

Teknisk utredning

Rapport avsporing type 73 - Storekleven

Dokumentbetegnelse : AS06016
Forfatter : Erlend Rehn

Sammendrag

Den 21.02.2007 kjørte tog 62 inn i et snøras øst for Myrdal og sporet av. De to første vognene kjørte utfor en fylling og bli liggende på skrå nedover. Hele toget forble sammenkoblet og stod oppreist. Skader på toget var minimale fordi det ble fanget opp av snø.

Togets ferdsskriver viste at hastigheten ved avsporingen var moderat, 55 km/t og iht. til tillatt hastighet ved ulykkestedet. Sikten var svært dårlig med mye vind og sterkt snøfokk. Lokomotivfører hadde derfor ingen mulighet til å se raset.

Raset var ikke stort, men snøen var komprimert og hadde fylt opp sporet meget skjevt slik at raset var like høyt som toget mot fjellsiden, mens det på yttersiden var lite snø.

Snø og skred har gjennom alle tider gitt problemer med togdriften på høyfjellstrekningene i Norge. Det finnes eksempler på avsporinger som følge av vanskelige snøforhold og skred både for tunge lokomotiver med vogner og motorvogner.

Avsporingen antas å ha skjedd som en kombinasjon av at hardpakket snø kom inn i hjulgrepet samtidig som rasets skjevhet ga en stor sidekraft på togets venstre side. Hastighet og aksellast er også viktige parametre i forhold til utfallet ved innkjøring i skred.

Vurdering av vinteregenskaper på type 73 i forhold til annet materiell.

Type 73 har en annen utforming av fronten enn de lokomotiver som trafikkerer Bergensbanen. Lokomotiver har en underliggende plog som rydder snø under buffertnivå. Type 73 har en strømlinjeformet front med meget lite tverrsnitt helt fremst. Nederst er det frontskjørt med en buet form. Det gjør at type 73 har en god evne til å penetrere snøfonner, men har en større motstand ved snørydding. Type 73 til forskjell fra type 71 (flytog) et kraftig påmontert jern for å redusere avstand mellom frontskjørt og skinnegang. Det påmonterte jernet gjør at frontskjørtet er det laveste punktet på vognkassen, noe som er viktig i forhold til togets egenskaper ved forsering av snø.

Ved kjøring inn i skjev snøfonn så vil betydelige sidekrefter kunne oppstå både på lokomotiv med underliggende snøplog og på type 73

Fronten til type 73 har ingen flater som vil bidra til et vesentlig løft ved kjøring i snø sammenlignet med lokomotiver av type E1 17 og E1 18. Type 73 har samme aksellast på den fremste boggien som E1 17. E1 18 har derimot større aksellast. Aksellast er viktig i forhold til å beholde kontakt hjul/skinne ved kjøring i kompakt snø.

Forslag til tiltak

- Enda lavere plog eller effektiv skinnerydder foran hjul.
- Hastighet ved skredfare senkes
- Det innføres skred varslere i større utstrekning, evt andre tiltak langsmed sporet
- Høyere aksellast på materiell

Andre land: Snø kan skape betydelige problemer for jernbanedriften i f.eks Nord-Amerika og Alpene. Disse landene har gjort forskjellige tiltak som også er kjent i Norge. Det er vanskelig å sammenligne direkte med Nord-Amerika ettersom lokomotiver der har vesentlig høyere aksellaster enn hva som er vanlig i Europa. I Alpene er det ikke vanlig at tog selv rydder større mengder snø.

Tittel : **Rapport avsporing type 73 - Storekleven 21/2-2007**

Utgave : 1

Dokumentbetegnelse : AS06016

Dokumentdato : 2007-12-04

Forfatter :

Datum :

.....
Erlend Rehn, Seniorkonsulent
Interfleet Technology AS

Kontrollert av :

Datum : 2007-12-03

.....
Ulf Tolérus, Havariutreder
Interfleet Technology AB

Godkjent av :

Datum :

.....
Karin Johansson
Interfleet Technology AS

Distribusjon til : Navn Tittel Foretak
Henning Johansen Havariinspektør Statens Havarikommisjon for Transport

Kunde : Statens Havarikommisjon for Transport

Sikkerhetsklasse : Konfidensielt SHT

Oppdragsnummer : TN 43

Oppdragsansvarlig : Erlend Rehn Telefon : +47 911 04 928

Antal sider: 21

Antal bilag: 0

Utover dette
dokument

INNHold

1.	Innledning.....	6
1.1	Bakgrunn for utredningen.....	6
1.2	Oppdrag.....	6
2.	Faktabeskrivning.....	6
2.1	Hendelsen.....	6
2.2	Skader	7
2.3	Ytre forhold.....	7
3.	Undersøkelser.....	8
3.1	Undersøkelser på hendelsessted og vitneopplysninger.....	8
3.2	Registrerte data.....	8
3.3	Tilstand og funksjon på tekniske system	8
3.4	Regler og forskrifter	8
3.5	Samspill Menneske – Teknikk	8
3.6	Tidligere hendelser	8
4.	Analyse	9
4.1	Rullende materiell og snø	9
4.2	Konklusjon.....	14
5.	Forslag til tiltak.....	15
6.	Andre land	15
6.1	USA/Canada	15
6.2	Sveits/Østerrike.....	16
7.	Referanser	16
8.	Bilag.....	17

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for utredningen

Bidra til rapport vedrørende avsporing av tog 62 fremført med materiell type 73. Avsporing skjedde på Bergensbanen ved km 328,5 den 21.02.2007

1.2 Oppdrag

Statens Havarikommisjon for Transport(SHT) ønsker utredet materiell type 73 sammenlignet med annet materiell i forhold til vinterdrift og avsporingssfare

2. Faktabeskrivning

2.1 Hendelsen

Den 21.02.2007 kl.09.58 sporet tog 62 av ved km 328,5. Toget kjørte inn i et snøras og de to første vognene sporet helt av, kjørte ut og havnet på skrå ned en fylling. Vogn nummer 3 sporet av på første boggi. Toget ble anført av BM 73.007, deretter vogn BFR 73.807, BMU 73.807, BFM 73.107 samt togsett 73.002, totalt 8 vogner. Hastighet ved avsporing var ca. 55 km/t iht. til utskrift fra ferdsskriver. Km 328,5 ligger ca 995 m.o.h.



Figur 1 Avsporet tog dagen etter avsporing

2.2 Skader

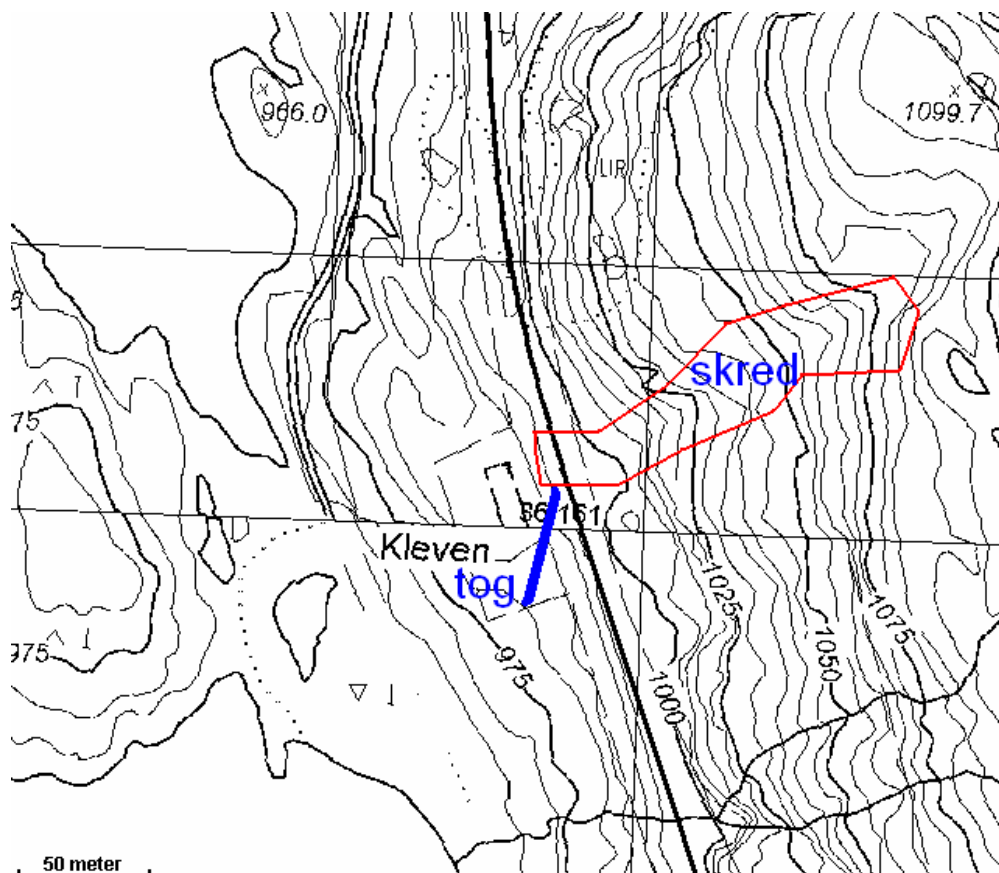
Toget ble bare mindre skadet fordi det ble fanget opp i snø. Hele toget inkludert overganger og strømforsyning var inntakt etter avsporingen, dvs. ingen separasjon av vogner. Det var ingen personskader som følge av hendelsen. Kabelkanal og en optisk kabel langsmed sporet fikk skade.

2.3 Ytre forhold

Det gikk et ras rett ved avsporingpunktet. Iht. til skredrapport var skredet relativt lite ca. 1000m³ og det var et relativt tynt snødekke med skare som ble utløst. Under skare var det et ustabil sjikt av begerkrystaller. Det antas at snø i skred hadde en typisk egenvekt på 500 kg/m³ som er godt over normal densitet på tørr snø. Raset fylte opp sporet i en høyde av 4 til 5 meter mot fjellsiden, mens det var lite snø på dalsiden. Raset dekket sporet meget skjevt. Se vedlegg: Figur 9 og Figur 10

Temperaturen ved ulykkestidspunktet var ca -17°C og det var snøfokk, svært dårlig sikt og mye vind. Temperaturen hadde sunket 13-15°C siste 24 timer og det hadde vært litt nedbør 2-3 mm forut for skredet (målt på Finse 1222 m.o.h). Det er ingen værdata tilgjengelig fra Myrdal som er nærmere ulykkestedet. Trolig var det kortvarig mildvær 2 ½ døgn før ulykken noe som forklarer skarelaget. Temperatur på Finse var da -2 til -3°C.

Avsporingen skjedde på tilnærmet rett spor rett etter en venstre kurve. Sporet går på en hylle/fylling i sterkt skrånende terreng.



Figur 2 kart over avsporing. Blå strek markerer de to første vognene.

3. Undersøkelser

3.1 Undersøkelser på hendelsessted og vitneopplysninger

Det henvises til SHT's rapport

3.2 Registrerte data

Utskrift fra ferdsskriver viser en hastighet på ca. 55 km/t, dvs. like over tillatt hastighet på aktuell strekning som er 50 km/t. Se vedlagt utrag fra JD346.

3.3 Tilstand og funksjon på tekniske system

Det antas ikke å være spesielle svikt eller funksjonsfeil på toget av betydning for hendelsen. Det vises til avsnitt 4 for generelle betraktninger rundt rullende materiell og ekstreme vinterforhold.

3.4 Regler og forskrifter

Iht. Jernbaneverkets regelverk JD346 så er tillatt hastighet maks 50 km/t for østgående tog mellom km 328,970 og km 327,480. Hastighet kan økes til strekningshastighet når lokomotivfører har forvisset seg om at strekningen er rasfri. Se vedlegg figur 12. Sikt var imidlertid svært dårlig og det var ikke mulig å se skredet.

3.5 Samspill Menneske – Teknikk

Det var generelt svært dårlig sikt når avsporingen skjedde. Det er ikke avdekket at lokfører hadde dårligere sikt fremover enn det en kan forvente under gjeldende forhold.

3.6 Tidligere hendelser

Det er jevnlig problem med store snømengder om vinteren på jernbanenettet i Norge. Spesielt er Bergensbanen, Nordlandsbanen og Ofotbanen utsatt, men store snømengder forekommer også på Sørlandsbanen. Dette resulterer i fastkjøringer og avsporinger.

Iht. Jernbaneverket har det tidligere ikke vært ført systematisk statistikk for avsporinger der naturen dvs. snø eller ras har vært ansett som direkte årsak til avsporing.

Noen hendelser fra de siste 20 år kan trekkes frem der "moderate" snømengder bidro til avsporing

1. 4. februar 1987 El 16.2205, Oksebotn km 294,80. Lokomotivet kjørte rett frem i en venstrekurve etter møte med meget hardpakket snøfonn, antatt 1 meter høy. Lokomotivet havnet ca. 20 meter ned i en skråning Med unntak av en vogn fortsatte resten av toget bortover sporet før vognene traff en ny snøfonn og sporet av. /1/

2. 4. mars 1990. El 16.2203, tog 1420, kjørte inn i ras øst for Myrdal kl 11.05. Lokomotiv og første boggi på BF vogn bak sporet av og 800 meter kjøreledning ble revet ned. /5/
3. 5. mars 1990 kjørte et dobbelt 69 sett inn i et ras 400 m øst for Vieren bp. (mellom Mjølfjell og Myrdal) 1 ½ sett sporet av . 8. mars sporet Di 3.620 av på Finse st. på grunn av mye snø i forbindelse med bergning av fastkjørt Et 63. /5/
4. 20. mars 1993 Dm3 1221-1240-1222 Katterat km 29,7. Alle tre lokomotiv kjørte ut etter passering av stasjon i venstrekurve. Trolig årsak: for mye snø og is i spor, såkalt flenshardt spor. /2/

Som det kan sees så har avsporinger med lokomotiver og motorvognstog forekommet som følge av vanskelige snøforhold og skred. Vinteren 1990 var spesielt hard på Bergensbanen med store uregelmessigheter i toggangen og mange fastkjøringer og mindre avsporinger. De største snømessige utfordringene har senere blitt betydelig redusert som følge av Finsetunnelen og linjeomlegging øst for Finse. De hendelsene fra mars 1990 som er trukket frem er relevante i forhold til dagens linjeføring.

Hendelsene som er referert viser at også lokomotiver kan spore av som følge av ugunstige snøforhold.

4. Analyse

Snøskredet var hardpakket og skrånet i samsvar med terrenget. Dvs. at på venstre siden av spor så var dybden opp mot 3-4 meter, mens det på dalsiden var lite snø, mindre enn 1 meter. Det antas at avsporingen kom som en følge av:

- Hardpakket snø kom inn i hjulgrepet
- Skredets hellningsvinkel ledet til en mye større sidekraft på frontens venstre side enn på høyre side. Dette fordi snøen på venstre side måtte komprimeres, mens snø på høyre side kunne kastes utfor skråningen.
- For lav aksellast i forhold til snøens densitet ledet til at snø i hjulinngrepet løftet den første akselen. På grunn av sidekraften ble toget dermed styrt ut mot høyre og dro resten av toget med seg. Iht. til undersøkelser på hendelsessted så var det ikke skader på skinnene noe som tyder på snø og is i hjulinngrepet. Kabelkanal på utside av spor var knust.
- Hastighet er en viktig komponent i forhold til de krefter som virker på toget og kan sees som en medvirkende faktor når det gjelder utfall av møte med store snøfonner eller skred.

4.1 Rullende materiell og snø

Følgende materiell har vært evaluert i forhold til snø: Type 73, El 18 og El 17

		EI17	EI18	Type 73				
				BM	BFR	BMU	BFM	sum
Største hastighet	km/t	150	200	210				
Ytelse	kW	3000	5400	882		882	882	2646
Starttrekkraft	kN	240	275	39		39	39	117
Lengde o.b.	m	16,3	18,5	27,70	25,6	25,6	27,7	
Vekt tara	tonn	64	85,2	59,19	53,43	61,054	58,46	232
Akselanordning		Bo' Bo'	Bo'Bo'	Bo'2'	2'2'	Bo'2'	Bo'2'	
Aksellast drivboggi	tonn	16	21,3	15,998		15,865	16,087	
Aksellast løpeboggi	tonn			13,567	13,3575	14,992	13,143	

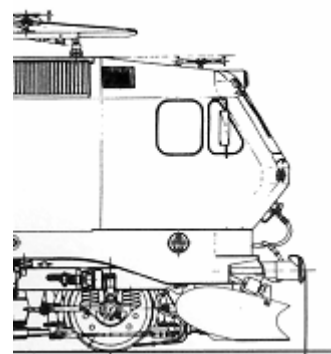
4.1.1 Lokomotiv type EI 17

Dette lokomotivet har en standard underliggende snøplog som har vært anvendt på alle elektriske lokomotiv siden EI 11. Plogen har en klaring på 10-12 cm til overkant skinne. Plog har en vinkel på ca. 48° grader i forhold til fartsretningen.



Figur 4 underliggende frontplog EI 17

Plogens spissing gjør den godt egnet til å rydde snø i høyder opp til 0,5 - 0,7m. Men spissing gjør også at det kan bli betydelige sidekrefter ved møte med harde, skjeve snøfonner.



Figur 3 Front EI 17

Som det kan sees av figur 4 så har fronten en spiss utforming som kom med EI 16 og senere med Di 4. Ved ekstremt store snømengder kan denne fronten bidra til hjulavlastning.

For at dette skal inntreffe må snødybden være godt over 1,3 meter. Vinkelen i midtre del av front er ca 35° i forhold til vertikalplanet og teoretisk vil dette kunne gi et vertikalt løft og hjulavlastning. Ettersom denne del av front utgjør ca 25% av arealet under signallys blir bidraget relativt lite i forhold til den totale lasten. I tillegg møter skråflaten en vertikal flate samt buffere som gir friksjon og komprimering av snøen slik at løftet trolig blir redusert. Dvs. fronten oppfører seg mer som et vertikalt plan.

Aksellast på EI 17 er den samme som på drivboggi type 73.

Det er ingen justerbar skinnerydder foran hjul, men plog rydder bra siden det er liten avstand mellom plog og skinnetopp.

Med skinnerydder så menes et høydejusterbart jern foran ledende hjul. Dette er en vanlig løsning på rullende materiell og har til formål å hindre fremmedlegemer i å komme inn i hjulinngrepet. Et slikt jern kan ha en klaring på 4 til 6 cm til skinnegang.

4.1.2 Lokomotiv type El. 18

Dette lokomotivet har en tilsvarende plog som El 17, men den er litt flatere i overkant. El 18 har en front som i hovedsak er flat eller heller bakover slik at et møte med dyp snø i hovedsak vil gi pålasting av fremre boggi. El 18 har en aksellast på 21,3 tonn dvs 33% høyere enn type 73.

Plog har klaring på ca. 13 cm til overkant skinne. Siden plogen er fast vil høyden minske med hjuldiameteren. Det samme gjelder El 17.

Det er ingen justerbar skinnerydder foran hjul, men plog rydder bra siden det er liten avstand mellom plog og skinnetopp.

4.1.3 Motorvogn type 73

Dette toget har en helt annen front enn annet materiell som trafikkerer Bergensbanen. Fronten har en aerodynamisk utforming som gjør at bredden er i underkant av 2 m i fronten for så å øke til 3 m ca 2,5 meter bak front. I stedet for plog har fronten en rund form som kan benevnes frontskjørt og nederste punkt er 15 til 18 cm over skinnetopp. Bak frontskjørt er det et hulrom som går oppover og trolig ikke vil bidra til løft. Laveste punkt på vognkasse mellom boggi er på 20 - 22 cm, altså høyere enn laveste punkt på frontskjørt. Se figur 5, samt figur 13, 14 og 15 i vedlegg

Det påpekes at et ekstra jern som er montert på type 73 for å forlenge frontskjørt ned mot skinnegangen gjør dette materiellet atskillig bedre egnet i snø enn type 71. Avstand til skinnegang er med denne modifikasjonen redusert med 5-7 cm. Om dette ikke var montert så ville laveste punkt på vognkasse vært mellom boggiene. Frontskjørt er kraftig dimensjonert og har en styrke tilsvarende vanlig plog.

Det er ingen flater av betydning som vil bidra til løft av front. Frontens totale utforming er slik at den bør gi pålasting drivboggi i møte med større snømengder. Dette gjelder både plog og front i øvrig.

Boggi har ikke justerbar skinnerydder, men det er et jern som delvis rydder foran hjul ,se figur 6 og 15

Frontens ”spissing” kan være uheldig i møte med meget skjev og hard snølast. Det betyr at det kan oppstå sidekrefter som kan bidra flensklating og avsporing. Tilsvarende kan også skje med underliggende plog og forløpet vil være avhengig av snøens dybde, fasthet og tetthet.

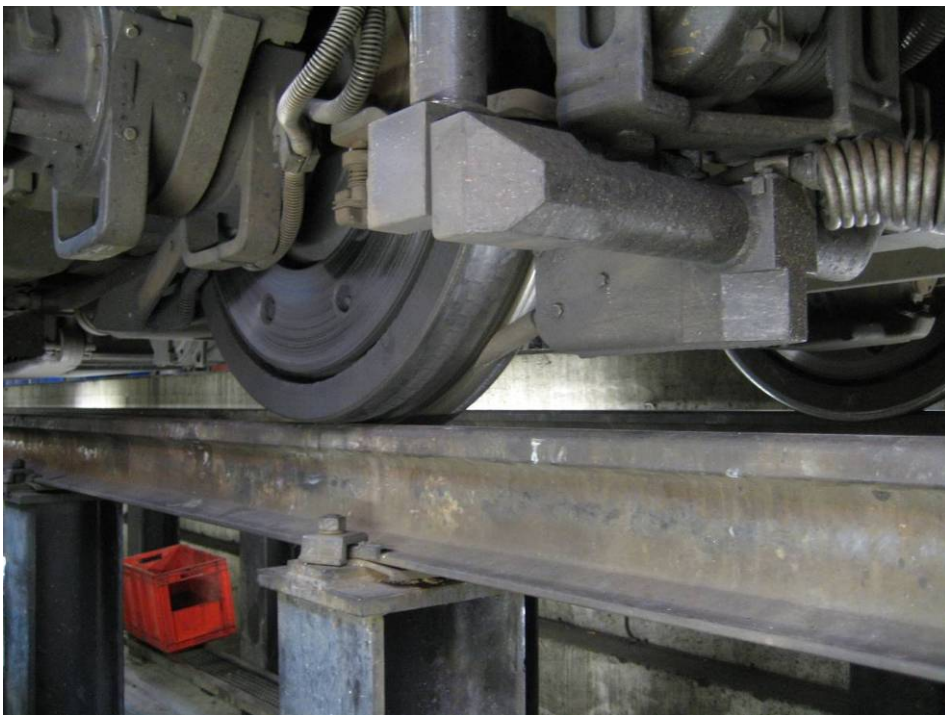
Vurdering av overheng i fronten: El 17 har et overheng på 3,6m og boggisenteravstand på 8,6 m, mens type 73 har et overheng på 5 m og boggisenter avstand på 19 m. Overhengen på type 73 er altså kortere relativt boggisenteravstand enn på El 17. I tillegg bruker fronten på type 73 en lengde på ca 2,5 m før full bredde oppnås hvilket er betydelig lengre enn plogen på El 17. Det betyr at reaksjonkraften sideveis i første boggi vil bli større på El17 enn på type 73 i et tilfelle med en påført sidekraft i front. Sagt på en annen måte, stor boggisenteravstand virker stabiliserende

Totalt sett har type 73 ikke noen særskilt uheldig utforming av front i forhold til kjøring i snø sammenlignet med andre typer materiell. Utformingen av fronten gir større motstand enn lokomotiv med plog ved kjøring i moderate snømengder, dvs. mindre enn ~0,7 m.

I forhold til en jevn snøfonn vil type 73 ha gode evner til å trenge igjennom på grunn av frontens relativt spisse utforming.



Figur 5 her sees at frontskjørt er laveste punkt



Figur 6 bilde av holder for sanding og "skinnerydder"

Materiellets lavere aksellast gir mindre margin mot avsporing i ekstreme tilfeller enn f.eks El 18, men er sammenlignbar med El 17.

Det kan tilføyes at type 73 er konstruert med passiv kollisjonssikring i form av deformasjonssoner i front som vil ta opp energi. Slik type sikring er det kun type 71 og 73, samt type 72 som har i Norge per i dag.

På type 71 og 73 danner overganger og kobbel til sammen en kraftigere forbindelse enn normalt mellom vognene og bidrar til å holde vognene sammen ved uhell. Ved tradisjonelt tog(B5 vogn) er det ved en alvorlig avsporing, dvs toget forlater svilledekket, en mye større fare for separasjon av vogner og lokomotiv med risiko for at de velter. B 7 vogner har også vanlig skrukoppel, men har en noe mer solid overgang enn B 5, men ikke like kraftig som type 71 & 73

Toget har en vognkasse som omslutter utrustning under vogn. Det gjør at toget har en relativt glatt flate mellom boggien. Denne konstruksjonen antas ikke å øke risikoen for hjulavlastning på type 73 takke være jernet på frontskjørtet som skrapper rent under dette nivået. Flaten mellom boggien utgjør ca halvparten av den totale vognlengden. Under visse forhold vil noe snø kunne rase ned i sporet igjen, men neppe på en slik måte at det bidrar vesentlig til hjulavlastning. Ved en avsporing i snø så vil type 73 ha en annen bæring enn konvensjonelt materiell, noe som kan gjøre at det tar lengre tid og strekning før det stopper helt opp. Ved denne avsporingen var dette ikke tilfelle, fronten skar seg dypt ned i snømassene og toget stoppet relativt raskt.

4.1.4 Leverandørens dokumentasjon

Det er gjort en rekke analyser av frontens utforming på type 71 i forhold til El 17. Med unntak av nevnte jern så er front på type 71 og type 73 identisk. Analysene har tatt for seg møte med skjev snøfonn som riktignok ikke er identisk med den Jernbaneverket har foreslått i brev av 3. mai 1999. Forskjellen antas ikke å ha større betydning for resultatene.

Det vises spesielt til rapport TR-T9918 som sammenligner beregnede og målte krefter i forhold til gjennomkjøring av skjev snøfonn. Snøfonn er satt til å ha en bredde på 2,5 m og en høyde på 1 meter på den ene siden og 0,2 meter på den andre. Snø under 0,2 meter er ikke med i beregning. Beregninger har tatt utgangspunkt i snødensitet på 300 kg/m³ og i test er snødensitet målt til 500 kg/m³. En kunstig oppbygget snøfonn viser antagelig ikke samme fasthet som en reell snøfonn da denne kan bli meget hard under bestemte værforhold (jmf. avsporing El 16 – Oksebotn/1/)

Beregninger og tester har brukbare korrelans. Både beregning og test viser at skjev snøfonn gir en hjulavlastning (Q) både for materiell med frontplog og for type 71. Kjøring i snøfonn gir i hovedsak en nedadvirkende kraft (Z) for alt materiell, men den er liten i forhold til sidekreftene (Y). Side krefter er i test mindre enn beregnet. Motstand ved kjøring i snø er underestimert. Y/Q kommer ikke i kritisk område før ved høy hastighet og El 17 og Type 71(FPT/XT) har sammenlignbare egenskaper

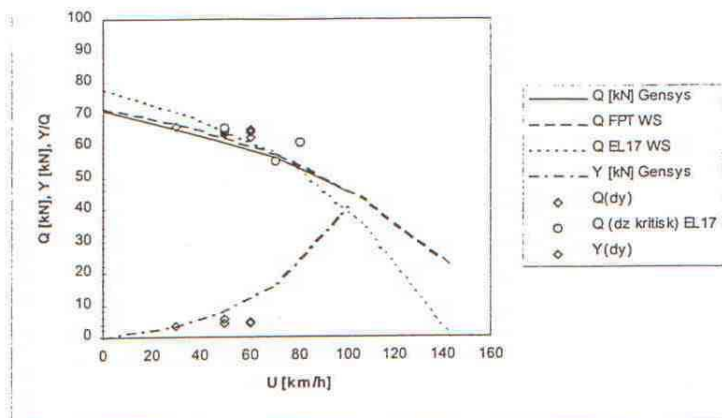


Figure 9, Vertical (Q), lateral (Y) and ratio Y/Q wheel-rail contact forces in the leading bogie vs. train speed (U).

Figure 9, is the major result of the investigation. The following conclusions may be drawn regarding the verification of the model.

1. The correlation between the GENSYS and WS results is good.
2. The simulations indicate a lower Q than the measured data. The model is thus conservative.
3. The model overestimates the Y.
4. There is a qualitative agreement between the computed and measured results.

The measurements support the earlier drawn conclusions, which are based on simulations [6], regarding the comparison between the snowploughing stability of FPT/XT and EL17.

1. The snowploughing stability of the FPT/XT and EL17 are comparable.

The measured data covers only a limited train speed range, due to practical and security restrictions during the tests.

Figur 7 utdrag av leverandørrapport

4.2 Konklusjon

Avsporing antas å ha skjedd som følger: Toget kjører inn i skredet. Frontskjørtet legger igjen et knapt 20 cm tykt snølag med meget hardpakket snø. Denne snøen går inn i hjulgrepet og løfter hjulet på første aksel så høyt at flens klatrer over skinnekant. På grunn av skredets helling og terrenget så blir sidekraften mye større på frontens venstre side enn den høyre. Første aksel sporer av til høyre og drar med seg de øvrige akslene på vogn 1, hele vogn 2 og første boggi på vogn 3.

Skredet var såpass kompakt og høyt på venstre side at også annet materiell dvs. El 18, El 17 og andre tunge lokomotiv trolig ville fått betydelige problemer. På grunn av skredets

skjevhet ville sidekreftene blitt store og det ville vært risiko for avsporing selv om lokomotiv rydder snø noe nærmere skinnegang og lokomotiv har en større aksellast.

5. Forslag til tiltak

Forslag til tiltak

- Enda lavere plog eller effektiv skinnerydder foran hjul.
- Hastighet ved skredfare senkes
- Det innføres skred varslere i større utstrekning, evt. andre snøforebyggende tiltak langsmed sporet
- Høyere aksellast på materiell

6. Andre land

6.1 USA/Canada

I visse områder så er det betydelige problemer med snør og ras. Tog i USA er utrustet for selv å rydde sporet, men ved ekstreme forhold så ryddes det snø ved spesielle ploger alternativt roterende snøplog. Amerikanske lokomotiver har vanligvis aksellaster fra 28 til 32 tonn. Et typisk amerikansk 6 akslet lokomotiv kan derfor veie opp mot 190 tonn. De sitter følgelig godt på skinnene. Amerikanske lok har en meget flat plog, montert på en ”pilot” som vil gi lite sidekrefter, men betydelig motstand ved kjøring i snø. Den har en klaring til skinnegang tilsvarende tradisjonell norsk underliggende plog. Varslingsanordninger for skred er utbredt.



Figur 8 Eksempel på typisk Nordamerikansk diesellokomotiv (type SD40-2). Løsning på plog er tilnærmet lik på alle senere lokomotiv fra EMD eller GE.

6.2 Sveits/Østerrike

I alpene så er det ikke vanlig praksis at tog rydder snø. I det senere har lokomotiv fått ploger som ligner den norske, men ved ekstreme værforhold så er normal praksis at annet materiell rydder snø. Som eksempel kan nevnes Re460/465, som tilsvarer El 18, kun har et relativt svakt dimensjonert frontskjørt. På utsatte steder er det vanlig med rasoverbygg for å hindre ulykker.

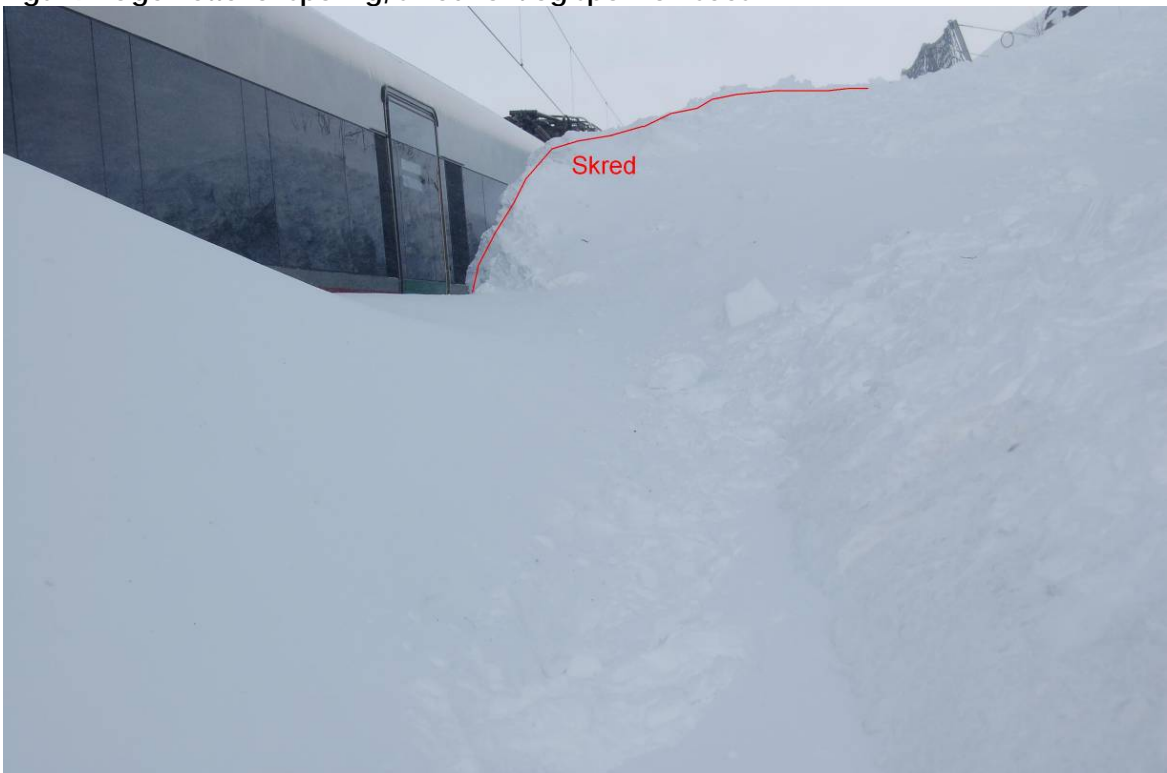
7. Referanser

- /1/ Bergensbanen "Livsnerven over høyfjellet" 1999 Alma Mater forlag AS ISBN -82-419-0253-0
- /2/ JBV rapport 1/2007
- /3/ SJ rapport: Urspåring Dm3 1221-1240-1222 i Katterat, Norge
- /4/ Adtranz rapport TR-T9918 1999.06.06
- /5/ På Sporet nr. 62 juni 1990 – Norsk Jernbaneklubb

8. Bilag



Figur 9 Dagen etter avsporing, skredfront og spor kan sees



Figur 10 Dagen etter avsporing, skredfront og kan sees



Figur 11 avsporing skjedde på tilnærmet rett spor

2.2.5 Særlig hastighet grunnet rasfare

På grunn av rasfare skal det under kjøring mot nedenfornevnte strekninger ikke kjøres med større hastighet enn angitt. Når lokomotivfører har forvisset seg om at strekningen er fri for ras, kan hastigheten gjenopptas.

Km	Mellom	Km/h	Merknad
BERGENSBANEN			
129,371 - 130,100	Trolldalen st. spor 1	30	For alle tog
131,030 - 132,200	Trolldalen og Gulsvik	50	For vestgående tog
132,200 - 131,030	Gulsvik - Trolldalen	60	For østgående tog
327,480 - 328,970	Hallingskeid og Myrdal	40	For vestgående tog
328,970 - 327,480	Myrdal og Hallingskeid	50	For østgående tog
373,750 - 375,000	Urmland og Ygre	30	For vestgående tog
375,000 - 373,500	Ygre og Urmland	50	For østgående tog
428,904 - 429,941	Dale og Stanghelle	30	For alle tog
452,350 - 453,425	Trengereid og Arna	40	For alle tog
FLÅMSBANEN			
340,330 - 340,770	Pinnelia	20	For alle tog
343,500 - 344,000	Nedenfor Blomheller tunnel	20	For alle tog i retning Flåm
348,200 - 349,100	Høga	20	For alle tog
SØRLANDBANEN			
485,720 - 486,844	Moi - Heskestad	40	For vestgående tog
487,382 - 485,277	Heskestad - Moi	20	For østgående tog
BRATSBERGBANEN			
158,156 - 158,500	Valebø - Skien	50	

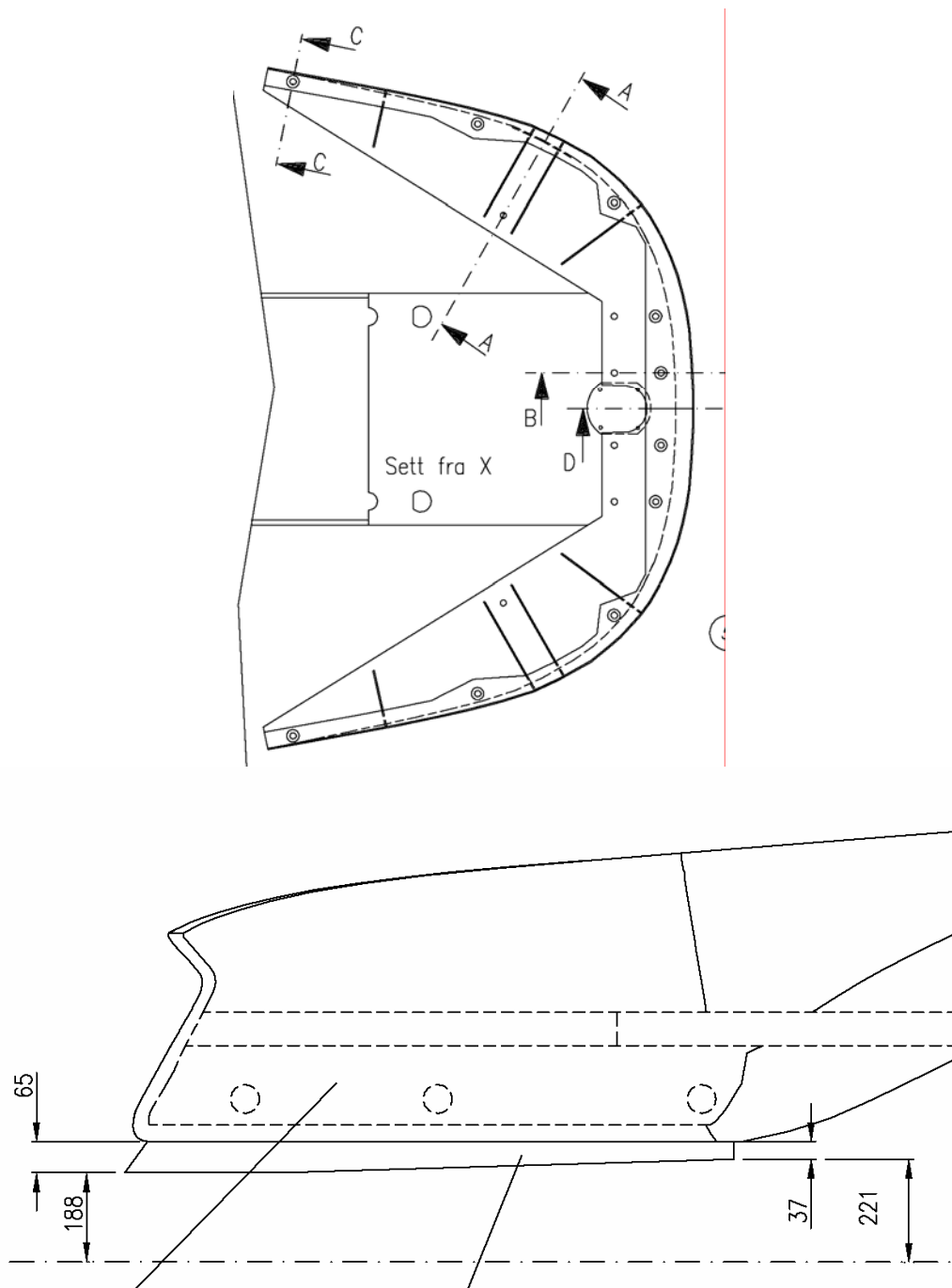
Figur 12 utdrag av JD346 driftshåndbok



Figur 13 Frontskjørt type 73



Figur 14 Underside frontskjørt type 73



Figur 15 Plan og snitt av frontskjørt type 73