1 HENSIKT OG OMFANG 2
2 PROFILER 3
2.1 Profiler for enkeltspor 3
2.2 Profiler for dobbeltspor 4
2.3 Profiler på hardt underlag 7
2.4 Profiler i skarpe kurver 9
3 BALLASTPUKK 10
3.1 Krav 10
4 BALLASTMATTER MOT STRUKTURLYD 11

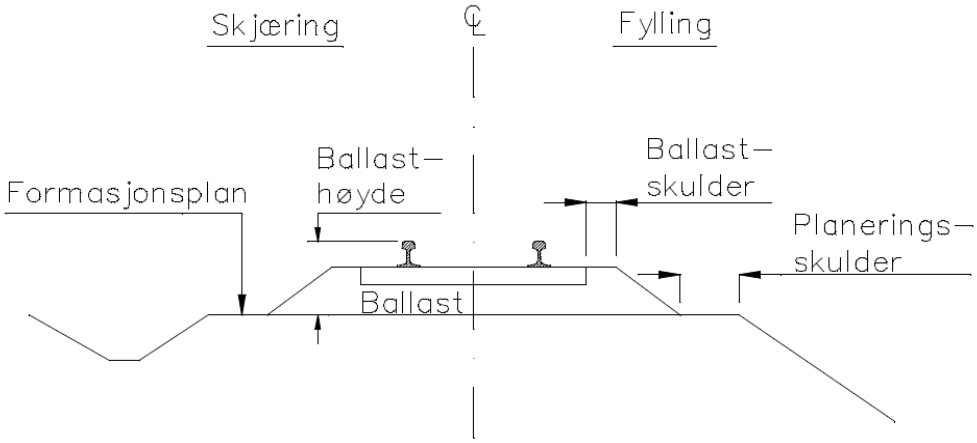
1 HENSIKT OG OMFANG

Kapitlet omfatter krav til ballastprofil, ballastmateriale og ballastmatter

Ballasten skal overføre kreftene (horisontale og vertikale) fra svillene til underbygningen. Ballasten må ha tilstrekkelig tykkelse for å unngå for store ballastspenninger som kan føre til knusing av ballastmateriale og sviller, og for store spenninger på underbygningen.

Dessuten stilles det krav til materialet i form av fraksjonering, kornform og renhet, samt over- og understørrelser, slite- og slagstyrke.

Figur 10.1 viser konstruksjonsprinsippet for oppbyggingen av ballastprofilet ved fylling og skjæring ved JBV. Formasjonsplanet er planet mellom overbygningen og underbygningen.



Figur 10.1 Prinsippskisse

2 PROFILER

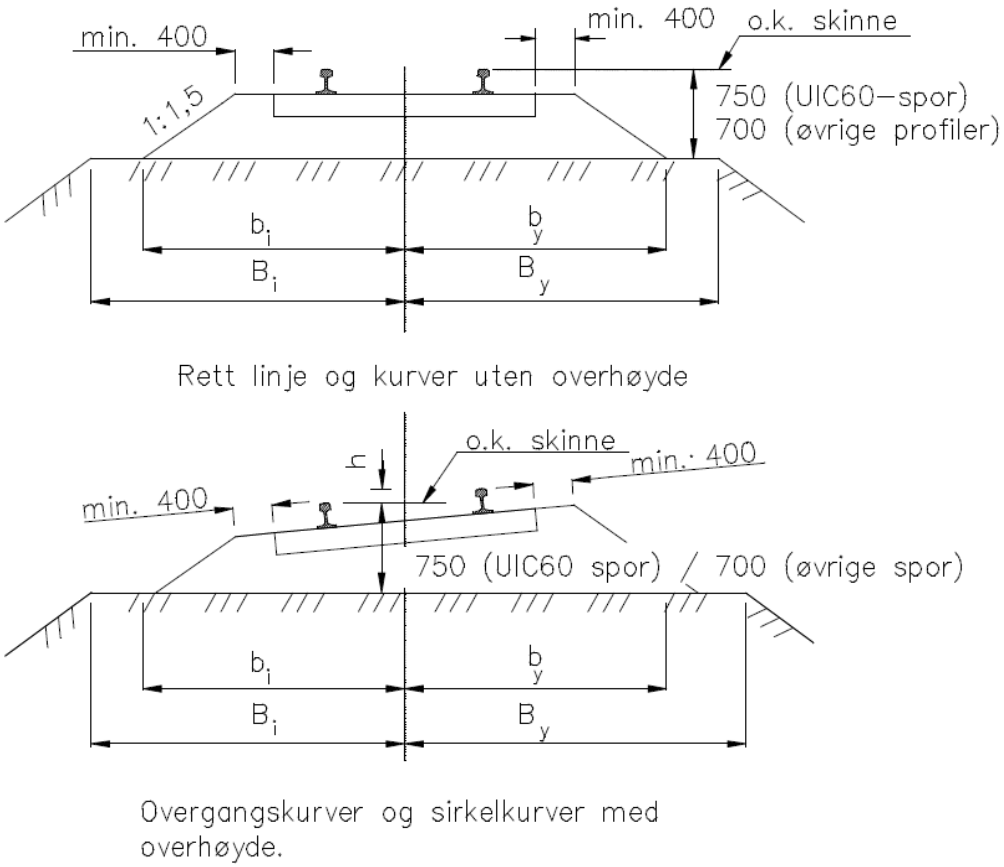
2.1 Profiler for enkeltspor

Figur 10.2 viser standard ballastprofil som gjelder for enkeltspor.

For tunneler og hardt underlag gjelder spesielle profiler som er vist i avsnitt 2.3. For kurver med radius < 500 m (tresviller) / 400 m (betongsviller) gjelder spesielle profiler som er vist i avsnitt 2.5.

Nødvendig planeringsbredde for enkeltspor er avhengig av svilletypen og er vist i følgende tabeller:

Spor med betongsville NSB95/NSB93 og nye spor generelt:	Tabell 10.1
Eksisterende spor med betongsville NSB90/NSB enhetssville (l = 2400 mm):	Tabell 10.2
Eksisterende spor med betongsville type 2 (l = 2300 mm):	Tabell 10.3
Eksisterende spor med tresviller (l= 2500 mm):	Tabell 10.4



Figur 10.2 Ballastprofil for enkeltspor

Tabell 10.1 Planeringsbredder spor med NSB 95/NSB 93 og nye spor generelt

Sporets overhøyde h	b_i	b_y	B_i	B_y
0 mm	2575 mm	2575 mm	3500 mm	3500 mm
50 mm	2535 mm	2695 mm	3500 mm	3500 mm
100 mm	2495 mm	2815 mm	3500 mm	3500 mm
150 mm	2455 mm	2935 mm	3500 mm	3500 mm

Tabell 10.2 Planeringsbredder for eksisterende spor med NSB 90 og NSB enhetssville

Sporets overhøyde h	B_i	b_y	B_i	B_y
0 mm	2350 mm	2350 mm	3000 mm	3000 mm
50 mm	2310 mm	2470 mm	3000 mm	3000 mm
100 mm	2270 mm	2590 mm	3000 mm	3250 mm
150 mm	2230 mm	2710 mm	3000 mm	3250 mm

Tabell 10.3 Planeringsbredder for eksisterende spor med betongsviller type 2

Sporets overhøyde h	B_i	b_y	B_i	B_y
0 mm	2300 mm	2300 mm	3000 mm	3000 mm
50 mm	2270 mm	2420 mm	3000 mm	3000 mm
100 mm	2230 mm	2530 mm	3000 mm	3250 mm
150 mm	2190 mm	2650 mm	3000 mm	3250 mm

Tabell 10.4 Planeringsbredder for eksisterende spor med tresviller

Sporets overhøyde h	b_i	b_y	B_i	B_y
0 mm	2400 mm	2400 mm	3000 mm	3000 mm
50 mm	2360 mm	2520 mm	3000 mm	3000 mm
100 mm	2310 mm	2640 mm	3000 mm	3250 mm
150 mm	2270 mm	2760 mm	3000 mm	3250 mm

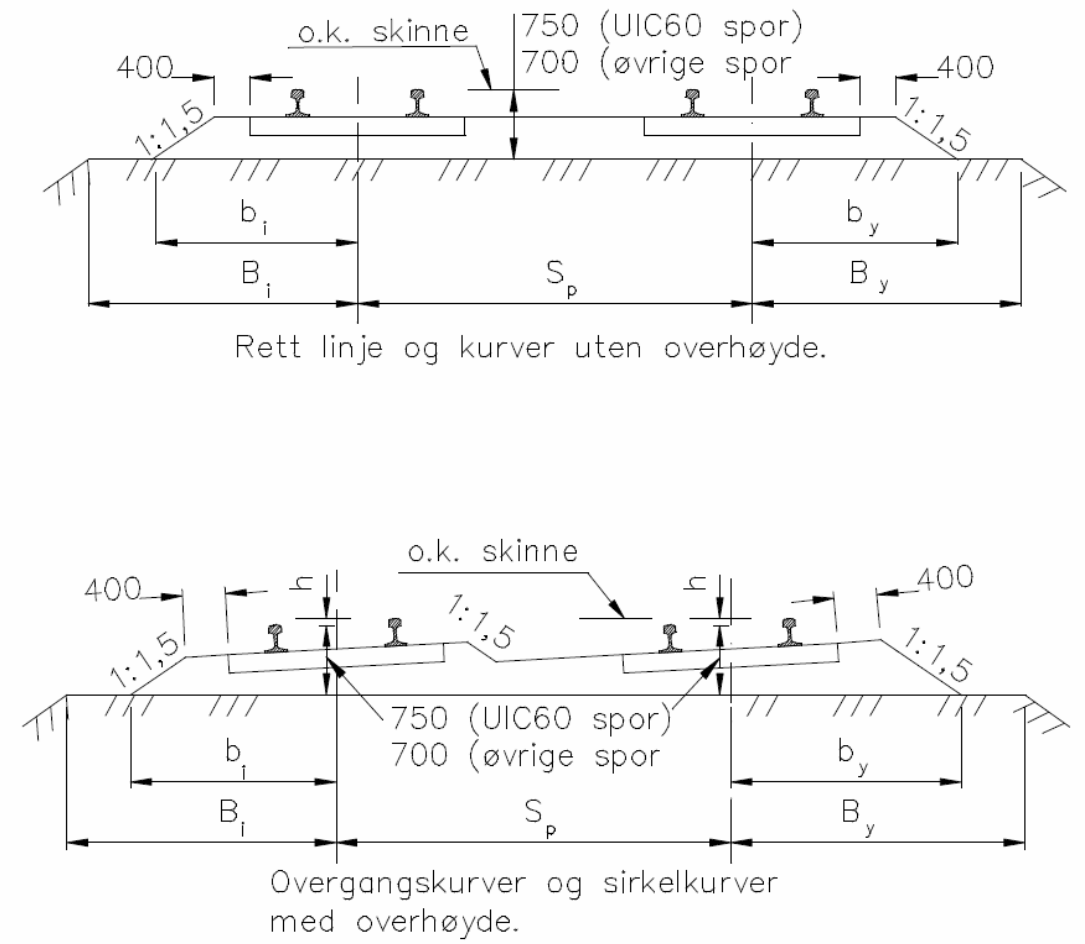
2.2 Profiler for dobbeltspor

Figur 10.3 viser standard ballastprofil som gjelder for dobbeltspor.

For tunneler og hardt underlag gjelder spesielle profiler som er vist i avsnitt 2.3. For kurver med radius < 500 m (tresviller) / 400 m (betongsviller) gjelder spesielle profiler som er vist i avsnitt 2.5.

Nødvendige planeringsbredder for dobbeltspor er avhengig av svilletypen og er vist i følgende tabeller:

Spor med betongsville NSB 95/NSB93 (l= 2600 mm) og nye spor generelt: Tabell 10.5
Eksisterende spor med betongsville NSB90 og NSB enhetssville, (l = 2400 mm): Tabell 10.6
Eksisterende spor med betongsville type 2 (l = 2300 mm): Tabell 10.7
Eksisterende spor med tresviller (l= 2500 mm): Tabell 10.8



Figur 10.3 *Ballastprofil for dobbeltspor*

Tabell 10.5 *Planeringsbredder for dobbeltspor med NSB 95/NSB93 og nye spor generelt*

Sporets overhøyde h	bi	by	Bi	Sp	By
0 mm	2575 mm	2575 mm	3500 mm	4400 mm	3500 mm
50 mm	2535 mm	2695 mm	3500 mm	4400 mm	3500 mm
100 mm	2495 mm	2815 mm	3500 mm	4400 mm	3500 mm
150 mm	2455 mm	2935 mm	3500 mm	4400 mm	3500 mm

Tabell 10.6 *Planeringsbredder for eksisterende dobbeltspor med NSB90 og NSB enhetssville*

Sporets overhøyde h	bi	by	Bi	Sp	By
0 mm	2350 mm	2350 mm	3000 mm	4250 mm	3000 mm
50 mm	2310 mm	2470 mm	3000 mm	4250 mm	3000 mm
100 mm	2270 mm	2590 mm	3000 mm	4250 mm	3250 mm
150 mm	2230 mm	2710 mm	3000 mm	4250 mm	3250 mm

Tabell 10.7 Planeringsbredder for eksisterende dobbeltspor med betongsville type 2

Sporets overhøyde h	bi	by	Bi	Sp	By
0 mm	2300 mm	2300 mm	3000 mm	4250 mm	3000 mm
50 mm	2270 mm	2420 mm	3000 mm	4250 mm	3000 mm
100 mm	2230 mm	2530 mm	3000 mm	4250 mm	3250 mm
150 mm	2190 mm	2650 mm	3000 mm	4250 mm	3250 mm

Tabell 10.8 Planeringsbredder for eksisterende dobbeltspor med tresviller

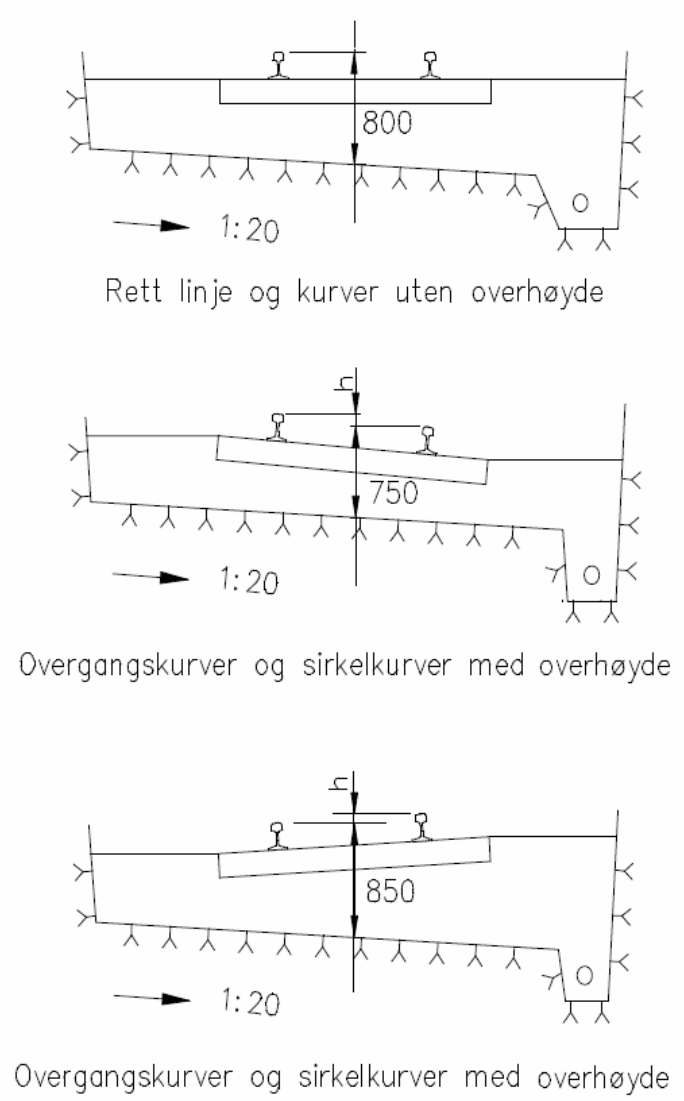
Sporets overhøyde h	b_i	b_y	B_i	Sp	B_y
0 mm	2400 mm	2400 mm	3000 mm	4250 mm	3000 mm
50 mm	2360 mm	2520 mm	3000 mm	4250 mm	3000 mm
100 mm	2310 mm	2640 mm	3000 mm	4250 mm	3250 mm
150 mm	2270 mm	2760 mm	3000 mm	4250 mm	3250 mm

Tabellverdiene gjelder for den frie linje på rett linje og i kurver med radius 250 m. I kurver med radius < 250 m settes Sp = (3950 + 75/R) mm.

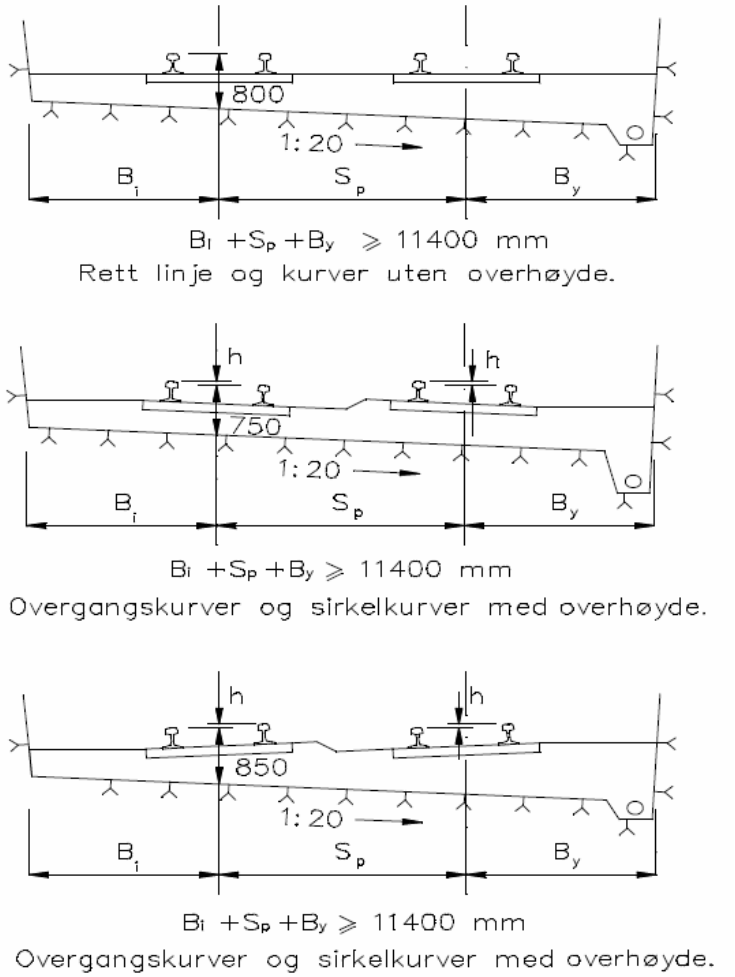
2.3 Profiler på hardt underlag

På hardt underlag må ballasthøyden økes. Figur 10.4 viser ballastprofil for enkeltspor på hardt underlag. Figur 10.5 viser ballastprofil for dobbeltspor i tunneler og på hardt underlag. Profiler for hardt underlag skal benyttes i følgende tilfeller:

- Tunneler
- Skjæringer i fjell
- Konstruksjoner (Bru, kulvert o.l)



Figur 10.4 Ballastprofil på enkeltspor på hardt underlag



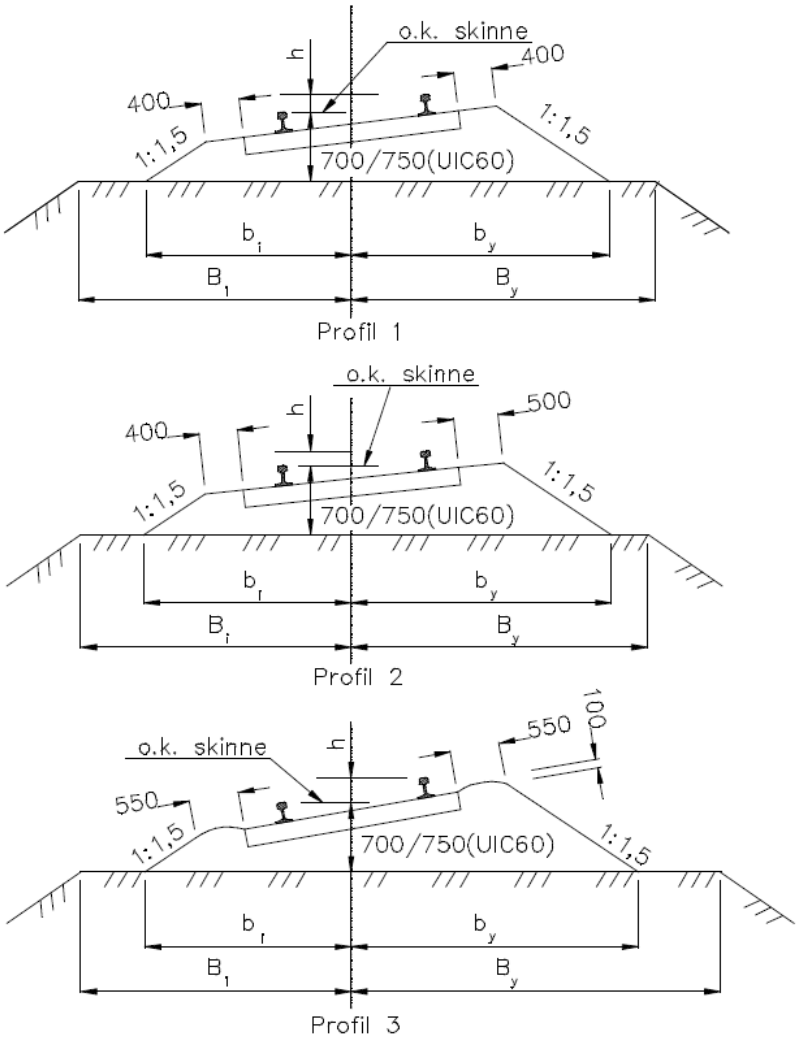
Figur 10.5 Ballastprofil for dobbeltspor på hardt underlag

2.4 Ballastprofiler for hastighet over 200km/h

Ballastprofiler vist i avsnitt 2.1, 2.2 og 2.3 gjelder for spor med strekningshastighet til og med 200 km/h. For spor som prosjekteres med strekningshastighet over 200 km/h skal ballasthøyden økes med 50 mm i forhold til profilene i avsnitt 2.1, 2.2 og 2.3.

2.5 Profiler i skarpe kurver

For kurver med mindre radius enn 500 m for tresviller og 400 m for betongsviller økes skulderbreddene som vist i figur 10.6 og tabell 10.9.



Figur 10.6 Ballastprofil i skarpe kurver

Tabell 10.9 Ballastprofil i skarpe kurver

Spor med tresviller	**Spor med betongsviller**	**Helsveist eller lasket spor med skinne-lengder > 30 m.**	**Lasket spor med skinnelengder inntil 30 m.**
Rettlinje og radier > 500 m	Rettlinje og radier > 400 m	Profil 1	Profil 1
Radier 499-400 m	Radier 399-300 m	Profil 2	Profil 1
Radier 399-300 m	Radier 299-250 m	Profil 3	Profil 1
Radier < 300 m	Radier < 250 m	ikke tillatt	Profil 1

3 BALLASTPUKK

3.1 Krav

Det stilles krav til ny ballastpukk i henhold til NS-EN 13450 og SFTs Veiledning 99:01a. Det vises også til Jernbaneverkets spesifikasjon for ballastpukk. Tabell 10.10 oppsummerer de geometriske og fysiske kravene, mens Tabell 10.11 oppsummerer de kjemiske kravene.

Tabell 10.10 Geometriske og fysiske krav til ballastpukk

Materialegenskap	**Krav**	**Referanse**
Knuste overflater	100 % av flatene fra knusing	NS-EN 13450, pkt. 3.2
Nominell kornstørrelse	D = 63 mm, d = 31,5	NS-EN 13450, pkt. 6.2
Gradering	Kategori E, unntaksvis A [1]	NS-EN 13450, pkt. 6.3
Finkorn	Kategori A	NS-EN 13450, pkt. 6.4
Formindeks	Kategori SI_{20}	NS-EN 13450, pkt. 6.6.2
Motstand mot knusing	Kategori LA_{RB} 24	NS-EN 13450, pkt. 7.2, tabell 7
Motstand mot slitasje	Kategori M_{DE} RB 15	NS-EN 13450, pkt. 7.3
Sonnenbrand	Undersøkes hvis kjent fra før	NS-EN 13450, pkt. 7.5

[1] For Ofotbanen kan gradering være i kategori A (31,5 – 50 mm) ihht. NS-EN 13450. Begrunnelsen er liten ballasttykkelse og hardt underlag.

Nominell fraksjon skal være 31,5-63 mm for pukk i hovedspor.

På driftsbanegårder tillates et topplag med dybde opp til 15 cm med fraksjonen 16-22 mm. Under topplaget skal fraksjonen være 31,5-63 mm.

Tabell 10.11 Kjemiske krav til ballastpukk

Komponent	**Krav til maks. innhold**	**Referanse**
Arsen	2 mg/kg	SFT Veiledning 99:01a
Krom	25 mg/kg	SFT Veiledning 99:01a
Kobber	100 mg/kg	SFT Veiledning 99:01a
Nikkel	50 mg/kg	SFT Veiledning 99:01a
Bly	60 mg/kg	SFT Veiledning 99:01a
Sink	100 mg/kg	SFT Veiledning 99:01a
PAH [1]	2 mg/kg	SFT Veiledning 99:01a

[1] Ikke nødvendig å teste for innhold av PAH i ny ballast. Kun aktuelt for gjenbrukt ballast.

Kravene til kjemiske bestanddeler fra SFT er for tiden (2008) under revisjon, og forslaget til ny veileder slakker noe på kravene i forholdt til verdiene i Tabell 10.11.

På baner med lav trafikk, sidespor, togspor på stasjoner og øvrige spor, kan kravene til jernbanepukken reduseres. Kravene skal vurderes for hvert enkelt tilfelle iht. den aktuelle driftssituasjon (trafikkmengde, hastighet, trafikksammensetning).

4 BALLASTMATTER MOT STRUKTURLYD

Omfang av strukturlyd og vibrasjoner ved fremføring av det rullende materiell er avhengig av grunnforhold.

Vibrasjoner oppstår i hovedsak når både bygning og bane er lagt på løsmasse og er spesielt fremtredende der grunnen består av bløt leire eller vannmettet silt.

Strukturlyd oppstår i hovedsak når
- bygning og bane er fundamentert til fjell
- bygning er lagt på løsmasse og bane er fundamentert til fjell
- bygning er lagt på faste løsmasser som hard morene, hard tørrskorpe eller en teleskorpe selv om grunnen ellers er bløt

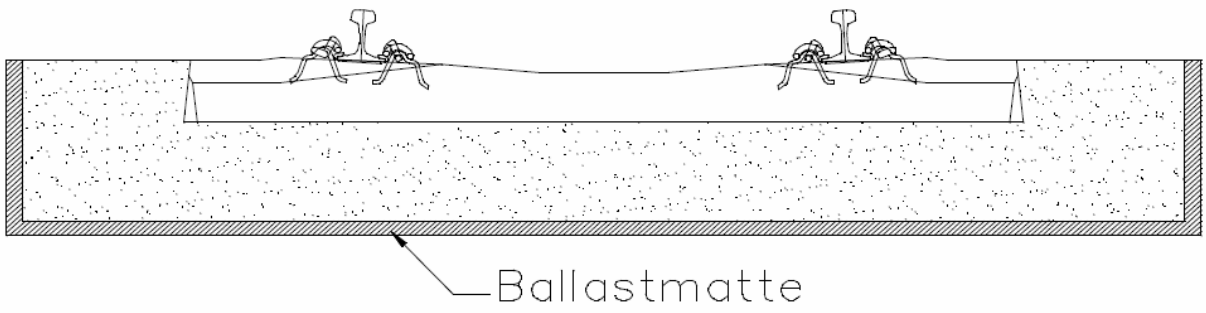
For å dempe strukturlyden er det nødvendig å konstruere spor med mindre stivhet og større elastisitet. For bane fundamentert til fjell eller på betongkonstruksjon (f.eks. bruer) kan det benyttes ballastmatter lagt på et avrettingslag av betong i formasjonsplanet (fig 10.7). Evt. kan mattene limes til svillenes underside (fig 10.8).

Godkjente mattetyper er
- Sylomer ballastmatter
- Tiflex Trackelast ballastmatter
- Clouth ballastmatter

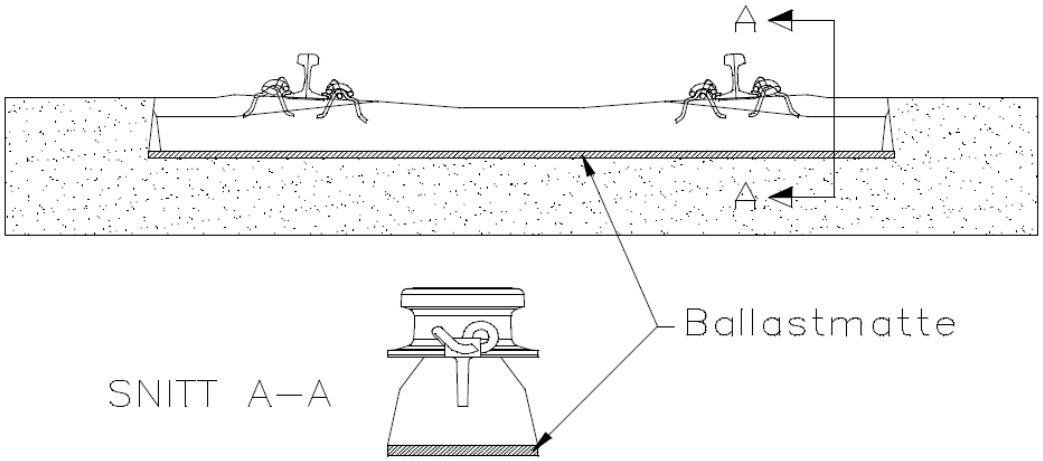
For å ivareta de jernbanetekniske krav til sikker fremføring må mattene ha en minste stivhet uttrykt ved den statiske stivhet, $C_{STAT.}$ som funksjon av aksellast og hastighet etter tabell 10.12

Tabell 10.12 Krav til statisk stivhet for ballastmatter

Aksellast (kN)	Hastighet (km/h)	C_{STAT} (N/mm^3)
≤ 160	v ≤ 120	≥ 0,02
> 160	v ≤ 120	≥ 0,03
	120 < v ≤ 200	≥ 0,06
	v ≥ 200	≥ 0,10



Figur 10.7 Ballastmatte i formasjonsplanet



Figur 10.8 *Ballastmatte under sville*