
RAPPORT

MINSTE TVERRSNITT A-96 OG A-C

HOVEDKONTORET, TEKNISK KONTOR

Jernbaneverk
Biblioteket



INNHold

1	Bakgrunn	2
2	Lasteprofilet NSB K	3
3	Lasteprofilet UIC GC	4
4	Minste tverrsnitt A-96	5
5	Minste tverrsnitt A-C	6
6	Kurveutslag	7
6.1	Redusert kurveutslag	7
7	Krav til kontakttrådhøyde	9
8	Dagens status	10
8.1	Banevis oversikt	10
9	Tiltak for fjerning av innskrenkninger	19
9.1	Baksing/sporjustering	19
9.2	Ballastrensing	19
9.3	Strossing	19
9.3.1	Sprengning	19
9.3.2	Pigging	20
9.4	Strossing for flytting av utligger	20
9.5	Skifte utliggerstype	20
9.6	Strossing/riving av tunnelhvelv	20
9.7	Vann- og frostsikring	20
9.7.1	Tunneler	20
9.7.2	Skjæringer	21
9.8	Ombygging/erstatning av snøoverbygg	21
9.9	Flytting av skilt/signaler	21
9.10	Senking av spor/heving av overgangsbruer	21
10	Kostnader	22
11	Banevise kostnadsestimater	23

1 Bakgrunn

På Baneledermøtet 26.4.96 ble det vedtatt å tilpasse prioriterte deler av banenettet til et nytt lasteprofil NSB K, som er blitt definert av NSB Bane og NSB Gods i fellesskap i forbindelse med NJP 1998-2007.

NSB K er en midlertidig standard på veien mot UIC GC, med hovedvekt på økende containerhøyde og mulighet for piggyback. Profilet vil også ha betydning for en rekke andre lasttilfeller og sannsynligvis også for materiellkonstruksjon (bl.a. dobbeltdekkere).

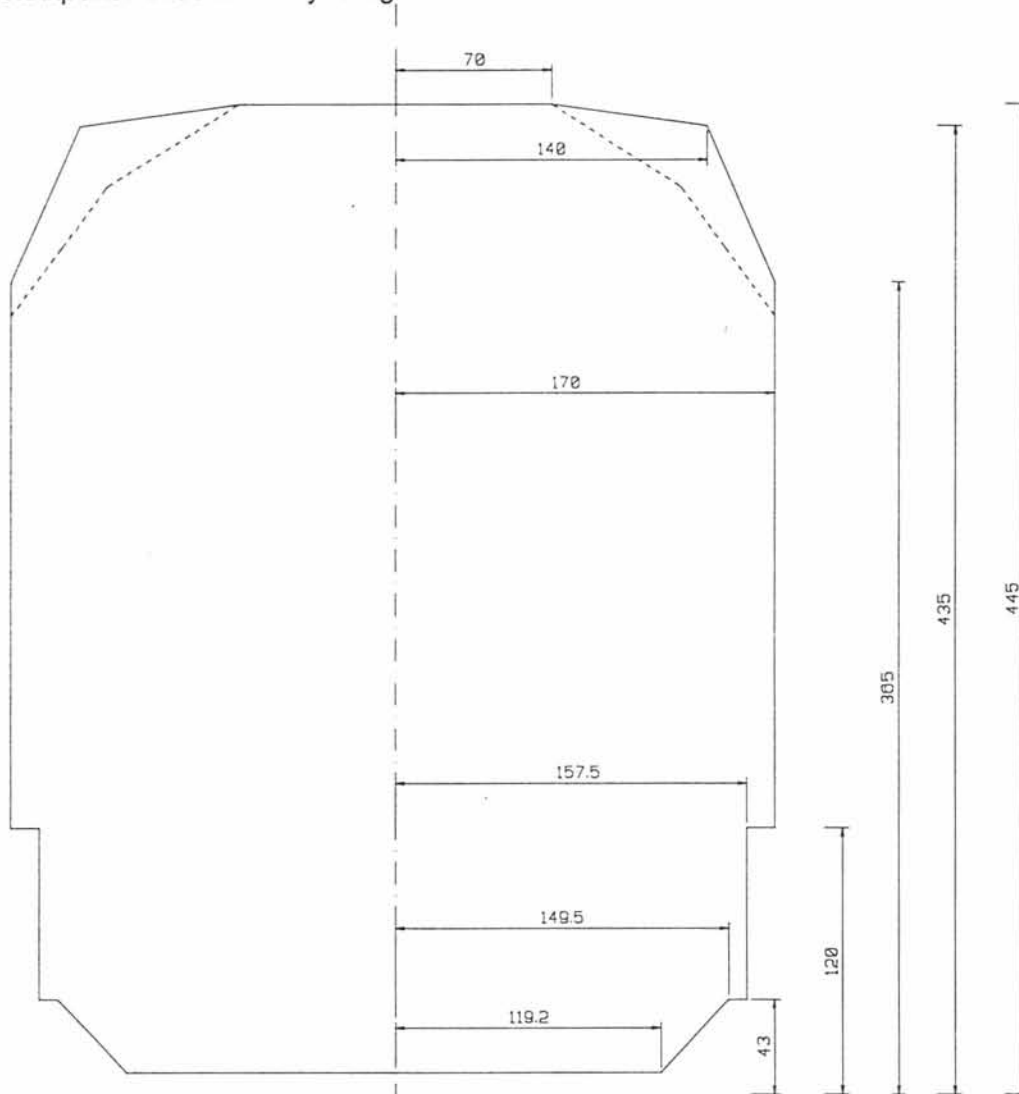
NSB K har kun 6 cm klaring til A-85 i øvre hjørnet, noe som ikke blir tilstrekkelig for å ivareta dynamiske bevegelser, nødvendig isolasjonsavstand og sikkerhetsavstand til eventuelle innskrenkninger. Det er av den grunn nødvendig å innføre et nytt minste tverrsnitt tilpasset NSB K. Dette minste tverrsnitt kalles A-96.

Etter samme prinsipper defineres et minste tverrsnitt A-C som er et minimumstverrsnitt for å tillate lasteprofil UIC GC på eksisterende baner.

2 Lasteprofilet NSB K

NSB K bygger på det utvidede lasteprofil, men avviker i øvre hjørne:

- 1200 - 3650 mm høyde er halv bredde 1700 mm
- et knekkpunkt i 4350 mm høyde og halv bredde 1400 mm
- et knekkpunkt i 4450 mm høyde og halv bredde 700 mm

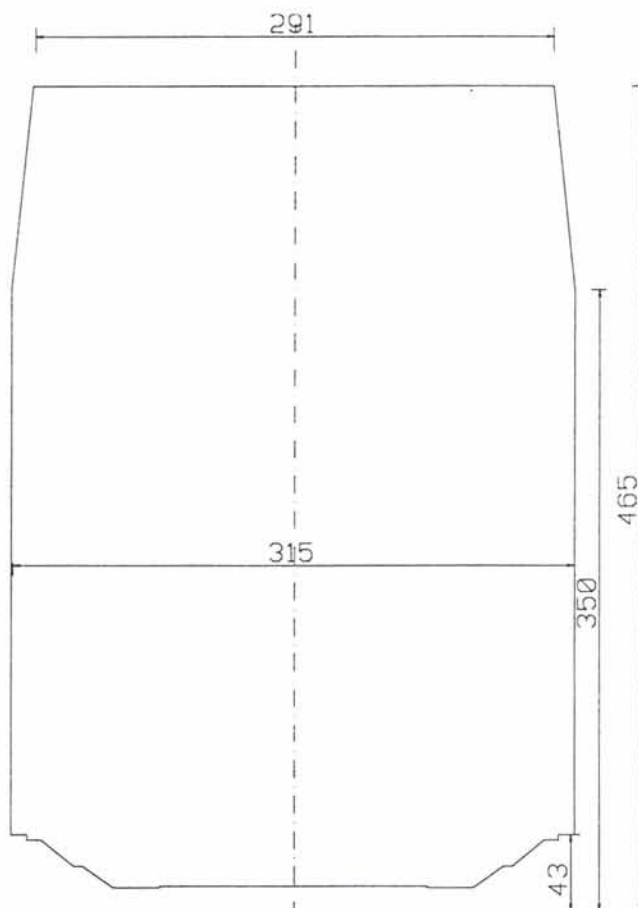


Figur 2.1
Lasteprofil NSB K og det utvidede lasteprofil (stiplet)

3 Lasteprofilet UIC GC

Lasteprofilet UIC GC er, med sin bredde 1,455 m i høyden 4,650 m over skinnetopp, så stort at ingen land har ønsket å innføre det generelt. Det er dermed heller ikke opptatt i RIV. En rekke land forsøker å innføre det på utvalgte strekninger.

På de nye høyhastighetsstrekningene gjennom Europa innføres dette profilet, selv om det ikke er planlagt framføring av gods på disse strekningene. Innføringen skyldes primært at profilet kommer av seg selv pga. det anvendte kontaktledningssystem.



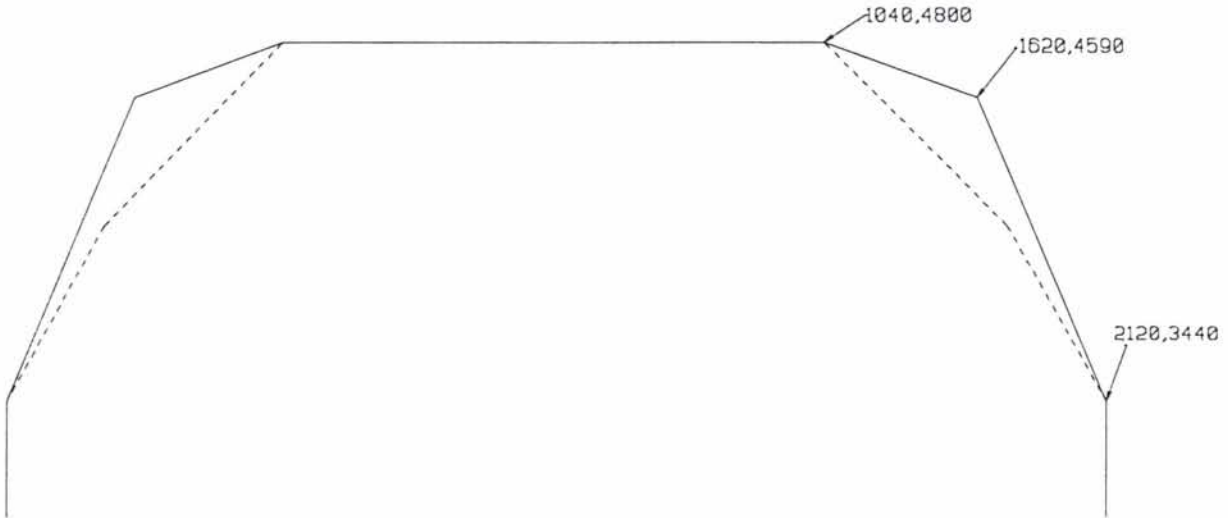
Figur 3.1
Lasteprofil UIC GC

UIC GC er interessant både i Sverige og i Danmark fordi de nødvendige lasteprofiler i disse land for kjøring av containere og dobbeltdekkere (DSB) ligner mye på UIC GC.

Som det framgår av figuren er lasteprofilet UIC GC betydelig større enn NSB K, spesielt i øvre del av profilet.

4 Minste tverrsnitt A-96

Minste tverrsnitt A-96 er definert som det minimumstverrsnitt som tillater framføring av transporter i henhold til lasteprofil NSB K. Da NSB K har samme bredde som utvidet lasteprofil for 2-akslede vogner under 3500 mm og samme høyde kan A-96 stort sett sammenfalle med A-85. Kun punktet 1740,4100 må erstattes. A-96 får i stedet punktet 1620,4590 som er basert på at klaringen mellom A-96 og NSB K ikke noe sted skal være mindre enn 300 mm.



Figur 4.1
Minste tverrsnitt A-96 og A-85 (stiplet) - øvre del

I tillegg kommer kurveutslag, jf. kapittel 6.

5 Minste tverrsnitt A-C

Minste tverrsnitt A-C er tenkt som det minimumstverrsnitt som tillater framføring av transporter i henhold til lasteprofil UIC GC. Tverrsnittet sammenfaller med A-85 lavere enn 3440 mm over SOK.



Figur 5.1

Minste tverrsnitt A-C og A-85 (stiplet) - øvre del

I tillegg kommer kurveutslag, jf. kapittel 6.

6 Kurveutslag

Kurveutslaget for A-85 er basert på en teoretisk vogn med akselavstand 18 meter og total lengde 24 meter. De samme verdiene for kurveutslag legges i utgangspunktet til grunn for A-96 og AC. For beregning av kurveutslag i overgangskurver vises til regelverk.

For å begrense omfanget av kostnadsutløsende tiltak, er det som minstekrav for korte vogner spesielt beregnet for kokmbitrafikk, etablert et "reduisert kurveutslag" som dispensasjonskriterium.

6.1 Redusert kurveutslag

Redusert kurveutslag er tilpasset ulike vogntyper med flg. parametre:

- 1) akselavstand = 13,5 m og overheng = 2,0 m
- 2) akselavstand = 10,0 m og overheng = 3,0 m

Det betyr at for området høyere enn 3440 mm kan man regne med redusert kurveutslag for A-96 basert på generell sirkelbetraktning:

$$x^2 - 2mx + y^2 - 2ny = 0 \quad (6.1)$$

m = sirkelens x-verdi
 n = sirkelens y-verdi
 a = akselavstand
 R = kurvens radius

Størrelsene m og n er gitt av

$$m = \frac{a}{2}, \quad n = \sqrt{R^2 - (a^2/4)} \quad (6.2)$$

Løses sirkelens ligning med hensyn på y får man en 2-gradsligning med $(x^2 - 2mx)$ som konstant.

$$y = n - \sqrt{n^2 - x^2 + 2mx} \quad (6.3)$$

Maksimalt indre kurveutslag får man ved å sette $x = a/2$.

Maksimalt ytre kurveutslag får man ved å sette $x = a + \text{overheng}$.

Merk at formelen alltid gir negativ verdi for indre kurveutslag og positiv verdi for ytre kurveutslag.

Følgende tabell for kurveutslag framkommer:

Tabell 6.1
Redusert kurveutslag for A-96 (uredusert i parentes)

Radius [m]	K_x [mm]	K_y [mm]
200	114 (203)	98 (158)
250	91 (162)	78 (126)
300	76 (135)	65 (105)
400	57 (102)	49 (79)
500	46 (81)	39 (63)
600	38 (68)	33 (53)
700	33 (58)	28 (45)
800	28 (51)	24 (40)
900	25 (45)	22 (35)
1000	23 (41)	20 (32)
1200	19 (34)	16 (27)
1500	15 (27)	13 (21)
2000	11 (21)	10 (16)
5000	5 (8)	4 (6)
8000	3 (5)	2 (4)

7 Krav til kontaktrådshøyde

Dagens regelverk for avstand mellom rullende materiell og kontaktråd tilsier 25 cm isolasjonsavstand + dynamisk tillegg pga. av ledningens vertikale bevegelse ved strømvaktørpassering. Dette tilsier krav til minste kontaktrådshøyde = 4,85 m for A-96 ved opphengingspunktet og ned til 4,80 m midt i spennet. Samme betraktning gir min. kontaktrådshøyde på 5,00 m for A-C. Betrakter man dagens situasjon tillater man betraktelig lavere avstand mellom ledning og rullende materiell/last, faktisk helt ned til 15 cm. Det bør likevel tas høyde for en heving av ledningen til 4,80/5,00 slik at regelverket følges.

8 Dagens status

De deler av banenettet som er prioritert av NSB Gods er som følger:

Alnabru - Charlottenberg
Alnabru - Kornsjø
Alnabru - Bodø o/Dovre
Alnabru - Stavanger
Alnabru - Bergen
Narvik - Vassijaure

Alle disse strekningene med unntak av Narvik - Vassijaure ble målt i 1994 med målevogn innleid fra Banverket. Hensikten med denne målingen var å registrere innskrenkninger i minste tverrsnitt A-85. Da minste tverrsnitt A-96 og A-C begge er større enn A-85 kan det være enkelte profiler som gir innskrenkninger i de større minste tverrsnitt som ikke er registrert. Dagens status vil dermed ikke representere en eksakt status, men den vil likevel være retningssgivende for hvilke kostnader som kreves for å oppgradere de ulike baner til de ulike tverrsnittene.

Kontakttrådhøyden er i hovedsak hentet fra siste målevognskjøring og er dermed målt dynamisk. For enkelte strekninger er kontakttrådhøyden målt statisk. Ved dynamisk måling vil ledningen løftes noe avhengig av bl.a. målehastigheten og strekket i ledningen.

8.1 Banevis oversikt

Lasteprofilene er simulert mot målte profiler ved hjelp av lastsimuleringsprogrammet SPESTRAN. Resultatene vises i tabeller i det følgende.

Tabell 8.1
Innskrenkninger Alnabru - Charlottenberg

Strekning	Innskrenkninger i		Kl-punkter	
	A-96	A-C	< 4,80	< 5,00
Alnabru - Lillestrøm	7	7	0	0
Lillestrøm - Alnabru	7	7	0	0
Lillestrøm - Kongsvinger	2	3	0	1
Kongsvinger - Charl.berg	0	0	0	0
Totalt	16	17	0	1

3 innskrenkninger må fjernes for å framføre lasteprofil NSB K:

- overbygning på plattform Lørenskog st. spor inn
- overbygning på plattform Lørenskog st. spor ut
- overbygning på plattform Sander st.

Lavere kontakttrådhøyde enn 5,05 m finnes ved

- km 28,710 (kt = 5,00 m) Fetsund veibru, Rv. 22
- km 29,350 (kt = 4,81 m) Fetsundbrua
- km 120,062 (kt = 5,03 m) Jerntjernbråten, fylkesvei

Oversikt over innskrenkningene er gitt i vedlegg 1.

Tabell 8.2
Innskrenkninger Alnabru - Kornsjø

Strekning	Innskrenkninger i		KI-punkter	
	A-96	A-C	≤ 4,80	≤ 5,00
Alnabru - Loenga	7	7	3	11
Loenga - Ski	7	7	1	15
Ski - Loenga	10	10	2	19
Ski - Sandbukta	0	0	0	0
Sandbukta - Ski	0	0	0	0
Sandbukta - Sarpsborg	3	3	1	9 ¹
Sarpsborg - Kornsjø	3	3	0	3
Totalt	30	30	7	57¹

7 innskrenkninger må fjernes for å framføre lasteprofil NSB K:

- bro ved km 4,92 Loenga - Alnabru (4 innskrenkninger)
- signal ved km. 2,290 (Ski - Loenga)
- signal ved km. 2,314 (Ski - Loenga)
- vegg ved km. 5,907 (Ski - Loenga)

Lavere kontakttrådhøyde enn 4,85 m finnes ved

- km 0,750 (kt = 4,78 m) overgangsbru (Loenga - Alnabru)
- km 1,073 (kt = 4,80 m) overgangsbru (Loenga - Alnabru)
- km 1,096 (kt = 4,82 m) overgangsbru (Loenga - Alnabru)
- km 2,846 (kt = 4,78 m) overgangsbru (Loenga - Alnabru)
- km 3,966 (kt = 4,84 m) overgangsbru (Loenga - Alnabru)
- km 4,954 (kt = 4,74 m) overgangsbru (Loenga - Alnabru)
- km 12,677 (kt = 4,79 m) Mastemyrveien (Oslo S - Ski)
- km 12,720 (kt = 4,80 m) Kolbotn vei (Oslo S - Ski)
- km 24,194 (kt = 4,83 m) Ski st. gangvei (Oslo S - Ski)
- km 12,677 (kt = 4,81 m) Mastemyrveien (Ski - Oslo S)
- km 12,720 (kt = 4,78 m) Kolbotn vei (Ski - Oslo S)
- km 24,194 (kt = 4,79 m) Ski st. gangvei (Ski - Oslo S)
- km 24,200 (kt = 4,80 m) Nordbyvegen (Ski - Oslo S)
- km 72,420 (kt = 4,84 m) Stovner gårdsvei
- km 77,330 (kt = 4,80 m) Strømshaug, Rv 110
- km 104,020 (kt = 4,73 m) Fredheim gårdsvei

Oversikt over innskrenkningene er gitt i vedlegg 1.

¹På strekningen Sandbukta - Moss er det ca. 800 m med sammenhengende kontakttrådhøyde lavere enn 5,0 m. Laveste høyde på strekningen er 4,85 m.

Tabell 8.3
Innskrenkninger Lillestrøm - Trondheim over Dombås

Strekning	Innskrenkninger i		Kl-punkter	
	A-96	A-C	≤ 4,80	≤ 5,00
Lillestrøm - Eidsvoll	0	0	0	5
Eidsvoll - Hamar	2	4	1	7
Hamar - Lillehammer	1	1	0	6
Lillehammer - Dombås	6	6	-	- (1205 m) ²
Dombås - Støren	19	21	-	- (8944 m) ³
Støren - Trondheim	6	6	1	8 (2720 m)
Totalt	34	38	-	-

7 innskrenkninger må fjernes for å framføre lasteprofil NSB K:

- signal ved km. 342,407 i Gråberg tunnel
- utligger ved km. 400,385 i Hesteskrubben tunnel
- utligger ved km. 401,775 i Stølan tunnel
- skjæring ved km. 410,834
- utligger ved km. 451,390
- utligger ved km. 496,183 i Sagflåt tunnel
- hastighetsskilt ved km. 551,435 i Nidareid tunnel

Lavere kontakttrådhøyde enn 4,85 m finnes ved

- km 65,660 (kt = 4,84 m) Hundebittet
- km 67,400 (kt = 4,84 m) Eidsvoll (gml. bru)
- km 75,685 (kt = 4,79 m) Minnesund bru
- km 124,170 (kt = 4,83 m) Tokstad (fylkesvei)
- km 153,557 (kt = 4,84 m) Ringsaker tunnel
- ca. km 240,5 (kt = 4,83 m) Randklev tunnel
- ca. km 551,8 (kt = 4,78 m) Skansen bru

Opplysningene om kontakttrådhøyder på strekningen Kvam - Garli er mangelfulle.

Oversikt over innskrenkningene er gitt i vedlegg 1.

²Gjelder antall m ledning lavere enn 5,0 m på strekningen Lillehammer - Kvam

³Gjelder antall m ledning lavere enn 5,0 m på strekningen Hjerkin - Støren

Tabell 8.4
Innskrenkninger Trondheim - Bodø

Strekning	Innskrenkninger i A-96	Kritiske punkter for NSB K				
		Totalt	Tunnel	Overg.bru	Jernb.bru	Øvrig
Trondheim - Hell	3	0	-	-	-	-
Hell - Grong	134	86	80	4	1	1
Grong - Mo i Rana	115	97	97	-	-	-
Mo i Rana - Bodø	19	14	12	1	-	1
Totalt	371	197	189	5	1	2

Følgende overgangsbruer er for lave:

- km 59.883 Grennemarken
- km 104.343 ved Røra
- km 117.882 Vist
- km 154.766 Valøy
- km 711.769 Hopen

Bru over Steinkjerelva har innskrenkninger i bruoverbygningen flere steder.

Antall meter tunnel med innskrenkning i A-96 er estimert til ca. 2320 m hvorav 1680 m er fjell og 640 m er murt hvelv.

Oversikt over innskrenkningene er gitt i vedlegg 2.

Tabell 8.5
Innskrenkninger Oslo S - Stavanger

Strekning	Innskrenkninger i A-96	Kritiske punkter for NSB K				
		Totalt	Tunnel/ skjæring	Utligger	Jern- b.bru	Øvrig
Oslo S - Drammen	4	1				1
Drammen - Oslo S	9	5		3		2
Drammen - Hokksund	1	0				
Hokksund - Kongsberg	8	2	1			1
Kongsberg - Nordagutu	37	24	12	12		
Nordagutu - Nelaug	28	18	3	13	2	
Nelaug - Kristiansand	7	6		6		
Kristiansand - Stavanger	30	18	3	15		
Totalt	124	74	19	49	2	4

Bru over Bandakkanalen har 2 steder innskrenkninger på begge sider samtidig.

En rekke av utliggerne ligger betydelig inne i A-96. Øvrige innskrenkninger er i hovedsak stasjonsoverbygg.

Antall steder med kontakttråd høyde < 4,80 m = 18 hvorav 15 i tunnel.

Oversikt over innskrenkningene er gitt i vedlegg 3.

Tabell 8.6

Innskrenkninger Alnabru - Roa - Hønefoss og Hokksund - Hønefoss

Strekning	Innskrenkninger i A-96	Kritiske punkter for NSB K				
		Totalt	Tunnel/ skjæring	Utligger	Jern- b.bru	Øvrig
Alnabru - Grefsen	3	2			2	
Grefsen - Roa	18	1	1			
Roa - Hønefoss	9	5		5		
Hokksund - Hønefoss	24	2	1			1
Totalt	51	8	2	5		1

8 innskrenkninger på strekningen Alnabru - Roa - Hønefoss må fjernes for å framføre lasteprofil NSB K:

- sidevanger ved km 1,089 og 1,098 på bru over Gjøvikbanen (Grefsen - Alnabru)
- skjæring ved km 13,767
- utligger ved km 64,242
- utligger ved km 72,098 i Bjellum tunnel
- utligger ved km 83,927 i Hval nordre tunnel
- utligger ved km 84,083 og km 84,109 i Hval søndre tunnel

2 innskrenkninger på strekningen Hokksund - Hønefoss må fjernes for å framføre lasteprofil NSB K:

- skjæring ved km 81,204 - 81,207
- del av tak på bygning ved km 85,282 på Åmot stasjon

Lavere kontakttrådhøyde enn 4,80 m finnes ved:

- km 0,577 (kt = 4,72 m) fra Grefsen mot Alnabru
- km 22,490 (kt = 4,77 m) overgangsbru ved Skogen vokterbolig
- km 52,686 (kt = 4,78 m) Grua tunnel
- km 64,242 (kt = 4,75 m) (Roa - Hønefoss)
- km 76,904 (kt = 4,75 m) (Roa - Hønefoss)
- km 87,301 (kt = 4,77 m) (Roa - Hønefoss)
- km 87,338 (kt = 4,74 m) (Roa - Hønefoss)

Oversikt over innskrenkningene er gitt i vedlegg 4.

Tabell 8.7
Innskrenkninger Hønefoss - Bergen

Strekning	Innskrenkninger i A-85	Innskrenkningenes plassering			
		Tunnel	Overbygg	Skjæring	Øvrig
Hønefoss - Haversting	43	35		6	2
Haversting - Ål	62	55		4	3
Ål - Myrdal	489	420	48	9	12
Myrdal - Voss	295	276	8	8	3
Voss - Bergen	205	183		19	3
Totalt	1094	969	56	46	23

Datagrunnlaget for strekningen Haversting - Bergen er tatt fra utkast til hovedplan minste tverrsnitt A-85 for Bergensbanen. STEFO-bildene som ble tatt noe utover A-85, men ikke tilstrekkelig til å estimere antall innskrenkninger i A-96. Det må forventes at en rekke utliggere i tunnel kommer inn i A-96. På strekningen Hønefoss - Bergen er kontaktråd høyden lavere enn 4,80 m på hele 16,5 km fordelt på tunneler, overbygg, overgangsbroer og på steder i nærheten av slike anlegg. I vedlegg 4 finnes en liste over tunneler og overbygg med antall innskrenkninger og lave kt-høyder. Overgangsbroer med lavere kth enn 4,80 m er:

- km 153,880 Nordre Hei, kth=4,77 m
- km 196,148 Øen, kth=4,68 m
- km 275,878 Haugastøl, kth=4,72 m
- km 286,800 Tunga, kth=4,64 m
- km 344,860 Langevannsoset, kth=4,68 m
- km 379,257 Ygre, kth=4,79 m
- km 386,590 Kvåle Voss, kth=4,78 m
- km 440,440 Vaksdal st., kth=4,78 m
- km 455,331 Romslo, kth=4,70 m

Jernbanebroene Breifoss og Flage har innskrenkninger i A-85 og A-96, men disse er ikke kritiske for fremføring av NSB K.

Tabell 8.8
Innskrenkninger Narvik - Vassijaure

Strekning	Innskrenkningenes plassering og omfang			
	Tunnel/ skjæring	Ut- ligger	Over- bygg	Øvrig
Narvik - Vassijaure	764 m	25 stk	85 m	-

Datagrunnlaget for strekningen Narvik - Vassijaure er tatt fra hovedplan for profilutvidelse for Ofotbanen.

I tillegg til ovenstående tabell anbefaler hovedplanen at 9 overbygg erstattes med nye konstruksjoner. Disse utgjør en samlet lengde på 1500 m. Det forventes kun en moderat økning av antall innskrenkninger hvis minste tverrsnitt A-96 legges til grunn i stedet for A-85.

I vedlegg 1 finnes en liste over tunneler og overbygg med kt-høyder og innskrenkninger for Ofotbanen.

9 Tiltak for fjerning av innskrenkninger

Tabell 9.1
Vanlige tiltak for fjerning av innskrenkninger

Tiltak	I tunnel	På fri linje
baksing/sporjustering	x	x
ballastrensing	x	x
strossing	x	x
strossing for flytting av utligger	x	(x)
skifte utliggertype	x	
strossing/riving av tunnelhvelv	x	
vann- og frostsikring	x	
ombygning/erstatning av snøoverbygg	x	
flytting av skilt/signaler	(x)	x
senking av spor/heving av overgangsbruer		x

9.1 Baksing/sporjustering

Maskinell flytting av sporet basert på målte pilhøyder. Kurvaturen utjevnes forbi innskrenkningen for å unngå ujevnheter i horisontalkurvaturen.

9.2 Ballastrensing

Maskinell fjerning av finstoff i ballasten som kan medføre senking av sporet.

9.3 Strossing

Utvidelse av tverrsnittet i et bergrom eller fjellskjæring ved hjelp av sprengning eller pigging.

9.3.1 Sprengning

Det skilles mellom tre typer tverrsnittsutvidelser ved sprengning:

- bunnstross = forsiktig sprengning av tunnelsåle for å øke tunnelhøyden
- rundstross = utvidelse av hele tunnelkonturen utenom sålen
- hengstross = høydeutvidelse med kontursprengning mellom vederlagene

- sidestross = utvidelse av ønsket side av tverrsnittet

9.3.2 Pigging

Maskinell metode for mindre profilutvidelser som alternativ til sprengning. Benyttes helst ved fjerning av spredte fjellknøler i tunneler eller ved utvidelse av skjæringer hvor det er fjell med dårlig mekanisk styrke. Vanligvis benyttes hydraulisk pigghammer montert på gravemaskin.

9.4 Strossing for flytting av utligger

Sprengning av nisjer for å flytte utliggeren ut av profilet. Det anslås et behov for å strosse ca. 2 lengdemeter pr. nisje.

9.5 Skifte utliggertype

Dagens utligger bygges horisontalt inn fra tunnelveggen, noe som ofte skaper konflikt med minste tverrsnitt. Ved å utvikle en utligger som bygges vertikalt inn fra tunneltaket kan man unngå konflikter med minste tverrsnitt. Byggehøyde (avstand tunneltak - underkant kontakttråd) for en slik utligger vil være ca. 50 cm. Maksimal toghastighet for et slikt system vil ventelig være 140 - 160 km/h.

9.6 Strossing/riving av tunnelhvelv

En rekke tunneler har partier som er utmurt. Dette har ofte blitt gjort der man har hatt problemer under bygging med vanninntrenging eller fjell med dårlig mekanisk styrke. En strossing/riving av et slikt hvelv kan medføre både vann- og frostsikring samt fjellsikringstiltak.

9.7 Vann- og frostsikring

Dette er sikring for å avskjerme vannlekkasjer i tunneler og skjæringer for å hindre dryppskader og isdannelser innenfor minste tverrsnitt. Tiltaket kan være nødvendig i forbindelse med strossing eller fjerning av tunnelhvelv.

9.7.1 Tunneler

I tunneler anvendes følgende metoder:

- kontaktstøpt betonghvelv med membran
- prefabrikerte betonghvelv
- PE-skumplater

Kontaktstøp brukes der det er behov for tung fjellsikring i tillegg til avskjerming av vannlekkasjer. Metoden er aktuell ved strossing gjennom mektige vannførende svakhetssoner.

Prefabrikerte betonghvelv ivaretar både fjellsikring og vannisolering. Betongelementene kan leveres som forholdsvis slanke konstruksjoner som krever liten del av tverrsnittet.

PE-skumplater (polyetylen) er et ekspandert celleplastmateriale som brukes til vann- og frostsikring. Platenes størrelse er normalt ca. 6 m x 2,75 m og har en tykkelse på ca. 50 mm. Platene er godt egnet til punktisolering, dvs. vannisolering av enkeltpunkter hvor noen få plater er tilstrekkelig for å hindre drypp i skinnegangen.

9.7.2 Skjæringer

Vann- og frostsikring av skjæringer utføres mest effektivt ved å avskjære vannsiget ovenfor skjæringstoppen og føre vannet i kontrollerte former ned i linjegrøften. Dette utføres ved å etablere eller oppgradere eksisterende overvannsgrøfter. Når de geologiske eller topografiske forholdene ikke ligger til rette for slike tiltak, er montering av isnett/steinsprangnett en brukbar løsning. Dette krever imidlertid ytterligere profilutvidelse.

9.8 Ombygging/erstatning av snøoverbygg

Snøoverbygg som danner innskrenkninger i minste tverrsnitt må enten erstattes eller ombygges. For å avgjøre hvilket tiltak som skal anvendes er avhengig av kvaliteten på selve konstruksjonen (takplater, kledning, fundamenter etc.), forventet restlevetid/vedlikeholdsbehov samt omfanget av innskrenkningene.

9.9 Flytting av skilt/signaler

Flytting av konstruksjoner som danner innskrenkninger i minste tverrsnitt vurderes enkeltvis. Skilt og signaler bør vurderes flyttet langs sporet pga. gitte siktkrav.

9.10 Senking av spor/heving av overgangsbruer

I forbindelse med lav kt-høyde under overgangsbruer vurderes flg. tiltak:

- heving av bru
- bygge ny bru, evt. endre spennkonstruksjon
- senke sporet
- heve kontaktråden (justering, ombygging)

Hvilket tiltak som velges avgjøres pga. stedlige forhold.

10 Kostnader

For tiltakene nevnt i avsnitt 9 er det anslått følgende enhetskostnader:

Tabell 10.1
Enhetskostnader for tiltak (kr)

Tiltak	Enhet	L	N	H
baksing/sporjustering	lm	50	100	200
ballastrensing	lm	500	600	900
bunnstross ⁴	lm	4000	10000	20000
rundstross ⁵	lm	5000	10000	25000
hengstross ⁵	lm	4000	8000	15000
sidestross	lm	2000	4000	7000
pigging	m ² /stk	2000	4000	6000
strossing for flytting av utligger ⁶	stk	8000	10000	15000
skifte utliggertype	stk	3000	5000	8000
strossing/riving av tunnelhvelv ⁷	lm	10000	50000	100000
vann- og frostsikring	lm	3000	5000	10000
ombygging/erstatning av snøoverbygg ⁸	lm	8000	20000	35000
flytting av skilt/signaler	stk	2000	10000	20000
heving av overgangsbru	stk	200000	400000	600000
bygge ny overgangsbru	stk	500000	2000000	5000000
senke sporet under overgangsbru	stk	300000	400000	500000
heving av kontakttråden under overg.bru	stk	5000	10000	50000

Kostnadene er satt opp etter samme prinsipper som prosesskodene anvender. Nivåene lav (L), normal (N) og høy (H) er ment å ivareta stedlige forhold som tilgjengelighet, omfang, effektiv skiftlengde etc.

⁴inkl. sporring, sporbygging, forarbeider, pukksupplering og tilpasning av vertikalkurvaturen

⁵inkl. ballastrensing, betinger togpassering av seksjon uten kontaktledning

⁶anslått behov for ca. 2 lm nisje pr. utligger

⁷L tilsvarer strossing, N og H tilsvarer riving inkl. sikringsarbeider

⁸L tilsvarer ombygging, N og H tilsvarer erstatning

11 Banevise kostnadsestimater

Utfra enhetspriser og oversikten over innskrenkninger i minste tverrsnitt kan man anslå kostnaden for å oppgradere minste tverrsnitt til A-96/A-C for de enkelte baner. Anslaget blir grovt på grunn av usikkerheten i grunnlagsdataene. Kostnadene for de ulike tverrsnittsalternativene forutsetter fjerning av de innskrenkninger som er kritiske for framføring av lasteprofilene NSB K og UIC GC.

Strekning	A-96	A-C
Alnabru - Charlottenberg	< 1 mill.	< 1 mill.
Alnabru - Kornsjø	2 - 3 mill.	5 - 10 mill.
Lillestrøm - Trondheim over Dombås	< 1 mill.	ikke vurdert
Trondheim - Bodø	30 - 50 mill.	ikke vurdert
Oslo S - Stavanger	5 - 10 mill.	ikke vurdert
Alnabru - Bergen	50 - 250 mill. ⁹	ikke vurdert
Narvik - Vassijaure	15 - 30 mill.	50 - 70 mill.

For å opparbeide større nøyaktighet av kostnadene kreves nye profilmålinger for alle strekningene. På bakgrunn av disse resultatene bør det utarbeides separate hovedplaner for de aktuelle minste tverrsnitt for de ulike baner.

⁹Det store kostnadsintervallet beror på hvilke tiltak som velges for de lave tunnelene. Ved å utvikle en ny utligger kan man redusere behovet for strossing vesentlig.