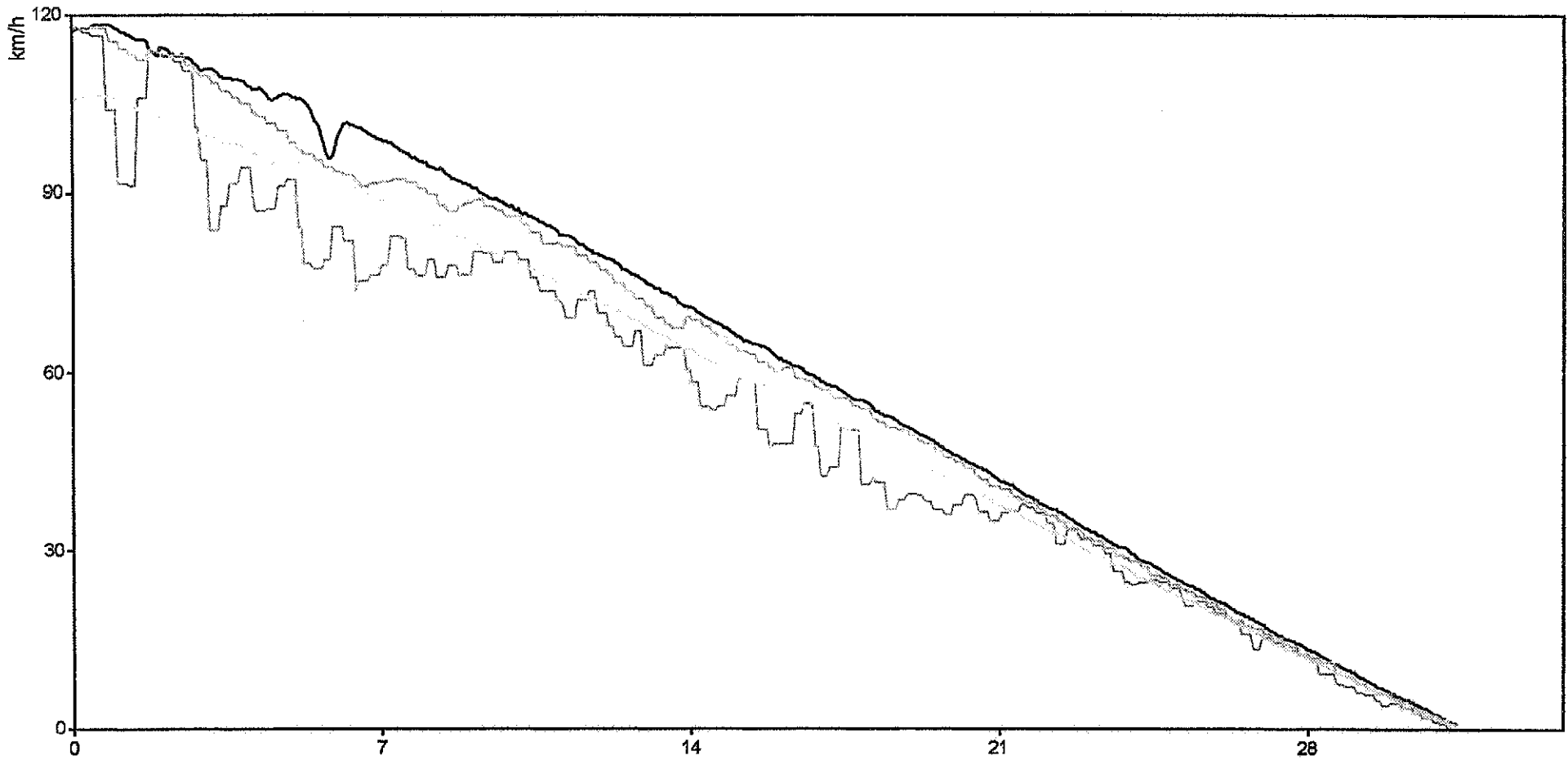
— train speed SpeedRefM4 - - - M4_WSP2 - . - . 90% of train speed



Slide evaluation 01apr16 (Safety purely pneumatic no MTB) - M4 axle 3 - GM > 35%

— train speed - - - SpeedRefM4 ····· M4_WSP3 - · - · 90% of train speed

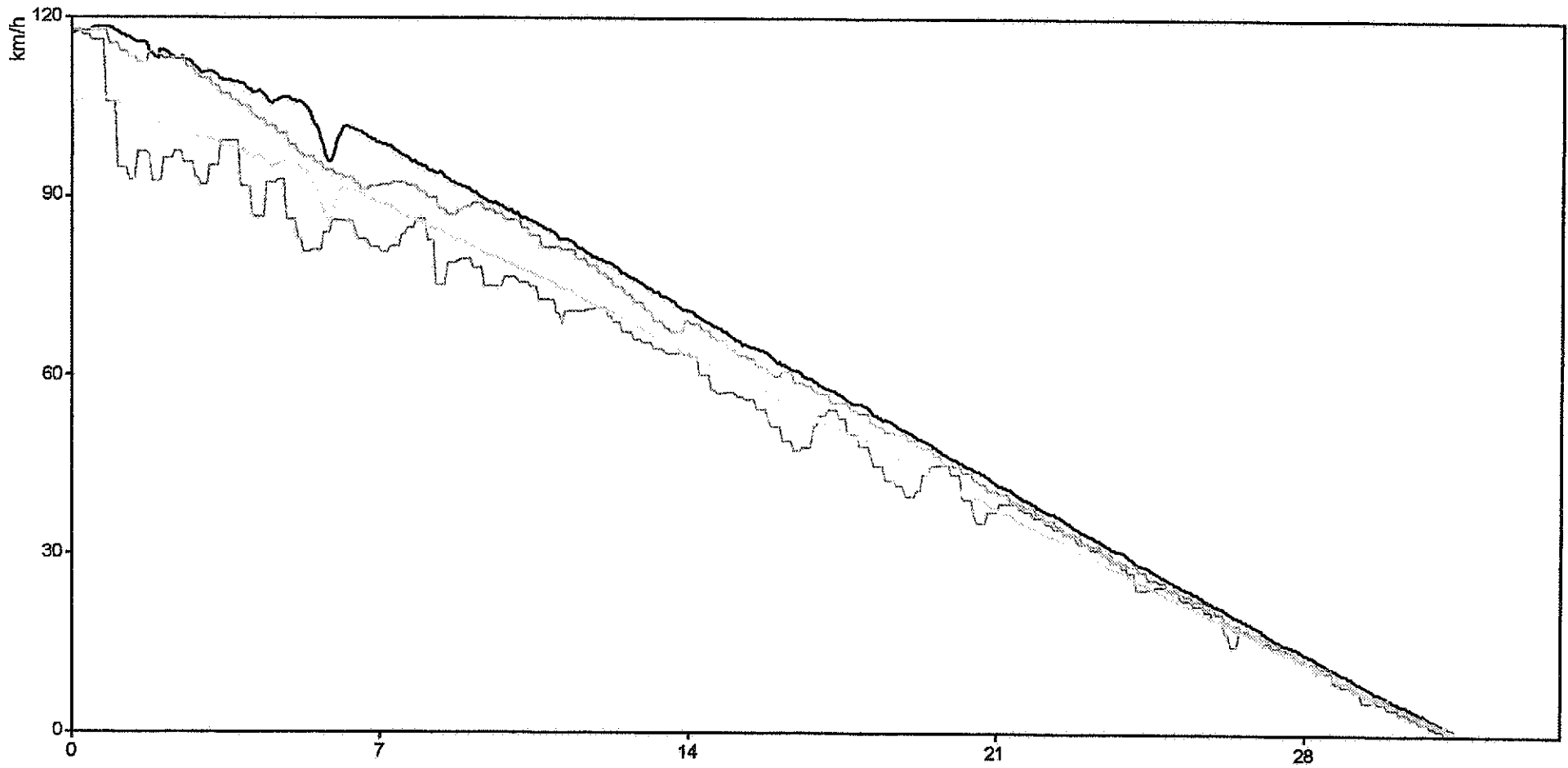
t



Slide evaluation 01apr16 (Safety purely pneumatic no MTB) - M1axle 2 - GM > 35%

— train speed	- - - SpeedRefM1 M1_WSP2	- · - · - 90% of train speed
---------------	------------------	---------------	------------------------------

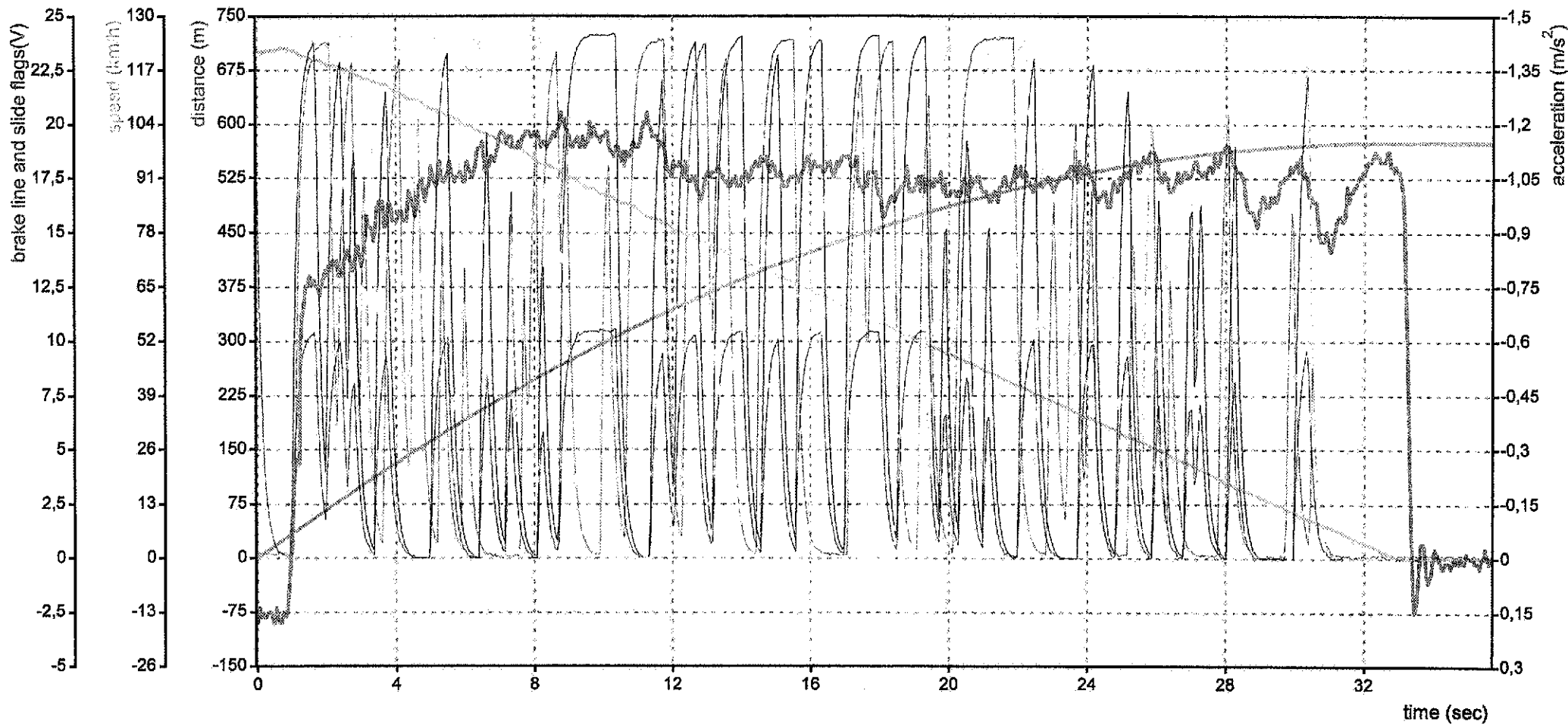
t



Slide evaluation 01apr16 (Safety purely pneumatic no MTB) - M1axle 3 - GM > 35%

— train speed - - - SpeedRefM1 . . . M1_WSP3 - . - 90% of train speed

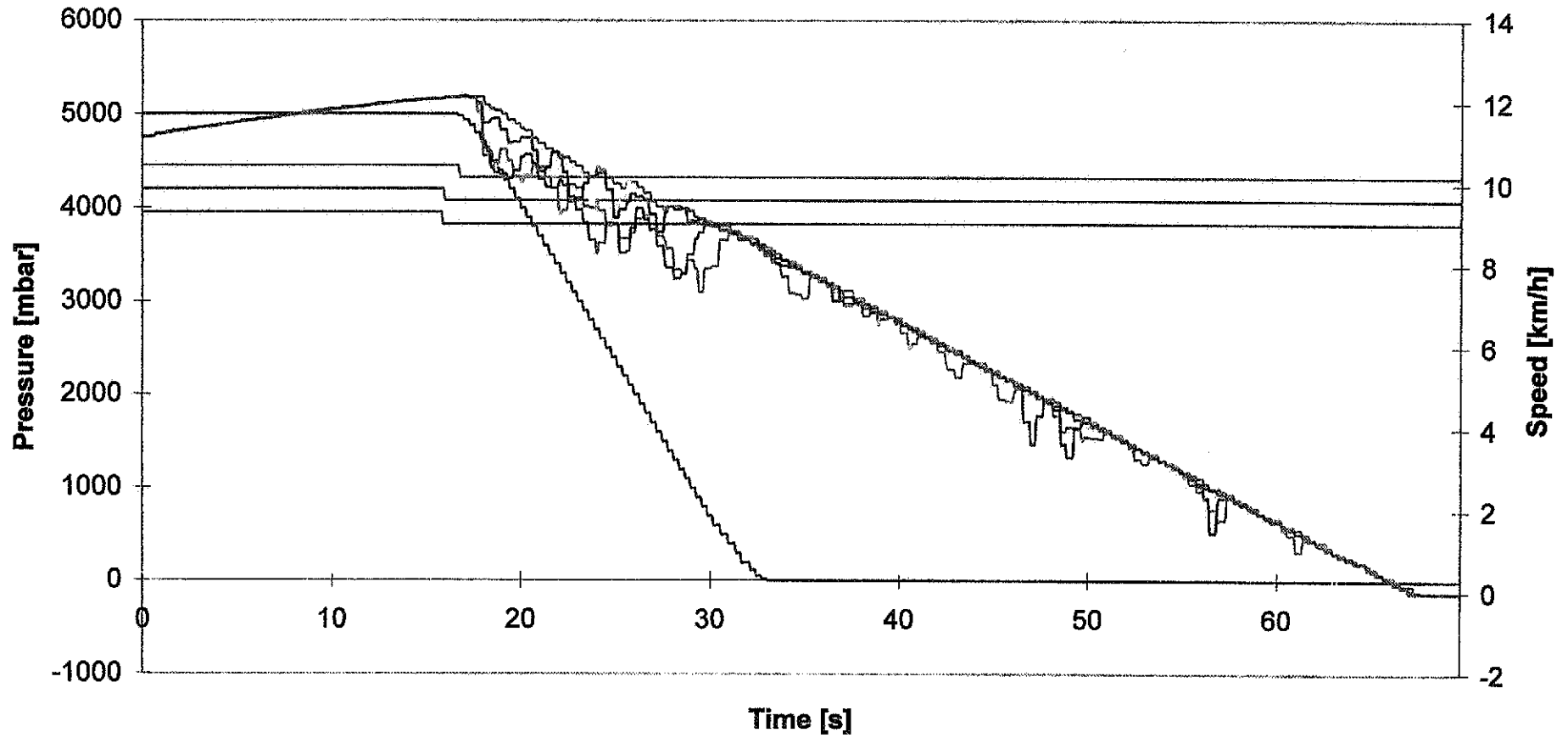
t



Safety purely pneumatic no MTB with soap from M4; initial speed = 121,45 km/h; stopp. distance = 574,59 m; mean dec = 0,99 m/s²; File: 01apr17

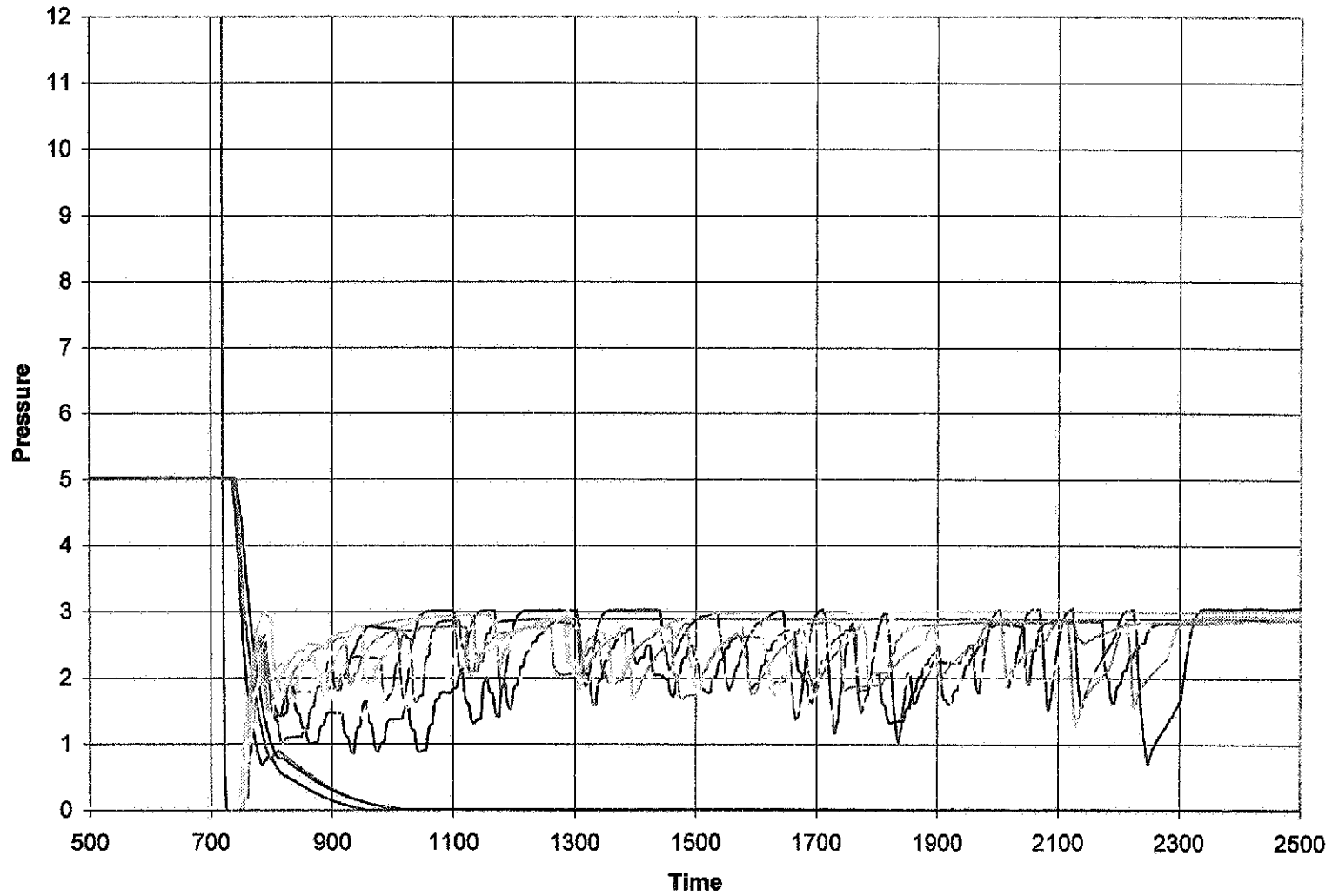
..... speed	..... brake line	..... Slide flag T3	..... Slide flag M1
..... distance	..... acceleration	..... slide flag M4	

M1_01_apr_17

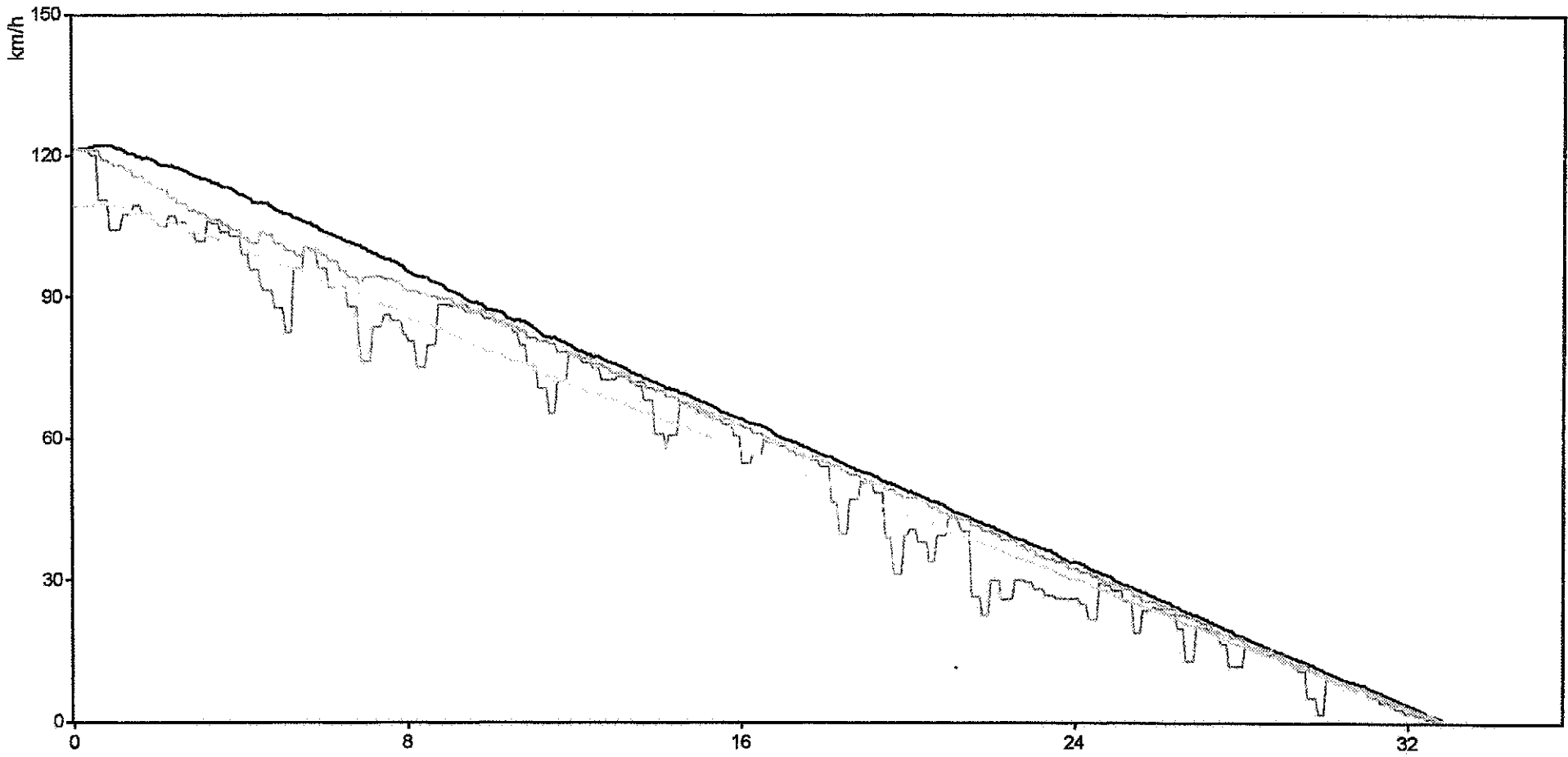


— BPPRESS [bar]	— TRACTION [Digital]	— BRAKE [Digital]	— SOCCORSO [Digital]	— SLIDE [Digital]	— SPEEDDRIF [Kmh]
— WSP_SPEED1 [Kmh]	— WSP_SPEED2 [Kmh]	— WSP_SPEED3 [Kmh]	— WSP_SPEED4 [Kmh]		

01 Apr Test 17

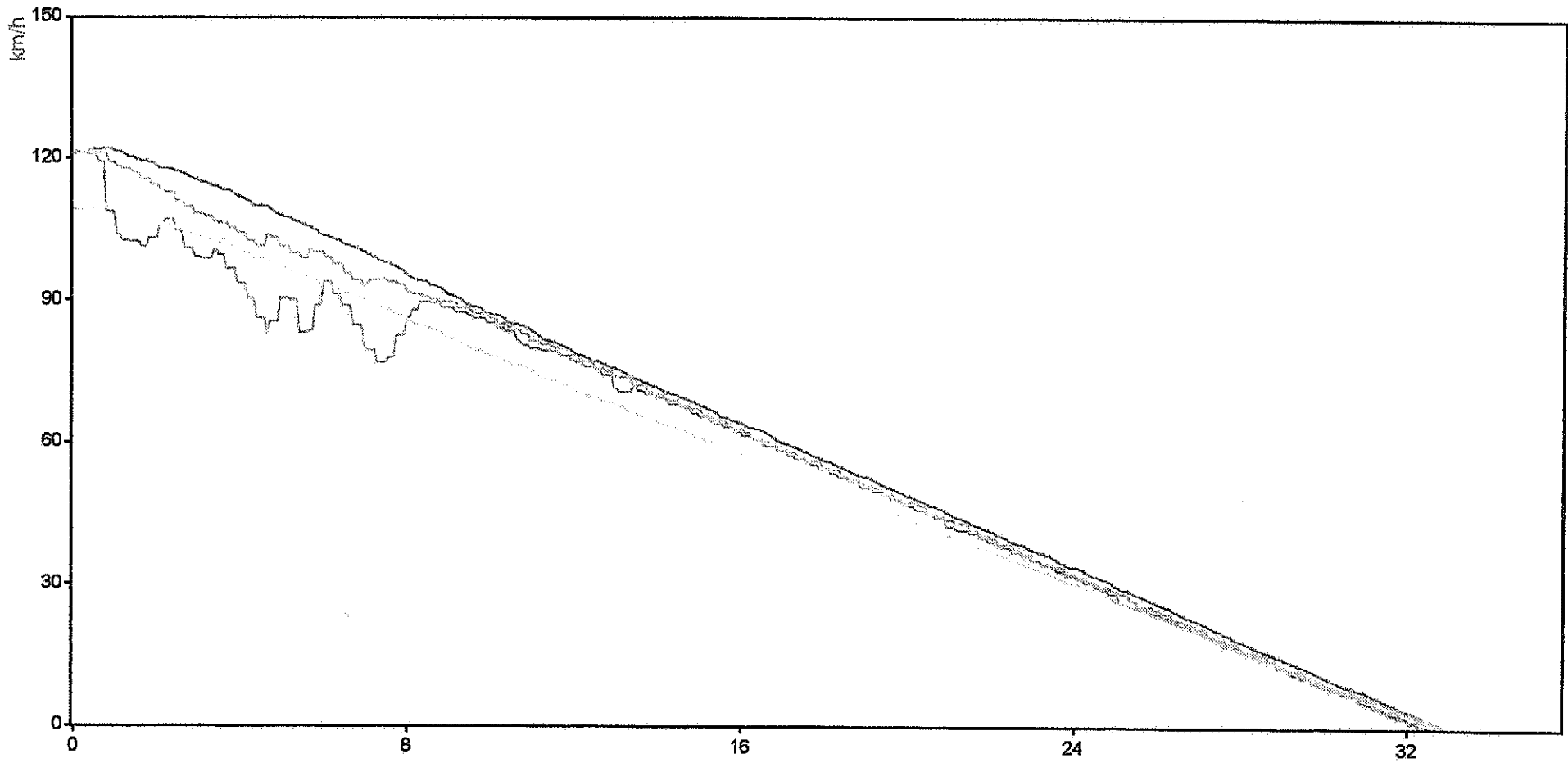


- M.P. bar
- BRAKE PIPE M1C bar
- BRAKE PIPE T3 bar
- BRAKE PIPE M4C bar
- axle 1 T bar
- axle 2 M bar
- axle 3 M bar
- axle 4 T bar
- axle 5 T bar
- axle 6 T bar
- axle 7 T bar
- axle 8 M bar
- axle 9 M bar
- axle 10 T bar
- Brake signal V



Slide evaluation 01apr17 (Safety purely pneumatic without MTB) - M1axle 1 - GM = 37%

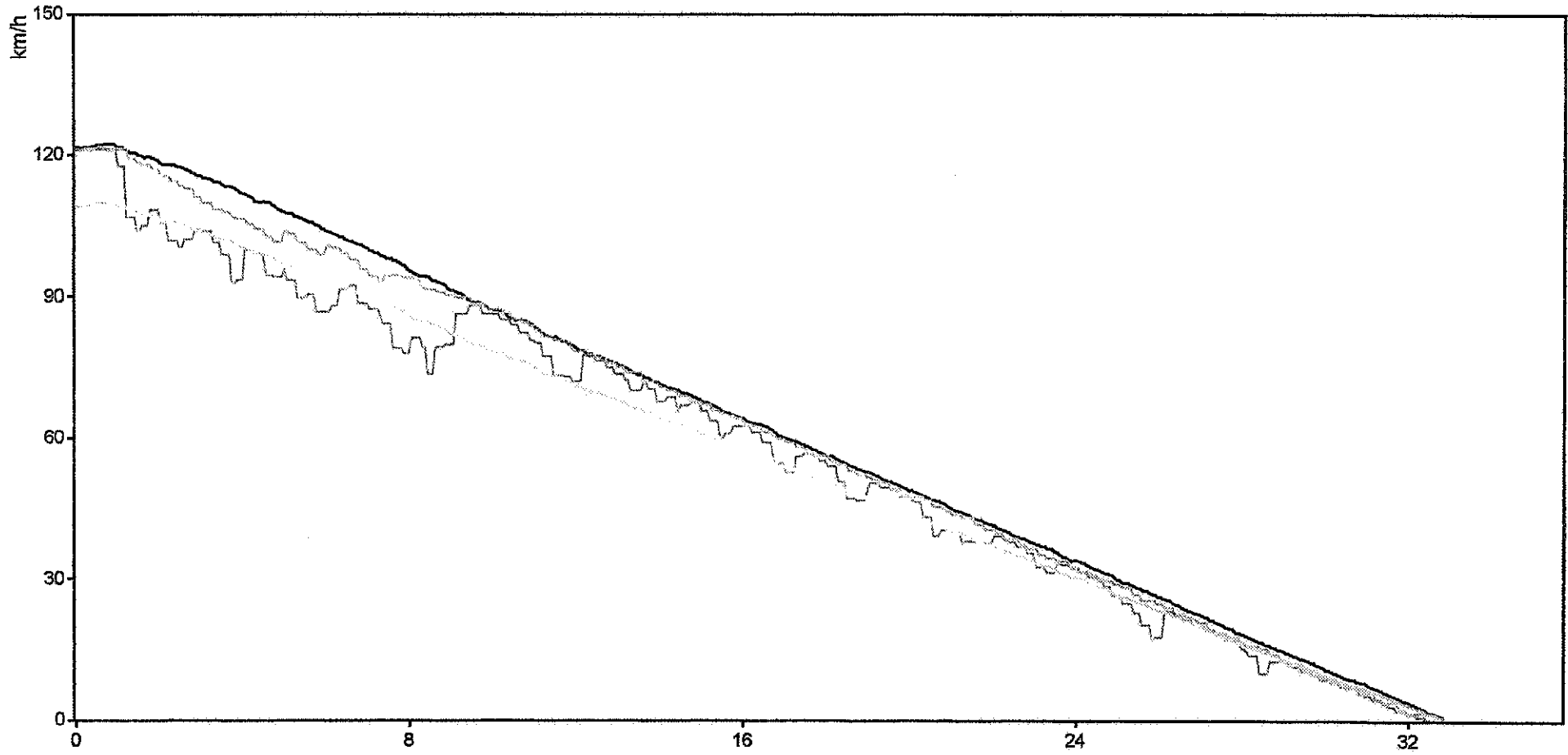
— train speed SpeedRefM1 - - - M1_WSP1 - · - · 90% of train speed



Slide evaluation 01apr17 (Safety purely pneumatic without MTB) - M1axle 3 - GM = 38,2%

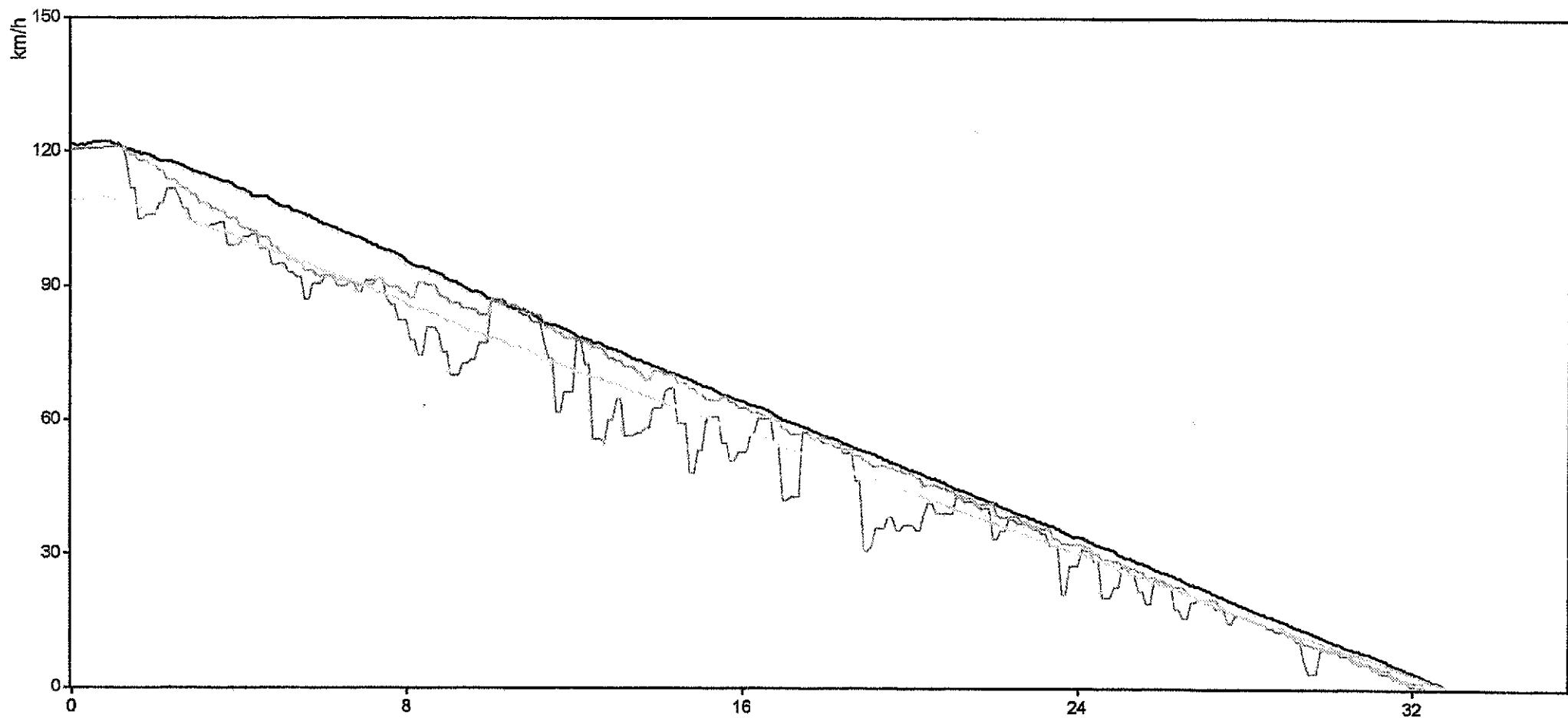
— train speed	- - - SpeedRefM1 M1_WSP3	- · - · - 90% of train speed
---------------	------------------	---------------	------------------------------

t



Slide evaluation 01apr17 (Safety purely pneumatic without MTB) - M1axle 2 - GM = 38%

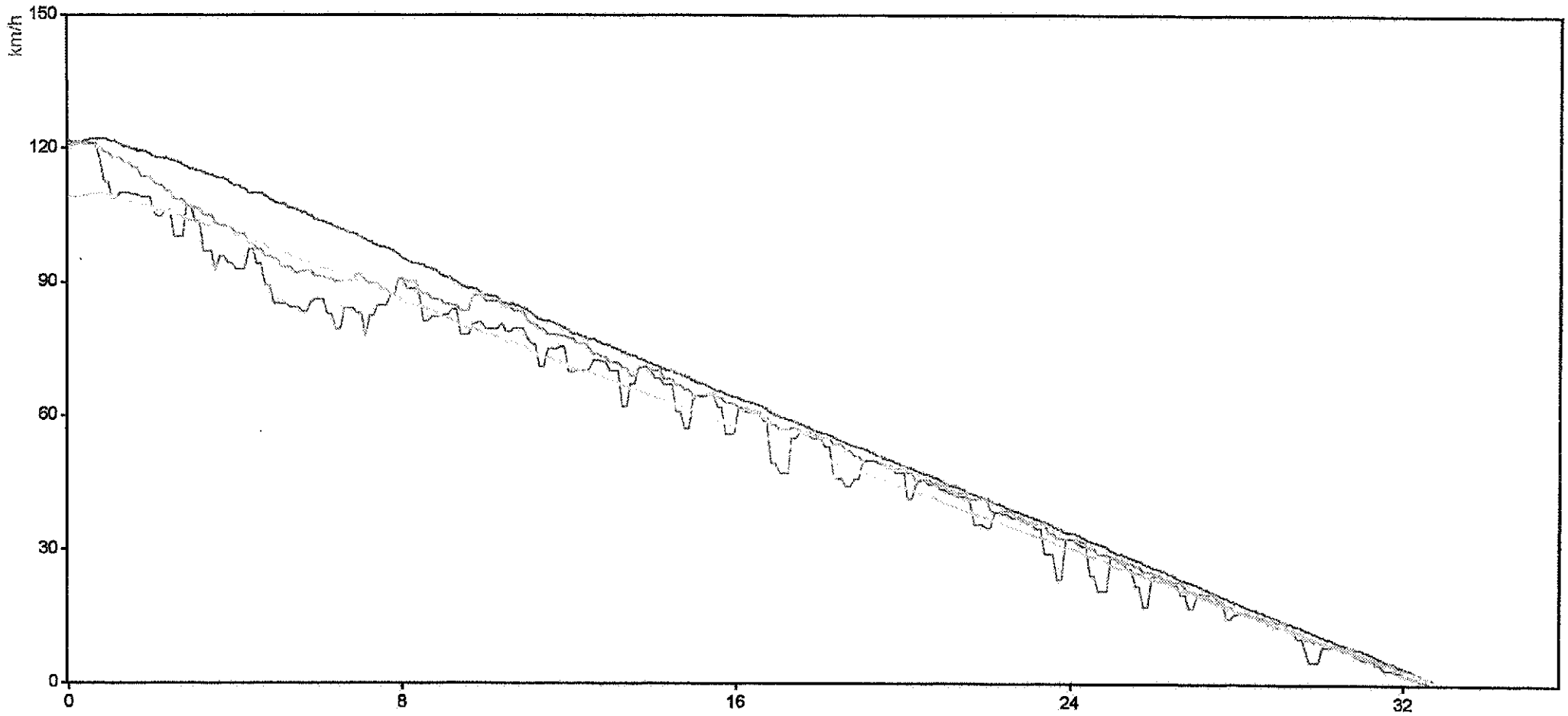
— train speed SpeedRefM1 —— M1_WSP2 - - - - 90% of train speed



Slide evaluation 01apr17 (Safety purely pneumatic no MTB) - T3 axle 1 - GM > 35%

— train acceleration SpeedRefT3	— T3_WSP1	- - - - 90% of train speed
----------------------	------------------	-----------	----------------------------

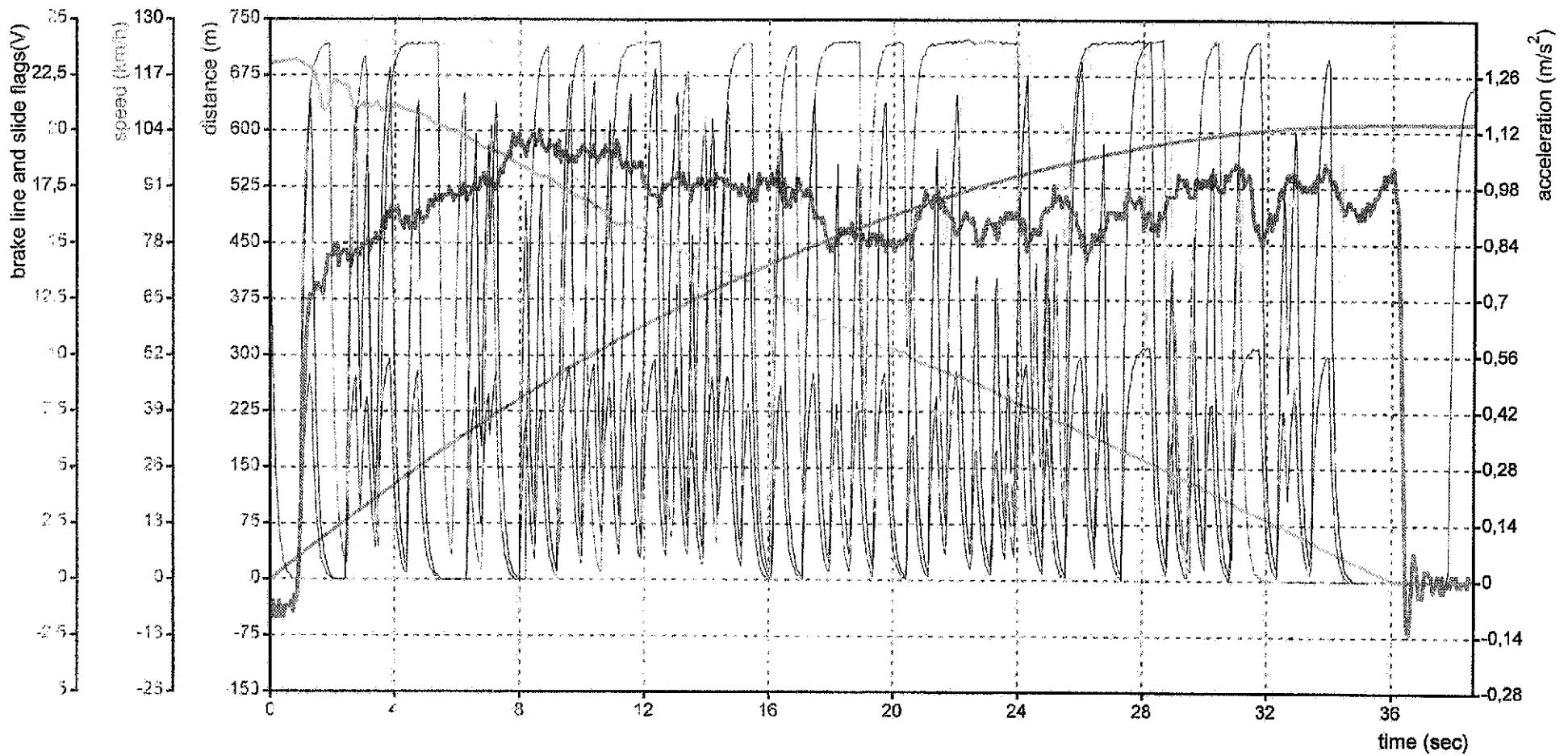
t



Slide evaluation 01apr17 (Safety purely pneumatic no MTB) - T3 axle 2 - GM = 42%

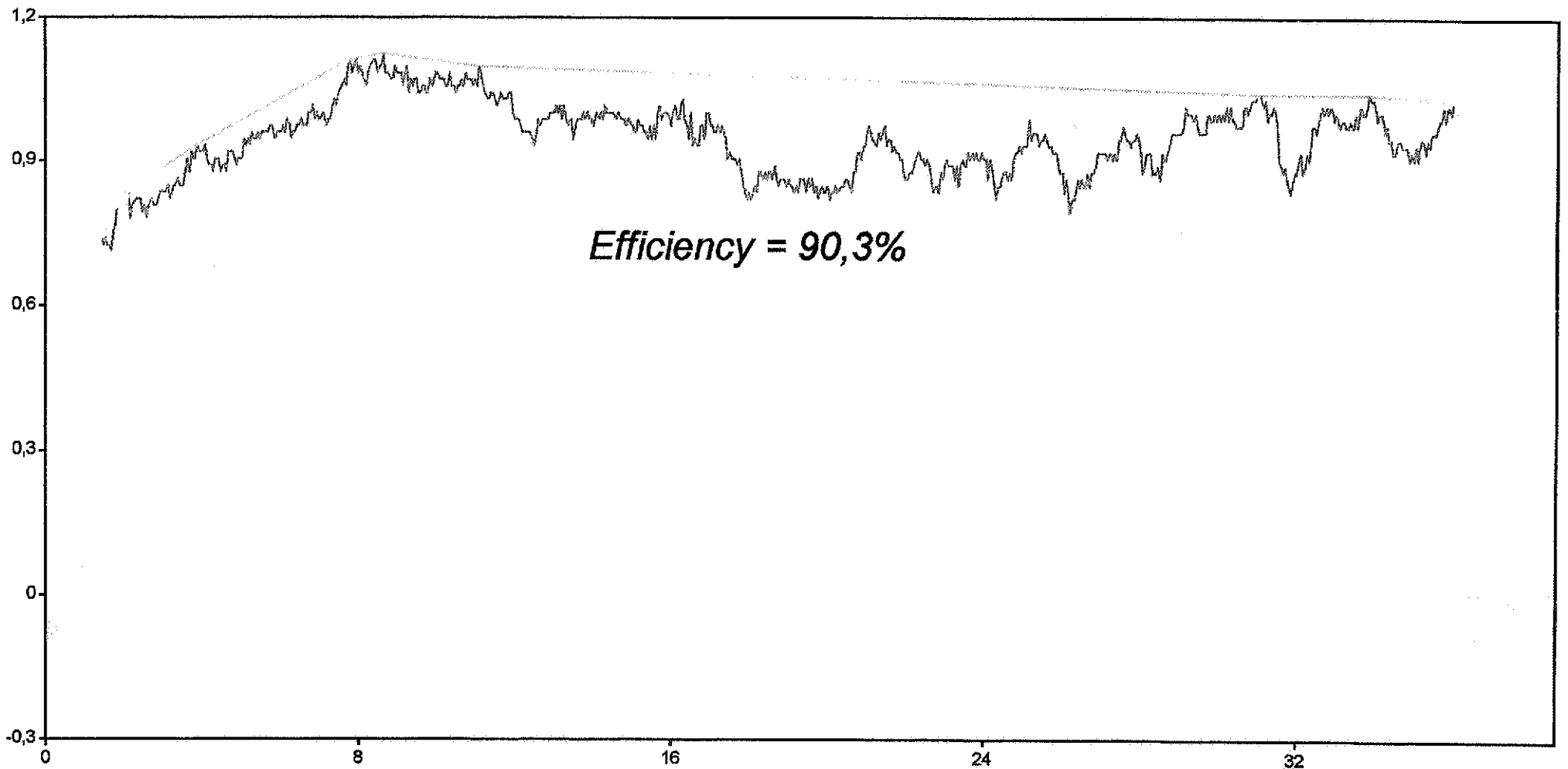
train acceleration	SpeedRefT3	T3_WSP2	90% of train speed
--------------------	------------	---------	--------------------

t



Safety purely pneumatic no MTB with soap from M4; initial speed = 119,59 km/h; stopp. distance = 610,62 m; mean dec = 0,90 m/s²; File: 01apr18

—●—●—●—	speed	—●—●—●—	brake line	—	Slide flag T3	—	Slide flag M1
—●—●—●—	distance	—●—●—●—	acceleration	—	slide flag M4		



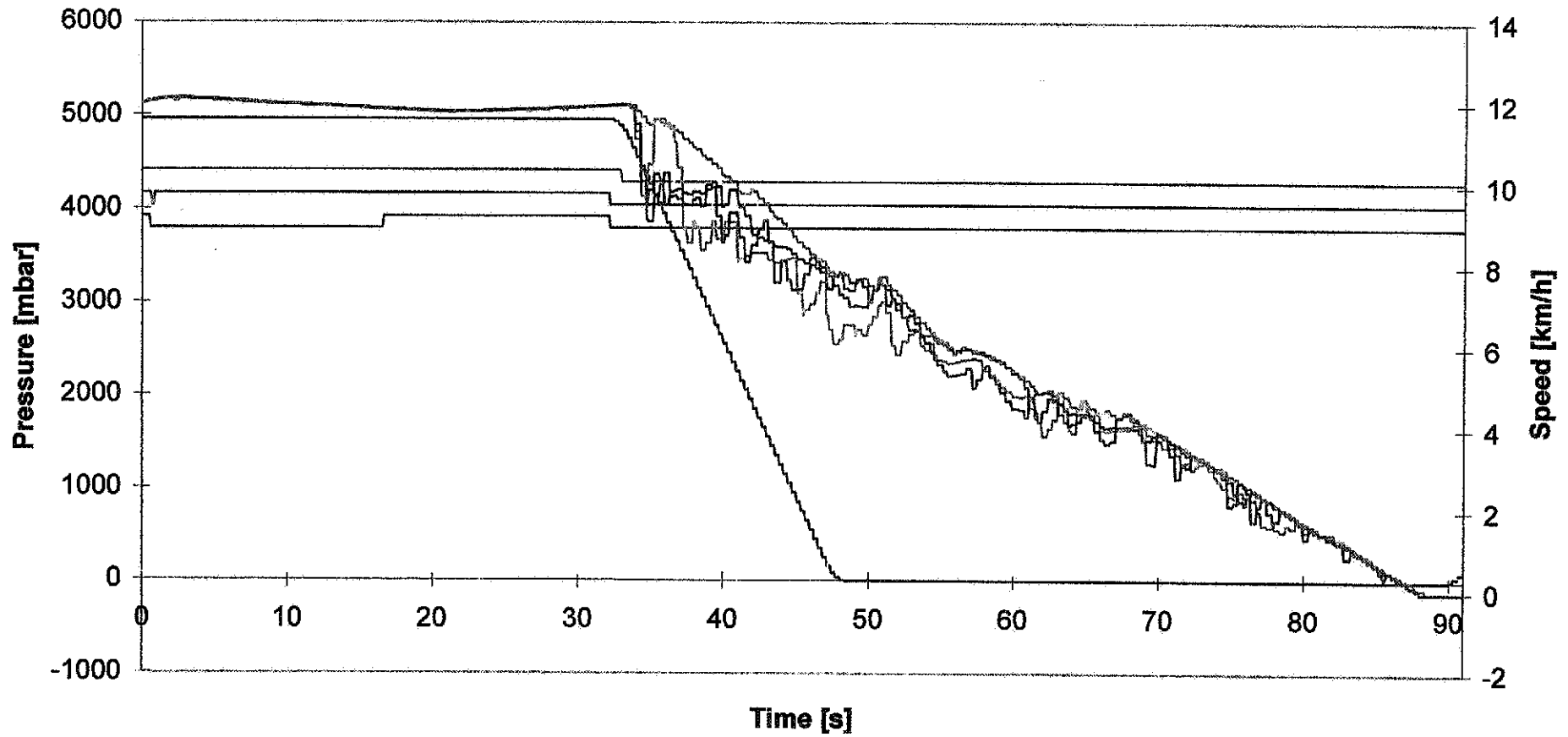
Efficiency = 90,3%

Antislid efficiency calculation 01apr18 (Safety purely pneumatic no MTB) - $T_a = 0,076$ - Distance increase = 15,78%

— train acceleration

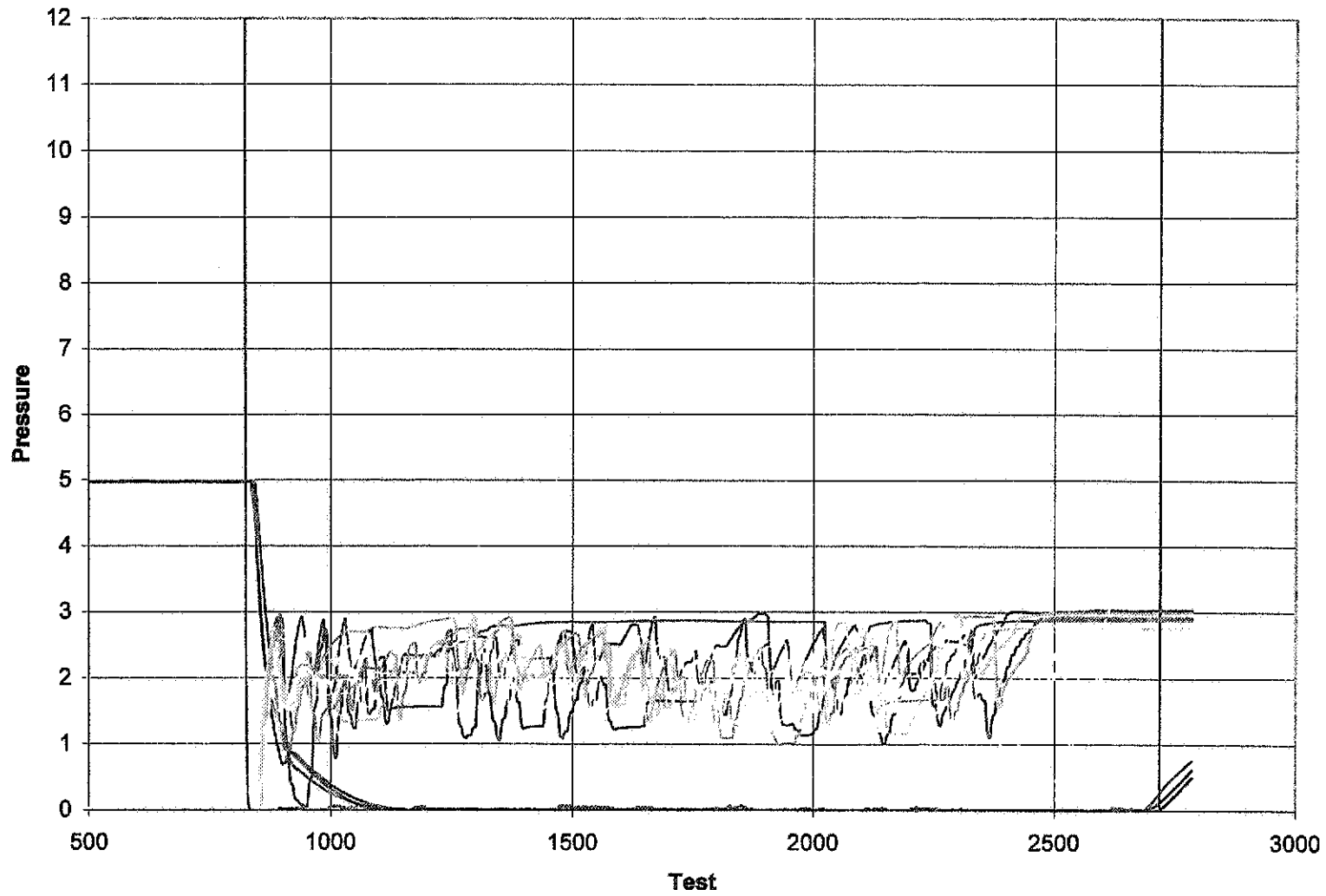
..... peak acceleration

M1_01_apr_18

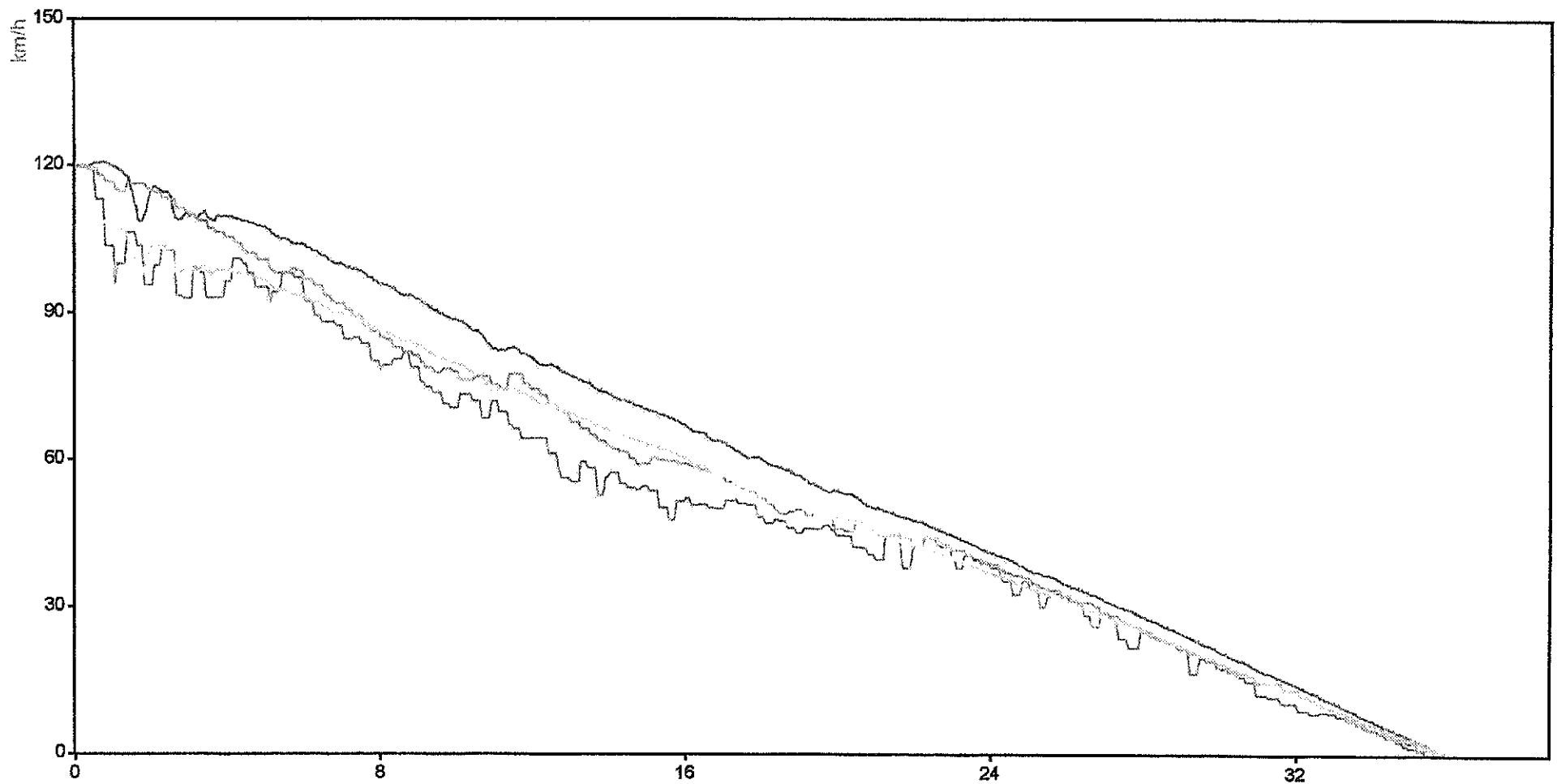


— BPPRESS [bar]	— TRACTION [Digital]	— BRAKE [Digital]	— SOCCORSO [Digital]	— SLIDE [Digital]	— SPEEDRIF [Kmh]
— WSP_SPEED1 [Kmh]	— WSP_SPEED2 [Kmh]	— WSP_SPEED3 [Kmh]	— WSP_SPEED4 [Kmh]		

01 Apr Test 18



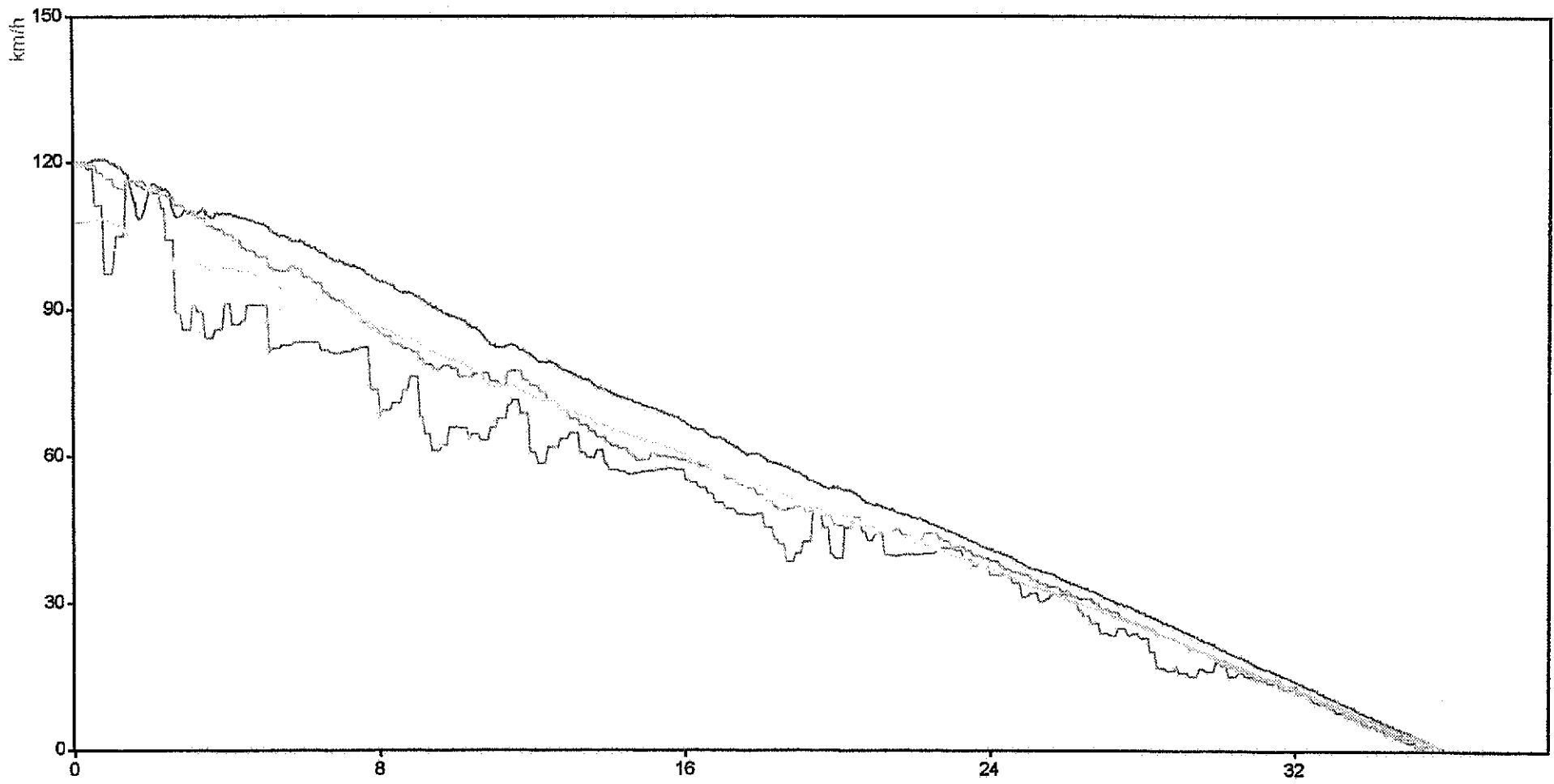
- M.P. bar
- BRAKE PIPE M1C bar
- BRAKE PIPE T3 bar
- BRAKE PIPE M4C bar
- axle 1 T bar
- axle 2 M bar
- axle 3 M bar
- axle 4 T bar
- axle 5 T bar
- axle 6 T bar
- axle 7 T bar
- axle 8 M bar
- axle 9 M bar
- axle 10 T bar
- Brake signal V



Slide evaluation 01apr18 (Safety purely pneumatic no MTB) - M1axle 1 - GM > 35%

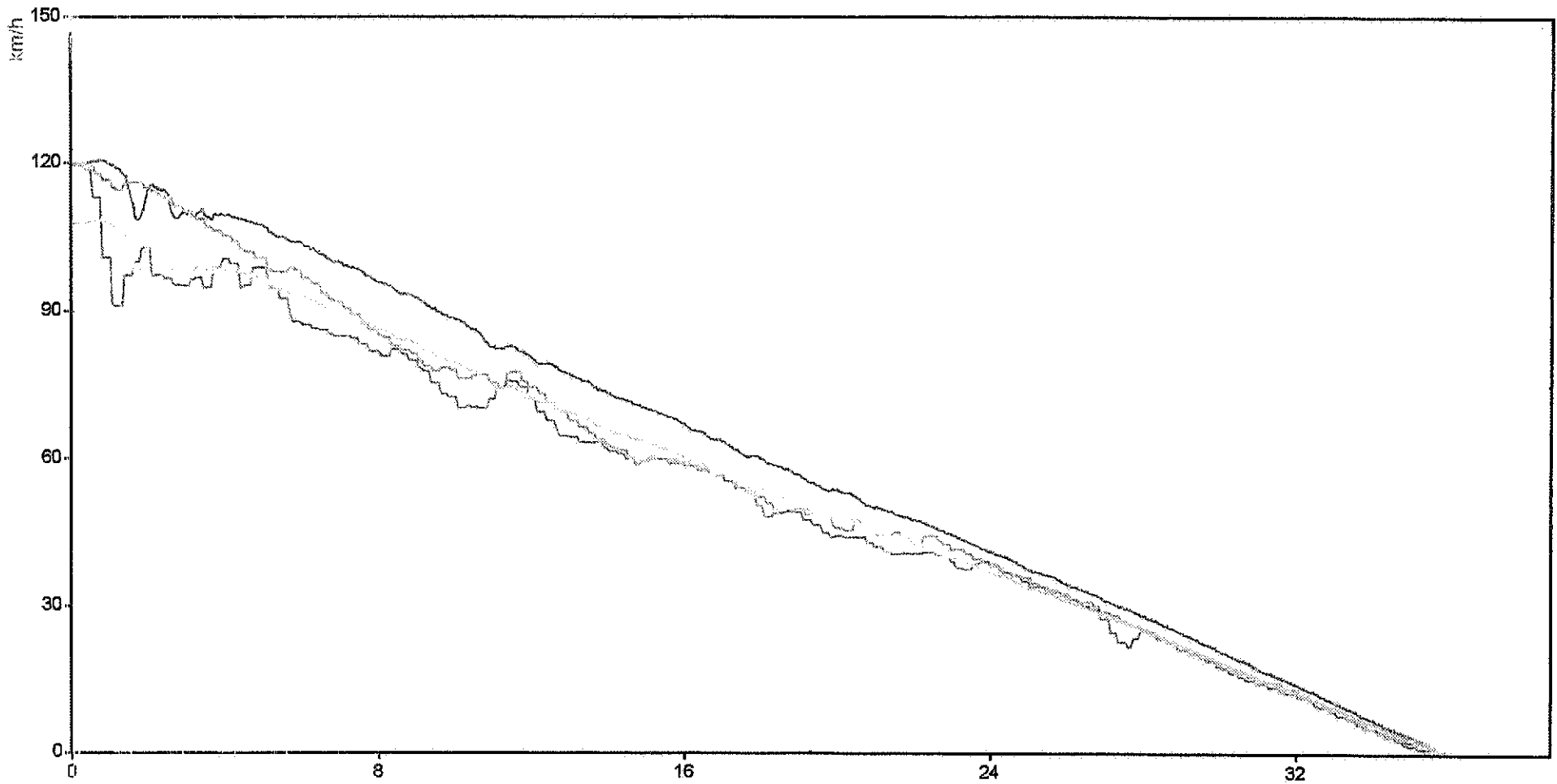
— train speed SpeedRefM1	- - - M1_WSP1	- . - . 90% of train speed
---------------	------------------	---------------	----------------------------

t



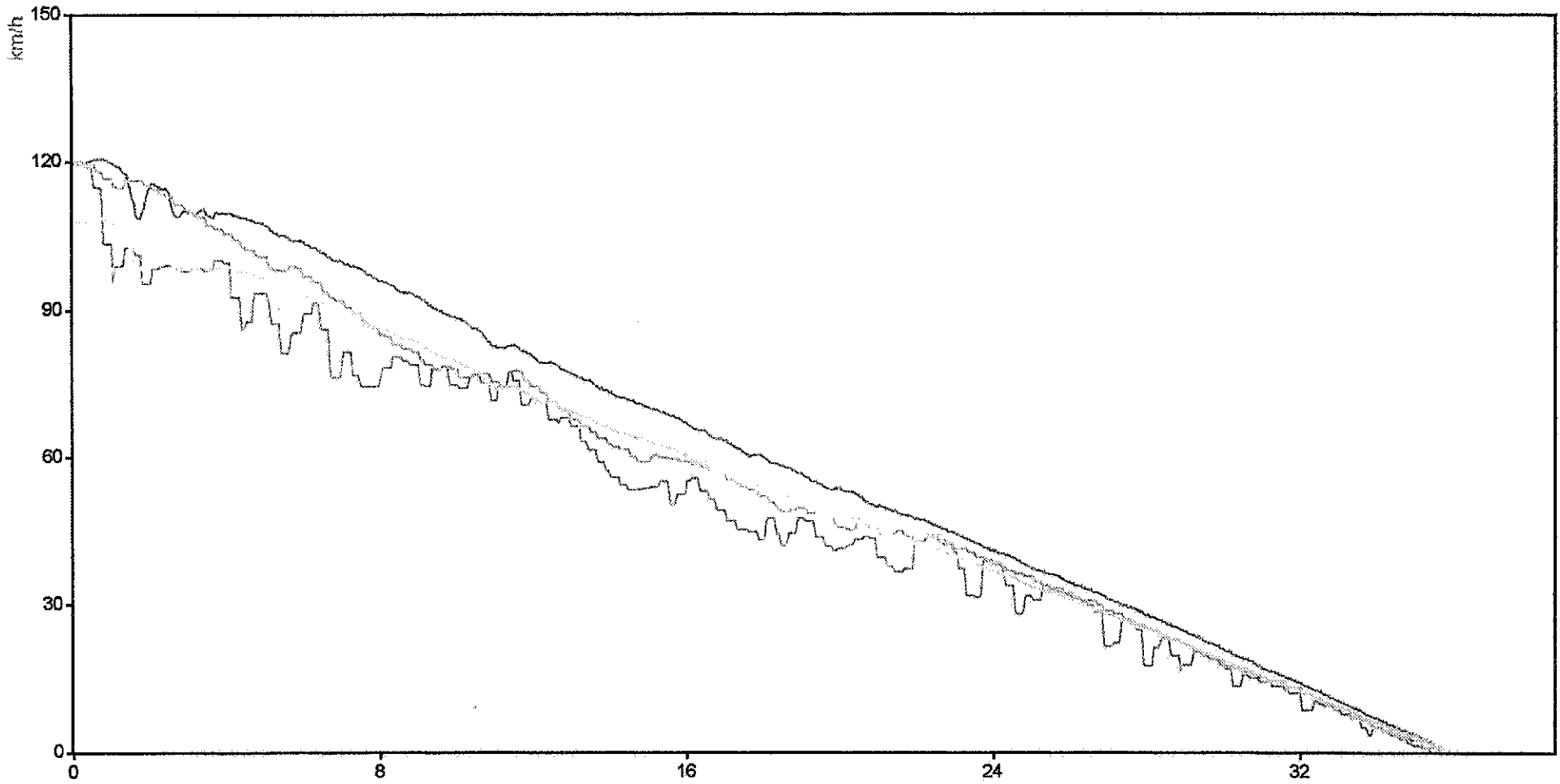
Slide evaluation 01 apr18 (Safety purely pneumatic no MTB) - M1axle 2 - GM > 35%

— train speed — SpeedRefM1 — M1_WSP2 - - - 90% of train speed



Slide evaluation 01apr18 (Safety purely pneumatic no MTB) - M1 axle 3 - GM > 35%

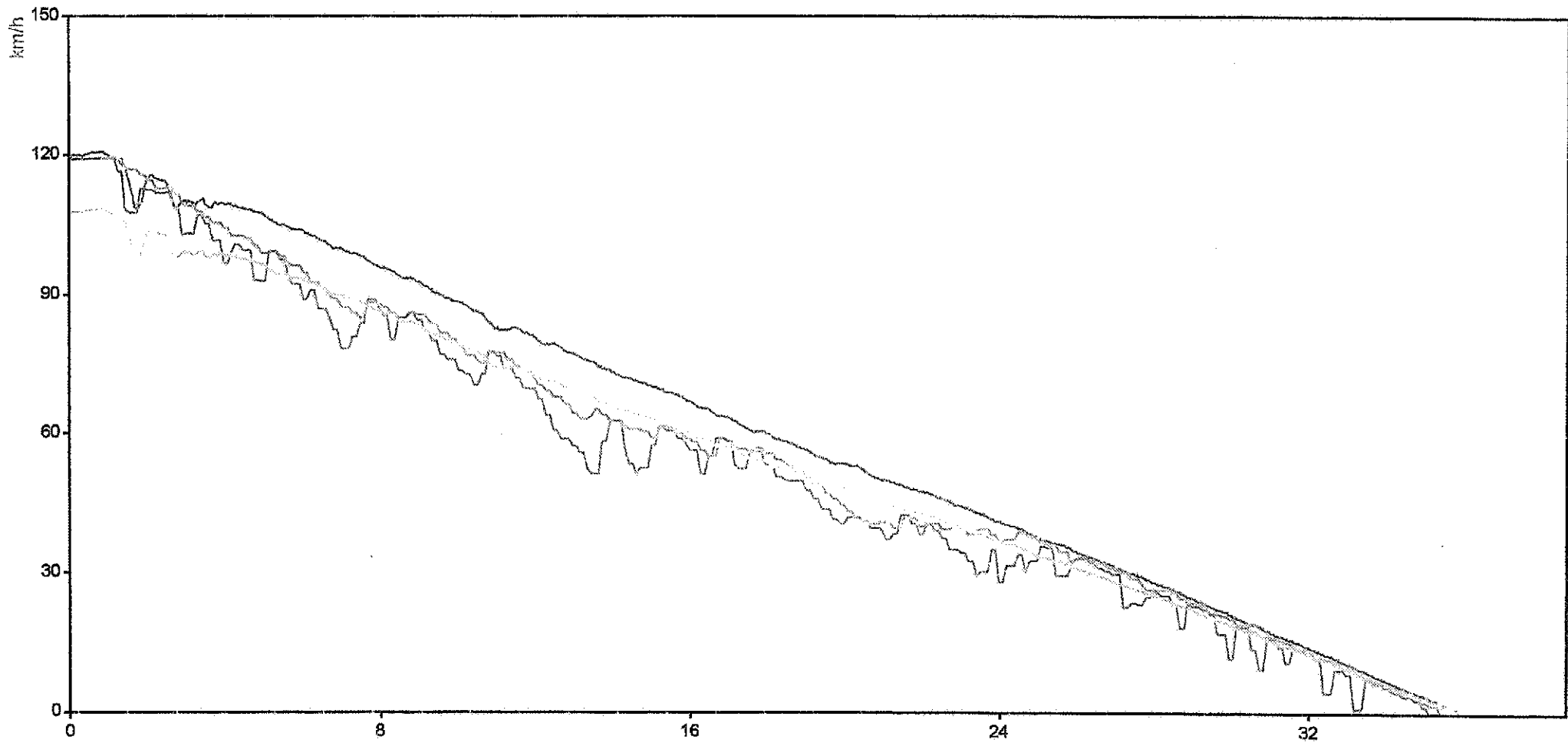
— train speed - - - SpeedRefM1 ····· M1_WSP3 - · - · 90% of train speed



Slide evaluation 01apr18 (Safety purely pneumatic no MTB) - M1axle 4 - GM > 35%

— train speed - - - SpeedRefM1 ····· M1_WSP4 - · - · 90% of train speed

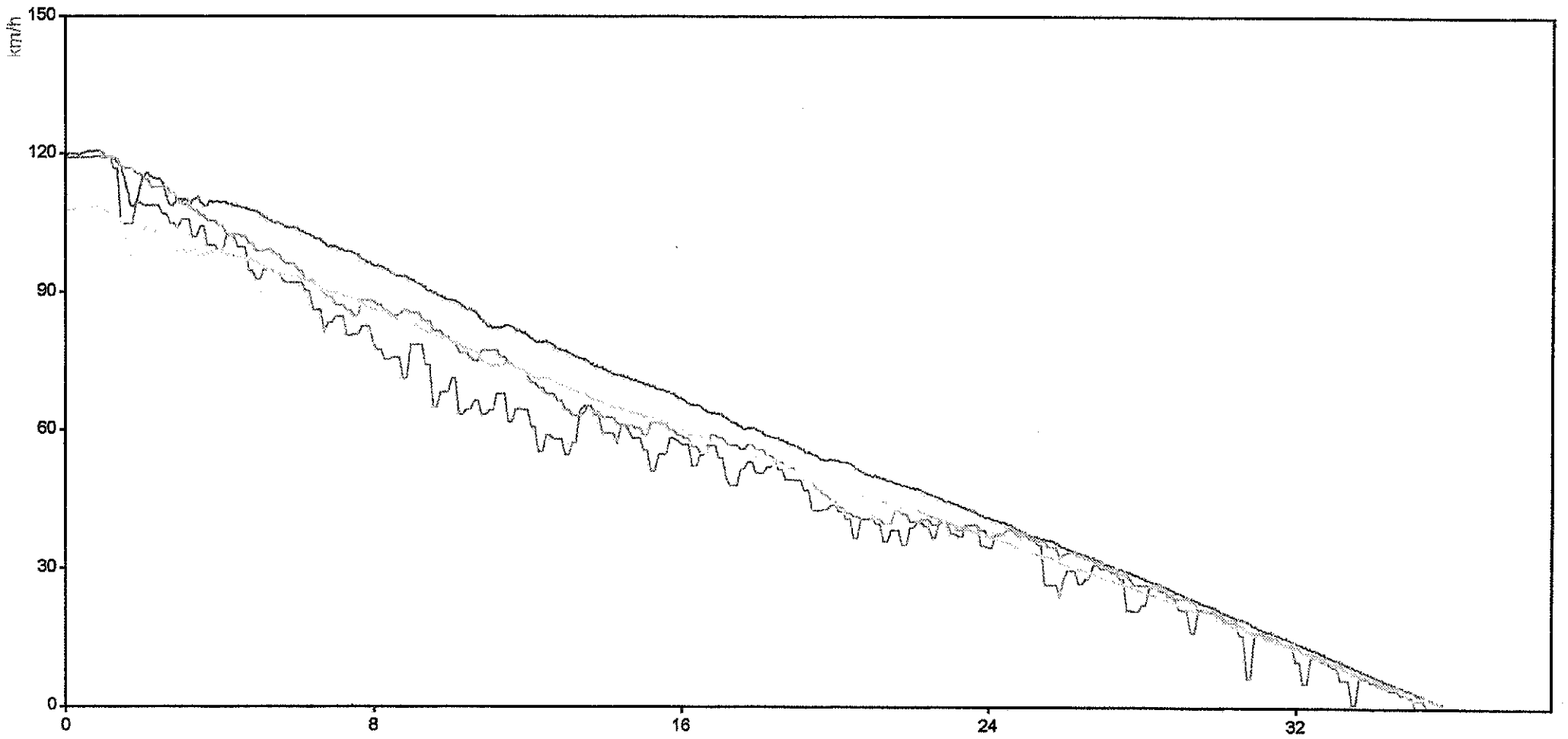
t



Slide evaluation 01apr18 (Safety purely pneumatic no MTB) - T3 axle 1 - GM > 35%

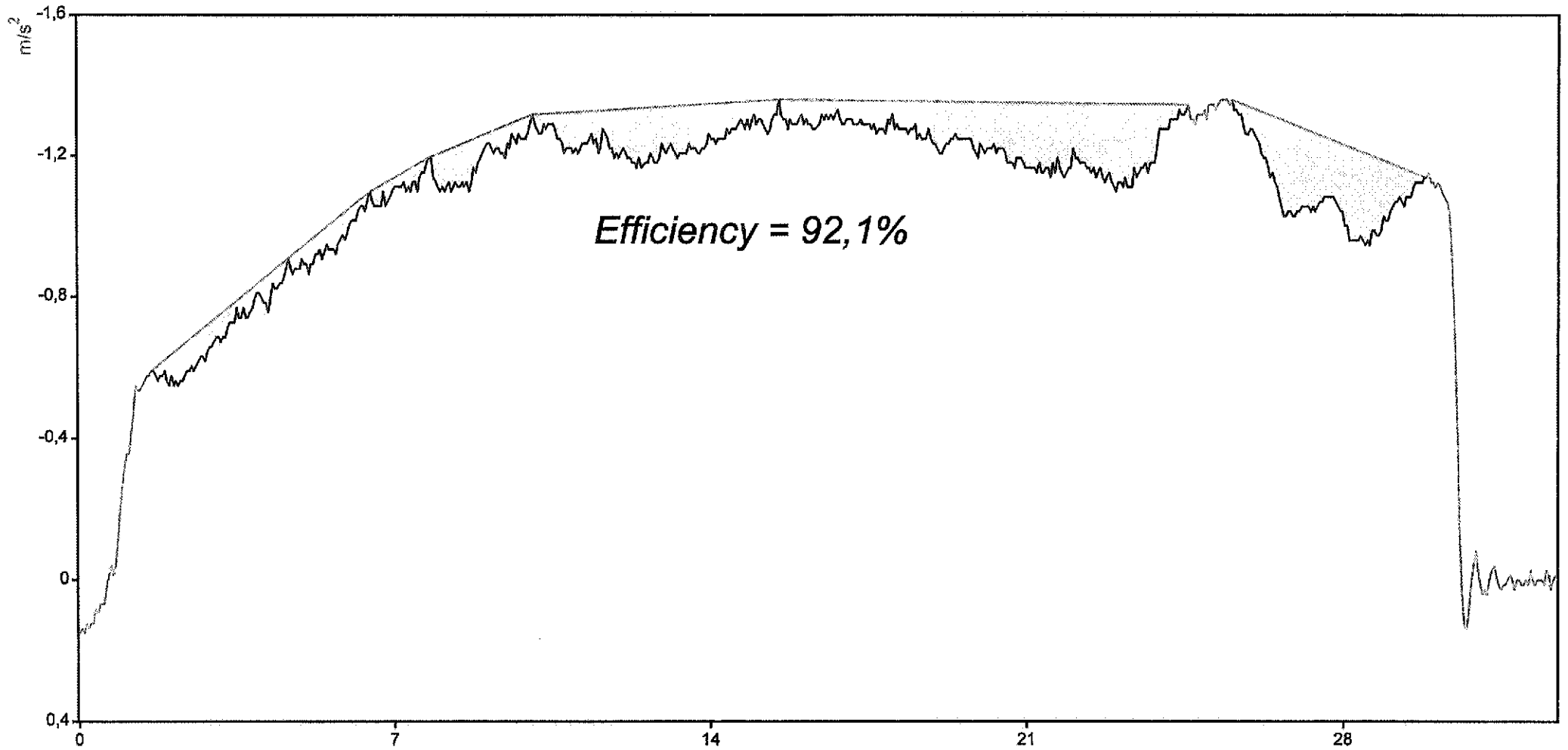
— train acceleration - - - SpeedRefT3 . . . T3_WSP1 - . - . 90% of train speed

t



Slide evaluation 01apr18 (Safety purely pneumatic no MTB) - T3 axle 2 - GM > 35%

— train acceleration - - - SpeedRefT3 . . . T3_WSP2 - . - 90% of train speed

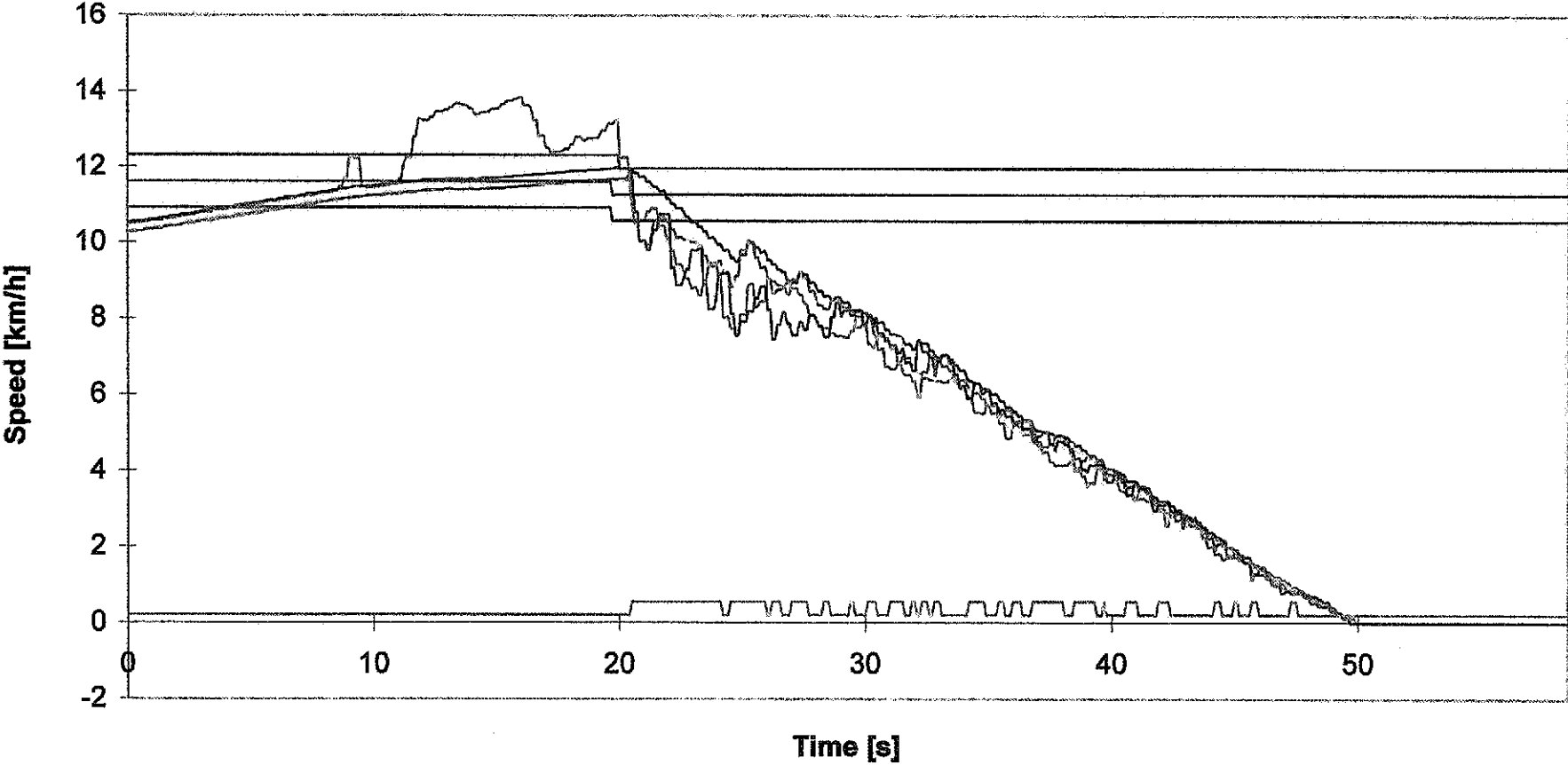


Antislid efficiency calculation 31mar11 (Emergency by Mushroom) - $T_a = 0,058$ - Distance increase = 16,85%

— train acceleration

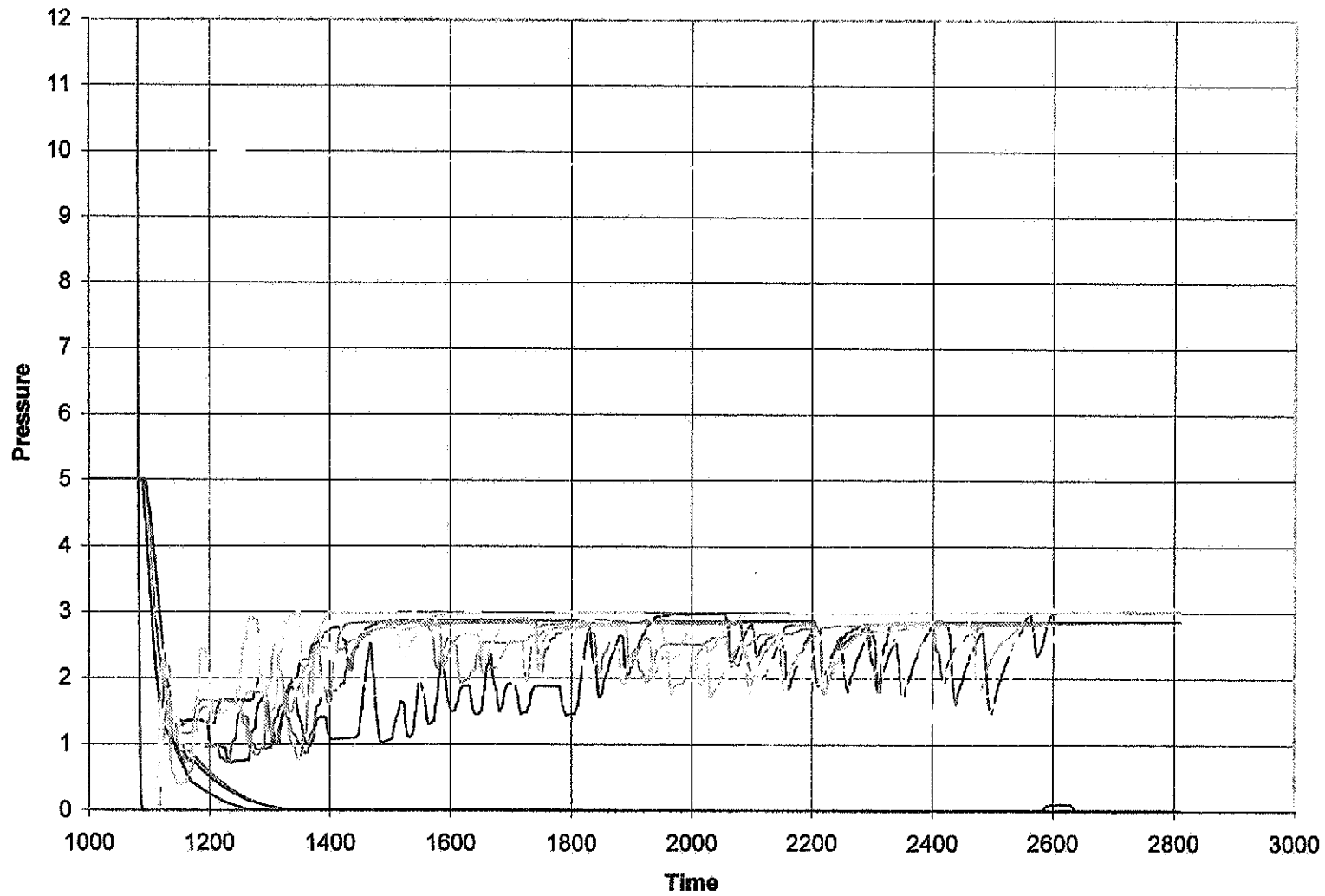
— train acceleration

M4_31_mar_11

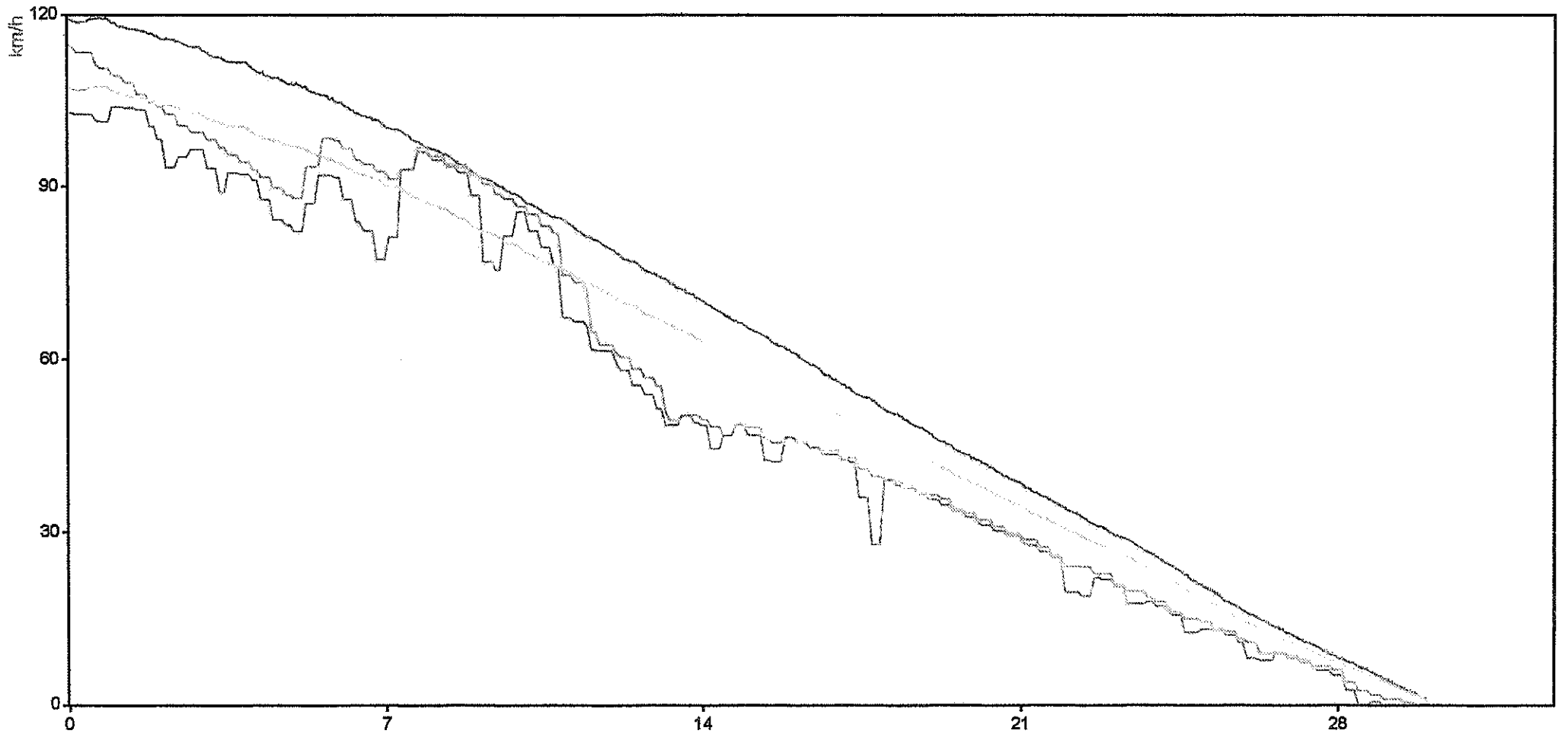


— SPEEDDRIF [Kmh]	— WSP_SPEED1 [Kmh]	— WSP_SPEED2 [Kmh]	— WSP_SPEED3 [Kmh]	— WSP_SPEED4 [Kmh]	— TRACTION [Digital]
— BRAKE [Digital]	— SOCCORSO [Digital]	— SLIDE [Digital]			

31 March Test 11



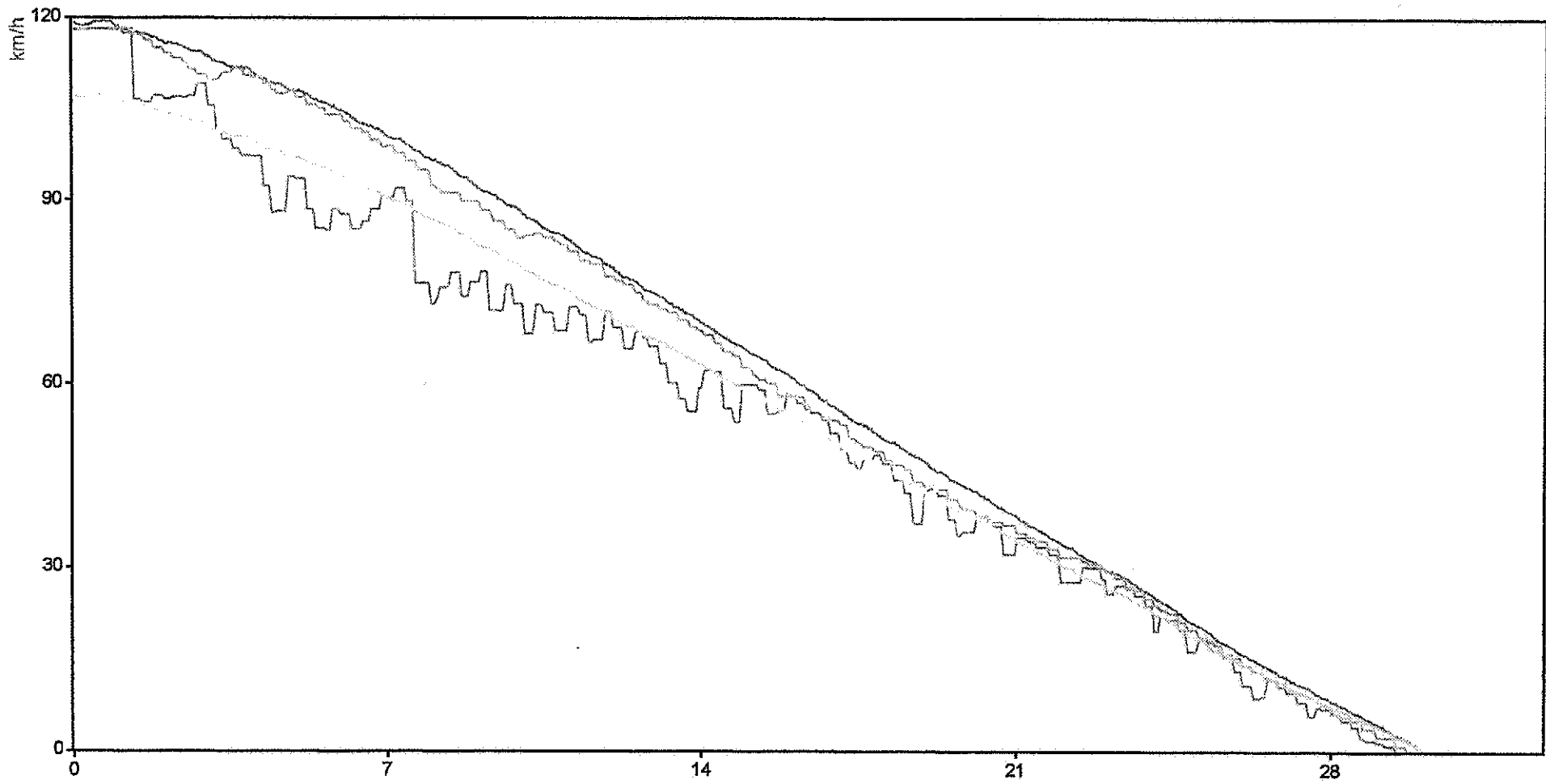
- M.P. bar
- BRAKE PIPE M1C bar
- BRAKE PIPE T3 bar
- BRAKE PIPE M4C bar
- axle 1 T bar
- axle 2 M bar
- axle 3 M bar
- axle 4 T bar
- axle 5 T bar
- axle 6 T bar
- axle 7 T bar
- axle 8 M bar
- axle 9 M bar
- axle 10 T bar
- Brake signal V



Slide evaluation 31mar11 (Emergency by Mushroom) - T3 axle 1 - GM > 35%

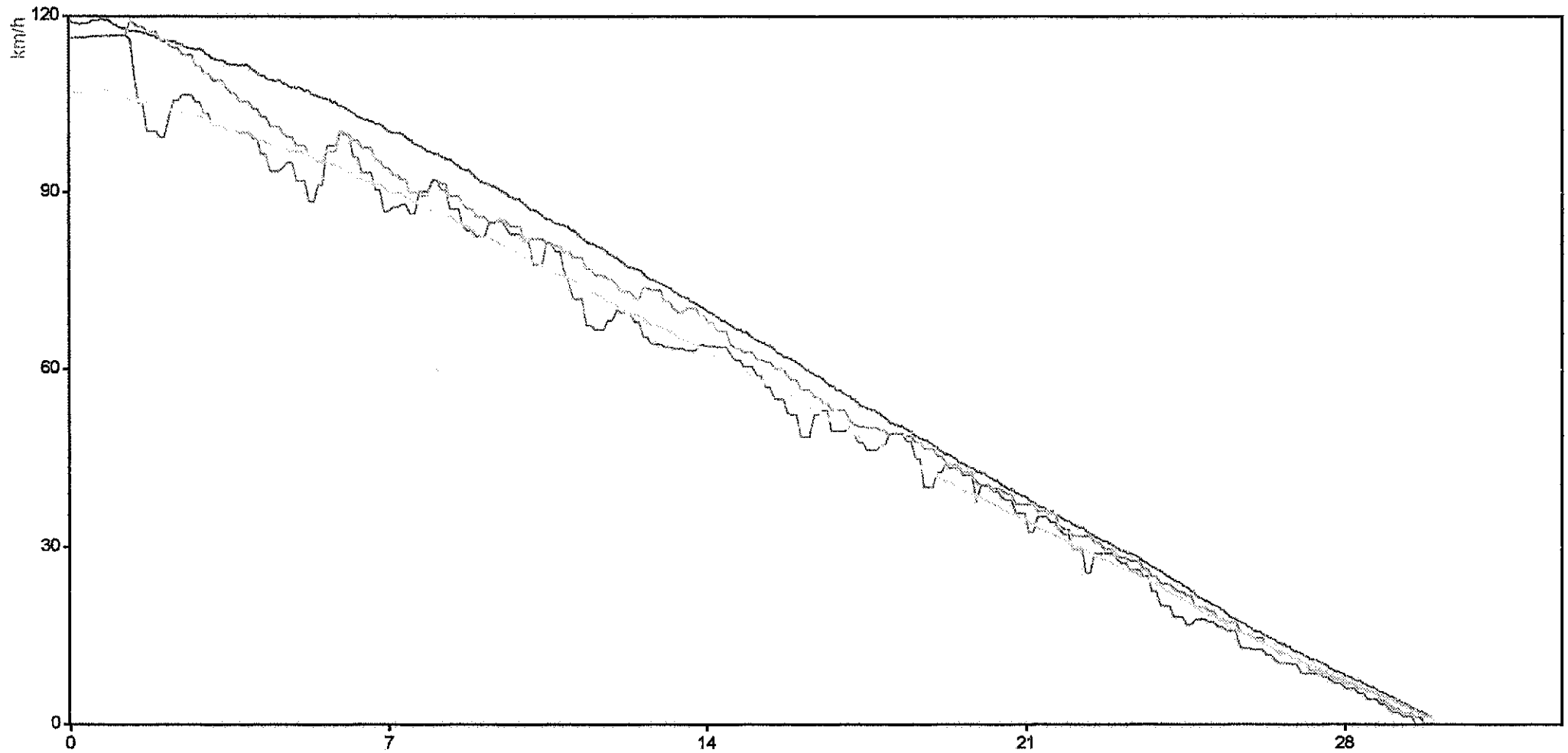
— train acceleration - - - SpeedRefT3 — T3_WSP1 ···· 90% of train speed

t



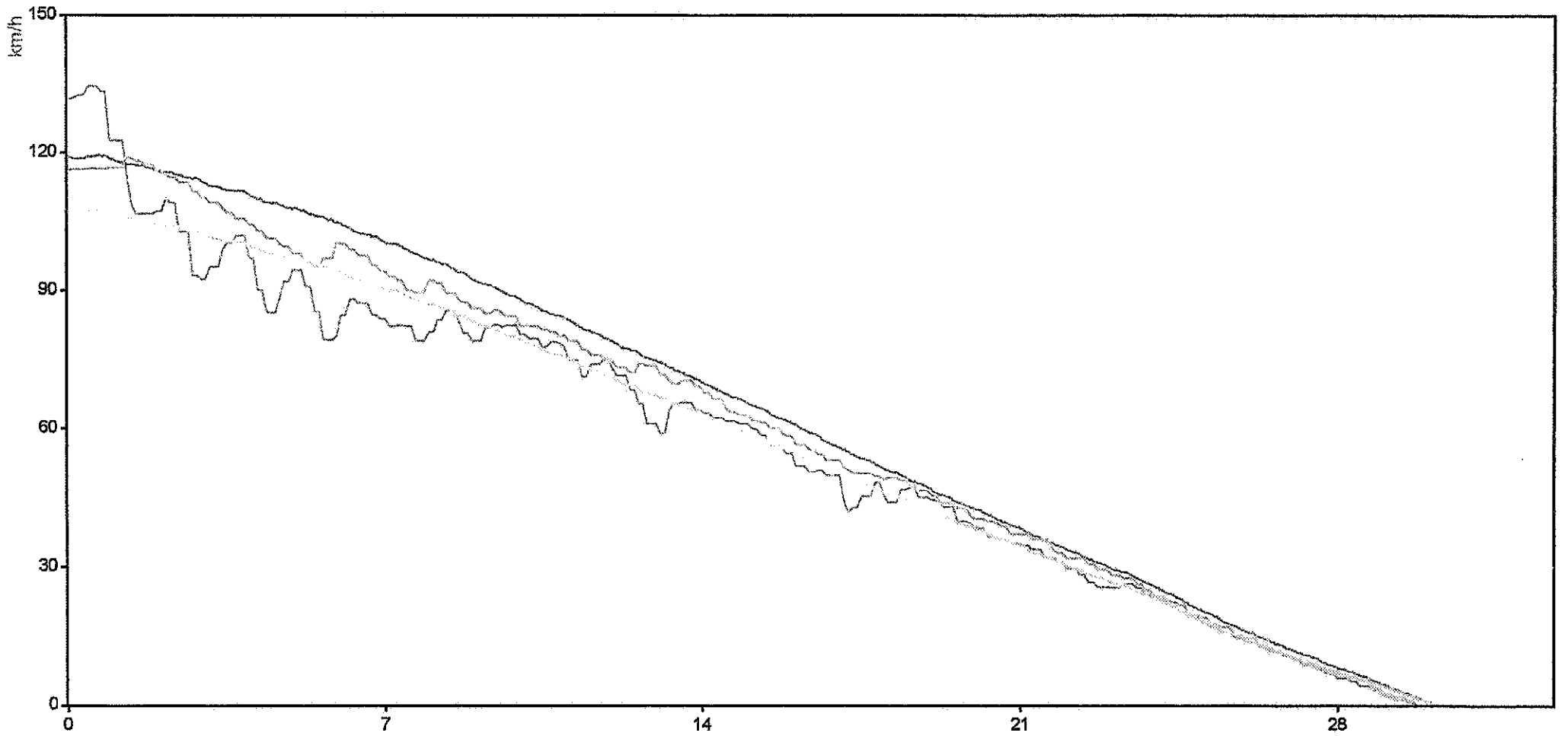
Slide evaluation 31mar11 (Emergency by Mushroom) - M1 axle 1 - GM > 35%

— train speed - - - SpeedRefM1 . . . M1_WSP1 - . - . 90% of train speed



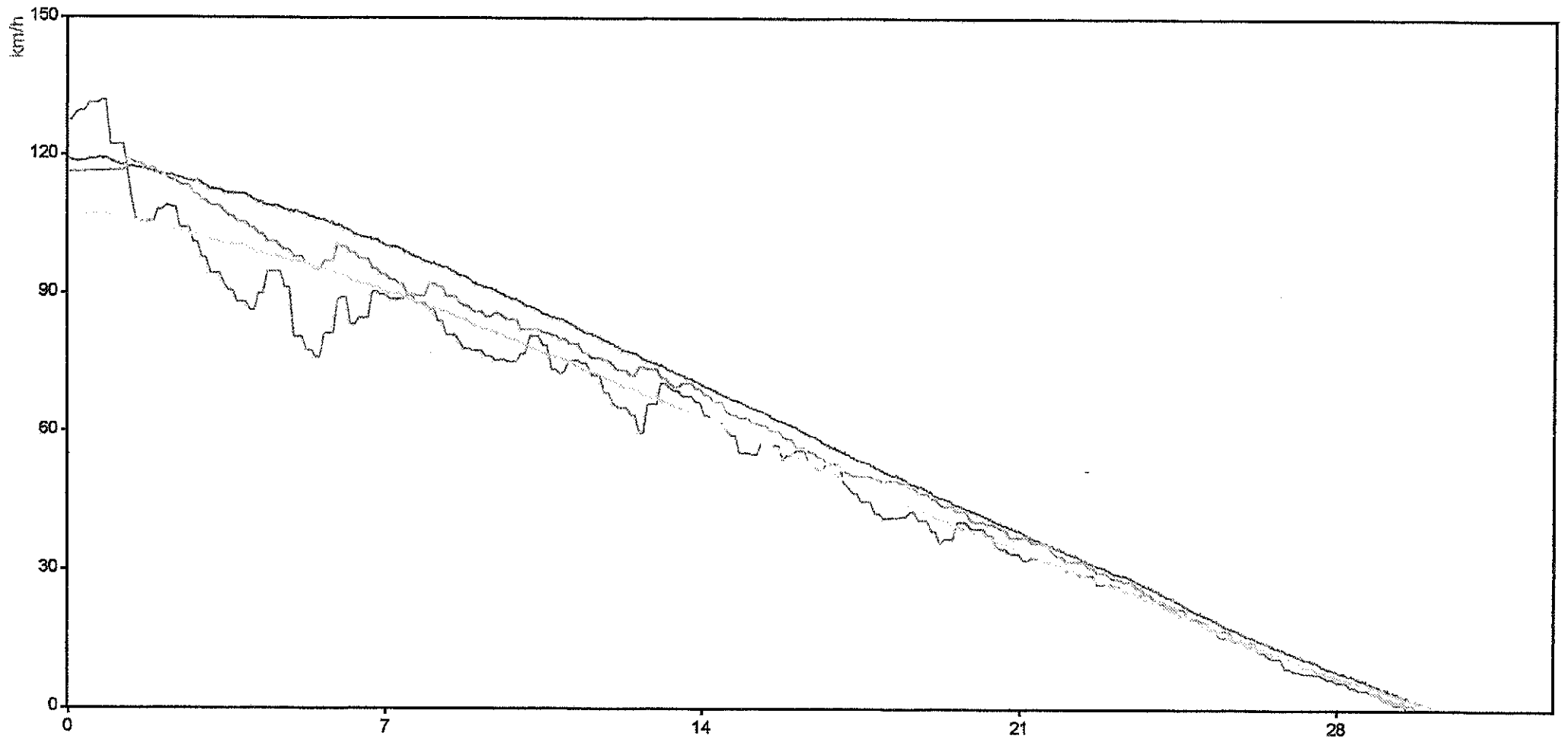
Slide evaluation 31mar11 (Emergency by Mushroom) - M4 axle 1 - GM = 42,3%

— train speed SpeedRefM4 - - - M4_WSP1 - . - . 90% of train speed



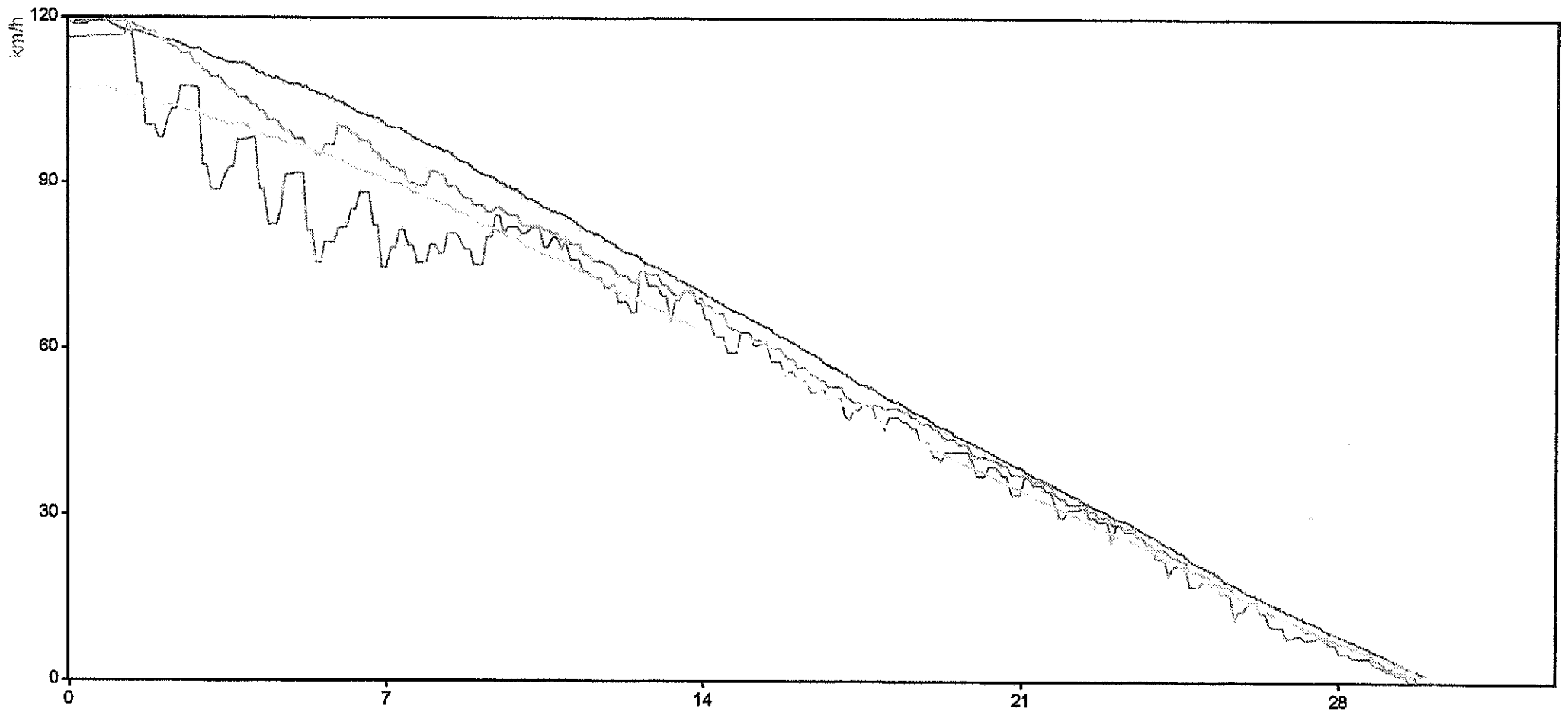
Slide evaluation 31mar11 (Emergency by Mushroom) - M4 axle 2 - GM > 35%

— train speed - - - SpeedRefM4 . . . M4_WSP2 - . - 90% of train speed



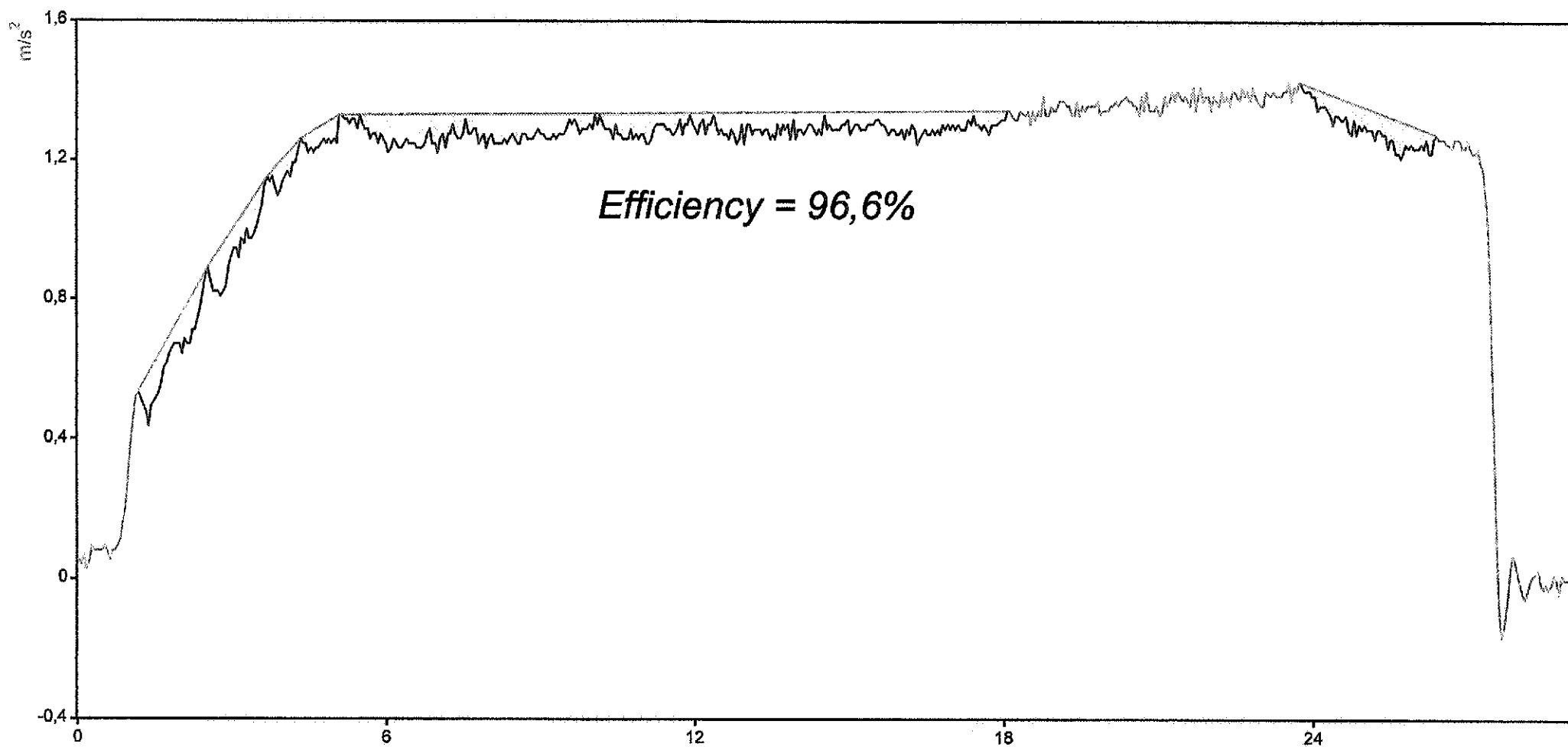
Slide evaluation 31mar11 (Emergency by Mushroom) - M4 axle 3 - GM > 35%

— train speed - - - SpeedRefM4 ····· M4_WSP3 - · - · 90% of train speed



Slide evaluation 31mar11 (Emergency by Mushroom) - M4 axle 4 - GM > 35%

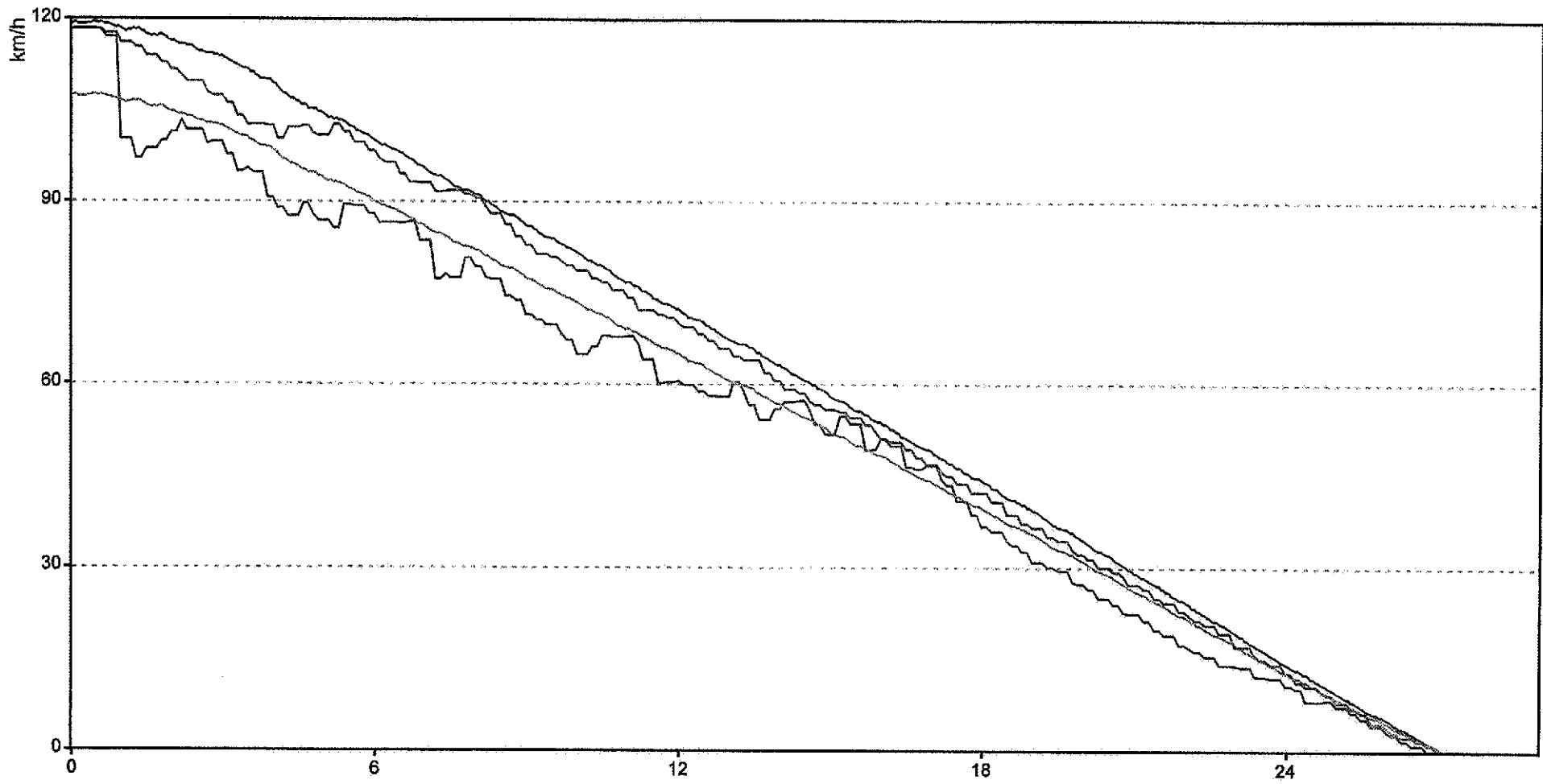
train speed	SpeedRefM4	M4_WSP4	90% of train speed	train speed -30
-------------	------------	---------	--------------------	-----------------



Antislid efficiency calculation 16mar21 (Emergency by mushroom) - $T_a = 0,069$ - Distance increase = 4,4%

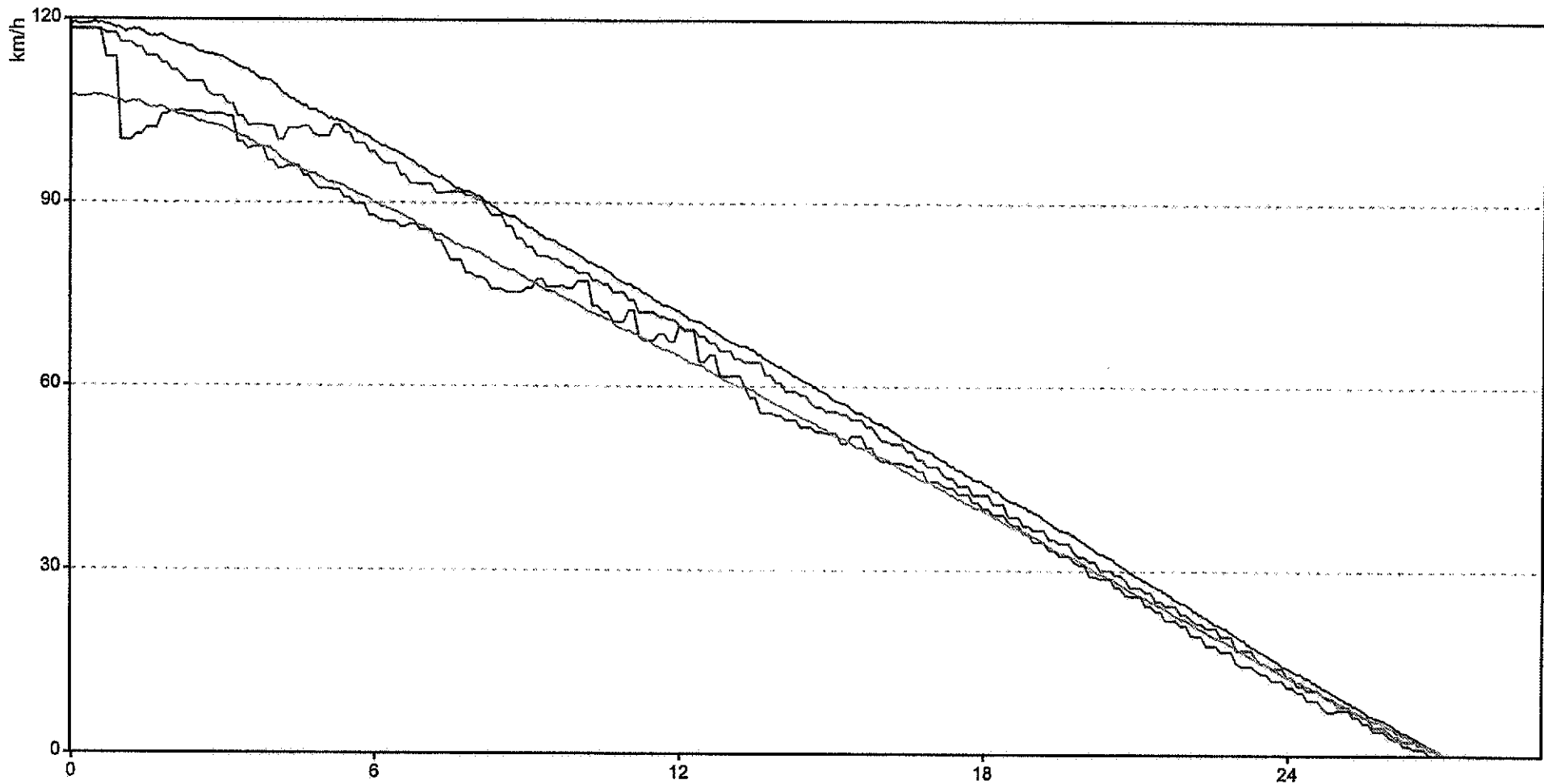
— train acceleration

- - - peak acceleration



Slide evaluation 16mar21 (Emergency by Mushroom) - M1axle 1 - GM > 35%

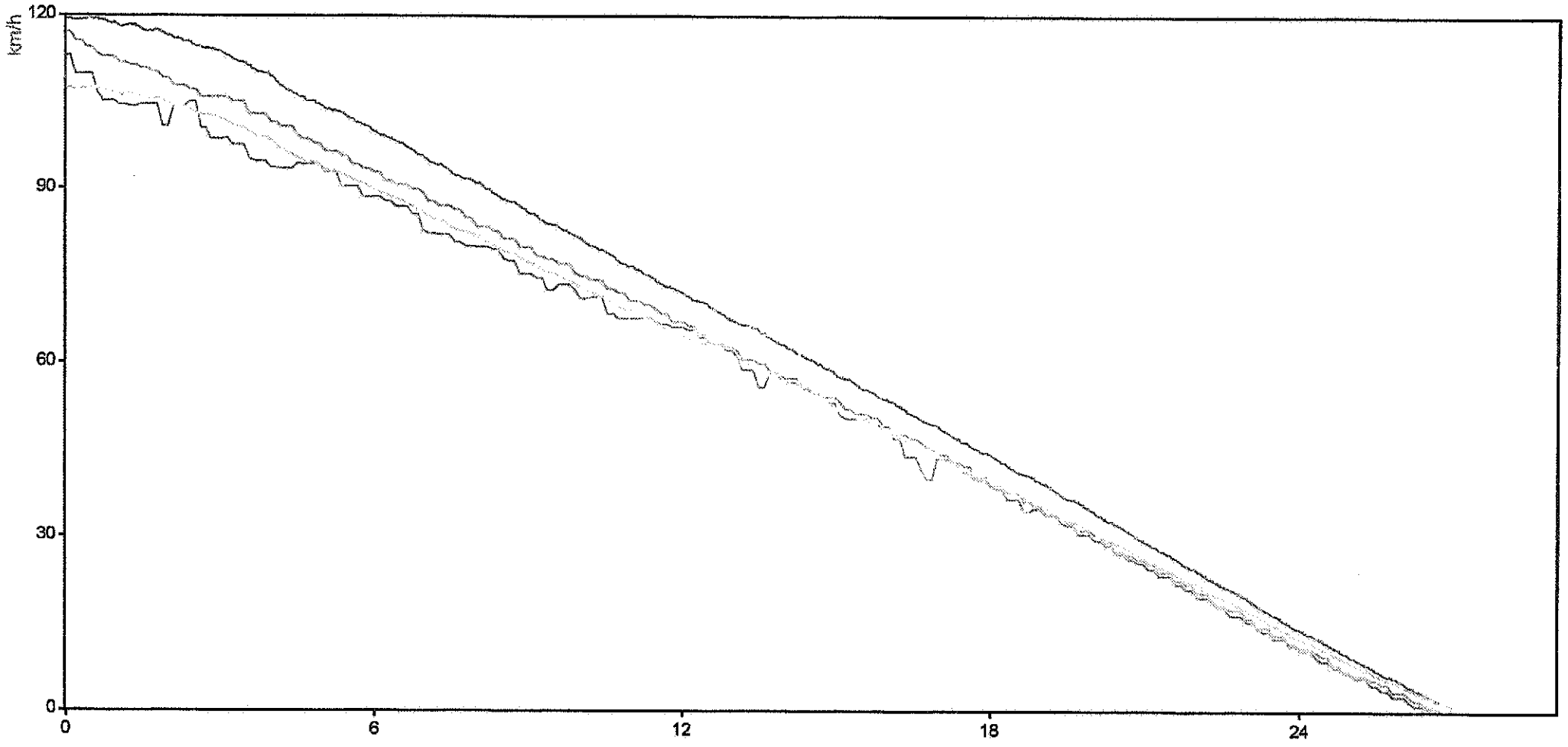
— train speed — SpeedRefM1 — M1_WSP1 — 90% of train speed



Slide evaluation 16mar21 (Emergency by Mushroom) - M1axle 2 - GM > 35%

— train speed — SpeedRefM1 — M1_WSP2 — 90% of train speed

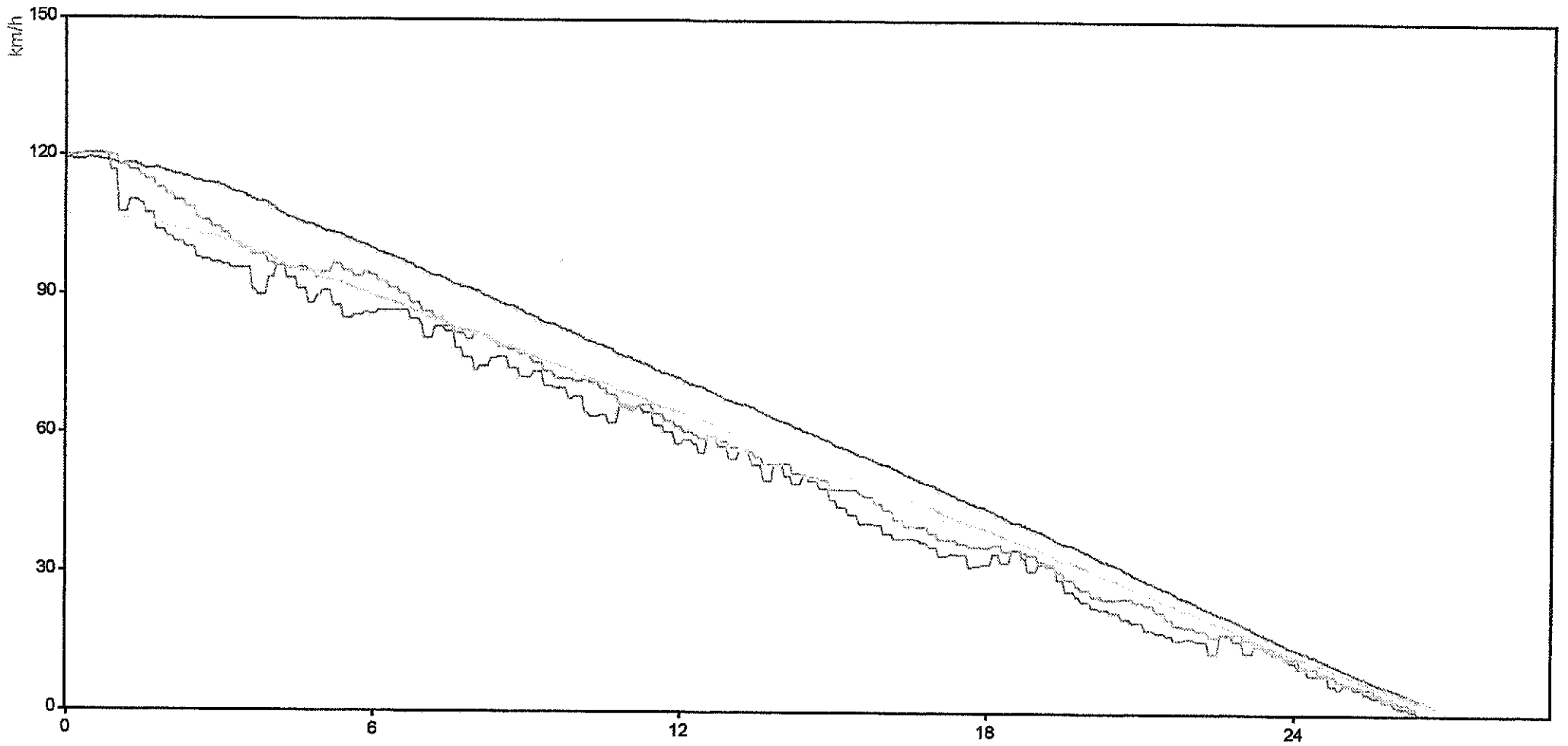
t



Slide evaluation 16mar21 (Emergency by Mushroom) - M4 axle 4 - GM > 35%

— train speed - - - SpeedRefM4 ····· M4_WSP4 - · - · 90% of train speed

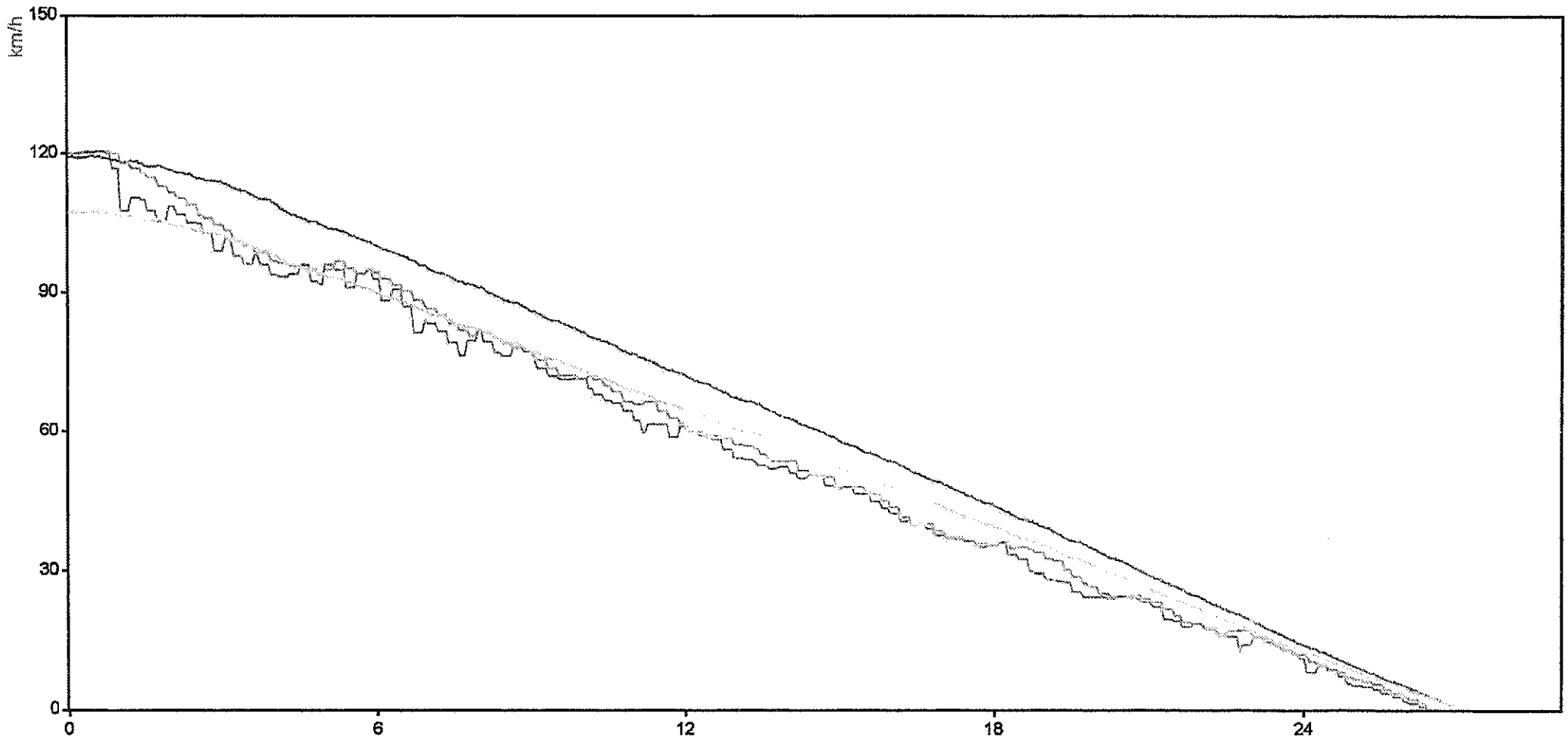
t



Slide evaluation 16mar21 (Emergency by Mushroom) - T3 axle 2 - GM > 35%

— train acceleration - - - SpeedRefT3 . . . T3_WSP2 - . - 90% of train speed

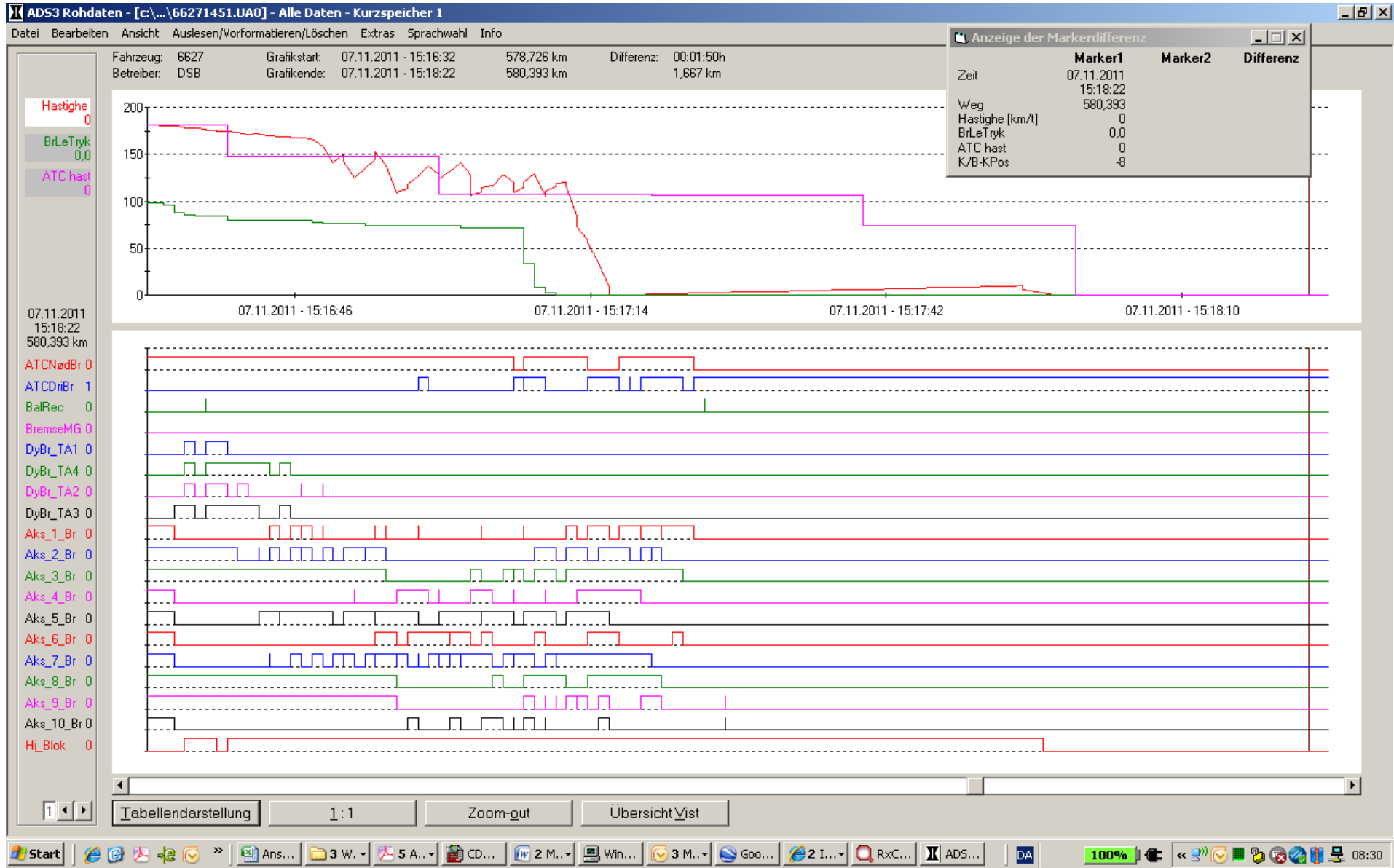
t



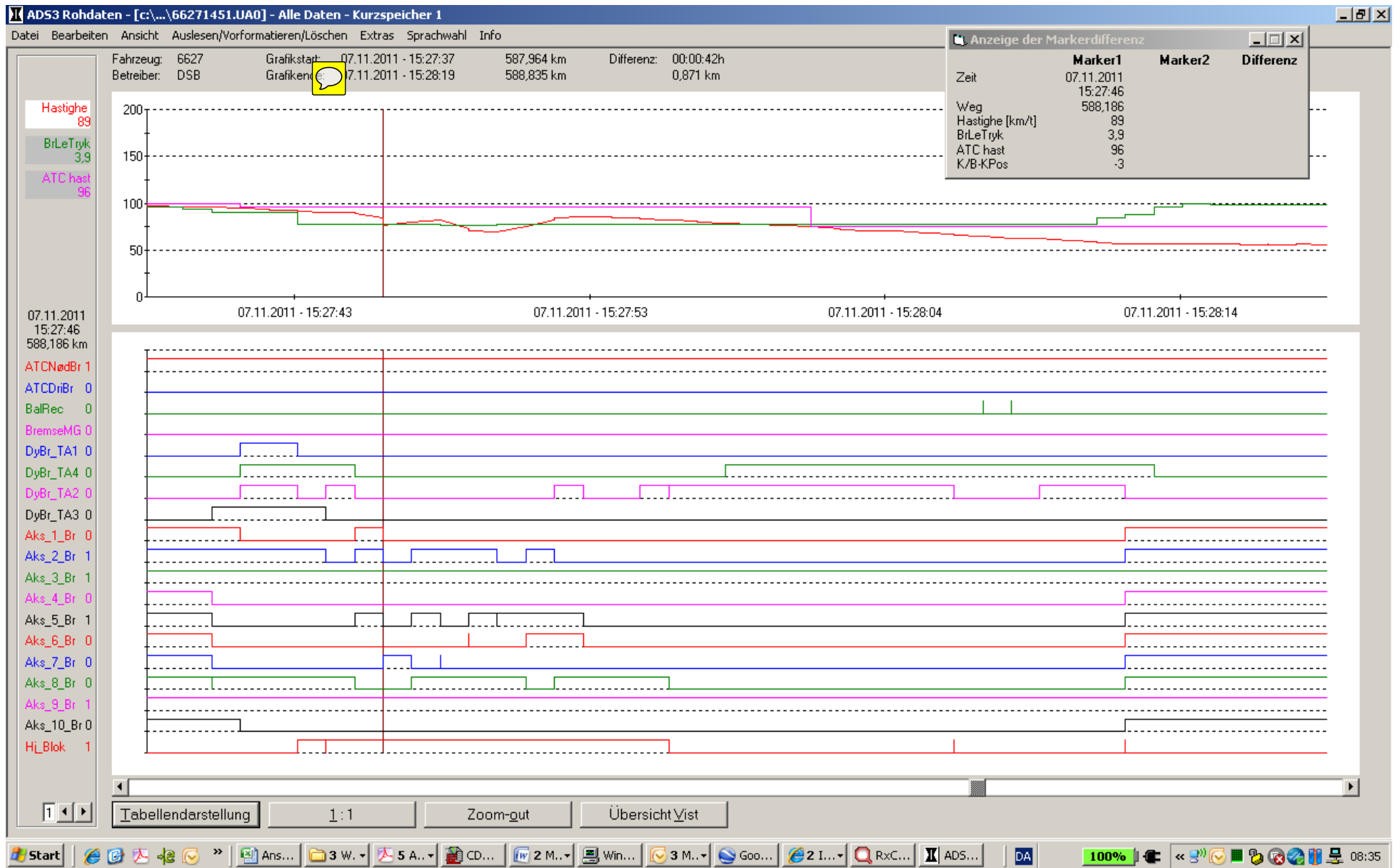
Slide evaluation 16mar21 (Emergency by Mushroom) - T3 axle 1 - GM > 35%

— train acceleration	- - - SpeedRefT3	. . . T3_WSP1	- . - 90% of train speed
----------------------	------------------	---------------	--------------------------

Havarilogudskrift MG 27 tog 27 Uv - Mv 07.11.2011

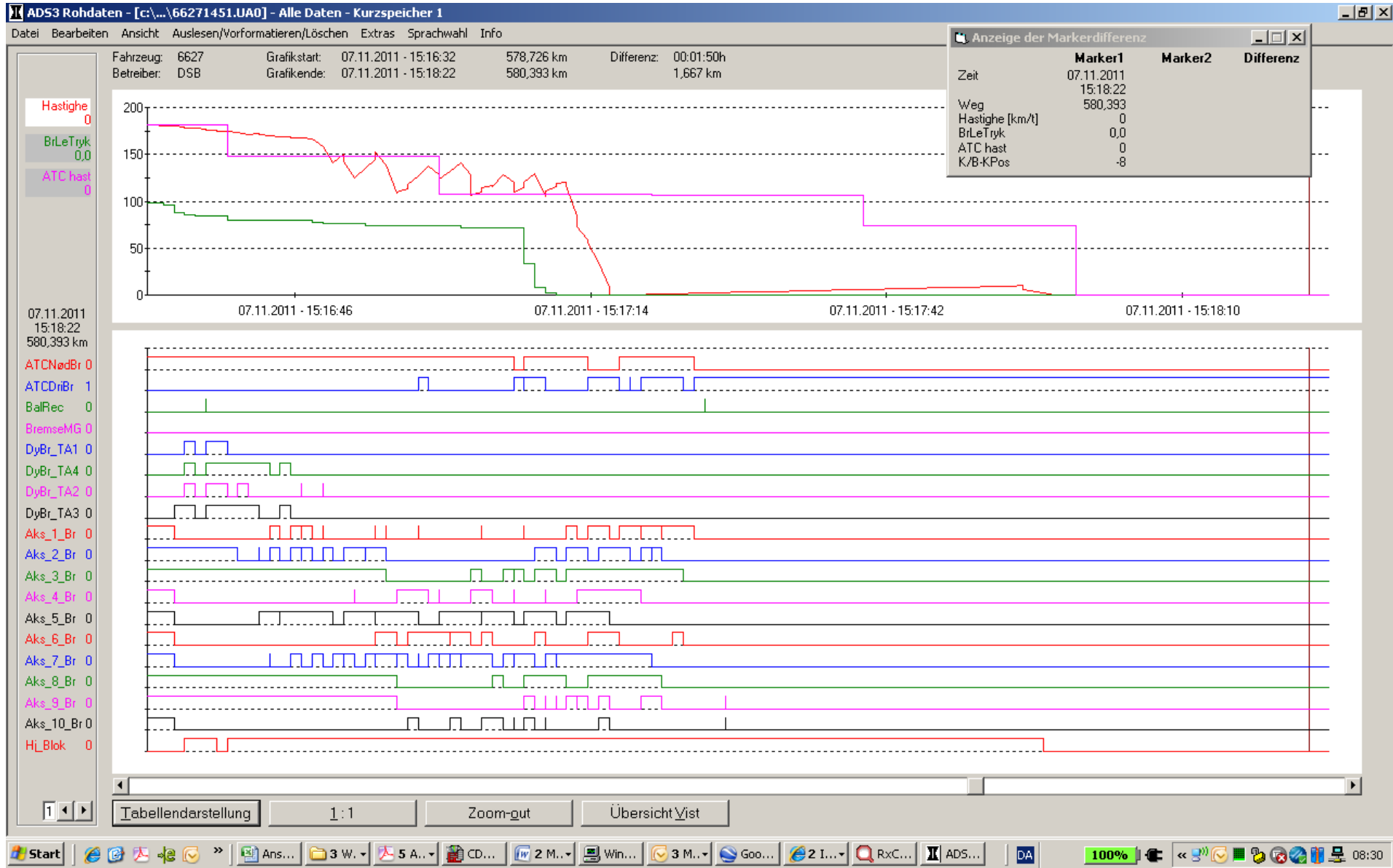


Kørselsforløb signalforbikørsel AM 2173



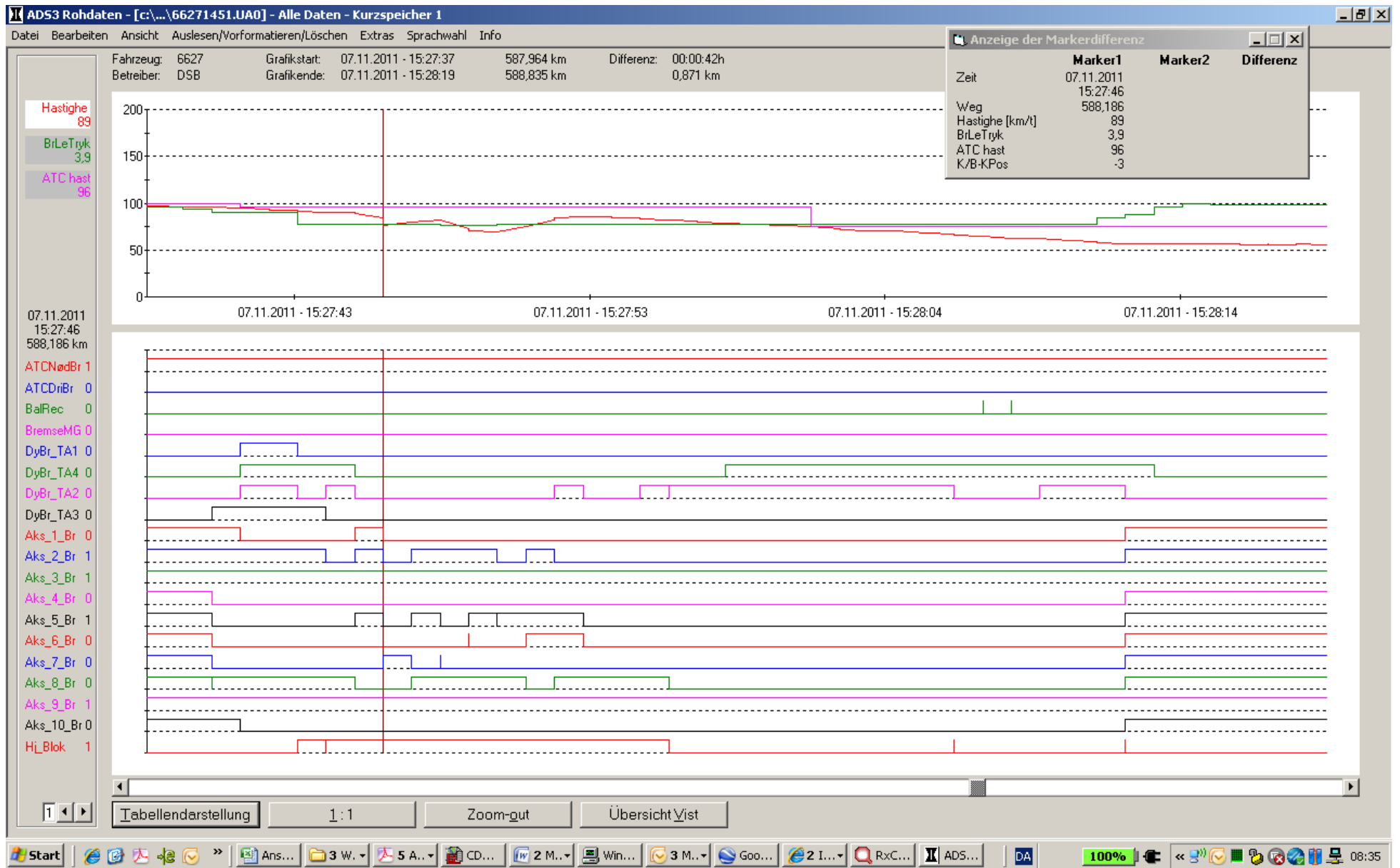
Kørselsforløb hjulblokering (delvis) i DSK-km 588,186

Havarilogudskrift MG 27 tog 27 Uv - Mv 07.11.2011



Kørselsforløb signalforbikørsel AM 2173

Bilag 3.2
 Havarikommissionen
 611-2011-23



Kørselsforløb hjulblokering (delvis) i DSK-km 588,186

Vej/km	Tid	V [km/t]	ATC V	BL	K/B pos	Balise	TL	Br	L	NMG-br	Trækraft	udk.	ATC n	ATC dr	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Hjulbloke	Hjulslip
		Hastighe	ATC has	BrLeT	PosKB	br	k	l	m	n			s	t	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	a	b			
579,545	07-11-11 15:16:50	158	148	3,8	-4	0	0	1	0			0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0		1	0		
579,556	07-11-11 15:16:50	158	148	3,8	-4	0	0	1	0			0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0		1	0		
579,560	07-11-11 15:16:50	141	148	3,8	-4	0	0	1	0			0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0		1	0		
579,581	07-11-11 15:16:50	141	148	3,8	-4	0	0	1	0			0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0		1	0		
579,591	07-11-11 15:16:51	150	148	3,8	-4	0	0	1	0			0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0		1	0		
579,598	07-11-11 15:16:51	150	148	3,8	-4	0	0	1	0			0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0		1	0		
579,598	07-11-11 15:16:51	150	148	3,8	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0		1	0		
579,602	07-11-11 15:16:51	150	148	3,8	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0		1	0		
579,606	07-11-11 15:16:51	150	148	3,8	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0		1	0		
579,616	07-11-11 15:16:51	150	148	3,8	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0		1	0		
579,616	07-11-11 15:16:51	150	148	3,8	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0		1	0		
579,616	07-11-11 15:16:51	150	148	3,8	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0		1	0		
579,624	07-11-11 15:16:51	142	148	3,8	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0		1	0		
579,624	07-11-11 15:16:51	142	148	3,8	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0		1	0		
579,636	07-11-11 15:16:52	142	148	3,8	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0		1	0		
579,643	07-11-11 15:16:52	142	148	3,8	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0		1	0		
579,648	07-11-11 15:16:52	125	148	3,8	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0		1	0		
579,657	07-11-11 15:16:52	125	148	3,8	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0		1	0		
579,657	07-11-11 15:16:52	125	148	3,8	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0		1	0		
579,664	07-11-11 15:16:53	125	148	3,8	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0		1	0		
579,664	07-11-11 15:16:53	125	148	3,8	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0		1	0		
579,670	07-11-11 15:16:53	125	148	3,8	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0		1	0		
579,679	07-11-11 15:16:53	135	148	3,8	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0		1	0		
579,679	07-11-11 15:16:53	135	148	3,7	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0		1	0		
579,693	07-11-11 15:16:53	135	148	3,7	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0		1	0		
579,703	07-11-11 15:16:54	135	148	3,7	-5	0	0	1	0			0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0		1	0		
579,703	07-11-11 15:16:54	135	148	3,7	-5	0	0	1	0			0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0		1	0		
579,707	07-11-11 15:16:54	144	148	3,7	-5	0	0	1	0			0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0		1	0		
579,707	07-11-11 15:16:54	144	148	3,7	-5	0	0	1	0			0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0		1	0		
579,727	07-11-11 15:16:54	144	148	3,7	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0		1	0		
579,732	07-11-11 15:16:54	144	148	3,7	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0		1	0		
579,738	07-11-11 15:16:54	153	148	3,7	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0		1	0		
579,738	07-11-11 15:16:54	153	148	3,7	-5	0	0	1	0			0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0		1	0		
579,743	07-11-11 15:16:55	153	148	3,7	-5	0	0	1	0			0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0		1	0		
579,743	07-11-11 15:16:55	153	148	3,7	-6	0	0	1	0			0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0		1	0		
579,749	07-11-11 15:16:55	153	148	3,7	-6	0	0	1	0			0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0		1	0		
579,767	07-11-11 15:16:55	139	148	3,7	-6	0	0	1	0			0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0		1	0		
579,767	07-11-11 15:16:55	139	148	3,7	-6	0	0	1	0			0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0		1	0		
579,775	07-11-11 15:16:55	139	148	3,7	-6	0	0	1	0			0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0		1	0		
579,780	07-11-11 15:16:55	139	148	3,7	-6	0	0	1	0			0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0		1	0		
579,780	07-11-11 15:16:56	139	148	3,7	-6	0	0	1	0			0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0		1	0		
579,783	07-11-11 15:16:56	109	148	3,7	-6	0	0	1	0			0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0		1	0		
579,788	07-11-11 15:16:56	109	148	3,7	-6	0	0	1	0			0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0		1	0		
579,788	07-11-11 15:16:56	109	148	3,7	-6	0	0	1	0			0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0		1	0		
579,788	07-11-11 15:16:56	109	148	3,7	-6	0	0	1	0			0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0		1	0		
579,791	07-11-11 15:16:56	109	148	3,7	-6	0	0	1	0			0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0		1	0		
579,791	07-11-11 15:16:56	109	148	3,7	-6	0	0	1	0			0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0		1	0		
579,798	07-11-11 15:16:56	110	148	3,7	-6	0	0	1	0			0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0		1	0		
579,798	07-11-11 15:16:56	110	148	3,7	-6	0	0	1	0			0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0		1	0		
579,806	07-11-11 15:16:56	110	148	3,7	-6	0	0	1	0			0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0		1	0		
579,809	07-11-11 15:16:57	110	148	3,7	-6	0	0	1	0			0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1		1	0		
579,812	07-11-11 15:16:57	113	148	3,7	-6	0	0	1	0			0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1		1	0		

Vej/km	Tid	V [km/t]	ATC V	BL	K/B pos	Balise	TL	Br	TL	NMG-br	Trækraft	udk.	ATC n	ATC dr	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Hjulbloke	Hjulslip
		Hastighe	ATC has	BrLeT	PosKB	br	k	l	m	n	s	t	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	a	b					
580,082	07-11-11 15:17:04	114	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	
580,086	07-11-11 15:17:04	114	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	
580,093	07-11-11 15:17:05	114	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	
580,097	07-11-11 15:17:05	114	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	
580,101	07-11-11 15:17:05	117	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	
580,105	07-11-11 15:17:05	117	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	
580,113	07-11-11 15:17:05	116	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	
580,113	07-11-11 15:17:05	116	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	
580,116	07-11-11 15:17:05	116	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	
580,124	07-11-11 15:17:06	116	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	
580,130	07-11-11 15:17:06	116	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	
580,138	07-11-11 15:17:06	116	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	
580,142	07-11-11 15:17:06	128	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	
580,161	07-11-11 15:17:07	128	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	
580,161	07-11-11 15:17:07	128	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	
580,161	07-11-11 15:17:07	128	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	
580,173	07-11-11 15:17:07	120	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	
580,173	07-11-11 15:17:07	120	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	
580,177	07-11-11 15:17:07	120	107	3,6	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	
580,180	07-11-11 15:17:07	120	107	3,6	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	
580,185	07-11-11 15:17:07	120	107	3,6	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	
580,185	07-11-11 15:17:07	120	107	3,6	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	
580,185	07-11-11 15:17:07	120	107	3,6	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	
580,189	07-11-11 15:17:07	110	107	3,6	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	
580,189	07-11-11 15:17:07	110	107	3,6	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	
580,192	07-11-11 15:17:07	110	107	3,6	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	
580,192	07-11-11 15:17:08	110	107	3,6	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	
580,192	07-11-11 15:17:08	110	107	3,6	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	
580,199	07-11-11 15:17:08	110	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	
580,199	07-11-11 15:17:08	110	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	
580,199	07-11-11 15:17:08	110	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	
580,203	07-11-11 15:17:08	115	107	3,6	-7	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	
580,203	07-11-11 15:17:08	115	107	3,6	-7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	
580,203	07-11-11 15:17:08	115	107	1,7	-7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	
580,203	07-11-11 15:17:08	115	107	1,7	-8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	
580,212	07-11-11 15:17:08	115	107	1,7	-8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	
580,212	07-11-11 15:17:08	115	107	1,7	-8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	
580,220	07-11-11 15:17:08	120	107	1,7	-8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	
580,220	07-11-11 15:17:08	120	107	1,7	-8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	
580,220	07-11-11 15:17:08	120	107	1,7	-8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	
580,220	07-11-11 15:17:08	120	107	1,7	-8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	
580,223	07-11-11 15:17:09	120	107	1,7	-8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	
580,229	07-11-11 15:17:09	120	107	1,7	-8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	
580,232	07-11-11 15:17:09	120	107	1,7	-8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	
580,243	07-11-11 15:17:09	120	107	0,4	-8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	
580,243	07-11-11 15:17:09	120	107	0,4	-8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	
580,247	07-11-11 15:17:09	130	107	0,4	-8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	
580,247	07-11-11 15:17:09	130	107	0,4	-8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	
580,260	07-11-11 15:17:10	130	107	0,2	-8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	
580,260	07-11-11 15:17:10	130	107	0,2	-8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	
580,265	07-11-11 15:17:10	105	107	0,2	-8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	
580,265	07-11-11 15:17:10	105	107	0,2	-8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	

Vej/km	Tid	V [km/t]	ATC V	BL	K/B pos	Balise	TL	Br	TL	NMG-br	Trækraft	udk.	ATC n	ATC dr	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Aks	Hjulbloke	Hjulslip	
		Hastighe	ATC has	BrLeT	PosKB	br	k	l	m	n	s	t	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	a	b						
580,265	07-11-11 15:17:10	105	107	0,2	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,265	07-11-11 15:17:10	105	107	0,2	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,272	07-11-11 15:17:10	105	107	0,1	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,272	07-11-11 15:17:10	105	107	0,1	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,275	07-11-11 15:17:10	105	107	0,1	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,280	07-11-11 15:17:10	111	107	0,1	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,283	07-11-11 15:17:10	111	107	0,1	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,294	07-11-11 15:17:11	116	107	0,1	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,303	07-11-11 15:17:11	116	107	0,1	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,303	07-11-11 15:17:11	116	107	0,1	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,308	07-11-11 15:17:11	119	107	0,1	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,311	07-11-11 15:17:11	119	107	0,1	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,314	07-11-11 15:17:11	119	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,314	07-11-11 15:17:11	119	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,323	07-11-11 15:17:12	119	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,331	07-11-11 15:17:12	119	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,334	07-11-11 15:17:12	120	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,334	07-11-11 15:17:12	120	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,334	07-11-11 15:17:12	120	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,339	07-11-11 15:17:12	117	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,348	07-11-11 15:17:12	117	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
580,351	07-11-11 15:17:13	117	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	
580,355	07-11-11 15:17:13	84	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	
580,357	07-11-11 15:17:13	84	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	
580,359	07-11-11 15:17:13	84	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
580,364	07-11-11 15:17:13	84	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
580,369	07-11-11 15:17:13	73	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
580,376	07-11-11 15:17:14	73	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
580,378	07-11-11 15:17:14	59	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
580,380	07-11-11 15:17:14	59	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	
580,382	07-11-11 15:17:14	56	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	
580,382	07-11-11 15:17:14	56	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	
580,385	07-11-11 15:17:14	56	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	
580,386	07-11-11 15:17:14	56	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	
580,387	07-11-11 15:17:15	35	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	
580,387	07-11-11 15:17:15	35	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	
580,388	07-11-11 15:17:15	35	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,388	07-11-11 15:17:16	35	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
580,388	07-11-11 15:17:16	35	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	
580,388	07-11-11 15:17:16	35	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	
580,389	07-11-11 15:17:16	8	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	
580,389	07-11-11 15:17:16	8	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	
580,389	07-11-11 15:17:16	0	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	
580,389	07-11-11 15:17:17	0	107	0	-8	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
580,389	07-11-11 15:17:17	0	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	
580,389	07-11-11 15:17:17	0	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
580,389	07-11-11 15:17:17	0	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
580,389	07-11-11 15:17:17	0	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
580,389	07-11-11 15:17:18	0	107	0	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	

Kort notat omkring undersøgelse af skinnerne (højre side mod Odense) mellem Langeskov og Marslev - AM signal 2153 - AM signal 2173 og hen til I-signal i Marslev.

Torsdag aften den 10.11.2011 var undertegnede på observation i førerrummet på Lyn 55. Lokoføreren foretog to fuldbremninger uden brug af skinnebremsen ved henholdsvis 2. afstandsmærke til AM 2153 og 3. afstandsmærke til AM 2173. Begge nedbremninger foregik uden udluftning af bremsecylindrene, og uden at toget kørte i "slæde".

I forbindelse med observationer i førerrummet blev der observeret en "streg" mellem skinnerne, der kunne indikerer et oliespild eller lignende.

Fredag den 11.11.2011 var undertegnede og Jørgen Hansen fra Banedanmark på besigtigelse af selve skinnelegemet mellem Langeskov og Marslev, for at efterse om der var tale om oliespild eller lignende på skinnerne i højre side mod Odense.

Først blev stykket mellem AM signal 2173 og I signalet til Marslev eftersat - der var ingen indikationer på oliespild på skinnerne - ej heller på andre elementer kunne skabe "glatte/fedtede" skinner.

Oliespildet, (den sorte streg) som blev observeret dagen før fra førerrummet i Lyn 55, var reelt kun små dryp af olie af ældre dato (meget indtørret). Dette har ikke haft nogen indvirkning eller betydning for bremseevnen på nogen måde.

Sporstykket mellem AM 2153 og 2173 blev gennemgået med start ca. 200 meter før 2. afstandsmærke fra AM signal 2173, hvor det vil være mest sandsynligt, at en fuldbremning er indtruffet (AM signal 2153 passeres med visningen "kør" og forvent stop på næste signal AM 2173).

Når signalet AM 2153 passeres vil lokomotivføreren sandsynligvis sætte kørekontrolleren i stilling 0 - herefter vil lokomotivføreren påbegynde en nedbremning umiddelbart ved passage af 1. afstandsmærke, således at en fuldbremning er indtruffet umiddelbart før passage af 2. afstandsmærke. Derfor er sporstykket ca. 1000 meter før AM signal 2173 undersøgt for oliespild og særlige slidmærker p.g.a. "slædekørsel".

Der blev ikke fundet nogen tegn på oliespild eller lignende på selve skinnerne, herunder heller ikke særlige slidmærker efter "slædekørsel".

På strækningen umiddelbart efter 1. afstandsmærke og frem til AM signal 2173 er der vegetation på begge sider, herunder lidt beboelse med træer og hække. Vegetationen vil kunne medvirke til "glatte/fedtede" skinner - Umiddelbart efter AM signal 2173 er der åbent på begge sider af banelegemet, og således ikke grundlag for "glatte/fedtede" skinner. Der er heller ikke vegetation fra AM signal 2153 til umiddelbart efter 1. afstandsmærke hen i mod AM signal 2173.

AM signal 2173 kan først ses få meter umiddelbart 2. afstandsmærke. Såfremt fuldbremningen først er påbegyndt her, er det ikke usandsynligt at toget er kørt i "slæde" med aktive blokeringsbeskyttere helt hen forbi AM signal 2173 p.g.a. "glatte/fedtede" skinner, der er opstået p.g.a. meget stor fugtighed (tæt tåge) i luften og "bladsaft" fra vegetationen på netop dette sted. Umiddelbart efter AM signal 2173 er der ingen vegetation, hvilket medfører at "glatte/fedtede" skinner ophører kort efter passage af signalet.

Undersøgelsen er foretaget i samarbejde med Banedanmark V/Jørgen Hansen Odense via områdeleder Tom Larsen Fredericia, samt Hardy Olsen fra DSB Risk Management.

Med venlig hilsen
Hardy Olsen



PRØVNINGSRAPPORT

Undersøgelse af materiale opsamlet fra jernbaneskinner.

Udarbejdet for:

Havarikommissionen for Civil Luftfart og Jernbane
Langebjergvænget 21
4000 Roskilde

Att.: Søren Groth

2011.12.20



Prøvningsrapport

- Rapport nr.:** 2011561
- Rekvirent:** Havarikommissionen for Civil Luftfart og Jernbane
Langebjergvænget 21
4000 Roskilde
- Att.: Søren Groth*
- Opgave:** Undersøgelse af materiale opsamlet fra jernbaneskiner.
- Prøver modtaget:** 8. december 2011
- Prøvetagning ved:** rekvirent
- Prøvning foretaget:** uge 50 og 51, 2011
- Prøvningsresultat:** Resultaterne af prøvningen samt redegørelse for anvendt(e) metode(r) er anført på rapportens side 3, og vedrører kun de(t) prøvede emne(r).

Prøvningen er udført på almindelige vilkår for rekvirerede opgaver på Teknologisk Institut.

Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis rapporten er offentlig tilgængelig, eller hvis Center for Mikroteknologi og Overfladeanalyse har godkendt uddraget.

Center for Mikroteknologi og Overfladeanalyse, Taastrup
den 2011.12.20

Pia Wahlberg
Sektionsleder

Kenneth Haugshøj
Cand. scient.



INDLEDNING

Center for Mikroteknologi og Overfladeanalyse, Teknologisk Institut, har for Havarikommissionen for Civil Luftfart og Jernbane foretaget en undersøgelse af materiale opsamlet fra jernbaneskiner. Materialet er opsamlet på små træpinde. Materialet er undersøgt med henblik på identifikation. Prøverne var mærket: Prøve 1 til prøve 5.

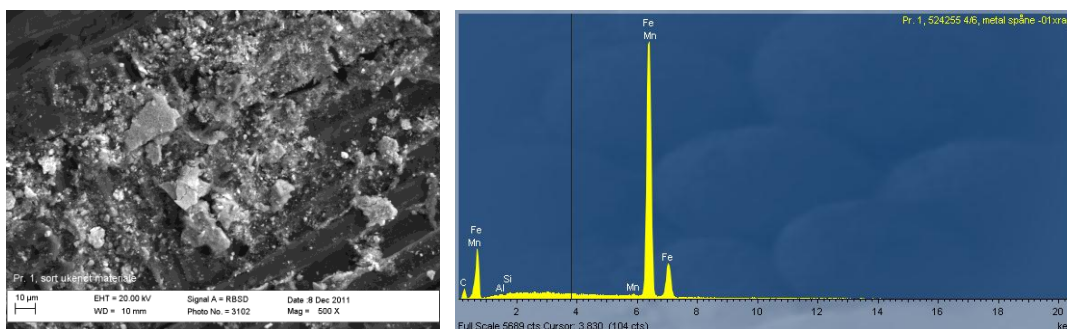
Materialet opsamlet i de fem prøver er mørkt. Materialet er efter klargøring undersøgt ved:


- Scanning elektronmikroskopi (SEM) forsynet med faciliteter til røntgenmikroanalyse (EDX). Ved SEM/EDX-undersøgelsen identificeres strukturen og grundstofsammensætningen af prøverne. Struktur og grundstofsammensætning dokumenteres i henholdsvis SEM-billeder og røntgenspektre.
- Infrarød spektrometri (FT-IR) for indhold af organisk materiale.

RESULTATER

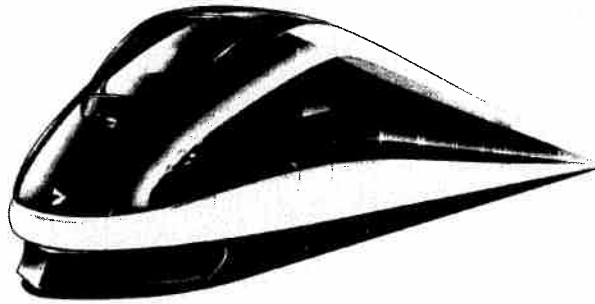
Resultatet af undersøgelsen viser, at de fem prøver af mørkt materiale opsamlet fra jernbaneskiner alle er dannet af en blanding af rust (jernoxid), sandkorn og små sten (silikater). Der er i prøverne ikke påvist olie eller fedt.

Nedenfor er vist et SEM-billede og et røntgenspektrum opsamlet fra en typisk prøve (prøve 1). SEM-billedet er taget ved en forstørrelse på 500 gange. Røntgenspektrummet viser, at materialet opsamlet fra skinnerne består af ilt (O), jern (Fe) og silicium (Si). Materialet vurderes ud fra struktur og grundstofsammensætning at være dannet af jernoxid og silikater:



 AnsaldoBreda	QUP – P/N AA02JG2	Pagina/Page	1
	<i>DRDT 15 – BRAKE STATIC TEST</i>	di/of	8
TEST REPORT			

DMU - IC4



DRDT 15

PROVA DI SERIE SUL VEICOLO
VEHICLE ROUTINE TEST

BRAKE STATIC TEST

TEST REPORT


TEST RESULT

TRAIN N. 27

Performed 17/11/11

DATA / DATE <u>17/11/11</u>			
M1C N° TELAIO / UNDERFRAME No. <u>AA01KVZ/071/B</u>	T2HK N° TELAIO / UNDERFRAME No. <u>AA01KW0/023/O</u>	T3 N° TELAIO / UNDERFRAME No. <u>AA01KW1/024/O</u>	M4C N° TELAIO / UNDERFRAME No. <u>AA01KVZ/066/B</u>



 AnsaldoBreda	QUP – P/N AA02JG2 <i>DRDT 15 – BRAKE STATIC TEST</i>	Pagina/Page 2
	TEST REPORT	di/of 8

	Expected value	Actual value
Ground fault value	-0,5 v < g.f. < 0,5	

Software Configuration in accordance to relevant design configuration document


Rev..... *DSB PAKKE 1*

Table of the Results

9.1 Prove preliminari Preliminary test

Ref. Procedure	Expected Value	OK
9.1.1 Controllo magnetotermici Switch control	OK	/
9.1.2 Controllo essiccatori Air dryer control	OK	
9.1.3 Controllo rubinetti Cocks control	OK	
9.1.4 Controllo pressostati Pressure switch control	OK	
9.1.5 Corrispondenza pneumatica e elettrica degli assi Pneumatic and electric correspondence of the axles	M1C OK	OK
	T3 OK	OK
	M4C OK	OK
9.1.6 Corrispondenze EVS, EVF, Dump valve EVS, EVF, Dump valve correspondence	a) OK	OK
	b) OK	OK
	c) OK	OK
	d) OK	OK
	e) OK	OK
	f) OK	OK
9.1.7 Verifica funzionale dispositivo 5A50 Functional check of 5A50 devices	a) OK	/
	b) OK	
9.1.8 Verifica trasduttori 5B51→5B60 Check of 5B51→5B60 transducers	a) OK	/

15/11 

 AnsaldoBreda	QUP – P/N AA02JG2	Pagina/Page	3
	<i>DRDT 15 – BRAKE STATIC TEST</i>	di/of	8
TEST REPORT			

9.2 PROVE SULLA PRIMA MOTRICE Test on the First Motor Coach

9.2.1 Prove Funzionali Freno Pneumatico Pneumatic Brake Functional Test

Ref. Procedure		Expected Value	OK
9.2.1.1 Pattini Magnetic Tracke Brake	a)	OK	
	b)	OK	
	c)	OK	
	d)	OK	
	e)	OK	
	f)	OK	
	g)	OK	
	h)	OK	
	i)	OK	
	j)	OK	
	k)	OK	
	l)	OK	
	m)	OK	
	n)	OK	
	o)	OK	
	p)	OK	
	q)	OK	
	r)	OK	
	s)	OK	
	t)	OK	
	u)	OK	
v)	OK		
w)	OK		
x)	OK		
y)	OK		
z)	OK		
Verifica CFG 1419 CFG 1419 verification		OK	
9.2.1.2 Test freno di parcheggio Test of parking brake	a)	OK	
Controlli in M1C Check in M1C	a)	OK	
	b)	OK	
	c)	OK	
	d)	OK	
	e)	OK	
	f)	OK	
Controlli in T3 Check in T3	a)	OK	
	b)	OK	
	c)	OK	
	d)	OK	

According to the procedure AA02JG2 DRDT15 rev14

16/11 



Ref. Procedure		Expected Value	OK
	e)	OK	
	f)	OK	
	g)	OK	
	h)	OK	
	i)	OK	
Controlli in M4C Check in M4C	a)	OK	
	b)	OK	
	c)	OK	
	d)	OK	
	e)	OK	
	f)	OK	
Section Added for DMU1773	a)	OK	
	b)	OK	
	c)	OK	
	d)	OK	
	e)	OK	
	f)	OK	
Test Funzionale Functional test	a)	OK	
	b)	OK	
	c)	OK	
	d)	OK	
	e)	OK	
	f)	OK	
Secondo Carrello Second Boogie	a)	OK	
	b)	OK	
	c)	OK	
	d)	OK	
	e)	OK	
	f)	OK	
Terzo Carrello Third Boogie	g)	OK	
	h)	OK	
	i)	OK	
	j)	OK	
	k)	OK	
	Quarto Carrello Fourth Boogie	l)	OK
m)		OK	
n)		OK	
o)		OK	
p)		OK	



9.2.1.3 Verifica delle pressioni delle sospensioni dei cilindri freno a tara
Check of the pressure of suspension and of brake cylinders at tara load

Condition	Acronymus	BOGIE 1		BOGIE 2		BOGIE 3		BOGIE 4		BOGIE 5	
		TP _{LP}	TP _{PFA}	TP _{LP}	TP _{PFA}	TP _{LP}	TP _{PFA}	TP _{LP}	TP _{PFA}	TP _{LP}	TP _{PFA}
		[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]
TARE	AWO	5.6 ±0,5	2.7 ±0,2	4.7 ±0,7	2.7 ±0,2	4.2 ±0,7	3 ±0,2	4.7 ±0,7	2.7 ±0,2	5.6 ±0,5	2.7 ±0,2
			Axle 1		Axle 3		Axle 5		Axle 7		Axle 9
			Axle 2		Axle 4		Axle 6		Axle 8		Axle 10

Ref. Procedure	Expected Value	OK	
9.2.1.4 Frenatura di sicurezza attraverso il master controller, il fungo e l'uomo morto a tara Safety brake by means of master controller, mushroom push button, and dead man at tare load	a)	OK	
	b)	OK	
	c)	OK	
	d)	OK	
	e)	OK	
	f)	OK	
	g)	OK	


9.2.2 Prove funzionali freno elettro-pneumatico**Electro-pneumatic brake functional test**

Ref. Procedure	Expected Value	OK	
9.2.2.1 Verifica posizioni del manettino Master controller position check	OK		
9.2.2.1 Freno elettro-pneumatico a tara Electro-pneumatic at tare load	OK		
9.2.2.2 Freno elettro-pneumatico a tara Electro-pneumatic at tare load	a)	OK	
	b)	OK	
	c)	OK	
	d)	OK	
	e)	OK	
	f)	OK	
	g)	OK	
	h)	OK	
	i)	OK	
	j)	OK	
	k)	OK	
l)	OK		
m)	OK		
n)	OK		



Ref. Procedure		Expected Value	OK
9.2.3 Test automatico del freno (commutazione freno EP/IP) Automatic brake test (brake EP/IP)	a)	OK	/
	b)	OK	
9.2.3.1 Isolamento assi Carrello Bogie axle isolation	a)	OK	
	b)	OK	
	c)	OK	
	d)	OK	
	e)	OK	
	f)	OK	
	g)	OK	
	h)	OK	
	i)	OK	
	j)	OK	
	k)	OK	
	l)	OK	
	m)	OK	
	n)	OK	
	o)	OK	
	p)	OK	
q)	OK		
r)	OK		
s)	OK		
t)	OK		

Ref. Procedure		Expected Value	OK
9.2.4 Test WSP	a)	OK	ok
	b)	OK	ok
	c)	OK	ok
	d)	OK	ok
9.2.5 Test rilascio forzato holding brake 4S17 Test of forced release of holding brake by 4S17	a)	OK	/
	b)	OK	
9.2.6 Test Ungibordo Wheel flange lubrication system test		OK	/

 AnsaldoBreda	QUP – P/N AA02JG2	Pagina/Page	7
	<i>DRDT 15 – BRAKE STATIC TEST</i>	di/of	8
TEST REPORT			

9.3 PROVE SULLA SECONDO MOTRICE TEST ON THE SECOND MOTOR COACH

9.3.1 Prove Funzionali Freno Pneumatico Pneumatic Brake Functional Test

Ref. Procedure	Expected Value	OK
9.3.1.1 Pattini Magnetic Tracke Brake Verifica CFG 1419 CFG 1419 verification	OK	/
9.3.1.2 Test freno di parcheggio Test of parking brake	a) OK	
	b) OK	
	c) OK	
9.3.1.3 Frenatura di sicurezza attraverso il master controller, il fungo e l'uomo morto a tara Safety brake by means of master controller, mushroom push button, and dead man at tare load	a) OK	
	b) OK	
	c) OK	
	d) OK	
	e) OK	
f) OK		
g) OK		

Ref. Procedure	Expected Value	OK
9.3.2 Test automatico del freno Automatic brake test	a) OK	OK
	b) OK	OK

Ref. Procedure	Expected Value	OK
9.2.6 Test Ungibordo Wheel flange lubrication system test	OK	/





AnsaldoBreda

QUP – P/N AA02JG2
DRDT 15 – BRAKE STATIC TEST

TEST REPORT

Pagina/Page **8**

di/of **8**

NOTE (ELENCO OPEN-ITEM):

NOTES (OPEN ITEMS LIST):

LISTA MANCANTI:

MISSING PARTS LIST:

DEVIAZIONI RISPETTO ALLA PROCEDURA:

DEVIATIONS FROM THE PROCEDURE:

ELENCO ALLEGATI:

ATTACHMENTS LIST:

SEE ATTACHMENT TO THE TEST REPORT OF DRDT 15 CARRIEN OUT ON TRAIN 27

STRUMENTI / INSTRUMENTS

TIPO <i>TYPE</i>	N° MATR. <i>SERIAL NUMBER</i>	DATA CALIBRAZIONE <i>DATE OF CALIBRATION</i>

ESITO DEL TEST / TEST RESULT

INCOMPLETO <i>INCOMPLETE</i>	<input type="checkbox"/>	CONFORME <i>COMPLIANT</i>	<input checked="" type="checkbox"/>
--	--------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

Firma del collaudatore:

Tester's signature:

Firma dell'ispettore:

Inspector signature:

De Kistevoss, DSB
Diego Toffi, AB
Renzo... AB

DATA:

DATE: 17/11/2011

According to the procedufe AA02JG2 DRDT15 rev14

19/11/11

[Handwritten signature]

Attachment to the test report of DRDT 15 carried out on Train 27

Participants:

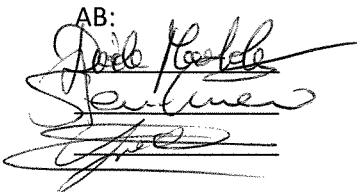
AB Gabriele Casella
Davide Marandola
Marco Storri

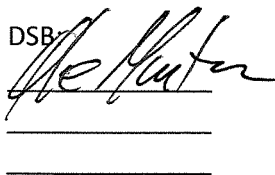
DSB Ole Mårtesson
Enrik Just
Steen L. Andersen

AIB Bo Haaning
Søren Groth

NOTE:

- Wheel Diameter in the BCU-T3 on axle 5 it was set to 860mm instead of the real diameter of **849mm**
- The reason why was isolated both Magnetic Track Brakes could be the message CCU_PA 111 and CCU_PA 112 relevant to the error code on 5K07 M1 and 5K07 M4 have been wrong translated on the Danish MMI Database. 5K07 has been exchanged with 5E07 relevant to the PAP - pressure switch for Magnetic Track Brake.

AB:


DSB:


AIB:

18/6 

Test program and principal test report for MG5627 Vojens 01 - 05 Dec 2011.

Revised on the 8th of December

The A and B where the planed program.

Bilag 4.4
Havarikommissionen
611-2011-23

Priority 1

TEST record number	Test Identificat ion	Description	Brake mode	V0 km/h	File name	Criteria m/s ²	Braking distance m	Start Braking line Km Km	Remark and time	Driving from M1C or M4C
1	2/12	A1	Speed Step up (Dry)	7' + HD	120		550	65.0	11.15	M4C
22	3/12	A1/1			120		550	70.2	17.04	M1C
2		A2	Speed Step up (7' + HD		140		700	70	11.25	M4C
3		A1/2	Speed Step up (Dry)		120	Failed			11:52	M1C
4	2/12	A3	Speed Step up (8' + MTB ej HD		160		650	69.6	13:00	M4C
23	3/12	A3/5			160		900	68		M4C
5		A4	Speed Step up (8' + MTB		180		850	69.6	13.24	M1C
6		SSV	Speed signal verification dry track		180	GPS failed due to missing power but all BCU was recorded.	Check in the DLU and BCU plus ATC logger unit.		3 timeouts of 60 sec. before standstill by MTB. One PP switched off before and during retardation.	M4C
7		BCU SCAL	BCU takes the highest of the axle speeds?		180	Brake in step 7 can maybe be made A4	11:50	69.6	Aprox 15.12	M1C
15		A5/1	Dry track	7' + HD	160		950	65	18.57 light rain much slide but only at top speed.	M4C
20		A6	Dry track	7' - HD	160	Ok Files	900	66	20:51	M4C
24		A6/1	Dry track	7' - HD	160		900	70.2	17:31	M1C
21		A7	Dry track	7' - HD	160		950	73	20:57 warm brakes	M4C
16		A5/2					950	85	19:07 Not triggered correct GPS fails in M1C.	M1C
17		A5/3							Fail because of PP3 drop out	
18		A5/4				Ok Files	925	74	20.18	M1C
		A8	Dry track	8' + MTB	160					
		A9	Dry track	8' + MTB	180					
12		A10	Dry track	8' - MTB	160	Not all file	850	84	ca 17:12	M4C
13		B11	Dry track	8' - MTB	160		800	87	18:12:00 light rain some slide	M1C
11		A12	Dry track	8' - MTB	180		950	70	17:02	M4C
14		A13	Dry track	8' - MTB	180		1100	65	18.28 light rain much slide	M1C
		A56	Smooth Track	7' + HD	120					
		A57	Smooth Track	7' + HD	140					
		A14	Smooth Track	7' + HD	160	UIC 541-05				
		A15	Smooth Track	7' + HD	160	UIC 541-05				

A16	Smooth Track	7' - HD	160	UIC 541-05					
A17	Smooth Track	7' - HD	160	UIC 541-05					
A18	Smooth Track	8' - MTB	160	UIC 541-05					
A19	Smooth Track	8' - MTB	160	UIC 541-05					
A20	Smooth Track	8' - MTB	180	UIC 541-05					
A21	Smooth Track	8' - MTB	180	UIC 541-05					
A22	Smooth Track	8' + MTB	160	UIC 541-05					
A23	Smooth Track	8' + MTB	160	UIC 541-05					
A24	Smooth Track	8' - MTB	180	UIC 541-05					
A25	Smooth Track	8' - MTB	180	UIC 541-05					
A26	Very Smooth Tra	8' - MTB	180	WSP activity similar to incident					
A27	Very Smooth Tra	8' - MTB	180	WSP activity similar to incident					
A28	Very Smooth Tra	8' + MTB	180	WSP activity similar to incident					

Priority 2

TEST RECORD Number and Date.	Test Identification	Rail condition	Brake mode	V ₀ km/h	OK/NOK	Criteria m/s ²	Start Braking km	Braking distance M	Remark a	Driving from M1C or M4C
	B29	Dry track	7' + HD	160		$\hat{a}^3 1,0$				
	B30	Dry track	7' + HD	160		$\hat{a}^3 1,0$				
	B31	Dry track	7' + HD	160		$\hat{a}^3 1,0$				
	B32	Dry track	7' - HD	160		$\hat{a}^3 1,0$				
	B33	Dry track	7' - HD	160		$\hat{a}^3 1,0$				
	B34	Dry track	8' + MTB	160		$\hat{a}^3 1,2$				
	B35	Dry track	8' + MTB	160		$\hat{a}^3 1,2$				
	B36	Dry track	8' - MTB	160		$\hat{a}^3 1,0$				
	B37	Dry track	8' - MTB	160		$\hat{a}^3 1,0$				
33	B38/3	Very slippery 50% soap	7 + HD	160			Slide Br % lowering	1200	01.10	M1C
32	B38/2	Very slippery 50% soap	7 + HD	160			Wheel Block in soap	975 m rain	00.43	M1C
31	B38/1	Very slippery	7' + HD	160		Very smooth	Sliding Friction at aprox 4% Br % lowering	at Km 67,2 1100m	00:21	M1C
30	B38	Smooth Track	7' + HD	160		Very smooth	sliding	1150m from Km 69,8	00:00	M4C
	B39	Smooth Track	7' + HD	160		UIC 541-05				
26	B40	Smooth Track	7' - HD	160		UIC 541-05	no slide.	900	21:25	M4C
27	B41	Smooth Track	7' - HD	160		UIC 541-05 7,5%	Friction at aprox 4% Br % lowering.	1200	22:52	M1C
28	B41/1	Smooth Track	7' - HD	160		UIC 541-05 7,5%	Slide Br % lowering	not noted	23:00	M1C

29	B41/2	Smooth Track	7' - HD	160	UIC 541-05 7,5%	Slide Br % lowering	1100	23.44	M4C
	B42	Smooth Track	8' - MTB	160	UIC 541-05				
	B43	Smooth Track	8' - MTB	160	UIC 541-05				
	B44	Smooth Track	8' + MTB	160	UIC 541-05				
	B45	Smooth Track	8' + MTB	160	UIC 541-05				
	B46	Very Smooth Track	8' - MTB	180	WSP activity similar to incident				
	B47	Very Smooth Track	8' - MTB	180	WSP activity similar to incident				
	B48	Very Smooth Track	8' - MTB	180	WSP activity similar to incident				
	B49	Very Smooth Track	8' - MTB	180	WSP activity similar to incident				
	B50	Very Smooth Track	8' + MTB	180	WSP activity similar to incident				
	B51	Very Smooth Track	slowly brake step increase from 1 to 7	180	WSP activity similar to incident				
	B52	Very Smooth Track	Slowly brake step increase from 1 to 8 w/O MTB	180	WASP activity similar to incident				
	B53	Very Smooth Track	Slowly brake step increase from 1 to 8 with MTB	180	WASP activity similar to incident				

Other test made

	Cxx		Brake mode		File name	Start Braking	Braking distance	Remark time	Driving from M1C or M4C
25	C60/1	Soap	Step 7 - HD	120		Brake % write down fault on axel 5 or 6.	800	20:40	M4C
8	A54/1	Dry rails.	Time domain increase brake steps like Marslev -(MTB) step 2 at 0 sec , step 3 after 4 sec from begin, step 4 after 14sec, after 17 sec step 5, after 21 sec step 6 , after 27 sec step 7, after 34 step 8.		Several missing files	72,2	73,820=1620	15.52	M4C

9	A54/2	Dry rails.	Time domain increase brake steps like Marslev		Files OK			Not noted	16:28	M1C
10	A54/3	Dry rails.	Time domain increase brake steps like Marslev		Failed					M1C
19	A55		Like A54/x plus MTB		Part time Slide		65	1700	20.23	M1C
34	C70/1	soap + pre spay of soap mix 7 or 5%	Brake step 7 + HD	180	Much slide due soap and rain		68,2	1400	01:41	M1C
35	C70/2	soap + pre spay of soap mix 7 or 5%	Brake step 7 + HD	180	Much slide due soap and rain		68,2	1300	02:12	M1C
36	C70/3	100%soap + pre spay of soap mix 50%	Brake step 7 + HD	180	One PP Fault and therefore loss of GPS data		68,2	1300	02.44	M1C
37	C70/4	100% soap + pre spay of soap 100%	Brake step 7 + HD switch off HD during braking	180	light rain		68,8	1200	03:03	M4C
38	C80/1	50%soap + pre spay of soap mix 7 or 5%	Brake step 7 + HD and from 140 step 8 w/o MTB	180	No rain some slide		68,2	1300	03:21	M1C
39	C80/2	50% soap + pre spay of soap 50%	Brake step 7 + HD and from 140 step 8 w/o MTB	180	hardly no slide		68	1100	03:38	M4C
40	C90/1	50%soap + pre spay of soap mix 50%	Brake step 7 + HD and from 140 step 8 w/o MTB	180	hardly no slide		68,2	1200	03:55	M1C
41	4/12	D1/1	50%soap + pre spay of soap mix 50%	Brake step 8 - MTB	160	some slide	68,2	1000	17:03	M4C
42	D2/1	50% Soap	Brake step 8 - MTB	180	Rain + Slide	69,8	1100	17:30	M1C	
43	D1/2	50% Soap	Brake step 8 - MTB	160	little Slide	68,2	900	17:43	M4C	

44	E1/1	Shampoo on 300 m from km 69,5 to 69,8	Brake step 8 - MTB	160			69,8			M1C
45	E1/2	Shampoo on 300 m from km 69,5 to 69,8 plus 50% soap during running on front bogie	Brake step 8 - MTB	160			69,6	900	18.05	M4C
46	F1/1	Step 7 + HD after rain	Step 7 + HD after rain	180	Much slide	plus 50% soap purrede during running.	69,8	1375	19:16	M1C
47	G1/1	Food oil on rail from 69,6 - 68,9 manual and foam applied.	Step 7 + HD after light rain/hail	180	AI PFA switch ed= brake loose		69	1400	21:02	M4C
48	G1/2	10 minutes rain from G1/1	Step 7 + HD	180	Not very low cylinder pressu res.		70	1400	21.20	M1C
49	H1/1	Food oil purred onto the rail top by pump at the end of the train. Total 2,1 km (67,9- 70,0)	Step 7 + HD	180	only 173 km/h at test.		68	3100m DLU only 1823m long periods with 9 km/h on DLU.	23:35	M4C
50	I1/1	Like Marslev incident simulation in time domain. Brake step by step. Time domain increase brake steps like Marslev -(-MTB) step 2 at 0 sec , step 3 after 4 sec from begin, step 4 after 14sec, after 17 sec step 5, after 21 sec step 6 , after 27 sec step 7, after 34 step 8.	very slippery1 to 8 - MTB	180	Very low cylinder pressu res. But no WSP time out.		70	2900m GPS gave 2800m Wheel flats on Axel 4 big to be investigated was class B2 (but close to B3).	23:50	M1C

51	J1/1	Step 8 + MTB	very very slippery still and no rain	180		68	1475m train checked for big Wheel flats. No Big but many new wheel flats.	00:53	M4C
52	E1/3	Step 8 - MTB	very very slippery still and no rain	180	Drivers Speed odometer (axel 4) showed nil, the train was moving with 140 km/h. Several wheel flats after the test. Train unable to used for further test runs.	70	1650 m DLU only 289 m. Many very big wheel flats the train can not be use for test runs any more	just after 1:00	M1C

2nd of December 2011

Weather 3,9 C light wind from SW light showers and sun at the day.

Very good conditions and dry and clean rails during the day and only light showers at other time.

Test runs made 1 to and with 21. Rain during test run 12 to 14.

3rd and 4th of December.

Weather 1 to 4 degrees C fresh to moderate wind from SW max 9 m/s short showers with hail and water/snow mix time to time.

Time to time dry and clean rail condition even at night between short : rather intensive.

Test run made from 22 to and with 40.

The people on the rail cleaning vehicle after the test runs informed

4th and 5th of December.

Weather around 2 degrees C but frost on ground from around midnight

Moderate wind 5-9 m/s except from short showers with rain and hail , low wind between the showers.

The rail where first pre spayed med 50% UIC soap (grovrens) before tested run 41 to 43.

Afterwards pre spayed with shampoo but the substance look like mayonnaise and was not nicely even applied on top of the rails contact surface from km 69,5 to 69,8 = 300 m. Test run 44 to 46. at the last (46) test run 50% UIC soap was sprayed/pured in front of the front wheel during running. This did not produce very low fiction properly due the "mayonnaise" contains too little shampoo and a short rain shower can have reduced the friction.

Food oil applied from the rear end of the train uneven on top of rail from km 69,6 to - 68,9 = 700 m also by hand.

This produced very very low friction in test run 47 and 48 even in the other direction without extra oil on the rails.

The second oil spay was placed directly on top of rail at the contact surface from 2 hoses (9 mm) in a unbroken beam

This applications method works good therefore food oil was purred from km 70,0 - 67,9 = 2,1 km

Following 4 test runs 49-52 where made without adding more oil on the rail surface.

After the test runs the rail was washed.

 DSB	IC4 IC2	IC4 Programmet København Århus
--	----------------	--------------------------------------

Test Report

Test on IC4 MG5660 and IC3 MF5011 in Vojens in relation to the incident in Marslev 07 Nov. 2011

Editor Ole Mårtensson	Reviewer Lars Slott J.	
---------------------------------	----------------------------------	--

Doc. Id.	Rev.	Project	Journal id	Dok. date	Printed	Page
P000235356	01	IC4 Program	Rb 001.305	03-05-2012	03-05-2012	1/24

1 Introduction

- The 07 Nov. 2011, MG5627 passed a signal in red close to Marslev on island Fyn in Denmark.
- Train set MG5627 was tested in Vojens in the period 02. - 05. Dec. 2011 on the east track between the stations Vojens st. (OJ) and Rødekro st. (Rg). The aim of these tests was to verify the right functionality of the Brake system on train set MG5627 and to simulate the incident in Marslev. The test report is found in ref. /1/

Train set MG5660 and IC3 MF5011 was tested in Vojens in the period of 10. - 11 Jan. 2012. The aim of this test was to compare the brake performance of IC4 MG5660 with IC3 MF5011 and IC4 MG5627 on dry track and contaminated track with very low adhesion.

2 Description of the IC4 and IC3 train set

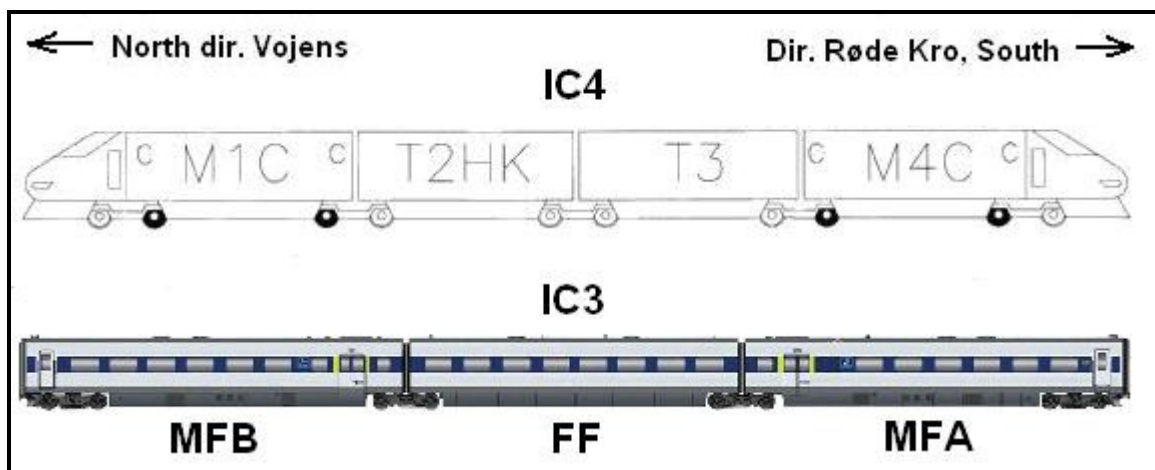


Figure 1: External Schematics of IC4 and IC3 with orientation during test in Vojens

IC4 and IC3 is a Diesel multiple train Unit (DMU) with four and three cars respectively.

Characteristics	IC4	IC3	mass
Length	86	59	m
Weight, Tara	163	97	ton
No. of axles	10	8	
Max. speed	180	180	Km/h

Figure 2: Characteristic data for IC4 and IC3

/1/ DSB, P000231742: "Test Report for test on IC4 Train set no. 27 in Vojens in relation to the incident in Marslev 07 Nov. 2011", 04-01-2012

3 Description of the Brake Systems on IC4 and IC3

Both IC4 and IC3 is equipped with an direct acting computer controlled EP-brake system, in parallel to a conventional Indirect acting pneumatic Brake System (IP), based on a distributor valve controlled 5 bar Brake Pipe system.

IC3 has separate IP and EP Brake valve on the driver's desk. In IC4 these are integrated in the Master Controller. Thus, the brake pipe pressure will always follow the brake request on IC4, on IC3 the pressure in the brake Pipe is reduced by the IP brake handle only in emergency.

Characteristics	IC4	IC3	mass
Wheel axles	10	8	
Brake Calipers	26	16	
Magnetic track Brakes	2	2	
Parking Brake Calipers	8	8	
Distributor Valves	3	2	
Brake Computers	3	2	
Brake Percentage	170	184	%
Adhesion Utilization	15	12	%

Figure 3: Brake characteristic data for IC4 and IC3

4 Test description

The test was carried out in the period of 10. - 11. Jan. 2012 on the east track between the stations Vojens station (Oj) and Rødetro station (Rg) in km 59,2 and 79,6 respectively. The IC4 and IC3 train sets was orientated according to Figure 1.

Date and time	Remarks	Weather condition
10. Jan. 2012 12:00 - 15:00	Test carried out on dry rails only.	Ambient temperature 5 °C - 6 °C. High humidity. Light wind 2 - 3 m/s from SW. Partly cloudy
11. Jan. 2012 11:00 - 16:00	Rail prepared with oil over a distance of 2,1 km started from km 67,9 to km 70,0 to reduce the adhesion to a level about or less than 2 %. Rail became prepared to times, one before test of IC4 and IC3 respectively	Ambient temperature 4 °C - 7 °C. Moderate humidity. Light wind 8 - 10 m/s from W. Cloudy. During after noon lighter wind and sun shine

Most of the test is carried out at line from km 68 to km 70. The gradient of this part of the line is given in the following table, given in direction south.

Position km	DH: Down hill UH: Up hill	Gradient
67,92 - 68,32	DH South	2,48 ‰
68,32 - 68,76	UH South	0,99 ‰
68,76 - 68,92	DH South	1,04 ‰
68,92 - 69,47		0,00 ‰
69,47 - 69,79	UH South	3,11 ‰
69,79 - 70,05	UH South	5,55 ‰
Average	UH South	0,81 ‰

Figure 4: Gradient on test line

The test participants are given in Annex G:

Doc. Id.	Rev.	Project	Journal id	Dok. date	Printed	Page
P000235356	01	IC4 Program	Rb 001.305	03-05-2012	03-05-2012	3/24

5 Test Scheme

The precondition for the test runs and the test data Id. is schematically set up in the table in Annex A.

The columns in Annex A are described in the following table:

Test No.	Test run number in the sequence	Train Set	Id. of the train set to be tested. IC4 or IC3
Test Id.	Identification name of the test. Indicating similar test condition, and comparable with test according to report /1/	Time for initiation of Brake	The time when the brake is initiated according to the Data Logging Unite (DLU) records
Description	Short description of the test performance and rail condition, dry or wet	Brake Mode	Brake type: 7': Max. Service Brake 8': Emergency Brake HD: Hydraulic Brake (Intarder) MTB: Magnetic Track Brake
Initial speed	Nominal Train velocity when the brake is Initiated	Remarks	Remarks to the test results.
Criteria	The success criteria for the test. Mainly according to the contract or relevant standards	Braking distance	The braking distance measured from the driver has applied the brake to stand still. Measured manually by marks along the track
Position	Train position on the track where the brake is initiated.	Running direction	Running direction during the test, and the Id. of the front car according to Figure 1
Data file name from recording of div. Systems	Test Id. for each system recorded during the tests. No Test Id. is due lack of test recording for the individual systems		

6 Test data

The test data is found in the file /2/ in 'MS Excel 2003'- and Adobe format
Each system has test data files according to the last eight columns table of Annex A: columns: "Data file name from recording of div. Systems". In case of absence of test Id. in these columns, no test data are available.

Where the abbreviation for the system are according to following scheme:

Abbreviation	System
IDU	Integrated Diagnostic Unite
BCU	Brake Control Unit
DLU	Data Logging Unit
TC	Train Computer
GPS	Global Positioning System

[/2/ DSB, P000235317: "Test data form test IC3 and IC4 10.-11.01.2012 \(P000235317\).rar"](#)

Doc. Id.	Rev.	Project	Journal id	Dok. date	Printed	Page
P000235356	01	IC4 Program	Rb 001.305	03-05-2012	03-05-2012	4/24

The recorded test data are described in following annexes:

Abbreviation	Train set	Annex
IDU	IC4	Annex B:
BCU	IC4	Annex C:
DLU	IC4	Annex D:
DLU	IC3	Annex E:
TC	IC4	Annex F:

Remarks to the recorded data:

- The IDU messages is not recorded on the IC3
- On IC3 the most relevant data (train speed, wheel speed, Brake cylinder Pressure, Master controller Position) from the BCU is recorded by the Train computer (TC)
- The digital DLU data on IC3 is primary restricted to data relevant for ATC only
- The available TC data of IC3 is very comprehensive and not described in annex. The headline of the data describes the data to some extend. The most relevant analog data is presented on graph in Adobe format.
- The headline of the GPS data gives good description of the data for both IC4 and IC3. The acceleration data is positive in north direction and given in the unite of gravity (g) [9,82 m/s²]

7 Correction of the measured Brake Distances

The measured Brake Distances is corrected by the up- and down hill gradient on the line and the deviation of the initial speed compared to the nominal speed.

This correction is done according to appendix F.2 of UIC 544-1, See Annex H:

8 Test results

8.1 Test results on dry track

The test on dry track was carried out on Tuesday the 10 January 2012 in Vojens.

The tests were carried out according to Test Scheme Annex A:

The test data is found in document /2/

The Brake Distances is recorded by extern GPS equipment and the train Data Logging Unite (DLU) and corrected according to sec. 7

8.1.1 IC4 Brake Distance on dry track

Test	Gradient [%.]	Test Mode	Speed [km/h]			Brake distance [m]			
			Nominal	Initial		Measured		Corrected	
				GPS	DLU	GPS	DLU	GPS	DLU
	+ Up Hill								
	- Down								
2	-4,20	7' + HD	160	161,0	161	971,0	964	926	920
3	1,22	7' + HD	160	161,5	161	943,0	941	935	939
4	-0,72	8' + MTB	180	180,5	180	918,4	922	909	918
5	-2,16	8' + MTB	180	181,0	181	959,0	950	935	926
6	-0,72	8' - MTB	180	180,5	180	1051,2	1043	1040	1037
7	-2,16	8' - MTB	180	181,1	181	1082,7	1082	1052	1053
8	-0,72	7' - HD	180	180,5	180	1151,2	1143	1138	1136
9	-2,16	7' - HD	180	181,1	181	1161,3	1157	1127	1124

Doc. Id.	Rev.	Project	Journal id	Dok. date	Printed	Page
P000235356	01	IC4 Program	Rb 001.305	03-05-2012	03-05-2012	5/24

Figure 5: IC4 Brake distance on dry track

8.1.2 IC3 Brake Distance on dry track

Test	Gradient [‰]	Test Mode	Speed [km/h]			Brake distance [m]			
	+ Up Hill		Nominal	Initial		Measured		Corrected	
	- Down			GPS	DLU	GPS	DLU	GPS	DLU
11	-2,16	8' + MTB	180	179,8	183	1088,6	1125	1073	1070
12	-0,72	8' + MTB	180	184,9	188	1104,8	1135	1041	1035
13	-2,16	8' - MTB	180	183,6	186	1425,0	1460	1341	1339
14	-0,72	8' - MTB	180	184,0	187	1410,2	1440	1340	1325

Figure 6: IC3 Brake Distance on dry track

8.2 Test results on oil contaminated rails

Before testing of IC3 and IC4 the rails was contaminated by oil over a distance of 2,1 km. The amount of oil was 65 liters and 45 liters for IC3 and IC4 respectively. The oil was only applied once before testing each train sets. There were four test runs on the same oil for IC3 and three for IC4.

Just after the contamination, the rail - wheel adhesion was fare below the range for normal UIC test program (5 % - 8 %) according UIC 544-05.

After the contamination the adhesion is expected to be 2 % or below.

8.2.1 IC3 Brake Distance on low adhesion

Prior to the test 65 litter of oil was applied to the rail head over a distance of 2,1 km. All four tests (Test 21 - 24) were carried out on the same oil.

Test	Gradient [‰]	Times on Oil	Locked Wheels	Test Mode	Speed [km/h]			Brake distance [m]			
	+ Up Hill				Nominal	Initial		Measured		Corrected	
	- Down					GPS	DLU	GPS	DLU	GPS	DLU
21	-0,81	1.	none	8' + MTB	180	184,2	187	2535,5	2520	2388	2304
22	0,81	2.	none	8' - MTB	180	187,7	191	2778,3	2805	2593	2528
23	-0,81	3.	none	8' + MTB	180	184,5	187	2396,4	2380	2251	2177
24	0,81	4.	none	8' - MTB	180	187,9	191	2685,5	2455	2500	2208

8.2.2 IC4 Brake Distance on low adhesion

Prior to the test 45 litter of oil was applied to the rail head over a distance of 2,1 km. All three tests (Test 27 - 29) were carried out on the same oil.

Test	Gradient [%o]	Times	Locked	Test Mode	Speed [km/h]			Brake distance [m]			
					Nominal	Initial		Measured		Corrected	
						GPS	DLU	GPS	DLU	GPS	DLU
	+ Up Hill	on Oil	Wheels								
	- Down										
27	0,81	1.	3, 4, 7, 8 partly	8' + MTB	180	180,0	180	2173,6	248	2201	248
28	-0,81	2.	none	8' - MTB	180	179,9	180	1658,5	1428	1645	1416
29	0,81	3.	3 partly, 4, 7, 8 partly	8' + MTB	180	180,1	180	1523,8	371	1536	372

8.2.3 Wheel locking on very low adhesion

The IC3 did not show any locked wheels during the test on low adhesion.

According to the test carried out on IC4 train set 5607 See. Document /1/, IC4 did not show any wheel lock at neither dry track nor test with adhesion within the conventional UIC test program according to UIC 544-05.

At test 27 and test 29 on very low adhesion IC4 had locked wheels.

8.2.3.1 Locked Wheels during test 27

During test 27 IC4 had locked wheels on axle 3, 4, 7 and partly on axle 8 according to BCU records. Axle 3, 4 and 7 was locked 60 % - 80 % of the Brake duration; Axle 8 was locked about 3 % of the Brake duration.

The IDU gave following five relevant messages:

No	Time	Status	Car	Description	Brake Pipe	Speed
1	15:17:11	START	M4C	Parkeringsbremse ikke helt aktiveret på MG58	0	114
2	15:17:12	END	M4C	Parkeringsbremse ikke helt aktiveret på MG58	0	124
3	15:17:19	START	M1C	Fejl på WSP hastighedsgiver på Aksel 3 på MG56	0	104
4	15:17:19	START	M1C	Fejl på WSP hastighedsgiver på Aksel 4 på MG56	0	103
5	15:17:19	START	M4C	Fejl på WSP hastighedsgiver på Aksel 7 på MG58	0	103
6	15:17:20	START	M4C	Fejl på WSP hastighedsgiver på Aksel 9 på MG58	0	104
7	15:17:28	END	M4C	Fejl på WSP hastighedsgiver på Aksel 9 på MG58	0	95
8	15:18:21	END	M4C	Fejl på WSP hastighedsgiver på Aksel 7 på MG58	1949	0
9	15:18:39	END	M1C	Fejl på WSP hastighedsgiver på Aksel 3 på MG56	4981	0
10	15:18:39	END	M1C	Fejl på WSP hastighedsgiver på Aksel 4 på MG56	4981	0

The Brake was applied at 15:16:55 and the train stand still before expire of the fault on axle 3, 4 and 7.

At 15:17:11 the Parking Brake was partly applied on the M4C car in duration of about one sec.

The speed sensors on axle 3, 4, 7 and 9 were simultaneously excluded by the WSP-system.

When the WSP exclude a speed sensor, the WSP system became inactive on the axle in question, and consequently the WSP Dump Valve pressurizes the Brake Cylinder. According to the BCU-log the WSP-system on axle 9 was active during the entire test 27, thus the message regarding axle 9 is not obviously

Doc. id.	Rev.	Project	Journal id	Dok. date	Printed	Page
P000235356	01	IC4 Program	Rb 001.305	03-05-2012	03-05-2012	7/24

8.2.3.2 Locked Wheels during test 29

The trend of wheel axle locking during test 29 is very similar to that of test 27. During test 29 IC4 had locked wheels on axle 4, 7 and partly on axle 3 and axle 8 according to BCU records. Axle 4 and 7 was locked 60 % - 80 % of the Brake duration. Axle 3 and axle 8 was locked 3 % - 5 % of the Brake duration.

The IDU gave following three relevant messages:

No	Time	Status	Car	Description	Brake Pipe	Speed
1	15:55:10	START	M1C	Parkeringsbremse ikke helt aktiveret på MG56	0	136
2	15:55:11	END	M1C	Parkeringsbremse ikke helt aktiveret på MG56	0	130
3	15:55:14	START	M1C	Fejl på WSP hastighedsgiver på Akse 4 på MG56	0	124
4	15:55:14	START	M4C	Fejl på WSP hastighedsgiver på Akse 7 på MG58	0	124
5	15:55:49	END	M1C	Fejl på WSP hastighedsgiver på Akse 4 på MG56	0	0
6	15:56:07	END	M4C	Fejl på WSP hastighedsgiver på Akse 7 på MG58	0	0

The Brake was applied at 15:54:51 and the train stand still before expire of the fault on axle 4 and 7.

At 15:55:10 the Parking Brake was partly applied on the M1C car in duration of about one sec.

The speed sensors on axle 4 and 7 were simultaneously excluded by the WSP-system. When the WSP exclude a speed sensor, the WSP system became inactive on the axle in question, and consequently, the WSP Dump Valve will pressurize the brake Cylinder.

9 Conclusion

On dry track the test results shows:

- In average the Brake Distance of the IC3 Emergency brake is about 21 % longer compared to the similar Brake application of IC4
- On IC4 the Magnetic Track brake (MTB) reduce the Brake distance with about 12 % at Emergency Brake from 180 km/h
- On IC3 the Magnetic Track brake (MTB) reduce the Brake distance with about 21 % at Emergency Brake from 180 km/h
- The consistence of the speed recorded by DLU and GPS is better on IC4 than on IC3

Before comparing the results of the brake performance of IC4 and IC3 on contaminated rails, a major reservation should be put on the contamination condition. The rails was contaminated by about 44 % (65 litter) more oil before the test of IC3, compared to the oil contamination before testing of IC4 (45 litter)

Under these reservations the test results shows:

- The IC4 has shorter brake distance than IC3.
Reservation: The track was heavier contaminated before test of IC3
- The Brake distance of all four test of IC3 extend beyond the contaminated area of about 2,1 km

Doc. Id.	Rev.	Project	Journal id	Dok. date	Printed	Page
P000235356	01	IC4 Program	Rb 001.305	03-05-2012	03-05-2012	8/24

- Only the Brake distance of the first test (27) of IC4 extend beyond the contaminated area of about 2,1 km. At the last two tests of IC4, the train stopped before leaving the contaminated area.
- As a average; On IC3 the Magnetic Track Brake (MTB) reduced the Brake Distance with 227 m, or about 9 % on a distance of 2547 m.
Reservation: Due to the fact, that the test without the MTB was done after the test with MTB, the cleaning affect of the contaminated rails will reduce the Braking Distance of the test without MTB compared to those with. The consequence is that the effect of the MTB is reduced.
- Outside expectation the Brake distance with MTB active on IC4 was about 34 % (556 m) longer than the Brake Distance without MTB active.
Reservation: Due to the fact, that the test without the MTB was done after the test with MTB, the cleaning affect of the contaminated rails will reduce the Brake Distance of the test without MTB. The consequence is that the effect of the MTB can obviously not be deducted for IC4 by these results.
- IC3 had no locked wheels during braking at contaminated rails.
IC4 had four locked wheel axles during braking at very low adhesion.
- The Brake Distances of IC4 is reduced significantly from test 27 to test 29. The best assumption is that this is due to the elevated cleaning effect by the blocked wheels. This assumption is based on the face, that the mean deceleration of IC4 during test 29 was about 0,81 m/s². This require a mean adhesion of more than 8,2 %, much above the expected adhesion after contamination of about 2 %.

In general and with the reservation on de deviation in the adhesion during the test program, IC4 shows the best performance on the Brake Distance, compared to IC3. On the ability to avoiding locking of the wheels IC3 had the best performance.

Doc. Id.	Rev.	Project	Journal id	Dok. date	Printed	Page
P000235356	01	IC4 Program	Rb 001.305	03-05-2012	03-05-2012	9/24

Annex A: Test Scheme

Test No.	Train set	Test Id.	Time for Initiation of Brake	Description	Brake mode	Initial Speed	Remarks	Criteria	Braking distance	Start Position	Running direction	Data file name from recording of div. Systems						
												km/h	m	Km	North: South:	IDU	BCU 1	BCU 2	BCU 3	DLU	TC	GPS
1	IC4	WDC/1	10.01.12 12:24	Speed signal verification on dry track	Brake step 1	180	No GPS data	All axles has same speed		69	S: M4C	X	M1C	T3	M4C	X	X	
2	IC4	A5/1	10.01.12 12:54:14	Speed Step up. Dry track	7' + HD	160	No BCU M1C date. Test repeated as test no. 3	â³ 1,0 No WSP intervention	900	69,9	N: M1C	X		T3	M4C	X	X	X
3	IC4	A5/2	10.01.12 12:58:27	Speed Step up. Dry track	7' + HD	160	OK	â³ 1,0 No WSP intervention	924 875 (GPS)	64,8	S: M4C	X	M1C	T3	M4C	X	X	X
4	IC4	A9/1	10.01.12 13:16:17	Dry track	8' + MTB	180		â³ 1,2 No WSP intervention	825	68	S: M4C	X	M1C	T3	M4C	X	X	X
5	IC4	A9/2	10.01.12 13:31:14	Dry track	8' + MTB	180		â³ 1,2 No WSP intervention	875	69,9	N: M1C	X	M1C	T3	M4C	X	X	X
6	IC4	A12/1	10.01.12 13:55:50	Dry track	8' - MTB	180		â³ 1,0 No WSP intervention	1050	68	S: M4C	X	M1C	T3	M4C	X	X	X
7	IC4	A12/2	10.01.12 14:10:52	Dry track	8' - MTB	180		â³ 1,0 No WSP intervention	1050	69,9	N: M1C	X	M1C	T3	M4C	X	X	X
8	IC4	AA/1	10.01.12 14:35:07	Dry rails.	7' - HD.	180		â³ 1,0 No WSP intervention	1100	68	S: M4C	X	M1C	T3	M4C	X	X	X
9	IC4	AA/2	10.01.12 14:49:27	Dry rails.	7' - HD.	180		â³ 1,0 No WSP	1060	69,9	N: M1C	X	M1C	T3	M4C	X	X	X

Doc. Id.	Rev.	Project	Journal id	Dok. date	Printed	Page
P000235356	01	IC4 Program	Rb 001.305	03-05-2012	03-05-2012	10/24

Test No.	Train set	Test Id.	Time for Initiation of Brake	Description	Brake mode	Initial Speed	Remarks	Criteria	Braking distance	Start Position	Running direction	Data file name from recording of div. Systems								
												IDU	BCU 1	BCU 2	BCU 3	DLU	TC	GPS		
						km/h			m	Km	North: South:									
								intervention												
10	IC3	WDC/1	10.01.12 16:29:37	Speed signal verification on dry track	Starting at Brake Step 1, at the end Brake Step 4	180		All axles has same speed		73,8	S: MFA						X			
11	IC3	A9/1	10.01.12 16:39:05	Dry track	8' + MTB	180			1100	69,8	N: MFB						X	X	X	
12	IC3	A9/2	10.01.12 16:52:24	Dry track	8' + MTB	180			1150 1146 (GPS)	68	S: MFA						X	X	X	
13	IC3	A12/1	10.01.12 17:06:23	Dry track	8' - MTB	180			1450	69,9	N: MFB						X	X	X	
14	IC3	A12/2	10.01.12 17:22:33	Dry track	8' - MTB	180			1450	68	S: MFA						X	X	X	
20	IC3	OIL	11.01.12 11:01:05 - 12:00:03	65 liters oil applied to the rail head at a speed of 2,5 km/h from the rear end of the IC3 at car MFA. From km 67,9 to km 70,0 over a distance of 2,1 km. (20 liters oil more than for the forth coming IC4 test)														X		
21	IC3	J1/1	11.01.12 12:29:22	1. run on same oil	8' + MTB Br.% = 184 %	180	Brake fault reduced the Brake power to 108 %. The reason was not shown on the screen. No wheel flats. The WSP system worked al the time and the wheels turned at speed close to the speed of the train. Mean cylinder pressure lower than 1,5 bar		2500 2421 (GPS)	69,9	N: MFB							X	X	X
22	IC3	E1/1	11.01.12 13:00:40	2. run on same oil	8' - MTB Br.% = 151 %	180	No wheel flats. The WSP system worked al the time and the wheels turned at speed close to the speed of the train. Mean cylinder pressure lower than 1,5 bar. At the end of the test, when the train has left the oiled track a fault		2800	68	S: MFA							X	X	X

Test No.	Train set	Test Id.	Time for Initiation of Brake	Description	Brake mode	Initial Speed	Remarks	Criteria	Braking distance	Start Position	Running direction	Data file name from recording of div. Systems						
												km/h	m	Km	North: South:	IDU	BCU 1	BCU 2	BCU 3	DLU	TC	GPS
							reduced the Brake Power to 113 %											
23	IC3	J1/2	11.01.12 13:20:02	3. run on same oil	8' + MTB Br.% = 184 %	180	The train speed was 96 km/h when the train left the pre oiled rails		2400 2421 (GPS)	69,9	N: MFB						X X X	
24	IC3	E1/2	11.01.12 13:37:23	4. run on same oil	8' - MTB Br.% = 151 %	180	The train speed was 122 km/h when the train left the pre oiled rails.		2250	68	S: MFA						X X X	
25	IC3	Acc	11.01.12 13:38:45	5. run on same oil	Acceleration on oiled rails. The test started at step 4. At about 30 km/h the MC was put in to step 7.	0	After last test with IC3 on oiled rails there were no flats on any of the wheels.				N: MFB						X	
26	IC4	OIL	11.01.12 14:29:42 - 15:01:45	45 liters oil applied to the rail head at a speed of 3 - 4 km/h from the rear end of the IC4 at car M1C. From km 67,9 to km 70,0 over a distance of 2,1 km. (20 liters oil less than for the previous IC3 test)														X
27	IC4	J1/1	11.01.12 15:16:55	1. run on same oil	8' + MTB Br.% = 170 %	180	Wheel flats on axle 3, 4 and 5. The DLU speed sensor at axle 4 shows zero speed in a long period. The speed in the IDU jumped up and down, but was not zero		2250	69,9	S: M4C	X	M1C	T3	M4C	X	X	GPS
28	IC4	E1/1	11.01.12 15:34:51	2. run on same oil	8' - MTB Br.% = 170 %	180	The DLU speed sensor at axle 4 shows zero speed in a long period. The speed in the IDU jumped up and down, but was not zero Rail checked for remaining oil on the rail head, and assessed as still intact but thin.		1650	68	N: M1C	X	M1C	T3	M4C	X	X	GPS
29	IC4	J1/2	11.01.12 15:54:51	3. run on same oil	8' + MTB Br.% = 170 %	180	IDU fault 195 and IDU??? WSP fault on axle 4 and 7.		1500	69,9	S: M4C	X	M1C	T3	M4C	X	X	GPS

Test No.	Train set	Test Id.	Time for Initiation of Brake	Description	Brake mode	Initial Speed	Remarks	Criteria	Braking distance	Start Position	Running direction	Data file name from recording of div. Systems						
												IDU	BCU 1	BCU 2	BCU 3	DLU	TC	GPS
						km/h			m	Km	North: South:							
							Brake percentage unchanged (170 %). Parking Brake was indicated on during part of the test. More and bigger flats on axle 3, 4 and others flats on bogie 3 and 4. Due to lack of time and sever wheel flats, the test was stopped and the speed was restricted to max. 60 km/h The DLU speed sensor at axle 4 shows zero speed in a long period. The speed in the IDU jumped up and down, but was not zero											

Doc. Id.	Rev.	Project	Journal id	Dok. date	Printed	Page
P000235356	01	IC4 Program	Rb 001.305	03-05-2012	03-05-2012	13/24

Annex B: Description of recorded IC4 IDU data.

This annex describe the recorded data from the IC4 Integrated Diagnostic Unite (IDU)

The IDU is an event log, only recording at the initiation and expire of at fault detected on the IDU. For diagnostics a row of operation data is recorded together with the fault data.

Without any further explanation following data are recorded by the IDU

Date	Time	Device	Status	Coach	Type
Description	Desk Key M1	Desk Key M4	Desk enabled/UIC	Engine Cmd(4S1M1	Engine Cmd(4S1M4
Master Control Position	Num Trains	Speed	BCU1 speed	BCU2 speed	BCU3 speed
5A50 Sensor M1C	5A50 Sensor M4C	BCU1 slide axle1	BCU1 slide axle2	BCU1 slide axle3	BCU1 slide axle4
BCU2 slide axle5	BCU2 slide axle6	BCU3 slide axle7	BCU3 slide axle8	BCU3 slide axle9	BCU3 slide axle10
Safety loop	5k25 M1C	5k25 M4C	Brake pipe M1	Brake pipe M4	Brake pipe T3
DLU Brake pipe pressure	5k20 M1	5k23 M1	5S20 M1	5S20 M4	Trainline brake BCU1
Trainline brake BCU2	Trainline brake BCU3	Trainline Traction BCU1	Trainline Traction BCU2	Trainline Traction BCU3	Trainline em.brake BCU1
Trainline em.brake BCU2	Trainline em.brake BCU3	% BCU M1	% BCU M4	% BCU T3	4k51 M1
4k51 M4	Brake Mass(%)	DLU Main pipe pressure	Active CCU M1 equip.	Active CCU M4 equip.	Active RIO M1 equip.
Active RIO M4 equip.	Active RIO T2 equip.	Active RIO T3 equip.	Legal Time	4S13 M1C	4S05 M1C
4S05 M4C	4S06 M1C	4S06 M4C	PP1 M1C	PP2 M1C	PP2 M4C
PP1 M4C	4S20 M1C	4S20 M4C	5k22 status	5S90 (on M1 only)	Traction line
Emergency line	Ready line	ATC command	5k21 status	Bypass TractiM1C	Bypass TractiM4C
4S16 bypass M1	4S16 bypass M4	4S17 holding brake	Tunnel mode M1C	Tunnel mode M4C	Main pipe pressure not enough
Hardware door loop	Brakepipe pressure not enough	5K07 OR 5K08 unduly on	BCU in emergency state	Hatch open or external supply	Mvb failure
Brakes not released	Coupling relay fault	Available traction effort<25%	Parking brake applied	5K25 Safety brake loop fail	Cab window open in washing
TRAC/BRAKE wires fault	Only one psl active	Holding brake not released	Current gears not engaged	Arg directions not ok	EVAPP valve isolated m1c/m4c
Software door loop not closed	Magnetic brake activated	EVAPP stuck closed	Axle 1 Pressure	Axle 2 Pressure	Axle 3 Pressure
Axle 4 Pressure	Axle 5 Pressure	Axle 6 Pressure	Axle 7 Pressure	Axle 8 Pressure	Axle 9 Pressure
Axle 10 Pressure	Battery Voltage M1C	Battery Current M1C	Load Current M1C	Magnetic Truck Current M1C	Medium Voltage M1C
Battery Voltage T2	Battery Current T2	Load Current T2	Battery Voltage T3	Battery Current T3	Load Current T3
Battery Voltage M4C	Battery Current M4C	Load Current M4C	Magnetic Truck Current M4C	Medium Voltage M4C	

Doc. Id.	Rev.	Project	Journal id	Dok. date	Printed	Page
P000235356	01	IC4 Program	Rb 001.305	03-05-2012	03-05-2012	14/24

Due to a bug in the IDU SW the recording of the cylinder pressure on M4C is mirrored as follow:

Axle 7 Pressure	Cylinder pressure on train axle 10
Axle 8 Pressure	Cylinder pressure on train axle 9
Axle 9 Pressure	Cylinder pressure on train axle 8
Axle 10 Pressure	Cylinder pressure on train axle 7

Annex C: Description of recorded IC4 BCU data.

This annex describe the recorded data from the IC4 Brake Control Unite (BCDU)

The relation between the axle number in each of the three BCU's and the official axle number of the entire train set is according to the table down below.

Abbreviation	BCU M1C	BCU T3	BCU M4C
Time	Time in sec	Time in sec	Time in sec
SPEEDRIF	Reference Speed	Reference Speed	Reference Speed
WSP_SPEED1	Speed of train axle 1	Speed of train axle 5	Speed of train axle 7
WSP_SPEED2	Speed of train axle 2	Speed of train axle 6	Speed of train axle 8
WSP_SPEED3	Speed of train axle 3		Speed of train axle 9
WSP_SPEED4	Speed of train axle 4		Speed of train axle 10
CONTROL1	Cylinder pressure at train axle 1 requested by BCU at Tpil	Cylinder pressure at train axle 5 and 6 requested by BCU at Tpil	Cylinder pressure at train axle 10 requested by BCU at Tpil
CONTROL2	Cylinder pressure at train axle 2 requested by BCU at Tpil		Cylinder pressure at train axle 9 requested by BCU at Tpil
CONTROL3	Cylinder pressure at train axle 3 requested by BCU at Tpil		Cylinder pressure at train axle 8 requested by BCU at Tpil
CONTROL4	Cylinder pressure at train axle 4 requested by BCU at Tpil		Cylinder pressure at train axle 9 requested by BCU at Tpil
CYLIN1	Cylinder pressure after the WSP Dump valve at train axle 1 at TCF	Cylinder pressure after the WSP Dump valve at train axle 5 at TCF	Cylinder pressure after the WSP Dump valve at train axle 10 at TCF
CYLIN2	Cylinder pressure after the WSP Dump valve at train axle 2 at TCF	Cylinder pressure after the WSP Dump valve at train axle 6 at TCF	Cylinder pressure after the WSP Dump valve at train axle 9 at TCF
CYLIN3	Cylinder pressure after the WSP Dump valve at train axle 3 at TCF		Cylinder pressure after the WSP Dump valve at train axle 8 at TCF
CYLIN4	Cylinder pressure after the WSP Dump valve at train axle 4 at TCF		Cylinder pressure after the WSP Dump valve at train axle 7 at TCF
AUXRES3	Auxiliary reservoir pressure at TPAR in the IRV for train axle 3	Auxiliary reservoir pressure at TPAR in the IRV for train axle 5	Auxiliary reservoir pressure at TPAR in the IRV for train axle 8
BPPRESS	Brake Pipe Pressure	Brake Pipe Pressure	Brake Pipe Pressure
SL_AX1	Slide indication on train axle 1, '1' => Slide	Slide indication on train axle 5, '1' => Slide	Slide indication on train axle 7, '1' => Slide
SL_AX2	Slide indication on train axle 2, '1' => Slide	Slide indication on train axle 6, '1' => Slide	Slide indication on train axle 8, '1' => Slide
SL_AX3	Slide indication on train axle 3, '1' => Slide		Slide indication on train axle 9, '1' => Slide
SL_AX4	Slide indication on train axle 4, '1' => Slide		Slide indication on train axle 10, '1' => Slide
BRAKE	Train Line Brake, '0' => Brake applied	Train Line Brake, '0' => Brake applied	Train Line Brake, '0' => Brake applied
SOCCORSO	Train Line Emergency, '0' => Emergency Brake applied	Train Line Emergency, '0' => Emergency Brake applied	Train Line Emergency, '0' => Emergency Brake applied
TRACTION	Train Line Traction, '0' => Traction OFF	Train Line Traction, '0' => Traction OFF	Train Line Traction, '0' => Traction OFF
EVSOC	Safety valve EVSOCC in M1C ON/OFF, '0' => IP Brake ON	Safety valve EVSOCC in T3 ON/OFF, '0' => IP Brake ON	Safety valve EVSOCC in M4C ON/OFF, '0' => IP Brake ON
PFA_AX1	Pressure Switch PFA train axle 1 indication Brake	Pressure Switch PFA train axle 5 indication Brake	Pressure Switch PFA train axle 10 indication Brake

Doc. id.	Rev.	Project	Journal id	Dok. date	Printed	Page
P000235356	01	IC4 Program	Rb 001.305	03-05-2012	03-05-2012	16/24

Abbreviation	BCU M1C	BCU T3	BCU M4C
	ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON	ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON	ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON
PFA_AX2	Pressure Switch PFA train axle 2 indication Brake ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON	Pressure Switch PFA train axle 6 indication Brake ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON	Pressure Switch PFA train axle 9 indication Brake ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON
PFA_AX3	Pressure Switch PFA train axle 3 indication Brake ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON		Pressure Switch PFA train axle 8 indication Brake ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON
PFA_AX4	Pressure Switch PFA train axle 4 indication Brake ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON		Pressure Switch PFA train axle 7 indication Brake ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON
MJF	BCU Major Fault, '0' => No Major Fault, '1' => EVSOC = '0'	BCU Major Fault, '0' => No Major Fault, '1' => EVSOC = '0'	BCU Major Fault, '0' => No Major Fault, '1' => EVSOC = '0'
MINF	BCU Minor Fault, '0' => No Minor Fault,	BCU Minor Fault, '0' => No Minor Fault,	BCU Minor Fault, '0' => No Minor Fault,
ST_M1_HD1	Status Intarder Train axle 2 '1' => Intarder OFF		Status Intarder Train axle 9 '1' => Intarder OFF
ST_M1_HD2	Status Intarder Train axle 3 '1' => Intarder OFF		Status Intarder Train axle 8 '1' => Intarder OFF
WSP_5KMH	Train Speed <> 5 km/h '1' => Speed < 5 km/h	Train Speed <> 5 km/h '1' => Speed < 5 km/h	Train Speed <> 5 km/h '1' => Speed < 5 km/h
WSP_0KMH	Train Stand Still, '0' => train Stand Still	Train Stand Still, '0' => train Stand Still	Train Stand Still, '0' => train Stand Still

Doc. Id.	Rev.	Project	Journal id	Dok. date	Printed	Page
P000235356	01	IC4 Program	Rb 001.305	03-05-2012	03-05-2012	17/24

Annex D: Description of recorded IC4 DLU data.

This annex describe the recorded data from the IC4 Data Logging Unite (DLU)

Abbreviation	Description
Distance/km	Running distance in [km] measured at train axle 4
Time	Time
Hastighed [km/t]	Speed in [km/h] measured at train axle 4
Bremselednings tryk	Brake Pipe pressure in [bar]
Kørebremsekontroller position	Master Controller Position: 1 Effort Dec. High 0 Cruse (Idle) 2 Effort Dec. Low -1 Br. Step 1 3 Effort Maintain -2 Br. Step 2 4 Effort Incr. Low -3 Br. Step 3 5 Effort Incr. High -4 Br. Step 4 11 Speed Dec. High -5 Br. Step 5 12 Speed Dec. Low -6 Br. Step 6 13 Speed Maintain -7 Br. Step 7 14 Speed Incr. Low -8 Br. Step 8 15 Speed Incr. High -9 Isolation
TL Bremse aktiv	Train Line Brake, '0' => Brake applied
TL Nødbremse aktiv	Train Line Emergency, '0' => Emergency Brake applied
MG-bremning	Magnetic Track Brake (MTB), '1' => MTB ON
Trækraft udkoblet	Train Line Traction, '0' => Traction OFF
Dynamisk bremse traktionsanlæg 1	Dynamic Brake (Intarder)
Dynamisk bremse traktionsanlæg 4	Dynamic Brake (Intarder)
Dynamisk bremse traktionsanlæg 2	Dynamic Brake (Intarder)
Dynamisk bremse traktionsanlæg 3	Dynamic Brake (Intarder)
Aksel 1 bremset	Pressure Switch PFA train axle 1 indication Brake ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON
Aksel 2 bremset	Pressure Switch PFA train axle 2 indication Brake ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON
Aksel 3 bremset	Pressure Switch PFA train axle 3 indication Brake ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON
Aksel 4 bremset	Pressure Switch PFA train axle 4 indication Brake ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON
Aksel 5 bremset	Pressure Switch PFA train axle 5 indication Brake ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON
Aksel 6 bremset	Pressure Switch PFA train axle 6 indication Brake ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON
Aksel 7 bremset	Pressure Switch PFA train axle 7 indication Brake ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON
Aksel 8 bremset	Pressure Switch PFA train axle 8 indication Brake ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON
Aksel 9 bremset	Pressure Switch PFA train axle 9 indication Brake ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON
Aksel 10 bremset	Pressure Switch PFA train axle 10 indication Brake ON/OFF, '0' => Cv < 0,5 bar => Brake ON
Hjulblokering	Slide indication on at least one of the axles, '1' => Slide active
Hjulslip	Wheel slip during traction detected at least at one Power Pack, '0' => Wheel slip active or traction suspended

Doc. Id.	Rev.	Project	Journal id	Dok. date	Printed	Page
P000235356	01	IC4 Program	Rb 001.305	03-05-2012	03-05-2012	18/24

Annex E: Description of recorded IC3 DLU data.

This annex describe the recorded data from the IC3 Data Logging Unite (DLU)

Abbreviation	Description
Distance/km	Running distance in [km] measured at train axle 4
Time	Time
Speed V_HLOG [km/h]	Speed in [km/h] measured at train axle 4
Træk-/bremsekraft [kN]	Traction - EP Controller Position: 1 -> 7 Traction Mode 0 Cruise -1 -> -8 Brake mode
Bremsetryk [bar]	Brake Pipe pressure in [bar]
MG-bremsning	Magnetic Track Brake '1' => Applied
Hjulblokering/slip	Wheel Slip or Slide '1' => Slip/Slide active
Trækkraft udkoblet	Traction Suspended '1' => Traction Suspension active

Annex F: Description of recorded IC4 TC data

This annex describe the recorded data from the IC4 Train Computer (DLU)

Analog data records

veh_speed	Train reference speed [km/h]																								
speed_ref	Speed request from Master Controller in Speed Mode [km/h] '0' => 0 km/h or Effort Mode																								
drvlvl	Torque request from Master Controller [0 - 250] (negative is fault indication)																								
lvr1_trac_value	Same as 'drvlvl' during traction. In Brake mode as: <table style="margin-left: 40px; border: none;"> <tr> <td>0</td><td>Idle</td><td>-37</td><td>Brake 1</td><td>-74</td><td>Brake 2</td><td>-111</td><td>Brake 3</td> </tr> <tr> <td>-148</td><td>Brake 4</td><td>-185</td><td>Brake 5</td><td>-222</td><td>Brake 6</td><td>-255</td><td>Brake 7</td> </tr> <tr> <td>-256</td><td>Brake 8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	0	Idle	-37	Brake 1	-74	Brake 2	-111	Brake 3	-148	Brake 4	-185	Brake 5	-222	Brake 6	-255	Brake 7	-256	Brake 8						
0	Idle	-37	Brake 1	-74	Brake 2	-111	Brake 3																		
-148	Brake 4	-185	Brake 5	-222	Brake 6	-255	Brake 7																		
-256	Brake 8																								
space	Running and braking distance [km]																								
drvlvl	Torque request from Master Controller [0 - 250] (negative is fault indication)																								

Digital data records

Some of the abbreviations of the TC digital records appear twice. First and second appearance is for the M1C car and M4C cars respectively.

N.	Record no. [1/4 Hz]
ATC_ABTRAC	ATC traction enabling; the signal is active high no emergency or service brake and if the ATC system is out of service. The contact is inactive (contact opened) during service or emergency brake)
P_REL_L	Desk Request Left doors release push button(7S01 e 7S08) (7S08 push button is in 0702/05)
ATC_OKEY	ATC in service. This signal is active high (contact closed) if the ATC is active
ST_9F03	State of 9F03(3Ampère) contactor
P_CLOSE_R	Desk Request Right doors close push button (7S04/7S07)
P_DSTART	Desk Request Start departure procedure push button (7S84/7S80)
P_CLOSE_L	Left doors close push button (7S04/7S09)
P_DSTOP	Stop departure procedure push button (7S85/7S81)
PEDAL	Driver's safety device 5S96 and 5S91 pedal and mushroom [Intrefacciato Only m1c]
D_SH_BIS	Driver's safety device 5S93 selector (Shunting mode bis signal for safety) [Interfacciato Only m1c]
ST_REL1	Driver's safety device 5K21 relay status [Intrefacciato Only m1c]
ST_REL2	Driver's safety device 5K22 relay status [Intrefacciato Only m1c]
L_PAR_I	Local line parking brake isolated (5S03)
PARK	train line parking brake applied
ST_4K11	Status Rele 4K11 train bracked
ST_HEADFLT	Status of Converter1 head light fault
TL_S_UND	Train line: Smoke underframe
P_LEFT_TRAF	Left traffic push button (8S40)
ST_WLFLT	Status of White Lamp Norm. fault
SLIDE_BCU	Slide Signal from BCU
P_DIFF	Push Button Diff, point of stop
ST_5F07	5F07 circuit breaker status

Doc. Id.	Rev.	Project	Journal id	Dok. date	Printed	Page
P000235356	01	IC4 Program	Rb 001.305	03-05-2012	03-05-2012	20/24

P_EME	Driver Emergency push button (5S20) must stop front cover sequence
ST_5K25	5K25 relay status
ST_5S21	Status 4S20 Handle Driver desk
ST_5K06	5K06 relay status Loop Shunt
ST_10F01	State of 10F01(3Ampère) contactor from Emergency line (Circuit braker dual mode power box 10A02)
ST_P_SL	Status Positive Powering Safety Loop (only m1c)
ST_5K07	5K07 relay status IRV Valve
ST_5F13	5F13 circuit breaker status for magnetic valve recharge brake pipe
P_SS_UND	Underframe Smoke sensors acknowledge push button estena
AVG	EVAPP1 insulation cock (5S72)
AXLE2_REL	4S07 Status manul release gear shift rear
AXLE2_PRES	Axle 2 m1c Axle 8 m4c diagnostic Pressure switch 4P01
ST_A2	Gear shift 2 position A
ST_N2	Gear shift 2 position N
ST_B2	Gear shift 2 position B
ST_L2	Gear shift 2 position L
EME	Emergency (train wire) [m1c Only]
EME_BR	Emergency Brake (train wire) [m1c Only]
ST_READYP	Ready status diagnostic signal positive if all relè close 4K50 4K55 4K56
BRAKE	Service Brake (train wire) [m1c Only]
TRAC	Traction (train wire) [m1c Only]
ST_READYN	Ready status diagnostic signal negative if all relè open 4K50 4K55 4K56
ST_RDYIDNP	Ready + idn status diagnostic signal 4k51
ST_4F11	status 4F11 circuit breaker
P_DRMODE	(Manual/Automatic) Driving mode (4S13 push button)
P_STOP	Motor stop push button (4S15) Pin1 Pin2
P_DIFF	Push Button Diff, point of stop
ST_5F07	5F07 circuit breaker status
P_EME	Driver Emergency push button (5S20) must stop front cover sequence
ST_5K25	5K25 relay status
ST_5S21	Status 4S20 Handle Driver desk
ST_5K06	5K06 relay status Loop Shunt
ST_10F01	State of 10F01(3Ampère) contactor from Emergency line (Circuit braker dual mode power box 10A02)
ST_P_SL	Status Positive Powering Safety Loop (only m1c)
ST_5K07	5K07 relay status IRV Valve
ST_5F13	5F13 circuit breaker status for magnetic valve recharge brake pipe
P_SS_UND	Underframe Smoke sensors acknowledge push button estena
AVG	EVAPP1 insulation cock (5S72)
SP_R2_C14_IN1	Spare RIO2 Connector14 Input 1
ST_CTRL_FLT	Cabin Hvac Controller fault
ST_REFR_FLT	Cab Hvac Refrigerator fault
ST_HEAT_FLT	Cab Hvac Heating fault
ST_SYS_ON	Cab Hvac System on
SP_R2_C14_IN6	Spare RIO2 Connector14 Input 6
ST_HATCH	Status from 3B100 to 3B110 Hatches Sensors
ST_TUNNEL	Tunnel mode Request 6S02
SP_R2_C14_IN1	Spare RIO2 Connector14 Input 1

Doc. id.	Rev.	Project	Journal id	Dok. date	Printed	Page
P000235356	01	IC4 Program	Rb 001.305	03-05-2012	03-05-2012	21/24

ST_CTRL_FLT	Cabin Hvac Controller fault
ST_REFR_FLT	Cab Hvac Refrigerator fault
ST_HEAT_FLT	Cab Hvac Heating fault
ST_SYS_ON	Cab Hvac System on
SP_R2_C14_IN6	Spare RIO2 Connector14 Input 6
ST_HATCH	Status from 3B100 to 3B110 Hatches Sensors
ST_TUNNEL	Tunnel mode Request 6S02
Spare	
Alarm Toilette 13S100	Push Butten Alarm Toilette 13S100
Alarm Toilette 13S101	Push Butten Alarm Toilette 13S101
Alarm HK 13S23	Push Button Alarm HK 13S23
Spare	
Spare	
Status of 9F01	Status of 9F01(20Ampère) ATC Central ATC central computer box
9S01 Main Switch Selector	Driven by 9S01 Main Switch Selector Status
Status of ATC_OFF request	Driven by 9S01 Main Switch Selector, Status of ATC_OFF request
Status 10F03	Status 10F03 Powering Radio 10A01
Status 10F04	Status 10F04 Powering UIC radio 10A04
Spare	
ST_2FXX_MT	Status Circuit Braked MT (2F16 2F17 2F18 2F23 2F29 2F60 2F62 2F63 2F68 2F69 2F70)
ST_3F71	Status 3F71 Powering Auxiliaru MT BT Circuit Breaker Electric cabinet ECMV3
ST_2K22_T2	[ICQTCMS-360], SCR_ABPT273
ST_HATCH	Status from 3B100 to 3B110 Hatches Sensors
ST_2S01	Status Selector 2S01 for insulating 400 VAC on ECMV1
ST_7FXX	Status general Circuit Brrakers fam.7 (7F05 7F10 7F20 7F23)
ST_6FXX	Status general Circuit Brrakers fam.6 (6F02 6F04)
ST_THERM_PP_T 2	Rear Thermostat PP(to the Slave node)
SP_R4_C11_INP1	Spare RIO4 Connector11 Input1
SP_R4_C11_INP2	Spare RIO4 Connector11 Input2
ST_5K08	5K08 relay status
ST_5F21	Status 5F21 Powering Diagnostic breaker
RIA5	axle 5open/insulating switch 5S41
PFA5	axle 5 relased/breaked status 5E12
RIA6	axle 6 open/insulating switch 5S42
PFA6	axle 6 relased/breaked status 5E13
ST_2FXX	Status Circuit Breaker Group 2 (2F16 2F18 2F19 2F20 2F23 2F24 2F29 2F36 2F39 2F40 2F60)
ST_3F121	Status 3F121 General powering BT
ST_2K22_T3	[ICQTMS-360], SCR_ABTP273
ST_HATCH	Status from 3B100 to 3B110 Hatches Sensors
ST_2S01	Status Selector 2S01 for insulating 400 VAC on ECMV1
ST_7FXX	Status general Circuit Brrakers fam.7 (7F05 7F10 7F20 7F23)
ST_6FXX	Status general Circuit Brrakers fam.6 (6F02 6F04)
ST_THERM_PP_T 3	Thermostat Rear PP(to the Slave node)

Doc. id.	Rev.	Project	Journal id	Dok. date	Printed	Page
P000235356	01	IC4 Program	Rb 001.305	03-05-2012	03-05-2012	22/24

Annex G: Test Participants

Ansaldo Breda:		Davide	Marandola
		Marco	Storri
		Gabriele	Casella
		Francesco	Caponi
		Alfredo	Avolietto
		Francesco	Perami
		Marco	Lacitignola
Faiveley:		Stefano	Rossi
		Alsandro	Botta
		Philippe	Vallec
DSB:	Testleder	Finn	Jensen
	Testleder	Ole	Mårtensson
		Erik	Just
		Flemming V.	Jensen
		Steen L.	Andersen
		Lars Slott	Jensen
		Jens	Madsen
		Martin B.	Lundberg
		Søren	Kårup
		Lars	Olesen
		Helle Kock	Di diego
		Bent C.	Van
	Lkf.	Jakob M.	Griffel
	Lkf.	Per	Isaksen
	Ptl.	Knud-Aage M.	Poulsen
	Ptl.	Torsten L.	Hansen
	Ptl.	Eigil	Bay
Havarikommissionen		Bo	Haaning
		Søren	Groth
DB Minden		Benjamin	Büche

Annex H: UIC 544-1, Appendix F.2

$$s_{j\text{corr}} = \frac{3,933 \times \rho \times v_{j\text{nom}}^2}{3,933 \times \rho \times v_{j\text{meas}}^2 - i_m \times s_{j\text{meas}}} \times s_{j\text{meas}}$$

where:

- $s_{j\text{corr}}$ = corrected braking distance, which corresponds to the nominal speed in the test j [m]
- $s_{j\text{meas}}$ = braking distance measured in test j [m]
- $v_{j\text{nom}}$ = nominal initial speed in test j [km/h]
- $v_{j\text{meas}}$ = initial speed measured in test j [km/h]
- ρ = coefficient of inertia of the rotating masses, which is defined as follows:

$$\rho = 1 + \frac{m_r}{m}$$

where:

- m = mass of the test train or test vehicle
- m_r = equivalent mass of the rotating components (where no exact value is available then $\rho = 1,15$ for locomotives and $\rho = 1,04$ for coaches shall be used)
- i_m = mean gradient over $s_{j\text{meas}}$ on the test track, with the plus sign for rising gradients and the minus sign for falling gradients [‰]

For IC4 and IC3 $\rho = 1,1$

Doc. Id.	Rev.	Project	Journal id	Dok. date	Printed	Page
P000235356	01	IC4 Program	Rb 001.305	03-05-2012	03-05-2012	24/24

Bilag 4.6
Havarikommissionen
611-2011-23

Technical Report **Rapporto tecnico**

A-3992 Project **IC4 DSB - AnsaldoBreda**

Analysis of sliding occurred on bogies 2 and 4

A01	18/01/12	Updated with probability of undue parking brake application event	.	S.Rossi	A.Peraboni	R.Tione
<i>Issue</i> Revisione	<i>Date</i> Data	<i>Description</i> Descrizione	<i>ECO</i> ECO	<i>Compiled</i> Compilato	<i>Checked</i> Verificato	<i>Approved</i> Approvato

Summary

1.	SLIDING ANALYSIS ON BOGIES 2 AND 4	4
1.1.	CONDITIONS OF SLIDING ON AXLES 3, 4, 7 AND 8	4
1.2.	OVERVIEW	4
1.3.	RECORD ANALYSIS.....	4
1.3.1.	<i>Locking happened on MIC bogie 2.....</i>	5
1.3.2.	<i>Locking happened on M4C bogie 4.....</i>	5
1.4.	RECORD ANALYSIS.....	6
1.4.1.	<i>Traces analysis.....</i>	6
1.5.	LOCKING EXPLANATION.....	6
1.5.1.	<i>Scenario of undue application of spring brake: explanation</i>	6
2.	SAFETY IMPACTS	9
2.1.	EVENT HAPPENING PROBABILITY ANALYSIS: LOW ADHESION CONDITION (ACCORDING TO UIC)	9
2.2.	EVENT HAPPENING PROBABILITY ANALYSIS: LOW ADHESION CONDITION (ADHESION OUT OF UIC)	12
2.3.	INTERVENTION OF UNDUE PARKING BRAKE VS. STOPPING DISTANCE	14
2.4.	CONCLUSIONS OF ANALYSIS	15
2.5.	HAZARD ANALYSIS	15
3.	PROBLEM SOLUTION	16
3.1.	WRONG CONNECTION OF THE VALVE 06.09 INSIDE THE PANEL 1/438390 AND 1/438398.....	16
3.2.	SOLUTION TO BE APPLIED ON THE PANEL 1/438390 AND 1/438398.....	17
3.3.	TEST TO BE PERFORMED AFTER THE RETROFIT	18

1. Sliding analysis on bogies 2 and 4

1.1. Conditions of sliding on axles 3, 4, 7 and 8

During the WSP performance test (2 – 5 December 2011) on IC4 train 27, performed according to the FT technical specification FT3992-E00VTS, bogies 2 and 4 shown some complete **locking with consequent wheels flat**. This issue is not related to the overshoot occurred on IC4 train (ref. to par 2.3 of this document).

1.2. Overview

- A - Brake requested at entry speed around 180 kph and complete exhaust of the brake pipe (emergency brake);
- B - Presence on the test track of oil (around 2 km). The quantity of oil was enough to allow the sever sliding of all axles along the train consist creating even the complete exhaust of the brake cylinder pressure (measured adhesion around 1 %);
- C - Locking of the wheels appear at a speed around 120 kph (highest value) and is maintained, despite the intervention of the WSP, down to 0 kph;
- D - All instances of locking have been detected with presence of oil and therefore WSP intervention.
- E - All instances of locking have been detected without Magnetic Track Brake application

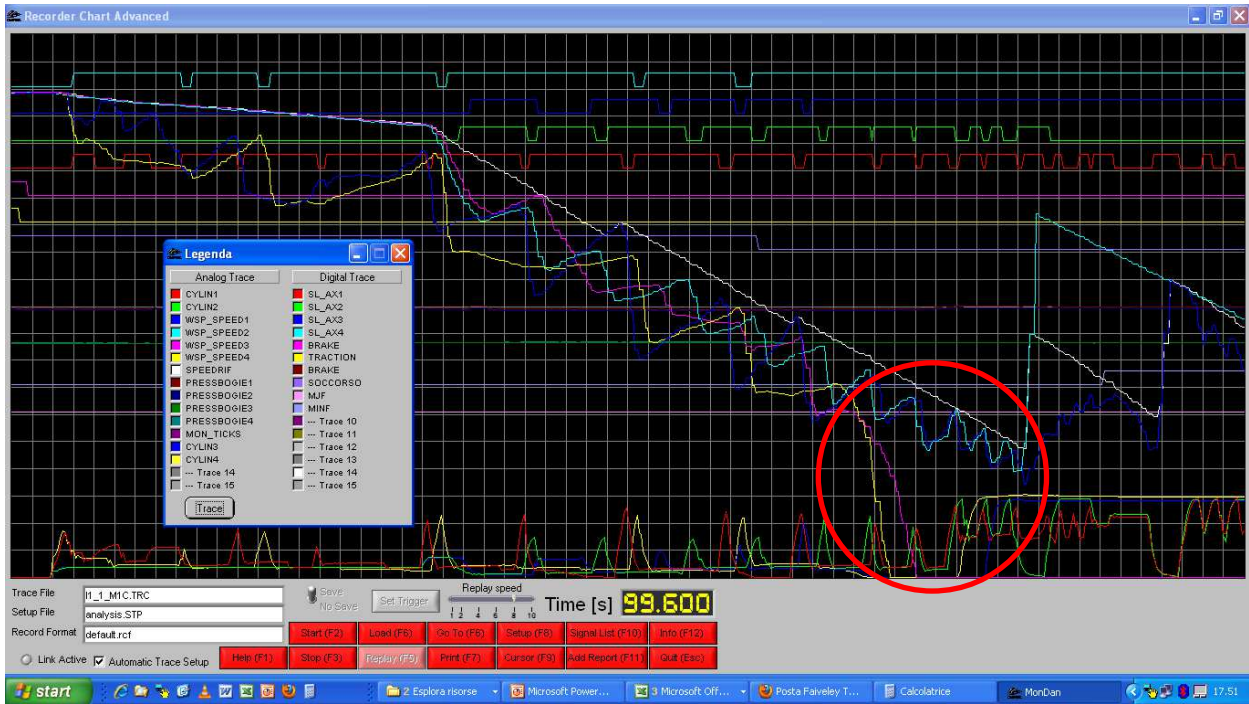
1.3. Record analysis

Below is reported an instance when the axles locking have been detected. Highlighted are the following signals:

- Speed of axle 3, 4 and 7
- Brake cylinder pressure of axle 3, 4 and 7
- Brake pipe pressure
- Reference speed of the WSP system

Records have been stored (during tests) by the monitoring software connected to the BCU (Brake Control Unit) located in the car M1C and M4C that control the axles 3, 4 and 7.

1.3.1. Locking happened on M1C bogie 2



1.3.2. Locking happened on M4C bogie 4



1.4. Record analysis

1.4.1. Traces analysis

1. Emergency brake trigger with beginning of severe sliding due to the oil presence on the track. On bogies 2 and 4 both axles 3, 4, 7 and 8 are sliding (axle speeds decreasing quickly)
2. Wheel Slide Protection (WSP) intervention. Dump valves activities and exhaust of the brake cylinder pressure to low value (< 1 bar) to recover the severe sliding.
3. Axle speed has been recovered.
4. Further severe slide occurs with consequent exhaust of brake cylinder pressure of all axles.
5. WSP intervention with consequent exhaust of brake cylinder pressure down to low values (< 1 bar).
6. Phenomenon becomes stacked when the axle speeds are not more recovered and the brake cylinder pressures are completely exhausted (on axle 3, 4, and 7).
7. Dump Valves exhausts the BC pressure continuously for 4,5 seconds (speed sensor fault timeout) and therefore, for safety reasons, brake cylinder pressure is again re-applied.

WSP behaviour during initial phases is correct; while as soon as the brake cylinder pressure decreases to low values (lower than 1 bar) WSP becoming not able to recover axle's speed anymore allowing wheels damage.

1.5. Locking explanation

The locking of the wheels despite the dump valves exhaust completely the BC pressure (until the speed sensor has been declared in fault due to difference between its speed and reference speed) is due to the undue application of parking brake. The reasons are explained below in the document.

1.5.1. Scenario of undue application of spring brake: explanation

Parking brake of the bogie 3 and 4 is driven by the pneumatic circuit as shown on the FT pneumatic scheme (SA-3993 and SA-4144).

Parking brake is automatically applied according to the following conditions:

- 1) Brake pipe pressure lower than 2,7 bar with consequent action of pneumatic valve 06.12 to exhaust.
- 2) Brake cylinder pressure values of axles 3, 4 7 and 8 lower than 2 bar with consequent action of the pneumatic valve 06.03 to exhaust

In order to apply automatically the parking brake all above conditions have to be verified contemporaneously.

In fact if both pneumatic valves 06.12 and 06.03 will be in exhaust position, the supply pressure to the spring brake will be exhausted, with consequent automatic application of the parking brake.

In detail during emergency brake application, when the brake pipe pressure is lower than 2,7 bar, the pneumatic valve 06.12 switches to exhaust position. Meanwhile the valve 06.09 continues to supply pressure to parking brake because a brake cylinder pressure (greater than its threshold) is still applied. BC pressure drives the pilot chamber of the valve 06.09 and the BC pressure value, according to the emergency brake application, is greater than 2,7 bar at anytime (on car M1C and M4C).

The effect of the driving of the dump valves 07.01/03 and 07.01/04 doesn't make action on the piloting of the valve 06.03 because this piloting is taken between IRV (Integrated Relay Valve) out-let and dump valve inlet. Under this condition the IRV outlet is stable even if the dump valve is driven and the BC pressure is exhausted.

From data recorded during tests is clear that, after opening on the valve 06.12 due to emergency brake application the system starts the malfunctions. In detail, as soon as the WSP exhaust the BC pressure below 2 bar due to the

severe sliding, the recovery of the related speed axle becomes slow and slow. This is a clear symptom of the undue application of the parking brake.

On the base of the above considerations, a deep analysis of the piped panel **1/438390** (M1C) and **1/438398** (M4C) mounting the IRV valves, the pneumatic valve 06.03, the double check valve 06.09 and the dump valves has been done.

The result was that, due to a manufacturing mistake, the panel internal piping is not realized according to the pneumatic diagram but is according to the Figure 1:

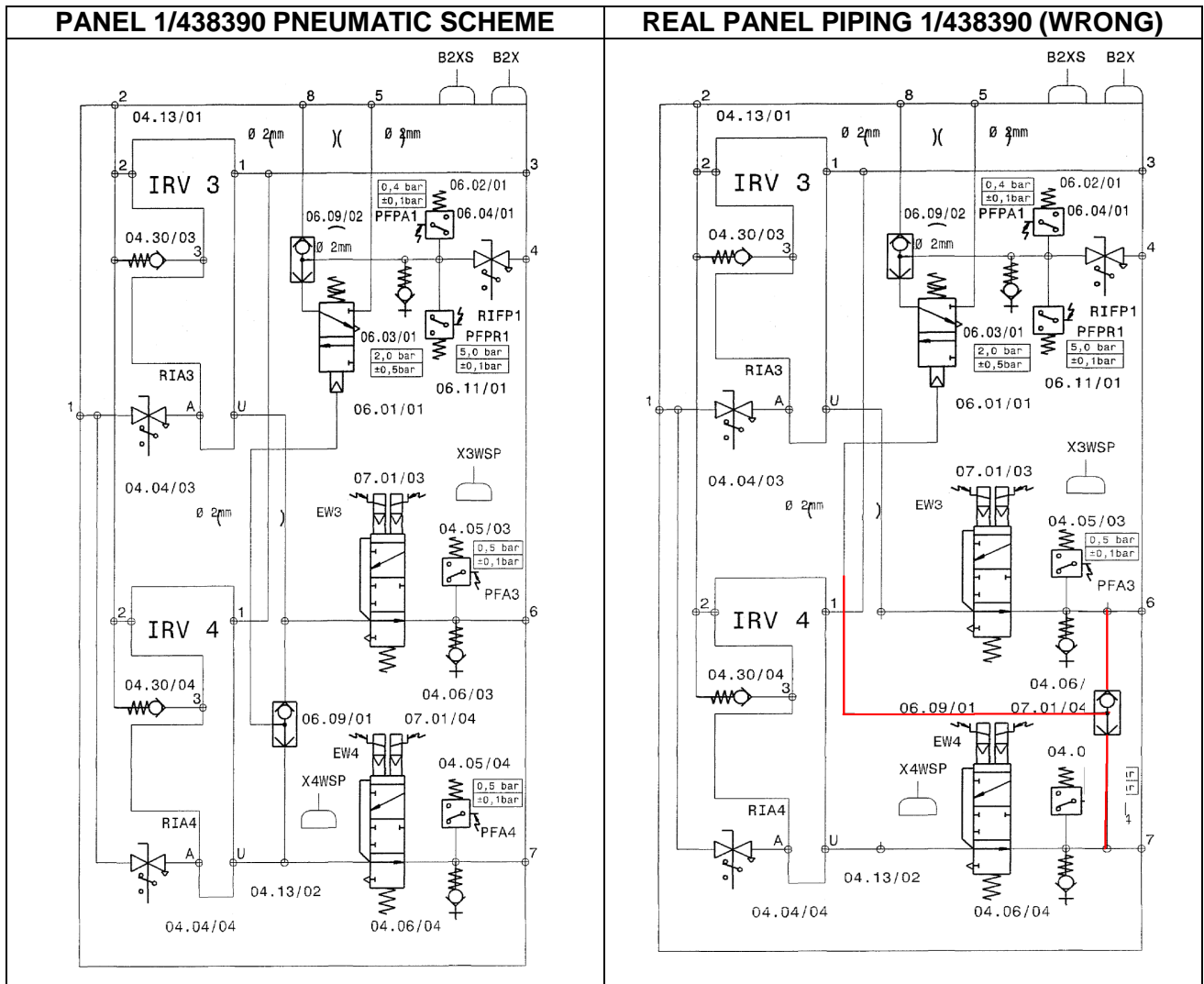


Figure 1: scheme and panel piping for parking brake on Bogie 2 (M1C)

Double check valve **06.09** that drives the parking brake application pneumatic valve 06.03 is connected between dump valve and brake cylinder and not, as it should be, connected between IRV outlet and dump valve inlet. The result is that, if the WSP detects a severe sling of axle 3 and 4 (motor car M1C) contemporaneous, the related action of the dump valves exhausts the BC pressure and even the pilot of the valve 06.03

If the above behaviour happens in case of emergency brake application, (even the valve 06.12 is driven to exhaust position due to a BP pressure value lower than 2,7 bar), the parking brake, after a short delay due to the presence of the calibrated coke, (some seconds), will be unduly applied.

This is the reason because the locking of the wheels doesn't appear at the beginning of the brake. After the brake pipe is completely exhausted, only if **severe sliding** is present on both axes, all conditions for undue application of parking brake are achieved.

2. Safety impacts

System malfunction is not critical. No safety impacts are present.

WSP system protection prevents the complete continuous exhaust of the brake cylinder pressure. When axles are declared in fault, BC pressures are suddenly restored to the previous value until the brake action is finished and the related axle is not more protected versus sliding.

Only identified impacts are related to the functionality of the WSP. This system under determined and below summarized circumstances, can realise the undue application of the parking brake with consequent **damages of the wheels**.

Conditions of the malfunction are:

- **Very low adhesion**
- **Contemporaneous (both axles) very demanding sliding during an emergency brake application.**

The above conditions have a low probability during the normal operative train conditions, and have been found only during the very low adhesion WSP tests.

2.1. Event happening probability analysis: low adhesion condition (according to UIC)

The aim of this chapter is to give a qualitative evaluation of the probability to observe the locking of axle 3,4,7,8 considering the adhesion between wheel and track within the limit fixed by UIC 541-05 (5-8%), that are the contractual requirement based on the DSAT21 has been issued. The DSAT21 was the specification used to perform the homologation test on IC4 related to the WSP system.

The below analysis has been based on:

- Test performed in Vojens on train 27 under the UIC adhesion requirement (adhesion within 5-8%)
- Contemporaneous condition for verification of undue parking brake application
 - brake pipe lower than 2,7 (-0,5) bar
 - both brake cylinder pressure below 2 (- 0,5) bar
- Evidence that brake system and WSP capabilities are designed and tuned in order to respect contractual requirement. This evidence is given in the document FT3992-E00VTS rev A01.

The analysis considers the average brake cylinder pressure calculated according the following criteria

$$\frac{\int_{BCpressurestart}^{BCpressurestart+10s} BCpressureAxle(i)(dt)}{10}$$

Where:

BCpressure(i) = brake cylinder pressure axle 3,4,7,8

BCpressurestart = time point where BCpressure(i) moves from zero the first time

under the following circumstances:

- Brake pipe pressure lower than 2,7 (-0,5) bar when pressure is dropping
- Axle(i) slide present
- Comparison between average pressure that create the undue parking brake application with the average BC pressure that didn't creates the fault, considering the setting of the valve 06.03 that's 2,0 (-0,5) bar.

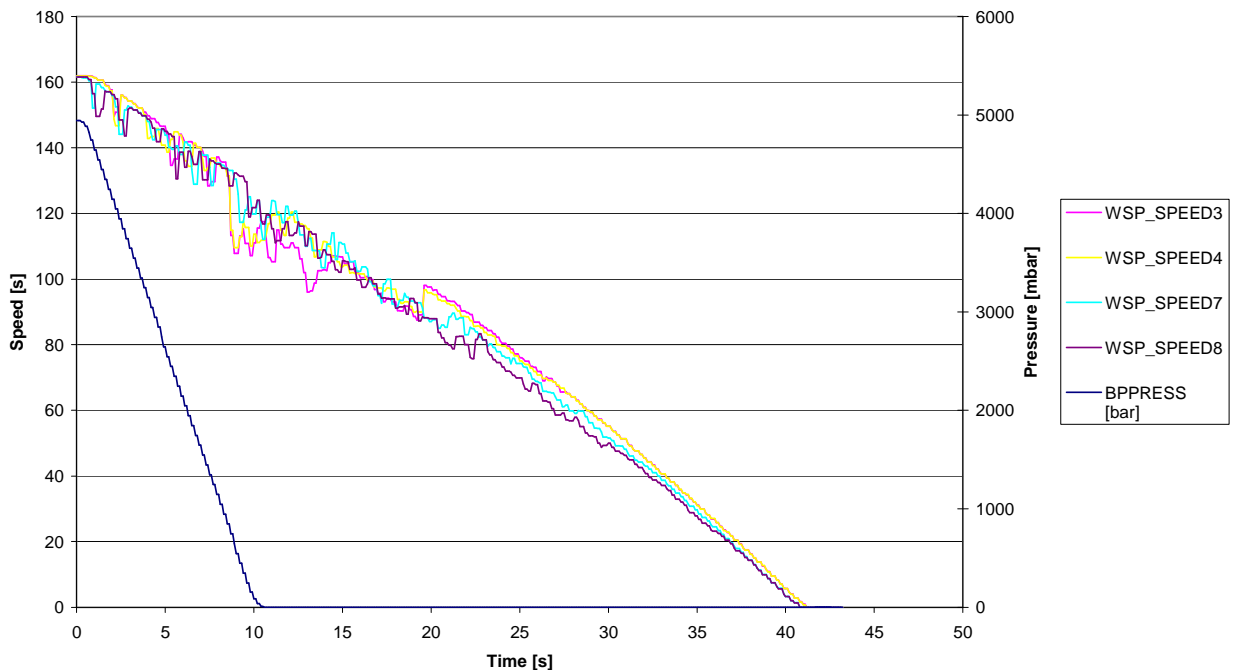
- Parking brake application time (around 10s due to the presence of choke in the parking brake circuit)

Test considered for above analysis is the E1_1 performed in December 2011. The test was an emergency brake application without MTB with entry speed @ 160 kph. The test has been chosen due to the consistent level of GM and the appropriate level of adhesion as reported in the table below.

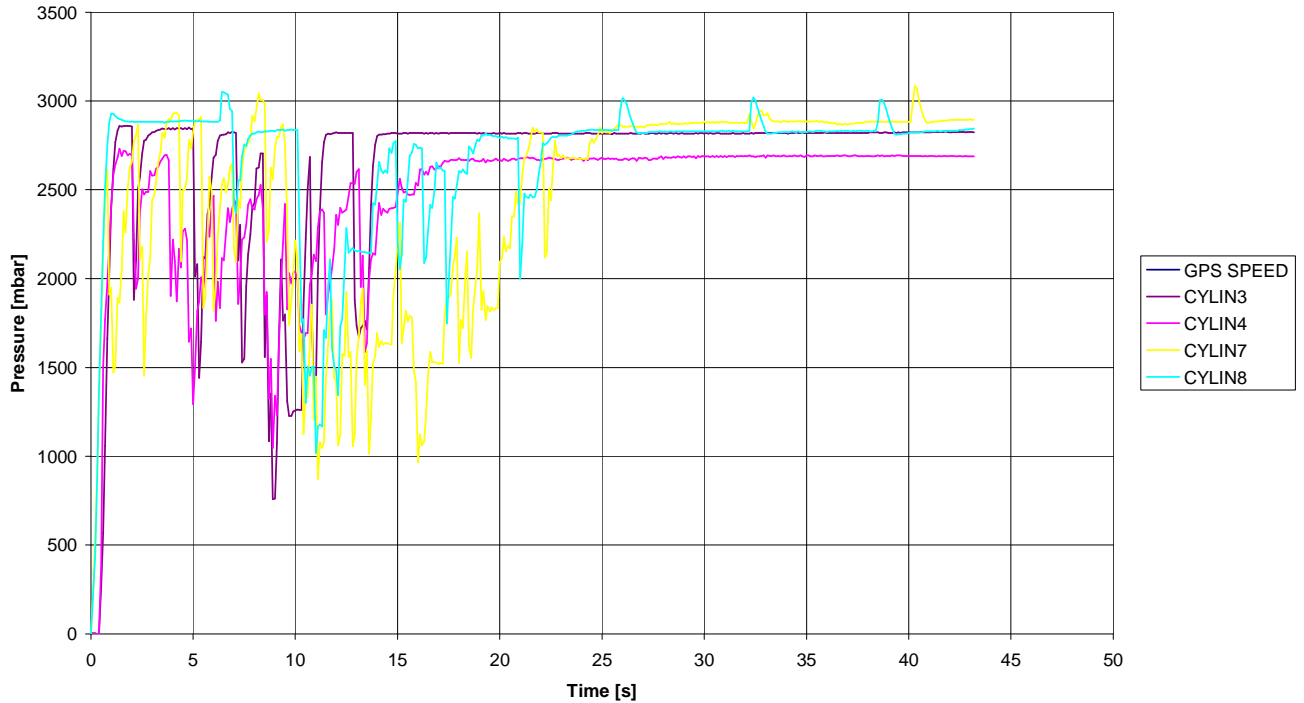
Manned cab.	Entry speed		Adhesion		GM		Stopping distance		File Name	
	Exp. value	Act. value	Exp. value	Act. value	Exp. value	Act. value	Exp. value	Act. value		
M1C	160±3	161,65	0,08≥ μ ≥0,05	8%	≥ 20%	Axle 1 = 33%	1143,11	≥	1030,07	E1_1
						Axle 2 = 26%				E1_1.vbo
						Axle 3 = 31%				E1_1_M1C.TRC
						Axle 4 = 22%				E1_1_T3bcu.TRC
						Axle 5 = 29%				E1_1_M4C.TRC
						Axle 6 = 32%				
						Axle 7 = 6%				
						Axle 8 = 7%				
Axle 9 = 14%										
Axle 10 = 20%										

Below are reported the charts of speed vs. time and pressure vs. time with the analysis of the average BC pressures.

Absence of undue application of parking brake: speed vs. time



Absence of undue application of parking brake: pressure vs. time



Average BC pressure axle 3: 2306 mbar (> 2000 mbar that's the setting of the valve 06.03)
Average BC pressure axle 4: 2174 mbar (>2000 mbar that's the setting of the valve 06.03)
Average BC pressure axle 7: 2500 mbar (>2000 mbar that's the setting of the valve 06.03)
Average BC pressure axle 8: 2771 mbar (>2000 mbar that's the setting of the valve 06.03)

All test executed according the UIC 541-05 adhesion condition (5-8%), didn't show any pneumatic condition able to create the undue application of the parking brake (see FT3992-E00VTS rel. A01).

2.2. Event happening probability analysis: low adhesion condition (adhesion out of UIC)

Same evaluation as per chapter 2.1 has been done observing the axle locking 3,4,7,8 considering the adhesion between wheel and track below the limit fixed by UIC 541-05 (around 1-2%). This adhesion level has been realised spraying vegetal oil on the track.

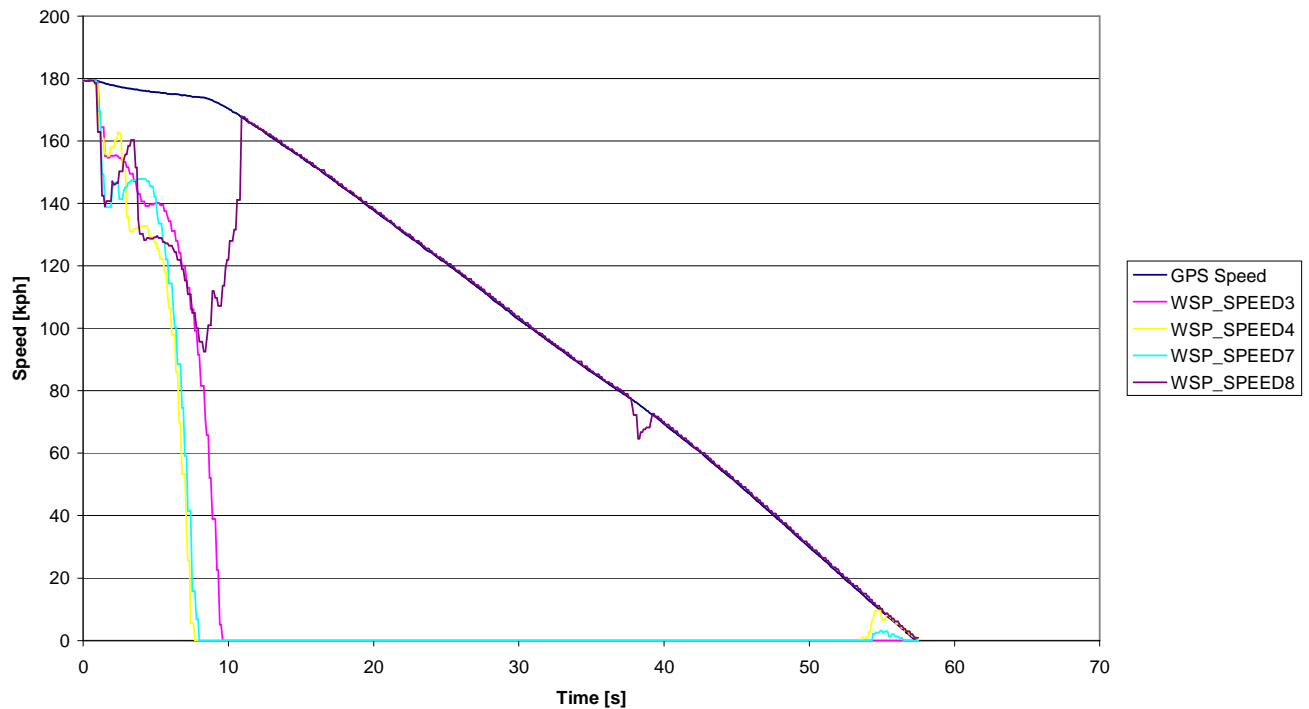
According the above conditions, no requirements of stopping distance are foreseen neither by the contract nor by the UIC 541-05.

Same consideration and evaluation criteria has been adopted.

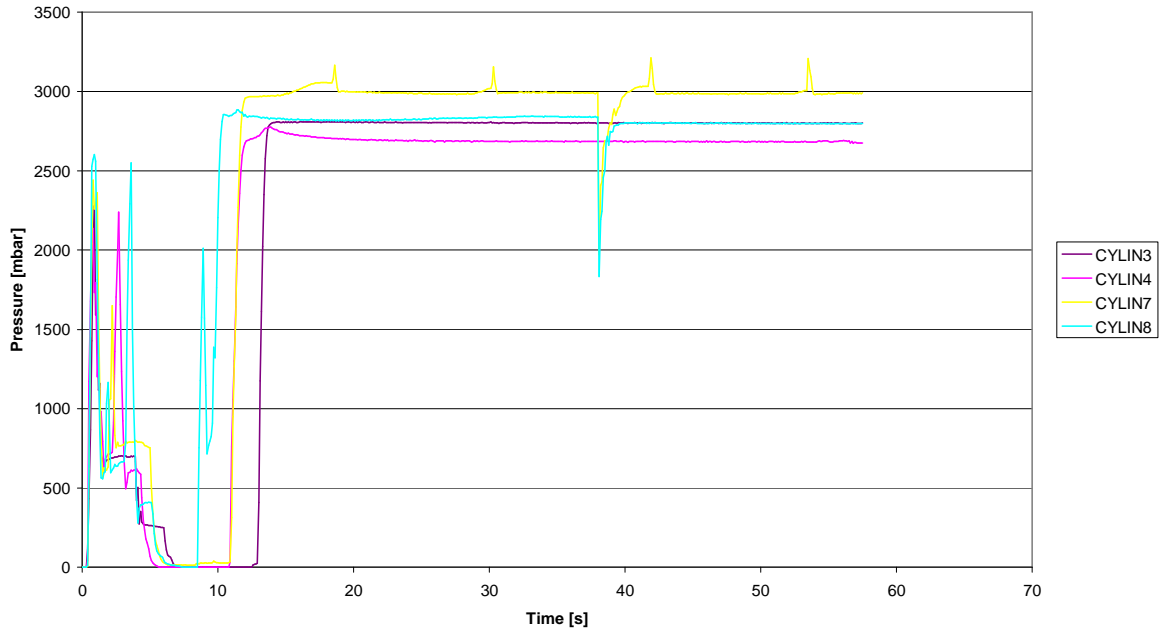
Test considered for above analysis is the E1_3 performed in December 2011. The test was an emergency brake application without MTB with entry speed @ 160 kph.

Below are reported the charts of speed vs. time and pressure vs. time with the analysis of the average BC pressures.

Undue application of parking brake: speeds vs. time



Undue application of parking brake: pressure vs. time

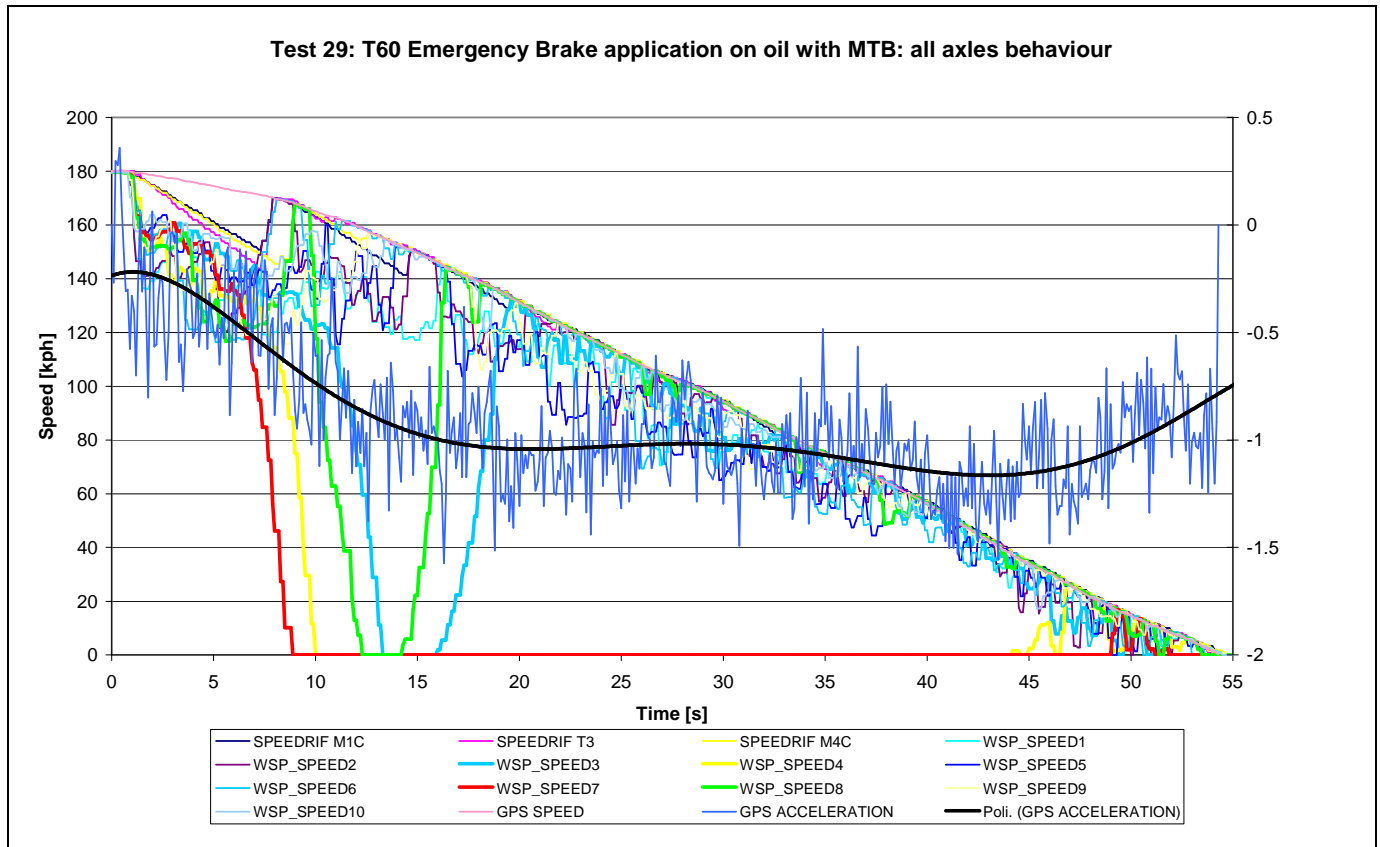


Average BC pressure axle 3: 397 mbar (< 2000 mbar that's the setting of the valve 06.03)
Average BC pressure axle 3: 462 mbar (< 2000 mbar that's the setting of the valve 06.03)
Average BC pressure axle 3: 524 mbar (< 2000 mbar that's the setting of the valve 06.03)
Average BC pressure axle 3: 851 mbar (< 2000 mbar that's the setting of the valve 06.03)

2.3. Intervention of undue parking brake vs. stopping distance

The aim of this chapter is to prove that the undue application of parking brake couldn't be considered as a root cause of the Marslev incident and, generally, doesn't make an extension of the stopping distance in low adhesion condition.

The below chart has been recorded during the dynamic test performed in Vojens in January 2012. The name of the test is Test29 and the brake demand was emergency brake application with MTB on vegetal oil.



As it's easily observable by the chart, the intervention of the undue application of parking brake (width line red, yellow, green and light blue), causes the increase of the retardation (blue line and black polynomial) with a consequent reduction of the stopping distance.

Above brake application gave a stopping distance of 1528 [m]

If the undue application of parking brake will be removed and, therefore, all cleaning effect of the sliding wheels will be missing, surely the brake distance will be greater. A purely qualitative evaluation of this eventual scenario would be to consider an average retardation as 0,6 m/s² according to the following assumptions:

- Consider an instantaneous retardation by FT suggested retrofit, at the beginning of the brake as the average retardation between 0 and 8s (time before undue application of the parking brake) that's around 0,35 – 0,4 m/s².
- Consider a smaller cleaning effect (purely qualitative) that could give an increase of retardation level around 0,2 m/s².
- Therefore the global average adhesion level can be estimated in order to still give a retardation of 0,6 m/s², on adhesion far lower than the expected, (compared with IC3 performances).

2.4. Conclusions of analysis

Contractual stopping distance requirements for IC4 fleet during emergency brake application without MTB and under tare load are the worse case considering the undue parking brake application event probability. Those requirements are below described.

Dry condition

Stopping distance ≤ 1250 [m] that will lead to have an average brake cylinder pressure of 2800 [mbar], far from the setting of the valve 06.03 that's 2,0 (-0,5) bar.

Low adhesion condition (5-8%) according to UIC 541-05 (k=25%)

Stopping distance $\leq 1562,5$ [m] that will lead to have an average brake cylinder pressure of 2240 [mbar], far from the setting of the valve 06.03 that's 2,0 (-0,5) bar.

All above described data lead to conclude that:

- Undue application of parking brake cannot occur under dry conditions.
- Undue application of parking brake cannot occur under low adhesion condition (5-8%) according to UIC 541-05.
- Undue application of parking brake can ONLY occur under extreme low adhesion condition (measured values around 1-2%)
- For what above, the undue application of parking brake cannot be identified as root cause of the incident because the phenomenon aids to reduce the stopping distance.

2.5. Hazard analysis

Referring to the document AS3992 rev. D dated 05/05/2006, more specifically on Hazard n. 20 "Brake System performance degradation" we can state that this technical report demonstrates there are no adverse impact on stopping distances and hazard final rating.

Following the explanation included into the technical report and relevant consequences of undue parking brake application, FT recommends to risk assess at vehicle level possible impacts on running stability, considering occurrence on track's irregularities such as railroad switches, bends and obstacles of any nature.

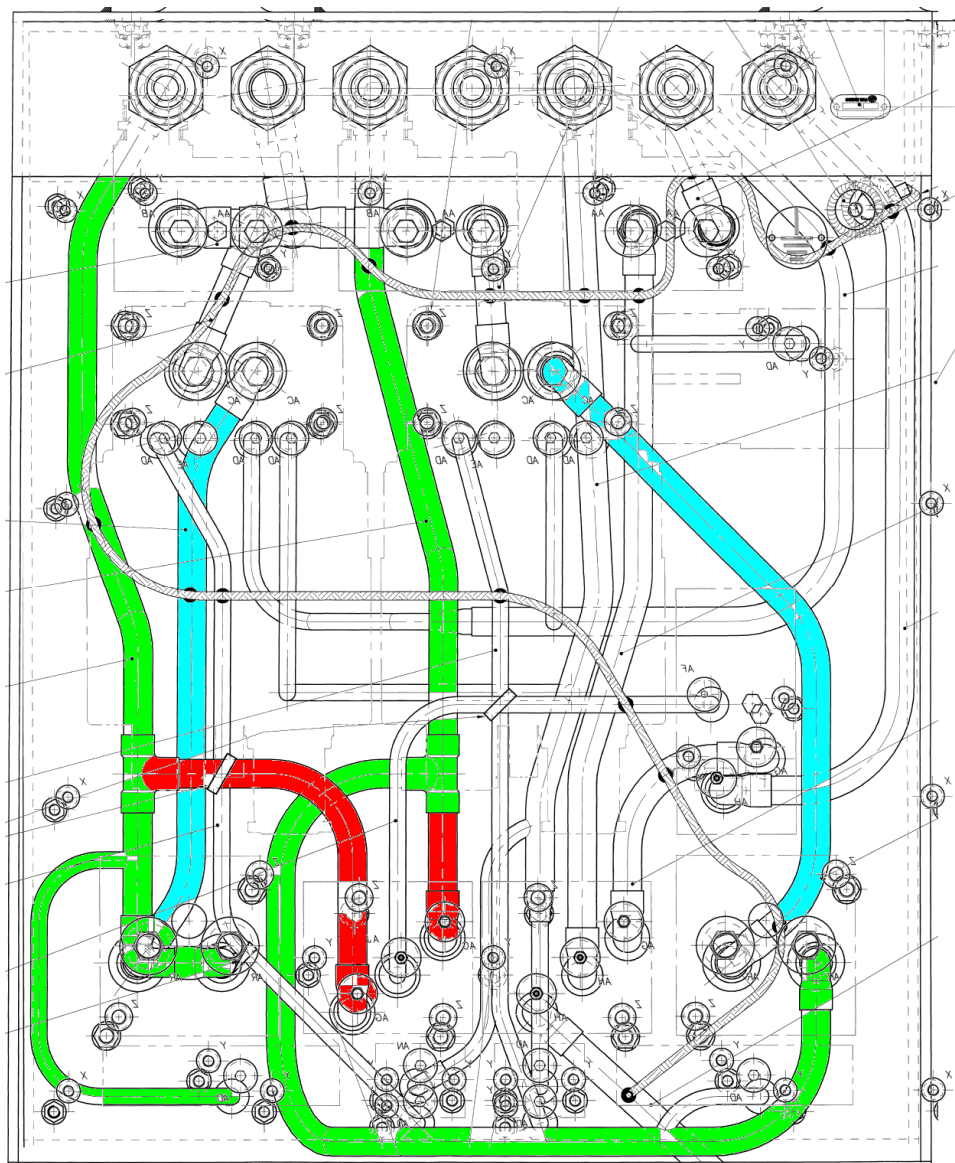
FT therefore recommends to correct the root cause of the undue parking brake application in order to lower the frequency of occurrence of such kind of failures and further mitigate this hazard.

3. Problem solution

3.1. Wrong connection of the valve 06.09 inside the panel 1/438390 and 1/438398

- LIGHT GREEN -> pipes between brake cylinder and dump valves
- CYAN -> pipes between IRV and dump valves
- RED -> pipe that drives the valve 06.09. This pipe should be taken from the cyan pipe and not from the green pipe.

BACK VIEW

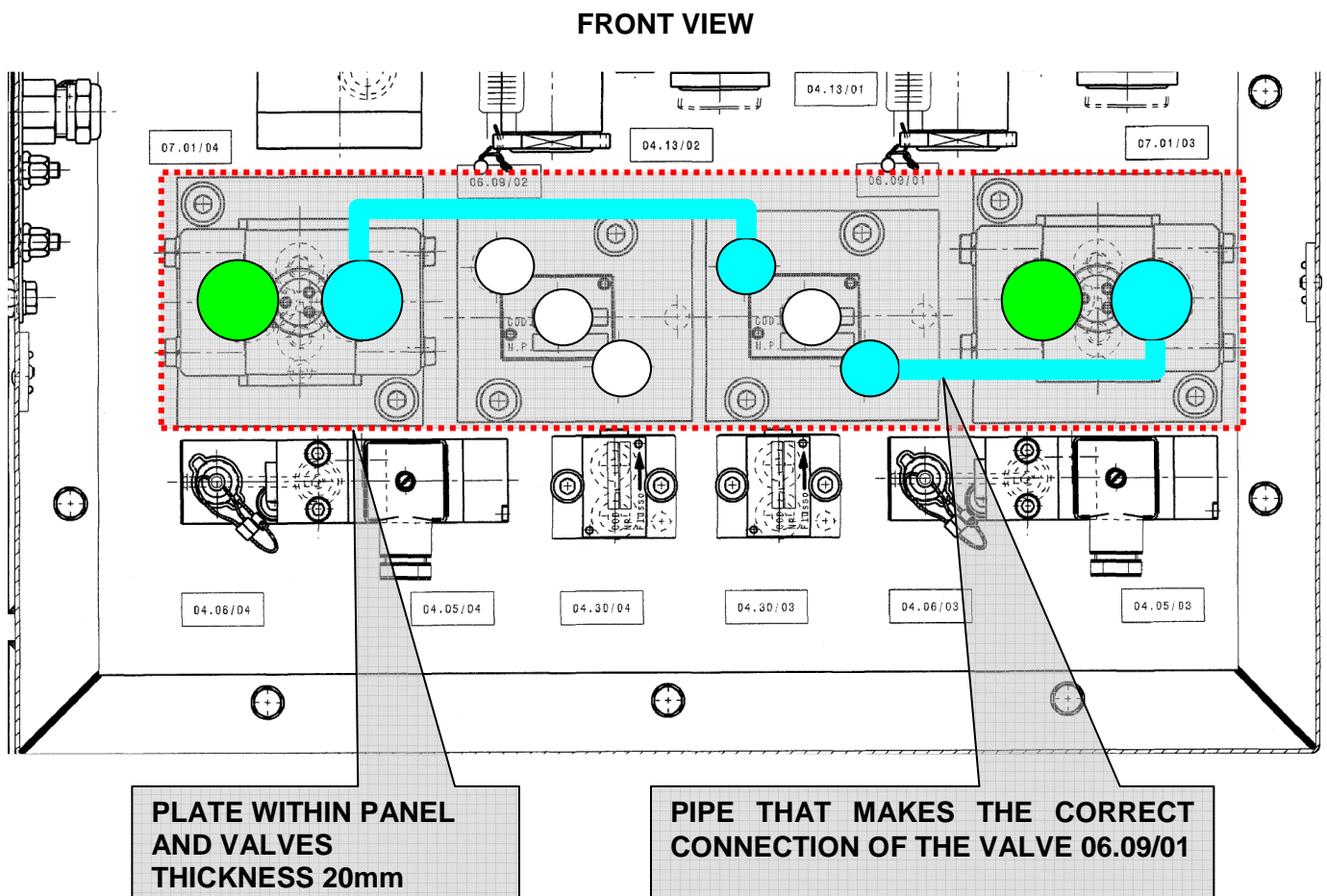


3.2. Solution to be applied on the panel 1/438390 and 1/438398

Acting on the internal piping would be difficult. Solution identified by FT would be to insert a middle flange (thickness around 20mm) within the dump valves, the double check valves and the panel plate.

Middle plate will correct:

- Both red piping (wrong) will be made blind.
- Inside the middle flange the correct piping will be realised (according to pneumatic scheme) and the pilot of the valve 06.09 will be taken between IRV and dump valve.
- Other correct connections will be not modified.
- Middle flange will be fixed to the panel by means of the same already present fixing holes of the dump valves 07.01/03 and 07.01/04 and the double check valves 06.09/01 and 06.09/02. Longer screws will be provided.



3.3. Test to be performed after the retrofit.

The tests that have to be performed after implementation of the modification are:

- Static test according to DRDT15, (partial, only emergency brake application), in order to verify that parking brake will not be applied anymore under following conditions:
 - Emergency brake applied (BP \leq 2,7 bar)
 - Axle 3 cylinder pressure < 2 bar, (test related to bogie 2)
 - Axle 4 cylinder pressure < 2 bar, (test related to bogie 2)
 - Axle 7 cylinder pressure < 2 bar, (test related to bogie 4)
 - Axle 8 cylinder pressure < 2 bar, (test related to bogie 4)



REDEGØRELSE

MG 5631 kollideret med anden MG under rangering på Klargøringscenter Kastrup (KAC)

HCLJ 620-2012-2	Hændelse	Kollision	Rangering
Dato:	06.08.2012	Tidspunkt:	04:41
Sted	KAC		
Infrastrukturforvalter:	DSB	Jernbanevirksomhed:	DSB

1 Underretning

Havarikommissionen blev kl. 06.14 underrettet om at et IC4-togsæt under rangering ved KAC havde kollideret med et parkeret IC4-togsæt. Der blev oplyst at togsættet ikke havde bremsset som forventet under den sidste del af rangeringen.

2 Fakta

Hændelsesforløb

IC4-togsæt MG 5631 skulle parkeres i spor 52 ved KAC's parkeringsområde "Sibirien" som lå syd for KAC.

Umiddelbart foran IC4-togsættet rangerede et IC3-togsæt som skulle parkeres i nabosporet (spor 53).

Under rangering fra spor 43 til spor 52 standsede MG 5631 ved to betjeningsstandere til sporskifteomstillingsanlægget inden togsættet kørte ned imod enden af spor 52 hvor IC4-togsæt MG 5642 holdt parkeret. Ved nedbremsning til standsningsstedet bremsede MG 5631 ikke som forventet og kolliderede med MG 5642.

Infrastruktur

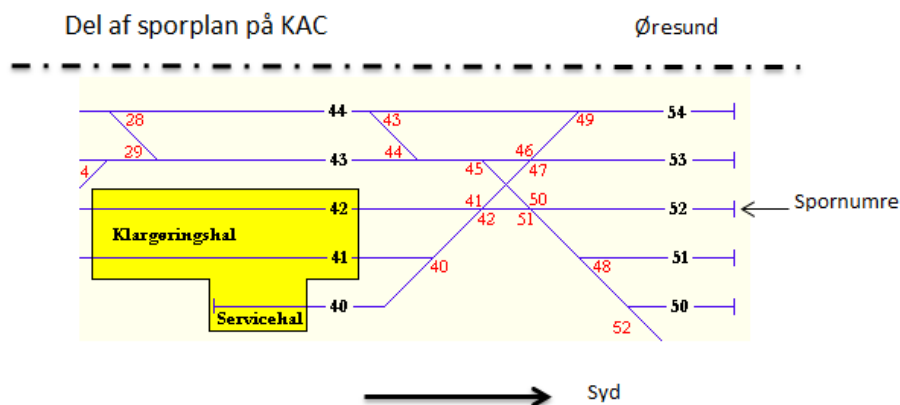
"Sibirien" var et usikret rangerområde beliggende syd for til Klargøringscenteret. Den maksimale rangerhastighed på området var 25 km/t. Området blev brugt som parkerings- / henstillingsområde for IC4- og IC3-togsæt. Området var udstyret med lokalbetjent sporskifteomstillingsanlæg med SMUTO (sikring mod utidig omstilling).

Omkomne, kvæstede og skader i øvrigt

Der var ingen personskade. Der var mindre materielle skader på fronten af begge IC4-togsæt.

Ydre forhold

Hændelsen skete ca. kl. 04.41 om morgenen. Vejret var let diset/havgus. Sporområdet "Sibirien" var beliggende tæt på Øresund, og spor 52 lå ca. 40 meter fra strandkanten.



3 Undersøgelser

Interview af involverede

Køremanden (stationsbetjent) har oplyst at han rangerede efter et IC3 togsæt som skulle i spor 53. På vej fra spor 43 mod spor 52 standsede han to gange uden problemer ved standerne for omstilling af sporskifterne. Efter omstilling af den sidste del af rangertogvejen var der mere end 400 meter til holdested, og han mente at hastigheden kom op på omkring 20 km/t. Køremanden tog derefter trækraften fra togsættet og lod det "trille" ned imod MG 5642. Han anslog at hastigheden var omkring 15 km/t, da han begyndte at bremse ca. en toglængde [86 m] før stopmærket ved forsyningsstanderen i spor 52. Køremanden følte at togsættet bare gled og ikke bremsede. Han fuldbremsede derefter, og umiddelbart efter farebremsede han uden at kunne mærke den forventede bremseeffekt, og togsættet kolliderede med MG 5642 med lav fart.

Der blev ikke konstateret problemer med bremsning eller hjulblokering ved nedbremsning ved de to betjeningsstandere. Køremanden oplyste at han under sin vagt havde flyttet flere togsæt på området uden at han havde observeret tegn på glatte skinner.

Det blev oplyst at IC4-togsættene generelt sænker hastigheden når trækraft tages fra (køre-/bremsekontrolleren sættes i "0"). Under rangering er man derfor nødt til at køre over 8-10 km/t for at undgå at parkeringsbremsen utilsigtet bremses togsættet når trækraft tages fra.

Det IC3-togsæt som rangerede umiddelbart foran IC4-togsættet, oplevede ingen problemer med bremsning under rangeringen.

Der havde ikke kørt tog i området siden omkring kl. 02.00

Tekniske undersøgelser

Data fra havarilog viste at MG 5631 kørte ca. 455 meter fra den sidste betjeningsstander og frem til kollisionen. Opmåling på stedet viste at MG 5631 kørte ca. 475 meter fra den sidste stander til kollisionen skete.

Data fra havarilog viste at MG 5631 kørte ca. 755 meter fra rangering blev påbegyndt og frem til kollisionen. Togets GPS-system har registreret at MG 5631 kørte ca. 783 meter fra rangering blev påbegyndt og frem til kollisionen.

Togsættets havarilog har registreret flere tilfælde af hel eller delvis hjulblokering begyndende i bremsetrin 2 af 8. Den maksimale hastighed under rangeringen blev registreret til 22 km/t. Der var 2 kortvarige (under eller lig med 2 sekunder) registreringer af hjulslip og 1 kortvarig registrering af hjulblokering fra rangering påbegyndes og frem til den anden betjeningsstander. Efter betjeningsstanderen og frem til kollisionen var der bl.a. registreret 7 kortvarige og 1 længerevarende tilfælde af hjulslip og 2 kortvarige og 1 længerevarende tilfælde af hjulblokering. Den sidste registrerede hjulblokering varede frem til kollisionen.

På grund af hjulblokering kunne hastigheden i kollisionsøjeblikket ikke aflæses i havariloggens registreringer, men Havarikommissionen vurderede at hastigheden var ca. 5 km/t.

Der blev konstateret mindre hjulflader på akslerne 4, 7, 8 og 9.

På skinnehovedet kunne der konstateres tegn på hjulblokering ca. 26 meter bagved MG 5631 og tegn på rust samt belægning på skinnehovedet bag ved MG 5631.



Foto: Havarikommissionen

MG-bremserne var ikke blevet aktiveret under rangeringen. MG-bremserne aktiveres automatisk ved farebremsning hvis hastigheden er over 20 km/t. Når hastigheden falder til under 20 km/t, hæves MG-bremserne automatisk. Ved hastighed under 20 km/t kan MG-bremserne aktiveres manuelt med lampetryktast på førerbordet.

Der blev taget enkelte materialeprøver fra skinnehovedet ca. kl. 06.35 og flere prøver ca. kl. 07.30. Prøvningsresultaterne fra Teknologiske Institut viste at *"det mørke materiale opsamlet fra overflade af jernbaneskiner alle er dannet af en blanding af rust (jernoxid), sandkorn, små sten (silikater) og en meget lille mængde olie/fedt. Det var sandsynligt at den mørke belægning indeholdte vand. Mængden af vand i belægningen vurderedes at kunne vokse med mængden af belægning. Det har på grund af den relativt lille prøvemængde ikke været muligt at bestemme det præcise vandindhold i belægningsprøverne. De mørke belægninger indeholdte en meget lille mængde kulstof, hvilket indikerede et meget lille indhold af organisk materiale. Der blev påvist et meget lille indhold af olie/fedt i prøverne. Der var intet i de opnåede resultater, der indikerede at prøverne indeholdte andre organiske materialer end olie/fedt."*

Trafikale undersøgelser

Der var den 4. juli 2012 udsendt lokal mail med advarsel om at der periodevis kunne være glatte skinner på sporområdet "Sibirien". Mailen var udsendt på baggrund af en hændelse hvor glatte skinner som følge af ukrudt mentes at have været årsagen til at et IC3 togsæt havde svært ved at bremse.

Sporområdet lå i et åbent område tæt på Øresund. Spor 52 lå ca. 40 meter fra strandkanten, og medarbejdere har oplyst at der ofte var havgus fra Øresund ind på sporområdet.

Uddannelse

Køremanden var i besiddelse af gyldigt licens og certifikatet men kunne ved hændelsen ikke fremvise det. Han havde bestået IC4 køremands-uddannelse i januar 2012.

Human factor

Køremanden blev ansat i DSB efteråret 2009. Han mødte den 5. august 2012 kl. 21:26 Denne vagt var den femte nat i træk. Køremanden fortalte at han foretrak at have nattjeneste.

4 Analyse og konklusion

Analyse

Kombinationen af:

- sporområdets beliggenhed tæt ved Øresund hvor der kan forekomme havgus,
- rester af rust på skinnehovedet,
- rester af andet materiale på skinnehovedet,
- hjulslip under igangsætning og begyndende hjulblokering fra bremsetrin 2 sandsynliggør at skinnerne i et vist omfang har været glatte da kollisionen skete.

Konklusion:

Det var sandsynligvis glatte skinner som kombineret med bremsesystemets funktionalitet medførte hjulblokering ved bremsning og medførte en difference mellem havariloggens registrering og den tilbagelagte afstand.

Havarikommissionen vurderer at hændelsen og omstændighederne, i forbindelse med bremsesystemets funktionalitet, har lighedspunkter med tidligere hændelser og gennemførte test af IC4 togsætne i december 2011 og i januar 2012.

5 Bemærkning

Denne hændelse afsluttes som en selvstændig undersøgelse. Undersøgelse af bremsesystemets funktionalitet indgår i den igangværende undersøgelse vedrørende "IC4-togsæt passeret signal i "stop" ved Marslev den 7. november 2011", ref. HCLJ611-2011-23.

DB Minden testrapport (forside).

Originalrapport er låst



IC4 diesel multiple unit operated by DSB Wheel-slide protection system Bench testing on WSP test rig

Document ID No.: 12-17435-T.TVI12-122428-PR01

Date: 30 October 2012

Testing laboratory: Prüfungen Bremse und Kupplungen
[Testing of brake and coupler systems]



Recognised by the German Federal Railway Authority (EBA)

Associated Partner of EISENBAHN-CERT

Impartial and independent

The test results presented in this report refer solely to the test objects described herein. This test report may not be published without the written consent of the Client. Furthermore, no part of this report may be reproduced without the additional consent of the DB Systemtechnik Test Centre.

IC4 Marslev Investigation Conclusions from WSP Rig Tests

DB Systemtechnik GmbH

TVI 1 - Brakes, Couplers

Peter Spiess

Benjamin Büche

Version 1.1, 13.06.2013

Inhaltsverzeichnis

1 Introduction	3
2 Test Report	3
2.1 Test objects	3
2.2 Testing conditions	3
2.3 A note on rail/wheel conditioning	4
2.4 Tests on dry rail	4
2.5 Low adhesion	4
2.6 Tests with sudden decrease of adhesion	5
2.7 Low adhesion tests at low initial speed	5
2.8 Test with 500 m of extremely low adhesion	5
2.9 Additional tests on very low adhesion	5
2.9.1 Track section with adhesion level of 0.05	6
2.9.2 Track sections with adhesion levels 0.04, 0.03	6
2.9.3 Track section with adhesion level 0.02	6
2.9.4 Track section with adhesion level 0.015	6
2.10 Changing adhesion conditions	6
2.11 Summary of findings from test results	6
2.12 A note on the management of reference speed under extreme low adhesion conditions	7
2.13 Conclusions with regard to the Marslev Incident	7
3 Signatures	8
4 References	8

1 Introduction

On 07th November, 2011, an IC 4 train of DSB passed a signal at danger near Marslev, still having a speed of roughly 140 km/h at the location of the signal. The train finally came to stop approximately 651 m behind the signal where it should have stopped and 542 m behind the danger point /1/.

The incident was investigated by Havarikommisionen, leading a group of technicians from DSB, the train manufacturer Ansaldo Breda, the brake system manufacturer Faiveley Transport and DB Systemtechnik GmbH as consultants. Preliminary findings of the investigation are documented in /1/ and /2/.

After the incident, the whole fleet of IC 4 trains was taken out of service due to the fact that the cause of the SPAD was unclear and a fault in the train's brake system could not be excluded. Following the results of the investigation, Trafikstyrelsen granted permission to reinstate the trains into service, subjected to a set of technical barriers and without passengers, on February 27th, 2012.

In addition to the investigation led by Havarikommisionen, an independent investigation into the topic was carried out by the Danish Technical University (DTU), whose preliminary results have in the meanwhile been published /3/. The findings of DTU basically matched and did in no way contradict the previous findings of Havarikommisionen. After the presentation of DTUs results, on July 1st 2012, Trafikstyrelsen permitted IC4 operation with passengers.

Both investigations found the WSP system of the train to be a factor contributing to the incident. In order to shed more light into the issue, the testing department of DB Systemtechnik GmbH in Minden was commissioned to carry out tests of the IC4 WSP system on their test rig. The results of these tests are documented in /4/. The WSP hard- and software used in the test was taken directly from the train (Trainset 27) involved in the Marslev incident, in order to identify possible hardware failures on that specific train as well as software malfunctions.

This document serves to interpret the test results from the rig-tests /4/ and to identify possible flaws in a more detailed way than allowed by the sparse data from the incident. It shall be viewed as an accomplishment to the test report as well as a supporting document to the final investigation report by Havarikommisionen /5/.

2 Test Report

2.1 Test objects

Object of the tests were part of the IC4 trainset No 27, which was involved in the incident in Marslev at Nov. 7th, 2011. The tested subsystems were

1. The M1 brake control unit (BCU), controlling axles 1 to 4 of the train
2. The T3 BCU, controlling axles 5 and 6 of the train

Both BCUs were tested together with their speed sensors and their WSP valves. All components were uninstalled from the train on May 30th, 2012 and had not been in service since trainset No 27 had been taken out of service in November 2011. Thus, it can be concluded that the state of the tested subsystems during the tests was as close as possible to their state during the Marslev-incident. Since, by order of Havarikommisionen, no manipulations on trainset No 27 were allowed between the incident and the time when the subsystems had been uninstalled, the same can be concluded for the WSP software implemented in the BCUs.

2.2 Testing conditions

The tests have been carried out at the WSP test rig at DB Systemtechnik GmbH in Minden during the period between 02.07.2012 and 24.08.2012. Since railhead conditions were simulated as mathematical models, the external conditions during the tests had no effect on the results obtained.

2.3 A note on rail/wheel conditioning

WSP operation under moderately low adhesion conditions¹ relies on the effect of rail/wheel conditioning. Under such conditions, the friction power generated by the sliding motion between wheel and rail improves the adhesion level by partly breaking up the film between the contact partners. As a consequence, the brake deceleration increases during the course of the brake application. Although the inner workings of this effect are not fully understood, its existence is empirically proven time and again during WSP tests.

Under extremely low adhesion conditions (levels of about 0.03 and below), the conditioning effect plays a minor role – if any at all. The reasons for this are twofold: First, the friction power between wheel and rail is much smaller, since the power input is proportional to the adhesion level itself. Secondly, grease films leading to such adhesion conditions – e.g. leaf films in autumn – are harder to break up mechanically.

WSP test rigs usually have a built-in empirical model for the conditioning effect, which can be switched on or off, depending on the goal of testing.

2.4 Tests on dry rail

According to the test report, there were no unintended WSP activities during the dry rail tests. This statement holds for both subsystems tested (M1 and T3) and is documented in /4/, appendix 3.1 to 3.4.

Non-activity of the wheel slide protection is a basic and general requirement on such systems /6/, preventing unenforced brake distance extensions. Thus, the WSP system does work properly under these conditions.

2.5 Low adhesion

This section describes the tests performed under low adhesion conditions with initial adhesion levels between 0.05 and 0.08, i.e. similar to track tests with soap/water mixture (adhesion levels higher than experienced in Marslev). Graphical displays of the relevant WSP behavior can be found in the test report /4/ in appendix 3.5 to 3.8.

The low adhesion tests were performed without a simulation of the conditioning effect. Thus, the brake distances in the simulations are longer than one would expect in field tests, where under low adhesion conditions such an effect is clearly present. However, the absence of conditioning during the simulation poses more challenging conditions to the WSP system, and thus reveals additional information on its ability to control wheel slip.

Under these circumstances the WSP already becomes very active, and the wheel speeds oscillate between the vehicle speed and a maximum slip level. No qualitative difference is found between the behavior of the M1 and T3 WSP unit.

At some points, a brake cylinder is completely vented in order to get the reference speed back to vehicle speed, but does not immediately refill the brake cylinder after that target is reached. In fact, the refilling started up to 1.5 seconds after the axle speed reached the vehicle speed.

An analysis of the impact of this phenomenon on the brake distance reveals the following: Since these venting takes place about every 10 seconds on one axle per WSP-system, i.e. that every 10 seconds for 1.5 seconds there are 3 out of 10 axles which are not braking. In terms of figures the brake force lost through this (F_{lost}) can be displayed as:

$$F_{lost} = \frac{1.5s}{10s} \frac{3axles}{10axles} = 0,045 = 4,5\%$$

So over the complete time of the braking up to 4,5% of the brake force is lost. This phenomenon leaves room for optimization.

¹ i.e. initial levels of adhesion between 0.05 and 0.08, as recommended in /6/ for low adhesion tests. Note that these conditions do not reflect the adhesion conditions present at Marslev.

Though this effect is also seen on adhesion levels below 0.05, it only occurs when the axle speed equals the vehicle speed. During the 'Marslev incident' the reference speed and therefore the axle speeds were mostly below the vehicle speed. So this behavior had little to no impact on the Marslev incident.

2.6 Tests with sudden decrease of adhesion

The tests simulate a train encountering a short section of extremely low adhesion, with dry rail before and after.

The aim of these tests is to find out if the WSP algorithm reacts correctly to the sudden changes in adhesion, i.e. that it first vents the brake cylinders quickly enough to prevent flat spots, and after adhesion is reinstated, it refills the brake cylinders as quick as possible to prevent unnecessary brake distance extensions. Graphical displays of the relevant WSP behavior can be found in the test report /4/ in appendix 3.9 to 3.10.

Both WSP units react properly on the adhesion changes in the simulation. Although the axles go into deep slip (with slip levels above 30 km/h), the vehicle speed is reached shortly after a higher level of adhesion is reestablished. In addition to that, there is no slip of over 30 km/h for more than 30 s, a requirement from /4/.

2.7 Low adhesion tests at low initial speed

These tests are again performed at moderately low adhesion levels and serve to judge if the WSP works properly on low speeds, i.e. if efficient in the prevention of flat spots. Although of no relevance to the Marslev-incident, the tests were performed and are discussed here for completeness. Graphical displays of the relevant WSP behavior can be found in the test report /4/ in appendix 3.11 to 3.12. Again, both WSP units react properly on the given conditions.

2.8 Test with 500 m of extremely low adhesion

The tests simulate a longer section of extremely low adhesion, which in field tests is usually created by laying oil on the track. Graphical displays of the relevant WSP behavior can be found in the test report /4/ in appendix 4.1 to 4.2.

In all test of this sequence, the reference speed falls down to zero before the end of the low adhesion section, which in terms leads to locked axles. The reference speed of the T3 WSP falls at a slightly higher rate than that of the M1, otherwise the behavior is qualitatively the same. The faster locking on T3 is due to a higher deceleration of the reference speed than on M1. On T3 the maximum deceleration of the reference speed is almost 1.6 m/s², while on M1 the maximum deceleration of the reference speed is about 1.3 m/s².

The tests explicitly demonstrate that under certain conditions, the WSP algorithm, as implemented in the IC4, is not able to recover the reference speed. Under extreme low adhesion levels, the reference speed is still lifted up from time to time, but not to the same amount it has fallen down below the train speed. Multiple repetition of this process can lead to axles locking before the train comes to halt.

2.9 Additional tests on very low adhesion

The tests described here were performed to simulate WSP behavior in situations similar to the Marslev incident. Adhesion levels were below 0.05 and constant for track lengths of 1000 m and 2000 m, and the adhesion curve used was independent of slip level. For the 1000 m sections, an initial velocity of 120 km/h was used and for 2000 m, the initial speed was 180 km/h.

All tests were carried out with and without simulated wheel/rail conditioning. The main difference of the tests on very low adhesion with activated conditioning effect and those without was that with conditioning effect, the WSP acted comparable to the behavior without conditioning effect, but on a slightly higher adhesion level.

For reasons stated in section 2.3, we will only discuss results of tests performed without conditioning effect here.

2.9.1 Track section with adhesion level of 0.05

On an adhesion level of 0.05 the WSP is able to maintain a good reference speed (close to vehicle speed and regularly adjusted to it), so there are no locked wheels on these test sequences. The corresponding graphics are displayed found in Appendix 5.21 and 5.22 (M1, T3, 1000 m section) and Appendix 5.31 and 5.32 (M1, T3, 2000 m section) of the test report /4/.

The overall behavior on this adhesion level is very similar to those on low adhesion levels. Even on 2000 m of low adhesion the reference speed is held close to the vehicle speed.

2.9.2 Track sections with adhesion levels 0.04, 0.03

At these adhesion levels, the WSP still manages to adjust the reference speed to the train speed on a regular basis. No locked axles are observed. Overall, the results are very similar to those described in section 2.9.1, with lower mean deceleration levels of the train due to lower adhesion.

Graphics of the appropriate tests can be found in Appendix 5.23 and 5.24 ($\mu=0.04$, 1000 m section), 5.25 and 5.26 ($\mu=0.03$, 1000 m section) as well as Appendix 5.33 and 5.34 ($\mu=0.04$, 2000 m section), 5.35 and 5.36 ($\mu=0.03$, 2000 m section).

2.9.3 Track section with adhesion level 0.02

Beginning at an adhesion level of 0.02, the WSP algorithm has difficulties to recover the reference speed correctly. Slip levels reach values well above 50%. This reference speed problem is more significant for the T3 WSP unit, which is due to the higher deceleration level of the reference speed. No locked wheels are observed since the low adhesion track sections end before the reference speed falls below a critical value. At the transition to the dry part of the track, the WSP recovers reference speed and brake cylinder pressures immediately. The graphics of the tests can be found in Appendix 5.27 and 5.28 as well as 5.37 and 5.38 of the report /4/.

2.9.4 Track section with adhesion level 0.015

At this adhesion level, the reference speed completely fails to recover on the slippery track section and consistently drags down the axle speeds. The behavior of the reference speed is similar to what has been observed on field tests with oil preparation. Again, the axle speeds of the T3 unit fall down more quickly than those of the M1, ultimately leading to a wheel standstill on the 2000 m slippery track section. This case is regarded to be the closest approximation to what has happened with axle speeds during the Marslev Incident. The graphics of the tests can be found in Appendix 5.29 and 5.30 as well as 5.39 and 5.40 of the report /4/.

2.10 Changing adhesion conditions

The last set of tests represents very low adhesion conditions of varying degree. The first track section (600 m length) has an adhesion level of 0.056, and the section following it has a level of 0.037. Initial speed is 180 km/h. The test results reveal nothing new, since the adhesion levels chosen are well above the value critical for the reference speed. Test graphics are displayed in Appendix 5.41 and 5.42 of the report.

2.11 Summary of findings from test results

The results of the test-report /4/ show that there is no major fault in the WSP behavior that would require immediate action.

Overall, the test results show a good reproducibility. All brake applications have been repeated four times with very similar results and no sudden erratic behavior of the WSP has been observed.

Anyway, there are two issues with the WSP algorithm as it is implemented into the IC4 at this moment:

- I. Under low adhesion conditions, the time lag between axle speed recovery and reapplication of brake force leads to a small loss of brake power, as described in section 2.5 of this report.

- II. Below a certain adhesion level, the reference speed is not able to fully recover, and thus decreases faster than the train speed. This may ultimately lead to locked wheels and flat spots, such as observed after the Marslev-Incident. The levels of adhesion below which this behavior is observed has been identified to be approximately 0.02.

2.12 A note on the management of reference speed under extreme low adhesion conditions

Under extreme low adhesion conditions, the WSP system of the IC4 trains is not capable to keep the reference speed at levels close to the real train speed. This has been established by the test results on the test rig [4], the Marslev-incident itself and on-track tests on extreme low adhesion that have been performed to reproduce the Marslev-incident [5]. As a consequence, under such conditions flat spots might occur and an erroneous speed signal is produced and transmitted, as has been the case during the Marslev-incident.

The technical reason for this failure to keep an accurate reference speed can be described by the following process:

1. The train encounters extreme low adhesion conditions, and thus all axles controlled by one WSP unit begin to slide.
2. The WSP system detects the slide of all axles due to the fact that the axle decelerations are beyond a certain threshold value a_{th} , which corresponds to the maximum train deceleration on dry rail plus a safety margin that takes into account possible track gradients as well as uncertainty in the deceleration measurement.
3. At this point, an artificial reference speed is built by integration of the threshold deceleration a_{th} . This leads to an “artificial” reference speed that is higher than the axle speeds but lower than and decelerating faster than the train speed. Would the reference speed continue to decelerate at this level, it would reach zero way before the train stands still and result in locked wheels after a short time.
4. In order to prevent wheels from locking, the brake cylinder pressure of one axle is vented on a regular basis, resulting in a rise of the axle speed of the corresponding axle. As soon as the speed of the axle exceeds the artificial reference speed, the reference speed increases.
5. After some additional criteria – which are not known in detail to the author – are satisfied, brake force is applied again on the vented axle and its speed decelerates again. This step is necessary to make sure that the vented axle contributes to the brake force at all times.

The cycle 2-5 is repeated as long as the adhesion is very low. It can be observed on different graphs of the test report [4], e.g. Appendix 5.40. In the case of the IC4 WSP system, the criteria for step 5 of the process are fulfilled before the reference speed reaches the full train speed. As a consequence the reference speed on average decreases at a faster rate than the train speed and thus reaches zero before the train stops, leading to locked axles.

In comparison to the IC4 WSP system, the most modern WSP systems have a different set of criteria that lead to step 5. These systems basically make use of the fact that, as long as the vented axle (step 4) accelerates, it is sure that the axle is still sliding and thus contributing to the brake force. Step 5 is initiated when the axle stops accelerating, which indicates that it has reached the real vehicle speed. This makes sure that the reference speed is lifted up to the train speed on a regular basis and the reference speed and train speed reach zero at the same time.

2.13 Conclusions with regard to the Marslev Incident

The issues found during the tests have the following relation to the Marslev Incident:

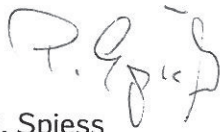
- Issue I had – if any – only a very minor impact on the Marslev Incident. The reason for this conclusion is that all evidence [1], [2], [3] points to very high slip levels during most part of the incident, where issue I plays no role at all. Nevertheless, during the initial part of the brake application, where reference speed recovery might still have been possible, and

during the final part, where adhesion had improved from the extremely low levels in between, issue I might have lead to a few meters of brake distance extension.

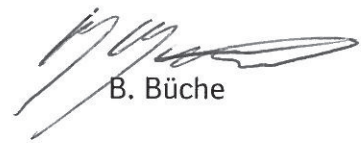
- Issue II had a major impact on the accuracy of speed signals transmitted to the driver and the ATC system during the Marslev Incident. This ultimately lead to a late application of the emergency brake, which in case of an activated magnetic track brake would have shortened the brake distance significantly. Besides that, the test results confirm that adhesion in Marslev was below 0.02 for a significant distance, since otherwise the wheels would not have locked. In order to prevent the train from receiving wrong speed information, the issue of reference speed recovery under extreme low adhesion conditions should be addressed.

As a consequence, both issues should be investigated on a technical basis.

3 Signatures



P. Spiess



B. Büche

4 References

- /1/ Havarikommissionen - "IC4 train passed signal in position 'stop' at Marslev on 7 November 2011", Preliminary Statement, updated version, Roskilde, 30.01.2012
- /2/ DB Systemtechnik GmbH - "Incident Investigation IC 4 Status by 2012-01-13", Minden, 13.01.2012
- /3/ Danmarks Tekniske Universitet - "Undersøgelse af IC4-togets bremseevne - midtvejsrapport", Kopenhagen, Denmark, 20.07.2012
- /4/ DB Systemtechnik GmbH - Test Report: "Triebzug IC4 der DSB - Gleitschutzgerät - Prüfung auf dem Gleitschutz-Prüfstand", Document N° 12-17435-T.TVI12-122428-PR01, Minden, Germany, October 2012
- /5/ Havarikommissionen - "IC4 train passed signal in position 'stop' at Marslev on 7 November 2011", Final Statement, Roskilde, to be published
- /6/ Union Internationale des Chemins de Fer - UIC Leaflet 541-05 "Wheel Slip Prevention equipment", 2nd ed. Paris, 2005
- /7/ Faiveley Transport - "General Description - Brake Equipment for DMU GTA IC4 Denmark", Document N° DG3992, revision P, Piossasco, Italy, 10.04.2009

Glatte skinner

September 2012

Glatte skinner

Indhold		Side
1	Indledning	3
1.1	Baggrund og formål	3
1.2	Hørte interessenter	3
2	Glatte skinner og bremseevne	4
2.1	Glatte skinner	4
2.2	Bremseevne	5
3	Hvornår er glatte skinner farlige?	6
3.1	Udrustning af det rullende materiel	6
3.2	Køreteknik	7
3.3	Forebyggende vedligeholdelse og rensning af skinner	7
3.4	Indbyggede barrierer mod kollision og afsporing i jernbanesystemet som følge af signalforbikørsel	8
4	Hvor ofte er glatte skinner farlige i Danmark?	10
4.1	Engelske data	10
4.2	Hvor ofte?	10
4.3	Signalforbikørsler	11
4.4	Glatte skinner som resulterer i mere end 50 meters signalforbikørsel	12
5	Konklusion og anbefalinger	16
5.1	Forsøg med varsling af "glatte skinner"	17
5.2	Forsøg med aflæsning af havariloggen på tog, der kører for langt på grund af "glatte skinner".	18
5.3	Lokomotivføreruddannelsen	18
6	Bilag	19
6.1	Europæiske erfaringer med glatte skinner – primært baseret på tilbagemeldinger fra andre jernbaneforvaltninger ifb. forespørgsel	19
6.2	Udkast til Trafikmeddelelse om varsling af glatte skinner i løvfaldsperioden 2012	21
6.3	Evaluering af Banedanmarks forsøg med varsling af glatte skinner i løvfaldsperioden 2012	24

1 Indledning

1.1 Baggrund og formål

Den 7. november 2011 passerede et IC 4 tog et stopvisende signal mellem Ullerslev og Marslev med 651 m. Af Havarikommissionens foreløbige rapport fremgår, at:

”Havarikommissionen vurderer at særlig glatte skinner kombineret med WSP-systemets funktionalitet, udkoblede MG-bremser og de manglende data (aktuel hastighed og kørt distance) til ATC systemet har været de væsentligste årsager til hændelsen den 7. november 2011.”

I juni 2012 fremlagde DTU på foranledning af DSB en midtvejsrapportering, som ad teoretisk vej dokumenterer, at der var meget glatte skinner i Marslev.

På den baggrund har Transportministeriets departement bedt Trafikstyrelsen og Banedanmark klarlægge, om risikoen for glatte skinner giver anledning til at foretage ændringer af sikkerhedsmæssig karakter. Dette behandles i nærværende rapport, hvis perspektiv er generelle sikkerhedsmæssige risici foranlediget af glatte skinner. Enkelte litras (togtypers) sikkerhedsmæssige performance er således ikke genstand for denne rapport.

Rapporten belyser indledningsvist hvad glatte skinner er. Derefter ses på hvornår glatte skinner er potentielt farlige. Dette holdes op imod de registrerede situationer, hvor glatte skinner har resulteret i en potentiel farlig situation. På denne baggrund konkluderes, hvorvidt glatte skinner kalder på ændringer af sikkerhedsmæssig karakter samt Trafikstyrelsens og Banedanmarks anbefaling til initiativer i relation til glatte skinner.

1.2 Hørte interessenter

Rapporten er blevet forelagt DSB og Dansk Jernbaneforbund, som begge kunne tilslutte sig de overordnede konklusioner.

DSB havde følgende overordnede kommentar: ”På det foreliggende grundlag er det DSB's opfattelse, at der er behov for indførelse af et system for varsling af glatte skinner i løvfaldsperioden. DSB kan generelt støtte rapporten.”

Dansk Jernbaneforbund havde følgende overordnede kommentar: ”Dansk Jernbaneforbund mener ikke, at der er et sikkerhedsmæssigt problem knyttet til glatte skinner, som kræver, at der iværksættes indsatser på banen generelt.”

2 Glatte skinner og bremseevne

2.1 Glatte skinner

I løvfaldsperioden¹, hvor løv bliver mast mellem hjul og skinne, kan der i fugtigt vejr opstå: ”Glatte skinner”. Kombinationen af organisk materiale og fugt danner en biofilm, som sidder så godt fast på skinnen, at det både er vanskeligt at fjerne og let kan forveksles med en del af skinnens overflade.

Glatte skinner pga. løvfald er primært et nordeuropæisk og mellemeuropæisk problem. Nedenstående billede viser et eksempel med løvfald på en skinne.



Fotografi af løvfald på skinner.²

Glatte skinner vanskeliggør acceleration og bremsning af toget, hvilket er et velkendt problem. Glatte skinner har dog primært været set som et regularitetsrelateret problem grundet udfordringen med at accelerere toget. Den vanskeliggjorte nedbremsning af toget har typisk ikke været anskuet som et sikkerhedsmæssigt problem, idet krav til lokomotivføreren bl.a. er, at denne altid skal køre efter forholdene, så der ikke opstår farlige situationer.

Glatheden af skinner, eller rettere mellem hjul og skinner, benævnes adhæsionen. Togvejslængderne³ ved Banedanmark er baseret på en deceleration på $0,6 \text{ m/s}^2$, hvilket forudsætter en adhæsion på $0,06$, såfremt bremseevnen alene baseres på overførelsen af kræfter mellem hjul og skinner⁴.

¹ I andre lande er glatte skinner registreret i andre situationer. Se bilag.

² Kilde til billedet: Enhancing brake performance under low adhesion conditions, 21.04.2006, Dr. P Spiess, Deutsche Bahn

³ En togvej er en sikret rute fra et punkt til et andet. Se også afsnit 3.4.

⁴ Jf. afsnit 7.1 i ”SODB, Sikringsanlæggene og deres betjening”

Reduceret adhæsion opdeles ofte i to kategorier⁵:

Lav adhæsion (0,05 – 0,09) som typisk opstår i efterårsmånederne i forbindelse med dug/fugt kombineret med begyndende dannelse af rust i løbet af natten.

Meget lav adhæsion (0,02 – 0,04) som typisk opstår i løvfaldsperioden, men også kan opstå af andre årsager.

Da man ved udregningen af togvejslængden i Banedanmark forudsætter en adhæsion på 0,06, kan man forvente, at lokomotivførerne i de fleste situationer med lav adhæsion vil kunne bremse toget ned inden togvejens udløb. Ved meget lav adhæsion vil det ofte ikke være muligt at bremse indenfor den påkrævede bremseafstand, såfremt hastigheden er det maksimalt tilladte og bremsningen påbegyndes i sidste øjeblik.

2.2 Bremseevne

Et togs bremseevne er først og fremmest afhængig af togets bremsesystem. Bremsesystemet dimensioneres bl.a. ud fra: togets masse, togets maksimale hastighed og adhæsionen mellem tog og skinne.

Den minimale bremseevne, der er nødvendig for at køre et tog på en strækning ved en given hastighed, afhænger af strækningens egenskaber (dvs. signalsystem på strækningen, stigninger/fald, maksimalhastighed og lignende).

⁵ Informationerne er bl. a. baseret på oplysninger fra rapporten ”New Rail Materials and Coatings”, University of Sheffield, July 2003, forelæsningsmateriale ”Enhancing brake performance under low adhæsion conditions”, d. 21. april 2006, Dr. Peter Spiess, Deutsche Bahn samt referat fra møde mellem Peter Spiess, Banedanmark m. fl. d. 27. juni 2012 vedr. lav adhæsion.

3 Hvornår er glatte skinner farlige?

Der er indbygget en række barrierer i jernbanesystemet, som forhindrer, at glatte skinner fører til ulykker. Det drejer sig overordnet om udrustningen af det rullende materiel, lokomotivførernes køreteknik og de indbyggede barrierer i jernbanesystemet, som sikrer imod kollision eller afsporing pga. signalforbikørsler.

3.1 Udrustning af det rullende materiel

Nedenfor nævnes et udpluk af de elementer i udrustningen af det rullende materiel, som kan have betydning for togets mulighed for at bremse på glatte skinner.

Magnetskinnebremsen består af et antal bremseklodser, der med elektromagneter kan ”suges” fast til skinnerne og derved bidrage til bremsningen. Derudover kan anvendelsen af magnetskinnebremsen have en rensende effekt på skinnerne, således at adhæsionen forbedres for de efterfølgende hjul. Der er forskel på om, og i hvilken grad de forskellige operatører og lande udstyrer deres tog og togsæt med magnetskinnebremsen. Der kan derfor være forskel på, hvor meget effekt en magnetskinnebremse har på bremseevnen. De fleste tog og togsæt i Danmark er udstyret med magnetskinnebremsen.

Dansk Jernbaneforbund mener, at alle tog, der kører mere end 140 km/timen bør udstyres med virksomme magnetskinnebremsen. Dansk Jernbaneforbund deltog i arbejdet med at teste bremseevnen på IC3-togene, da de blev indført. Udkomsten af det arbejde var en 140 km/t-grænse.

Anvendelse af sandingsudstyr på tog kan øge adhæsionen. Sanding er en velkendt metode, der anvendes i udstrakt grad i bl.a. England og Tyskland, hvor stort set alle tog, både lokomotiver og togsæt, er udstyret med sandingsanlæg. Anvendelsen af sandingsudstyr i Danmark er primært relateret til lokomotiver samt enkelte typer af togsæt.

På samme måde som en bil, der kører i glat føre, vil hjulene på et tog kunne blokere, hvis man forsøger at bremse toget ned på glatte skinner. WSP (Wheel Slide Protection) er indbygget i de fleste nyere bremsesystemer. WSP løsner bremsene, når hjulene begynder at glide. Derved undgås, at togets bremsen blokerer ved nedbremsning. Man kan sammenligne WSP med ABS-systemet i en bil. De fleste nyere togsæt i Danmark har WSP.

3.2 Køreteknik

Lokomotivførerens generelle erfaring udgør sammen med hans viden om aktuelle køreforhold og erfaring med den konkrete litra ("togtypen") en central barriere imod, at glatte skinner kan føre til en sikkerhedsmæssig hændelse.

I tilfælde af glatte skinner er der risiko for:

- at lokomotivføreren ikke vil kunne bremse toget før signalet, hvis han kører med maksimal tilladt hastighed og påbegynder nedbremsningen på det seneste tidspunkt, han under normale omstændigheder ville starte nedbremsningen.
- ATC-systemet heller ikke vil kunne nedbremse toget, før sikkerhedsafstanden er gennemløbet.

I sådanne situationer er det afgørende, at lokomotivføreren ud fra sin erfaring er opmærksom på, hvornår der er risiko for glatte skinner, og ud fra sin viden om konkrete forhold og litra ved, hvordan han sikkert fremfører toget under disse omstændigheder.

Statistik fra England viser, at de fleste episoder med glatte skinner sker for lokomotivførere med mindre end 5 års erfaring, hvilket indikerer, at køreteknik er vigtig. Derfor er det i England anbefalet, at der i uddannelsen af lokomotivførere enten bør være kørsel i efteråret eller en tilsvarende simulering heraf.

Der findes ikke danske data, der viser, at lokomotivførere med mindre end 5 års anciennitet har flere signalforbikørsler end andre lokomotivførere.

Dansk Jernbaneforbund mener: at lokomotivføreren skal opfordres til at prøve at bremse sit tog efter overtagelse, for at mærke, hvordan det enkelte togsæt bremses, da togsæt indenfor samme litra kan opføre sig forskelligt.

DSB mener: at kørsel under glatte forhold bør medtages som et element i den offentlige uddannelse af lokomotivførere.

3.3 Forebyggende vedligeholdelse og rensning af skinner

Forebyggende vedligeholdelse af flangesmøring på tog og smøreapparater i sporet medvirker til at reducere risikoen for, at smøremidlet fejlagtigt placeres på skinnehovedet, i stedet for på indersiden af skinnerne/flangerne af hjulene som tiltænkt.

Forebyggende vegetationskontrol/ukrudtsbekæmpelse medvirker til at mindske risikoen for reduceret adhæsion, ved at vegetationen holdes i en passende afstand på hver side af sporet.

Banedanmark har positive erfaringer med at rense skinnerne i løvfaldsperioden. Rensningen består i at spule skinnerne på de mest belastede strækninger, baseret på erfaringerne fra de foregående år samt indmeldinger fra lokomotivførerne. Rensningen foregår primært af regularitetshensyn.

3.4 Indbyggede barrierer mod kollision og afsporing i jernbanesystemet som følge af signalforbikørsel

I en situation, hvor et tog har vanskeligt ved at standse, skal der være flere barrierer, der svigter, før en farlig situation kan opstå.

Lokomotivføreren skal altid køre efter forholdene. Er der risiko for glatte skinner, vil lokomotivføreren ofte justere hastigheden og/eller påbegynde nedbremsningen tidligere end normalt, for at kompensere for den lavere adhæsion. Dette forudsætter selvfølgelig, at lokomotivføreren er opmærksom på, at der er risiko for glatte skinner.

Når et tog får signal til at køre, er der i sikringsanlægget lagt en *togvej* for toget. Altså en sikret rute fra et punkt til et andet. På denne måde sikres imod kollision og afsporing som følge af signalforbikørsel, så længe toget er på togvejen.

For enden af togvejen er et signal på stop. Lokomotivføreren vil allerede ved det signal, som han møder før signalet på stop, blive advaret om, at det næste signal er på stop. Dette muliggør, at lokomotivføreren kan tilpasse sin fart efter forholdene⁶.

Togvejen er sikret frem mod signalet på stop og et stykke efter. Det ekstra stykke kaldes *sikkerhedsafstanden*. Sikkerhedsafstanden sikrer, at selvom toget kører et begrænset antal meter forbi signalet⁷, så opstår der alligevel ikke en potentiel farlig situation. Først hvis toget kører forbi signalet på stop og igennem hele sikkerhedsafstanden, er der risiko for kollision og afsporing. En kollision eller en afsporing efter en signalforbikørsel sker dog kun, hvis der faktisk er et andet køretøj eller sporskifte på den anden side af sikkerhedsafstanden.

Opsummerende kan man sige, at der er en række barrierer, som forhindrer en kollision:

1. Lokomotivføreren har erfaring med at køre efter forholdene og strækningskendskab.
2. Lokomotivføreren advares om, at næste signal er på stop vha. forsignaling.

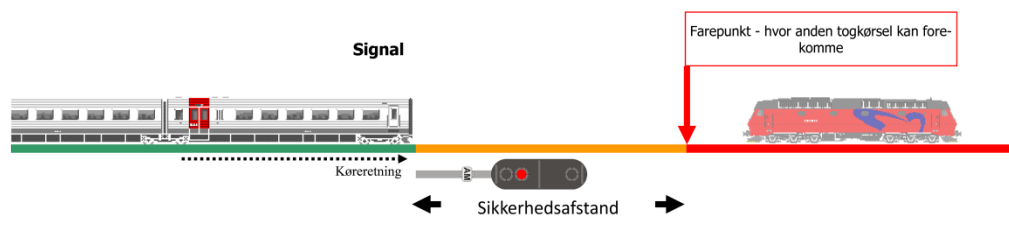
⁶ En situation, hvor et tog kører for langt i forhold til det normale standsningssted ved en perron, betragtes normalt ikke som en sikkerhedsmæssig farlig situation. Så længe toget ikke passerer et stopvisende signal, er sporet foran toget frit.

⁷ Sikkerhedsafstandens længde varierer afhængigt af flere forhold, men er i de fleste tilfælde mindst 50 meter. Ofte er hensyn til oversigtsforhold medtaget i udformningen af sikkerhedsafstanden. Er der f.eks. en risiko for, at lokomotivføreren først sent vil opdage, hvor togvejens endepunkt er placeret, eller er der en risiko for, at lokomotivføreren først sent erkender mindre gunstige bremseforhold, så vil det præge udformningen af sikkerhedsafstanden.

3. Stopsignalet.
4. Sikkerhedsafstanden.
5. For at der sker en ulykke, skal der desuden være et objekt eller et andet køretøj på den anden side af sikkerhedsafstanden, som toget kan kollidere med, eller et sporskifte i en stilling som kan resultere i afsporing.

Ydermere sikres mod signalforbikørsler, der kan føre til kollision og afsporing, vha. strækningens togkontrolanlæg⁸. Et togs bremseevne indkodes i togets ATC-anlæg⁹, hvor det danner baggrund for ATC-anlæggets beregninger af bremseveje. ATC-anlægget påbegynder automatisk nedbremsningen af toget på det tidspunkt, hvor data om hastighed og togets bremseevne indikerer, at toget skal nedbremses, for at undgå, at toget gennemkører hele sikkerhedsafstanden.

For at ATC-anlægget kan sikre, at toget bringes til standsning indenfor sikkerhedsafstanden, kræves en minimumsgrad af adhæsion.



Figur. Illustration af sikkerhedsafstand. Farepunktet er afslutningen af sikkerhedsafstanden og det punkt, hvor der *kan* ske kollision eller afsporing, hvis der er et objekt eller et sporskifte i forkert stilling på den anden side.

⁸ Ikke alle strækninger har et togkontrolanlæg.

⁹ ATC-anlæg anvendes på fjernbanen, mens HKT-anlæg anvendes på S-banen. Der er dog strækninger på både S-banen og Fjernbanen, hvor der ikke er togkontrolanlæg, eller hvor der er et forenklet togkontrolanlæg.

4 Hvor ofte er glatte skinner farlige i Danmark?

4.1 Engelske data

I DTU's midtvejsrapportering er anslået¹⁰:

"... at skinneforholdene ved Marslev var usædvanlige, men dog ikke mere end at hændelser af denne type kan forekomme i gennemsnit ca. 1 gang årligt i Danmark"

Vurderingen er baseret på oplysninger fra England, hvor antallet af denne type hændelser samt antallet af kørte togkilometre er sammenholdt med antallet af kørte togkilometre i Danmark¹¹. Vurderingen er en "ubehandlet" overførsel af data, og DTU vil arbejde videre med vurderingen i den senere rapport WP5.

Der er da også en række forhold, der kan have stor betydning ved skaleringen fra engelske til danske forhold:

Der er forskel på udrustningen af tog i England og Danmark, idet det i England ikke er tilladt at anvende magnetskinnebremsere på togene, på grund af de særlige engelske akseltællere. I England anvendes der i stedet i høj grad sandingsudstyr. I Danmark er der magnetskinnebremsere på de fleste tog og togsæt, der anvendes på fjernbanen, mens udbredelsen af sandingsudstyr er mere begrænset.

Krav til bremsevejen/-længden ved en given hastighed er desuden ikke ens i de to lande, hvilket bl.a. betyder, at risikoen for alvorlige signalforbikørsler for et givet tog ikke direkte kan sammenlignes.

Ovennævnte indikerer, at en direkte overførsel af data fra England bør ske med varsomhed. I det følgende gennemgås Banedanmarks og Trafikstyrelsens data om situationer, der er opstået som følge af glatte skinner.

4.2 Hvor ofte?

Der findes ingen danske undersøgelser, som har haft til formål at anslå, hvor ofte glatte skinner opstår, og hvor reduceret adhæsionen er. Den bedste kilde til at afdække, hvor ofte fænomenet opstår, er derfor Banedanmarks Regularitets og Driftssystem, hvor forsinkelser registreres sammen med deres årsag.

¹⁰ I afsnittet "Resultater overordnet"

¹¹ Oplyst ved DTU's fremlæggelse af midtvejsrapporten d. 27. juni 2012

I situationer, hvor skinnerne er glatte, opstår typisk forsinkelser forårsaget af togenes dårligere accelerationsevne og lokomotivførerens tilpasning af hastigheden som følge af mindre gunstige bremseforhold.

Lokomotivførerne skal indrapportere forsinkelser og angive årsagen. En gennemgang af indrapporteringer af forsinkelser pga. glatte skinner i perioden 2009 - 2011 viser en markant koncentration af driftsrapporter i månederne september – november, hvilket kan henføres til løvfaldssæsonen.

4.3 Signalforbikørsler

En anden kilde til oplysninger om omfanget af glatte skinner er signalforbikørsler.

Antallet af signalforbikørsler siger noget om, hvor ofte visse barrierer (se kap 3), som skal forhindre kollision og afsporing af toget, har svigtet.

Signalforbikørsler er ikke i sig selv sikkerhedskritiske. Kun hvis sikkerhedsafstanden gennemkøres, er der risiko for kollision eller afsporing.

4.3.1.1 Registrering af signalforbikørsler

En signalforbikørsel betragtes som en ”sikkerhedsmæssig hændelse”, som ifølge Sikkerhedsreglementets § 90 straks skal anmeldes til stationsbestyreren. Stationsbestyreren registrerer fakta angående hændelsen i Banedanmarks registreringssystem. Her angiver stationsbestyreren også, hvis lokomotivføreren har angivet en årsag til signalforbikørslen – f.eks. glatte skinner.

Alle infrastrukturforvaltere og jernbanevirksomheder er forpligtede¹² til at videreindberette ulykker og sikkerhedsmæssige hændelser til Trafikstyrelsen. Trafikstyrelsen samler disse data i en database og anvender dem i det forebyggende sikkerhedsarbejde og til at føre statistik.

På baggrund af beskrivelserne af signalforbikørslerne er det i nogle tilfælde muligt at vurdere, hvor langt toget cirka er kørt forbi signalet. Om en signalforbikørsel resulterer i en farlig situation, fordi sikkerhedsafstanden gennemkøres, er det også muligt at sige noget om ud fra beskrivelsen. Der behøver ikke være nogen sammenhæng mellem de to forhold, da sikkerhedsafstanden varierer.

4.3.1.2 Sammenhæng mellem glatte skinner og signalforbikørsler

Man kunne forvente, at antallet af signalforbikørsler ville variere med årstiden, så antallet ville være højere i månederne med løvfald. Det er dog ikke tilfældet i Danmark. Nedenstående diagram viser antallet af signalforbikørsler på Banedanmarks net i årene 2009-2011:

¹² ifølge indberetningsbekendtgørelsen BEK nr. 575 af 25/05/2010

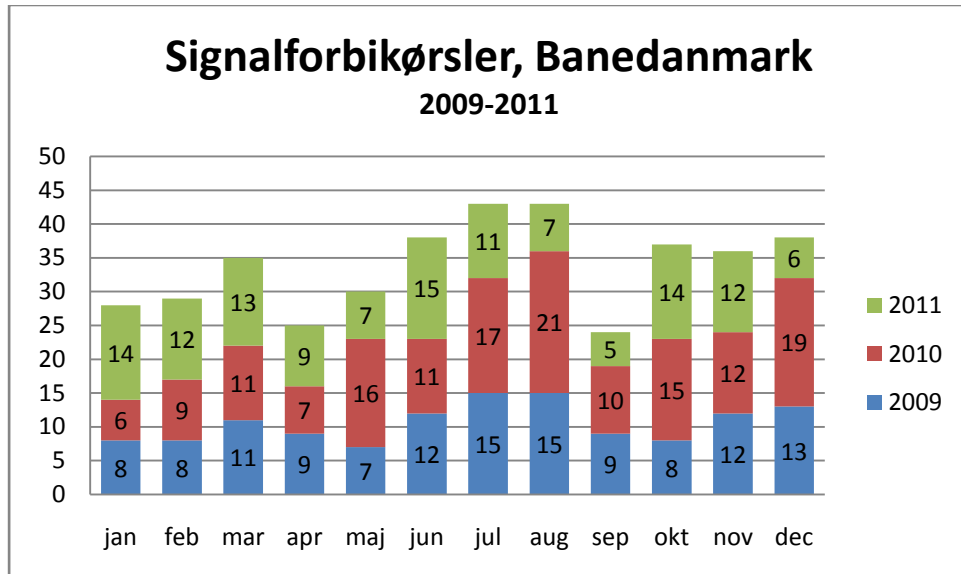


Diagram med antallet af registrerede signalforbikørsler på Banedanmarks net i 2009-2011 fordelt på måneder. Bemærk, at signalforbikørsler på rangerområder ikke er medtaget, da hastigheden på rangerområdet er begrænset og glatte skinner på rangerområder derfor har et begrænset farepotentiale.

For ingen af årene er der registreret et øget antal signalforbikørsler i løvfaldsmånederne. Modsat er der i England i perioden 1998-2003 registreret i størrelsesordenen 1/3 flere signalforbikørsler i oktober og november måned (løvfaldsperioden) i forhold til de øvrige måneder¹³.

Tallene indikerer således, at der i Danmark ikke er den samme sammenhæng mellem glatte skinner og signalforbikørsler, som der er i England. Det må skyldes, at nogle af de barrierer, der er gennemgået i kapitel 3 fungerer mere effektivt i Danmark, end de gør i England.

Det tyder altså på, at enten forskelle i udrustningen af de tog, der kører i Danmark og England, eller forskelle i køreteknik eller lignende mellem de engelske og de danske lokomotivførere medfører færre sikkerhedskritiske forhold i forbindelse med løvfald i Danmark. Det kan også være samspillet mellem disse barrierer, der resulterer i en bedre effekt.

4.4 Glatte skinner som resulterer i mere end 50 meters signalforbikørsel

Banedanmark har gennemgået registreringerne af signalforbikørsler for perioden 2000 – 2011 og fundet 219 signalforbikørsler, hvor glatte skinner angives som medvirkende årsag. Det svarer til ca. 18 hændelser pr. år.

¹³ *New Rail Materials and Coatings*. Prepared for the Railway safety and standards Board By G. Vasic, F. J. Franklin and A. Kapoor. University of Sheffield. July 2003.

Ingen af de 219 signalforbikørsler (bortset fra hændelsen ved Marslev) giver anledning til at tro, at der har været en egentlig kollisionsrisiko, hvilket indikerer en størrelsesorden på 0 alvorlig hændelse pr. år (bortset fra Marslev-hændelsen).

Trafikstyrelsen har gennemgået hændelsesdatabasen og fundet frem til et lignende resultat ift. signalforbikørsler i perioden 2006-2011. I udtrækket er dog identificeret fire hændelser¹⁴, hvor tog ud fra beskrivelsen er kørt mere end 50 meter forbi signalet, og hvor der derfor må forventes at være en vis sandsynlighed for, at toget kan have gennemkørt sikkerhedsafstanden. Ingen af de fire situationer har dog standsningslængder, der ligner standsningslængden ved Marslev-hændelsen. Trafikstyrelsens vurdering er derfor ligesom Banedanmarks, at ingen af de identificerede hændelser ud fra deres beskrivelse har medført en reel kollisionsrisiko.

Trafikstyrelsen har også identificeret en række episoder, hvor tog er kørt forbi standsningssteder (f.eks. en perron) pga. glatte skinner. Disse episoder er medtaget, fordi de bidrager til at give et billede af, hvor ofte glatte skinner resulterer i situationer, hvor lokomotivførerens viden om og erfaring med kørselsforholdene ikke er tilstrækkeligt til at standse toget. Medtagningen af både signalforbikørsler og episoder, hvor tog er kørt forbi et standsningssted, passer desuden overens med den måde, som DTU har udvalgt engelske data til at anslå omfanget af glatte skinner.

Man skal være opmærksom på, at episoder, hvor tog kører forbi et standsningspunkt, ikke umiddelbart kan sammenlignes med signalforbikørsler. Før et stopsignal advares lokomotivføreren i signalgivningen på det forrige signal om, at næste signal er på stop. Der er ikke samme for-signalering før standsningssteder. Der er heller ikke noget farepotentiale i at passere et standsningssted. Så længe toget ikke passerer et stopvisende signal, er sporet foran toget frit.

Tabellen på næste side viser registreringerne i Trafikstyrelsens hændelsesdatabase. Heraf kan det udledes, at der i 6-årsperioden 2006-2011 er registreret nedenstående antal forbikørsler af et signal uden tilladelse eller et standsningssted med mere end 50 meter, hvor årsagen er angivet som glatte skinner.

¹⁴ Bemærk, at hvis Marslev-hændelsen tælles med, er der fem episoder.

Forbikørsler i perioden 2006-2011, Trafikstyrelsen

År	Dato	Passagertrafik Fjern og regionaltog	Godstog	S-tog	I alt
2006	28. oktober	Hobro Forbi standsningssted			2(0)
	29. november	Nyborg Forbi standsningssted			
2007	20. oktober	Lejre Forbi standsningssted			2(0)
	08. december	Stenstrup Syd Forbi standsningssted			
2008	05. januar	Støvring Forbi standsningssted			3(1)
	22. september			Friheden Forbi standsningssted	
	06. november	Skodsborg – Rungsted Kyst Forbi signal på stop			
2009	28. oktober	Mørkøv Forbi standsningssted			2(1)
	04. oktober	Give Forbi signal på stop			
2010	18. december			København H Forbi signal på stop	1(1)
2011	13. august	Viby Sjælland Forbi standsningssted			3(2)
	03. november		Snekkersten Forbi signal på stop		
	07. november	Marslev Forbi signal på stop			
I alt		10 (3 forbi signal på stop)	1 (1 forbi signal på stop)	2 (1 forbi signal på stop)	13 (5)

Tabel med forbikørsler i perioden 2006-2011 med mere end 50 meter af et signal uden tilladelse eller et standsningssted på grund af glatte skinner. Marslev-hændelsen er inkluderet i oversigten.

Antallet af registrerede hændelser/forbikørsler synes således at stemme nogenlunde overens med DTU's estimat lavet på baggrund af data fra England.

Der er dog ikke noget i beskrivelserne af ovenstående hændelser, der indikerer, at de ligner episoden i Marslev ift. standsningslængde. Tilsvarende er der ikke noget der indikerer, at ovenstående situationer har resulteret i andet end potentielle faresituationer.

Forbikørslerne er identificeret ved at gennemgå Trafikstyrelsens hændelsesdatabase. Hændelserne er udvalgt, hvor:

- Toget er kørt forbi et stopsignal eller et standsningssted
- forbikørslen i hændelsesbeskrivelsen er tilskrevet glatte skinner
- det af beskrivelsen fremgår eksplicit, eller det kan udledes af beskrivelsen, at toget er kørt mere end 50 meter forbi.

Hvor der ud fra beskrivelsen er tvivl om, hvorvidt hændelsen kan tilskrives glatte skinner er den medtaget i opstillingen. På trods heraf vurderes der dog at være et antal faktiske forbikørsler, som ikke er omfattet af opstillingen. Det skyldes, at mange hændelsesbeskrivelser er så kortfattede, at det er vanskeligt at udlede, hvorvidt forbikørslen skyldes glatte skinner og hvor langt toget er gledet. Samtidig indrapporteres kun en del forbikørsler af standsningssteder, da forbikørsel af et standsningssted ikke betragtes som værende sikkerhedskritisk i sig selv, og derfor kun i nogle tilfælde registreres af infrastrukturforvalterne og jernbanevirksomhederne.

Hændelser, hvor tog er kørt mindre end 50 meter for langt ved standsningssteder og stopsignaler, og hvor glatte skinner er angivet som årsag eller medvirkende årsag, indgår ikke i ovenstående beregning. Det skyldes, at hastigheden i forbindelse med disse forbikørsler er lav og der ikke er registreret situationer med mere alvorlige konsekvenser end let kollision med en stopbom.

5 Konklusion og anbefalinger

I denne rapport har Banedanmark og Trafikstyrelsen taget udgangspunkt i registreringer af sikkerhedsrelaterede hændelser i Banedanmarks registreringsdatabase og i Trafikstyrelsens hændelsesdatabase i perioden 2006-2011.

Hverken Banedanmark eller Trafikstyrelsen har identificeret ulykker, som har glatte skinner som medvirkende årsag.

Banedanmark og Trafikstyrelsen har heller ikke identificeret hændelser, hvor standsningslængden har lignet standsningslængden ved Marslev den 7. november 2011.

Banedanmark og Trafikstyrelsen har ikke fundet, at der er flere signalforbikørsler i løvfaldsperioden end i den øvrige del af året.

Banedanmark og Trafikstyrelsen har med basis i danske registreringer af signalforbikørsler i perioden 2006-2011 identificeret omkring 18 hændelser om året, hvor glatte skinner angives som medvirkende årsag til en signalforbikørsel. Samlet for perioden er identificeret fem episoder inklusiv Marslev-hændelsen, hvor toget anslås at være kørt forbi et stopsignal med mere end 50 meter. Derudover er der identificeret otte episoder, hvor tog er kørt mere end 50 meter forbi et standsningssted. Kun forbikørslerne af stopsignalerne kan have haft et farepotentiale, og kun, hvis toget har gennemkørt sikkerhedsafstanden.

Data kunne dog have haft en større grad af pålidelighed mht., hvor langt togene er kørt forbi stopsignalerne pga. glatte skinner. Vurderingen af, at kun fem tog i perioden 2006-2011 er kørt forbi et stopsignal med mere end 50 meter, er lavet på baggrund af beskrivelserne af forbikørslerne og indeholder derfor et element af usikkerhed.

Vigtige barrierer for at glatte skinner ikke får sikkerhedsmæssige konsekvenser, synes at være togenes udrustning og lokomotivførerens erfaring med at køre på glatte skinner og viden om køreforholdene. Disse barrierer og deres samspil lader til at være generelt tilstrækkelige, hvilket bl.a. kan ses ved, at ”glatte skinner” ofte optræder som årsag i forsinkelsesstatistikken i løvfaldsmånederne, men ikke ofte optræder som årsag til forbikørsler af stopsignaler i løvfaldsmånederne.

En vigtig forudsætning for, at rapporten kan bruges til at sige noget om fremtiden, er, at datagrundlaget kan sammenlignes hermed, herunder at barriererne er lig eller tilsvarende de barrierer, der har været til stede i perioden 2006-2011.

Banedanmark og Trafikstyrelsen vurderer således på baggrund af registreringerne, at der ikke er et akut behov for at foretage sikkerhedsmæssige ændringer, hvis de barrierer, der imødekommer forekomsten af forbikørsler foranlediget af glatte skinner, opretholdes på (mindst) samme niveau som i dag.

For at skærpe datas pålidelighed og omfang vil Banedanmark og Trafikstyrelsen dog et forsøg på fjernbanen, hvor glatte skinner varsles i en servicemeddelelse og hvor tog, der forbiholder et standsningssted eller et stopsignal med mere end 50 meter, og angiver ”glatte skinner” som årsag, tages ud af drift, imens havariloggen aflæses.

Trafikstyrelsen vil på foranledning af DSB’s og Dansk Jernbaneforbunds bemærkninger undersøge, i hvilket omfang der tages hånd om køretekniske færdigheder ved fænomenet glatte skinner i lokomotivføreruddannelsen.

Banedanmark og Trafikstyrelsen vil dog afvente Havarikommissionens endelige rapport om Marslev-hændelsen, som forventes færdig i år, med henblik på at foretage en endelig vurdering af, om der er behov for yderligere tiltag.

Hensigten er at søge at opnå yderligere eksakt viden om, hvad adhæsionen var på strækningen og hvor langt toget passerede signalet.

En potentiel utilsigtet konsekvens ved forsøget kan være, at der kan opstå en mindre klar ansvarsdeling mellem lokomotivføreren og personalet i fjernstyringscentralen om, hvem der er ansvarlig for at være opmærksom på glatte skinner.

Det skal derfor understreges, at forsøget med at varsle glatte skinner ikke ændrer ved, at lokomotivføreren har ansvar for at køre efter forholdene. Lokomotivførernes køretekniske erfaring og kunnen er central for at undgå sikkerhedsmæssige hændelser pga. glatte skinner.

Forsøget vil forløbe over to måneder. Banedanmark vil sammen med DSB og Dansk Jernbaneforbund løbende evaluere forsøget og derefter sammen med Trafikstyrelsen vurdere, om forsøget skal fortsætte til næste år.

5.1 Forsøg med varsling af ”glatte skinner”

Banedanmark vil gennemføre et forsøg med varsling af glatte skinner i løvfaldssæsonen 2012.

Forsøget kan etableres umiddelbart ved udsendelse af en Trafikmeddelelse fra Banedanmark til alle jernbanevirksomheder. Når en lokomotivfører erfarer, at skinnerne er glatte på strækningen, kalder han stationsbestyreren som i dag og meddeler dette. Stationsbestyreren skal da indsætte varslingsmeddelelse på strækningsradioen, som alle øvrige lokomotivførere på samme strækning vil høre. Varslingen stoppes når mindst to lokomotivførere meddeler, at glatte skinner ikke længere forekommer på strækningen.

Forsøget fastholder lokomotivførerens ansvar for togets førelse og tager udgangspunkt i, at væsentligste faktor for at undgå sikkerhedsmæssige hændelser samt forsinkelser er, lokomotivførerens køretekniske erfaring og kunnen.

Udkast til Trafikmeddelelse findes i Bilag 6.2.

Dansk Jernbaneforbund mener, at det af Trafikstyrelsen og Banedanmark foreslåede forsøg med varsling af glatte skinner over radioen med fordel kan erstattes af et forsøg med medhør på radioen. På den måde bliver det ikke personalet på fjernstyringscentralens ansvar at give beskeden om glatte skinner videre.

Medhør er ikke teknisk muligt med det nuværende radiosystem.

5.2 Forsøg med aflæsning af havariloggen på tog, der kører for langt på grund af "glatte skinner".

Banedanmark vil gennemføre et forsøg med aflæsning af havariloggen på tog der kører for langt pga. glatte skinner i løvfaldssæsonen 2012.

Havariloggen skal udlæses, når årsagen til kørsel ud i en overkørsel, som ikke er sikret, passage af standsningssted eller et signal passeres i stop med mere end 50 meter, opgives til at være glatte skinner.

Når Banedanmarks togleder underrettes om passage af en ikke sikret overkørsel, et standsningssted eller et stopvisende signal og årsagen angives at være glatte skinner, skal undersøgelsesvagten underrettes.

I samarbejde med DSBs sikkerhedsvagt, aftales hvorledes togets havarilog udlæses, således at data på forbikørslen kan analyseres.

5.3 Lokomotivføreruddannelsen

Lokomotivførerens generelle erfaring udgør sammen med hans viden om aktuelle køreforhold og erfaring med den konkrete litra ("togtypen") en central barriere imod, at glatte skinner kan føre til en sikkerhedsmæssig hændelse.

DSB har påpeget, at kørsel under glatte forhold bør medtages som et element i den offentlige uddannelse af lokomotivførere.

Endvidere har Dansk Jernbaneforbund påpeget, at lokomotivføreren skal opfordres til at prøve at bremse sit tog efter overtagelse, for at mærke, hvordan det enkelte togsæt bremses, da togsæt indenfor samme litra kan opføre sig forskelligt.

Trafikstyrelsen vil på baggrund heraf undersøge, i hvilket omfang der i regi af lokomotivføreruddannelsen tages hånd om køretekniske færdigheder ved fænomenet glatte skinner.

6 Bilag

6.1 Europæiske erfaringer med glatte skinner – primært baseret på tilbagemeldinger fra andre jernbaneforvaltninger ifb. forespørgsel

I juni 2012 har Banedanmark fremsendt følgende spørgsmål til øvrige jernbaneforvaltninger i Europa.

1. *Do you know of any cases where other weather / humidity conditions causes rail adhesion problems with a safety risk?*
2. *Do you have a practice where you reduce speed either generally for a period or temporarily when it is judged that there is a risk of adhesion problems? If you know of the phenomenon and don't apply any precautions, I would also like to know."*

Banedanmark har modtaget tilbagemeldinger fra i alt 9 lande (Norge, Finland, England, Kroatien, Slovakiet, Schweiz, Belgien, Spanien og Bulgarien) på de fremsendte spørgsmål. Derudover er modtaget generelle informationer om emnet fra senioringeniør Dr. P Spiess, Deutsche Bahn.

Tilbagemeldingerne fra de 9 lande vurderes generelt set, at være karakteriseret ved at være kortfattede og sporadiske, der ikke nødvendigvis forholder sig præcist til selve spørgsmålene.

Tilbagemeldinger på spørgsmål 1 vedr. andre forhold end løvfald, der kan give adhæsionsproblemer med betydning for sikkerheden:

- Måske, ifb. anvendelse af kemikalier til bekæmpelse af græs (Kroatien)
- Luftfugtigheden (Slovakiet)
- Hvis skinnerne er forurenede med olie fra togene (Slovakiet)
- Glykol til forhindring af frostproblemer kan give glatte skinner (Finland)
- Støvregn kan frigøre rust, der kan give glatte skinner (Finland)
- Rust, kan ifb. længevarende aflysninger af togdriften på en strækning føre til forhold, der er næsten lige så kritiske som løvfald* (P Spiess)
- Støv* (P Spiess)
- Forurenede stoffer, typisk fra visse fabrikker f.eks. savværker* (P Spiess)
- Olie, fedt, f.eks. ifb. funktionsfejl af flangesmørringssystem (P Spiess)
- Jet fuel (P Spiess)
- Aske fra skovbrande, information fra Australien (P Spiess)

*: Aktiveres ved små mængder vand.

Hidtil har glatte skinner primært været betragtet som et problem i løvfaldsperioden, hvor det er velkendt, at der kan/vil opstå problemer med at få overført kræfterne mellem hjul/skinne ved acceleration. Erfaringer ved

Banedanmark baseret på vendespor indikerer dog også, at utilstrækkelig ukrudtsbekæmpelse måske kan give anledning til glatte skinner.

Tilbagemeldinger på spørgsmål 2 om hvorvidt infrastrukturforvalteren reducerer hastigheden midlertidigt ifb. risiko for adhæsionsproblemer:

- Nej. Hvilket er relateret til 6 af de 9 lande der har svaret på Banedanmarks forespørgsel og ligeledes Tyskland ifølge P Spiess. I flere af tilbakemeldingerne er angivet, at dette er operatørens/lokoføreren ansvar.

Ovennævnte tilbakemeldinger stemmer fint overens med den nuværende praksis/regler i Danmark, hvor det ligeledes er operatørens/lokoføreren ansvar, at sikre, at toget kan forventes at standse på rette sted.

6.2 Udkast til Trafikmeddelelse om varsling af glatte skinner i løvfaldsperioden 2012

Udkast til Trafikmeddelelse om varsling af glatte skinner i løvfaldsperioden 2012:

Varsling af ”glatte skinner”

1. Baggrund

Med det formål at nedbringe antallet af sikkerhedsmæssige og regularitetshæmmende hændelser har Banedanmark og jernbanevirksomhederne besluttet at udføre et forsøg med varsling af ”glatte skinner”.

2. Form

Stationsbestyreren i FC udsender via strækingsradioen varsel om ”glatte skinner” ved brug af tekstmeddelelsen ”*Glatte skinner*”.

Varslet er en servicemeddelelse og ikke en sikkerhedsmelding.

Uden yderligere angivelse gælder varsel på hele den banestrækning, som er omfattet af den pågældende radiokanal, jf. TIB.

Varslet kan ved anvendelse af forkortelser for togekspeditionssteder eller kilometreringer dække mindre dele af banestrækningen, f.eks.

- *Glatte skinner - Vj-Bk*
- *Glatte skinner - Kl-Vb*
- *Glatte skinner - 54,0-55,0*
- *Glatte skinner - Ks-Rt og Væ-Kb*

Et varsel gælder i begge køreretninger og i alle hoved- og togvejsspor.

3. Stationsbestyrerens forhold

3.1. Generelt

Varslet udsendes på baggrund af indberetning fra én eller flere lokomotivførere. Stationsbestyreren skal ikke selv vurdere forholdet.

Meddelelsen udsendes, når tjenesten i øvrigt tillader det. Kvittering fra lokomotivføreren registreres ikke.

Varslet forbliver aktivt, indtil én eller flere lokomotivførere - eventuelt på forespørgsel - har oplyst, at forholdet ikke længere er aktuelt.

3.2. Funktion

Varsel udsendes ved hjælp af strækingsradioens repeterfunktion og udsendes således til alle tog på en given radiokanal samt alle trækraftenheder, der - indtil meldingen annulleres - efterfølgende tilmeldes på kanalen.

Brugen af repeterfunktionen er beskrevet i brugervejledningen og gentages i punkt 5 herunder.

4. Lokomotivførers forhold

4.1. Generelt

Forsøget med varsling af ”glatte skinner” fritager ikke lokomotivføreren for at fremføre toget jf. SR § 3 punkt 8.1.1. og andre sikkerhedsbestemmelser. Fravær af varsel om ”glatte skinner” kan ikke tages som udtryk for, at forholdet ikke kan forekomme.

4.2. **Meldinger fra lokomotivføreren**

En lokomotivfører, som konstaterer glatte skinner for eksempel på grund af løvfald, melder forholdet til stationsbestyreren i FC.

En lokomotivfører, som ikke oplever glatte skinner på et sted, hvor det er varslet, melder dette til stationsbestyreren.

4.3. **Modtagelse af varsel**

Varslet ”Glatte skinner” er en servicemeddelelse. Betjening af det mobile radioanlægs kvitteringsfunktion registreres ikke af stationsbestyreren.

Efter modtagelse af varsel skal lokomotivføreren have særlig opmærksomhed rettet mod forholdet. Eventuel ekstra instruktion vedrørende lokomotivførerens reaktion på varslet kan gives af jernbanevirksomheden.

5. **Betjening af repeterfunktionen**

5.1. **Udsendelse af varsel**

Da repeterfunktionen ikke er almindeligt anvendt, gentages betjeningsvedledningen i korte træk herunder.

Tekst i firkantede parenteser på gul baggrund, [], angiver en tast/knap på skærmen. Det er nødvendigt, at skærmen er indstillet til at vise alle knapper - hvis dette ikke allerede er tilfældet, tages [VAK].

Radioens skærbillede skal vise tilmeldingsbilledet. Hvis dette ikke allerede er tilfældet, tages [B3/B4].

Tast:

[A/D-Tog x] [ALLE] [TXT]

- herved vises et tastatur, hvor meddelelsen kan skrives.

Skriv:

Glatte skinner (*evt. efterfulgt af afgrænsning*)

Tast:

[LUK]

- herved vendes tilbage til det ”almindelige” skærbillede.

Tast:

[REP] [AKT]

Teksten udsendes på den aktuelle kanal, og den indtastede meddelelse vil blive stående i skærmens nederste område, indtil den annulleres. Herved vises, at også trækraftenheder, som senere tilmeldes kanalen, vil modtage meddelelsen uden yderligere handling fra stationsbestyreren. Hvis der skal varsles på flere strækninger omfattet af flere radiokanaler, skal ovenstående gentages for hver kanal.

5.2. Annullering af varsel

Tast:

[REP] [NED] [AKT]

Hvis varslet er udsendt på flere radiokanaler, skal overstående gentages for hver kanal.

Oversigt over gyldige trafikmeddelelser kan ses på www.bane.dk, "Om jernbanen" / "Jernbanesikkerhed" / "Jernbanesikkerhedsregler"

6.3 Evaluering af Banedanmarks forsøg med varsling af glatte skinner i løvfaldsperioden 2012

Fælles evaluering mellem DSB og Banedanmark, Kvalitet & Sikkerhed af Banedanmarks forsøg med varslingsystem af glatte skinner i løvfaldsperioden 2012

Banedanmark har sammen med jernbanevirksomhederne besluttet at afholde et pilotforsøg med varsling af glatte skinner i løvfaldssæsonen 2012, dvs. fra 1. oktober til 30. november 2012.

Det er aftalt med DSB, at der skal ske opfølgning undervejs i forsøget. Trafikal Analyse og Opfølgning i Trafikal Drift, Banedanmark trækker en daglig statistik på alle RDS indmeldinger om glatte skinner alle hverdage senest kl. 09.00.

RDS indmeldingerne går på antal hændelser, hvor glatte skinner er angivet som forsinkelses begrundelse eller som årsag til en signalforbikørsel. Denne sendes til DSB ved underdirektør, Sikkerhed Jeppe Juul Lauridsen, og internt i Banedanmark til områdechef for Kvalitet & Sikkerhed, Kirsten Kornerup Jehrbo.

Banedanmark undersøger inden 1. oktober 2012, om det er muligt at trække en log fra radiosystemet for fjernstyring med henblik på at se det samlede antal udsendte 'fast meldinger' om glatte skinner pr døgn i samme periode. Det meddeles DSB ved Jeppe Juul Lauridsen om dette er muligt inden 1. oktober 2012.

DSB indsamler erfaringer fra lokomotivførere via et fast udarbejdet skema, eller ved fast interview skema som kørerlære/lki interviewer lkf ud fra.

Banedanmark vil 2 gange i perioden, hhv. ultimo oktober og ultimo februar bede trafiklederne evaluere varslingsystemet via en Enalyzer med få velvalgte spørgsmål til brug for en samlet evaluering, når pilotforsøget er gennemført. DSB vil gennemføre tilsvarende undersøgelse blandt involverede lokomotivførere.

Når de daglige indmeldinger kommer op på et vist niveau eller der i samme periode er en signalforbikørsel, hvor årsagen er angivet af lokofører til at være glatte skinner, mødes DSB's underdirektør, Sikkerhed og Banedanmarks områdechef for Kvalitet & Sikkerhed for at drøfte eventuelle korrigerende handlinger, en sådan kunne være ekstra ordinær information til lkf om køreteknik, eller en ekstra ordinær indsamling af erfaringer fra de lokomotivførere, som har kørt på de mest belastede strækninger.

Kirsten Kornerup Jehrbo
Banedanmark
Kvalitet & Sikkerhed

Jeppe Juul Lauridsen
Underdirektør
DSB Sikkerhed