

Studie av transportslitasje fra 60 og 72 tonns vogntog på skogsbilvei



Jan Bjerketvedt & Dag Skjølaas



Forord

Denne prosjektrapporten omhandler et forsøk der en sammenlignet hvordan to ulike typer tømmervogntog påvirker en skogsbilvei. Tømmervogntog med 7 aksler var lastet til 60 tonn og tømmervogntog med 9 aksler var lastet til 72 tonn. Forsøket har inngått i skognæringens eget følgeprosjekt som er gjennomført i forbindelse med prøveordningen for tømmervogntog med totalvekter opp til 74 tonn.

Rådgiver Dag Skjølaas fra Norges Skogeierforbund har vært prosjektleder og forsker Jan Bjerketvedt fra NIBIO har gjennomført analysene.

Prosjektet har vært finansiert av Skogtiltaksfondet og Utviklingsfondet for skogbruket.

Oktober 2020/ Februar 2025,

Jan Bjerketvedt og Dag Skjølaas

Innhold

Forord	1
Innledning.....	3
Forsøksopplegg.....	3
Forsøksveiene.....	4
Vogntog	6
Måling av bæreevne.....	7
Måling av kjørespor.....	8
Resultater	9
Transportarbeid.....	9
Bæreevnmåling før transport.....	10
Bæreevnmåling etter transport	12
Utvikling i bæreevne.....	13
Sporutvikling.....	18
Diskusjon	20
Litteratur:	23

Innledning

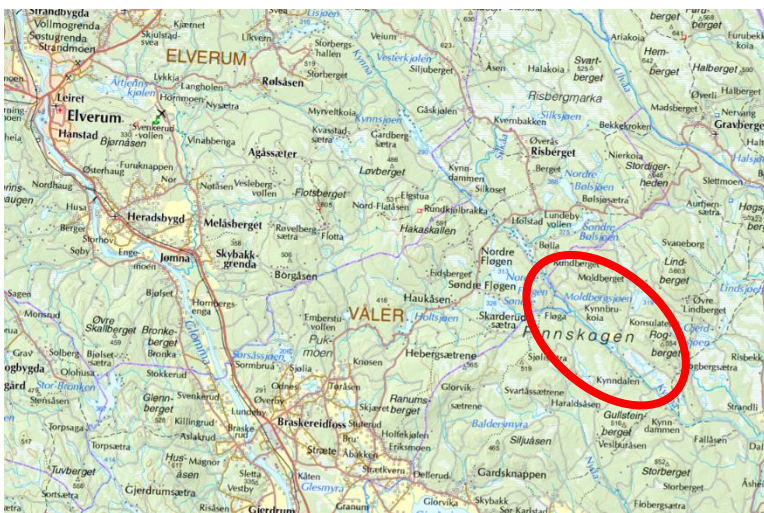
Formålet med forsøket var å dokumentere eventuelle forskjeller i nedbrytning av vegnettet fra sju-akslede og ni-akslede tømmervogntog.

En sammenligning av ulike typer vogntog bør skje med relativt sett like laster slik at eventuelle forskjeller i nedbrytning av vegnettet kan knyttes til kjøretøyenes oppbygning og ikke til de vektene vogntogene var lastet med.

Normalt blir bilen i et tømmervogntog lastet til tillatt totalvekt for enkeltkjøretøy som er 26 og 32 tonn for henholdsvis tre- og fire-akslede biler. Med tillatte totalvekter for sju- og ni-akslede vogntog på 60 og 74 tonn gir det henholdsvis 34 og 42 tonn på tilhengeren. Disse totalvektene innebærer at den femakslede tilhengeren i et ni-akslet vogntog vil være lastet til 42/42, det vil si 100 prosent av summen av tillatte aksellaster. Den fireakslede tilhengeren i et sju-akslet vogntog vil være lastet til 34/38, det vil si 89,5 prosent av summen av tillatte aksellaster. Sammenlignet med sju-akslede vogntog er tillatt totalvekt for ni-akslede vogntog dermed økt mer enn endringene i akselkonfigurasjon tilsier.

Da forsøket ble gjennomført var forskjellen i tillatte totalvekter mellom sju- og ni-akslede vogntog 10 tonn i Sverige, 12 tonn i Finland og 14 tonn i den norske prøveordningen. På bakgrunn av vurderinger om hvilke totalvekter de ulike vogntogene skal tillates for, ble det i dette forsøket valgt å kjøre sju- og ni-akslede vogntog med henholdsvis 60 og 72 tonn.

Forsøksopplegg



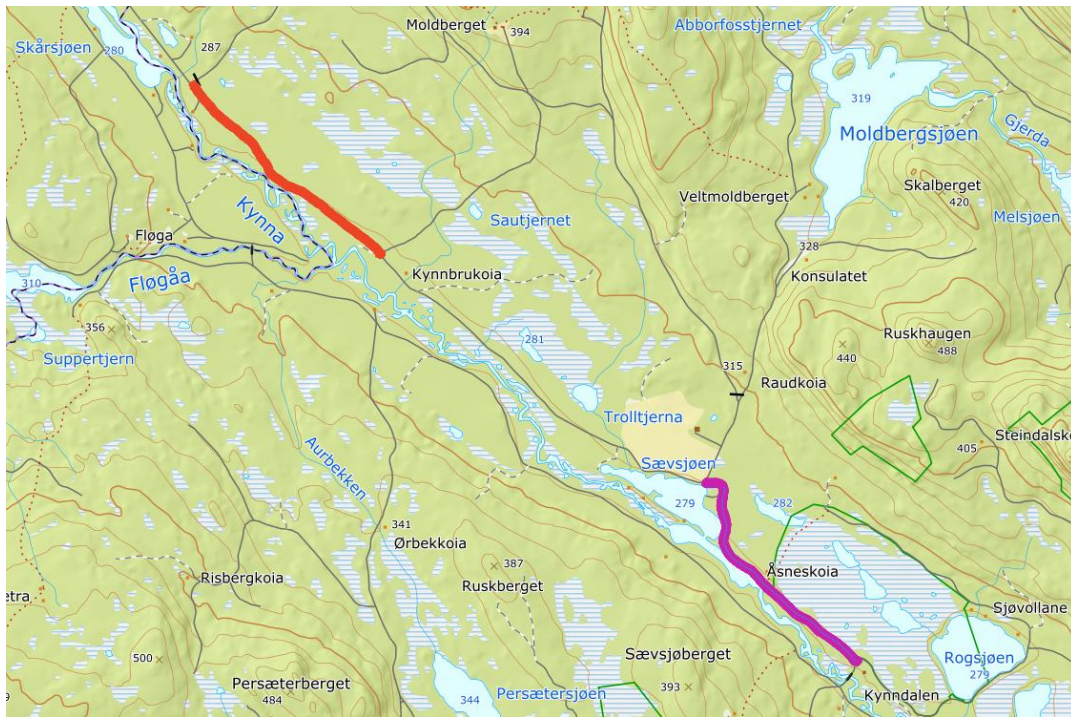
Figur 1. Oversiktskart over forsøksområdet

Forsøket ble gjennomført på Finnmark i tilknytning til offentlig vei med dispensasjonsordning for 74 tons tømmertransport. Skogsbilvegen, Kynndalsveien, er en gjennomgående skogsbilvei klasse 2 som går sør-østover fra Gravbergsvegen (FV 2094, hvor den andre delen av testingen foregikk).

Ved forsøksdelen på offentlig vei ble 60 og 74 tons vogntogene kjørende på samme strekning, men i hver sin kjørebane. Dette var ikke mulig å gjennomføre på en skogsbilvei. Det ble derfor vektlagt å finne to relativt homogene strekninger hva gjelder grunnforhold og bæreevne. Videre var det et krav

at strekningene skulle være omtrent like lange og med gode nok snumuligheter i hver ende. Dette lot seg gjennomføre takket være god hjelp fra skogbruksleder Lars Erik Engebretsen.

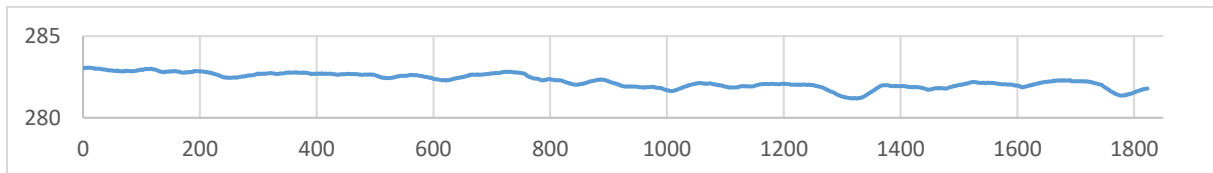
Forsøksveiene



Figur 2. Kart over forsøksstrekningene. Rødt=72 tonn og lilla=60 tonn.

72 tonn-parsell (rød strek)

Kynndalsveien, strekning SV18 fra 2920 m til 4750 m (fra SØ mot NV), lengde 1830 meter.

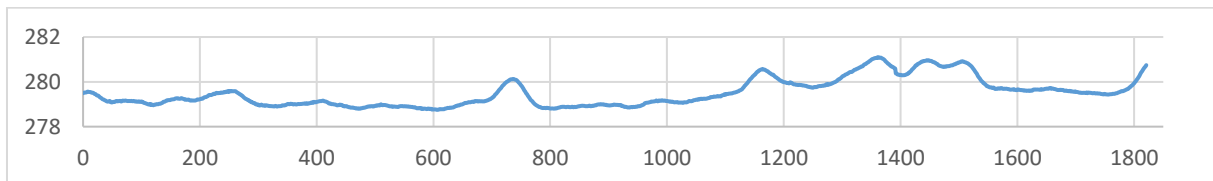


Figur 3. Lengdeprofil av 72 tonn-parsell, nord til sør. Grunnlagsdata fra Høydedata.no.

Parsellen er «relativt» flat og har minimale variasjoner i vertikalplanet. Høydevariasjonen er sterkt overdrevet i Figur 3.

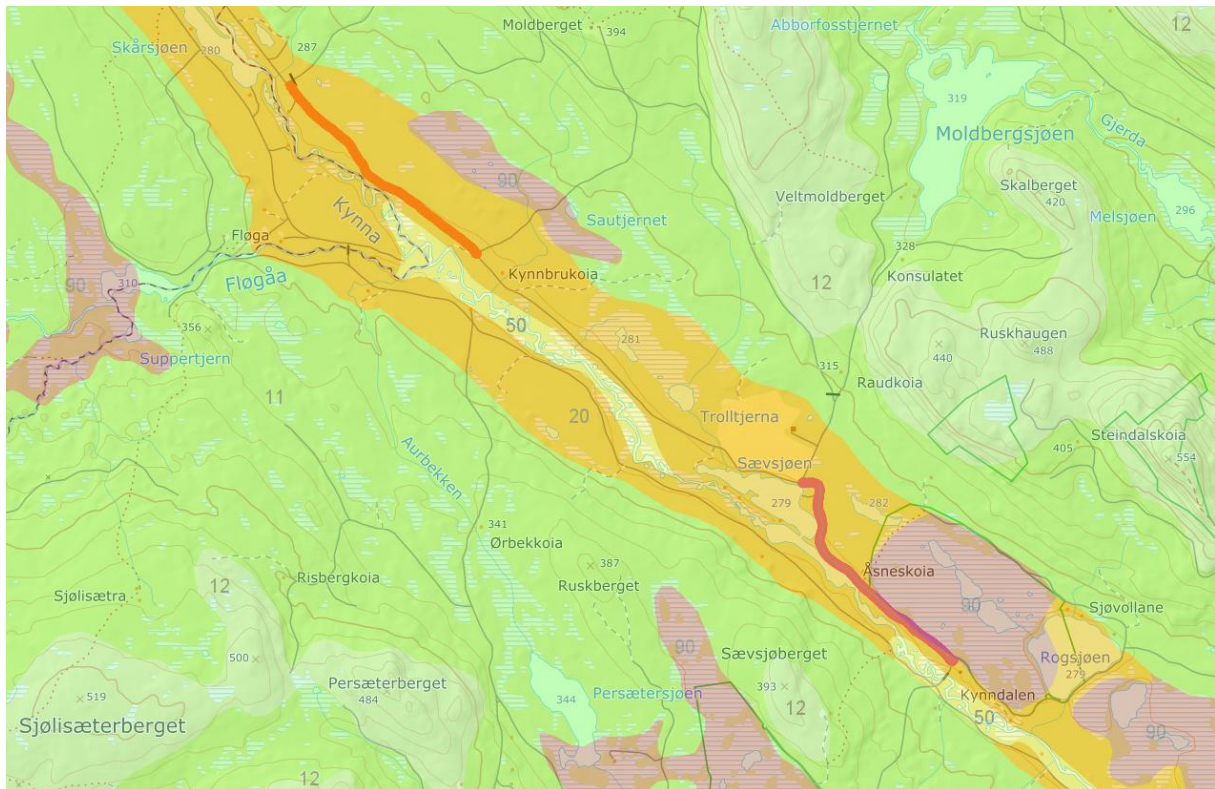
60 tonn-parsell (lilla strek)

Kynndalsveien, strekning SV5 fra 214 m til 2040 m (fra SØ mot NV), lengde 1826 meter.



Figur 4. Lengdeprofil av 60 tonn-parsell, nord til sør. Grunnlagsdata fra Høydedata.no.

Også denne parsellen er flat, men det finnes enkelte variasjoner i vertikalplanet, - svært overdrevet i Figur 4.



Figur 5. Løsmasseforhold, NGU

Begge parsellene går i breelavsetninger (gult), men søndre del av 60 tonn-parsellen ligger i grensen mot et myrområde.

Fra SVV's Håndbok 016 – Geoteknikk i vegbygging (2010), med supplerende understrekning:

«Breelavsetningene er yngre enn bunnmorenen, og ligger derfor på denne eller på fjell. De er vanligvis velgraderte og godt drenerende, dvs. ikke telefarlige, har god bæreevne og er vanligvis godt grav- og spuntbare. Borbarheten er også god, men ved opptak av prøver må det benyttes foringsrør for å hindre sammenrasing av hullet. I tillegg til å være velegnet som byggegrunn er smeltevannsavsetningene også godt egnet for bl.a. følgende bruksområder:

- Som ressurs for byggevirksomhet, for eksempel til betong- og vegformål.»

Testingen ble gjennomført i en tørr periode 21.-22.09.2020. I følge senorge.no var Grunnvanntilstanden klassifisert som «Lav», Jordas vannlagerkapasitet klassifisert som «Middels lagerevne», Vannmetning i jord klassifisert til «Under 60%» og det hadde vært «Under 10 mm» nedbør siste uken før prosjektet ble gjennomført (siste nedbørsdag 6 dager før).

Basert på befaringer i april og mai, samt informasjon fra lokale kilder var det derfor forventet (i alle fall et berettiget håp om) at veien burde tåle den planlagte intense transporten uten å ta skade eller kollapse.

Vogntog

Roen, 4-akslet bil og 5-akslet henger, ≈ 72 tonn

	Vekt, kg	Bil		Henger	
Bil	31 400	0	000	00	000
Henger	40 420	7,30	24,10	17,44	22,98
Totalt	71 820				
			31,40		40,42
Tomvekt	24 040				
Lassvekt	47 780				

Konterud, 3-akslet bil og 4-akslet henger, ≈ 60 tonn

	Vekt, kg	Bil		Henger	
Bil	25 620	0	00	00	00
Henger	33 760	8,10	17,52	16,06	17,70
Totalt	59 380				
			25,62		33,76
Tomvekt	22 000				
Lassvekt	37 380				



I forsøket var målsettingen å få belastet de to veiparsellene med transport av (tilnærmet) samme mengde tømmer over (tilnærmet) samme tidsrom.

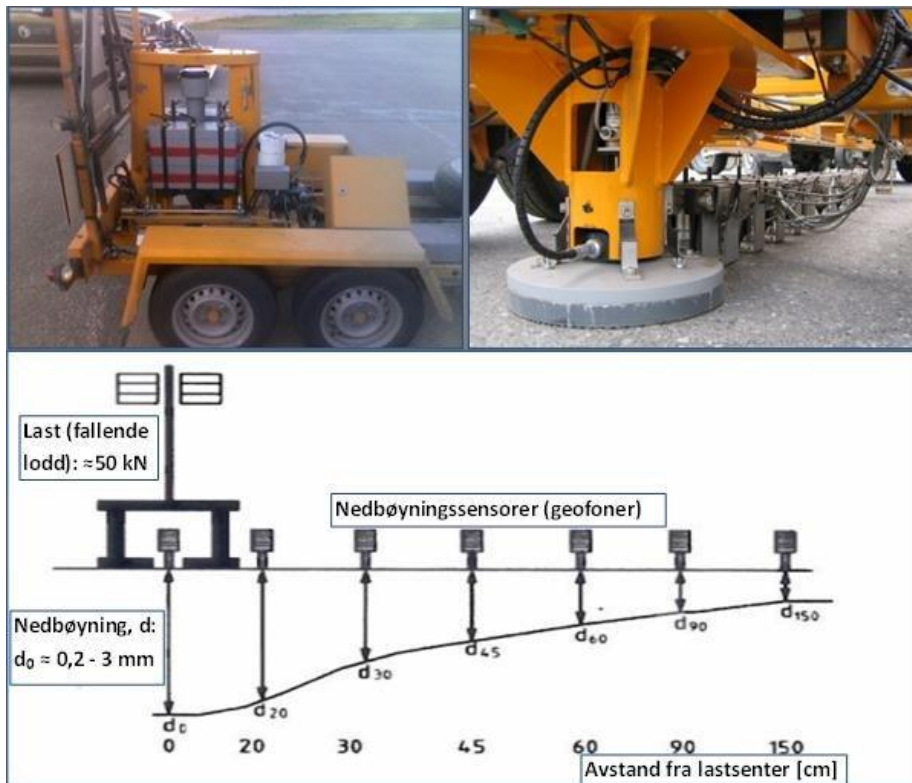
Med utgangspunkt i forholdstallet mellom lassvektene ville antall turer pr time for det enkelte vogntog kunne beregnes når forsøket ble satt i gang og man fikk tall for tidsforbruk på kjøring og snuing for de to vogntogene.

72 tonn-vogntoget kjørte inn fra nord og startet nord på sin parsell, mens 60 tonn-vogntoget kjørte inn fra sør og startet sør på sin parsell. Det ble dermed ingen «uvedkommende» tungkjøring på parsellene før start av forsøket. Veien var ikke stengt for normal ferdsel under testen.

Figur 6. 60 tonn vogntog på vei nordover (Foto: Jan Bjerketvedt)

Måling av bæreevne

Målingene ble utført av SVV med Dynatest fallodd.



Figur 7. Eksempelbilder av fallodd, samt prinsippskisse (fra Vegvesen.no).

Bæreevnen blir først målt i høyre kjørespor med 50 m intervall. Ved enden av strekningen forskyves startpunktet med 25 meter, slik at returnmålingene i det andre kjøresporet havner midt mellom de forrige.

Avstandsmålingene er koblet opp mot SVV's metring av veiparseller og siden man der ønsker målingene lagt til eksisterende 50 meterspunkter, vil det kunne være avvik (kortere avstand) fra det nevnte 50 m intervall mellom 1. og 2. målepunkt for høyre kjørespor, dvs fra startpunkt måling til første eksisterende 50 meterspunkt.

Registrering av før-tilstand ble utført på ettermiddagen 21.09.20, mens registrering av etter-tilstand ble gjort umiddelbart etter at kjøringen var ferdig på ettermiddagen 22.09.20.

Ferdige måleresultater ble utarbeidet av SVV og oversendt NIBIO for videre analyse. Det er lagt til grunn en ÅDT_T (årsdøgnstrafikk, tunge kjøretøy) på 5 tunge kjøretøyer pr dag i beregningene¹.

¹ «I vegvesenet arbeider vi nå med en forsterkningsveiledning og har flere diskusjoner om bruk av gammel kunnskap. Bl.a. diskuterer vi minimum antall ÅDT_T . Erling Reinslett ved Høgskolen i Narvik var svært delaktig i utviklingen av disse formlene og mente at lave ÅDT_T ikke ga riktig bilde av bæreevnen. Formlene er ikke utviklet for virkningen av enkeltlaste. Laveste verdi for ÅDT_T ble satt til 28. Den målte bæreevnen burde derfor reduseres med $((50/28)^{0,072})/((50/5)^{0,072}) = 0,85$ (siste ledd i ligningen); dvs. bæreevnen er 85 % av det du har på dine excel-regneark.» Pers.medd. Geir Berntsen, 27.10.2020

Formel for beregning av bæreevne (aksellast i tonn) på grusvei (Aurstad et al 2016):

$$B_{grus} = 11 \times \left[\frac{225 \times p}{d_0 \times 150} \right]^{0,6} \times \left[\frac{50}{\dot{A}DT_T} \right]^{0,072}$$

hvor d_0 er nedbøyning (mm) i senter av platen, p er det maksimale kontakttrykket (MPa, feil i kilden) og $\dot{A}DT_T$ er antall tunge kjøretøy pr døgn.

Definisjoner på måleresultatbegreper:

Tabell 1. Definisjoner av bæreevne målingsbegreper

Begrep	Definisjon/forklaring
Strekingsbæreevne	Denne verdien beregnes på basis av at 90% av alle målinger er over denne verdien.
Styrke bærelag	Beregnes som d0-d20, hvor d0 er nedbøyningen i geofonen i platas sentrum og d20 er nedbøyningen i geofonen med 20 cm avstand. Klassifiseres i 5 klasser fra Meget god til Ekstremt dårlig.
Styrke undergrunn/ forsterkningslag	Beregnes som d90-d120, hvor d90 er nedbøyningen i geofonen med 90 cm avstand og d120 er nedbøyningen i geofonen med 120 cm avstand. Klassifiseres i 5 klasser fra Meget god til Ekstremt dårlig.
Sannsynlig undergrunn	Beregnes med d120, hvor d120 er nedbøyningen i geofonen med 120 cm avstand. Klassifiseres i 5 klasser fra Fjell til Myr.
Største svakhet i	Beregnes som d0/(d0-d20), hvor d0 er nedbøyningen i geofonen i platas sentrum og d20 er nedbøyningen i geofonen med 20 cm avstand. Klassifiseres i 3 lagsklasser: Dekke/Bærelag, Bærelag/Forsterkningslag og Forsterkningslag/Undergrunn.

De 4 siste begrepene gjelder først og fremst veier med fast dekke. Eksempelvis vil Styrke bærelag, d0-d20, alltid være lav på en grusvei (pers.medd. Geir Berntsen, 2020).

Måling av kjørespor

Opprinnelig var planen å benytte lasermåling av veioverflaten for å registrere en eventuell utvikling av kjørespor, etter samme opplegg som på fylkesveien. Imidlertid ble dette utstyret ikke anbefalt å benyttes på grusvei, dermed ble det en manuell løsning med bruk av rettholt.

Målingene ble gjennomført med 200 meters mellomrom og det ble registrert spordybder i høyre og venstre hjulspor før og etter transporten.

Resultater

Transportarbeid

Det ble kjørt tur/retur 25 ganger over 72 tonn-parsellen og 32 ganger over 60 tonn-parsellen.

Tabell 2. Utført transportarbeid for de to vogntogene

Vogntog	Lassvekt, tonn	Transport, tonn	Transport, m ³
72 tonn	47,78	2 389,00	2 986,25
60 tonn	37,38	2 392,32	2 990,40
Differanse		3,32	4,15

Basert på enkeltturer med lass, så transporterte hvert vogntog totalt ca 2.390 tonn eller 2.990 m³ (800 kg/m³) over parsellene. Dette skjedde i periodene 09.00-11.00 og 12.30-15.00, totalt 4,5 timer.

Differansen i transportarbeid mellom de to vogntogene er på 0,14 % og kan sees bort fra.

Gjennomføringen av forsøket ble tilpasset til likt antall m³ transportert pr time. Begge vogntogene var dermed i aktivitet over samme tidsperioder, men med ulikt antall turer/time.

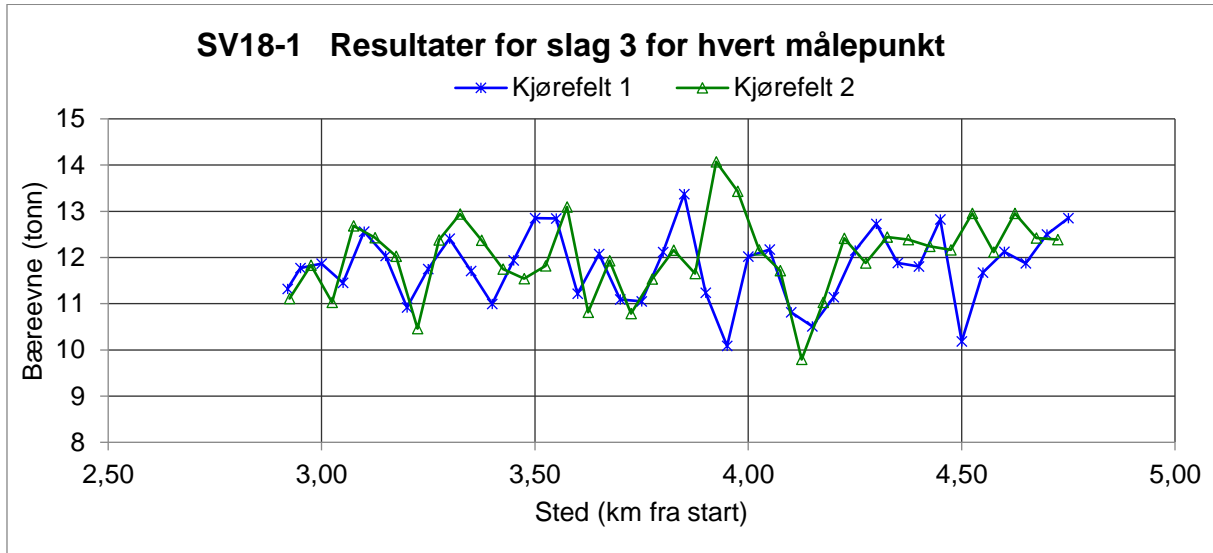


Figur 8. Snuing (rygging) av 60 tonn vogntog på søndre ende av parsell (venstre) og ut på ny runde (høyre). En tur/returrunde inkludert 2 vendinger tok ca 8 minutter for dette vogntoget. (Foto: Jan Bjerketvedt)

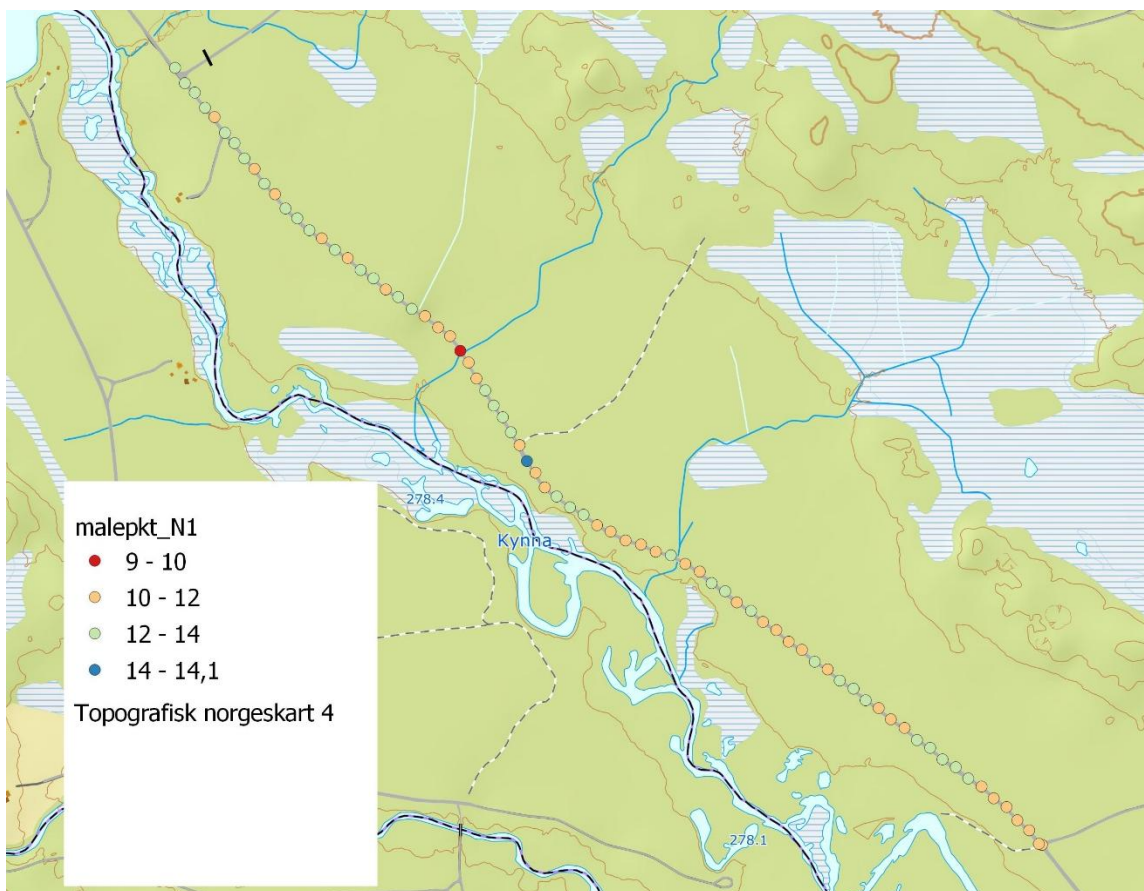
Bæreevne måling før transport

72 tonn-parsell

Strekingsbæreevnen på 10,9 tonn var lik for begge kjørefelt (hjulspor). Bæreevnen varierte mellom 9,8 og 14,1 tonn. Gjennomsnittsverdien var 11,9 tonn med et standardavvik på 0,81 tonn.



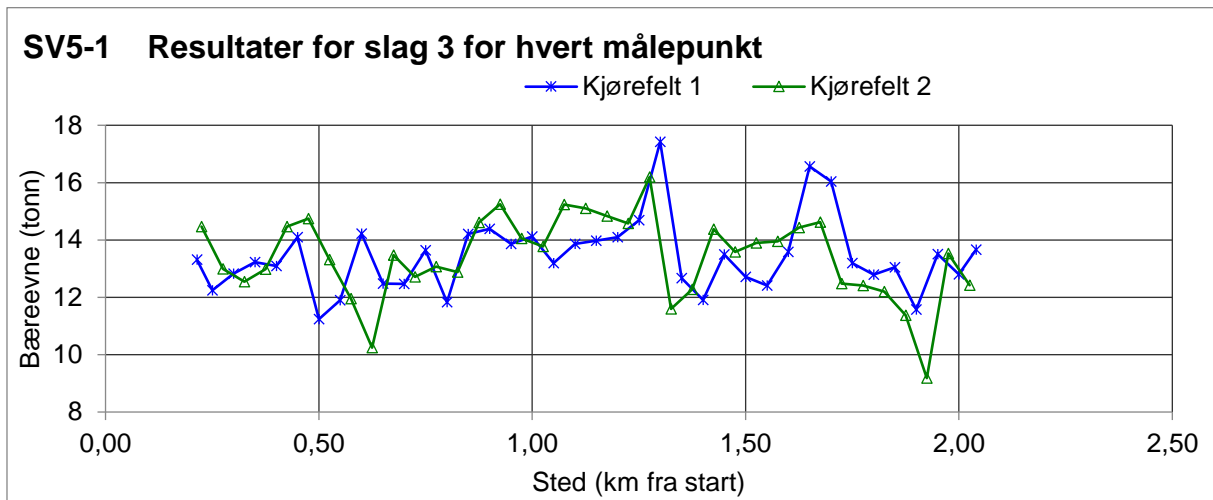
Figur 9. Bæreevne måling før kjøring for 72 tonn-parsellen (blå kurver, kjørefelt 1 er høyre side kjørt nordover), SVV-rapport.



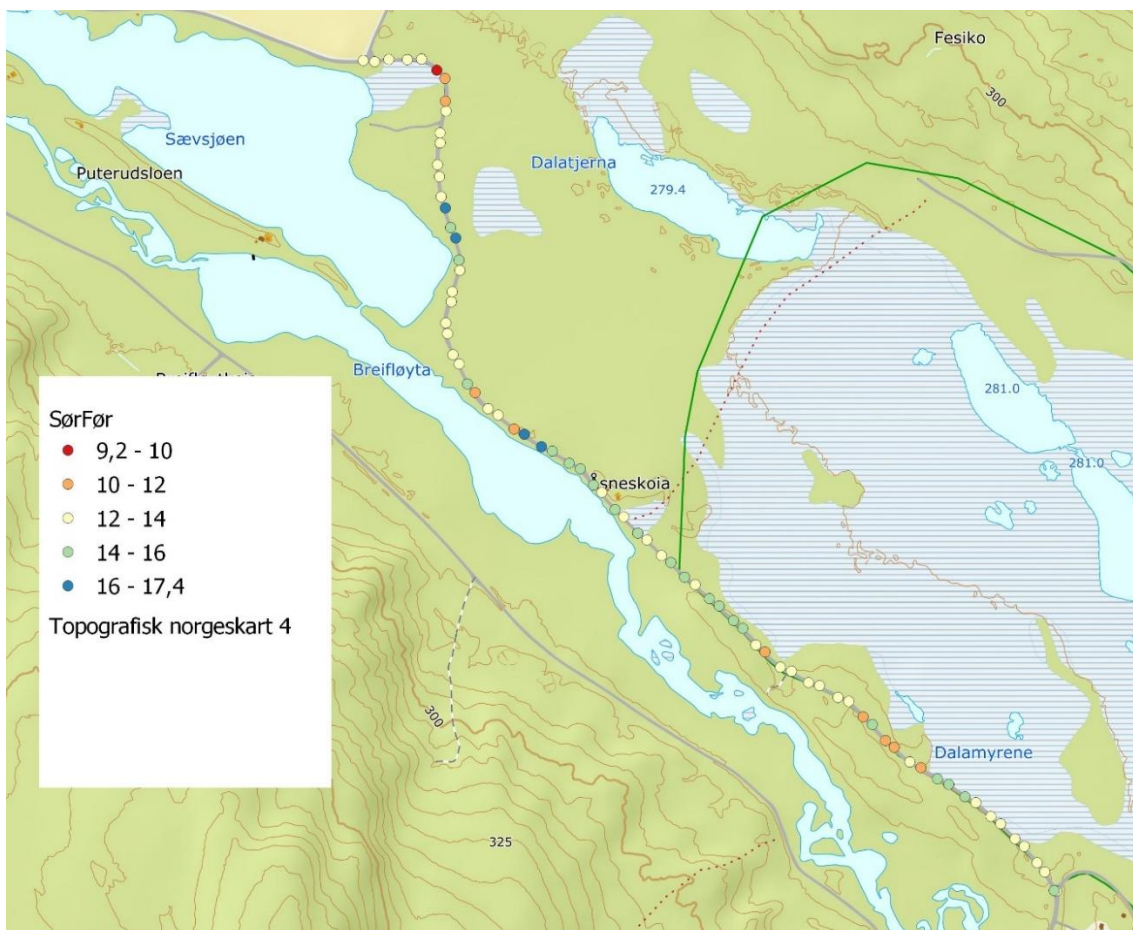
Figur 10. Før-målinger av bæreevne (tonn) på 72 tonn-parsell.

60 tonn-parsell

Strekningsbæreevnen på 11,9 og 11,8 tonn for hhv høyre og venstre kjørefelt (hjulspor). Bæreevnen varierte mellom 9,2 og 17,4 tonn. Gjennomsnittsverdien var 13,4 med et standardavvik på 1,36 tonn.



Figur 11. Bæreevнемåling før kjøring for 60 tonn-parsellen (blå kurver, felt 1 er høyre side kjørt nordover), SVV-rapport.



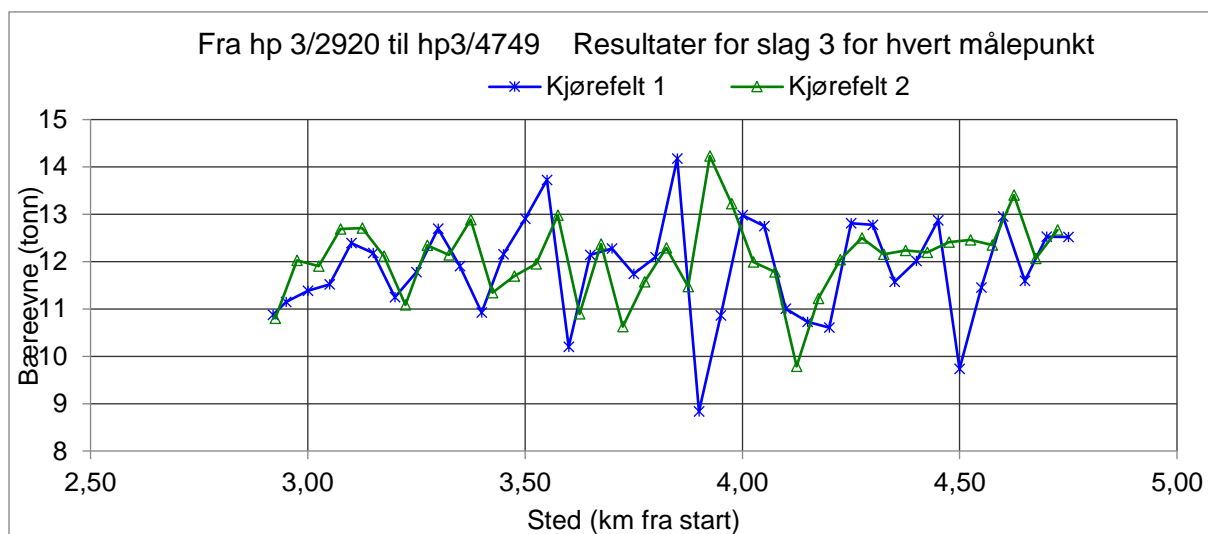
Figur 12. Før-målinger av bæreevne (tonn) på 60 tonn-parsellen.

Med en strekningsbæreevne på ca 11 og ca 12 tonn, samt variasjoner mellom 10-14 og 9-17 tonn så ansees de to utvalgte veiparsellene til å være like nok for en sammenligning mellom de to ulike vogntogene.

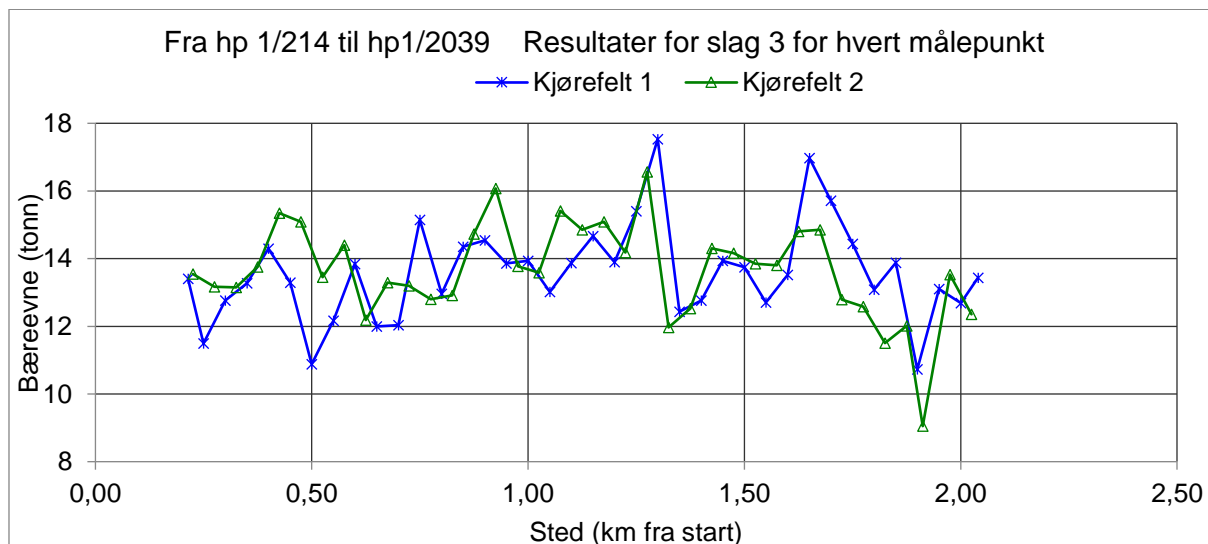
Bæreevne måling etter transport

Tabell 3. Bæreevne målingsresultater etter transport

Parsell	Strekingsbæreevne h/v, tonn	Min - maks, tonn	Snitt, tonn	St.avv., tonn
72 tonn	10,7 / 11,0	8,8 - 14,2	12,0	0,96
60 tonn	12,0 / 12,1	9,1 - 17,5	13,6	1,41



Figur 13. Bæreevne måling etter transport for 72 tonn-parsell, SVV-rapport



Figur 14. Bæreevne måling etter transport for 60 tonn-parsell, SVV-rapport.

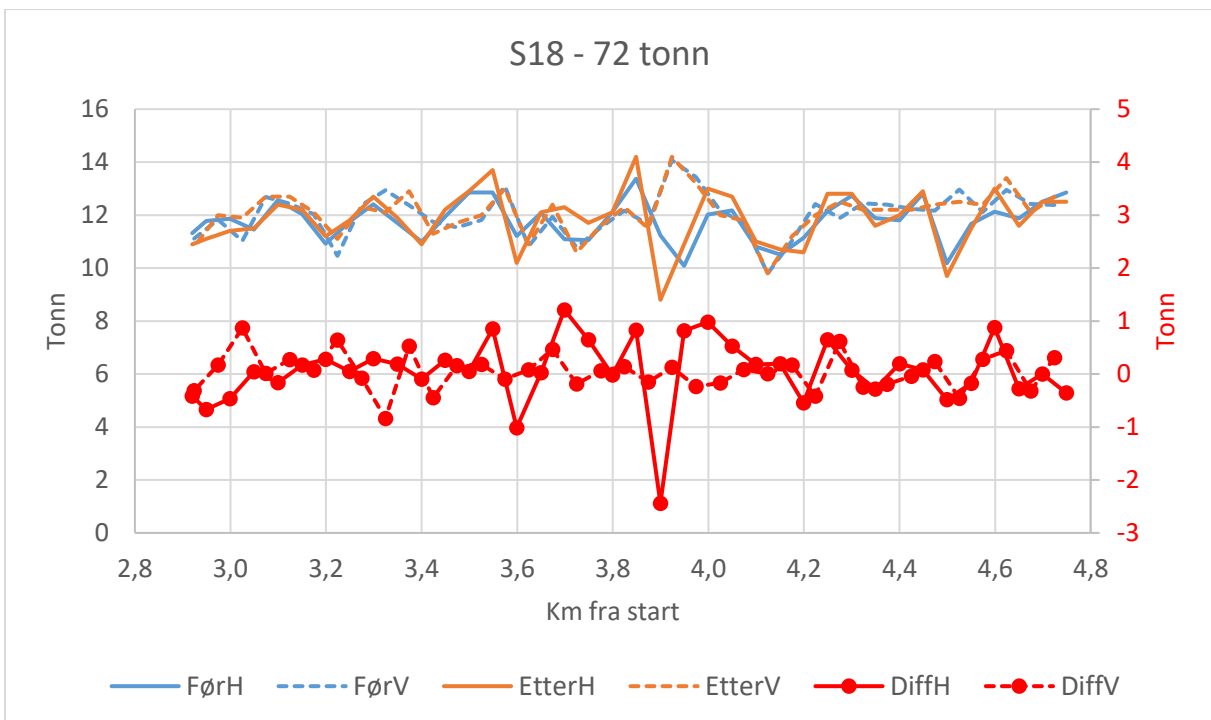
Utvikling i bæreevne

72 tonn-parsell

Tabell 4. Sammenligning av bæreevneresultat før og etter transport for 72 tonn-parsell.

72 tonn	Strekingsbæreevne h/v, tonn	Min - maks, tonn
Før	10,9 / 10,9	9,8 – 14,1
Etter	10,7 / 11,0	8,8 - 14,2

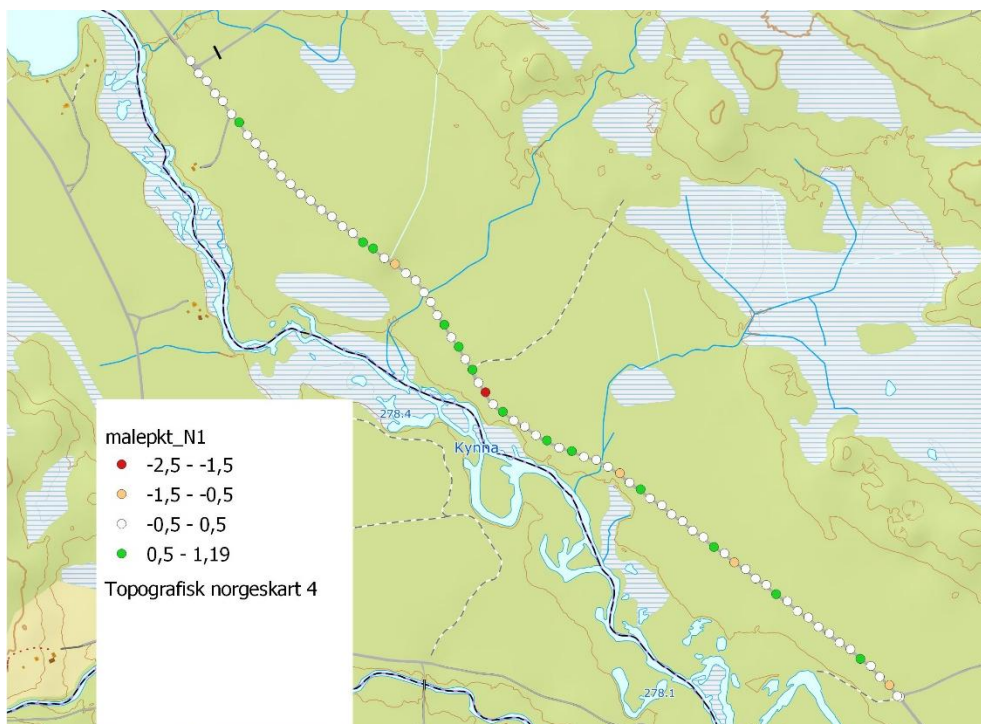
Det er minimale forskjeller mellom før- og ettermålingene hva gjelder strekningsbæreevne og min-/maks-verdier.



Figur 15. Bæreevнемåling før og etter transport, samt differanse for 72 tonn-parsell, tonn.

Dersom man ser alle målingene under ett, har bæreevnen gjennomsnittlig steget med 0,05 tonn. Det er kun 3 av de 75 målepunktene som har avvik over +/- 1,0 tonn mellom målingene.

61 % (46 stk) av målepunktene har fått en høyere bæreevne etter transporten.



Figur 16. Differanse i bæreevne (tonn) mellom før- og ettermåling for 72 tonn-parsellen.

I rapporten fra SVV er det også klassifisert Styrke bærelag, Styrke undergrunn/forsterkningslag, Sannsynlig undergrunn, Største svakhet i lag og Undergrunnens E-modul.

- 52 % av målepunktene har ingen forandringer i noen av disse egenskapene
- Styrke bærelag er totalt sett uforandret, men det har vært et «likt bytte» (9 opp og 9 ned) mellom klassene Dårlig og Ekstremt dårlig, fortsatt hhv 18 og 57 observasjoner.

- Styrke undergrunn: her har det blitt noen forandringer, 5 ned og 8 opp

	Før	Etter
Meget god	0	1
God	14	16
Mulig problematisk	58	53
Dårlig	3	5

- Sannsynlig undergrunn: små forandringer, 1 opp og 1 ned til silt

	Før	Etter
Sand/grus	6	5
Silt	68	70
Leire	1	0

- Største svakhet i lag: 4 har beveget seg opp i veikroppen og 8 har gått nedover

	Før	Etter
Dekke/Bærelag	63	59
Bærelag/Forsterkningslag	12	16

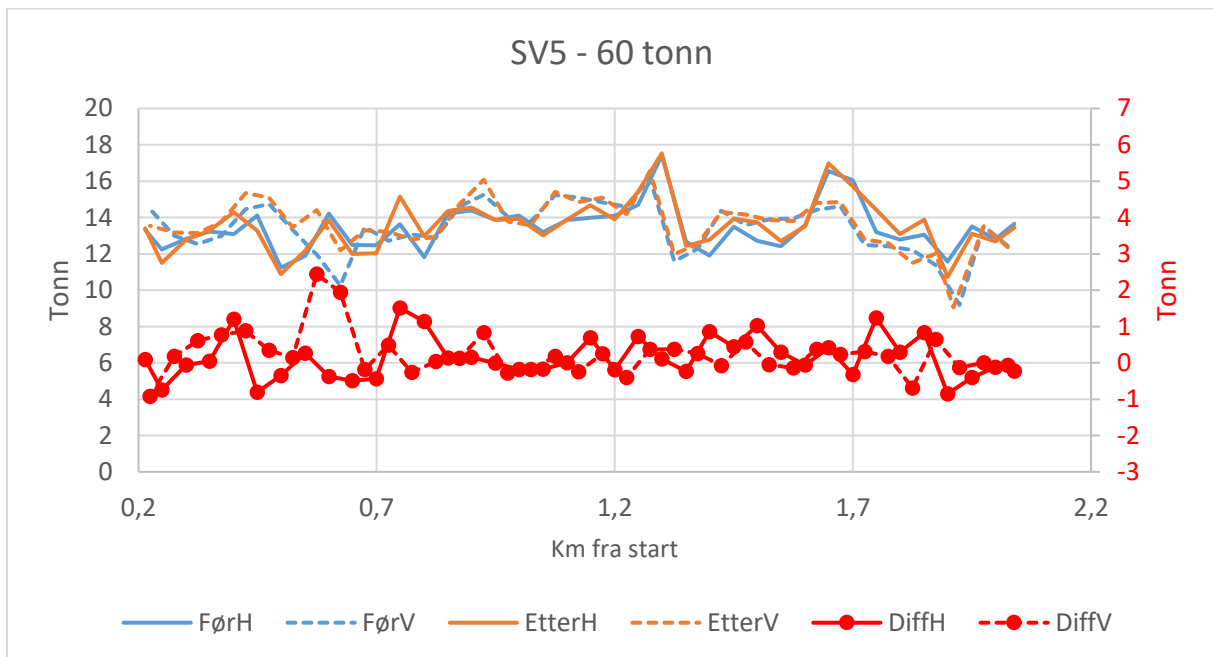
- Undergrunnens E-modul er i snitt redusert med 1,17 MPa, fra 96,1 til 95,0 MPa. 45 % av punktene har økt verdien, mens 55 % har redusert verdi.

60 tonn-parsell

Tabell 5. Sammenligning av bæreevneresultat før og etter transport for 60 tonn-parsell.

60 tonn	Strekningbæreevne h/v, tonn	Min - maks, tonn
Før	11,9 / 11,8	9,2 – 17,4
Etter	12,0 / 12,1	9,1 - 17,5

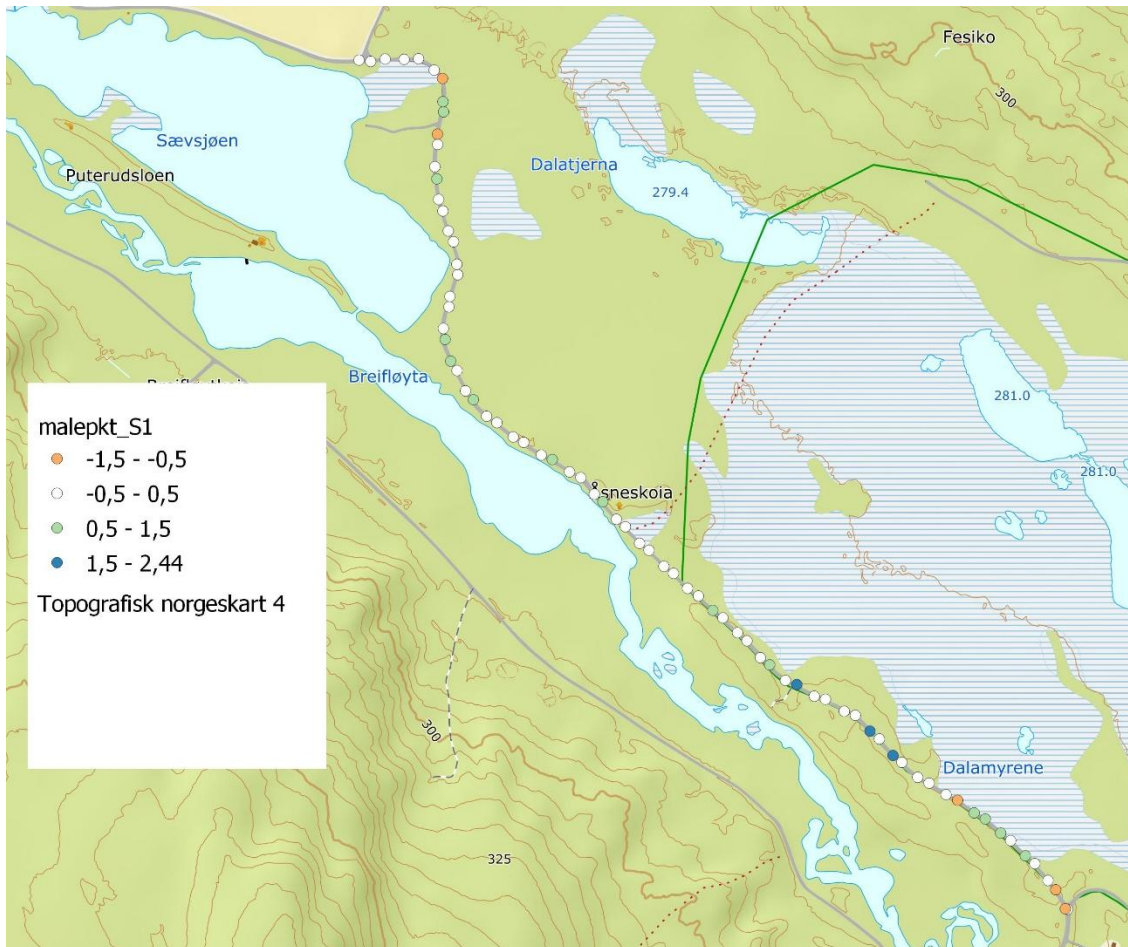
Også for 60 tonn parsellen er det minimale forskjeller mellom før- og ettermålingene hva gjelder strekningsbæreevne og min-/maks-verdier.



Figur 17. Bæreevne måling før og etter transport, samt differanse for 60 tonn-parsell, tonn.

For 60 tonn-parsellen har bæreevnen gjennomsnittlig steget med 0,19 tonn. 7 av 74 målepunkter avviker mer enn +/- 1 tonn mellom målingene.

59 % (44 stk) av målepunktene har fått en høyere bæreevne etter transporten.



Figur 18. Differanse i bæreevne (tonn) mellom før og ettermåling for 60 tonn vogntog.

I rapporten fra SVV er det også klassifisert Styrke bærelag, Styrke undergrunn/forsterkningslag, Sannsynlig undergrunn, Største svakhet i lag og Undergrunnens E-modul.

- 55 % av målepunktene har ingen forandringer i noen av disse egenskapene
- Styrke bærelag har fått et lite løft med en reduksjon i den svakeste klassen, men fortsatt lave verdier ut i fra SVV's klassifiseringsgrenser.

	Før	Etter
Meget god	0	0
God	0	0
Mulig problematisk	7	11
Dårlig	55	58
Ekstremt dårlig	13	6

- Styrke undergrunn har en motsatt utvikling i forhold til bærelaget. Her har det vært en liten nedklassifisering.

	Før	Etter
Meget god	5	4
God	22	21
Mulig problematisk	44	42
Dårlig	4	7
Ekstremt dårlig	0	1

- Sannsynlig undergrunn: små forandringer, 4 nedklassifisert til silt

	Før	Etter
Sand/grus	35	31
Silt	40	44
Leire	0	0

- Største svakhet i lag: 5 har beveget seg opp i veikroppen og 8 har gått nedover

	Før	Etter
Dekke/Bærelag	25	22
Bærelag/Forsterkningslag	50	53

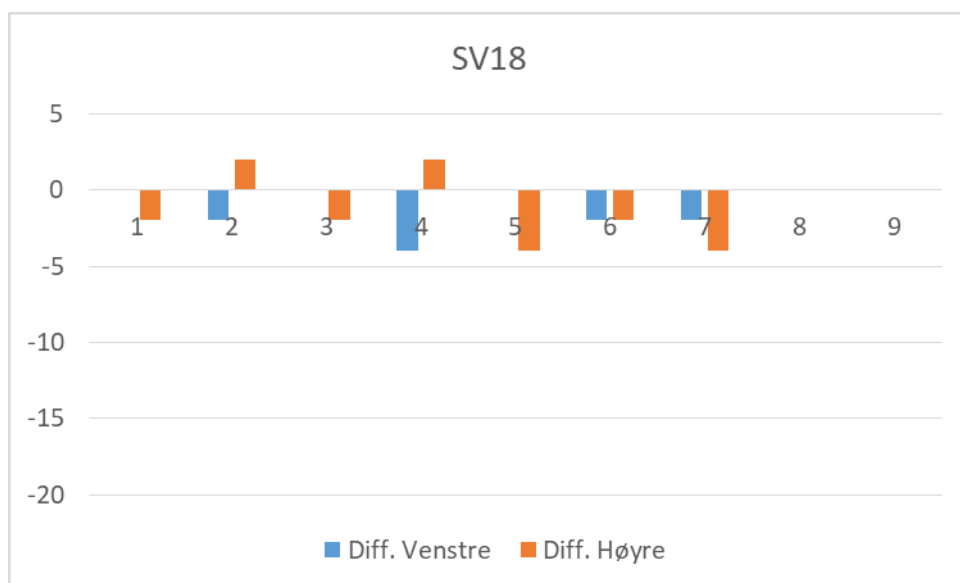
- Undergrunnens E-modul er i snitt redusert med 3,0 MPa, fra 117,4 til 114,4 MPa. 25 % av punktene har økt verdien, mens 75 % har redusert verdi.

Sporutvikling

72 tonn-parsell

Tabell 6. Måledata for sporutvikling på 72 tonn-parsell, mm.

	Km/profil	Før Venstre	Før Høyre		Etter Venstre	Etter Høyre		Diff. Venstre	Diff. Høyre
1	3,0	18	24		18	22		0	-2
2	3,2	14	8		12	10		-2	2
3	3,4	14	10		14	8		0	-2
4	3,6	8	14		4	16		-4	2
5	3,8	14	18		14	14		0	-4
6	4,0	20	14		18	12		-2	-2
7	4,2	24	16		22	12		-2	-4
8	4,4	30	-8		30	-8		0	0
9	4,6	x	2		x	2		x	0
Gjennomsnitt		17,8	10,9		16,5	9,8		-1,3	-1,1



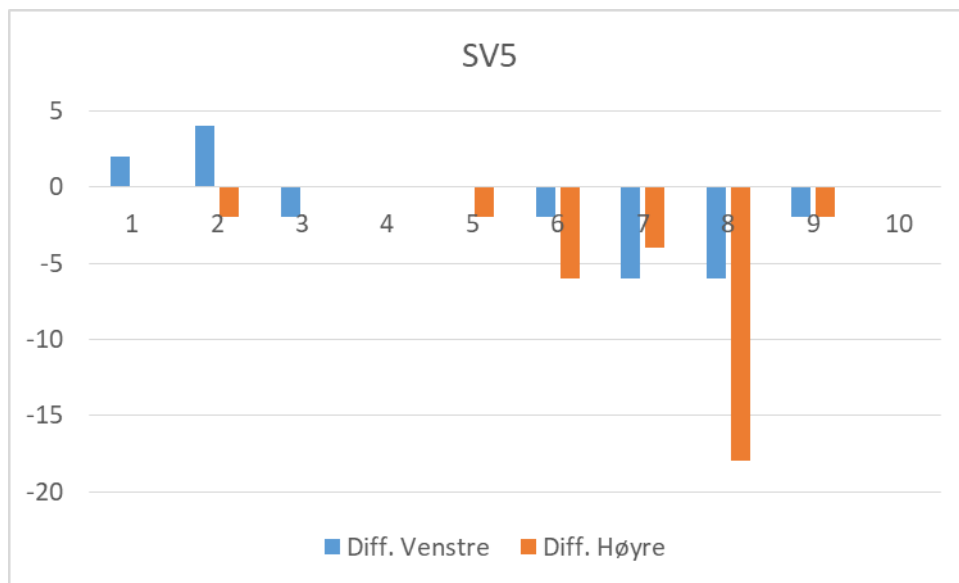
Figur 19. Differanse mellom før- og ettermåling av spor på 72 tonn-parsell, mm.

For 6 av 17 målepunkter er før- og etterverdiene like. Kun 2 av punktene har fått en økning i spordybden, mens 9 punkter har fått en reduksjon av spordybden. Gjennomsnittlig har begge kjørespor fått en drøy mm mindre spordybde.

60 tonn-parsell

Tabell 7. Måledata for sporutvikling på 60-tonn-parsell, mm.

	Km/profil	Før Venstre	Før Høyre		Etter Venstre	Etter Høyre		Diff. Venstre	Diff. Høyre
1	0,2	12	14		14	14		2	0
2	0,4	14	20		18	18		4	-2
3	0,6	22	10		20	10		-2	0
4	0,8	10	18		10	18		0	0
5	1,0	14	6		14	4		0	-2
6	1,2	12	12		10	6		-2	-6
7	1,4	16	16		10	12		-6	-4
8	1,6	6	24		0	6		-6	-18
9	1,8	22	24		20	22		-2	-2
10	2,0	18	x		18	x		0	x
Gjennomsnitt		14,6	16,0		13,4	12,2		-1,2	-3,8



Figur 20. Differanse mellom før- og ettermåling av spor på 60 tonn-parsell, mm.

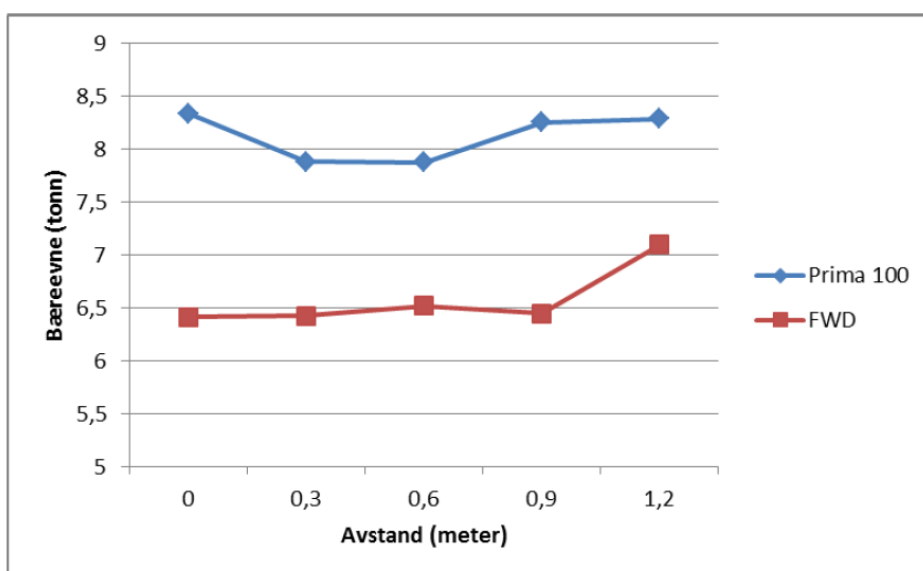
For 6 av 19 målepunkter er før- og etterverdiene like. Kun 2 av punktene har fått en økning i spordybden, mens 11 punkter har fått en reduksjon av spordybden. Gjennomsnittlig har venstre kjørespor fått en drøy mm mindre spordybde, mens høyre hjulspor har fått nesten 4 mm reduksjon, - mye på grunn av en enkelt høy registrering (pkt 8 ved 1,6 km).

Diskusjon

Forsøket var vellykket med tanke på valgt forutsetning om likt transportarbeid pr time med hensyn til transportert volum (/vekt). Dette ga et godt og sammenlignbart totalresultat.

Valg av forsøksstrekninger uten å ha gjort bæreevne målinger på forhånd er et sjansespill. Med støtte i løsmassekart og befaringer, samt begrensninger mht snuplasskrav, må det kunne sies at forsøket har hatt flaks (eventuelt vært veldig dyktig?). Bæreevne målingene gjort før transporten startet viste hhv 11 og 12 tonn strekningsbæreevne for de to parsellene.

Man bør ha i bakhodet at ved gjentak av bæreevne målinger treffer man nødvendigvis ikke eksakt samme punkt begge ganger. Med skogbrukets tradisjonelle praksis når det gjelder veibygging, så vil det i tillegg til den variasjonen man har i lokale løsmasse- og fuktighetsforhold, også være en viss variasjon i de materialene som benyttes til bygging og vedlikehold av veikroppen. Dette betyr at man kan ha stor variasjon i bæreevne målinger på svært korte avstander, - dvs også innenfor gjentatte målinger. En figur fra Henrik Tvensbergs masteroppgave (2016) illustrerer problemet.



Figur 23. Resultatene av den målte bæreevnen i tonn for 5 målinger etter hverandre med avstand 30 cm mellom hver måling, for konvensjonell falloddsmåler (FWD) og Prima 100.

Figur 21. Målt bæreevnevariasjon over korte avstander. Konvensjonell fallodd med rødt og lettvektsfalloddet Prima 100 med blått (fra Tvensberg 2016)

Som figuren over viser så kan man for eksempel ha en forandring på 0,6 tonn på 30 cm avstand (fra 0,9 til 1,2 m i figuren), - eller ikke, som de 3 første punktene viser....

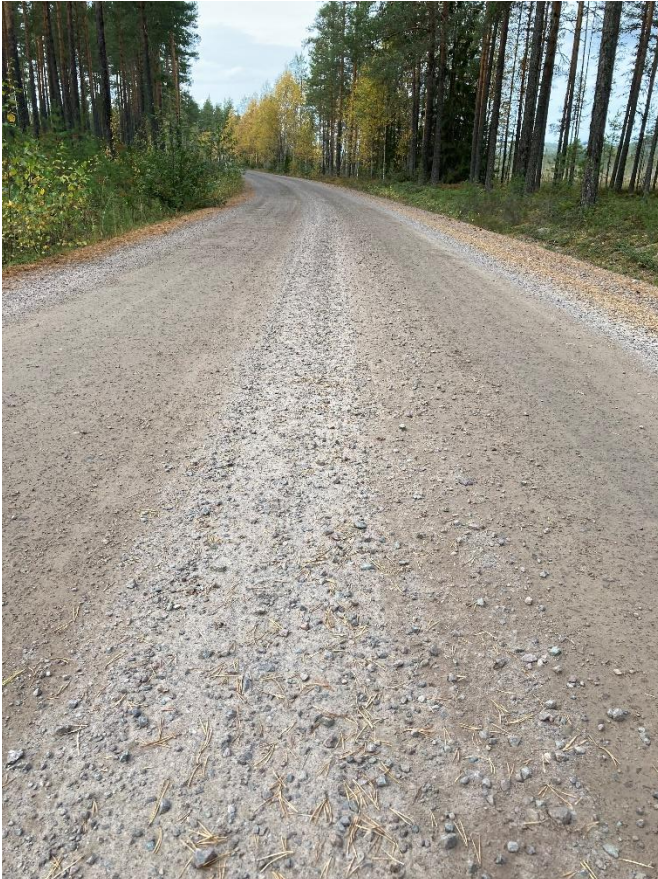
I tillegg skal man ta med i betraktningen at dette er stikkprøver. Det er 50 meter mellom hver måling på samme side av veien med en 30 cm diameters plate, og 25 meter til måling på motsatt side av veien. På enkelte deler av veiene ser man at det er stor variasjon mellom nabopunkter.

Summert opp betyr dette at bæreevne målingene, slik de er utført her, gir et overordnet svar på veiens kvalitet. Detaljanalyser ned på 1-10 metersnivå er ikke mulig. Det er hverken gjort noen analyser av løsmassenes kornfordeling eller fuktighetsinnhold.

Men, overordnet sett, målingene viser at det gjennomførte transportarbeid ikke har påvirket parsellenes bæreevne.

Med utgangspunkt i SVV's beregningsmetode for strekningsbæreevne har 72 tonn-parsellen gått fra gjennomsnittlig 10,9 tonn for høyre og venstre felt før transport til 10,85 tonn etter. En reduksjon på 0,5 %. 60 tonn-parsellen har gått fra 11,85 til 12,05 tonn. En økning på 1,7 %. Dette er marginale forskjeller både innen og mellom veiparsellene.

For begge parsellene har ca 60 % av punktene fått høyere bæreevneverdier. Det er nærliggende å anta at dette er pga kompaktering gjennom den intense transporten.



Figur 22. Søndre del av 60 tonn-parsell etter ferdig transportarbeid.

(Foto: Jan Bjerketvedt)

I dette forsøket ble det på forhånd (april/mai) valgt en antatt solid og god vei. Det var planlagt en høy intensitet på transporten, det var usikkerhet rundt nedbørsforholdene før og under forsøket og motivasjonen for å ødelegge en «lånt» vei av (for) dårlig kvalitet var liten.

Med svært gode nedbørsforhold i forkant av gjennomføringen var en usikkerhetsfaktor redusert. Samtidig satt man igjen med en svært god vei som tålte transporten bra. Det var liten eller ingen slitasje å registrere på de to parsellene til tross for en urealistisk høy transportfrekvens.

Det har vært noe fokus på «pumpe-effekt» ved innføring av flere aksler på tømmervogntog. Dette er knyttet til den pumpingen som kan skje når belastningen fra dekkene passerer (marktrykket) forplanter seg ned gjennom veikroppen og pumper vannet oppover. Med flere aksler så gjentas denne pumpingen oftere over en svært kort periode. En dårlig vei tåler få lass pr dag, veien vil behøve tid for å gå tilbake til normaltstanden.

Tilsvarende gjelder for sporutviklingen. Kun 2 av hhv 17 og 19 målepunkter hadde fått dypere kjørespor.

Gjennomsnittlig var kjøresporene blitt mindre både på høyre og venstre side, og på begge parsellene.

Kyndalsvegen er en gjennomfartsvei, riktig nok med bompenger, men det er noe personbiltrafikk her. Disse personbilene antas å ligge relativt midt i veien og konsentrere belastningen på et relativt smalt «dekk-areal».

En antagelse er at tømmerbilenes tvillinghjul, marktrykk og frekvens kan ha jevnet ut en eventuell spordannelse etter personbiltrafikken.

Dette er kun en antagelse, så prosjektet kommer neppe til å fakturere veiforeningen for utført veivedlikehold.

Dette forsøket kan ikke si noe om denne pumpeeffekten. Da måtte det vært gjort målinger av fuktighetsinnholdet på ulike dybder i veikroppen før, under og etter transporten. Det er en interessant problemstilling, men var ikke et mål for denne undersøkelsen.

Hvordan utfallet av et tilsvarende forsøk på en dårlig vei ville blitt, vet man ikke, - kanskje bortsett fra at forsøket ville måtte stoppes pga at veien ble ødelagt. Forsøket på denne gode skogsbilveien viste imidlertid ingen forskjell i bæreevneutvikling eller spordannelse mellom intens transport med 60 og 72 tonn vogntog.

Litteratur:

Aurstad et al 2016. Lærebok Vegteknologi. Statens vegvesen. Rapport nr. 626, 425 s.

SVV 2010. Håndbok 016 – Geoteknikk i vegbygging.

Tvengsberg 2016. Bæreevne måling av skogsbilveg med håndholdt falloddsmåler.

Mastergradsoppgave. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. 39 s.