

30 TONN på Ofotbanen



Rapport 3.8

INFRASTRUKTUR

Underbygning



Jernbaneverket

Jernbaneverket
Biblioteket

desember 1996

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	II
SAMMENDRAG	IV
1. UNDERBYGNINGSKOMPONENTER	1
1.1 MILJØ - KULTURMINNER OG LANDSKAP.	1
1.2 FRITT ROMS PROFIL -LASTEPROFIL OG BALLASTPROFIL	3
1.3 FYLLINGER.....	6
1.4 SNØ- OG RASOVERBYGG	8
1.5 STIKKRENNER	9
2. KOSTNADER. UNDERBYGNING.....	13
3. KONKLUSJONER.....	14
4. LITTERATURLISTE	15

FORORD

LKAB ønsker at aksellasten på Ofotbanen og Malmbanan økes fra 25 til 30 tonn og at antall vogner for malmtog økes fra 52 til 68 vogner. Målet er å effektivisere malmtransporten for å redusere transportkostnadene.

Hensikten med denne rapporten er å analysere virkningen av økningen av aksellasten på underbygningen, eksklusive bruer.

SAMMENDRAG

Underbygningen er studert visuelt, med fysiske teknikker og med kontrollberegninger. For fyllinger er det valgt en strategi for bedømmelse av fyllingens stabilitet istedet for formelle sikkerhetsberegninger.

Denne gjennomgangen viser at det er behov for utførelse av fysiske tiltak for å sikre banen både i nåtid og før 30 tonn aksellast blir iverksatt.

Den nye malmvognens lasteprofil kan gå etter dagens bane, men blir det nødvendig å løfte sporet, vil vi måtte utvide tunneler og endre overbygningskonstruksjoner.

Det er spesielt stabilisering av fyllinger og øking av ballasttykkelsen til normalt ballastprofil som konkret krever de største kostnadene. I økningen av ballastprofilet inngår kostnadene for full profilutvidelse. Løftingen av sporet for økt ballasttykkelse medfører profilutvidelse i tunneler og overbygg. Når dette arbeidet først må utføres, vil det ha liten kostnadmessig betydning om full profilutvidelse gjennomføres.

Snø- og rasoverbygg kan ut fra dagens situasjon brukes uten kostnad rettet mot 30 tonn aksellast, men blir kravet til regularitet skjerpet og også rettet mot snø, snøras og steinsprang vil det kunne få store konsekvenser. Det kan bety bygging av en stor mengde ekstra overbygg, sporomlegginger eller tunneler.

Samlede kostnader forbundet med økingen til 30 tonn aksellast for underbygningen eksklusive bruer.

Prioritet	Tiltak	Kostnad	
1	Fyllinger		kr 10.131.500
2	Fyllinger	kr 16.588.750,-	
3	Fyllinger	kr 235.000,-	
2	Miljø- og kulturminner og landskap	0,-	
2	Fritt roms profil - lasteprofil, profilutvidelse	kr 70.700.000,-	
2	Ballastprofilet - løfting av sporet	kr 11.280.000,-	
2	Snø- og rasoverbygg	0,-	
2	Stikkrenner	0,-	
Sum kostnader - 30 tonn aksellast		kr 98.803.750,-	
Sum kostnader, beregnet i prosjektet		kr 108.935.250,-	

1. UNDERBYGNINGSKOMPONENTER

Bakrunn

Ofofbanen ble tatt i bruk i 1902. Den ble elektrifisert i 1923. Banen preges av solid håndverk og er dimensjonert og bygget etter datidens teknikk og trafikkgrunnlag, men den preges også av alder, elde og økt trafikkbelastning på enkelte tekniske komponenter. Underbygningen er bygget etter massebalanseprinsippet. Enkelte steder er det bygget tørrmurer av hugget steinblokk. I hovedsak der hvor terrenget er for bratt for fyllinger eller at fyllingen ville vært for ustabile uten støttemur. Fyllingene er stort sett blitt bygget i fall 1: 1,2 - 1: 1,3. Murene er bygget i fall fra 10:1 til 1:1.

Vi har ikke registrert utglidningsras på fyllinger eller murer på banen. Det er utført grunnundersøkelser og tilstandsanalyse for alle fyllingene på banen i 1995/1996.

Stikkrennene er også kontrollert i forbindelse med denne utredningen (Øst for Narvik Stasjon).

1.1 MILJØ - KULTURMINNER OG LANDSKAP.

Reguleringsplan, Rombak - Bjørnfjell

Ofofbanen ble satt i drift i 1902. Arbeidet med banen ble satt i gang i årene 1885. Mange bygninger og anlegg er fortsatt intakt og brukes også i dag.

Narvik kommune har utarbeidet en reguleringsplan for vern av kulturminner og landskap for Rombaksbotn - Bjørnfjell. Planen er spesielt rettet mot de gamle jernbaneanleggene. Det heter bl.a.

“ 3.1 Tekniske inngrep som varig endrer landskapets art eller karakter herunder massetak, graving, fylling, veibygging, oppføring av bygninger samt fjerning av særpreget vegetasjon, er ikke tillatt.”

Videre heter det imidlertid:

“ 3.4 Et visst antall objekter knyttet til drift av Ofofbanen forutsettes bevart. Det utarbeides en egen avtale mellom NSB og Narvik kommune som spesifiserer hvilke objekter dette innebærer.

3.5 Byggverk og konstruksjoner knyttet til jernbanedrift, som ikke er av tilfredsstillende standard i forhold til nåtidens tekniske krav, kan om nødvendig tillates ombygd helt eller delvis. Ved evt. ombygging skal det tas estetiske hensyn. Synlige deler skal mest mulig utføres i samsvar med tradisjonell stedegen byggeskikk.

Kommunen kan tillate oppføring av nye byggverk og konstruksjoner som er nødvendig for å sikre effektiv jernbanedrift. Tiltakene skal harmonere med eksisterende bebyggelse med hensyn til størrelse, form, materialbruk og farge. Kommunen kan kreve utarbeidelse av bebyggelsesplan."

Reguleringsplanen gjør det nødvendig å føre dialog med Narvik kommune i forbindelse med større tiltak (ombygging og endringer) i våre anlegg i det regulerte området.

Kostnader forbundet med vedtatt reguleringsplan.

Det er vanskelig å kvantifisere kostnadene knyttet til kulturvern og landskapsvern.

I og med at forholdet er like aktuelt ved 25 tonn aksellast som ved 30 tons aksellast beregnes ingen kostnader forbundet med kulturvern/landskapsvern i denne utredningen.

Henvisninger:

- [1]. Reguleringsplan.
- [2]. Vern av kulturminner og landskap for Rombaksbotn - Bjørnfjell.
- [3]. Planen ble vedtatt, 25.04.96.

1.2 FRITT ROMS PROFIL -LASTEPROFIL OG BALLASTPROFIL

Lasteprofil

Behovet for profilutvidelse er først og fremst initiert av LKAB som ønsker utvidelse til lasteprofilet SJ-A i forbindelse med anskaffelse av nye lok. I samme forbindelse er det også ytret ønske om øking av lasteprofilet fra de andre brukerne. Det er utarbeidet en egen hovedplan for profilutvidelsen.

Planen ender opp i sitt alternativ 2 til utvidelse til minste tverrsnitt UIC-GC .

Av banens lengde på 42 km, Narvik - Riksgrensen, er det 19 tunneler med samlet lengde på 4652 m og 42 snø-/rasoverbygg med samlet lengde på 4947 m.

Ballastprofil

Ofofbanen har problemer med for liten ballasttykkelse i tunneler og fjellskjæringer.

Det er et krav at ballasttykkelsen økes til minimum tykkelse før aksellasten økes fra 25 til 30 tonn.

I september i år ble det gjennomført boring for uttak av ballastprøver. Arbeidet ble utført av Heinrich Cronau GmbH og MRM Konsult AB i samarbeid med Banverket. Resultatet viser svært mye forurenset ballast. Bordybder fremgår også av boreresultatene. Største bordybde er 110 cm. Av de 90 prøvehullene langs hele banen (boret for hver hele 500 m pluss noen tilleggshull) var 34 hull grunnere enn 70 cm under topp av svill.

Det normale ballastprofil regnes ca. 70 cm fra topp av skinne, men behov for undersprenging gjør at vi må velge et dypere nivå. 70 cm under topp av svill vil derfor gi noe av behovet for undersprenging.

Normalt regner vi vanligvis med 30 cm undersprenging, men vi reduserer litt for tilfeldig plassering av borhullene i forhold til sprengingsgryta.

I ballastundersøkelsen er det boret med forholdsvis store avstander mellom hvert prøvehull. Undersøkelsen gir derfor kun et bilde av situasjonen, men den underbygger Ofofbanens egen erfaringer omkring ballasttykkelsen på fjellgrunn.

Konklusjonen er at ballastprofilet over fjellgrunn ikke overholder Jernbaneverket's krav til ballasttykkelse.

For å oppnå tilstrekkelig elastisitet i overbygningen, i sammenheng med aksellastøkning fra 25 til 30 tonn, må sporet løftes og ballasttykkelsen økes med ca. 200 mm langs hele banen med unntak av ny strekning ved Nordalsbruene.

Løftingen vil i sin tur innebære strossing i tunneler og under overbygg.

Kontaktledningshøyden er 5.6 meter på fri linje, men mindre enn 4,7 meter i enkelte overbygg og i tunneler. Strossing /ombygging er derfor et tilleggskrav på disse stedene.

Kostnadsanalyse

Vi benytter kostnadvurderingene i "Hovedplan for utvidelse av lasteprofilet" for tunneler /overbygg. Kostnaden for strossing /ombygging for lasteprofilet eller ballastprofilet vurderes til å bli de samme på grunn av vanskelig tilgjengelighet for utførelse av anleggsarbeidene.

Løftingen av sporet vil påvirke at vi må strosse /ombygge for kontaktledningen og E-profilet etter full utvidelse til og med profilalternativ 2, UIC -GC profilet.

I denne planen inngår alle komponenter for en samlet strekning på (4,65 + 4,95) 9,60 kilometer.

På grunn av noen svakt underlagsmateriale med de relativt store avstandene mellom borpunktene, må vi kunne regne med at ikke alle fjellskjæringer er for grunne. Vi må derfor, etter detaljanalyse, forvente et redusert omfang.

Tiltak	Kostnad
Lastetprofilutvidelse UIC,GC	kr 70,7 mill.
Beregning av kostnader for løfting av sporet:	
Km 3,0 - 42,0	39,0 km
Ny strekning i Nordalen	-1,2 km
Reduksjon for tunneler	<u>-9,6 km</u>
	<u>28,2 km</u>
I enhetsprisen inngår pukk, løfting av spor /sporjusteringer, tillegg for sidespor, noe utvidelser av smale fyllinger.	
Samlet kostnader:	
28,2 km à kr 400 000,-	kr 11,28 mill.
Sum kostnader:	kr 81,98 mill.

Det er utført noe strossing av tunneler hvor også ballasten er med i vurderingene, men boringene og løftebehovet i forskjæringer gjør at dette arbeidet ikke blir tilstrekkelig. Tunnelene må derfor med unntak av den nye Nordalstunnelen strosses.

Det anbefales at profilutvidelsen og økning av ballasttykkelsen gjennomføres i løpet av 5 år etter eventuell aksellastøkning.

Det frie rom og resultatet etter kjøring med profil for nye malmvogner.

I forbindelse med utvikling av nye malmvogner kom det frem et behov for å undersøke muligheten for å kjøre vogner med større tverrsnitt enn dagens vogner.

Ønsket var å prøve en vogn med høyde 3600 og bredde 3500. Ofotbanen har fra tidligere laget en vogn med en plate med profil for UIC-GC og SJ-A for testkjøring og måling i forbindelse med hovedplanen for profilutvidelse. Målingen foregår i nattmørket med lys fra skjermen og ut mot utenforliggende overflate. Skjerm og skygge danner da en profilkant som kan måles. Kjøringen blir videofilmet slik at anslag blir registrert og en målestav på skjermen gir grunnlag for vurdering av avstand.

I forbindelse med kontrollen av den nye vognen ble skjermen ombygget til en rektangulær form etter vognmålene + 150 mm tillegg for kurveutslag og sporbevegelser på hver side og opp.

Målingene viser anslag på en fjellknøl i Kap Horn tunnelen.

Konklusjonen er at den nye malmvognen kan brukes på Ofotbanen.

Kostnadene er ubetydelig.

Henvisninger:

- [1]. Hovedplan for profilutvidelse. Ofotbanen. 2. utgave av 28.03.96.
- [2]. Videofilm av testkjøringen fra 01.04.96.

1.3 FYLLINGER

Teknisk sammenstilling

I 1995/1996 ble det sett på tilstanden og bæreevne på fyllinger og tørrmurer på Ofotbanen. I første omgang ble fyllinger som i følge "seksjonsboka" inneholdt sand- eller siltholdige masser samt tørrmurene, besluttet undersøkt nærmere.

Vi gjennomførte befaringer og geotekniske undersøkelser. Strekningen Narvik - Katterat ble "fotgått" flere ganger. Vi registrert noen deformasjoner på enkelte murer og fyllinger.

Grunnundersøkelsene konkluderte med at enkelte fyllinger hadde en materialfaktor ned mot 1.0.

Med bakgrunn i de rapporter som forelå ble det besluttet å gjennomføre en systematisk gjennomgang av alle fyllinger, og arbeidet resulterte i forskjellige prioritets- /tiltaksklasser:

Prioritet	1.	Umiddelbare stabilitetstiltak.
Prioritet	2.	Stabilitetstiltak må utføres før 30 tonn aksellast iverksettes.
Prioritet	3	Antatt stabil, kontrolltiltak - kontrollmålinger. Det kan kjøres med 30 tonn aksellast inntil målingene viser setninger av betydning.
Prioritet	4	Fyllinger som vurderes sikre. 30 tonn aksellast tillates.

Fyllmasser

Fyllingene på Ofotbanen er oppbygget på samme måte som for alle eldre baner, massene er hentet i fra nærmeste skjæringer eller fra omliggende terreng.

På Ofotbanen har vi et skille i løsmassene på km 5,0. Fra Narvik sentrum til km 5,0 er det marine avsetninger, på km 5,0 er det en morenerygg og løsmassene fra km 5,0 og oppover består i hovedsak av morenemasser.

Fyllingene ovenfor km 5,0 er bygget av fjell, fjell/morene og noen få med kun morene. Nedenfor km 5,0 er byggematerialene mye leire og silt i tillegg til fjellmasser.

I følge grunnboringene er løsmassene under fyllingene ikke fjernet. Fyllingene med morenemassene er vanligvis oppbygget av finere fraksjoner enn de massene som finnes i omgivelsene. Grovere blokk ble utsortert og splittet opp til blokker for kulvert- og brubygging. Stein fra fjellskjæringer og tunneler ble vanligvis, når det ble benyttet både løsmasser og fjellmasser, lagt ytterst for å stabilisere fyllinga.

Tilstand

Ved befaringen av fyllingene og murene, ble også andre feil registrert som hadde sammenheng med setninger i fyllingene. Vi fant skader på stikkrenner og rasoverbygg som må repareres samtidig med stabilisering av fyllinga.

Av fyllinger som krever tiltak har vi følgende antall:

Prioritet 1	15 stk.
Prioritet 2	17 stk.
Prioritet 3	18 stk.

Ombygging/utbedring

Å arbeide på Ofotbanen er krevende. Det er kun få plasser vi har vegadkomst og sportilgangen - tid i sporet uten å forstyrre toggangen - er svært liten. Dette vil i flere tilfeller avgjøre valg av sikringsmetode. Mange fyllinger er lange og bratte slik at utfylling/utslaking ikke er realistisk.

Arbeidet må utføres enkelt, med lett utstyr og kunne utføres mest mulig uavhengig av sporet.

I løsningsforslagene er det tenkt brukt spennstag og betong, men også fyllmasse der dette kan utføres uavhengig av sportilgang.

Kostnader

I kostnadsberegningene er det beregnet normale priser for utførelse av arbeidene, men det er anslått et tillegg på grunn av urasjonell drift og vanskelig adkomst. Valg av teknikk på den enkelte mur eller fylling, de stedlige forhold og muligheten for samordning er avgjørende for kostnadene.

Prioritet	Merknad	Kostnad
1		Kr 10.131.500,-
2		Kr 16.588.750,-
3	Etablering av målepunkter, 17 punkter à kr 5000,-	Kr 85,000,-
Sum kostnad		Kr 26.805.250,-

I tillegg kommer innmåling av punktene med årlig utgift i 5 år.

Presisjonsnivellement 2 ganger pr. år à 15.000,-

Kr. 30.000,-/år

Kostnadene på utredningsnivå er gitt innenfor en toleranse på 30%.

1.4 SNØ- OG RASOVERBYGG

Ofofbanen har 42 snø-/rasoverbygg med samlet lengde på 4947 m. Byggene er i hovedsak oppført i tre og betong. Dagens snøoverbygg blir bygget i stål eller limtre med stålplater da disse faller rimeligere. Selv med den relativt store mengden overbygg har banen likevel relativt mye trafikkstans på grunn av ras hvert år. I hovedsak dreier det seg om snøras, men også steinsprang.

Teknisk sammenstilling/ Beskrivelse

Mellom Grensen og Nordalsbruene, på Bjørnfjell, er det i hovedsak snøoverbygg bygget med henblikk på å redusere arbeidet med fjerning av snø og snøfonner.

Mellom Nordalsbruene og Rombak er det en blanding av snø- og rasoverbygg mens det nedenfor Rombak mot Narvik er kun noen rasoverbygg. Her finner vi også 2 sjeldne overbygg og ledemurer oppført i murt steinblokk.

Av de eldste overbyggene i tre og betong er mange i en dårlig forfatning og krever mye vedlikehold. Trebyggene blir restaurert og reparert hvert år etter skader fra snølast eller andre årsaker. Betongbyggene, som ikke har noen årlige skader med reparasjoner, er synlig utsatt for mye frostforvitring. De trenger til restaurering eller fornying. Det blir ikke brukt resurser på disse i dag.

Krav til regularitet.

Togsimuleringen for Ofofbanen og Malmbanan i 30 tonn prosjektet gir antall nødvendige kryssingssporforlengelser mellom Kiruna og Narvik (hvorav én på Ofofbanen). Ved eventuell trafikkstans, på grunn av snøproblemer eller ras, kan det oppstå større trafikkforstyrrelser i fremtiden enn hva vi har i dag med kortere tog og relativt kort avstand mellom kryssingssporene. Krav til regularitet har imidlertid ikke direkte sammenheng med økning i aksellasten fra 25 til 30 tonn og blir derfor ikke tatt med i detalj i denne utredning.

1.5 STIKKRENNER

Rennetyper

På Ofotbanen er det registrert, i overkant av 200 stikkrenner/omløpstunneler på Ofotbanen som leder overflatevann gjennom banetrasèen, fra km. 3.6, Narvik stasjon, til km 41.606 på Bjørnfjell ved grensen mot Sverige.

Av disse er det ;

24 omløpstunneler i fjell,
182 steinkulverter

Omløpstunneler

På omløpstunnelene i fjell vil en endring av trafikken fra 25 til 30 tonn aksellast ikke ha noen påvirkning. Fjellet i seg selv tar lett denne belastningen samt at tunnelene ligger forholdsvis dypt ned under sporet og fyllingene.

Det er et unntak på km 3.600, Narvik stasjon, hvor en vanntunnel/drenstunnel ligger tett opp under overbygningen. Tunnelen går i hovedsak under malmsporene med tverrstoller til sluker ved veksler. Problemet her er ikke aksellasten, men vansker som kan oppstå ved evt. strossing for større ballasttykkelse under E6 brua.

I hovedplanen for utvidet lasteprofil er planlagt løfting av brua for å unngå disse problemene.

Vanntunnelene blir ikke vurdert videre i denne rapporten.

Stikkrenner

Stikkrennene ble visitert høsten 1995 og noen ble besiktiget i forbindelse med kontrollen og prosjekteringen av fyllingene sommeren 1996.

Av de 184 rennene som ble kontrollert var 5 stk. tette på grunn av tømning av overskuddsmasse fra ballastrensing over åpningene, 1 stk. tett etter avsporsingskade, 1 stk. skadet på grunn av innrast sidevange og 4 stk. er registrert skadet på grunn av bevegelser i fyllinger.

Vi regner med at 6 av 184 renner er skadet når de 5 som er tette av masse, er rensset. Tilstanden på rennene ansees derfor som relativt god.

I Narvik er det ikke kontrollert stikkrenner. Et kart over vann- og kloakkledninger viser at opplistede stikkrenner eksisterer, men er benyttet i forbindelse med vann- og kloakkanlegget. I tillegg krysser en 34" kloakkledning like vest for stasjonsbygningen. Kartet viser også det forholdsvis omfattende drenstunnelsystemet.

Km	Dim. dm	Type	Materialtype	Merknader
03.150	8 x 10	Steinkulvert		
03.600		Tunnel	Fjell	Drenstunneler
		Tunnel	Fjell	Drenstunneler
	Ø 34"	Betong		
03.730	6 x 9	Steinkulvert		
03.860	6 x 6	Steinkulvert		

Figur 1.5.i

Stikkrenner og drenstunneler ved Narvik stasjon.

Valg av beregningsmetode for belastning fra 30 tonns akseltrykk.

Overdekningen i registreringskjemaet er målt høyde mellom overkant (OK) stikkrenne til overkant sviller.

Stikkrennene av stein er murt opp av steinblokker uten mørtel i fuger, om de ikke har fjell i bunnen, er det en bunnhelle tilsvarende en dekkhelle som ligger an på vangene av langsgående blokker. Det er ingen forsterkende helle oppå dekkhellene, slik at dekkhellene vil bli dimensjonerende. Normalt er det fylt kult med vannmettet sand rundt stikkrenna, men jordtrykk kan presse vangen sammen og redusere lysåpningen og stikkrennas kapasitet.

Det er ikke registrert slik skade, men det er registrert bruddskade på grunn av setninger i fyllinga.

I følge Håndbok 10, Normaler, Bruprosjektering-12, Kulverter og rør, Statens Vegvesen, pkt. 120.2, Lastforskrifter, får lastøkningen liten betydning når overdekningen når større dybde enn 3 m.

Vi velger derfor å se på stikkrennenes bæreevne på dybder fra 0 til 3 m med utgangspunkt i spennvidde og steintykkelse.

Tabellen nedenfor viser aktuelle rennetyper, overdekninger og blokktykkelser.

Km	Dim. dm	Over- dekning m(ok svill)	Type	Blokk-/ mater. - tykkelse	Merknad Tiltak
14.017	6 x 6	0.5	Steinkulvert	40 cm	
07.299	6 x 6	0.8	Steinkulvert	30 cm	
04.402	6 x 6	1.0	Steinkulvert	30 cm	
15.676	6 x 6	1.1	Steinkulvert	30 cm	
07.271	6 x 6	1.2	Steinkulvert	30 cm	
09.755	6 x 6	1.5	Steinkulvert	30 cm	
04.622	6 x 6	2.0	Steinkulvert	30 cm	
04.922	6 x 6	2.5	Steinkulvert	30 cm	
06.868	6 x 6	3.0	Steinkulvert	30 cm	
09.360	6 x 9	1.8	Steinkulvert	30 cm	
10.905	10 x 10	2.0	Steinkulvert	30 cm	
11.083	6 x 12	3.0	Steinkulvert	30 cm	
12.526	2x (8x12)	3.0	Steinkulvert	40 cm	
15.255	Ø 800	0.8	Betong		
15.392	10 x 12	0.6	Steinkulvert	30 cm	
18.930	8 x 10	1.1	Steinkulvert	40 cm	
20.825	8 x 12	1.0	Steinkulvert	40 cm	
32.285	7 x 7	2.0	Steinkulvert	20 cm	

Figur 1.5.ii

Beregninger.

Stikkrenne er normalt laget av steinheller av granitt, granittisk gneis, grandioritt, o.l. solide bergarter.

Disse bergartene vil tillate et trykk fra 5 til 15 Mpa, normalt, ca. 7 - 8 Mpa, målt i Ø 32 mm kjerne før brudd. Hellene har en uslipt overflate og vil få lokale knusinger før brudd inntre.

Stikkrenne:

14.017	6 x 6	0.5	St	40 cm
--------	-------	-----	----	-------

Uredusert belastning fra fullastet tog på opplegget for en steinblokk uten å ta hensyn til spredning av lastene:

Oppleggsarealet mellom dekkhelle og vangeblokk settes til 400 x 300 mm

Toglast:	300 kN / 2 = 150	kN x 1,6 = 240,0	kN
Skinne og svillevikt, ca.	2	kN x 1,6 = 3,2	kN
Ballast + egenvekt, (0,5 + 0,4 - 0,14) 18 kN / 0,4x0,3		1,6kN x 1,2 = 1,9	kN
		<u>245,1</u>	kN

Trykkbelastning $245,1 \text{ kN}/120000 = 0,0013 \text{ Mpa} < 7 \text{ Mpa}$
Trykk vil derfor ikke være noe problem.

Det er en betongkulvert på banen, men kostnadene med eventuell utskifting av denne er relativt liten. Overdekningen på 0,8 m kan være i minste laget slik at skader kan oppstå på kulverten ved økt aksellast.

Vi har vurdert steinblokkenes bæreevne med spinnvidde $> 60 \text{ cm}$, men momentberegninger etter bjelketeorien gir strekkspenninger som ikke kan tillates på inhomogene steinblokker.

Ombygging/utbedring m/kostnader

De skader og feil som er registrert på eksisterende renner, er et driftsansvar og regnes ikke med i denne utredningen.

Det er vanskelig å påvise noen akutt virkning av 30 tonns aksellast på stikkrennene av steinheller.

Det kan oppstå langtidsvirkninger på stikkrennene, men det vil bli vanskelig å påvise om de skyldes 30 tonn eller ville ha oppstått også ved 25 tonn.

Rennene må overvåkes årlig og repareres over driftsbudsjettet.

Vi kan ikke påvise muligheten for skader på kulverter og stikkrenner som følge av akslelastøkningen, og konkludere med at for disse anleggskomponentene, kan det kjøres med 30 tonns aksellast på Ofotbanen.

2. KOSTNADER. UNDERBYGNING

Samlede kostnader forbundet med økingen til 30 tonn aksellast for underbygningen eksklusive bruer.

Prioritet	Tiltak	Kostnad	
1	Fyllinger		kr 10.131.500
2	Fyllinger	kr 16.588.750,-	
3	Fyllinger	kr 235.000,-	
2	Miljø- og kulturminner og landskap	0,-	
2	Fritt roms profil - lasteprofil, profilutvidelse	kr. 70.700.000,-	
2	Ballastprofilet - løfting av sporet	kr 11.280.000,-	
2	Snø- og rasoverbygg	0,-	
2	Stikkrenner	0,-	
Sum kostnader - 30 tonn aksellast		kr 98.803.750,-	
Sum kostnader, beregnet i prosjektet		kr 108.935.250,-	

3. KONKLUSJONER

Etter å ha gjennomgått de enkelte komponentene i underbygningen eksklusive bruer kan vi konkludere med følgende:

- *Miljø-, kulturminner og landskap.*
Kostnadene er ubestemt, men for tiltak av større art må vi regne med ekstra kostnader for å bevare landskap og verne kulturminner innen det regulerte området mellom Rombak og Bjørnfjell.
- *Fritt roms profil - lasteprofil og ballastprofil.*
På grunn av Jernbaneverkets krav til ballasttykkelse og elastisitetsbehovet i ballasten ved 30 tonn aksellast, må generelt alle tunneler strosses og overbygg ombygges. Ut fra undersøkelser må i tillegg sporet løftes ca. 20 cm i 28,2 km på grunn av fjellgrunn og kort avstand mellom hvert fjellparti. Ved detaljundersøkelser kan løftingen av sporet i fjellskjæringer sansynligvis reduseres noe.
- *Fyllinger.*
Kostnadene her er delt i 3 grupper etter prioritet.
Fyllinger, prioritet 1, må sikres snarest, da de allerede er i bevegelse. Prioritet 2 må sikres før 30 tonn aksellast kjøres på sporet. Prioritet 3 bygger på usikkerhet omkring fyllingene. Fyllingene setningsmåles over noen år for å registrere eventuelle bevegelser. Fyllinger som vurderes for ustabile sikres før 30 tonn aksellast kjøres på sporet.
- *Snø- og rasoverbygg.*
Ut fra dagens situasjon er det ingen kostnader forbundet til forholdet mellom overbygg og 30 tonn aksellast, men innføres det et strengere krav til regularitet på banen enn i dag vil det kunne initiere behov for nye snø- og rasoverbygg eller evt. tunneler.
- *Stikkrenner.*
Det er ikke funnet kostnader som kan tilskrives 30 tonn aksellast, men økt last kan fremskynde skader på stikkrenner. Kostnadene dekkes over driftsbudsjettene.

4. LITTERATURLISTE

- [1]. Siv.ing. Ottar Kummeneje A/S. Oppdrag 11044. Rapport nr. 1 av 02.02.96.
- [2]. "30 tonn aksellast på Ofotbanen", grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger med bilagshefte.
- [3]. Norges Geoteknisk Institutt. Prosjekt 960016 NSB Bane Region Nord, Ofotbanen av 1996-04-10. Verifikasjon av grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger, Kummeneje-rapport nr.1, 11044.
- [4]. Siv.ing. Ottar Kummeneje A/S. Oppdrag 11044. Rapport nr. 2 rev. av 09.07.96.
- [5]. Befaring 3-6.06.96. Prosjektbefaring.
- [6]. NSB Bane, teknisk avdeling. Fotobilag til rapport nr. 2 rev. av 09.07.96 fra Kummeneje A/S
- [7]. Jernbaneverket Ballastundersøkelser på Ofotbanen i 1996.