

SINTEF A11476 – Åpen

# RAPPORT



*FoU Indre Romsdal*

## *Forsøk med tunge kjøretøy i stigninger*

Torgeir Vaa, Terje Giæver og Tomas Levin

***SINTEF Teknologi og samfunn***  
Transportforskning

April 2009





**SINTEF Teknologi og samfunn**  
Transportforskning

Postadresse: 7465 Trondheim  
Besøksadresse: S P Andersens veg 5  
7031 Trondheim  
Telefon: 73 59 03 00  
Telefaks: 73 59 46 56

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

# SINTEF RAPPORT

TITTEL

**FoU Indre Romsdal**

**Forsøk med tunge kjøretøy i stigninger**

FORFATTER(E)

Torgeir Vaa, Terje Giæver og Tomas Levin

OPPDRAGSGIVER(E)

Statens vegvesen Tek-T/Nordmøre og Romsdal distrikt

RAPPORTNR. SINTEF A11476	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Bård Nonstad/Ivar Hol	
GRADER, DENNE SIDE Åpen	ISBN 978-82-14-04749-3	PROSJEKTNR. 503407	ANTALL SIDER OG BILAG 52
ELEKTRONISK ARKIVKODE SINTEF RAPPORT-Stigninger_rev-2009-04-20.doc	PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Torgeir Vaa <i>Torgeir Vaa</i>	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Thomas Engen <i>Thomas Engen</i>	
ARKIVKODE 503407	DATO 2009-04-20	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Ragnhild Wahl, forskningssjef <i>Ragnhild Wahl</i>	

**SAMMENDRAG**

Framkommelighet for tunge kjøretøy er et sentralt tema i FoU Indre Romsdal og tungbilproblematikken i Romsdalen var en av hovedårsakene til at prosjektet ble startet. Dette er også en viktig grunn til at Nordmøre og Romsdal distrikt har tatt et initiativ for å gjøre forsøk med tunge kjøretøy i stigninger for å studere mer i detalj hva som er utfordringene i forhold til ulike kjøretøykonfigurasjoner. Testene ble gjennomført på E136 i Vestnes i en stigning som er benevnt Heggelia med en stigningsgrad på 7,2 prosent. Testene ble i hovedsak foretatt på en fast snøsåle med en del løs snø. Fire kjøretøy deltok: Boggibil m/3-akslet tilhenger, semi m/boggi og 3-akslet tralle, semi m/enkel aksling bak og 3-akslet tralle og pusherbil m/3-akslet tralle.

Resultatene fra forsøkene viser at tyngden over drivhjulene har vesentlig og avgjørende betydning for fremkommeligheten i stigning. Forsøkene demonstrerer også nokså tydelig at det kan være en stor fordel å ha boggi på trekkvognen. På denne måten kan man øke tyngden over drivhjulene betydelig, og dermed oppnå vesentlig bedre fremkommelighet i stigninger. Ofte vil det også være en fordel å kunne øke akseltrykket utover de 10 tonn som er den tillatte grenseverdien.

Forsøkene viser også at dekkvalget vil kunne påvirke kjøretøyets fremkommelighetsegenskaper. Harde dekk (dekk med høy shoreverdi) har dårligere egenskaper en ordinære dekk. Selv om det ble foretatt få kjøring med harde dekk ble det vist at dekkvalget hadde betydning for om man greide å ta løs etter pålagt stans i stigningen.

Som ventet har også forholdet mellom motorstyrke og vekt på vogntoget betydning for fremkommeligheten i stigninger. Kjøretøy med høyest motorstyrke/vekt-forhold oppnår også høyest fart i stigningen forutsatt at veggrepet er godt nok. Ved relativt liten vekt over drivhjulene hjelper det imidlertid lite med kraftig motor.

Resultatene fra forsøkene er ikke overraskende, men gir en god dokumentasjon på i hvilken grad ulike faktorer påvirker tunge kjøretøyers fremkommelighet i stigninger. For å belyse tungbilproblematikken i større bredde er det ønskelig å gjennomføre ytterligere forsøk ved andre føreforhold, flere dekkkombinasjoner samt bruk av kjetting.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Samferdsel	Transport
GRUPPE 2	Vegtrafikk	Road Transport
EGENVALGTE	Vinterføre	Winter Conditions
	Tunge kjøretøy	Heavy Vehicles
	Stigninger	Grades



## FORORD

Denne rapporten inneholder resultater fra et prosjekt som SINTEF Teknologi og samfunn, Transportforskning, har gjennomført på oppdrag fra Statens vegvesen ved Teknologivdelingen Trondheim og Nordmøre og Romsdal distrikt.

I prosjektet er det gjennomført forsøk med tunge kjøretøy i stigninger for å studere hva som er utfordringene med hensyn til fremkommelighet på vinterføre i forhold til ulike kjøretøy-konfigurasjoner.

Ved forsøkene som gikk over 2 dager 11.-12. februar deltok rundt 20 personer, og vi vil rette en stor takk til alle disse for deres bidrag for tilrettelegging og gjennomføring av et vellykket forsøk. Dette gjelder personer fra Nordmøre og Romsdal distrikt, Straumen Bil AS, Veøy Billag, Ytterli AS, Aktiv Trafikkskole og Kolo Veidekke AS.

Ivar Hol og Per Brandli har vært ansvarlige for gjennomføring av denne delen av prosjektet fra Statens vegvesens side. Torgeir Vaa har vært prosjektleder hos SINTEF.

Trondheim april 2009



Ragnhild Wahl  
Forskningsjef



## **INNHOLDSFORTEGNELSE**

<b>FORORD</b> .....	<b>3</b>
<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>7</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>11</b>
<b>2 Forsøksopplegg</b> .....	<b>12</b>
2.1 Forsøksområde .....	12
2.2 Kjøretøy som inngikk i testene .....	14
2.3 Måle- og registreringsopplegg .....	20
2.3.1 Registrering av fartsprofil .....	20
2.3.2 Veiing.....	20
2.3.3 Friksjonsmålinger.....	21
<b>3 Resultater</b> .....	<b>22</b>
3.1 Føreforhold .....	22
3.2 Detaljerte resultat fra ulike kjøringar .....	24
3.2.1 Onsdag 11. februar .....	24
3.2.2 Torsdag 12. februar .....	38
3.3 Begge dager under ett .....	49
<b>4 Oppsummering</b> .....	<b>53</b>





## SAMMENDRAG

Denne rapporten inneholder resultater fra et prosjekt som SINTEF Teknologi og samfunn, Transportforskning, har gjennomført på oppdrag fra Statens vegvesen ved Teknologidivisjonen i Trondheim og Nordmøre og Romsdal distrikt.

I prosjektet er det gjennomført forsøk med tunge kjøretøy i stigning (Heggelia i Vestnes i Møre og Romsdal) for å studere hva som er utfordringene med hensyn til fremkommelighet på vinterføre i forhold til ulike kjøretøykonfigurasjoner. Fire ulike kjøretøy deltok i forsøkene som ble gjennomført 11. -12. februar 2009:

- Boggibil m/ 3-aksla tilhenger (Veøy)
- Semi m/boggi m/ 3-aksla tralle (Ytterli)
- Semi m/enkel aksling og 3-aksla tralle (Aktiv trafikkskole, Kristiansund)
- Pusherbil fra Straumen bil

Testopplegget inkluderte følgende kjøretøykonfigurasjoner for de tre førstnevnte bilene:

- Bil og henger/tralle uten last
- 10 tonn last
- 20 tonn last
- Kjøring med og uten boggi for bilene med boggiløft

For bilen fra Straumen bil ble det kjørt bare med 20 tonn last med og uten boggi.

Testene ble i hovedsak foretatt på en fast snøåle med en del løs snø.

Resultatene fra forsøkene viser at tyngden over drivhjulene har vesentlig og avgjørende betydning for fremkommeligheten i stigning. Forsøkene demonstrerer også nokså tydelig at det kan være en stor fordel å ha boggi på trekkvognen. På denne måten kan man øke tyngden over drivhjulene betydelig, og dermed oppnå vesentlig bedre fremkommelighet i stigningen. Ofte vil det også være en fordel å kunne øke akseltrykket utover de 10 tonn som er den tillatte grenseverdien.

Forsøkene viser også at dekkvalget vil kunne påvirke kjøretøyets fremkommelighetsegenskaper. Harde dekk (høy shoreverdi) har dårligere egenskaper enn ordinære dekk. Selv om det ble foretatt få kjøring med harde dekk ble det vist at dekkvalget hadde betydning for om man greide å ta løs etter pålagt stans i stigningen. Det kan også se ut for at en friksjon over 0,25 er tilstrekkelig for å redusere problemene med harde dekk i forhold til framkommelighet i stigninger.

Som ventet har også forholdet mellom motorstyrke og vekt på vogntoget betydning for fremkommeligheten i stigninger. Kjøretøy med høyest motorstyrke/vekt-forhold oppnår også høyest fart i stigningen forutsatt at veggrepet er godt nok. Ved relativt liten vekt over drivhjulene hjelper det imidlertid lite med kraftig motor.

Testene i Heggelia bekrefter at kjøretøykonfigurasjonen er av vesentlig betydning for framkommeligheten til trailere i stigninger. Enkelakslet semi-trailer, som er en vanlig kjøretøytype blant utenlandske vogntog, er avhengig av last for å kunne ta seg greitt opp en stigning som Heggelia. Uten last er slike kjøretøy ikke i stand til å ta løs ved stans. Problemet forsterkes med de dekkene disse kjøretøyene normalt er utrustet med, dvs. knastedekkk med høy shoreverdi.

Resultatene fra forsøkene er ikke overraskende, men gir en god dokumentasjon på i hvilken grad ulike faktorer påvirker tunge kjøretøyers fremkommelighet i stigninger.

Biler med boggi er helt avhengig av å kunne løfte boggien for å ta seg opp en stigning som Heggelia. Med last over en viss tyngde og full løft på boggien vil det si at akseltrykkbestemmelsen brytes. Forsøkene i Heggelia tyder på at det ikke er nødvendig å kjøre med fullt trykk på boggien, men hvor mye trykket kan reduseres uten at det går ut over framkommeligheten må undersøkes nærmere.

Det er også ønskelig å gjøre ytterligere forsøk blant annet med flere dekkkombinasjoner og bruk av kjetting.

Når det gjelder føret en hadde under testene i Heggelia, var nok det forholdsvis typisk vinterføre. Forholdene kan imidlertid være vanskeligere enn de en hadde under disse testene. Siden dekkene ikke var kjørt varme, fikk en ikke den smeltevirkningen og den påfølgende glidningen som vanligvis skjer ved stans på snødekke. Ved gjentatt forsøk bør det derfor også inkluderes tester med varme dekk.

## SUMMARY

This report contains results from a project SINTEF Technology and Society, Department of Transport Research, has carried out on behalf of The Public Roads Administration.

Within the project we have conducted experiments with heavy vehicles at a grade near Vestnes in Møre og Romsdal. The aim of the project is to study the traffic flow quality for heavy vehicles at grades in winter conditions. Four vehicles with different axle configurations were used in the experiments carried out February 12<sup>th</sup>-13<sup>th</sup> 2009:

1. Bogie truck with 3-axled trailer
2. Semi-trailer with bogie and 3-axled trailer
3. Semi-trailer without bogie, and 3-axled trailer
4. Semi-trailer with bogie and 3-axled trailer

The experiments included the following configurations for vehicle 1-3:

- Vehicle and trailer without cargo
- 10 tons cargo
- 20 tons cargo
- With and without use of bogie (vehicle 1 and 2)

Vehicle 4 was only tested with 20 tons cargo and without bogie. The experiments were mainly carried out on compact snow or some loose snow.

The results from the experiments shows that the weight at the driving wheels is essential to whether the vehicle is able to reach the top of the grade or not. The tests also demonstrate clearly that it could be a great advantage to have a vehicle with bogie. By lifting the bogie the weight on the driving wheels is significant increased, and this makes it easier to maintain the speed upwards the grade. Often it is an advantage to increase the pressure of an axle beyond 10 tons which is the limit on many Norwegian roads.

The experiments show that the properties of the tires are important. Tires with hard rubber (high shore value) decrease the possibility to maintain the speed upwards the grade compared with ordinary tires.

As expected the relationship between the power of the engine and the total weight of the vehicle can be important. Vehicles with high ratio of *power of engine/total weight* have the highest speed upwards the grade. However if the weight of the driving wheels are relative low the power of the engine has no or limited importance.

Semi-trailer without bogie is a common vehicle type among foreign heavy vehicles on Norwegian roads. With no or little cargo these vehicles often have problems at grades during winter conditions. The problems are increased with use of tires with hard rubber.

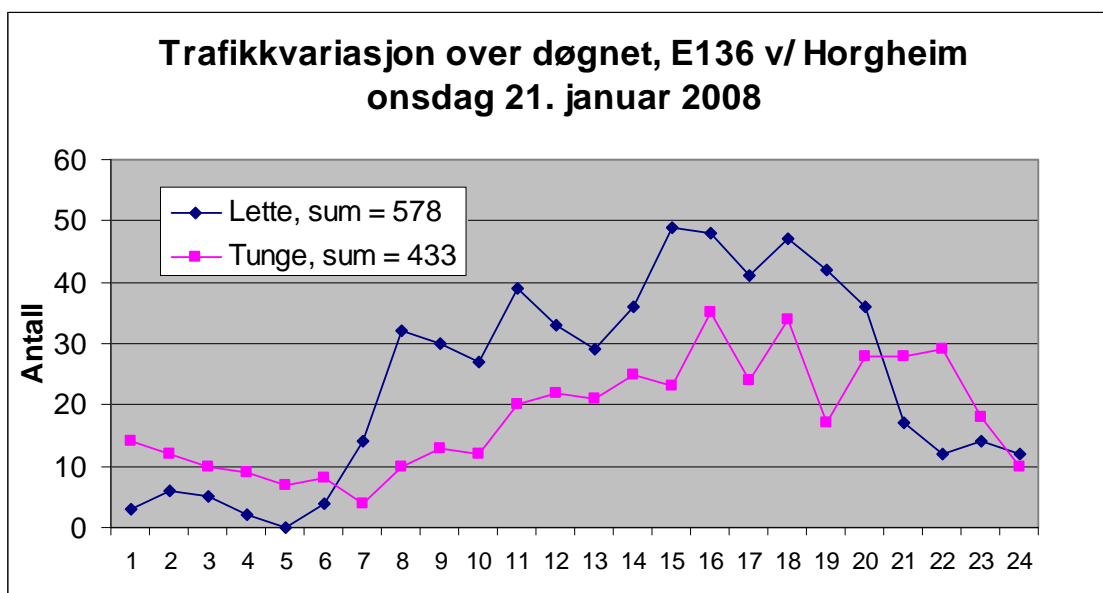
The results from the experiments are not surprising, but give a documentation of how different factors influence traffic flow quality for heavy vehicles at grades during winter road conditions. To more widely illustrate the problems for heavy vehicles it is required to carry out further experiments at other road conditions, more tire combinations and use of snow chains.



## 1 Innledning

Framkommelighet for tunge kjøretøy er et sentralt tema i FoU Indre Romsdal og tungbilproblematikken i Romsdalen var en av hovedårsakene til at prosjektet ble startet. Dette er også en viktig grunn til at Nordmøre og Romsdal distrikt har tatt et initiativ for å gjøre forsøk med tunge kjøretøy i stigninger for å studere mer i detalj hva som er utfordringene i forhold til ulike kjøretøykonfigurasjoner.

For å illustrere omfanget av tungtrafikk er det i Figur 1.1 vist trafikkvariasjon over døgnet i et tellepunkt på E136 i Romsdalen ved Horgheim. Denne onsdagen i januar 2008 ble det registrert totalt 433 tunge kjøretøy i sum begge retninger, noe som utgjør hele 43 prosent av den totale døgntrafikken. Tunge kjøretøy er her definert som kjøretøy med lengde større eller lik 5,6 meter, og er dermed en gruppe kjøretøy som ikke utelukkende består av lastebiler og vogntog



Figur 1.1: Trafikkvariasjon over døgnet ved Horgheim

For å få et bilde av fordelingen på norske og utenlandske vogntog samt sammensetningen på biltype, er det i regi av Nordmøre og Romsdal distrikt foretatt manuelle tellinger i krysset E136/Rv 62 ulike ukedager sesongen 2008/2009. Tabell 1.1 viser resultatene fra tellinger 21. – 22. januar 2009.

Tabell 1.1: Døgentelling av norske og utenlandske vogntog på E136 fordelt på biltype

21.-22.01.2009 (ons-tors)	Singel bil	Enkel bil + tilh.	Boggi bil + tilh.	Semi med enkel aksl.	Semi med boggi	Buss	Sum	Prosent
Norske	24	2	126	3	155	13	323	81
Utenlandske	0	0	6	23	47	0	76	19

Som en kan se av Tabell 1.1 utgjør utenlandske vogntog i underkant av 20 prosent av alle vogntog. Semitrailer med enkel bakaksel på trekkbil, som er en av de vanskeligste kjøretøytypene i forhold til framkommelighet i stigninger, utgjør et relativt stort antall av de utenlandske vogntogene, mens det er få norske biler av denne typen. Erfaringsmessig er det nettopp semitrailere med enkel bakaksling på dekk med relativt hard gummiblanding som utgjør

hovedproblemet i forhold til stans i stigninger. Det har derfor vært viktig å inkludere denne kjøretøykombinasjonen i stigningstesten som ble gjennomført 11. – 12. februar 2009.

## 2 Forsøksopplegg

### 2.1 Forsøksområde

Ved forsøk av denne typen er det viktig å ha egnede testforhold som ivaretar HMS-krav, og det er funnet fram til stigningen Heggelia ved Vestnes som et hensiktsmessig sted for gjennomføring av forsøkene. Heggelia, som er den bratteste strekningen mellom Oslo og Ålesund, stenges i vanskelige perioder om vinteren. Det er derfor enkelt å bruke denne stigningen til kontrollerte forsøk med tunge kjøretøy.

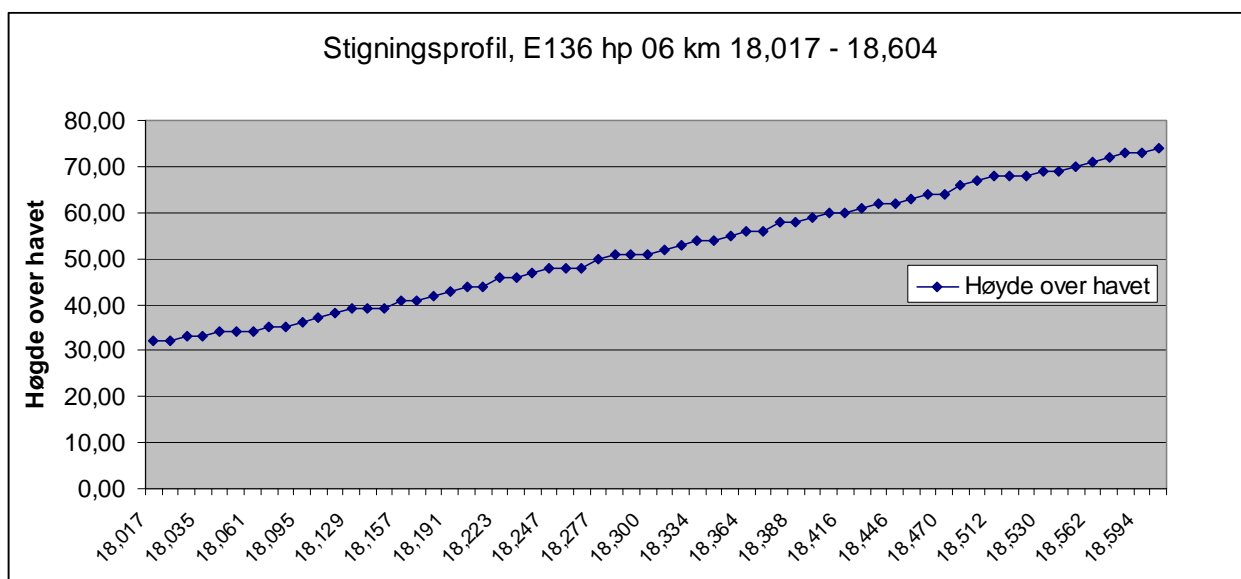


Figur 2.1: Testområde

Figur 2.1 viser oversikt over testområdet med omkjøringsmuligheten via E39. Nærmere detaljer framgår av Figur 2.2 som viser oversikt over selve teststrekningen med inntegnet vedigdet for ulike deler av strekningen. Fra km 18,017 til km 18,604 er det en høydeforskjell på 42 meter. Dette tilsvarer en stigning på 7,2 prosent. Som en ser av profilet i Figur 2.3 er det en nokså jevn stigning, men det er noe flatere de første 150 meter (6,3 prosent).



Figur 2.2 Oversikt over kilometrering i stigningen i Heggelia



Figur 2.3: Stigningsprofil i Heggelia

Starten på Heggelia sees til venstre i bildet på Figur 2.4. Under forsøkene var stigningen stengt for øvrig trafikk, og sikkerheten ble ivaretatt gjennom manuell trafikkdirigering i tillegg til skilting.



*Figur 2.4: Starten på Heggelia sees til venstre i bildet*

## 2.2 Kjøretøy som inngikk i testene

Følgende biler inngikk i testene:

- Bil A: Boggibil m/ 3-aksla tilhenger (Veøy), se Figur 2.5 og Tabell 2.1
- Bil B: Semi m/boggi m/ 3-aksla tralle (Ytterli), se Figur 2.6 og Tabell 2.2
- Bil C: Semi m/enkel aksling og 3-aksla tralle (Aktiv trafikkskole, Kristiansund), se Figur 2.7 og Tabell 2.3
- Bil D: Pusherbil fra Straumen bil, se Figur 2.8 og Tabell 2.4

Testopplegget inkluderte følgende kjøretøykonfigurasjoner for bil A - C:

- Bil og henger/tralle uten last
- 10 tonn last
- 20 tonn last
- Kjøring med og uten boggi for bilene med boggiløft

For bil D ble det kjørt bare med 20 tonn last med og uten boggi. Vektfordeling på trekkvogn og henger med de ulike lastene samt totalvekt framgår av Tabell 2.1 - Tabell 2.4.





Figur 2.5 Bil A: lastebil med boggi og henger, Volvo FH12 med motoreffekt 338 kW (460 HK)

Tabell 2.1 Bil A, vektfordeling ved ulike laster

Last, bruk av boggi	Trekkvogn			Påhengsvogn			Totalvekt		
	Vektfordeling på akslinger			Vektfordeling på akslinger			Vektfordeling på enheter		
	Foran	Bak 1	Bak 2	Aks 1	Aks 2	Aks 3	Trekk	Tilh	Tog
<u>0 tonn</u>									
Boggi ned	6050	4750	2400	4600		4600	13050	9200	22250
Boggi opp	5300	7750		4600		4600	13050	9200	22250
<u>10 tonn</u>									
Boggi ned	7600	6300	4050	7700		7000	17950	14700	32650
Boggi opp	6400	10900		7700		7000	17950	14700	32650
<u>20 tonn</u>									
Boggi ned	8000	9500	6600	9600	4950	5150	24100	19700	43800
Boggi opp	5900	17800		9600	4950	5150	24100	19700	43800



Figur 2.6 Bil B: Semi-trailer med boggi, Volvo FH16 med motoreffekt 404 kW (550 HK)

Tabell 2.2 Bil B, vektfordeling ved ulike laster

Last, bruk av boggi	Trekkvogn			Påhengsvogn			Totalvekt		
	Vektfordeling på akslinger			Vektfordeling på akslinger			Vektfordeling på enheter		
	Foran	Bak 1	Bak 2	Aks 1	Aks 2	Aks 3	Trekk	Tilh	Tog
<u>0 tonn</u>									
Boggi ned	6500	5110	2200	2450	2450	2550	13810	7450	21260
Boggi opp	5550	8100			3810	3800	13650	7610	21260
<u>10 tonn</u>									
Boggi ned	7000	7100	3800	4150	4050	4100	17900	12300	30200
Boggi opp	5450	12250		4200	4100	4200	17700	12500	30200
<u>20 tonn</u>									
Boggi ned	7500	8100	4750	6300	6350	6450	20350	19100	39450
Boggi opp	5450	14900		6300	6350	6450	20350	19100	39450
Boggi opp/opp	5450	16550			8700	8750	22000	17450	39450



Figur 2.7 Bil C: Semi-trailer uten boggi, Scania 530 med motoreffekt 390 kW (530 HK)

Tabell 2.3 Bil C, vektfordeling ved ulike laster

Last, bruk av boggi	Trekkvogn			Påhengsvogn			Totalvekt		
	Vektfordeling på akslinger			Vektfordeling på akslinger			Vektfordeling på enheter		
	Foran	Bak 1	Bak 2	Aks 1	Aks 2	Aks 3	Trekk	Tilh	Tog
<u>0 tonn</u> Ingen boggi	6850	5350	-	-	-	-	12200	7850	20050
<u>10 tonn</u> Ingen boggi	7500	9000	-	-	-	-	16500	12850	29350
<u>20 tonn</u> Ingen boggi	8000	11700	-	6900	6850	6600	19700	20350	40050



Figur 2.8 Bil D: Pusher-bil, Scania G380 med motoreffekt 295 kW (400 HK)

Tabell 2.4 Bil D, vektfordeling ved ulike laster

Last, bruk av boggi	Trekkvogn			Påhengsvogn			Totalvekt		
	Vektfordeling på akslinger			Vektfordeling på akslinger			Vektfordeling på enheter		
	Foran	Bak 1	Bak 2	Aks 1	Aks 2	Aks 3	Trekk	Tilh	Tog
<u>A, 20 tonn</u>									
Pusher ned	-	8000	-	6300	6350	6450	-	19100	-
Pusher opp	-	11700	-	6300	6350	6450	-	19100	-

På dag to ble det skiftet dekk på drivhjulene på bil C. Dekkene som stod på opprinnelig var relativt slitte norske vinterdekk med en shoreverdi på 64, se Figur 2.9. Dekkene som ble satt på var "utenlandske" knastedekk med en shoreverdi på 72 med bra mønsterdybde, se Figur 2.10.



*Figur 2.9: Norsk vinterdekk. Shoreverdi: 64*



*Figur 2.10: "Utenlandsk" knastedekk. Shoreverdi: 72*

Det var også opprinnelig planlagt å gjøre tester med bruk av kjetting, men det ble ikke tid til å gjennomføre dette. Bruk av kjetting ble derfor begrenset til en spontan reaksjon fra føreren av Bil A ved en stans langt nede i stigningen, se Figur 2.11. Dette skjedde under testen som er vist i Figur 3.10 (ID3).



*Figur 2.11: Kjettingen hentes fram*

## **2.3 Måle- og registreringsopplegg**

### **2.3.1 Registrering av fartsprofil**

Alle kjøretøyene var utstyrt med en GPS-enhet som var satt opp for logging av posisjon to ganger i sekundet. Signalene fra GPS-enheten ble overført trådløst til en PDA som fungerer som datalogger i dette registreringssystemet. Registreringene gir detaljert fartsprofil over teststrekningen.

### **2.3.2 Veiing**

All veiing ble foretatt av personell fra Trafikant og kjøretøy (TK) som hadde med seg mobile vekter. Oppsettet for veiing med mobile vekter framgår av Figur 2.12. Dette er et fleksibelt veiesystem som gir detaljerte vekter for alle akslinger både på trekkvogn og henger.



*Figur 2.12: Oppsett for veiing med mobile vekter*

### 2.3.3 Friksjonsmålinger

Måler av typen TWO ble benyttet til friksjonsmålinger, se Figur 2.13. Det ble kjørt samtidig med to målere av samme typen hver dag. Totalt var tre målebiler involvert i testene.



*Figur 2.13: Friksjonsmåling med måler av typen TWO*

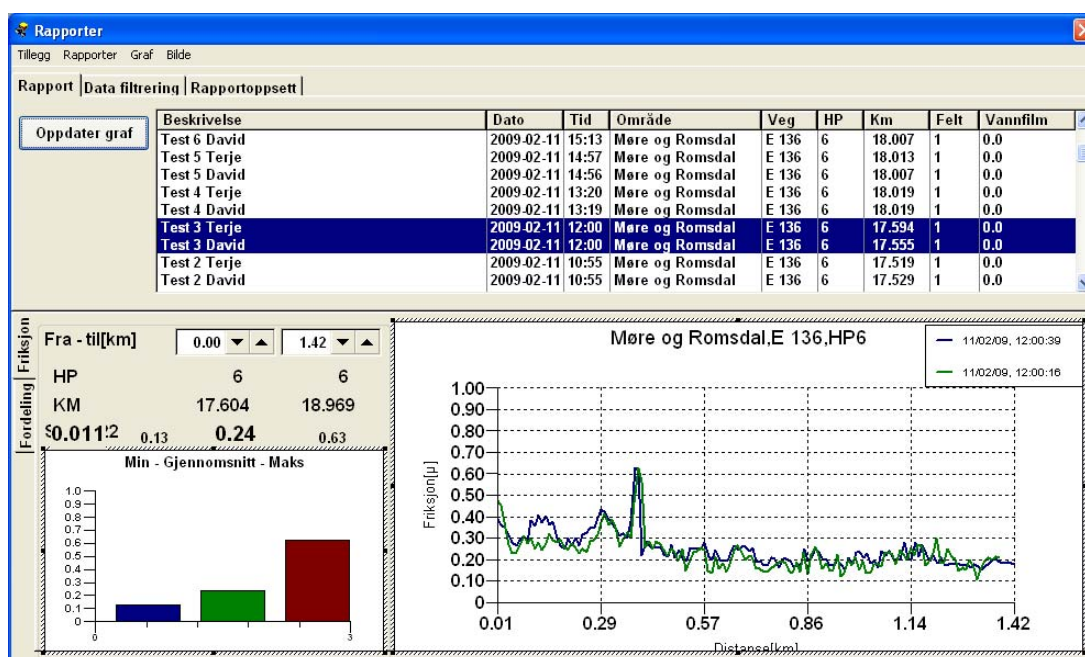
### 3 Resultater

#### 3.1 Føreforhold

Figur 3.1 viser hvordan føreforholdene så ut på formiddagen 11. februar. Det var en god del løs snø av en konsistens som var tydelig påvirket av restsalt fra salting som ble utført før et større snøfall et par dager tidligere.



Figur 3.1: Føreforhold på formiddagen 11. februar 2009

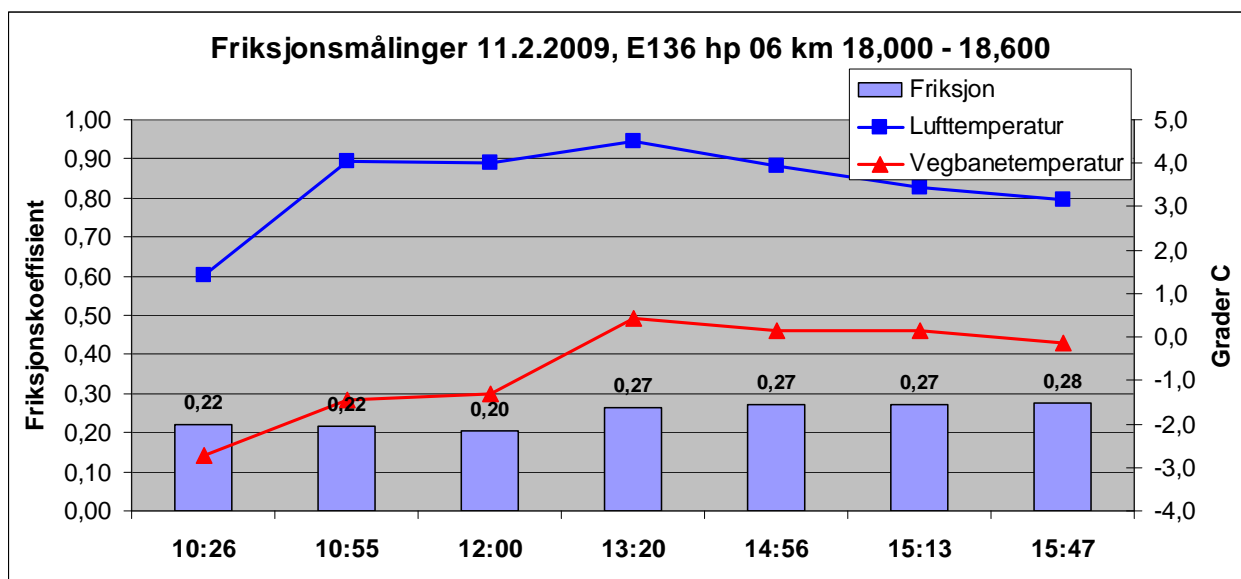


Figur 3.2: Eksempel på friksjonsmålinger 11.2.2009 kl 12:00

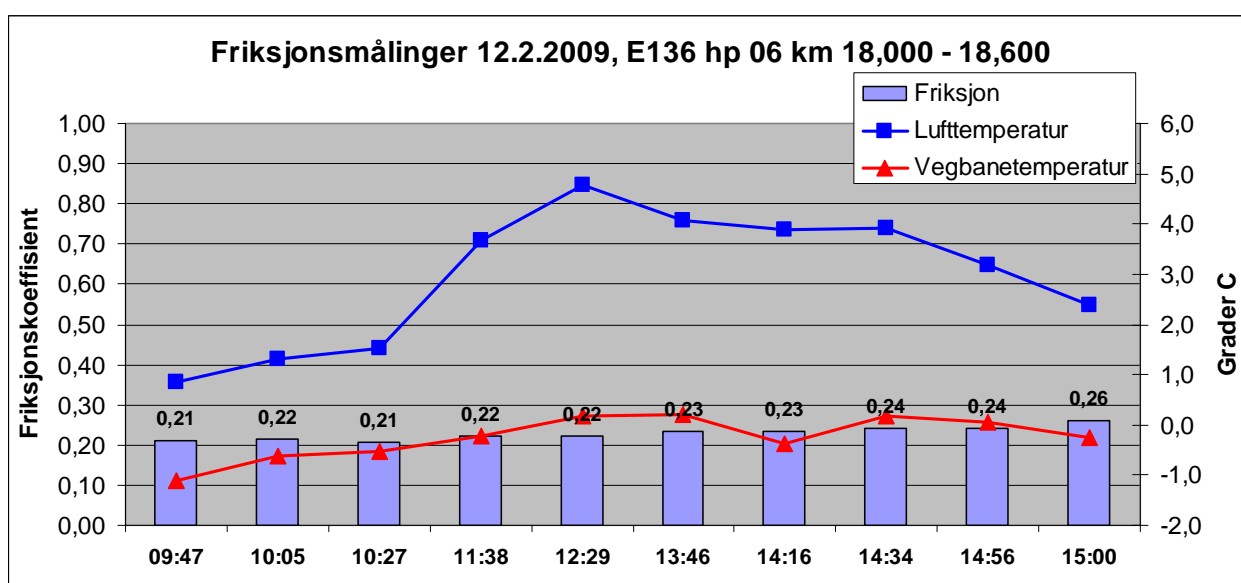


Figur 3.2 viser en grafisk framstilling av friksjonsmålinger som ble gjort kl 12 første forsøksdagen, dvs. samme tidspunkt som bildet i Figur 2.13. Toppunktet i grafen er trolig en bar flekk som ble registrert av begge målerne. Det var ikke spesielt glatt under forsøkene, og resultatene fra målingene som er gjengitt i Figur 3.2 tyder på at måleutstyret reflekterer det faktiske veggrepet på en god måte selv under en så krevende målesituasjon.

I Figur 3.3 og Figur 3.4 er vist gjennomsnittlig friksjon fra de enkelte målingene som ble foretatt de to forsøksdagene. Det er tatt ut data over en 600 m lang strekning fra starten av stigningen ved km 18,000 og forbi kurven ved km 18,600. Friksjonsverdiene som er presentert er gjennomsnittet av verdiene fra begge målebilen. Temperaturdataene er hentet fra målebilen som deltok begge dagene.



Figur 3.3: Gjennomsnittlig friksjon i Heggelia 11.2.2009



Figur 3.4: Gjennomsnittlig friksjon i Heggelia 12.2.2009

En kan se at det er en markert endring i friksjonsnivået mellom kl 12:00 og 13:20 den første forsøksdagen, noe som ser ut til å ha en klar sammenheng med at det ble gjort en bearbeiding av snøen for å skape et fastere snødekke, jfr. Figur 3.18 og Figur 3.19. Også endringen i friksjonsforholdene den andre forsøksdagen ser ut til å ha sammenheng med at det ble foretatt en mekanisk behandling av snø-/isdekket.

### 3.2 Detaljerte resultat fra ulike kjøring

I dette kapitlet er det vist hvordan de ulike kjøretøyene tar seg frem i stigningen med ulike lastkonfigurasjoner. Resultatene er presentert grafisk ved hjelp av fartsprofil, og det er i første rekke lagt vekt på å se på hvilken betydning tyngden over drivhjulene har på evnen til å ta seg frem oppover stigningen.

#### 3.2.1 Onsdag 11. februar

I Figur 3.5 er fartsprofilen for kjøretøy A, B og C for første kjøring. I dette tilfellet er kjøretøyene uten last. Sjåførene ble bedt om å ha en utgangsfart i starten av stigningen på 40 km/t, og vi ser at farten i dette punktet varierer mellom 37 og 43 km/t. Kjøretøy A og B kjører med boggien oppe. Kjøretøy C er enkeltakslet bak, og har dermed ingen mulighet til å variere vekten over drivhjulene.

Kjøretøy A har bra fart de første 300 m, men har deretter en betydelig fartsreduksjon som trolig skyldes girning. Kjøretøyet kommer imidlertid nokså greit opp stigningen på tross av at farten er nede i 15 km/t på det laveste.

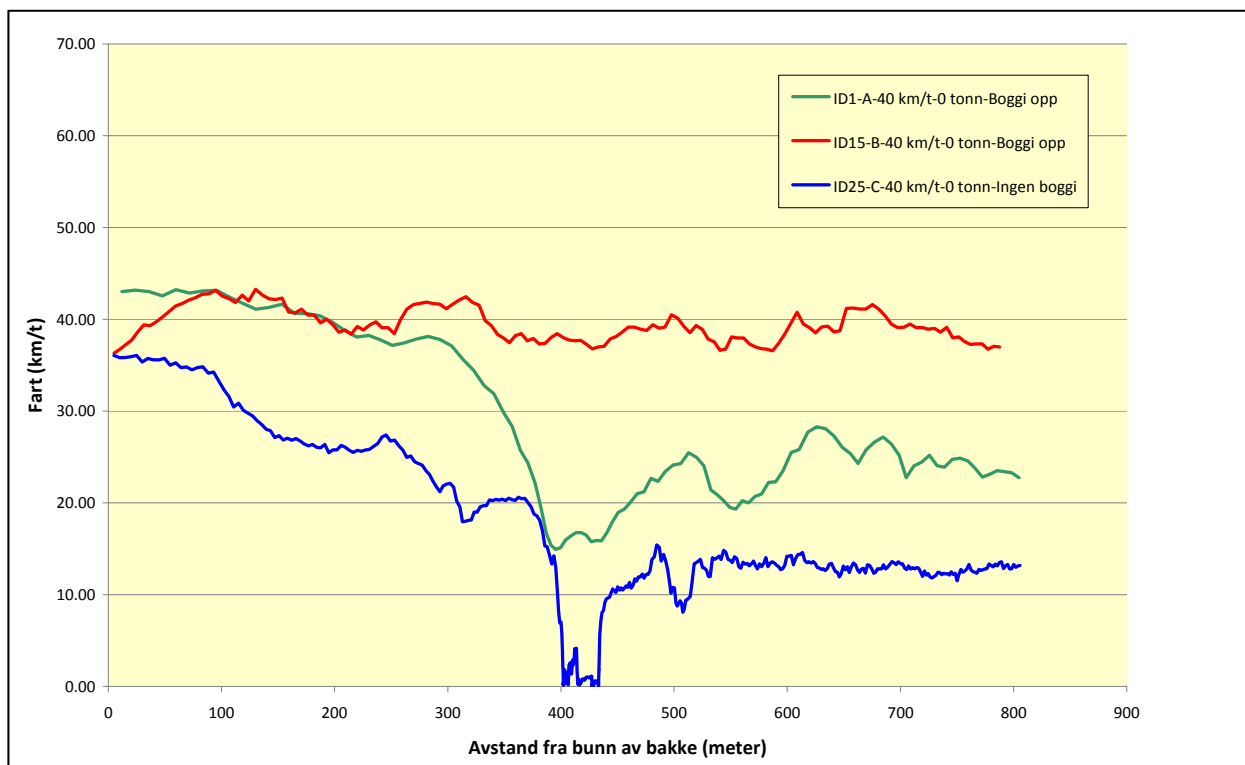
Kjøretøy B har relativt jevn fart i hele stigningen og kommer greit opp.

Kjøretøy C har problemer helt fra starten av stigningen, og har et relativt jevnt fall i farten opp til profil 400 hvor det stopper helt opp (se Figur 3.7). Kjøretøyet måtte ha hjelp av bergingsbil for å komme opp, og ble tauet fra profil 400 og oppover.

Det er ikke overraskende at bil B er det kjøretøyet som har mistet problem med å komme opp stigningen. Bil B har både størst tyngde på drivhjulene (8100 kg) og kraftigst motor (404kW).

Det er heller ikke overraskende at bil C er det kjøretøyet som har de største problemene i stigningen. Bil C har klart minst tyngde på drivhjulene (5350 kg).

Føreforholdene ved disse kjøringene er vist i Figur 3.6. Det var snøsåle med betydelig løs snø.



Figur 3.5 Kjøring uten last, utgangsfart 40 km/t, boggi opp for kjøretøy A og B



Figur 3.6 Kjøretøy A kl 10:43. Førerforhold med snøsale og løs snø.



Figur 3.7 Bil C får stans i sving, kl 10:47

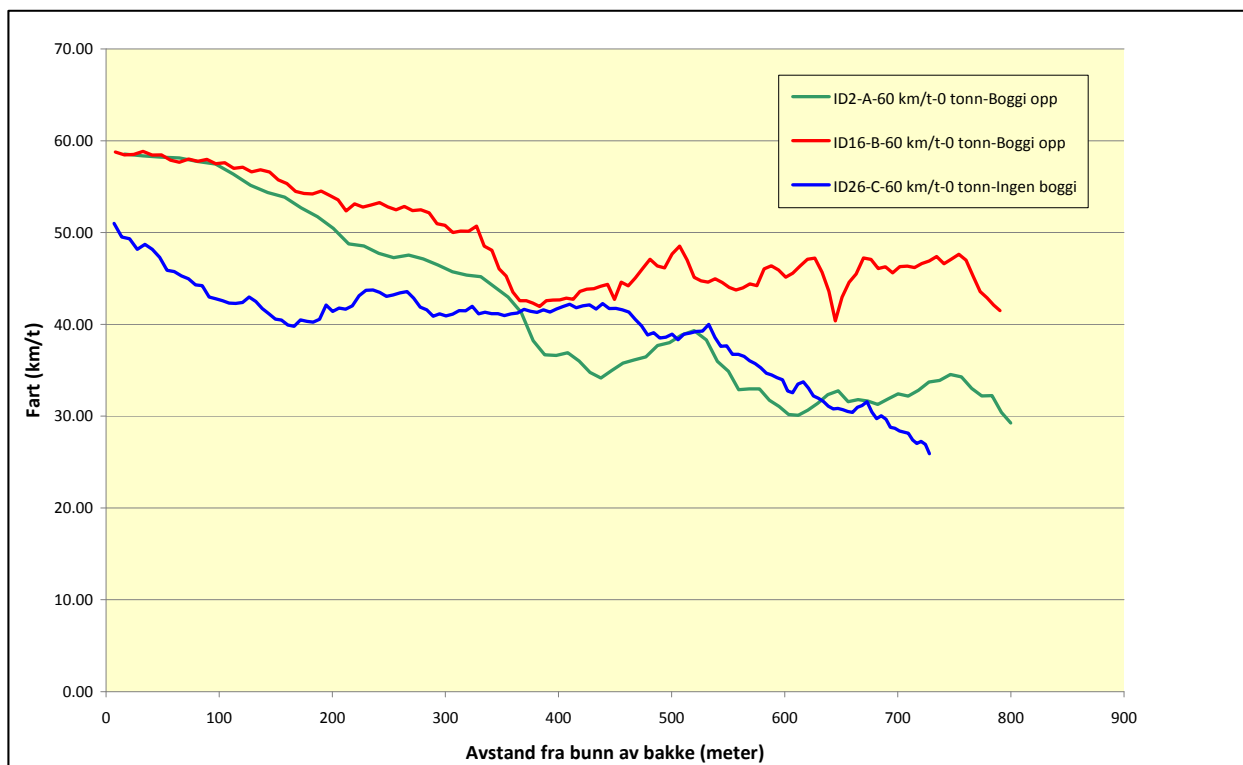
I Figur 3.8 er det vist fartsprofilen for kjøretøy A, B og C etter at kjøretøyene ble bedt om å øke farten ved inngangen til stigningen til 60 km/t. En ser at A og B har en utgangsfart på ca 59 km/t, mens kjøretøy C kun holder 51 km/t. Kjøretøyene kjører fortsatt uten last og både kjøretøy A og B har boggien oppe.

Alle kjøretøyene kommer opp stigningen, men det er fortsatt kjøretøy B som synes å ha minst problemer. Kjøretøyet greier å holde over 40 km/t i hele stigningen.

På tross av lav utgangsfart kommer kjøretøy C nokså greit opp stigningen, men en kan se at farten reduseres noe mot slutten.

Føreforholdene synes ikke å ha endret seg vesentlig fra foregående runde, men det kan se ut som det er noe mindre løst snø nå (se Figur 3.9).

Kjøretøy C og B har størst motorstyrke i forhold til vekten på vogntoget med henholdsvis 19,5 og 19,0 kW/tonn. Kjøretøy A har lavest motorstyrke i forhold til vekt med 15,2 kW/tonn. Ut fra resultatene kan det se ut som om disse forholdstallene kan ha en viss innvirkning på fartsnivået i stigningen. Kjøretøy B har høyest fart, og kan forklares ut fra både høyt motorstyrke/vekt- forhold sammen med stor tyngde over drivhjulene.



Figur 3.8 Kjøring uten last, utgangsfart 60 km/t, boggi opp for kjøretøy A og B



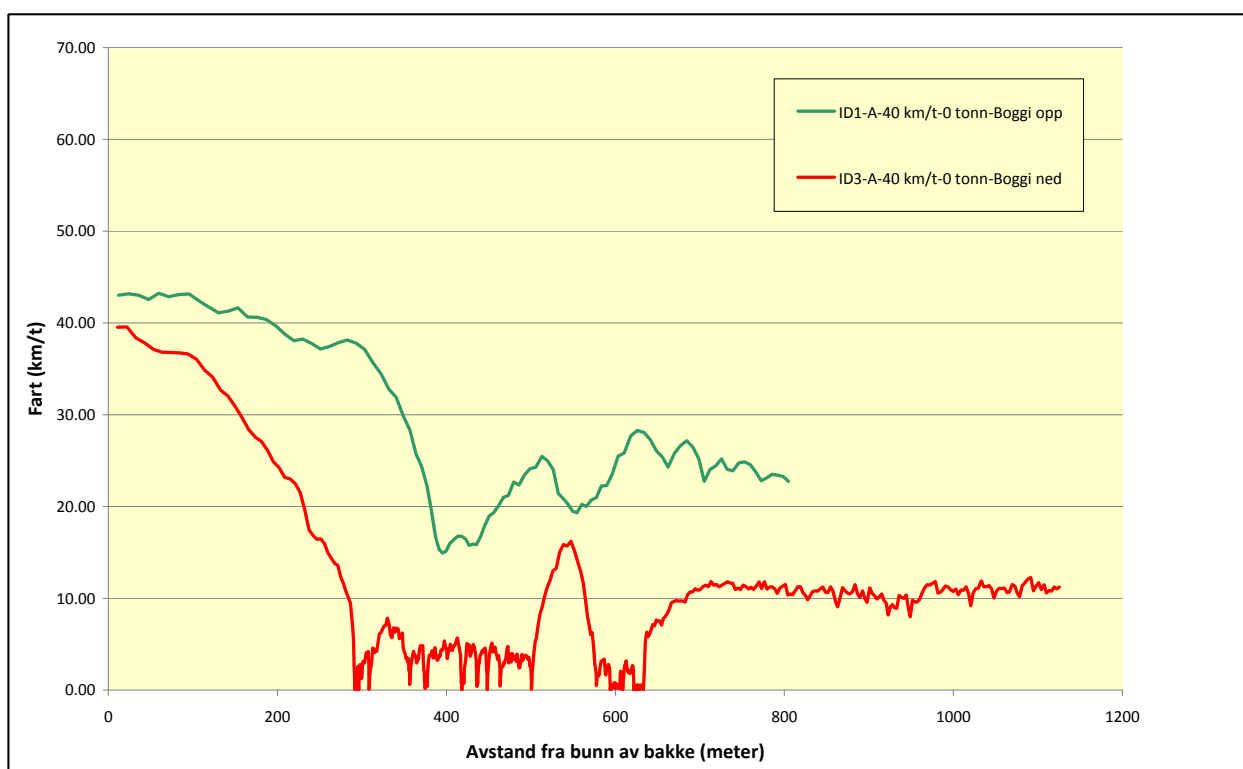
Figur 3.9 Kjøretøy B kl 11:05

I Figur 3.10 er det vist to kjøring med bil A; først med boggien oppe og deretter med senket boggi. Sjøføren ble bedt om å holde 40 km/t som inngangsfart til stigningen. Kjøretøyet kjører uten last.

Med senket boggi greier ikke kjøretøyet å komme opp stigningen med egen hjelp. Farten synker relativt raskt i stigningen, og allerede etter 250 m er det stopp. Føreren hever da boggien i et forsøk på å ta løs, men greier ikke dette. Det ble også forsøkt å ta løs med kjetting på venstre drivhjul, men det hjalp heller ikke, se Figur 3.12. Fra profil 250 blir deretter kjøretøyet slept opp av bergingsbil.

Tyngden på drivhjulene er betydelig forskjellig med boggi opp eller ned:

- Boggi opp - 7750 kg
- Boggi ned - 4750 kg



Figur 3.10 Kjøring uten last, utgangsfart 40 km/t, boggi opp og ned for kjøretøy A



*Figur 3.11 Kjøretøy A kl 11:22, stans før sving ved profil 250*



*Figur 3.12 Kjøretøy A, forsøk på å ta løs med kjetting på venstre drivhjul*



*Figur 3.13 Kjøretøy A dras opp av bergingsbil, kl 11:28*

I Figur 3.14 er det vist to kjøringer med bil B; først med boggien oppe og deretter med senket boggi. Kjøretøyet kjører uten last og har en inngangsfart på ca 40 km/t ved inngangen til stigningen.

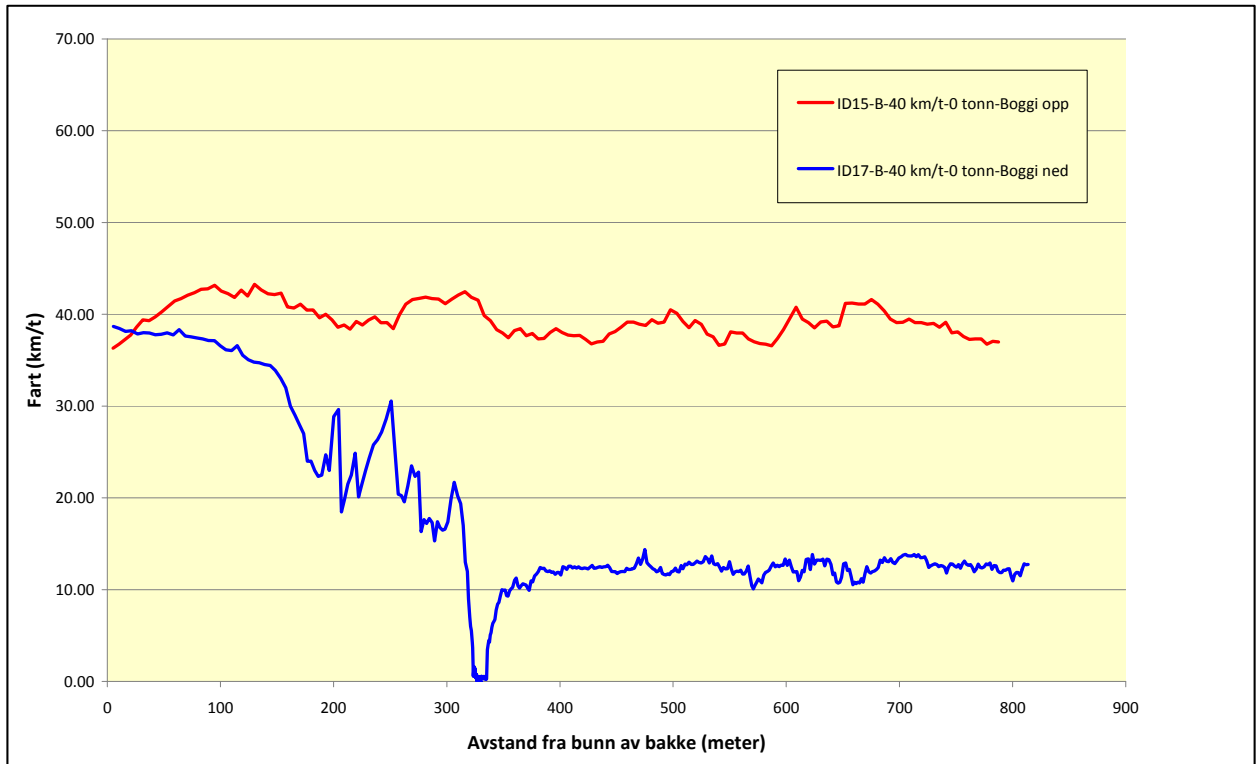
Med senket boggi kom heller ikke kjøretøy B opp stigningen ved egen hjelp. De første 150 meterne går greit, men etter dette avtar farten nokså raskt. Et par girskifter senere er det full stans, og kjøretøyet kommer opp til profil 330.

Kjøretøyet hever boggien i et forsøk på å ta løs, men dette går ikke og kjøretøyet må dras opp av bergingsbilen.

Tyngden på drivhjulene er betydelig forskjellig med boggi opp eller ned:

- Boggi opp – 8100 kg
- Boggi ned – 5110 kg





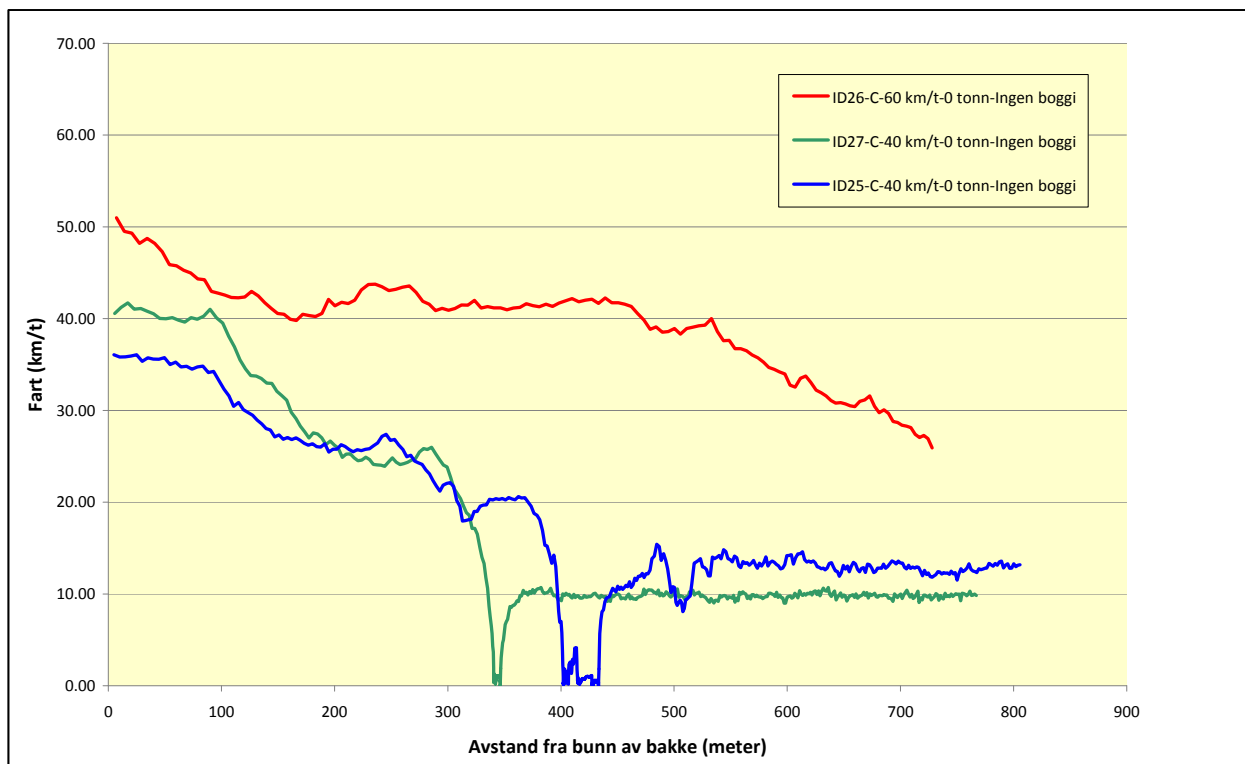
Figur 3.14 Kjøring uten last, utgangsfart 40 km/t, boggi opp og ned for kjøretøy B



Figur 3.15 Kjøretøy B kl 11:38, full stans i sving ved profil 320

I Figur 3.16 er det vist 3 kjøring med kjøretøy C. ID25 og ID26 er vist tidligere, men her er det tatt med én repeterende kjøring med utgangsfart 40 km/t (ID27). Ved denne kjøringen greier kjøretøyet å komme seg opp til profil 340 før det blir full stans. Bergingsbilen måtte også denne gang slepe kjøretøyet opp stigningen.

Kjøretøy C må med andre ord ha en fart på ca 50 km/t i starten av stigningen for å komme opp.



Figur 3.16 Kjøring uten last, utgangsfart 60 og 40 km/t, kjøretøy B uten boggi



Figur 3.17 Kjøretøy C må slepes fra profil 340, kl 11:53

Før neste registreringsrunde ble det vannet i stigningen, se Figur 3.18. Vanningen ble foretatt for å skape et fastere snø-/isdekke. Etter vanning ble dekket forsøkt komprimert. Prepareringen medførte noe bedre friksjonsforhold, se Figur 3.3.



*Figur 3.18 Det ble foretatt preparering av føreforholdene med vanning ca kl 12:00*



*Figur 3.19 Etter vanning ble snø-/isdekket komprimert*

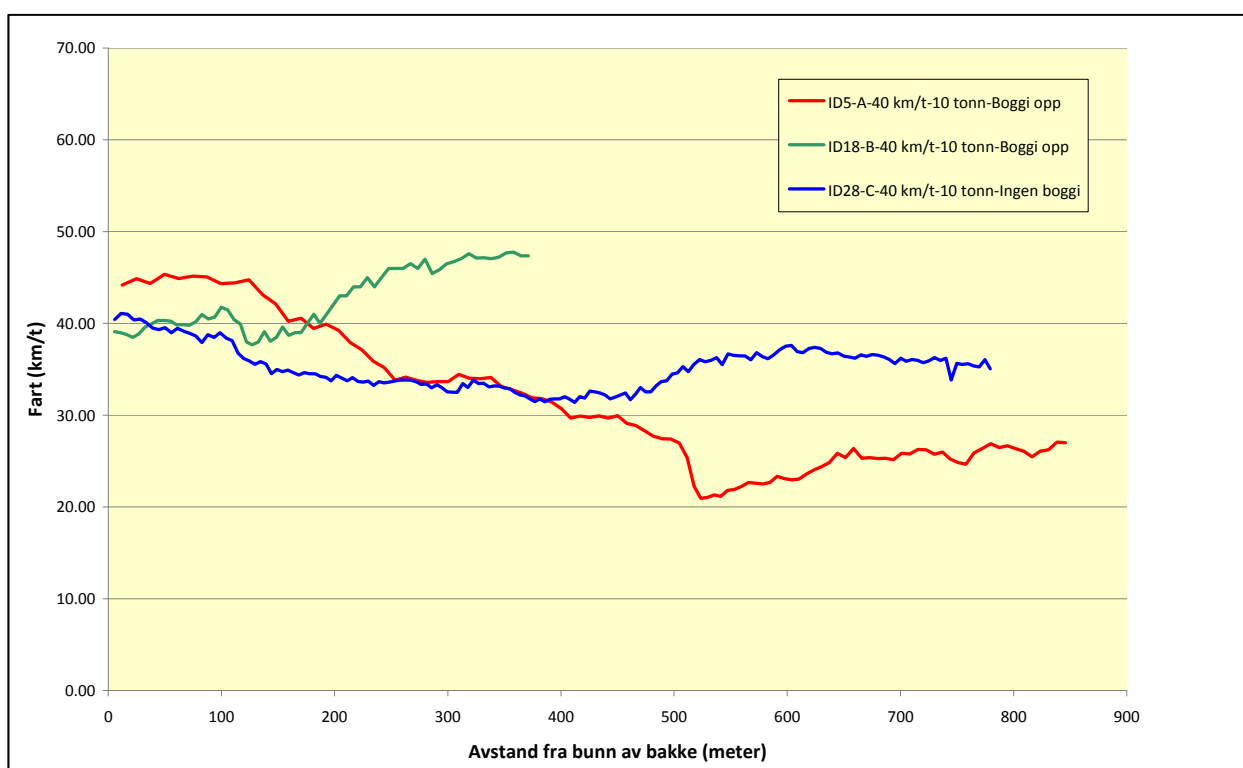
I Figur 3.20 er det vist fartsprofiler for kjøretøy A, B og C etter at de har fått 10 tonn last. Det kjøres inn i stigningen med en fart på ca 40 km/t. Kjøretøy A og B kjører med boggien oppe.

I figuren stanser loggingen av kjøretøy B ved profil 370. Dette skyldes teknisk svikt ved loggeutstyret, og betyr ikke at kjøretøyet har stanset ved dette punktet.

Ingen av kjøretøyene har noen problem med å komme opp. Tyngden over drivhjulene er nå:

- Kjøretøy A – 10.900 kg
- Kjøretøy B – 12.250 kg
- Kjøretøy C – 9.000 kg

Ved tilsvarende målerunde uten last hadde kjøretøy C en tyngde på 5.350 kg over drivhjulene. Da greide ikke kjøretøyet å komme opp stigningen.



Figur 3.20 Kjøring med 10 tonn last, utgangsfart 40 km/t, boggi opp for kjøretøy A og B

Kombinasjonen av både høyest motorstyrke/vekt-forhold (13,4 kW/tonn) og størst vekt over drivhjulene 12.250 kg synes å forklare hvorfor kjøretøy B har størst fart oppover stigningen.

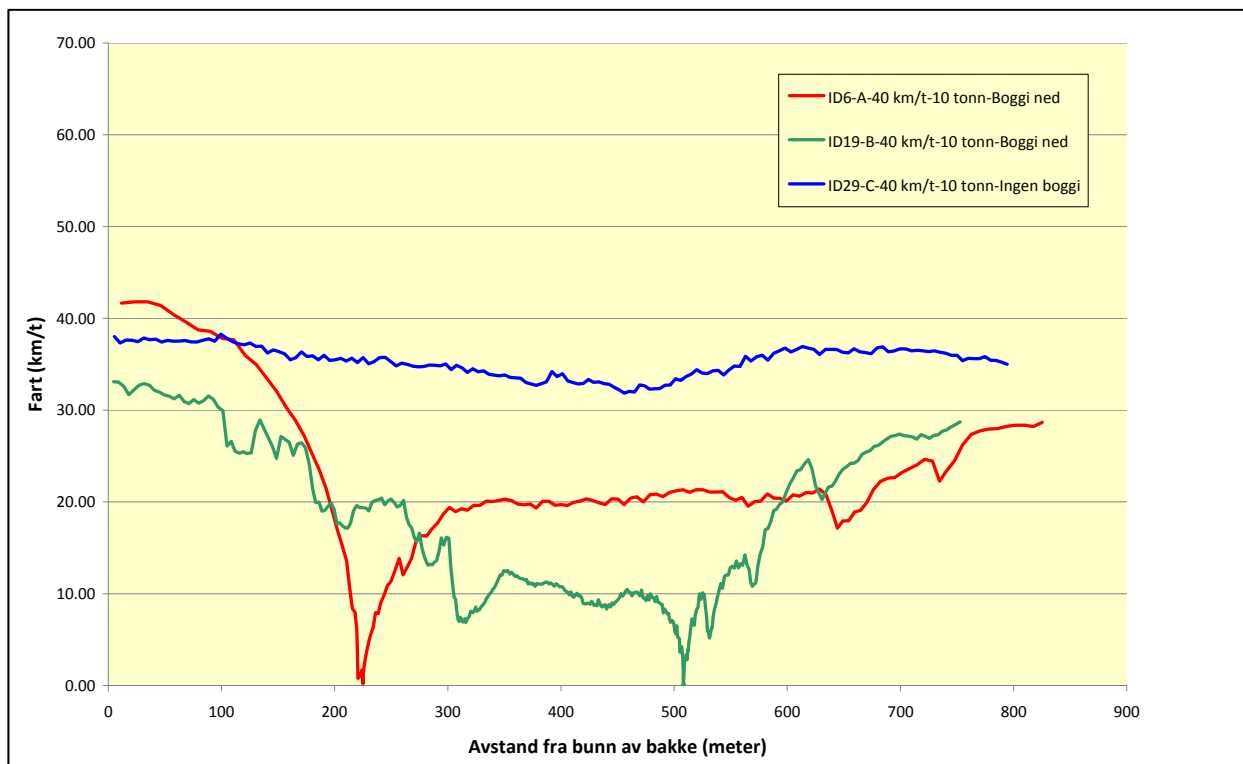
Kjøretøy A har det laveste motorstyrke/vekt-forholdet (10,4 kW/tonn) og har lavest fart høyt opp i stigningen.

Kjøretøy C har et motorstyrke/vekt-forhold på 13,3 tonn.



*Figur 3.21 Kjøretøy C (ID28) kl 15:11, kommer greit opp stigningen*

I Figur 3.22 er det vist fartsprofil etter at kjøretøy A og B i utgangspunktet har senket boggi. Kjøretøyene har fortsatt 40 km/t som inngangsfart til stigningen og lasten er ca 10 tonn. Det er ingen endring for kjøretøy C etter foregående runde.



Figur 3.22 Kjøring med 10 tonn last, utgangsfart 40 km/t, boggi ned for kjøretøy A og B

Nå er det kun kjøretøy C som kommer opp uten problemer. Kjøretøyet holder en fart på mellom 30 og 40 km/t i hele stigningen.

Kjøretøy A og B greier ikke å komme opp stigningen med boggien nede. Kjøretøy A får stans etter 220 meter, mens kjøretøy B kommer opp til profil 510. Begge kjøretøyene greier å ta løs og kommer opp stigningen etter heving av boggien.

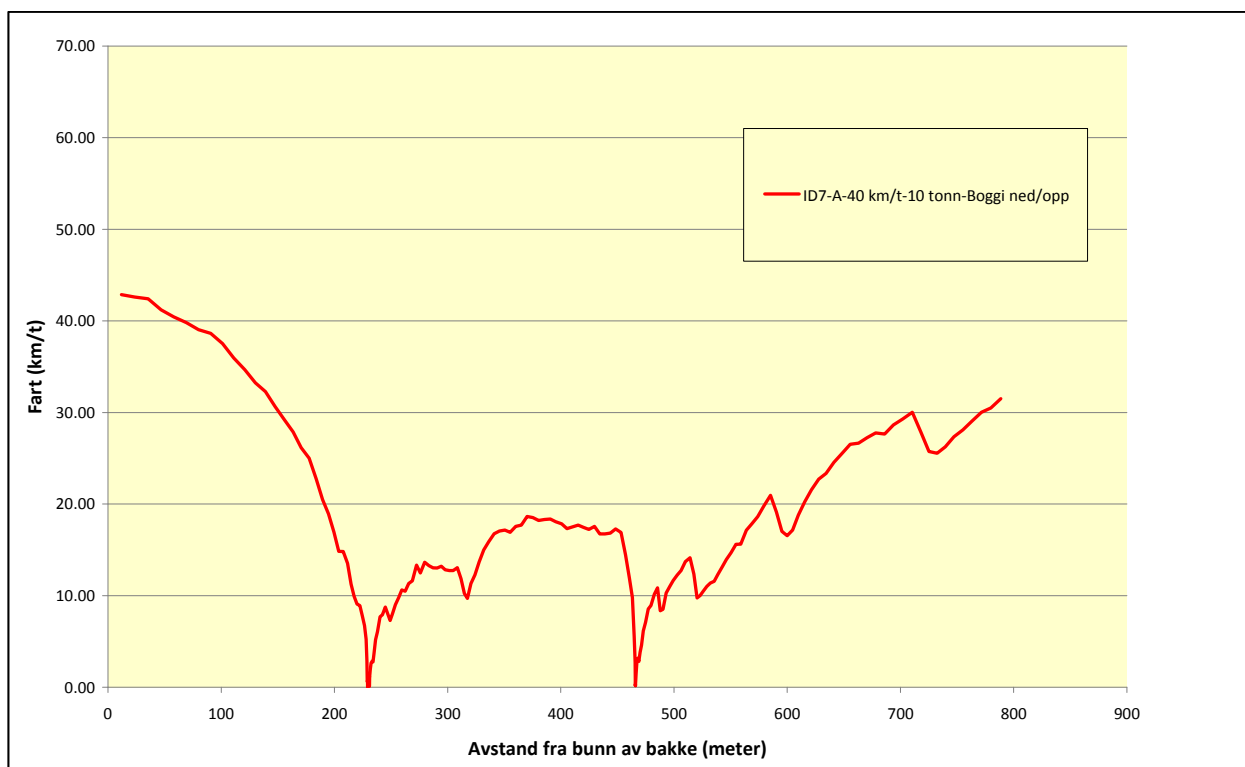
Tyngden over drivhjulene er som følger:

Kjøretøy	Boggi nede	Boggi oppe	Uten boggi
A	6.300 kg	10.900 kg	-
B	7.100 kg	12.250 kg	-
C	-	-	9.000 kg

Med utgangspunkt i dette er det naturlig at kjøretøy C, som har størst tyngde over drivhjulene når A og B kjører med boggien nede, er det kjøretøyet som har best fremkommelighet.

I Figur 3.23 er det vist kjøretøy A med 10 tonn last og utgangsfart 40 km/t. Boggien er nede, men kjøretøyet får stans etter ca 230 meter. Dette er tilnærmet samme fartsutvikling som kjøringen i Figur 3.22, hvor kjøretøyet får stans etter 220 meter. Føreren hever boggien og kjøretøyer tar greit løs. Om lag 470 meter oppe i bakken foretas pålagt stans. Fra denne posisjonen tar kjøretøyet greit løs og akselererer.

Vekten på drivhjulene heves fra 6,3 til 10,9 tonn ved at boggien heves.



Figur 3.23 Kjøring med 10 tonn last, utgangsfart 40 km/t, boggi ned/opp for kjøretøy A



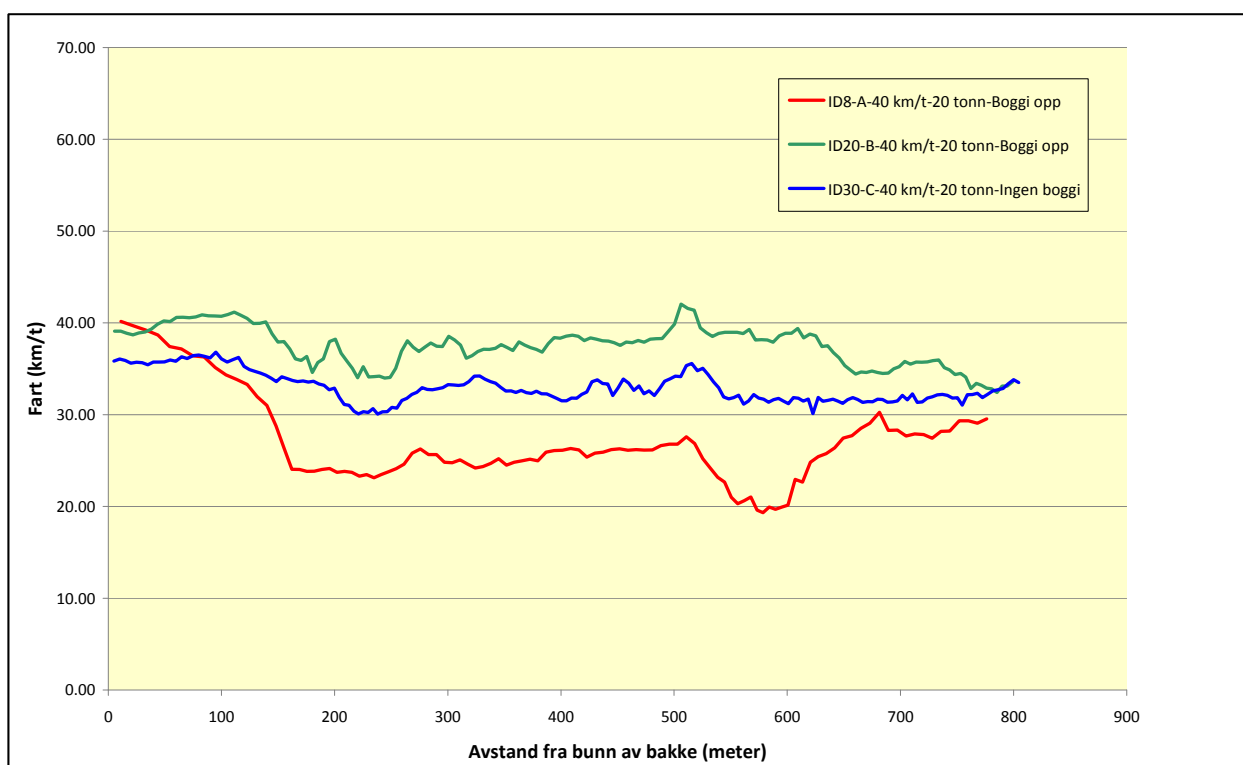
Figur 3.24 Kjøretøy A, utgangsfart 40 km/t og 10 tonn last, kl 15:39. Kjøretøyet må ha boggien oppe for å komme opp stigningen

### 3.2.2 Torsdag 12. februar

Det ble foretatt preparering av føreforholdene i forkant av forsøkene denne dagen.

Det startet med utjevning av snødekket kvelden før. I løpet av natten kom det 3-5 cm nysnø. Om morgenen ble snødekket forsøkt komprimert ved at flere vedlikeholdskjøretøy kjørte i stigningen flere ganger. Det er noe fastere isdekke i bunn denne dagen med noe løs snø på toppen.

Første forsøksrunde ble kjørt etter at kjøretøy A, B og C fikk 20 tonn last. Fart ved innkjøring til stigningen skulle være 40 km/t, og kjøretøy A og B kjørte med boggien opp.



Figur 3.25 Kjøring med 20 tonn last, utgangsfart 40 km/t, boggi opp for kjøretøy A og B

Ingen av kjøretøyene har nevneverdige problemer med å komme opp stigningen, men kjøretøy A har noe lavere fart enn kjøretøy B og C.

Det er ikke usannsynlig at fartsnivået til de enkelte kjøretøyene har sammenheng med forholdet mellom motorstyrke og total vekt på vogntog. Kjøretøy A har et forhold på 7,7 kW/tonn, kjøretøy C 9,7 kW/tonn og kjøretøy B 10,2 kW/tonn. Fartsnivået er stigende med økende verdi på forholdet motorstyrke/vekt.

Alle kjøretøy har relativt bra tyngde over drivhjulene:

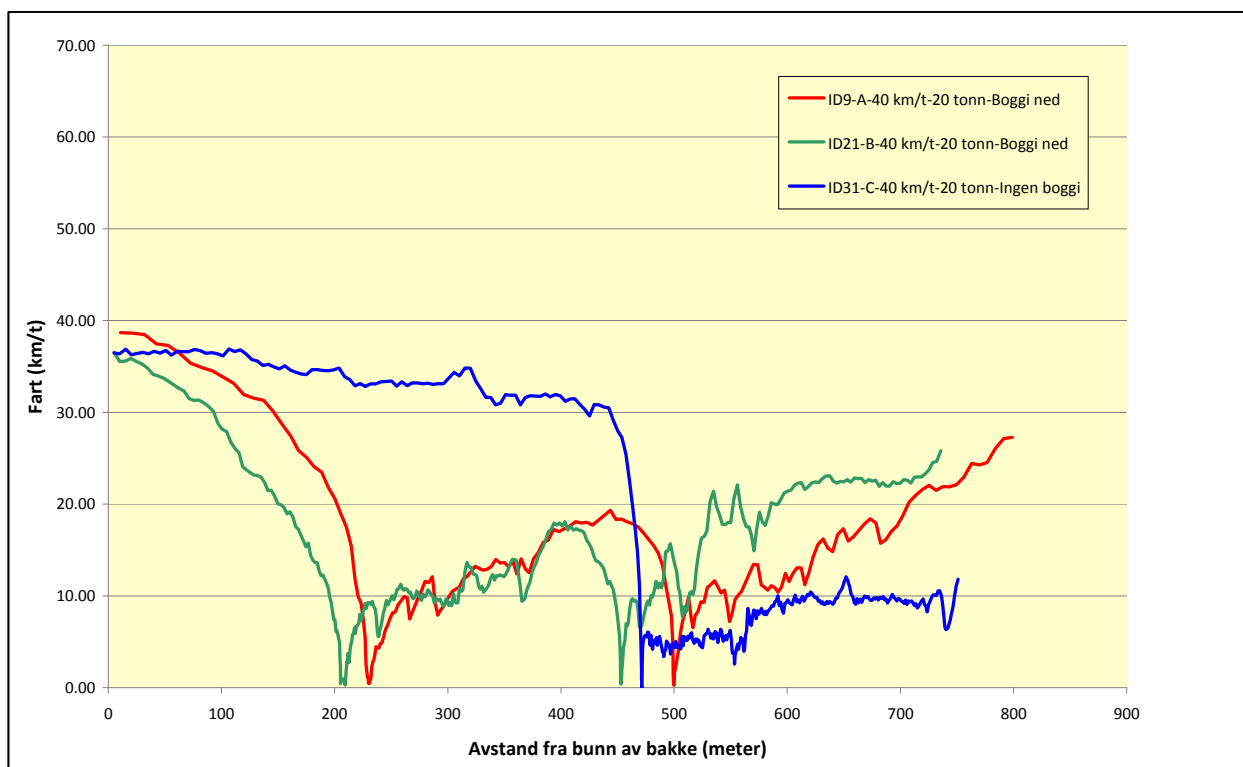
- Kjøretøy A – 17.800 kg
- Kjøretøy B – 14.900 kg
- Kjøretøy C – 11.700 kg





*Figur 3.26 Kjøretøy A kl 09:58. Føreforhold med snøsale og noe løs snø*

I neste runde ble det kjørt på samme måte som i foregående, med unntak av at kjøretøy A og B kjørte med boggien nede. Resultatene er vist i Figur 3.27.



Figur 3.27 Kjøring med 20 tonn last, utgangsfart 40 km/t, boggi ned for kjøretøy A og B

Kjøretøy C hadde ingen problemer med å komme opp, men ble pålagt å stanse ved observasjonspunktet ved ca profil 500. Etter stansen tok kjøretøyet nokså greit løs. Fremkommeligheten for kjøretøy C, var naturlig nok, den samme som i foregående runde, jfr. Figur 3.25.

Både kjøretøy A og B fikk stans ved henholdsvis profil 220 og 200. Kjøretøyene hevet boggien og greide deretter å ta løs nokså greit. Ved observasjonspunktet ved ca profil 500 ble begge kjøretøyene pålagt å stanse. Deretter tok de løs og kjørte opp stigningen.

Med boggien nede for kjøretøy A og B var tyngden over drivhjulene følgende:

- Kjøretøy A – 9.500 kg
- Kjøretøy B – 8.100 kg
- Kjøretøy C – 11.700 kg

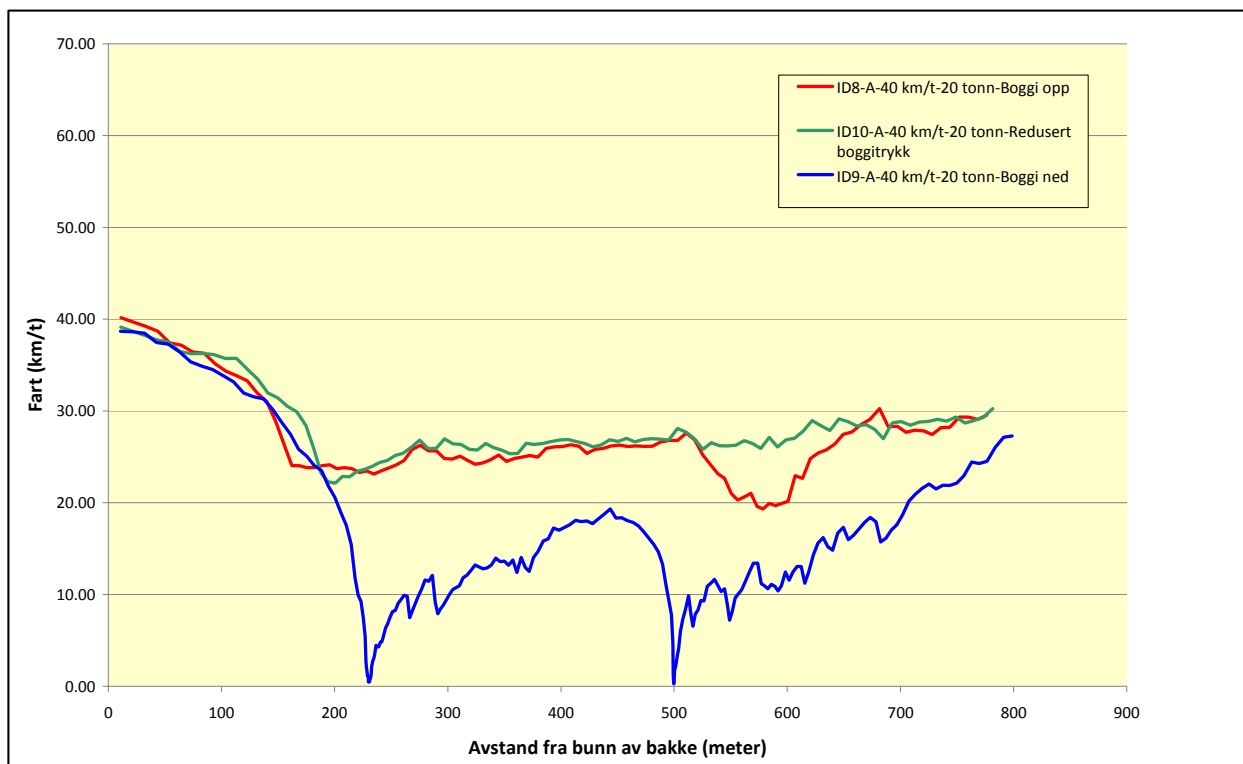


*Figur 3.28 Kjøretøy A kl 10:10. Full stans ved profil 220. Tok løs etter heving av boggi*



*Figur 3.29 Kjøretøy B kl 10:15. Full stans ved profil 200. Tok løs etter heving av boggi*

Kjøretøy A kjørte også en runde med redusert trykk på boggien. Det ble imidlertid ikke foretatt måling av tyngde over drivhjulene ved det reduserte trykket. I Figur 3.30 er det vist fartsprofilen for kjøretøy A ved denne kjøringen sammenlignet med de foregående kjøringene med boggi opp og boggi ned.



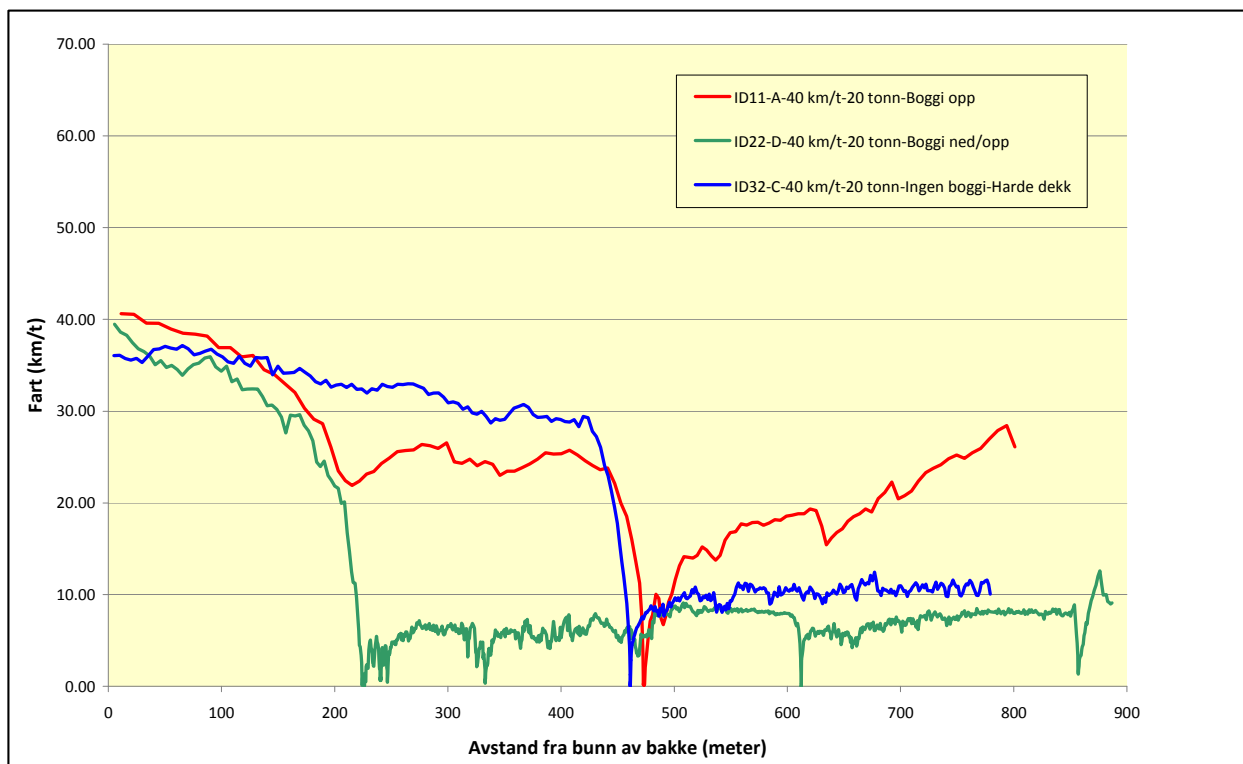
Figur 3.30 Kjøring med 20 tonn last, utgangsfart 40 km/t, boggi opp, redusert boggitrykk og boggi ned for kjøretøy A

Fartsprofilen med redusert boggitrykk er nærmest identisk med fartsprofilen for hevet boggi, og kjøretøyet kommer greit opp stigningen. Redusert boggitrykk ser dermed ikke ut til å påvirke fremkommeligheten i forhold til når boggien er oppe.



*Figur 3.31 Kjøretøy A kl 10:26. Boggi nede med redusert boggitrykk. Ingen stans i stigningen*

I Figur 3.32 er det vist kjøretøy A, C og D med 20 tonn last og utgangsfart 40 km/t. Kjøretøy A kjører med boggi opp, mens kjøretøy D i utgangspunktet kjører med boggien nede. Kjøretøy D, som er en såkalt "pusher-bil" har overtatt tilhenger fra kjøretøy B. Kjøretøy C kjører nå med harde dekk med shoreverdi 72 på drivhjul.



Figur 3.32 Kjøring med 20 tonn last, utgangsfart 40 km/t. Kjøretøy A (boggi opp), kjøretøy C og kjøretøy D (boggi ned/opp)

Kjøretøy A som kjører med boggi oppe har ingen problemer med å komme opp stigningen. Kjøretøyet ble pålagt å stanse ved observasjonspunktet ved ca profil 500, og tok deretter greit løs. Tyngden over drivhjulene er nå:

- Boggi opp – 17.800 kg

Kjøretøy C som nå har harde dekk på drivhjulene har heller ingen problem med å komme opp stigningen. Dette kjøretøyet ble også bedt om å stanse ved observasjonspunktet ved ca profil 500. Derfra greide kjøretøyet ikke å ta løs og måtte taes opp av bergingsbilen. Tyngden over drivhjulene er nå:

- Ingen boggi – 11.700

Ved forrige runde (Figur 3.27) greide kjøretøy C å ta løs i stigningen, men hadde da "ordinære" dekk på drivhjulene.

Kjøretøy D som i starten har boggien nede, får snart problemer i stigningen. Kjøretøyet får stans ved profil 230. Kjøretøyet hever boggien og tar løs, men greier ikke oppnå særlig fart oppover. Ved profil 600 blir kjøretøyet bedt om å stanse, og greier derfra å ta løs igjen. Tyngden over drivhjulene med henholdsvis boggi ned og opp er:

- Boggi opp – 11.700 kg
- Boggi ned – 8.000 kg



*Figur 3.33 Kjøretøy C kl 10:19. Tar greit løs i stigningen med ordinære dekk*

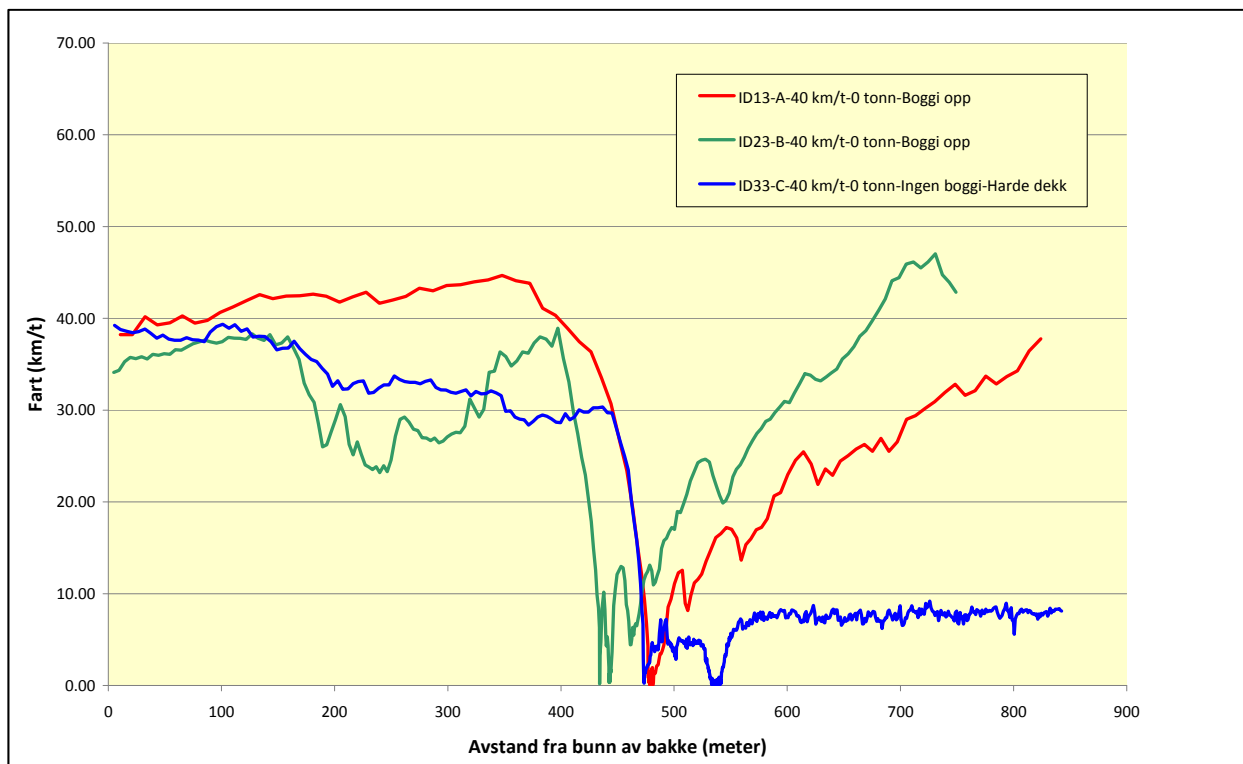


*Figur 3.34 Kjøretøy C, kl 12:27. Greier ikke ta løs i stigningen med harde dekk*



*Figur 3.35 Kjøretøy D kl 12:17, må heve boggien for å ta løs i stigningen*

I Figur 3.36 er det vist resultater for ny kjøring uten last. Kjøretøy D er nå byttet ut med kjøretøy B, og fart ved inngang til stigningen er 40 km/t. Kjøretøy C kjører fortsatt med harde dekk, og kjøretøy A og B har boggien oppe.



Figur 3.36 Kjøring uten last, utgangsfart 40 km/t, boggi opp for kjøretøy A og B, kjøretøy C med harde dekk. Pålagt stans ved observasjonspunkt (profil ca 500)

Alle kjøretøyene tok seg greit opp til observasjonspunktet ved profil ca 500 der de ble bedt om å stanse.

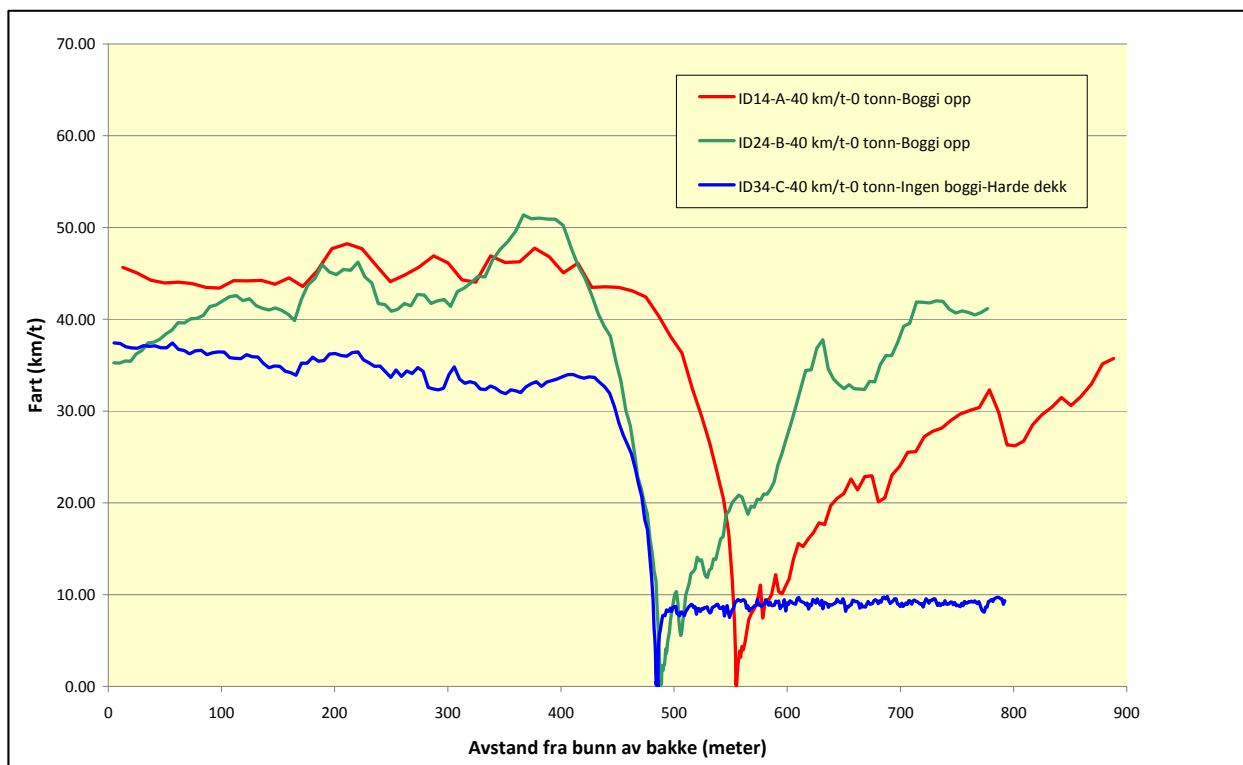
Kjøretøy A hadde litt problem med å ta løs, men greide etter hvert å opparbeides seg brukbar fart. Tyngden over drivhjulene var nå 7.750 kg.

Kjøretøy B hadde ingen problem med å ta løs, og akselererte brukbart opp stigningen. Tyngden over drivhjulene på kjøretøyet var nå 8.100 kg.

Kjøretøy C hadde ingen mulighet til å ta løs. Kombinasjonen av harde dekk på drivhjul og liten tyngde over drivhjulene (5.350 kg) medfører nokså dårlig fremkommelighet for kjøretøyet.

Før neste runde ble det foretatt preparering av føreforholdene. Det ble høvlet forsiktig midt i vegen der snø-/issålen syntes å være best. Deretter ble det brøytet med lastebil med frontskjær for å fjerne eventuell løs snø. Friksjonen ble ikke vesentlig påvirket, men det var en tendens til en svak heving av friksjonen, se Figur 3.4.





Figur 3.37 Kjøring uten last, utgangsfart 40 km/t, boggi opp for kjøretøy A og B, kjøretøy C med harde dekk. Pålagt stans ved observasjonspunkt (profil ca 500). Etter forsiktig høvling

Alle kjørerøyene tok seg også denne gang greit opp til observasjonspunktet ved profil ca 500 der de ble bedt om å stanse.

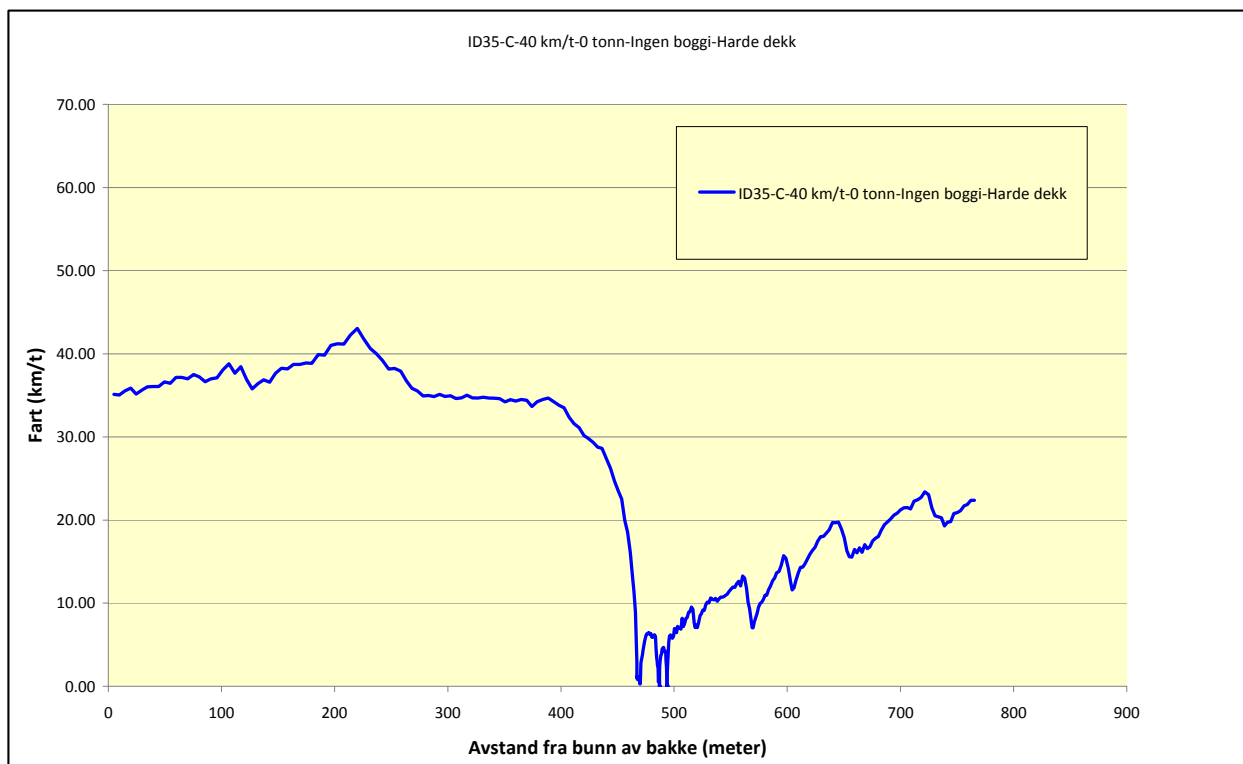
Både kjøretøy A og B tok løs nokså greit, men kjøretøy C som fortsatt kjørte med knastedekk klarte heller ikke denne gang å ta løs.



Figur 3.38 Føreforhold etter preparering kl 14:31

Vegen ble før siste runde høvlet i full bredde og lastebil med både stål- og gummiskjær sørget for å fjerne mest mulig snø og is fra vegbanen, se Figur 3.40. Den siste prepareringen økte friksjonen fra 0,24 til 0,26.

Denne runden var det bare kjøretøy C som var med. Det ble ikke gjort noen endringer fra forrige runde med hensyn på last og dekkutrustning. Kjøretøyet tok seg også denne gang greit opp til observasjonspunktet ved profil ca 500 der de ble bedt om å stanse. Kjøretøyet stanset 3 ganger og tok greit løs hver gang.



Figur 3.39 Kjøretøy C uten last, utgangsfart 40 km/t, harde dekk. Pålagt stans tre ganger ved observasjonspunkt (profil ca 500). Etter høvling og brøyting med både stål- og plastskjær



Figur 3.40 Føreforhold etter preparering kl 15:03

### 3.3 Begge dager under ett

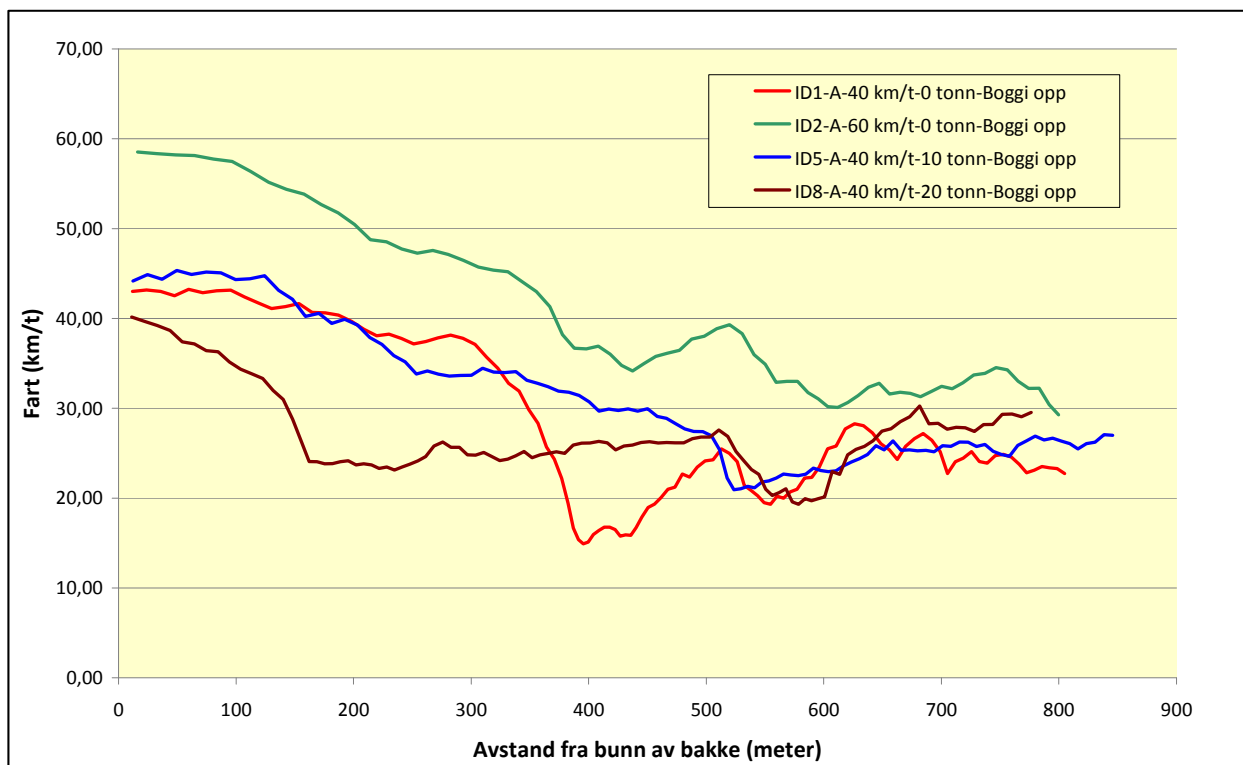
I Figur 3.41 - Figur 3.45 er sammenstilt resultatene fra ordinær kjøring uten framprovosering av stans for de tre hovedenhetene som deltok i forsøkene. For bilene med boggi er det for oversiktens skyld skilt på om boggien er oppe eller nede. Hovedresultatene en kan trekke ut er:

#### Biler med boggi

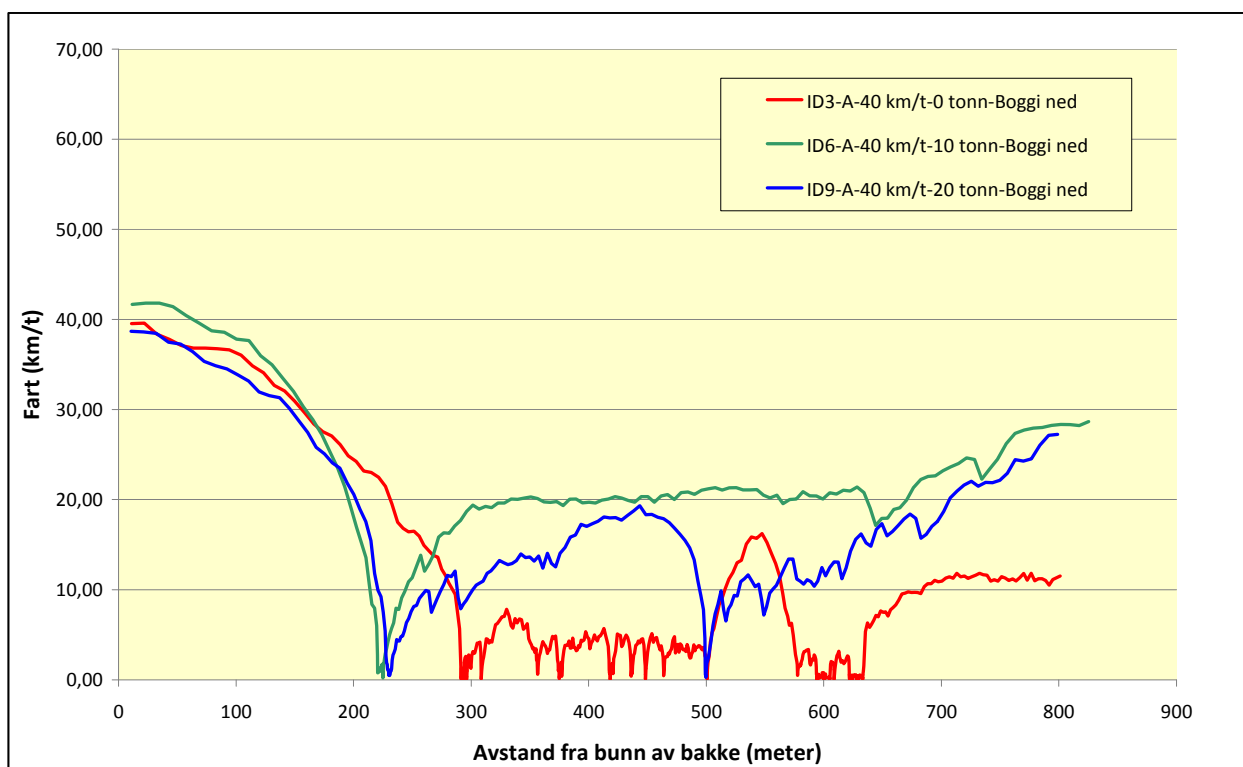
- Med boggien opp var det ikke vesentlige problemer med å ta seg opp stigningen, og mengden last hadde ingen vesentlig innvirkning på framkommeligheten
- Med boggien nede stanset begge kjøretøyene i stigningen uavhengig av om det var last eller ikke
- Av bilene med boggi hadde bilen med minst motorstyrke større problemer enn bilen med kraftigere motor ved at stansen gjennomgående skjedde tidligere for bilen med svakest motor
- Uten last hjalp det ikke å heve boggien, og etter stans måtte begge bilene med boggi ha tauassistanse for å komme seg opp stigningen
- Med både 10 og 20 tonn last var det tilstrekkelig å heve boggien for å ta løs etter stans

#### Semi-trailer uten boggi

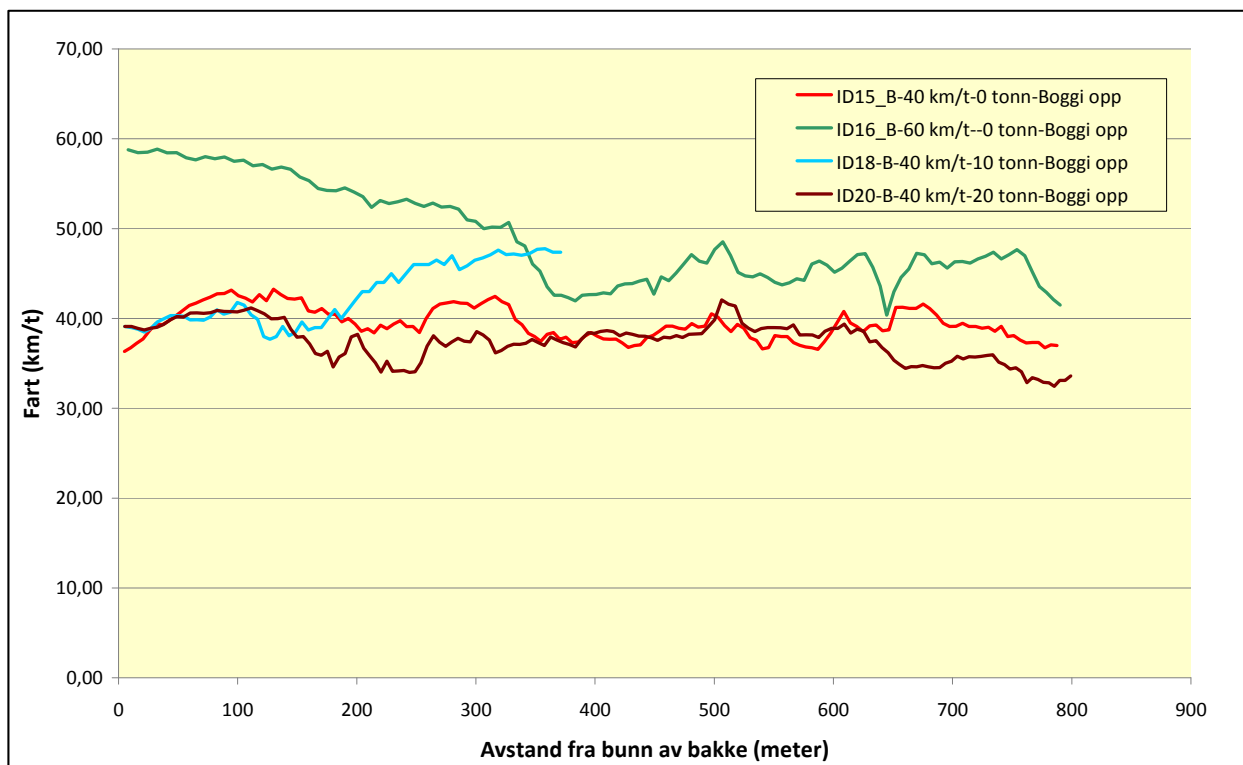
- Uten last og en inngangsfart på ca 40 km/ skjedde det stans, mens en inngangsfart på 50 km/t var tilstrekkelig for å ta seg greitt opp stigningen
- Med 10 og 20 tonn last var det ikke problemer med å ta seg opp stigningen



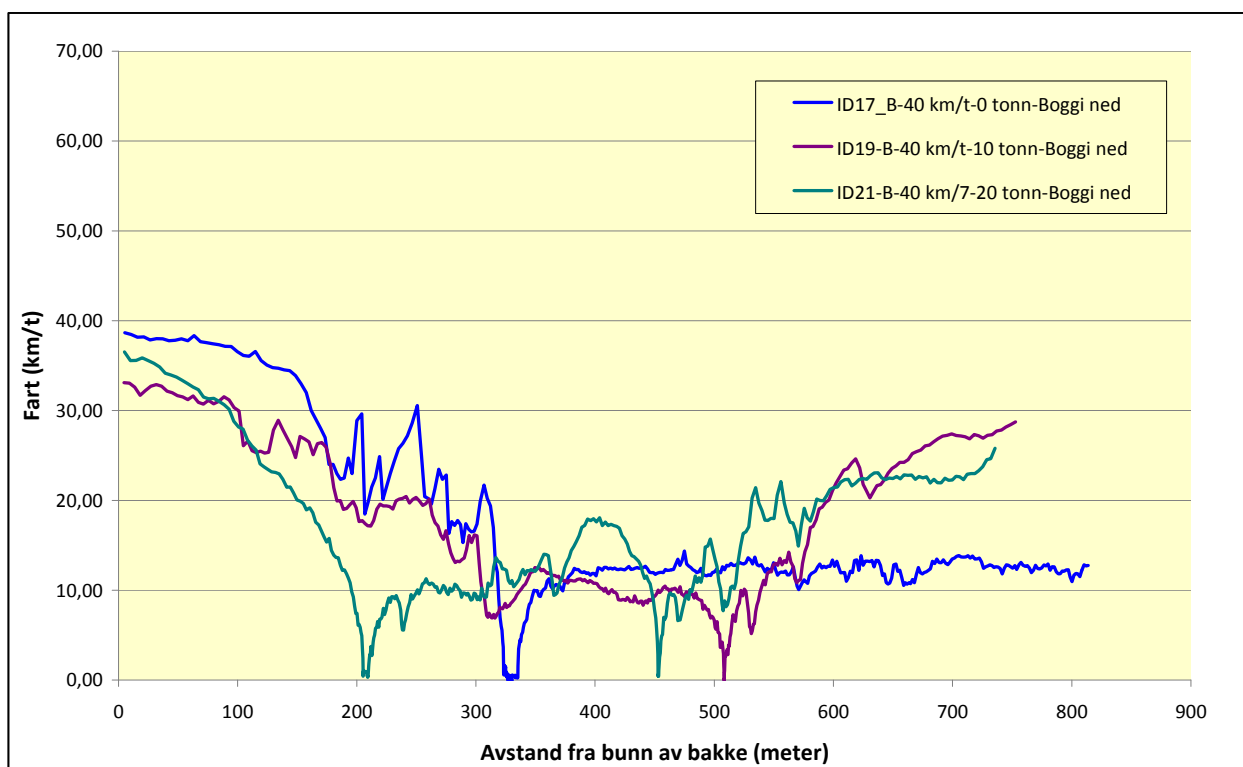
Figur 3.41: Bil A, bil med boggi og henger med varierende last. Boggi oppe



Figur 3.42: Bil A, bil med boggi og henger med varierende last. Boggi nede



Figur 3.43: Bil B, bil med boggi og henger med varierende last. Boggi oppe



Figur 3.44: Bil B, bil med boggi og henger med varierende last. Boggi nede



Figur 3.45: Bil C, semi-trailer uten boggi med varierende last

## 4 Oppsummering

Resultatene fra forsøkene viser at tyngden over drivhjulene har vesentlig og avgjørende betydning for fremkommeligheten i stigning. Forsøkene demonstrerer også nokså tydelig at det kan være en stor fordel å ha boggi på trekkvognen. På denne måten kan man øke tyngden over drivhjulene betydelig, og dermed oppnå vesentlig bedre fremkommelighet i stigningen. Ofte vil det også være en fordel å kunne øke akseltrykket utover de 10 tonn som er den tillatte grenseverdien.

Forsøkene viser også at dekkvalget vil kunne påvirke kjøretøyets fremkommelighetsegenskaper. Harde dekk har dårligere egenskaper enn ordinære dekk. Selv om det ble foretatt få kjøring med harde dekk ble det vist at dekkvalget hadde betydning for om man greide å ta løs etter pålagt stans i stigningen. Det kan også se ut for at en friksjon over 0,25 er tilstrekkelig for å redusere problemene med harde dekk i forhold til framkommelighet i stigninger.

Som ventet har også forholdet mellom motorstyrke og vekt på vogntoget betydning for fremkommeligheten i stigninger. Kjøretøy med høyest motorstyrke/vekt-forhold oppnår også høyest fart i stigningen forutsatt at veggrepet er godt nok. Ved relativt liten vekt over drivhjulene hjelper det imidlertid lite med kraftig motor.

Testene i Heggelia bekrefter at kjøretøykonfigurasjonen er av vesentlig betydning for framkommeligheten til trailere i stigninger. Enkelakslet semi-trailer, som er en vanlig kjøretøytype blant utenlandske vogntog, er avhengig av last for å kunne ta seg greitt opp en stigning som Heggelia. Uten last er slike kjøretøy ikke i stand til å ta løs ved stans. Problemet forsterkes med de dekkene disse kjøretøyene normalt er utrustet med, dvs. knastedekk med høy shoreverdi.

Biler med boggi er helt avhengig av å kunne løfte boggien for å ta seg opp en stigning som Heggelia. Med last over en viss tyngde og full løft på boggien vil det si at akseltrykkbestemmelsen brytes. Forsøkene i Heggelia tyder på at det ikke er nødvendig å kjøre med fullt trykk på boggien, men hvor mye trykket kan reduseres uten at det går ut over framkommeligheten må undersøkes nærmere.

Det er også ønskelig å gjøre ytterligere forsøk blant annet med flere dekkkombinasjoner og bruk av kjetting.

Når det gjelder føret en hadde under testene i Heggelia, var nok det forholdsvis typisk vinterføre. Forholdene kan imidlertid være vanskeligere enn de en hadde under disse testene. Siden dekkene ikke var kjørt varme, fikk en ikke den smeltevirkningen og den påfølgende glidningen som vanligvis skjer ved stans på snødekke. Ved gjentatt forsøk bør det derfor også inkluderes tester med varme dekk.







