

banedanmark



Udgivet: 01.04.2016
Godkendt: 09.02.2016
Journalnummer: 13-00109
Antal sider i alt: 38

Overordnet ansvar:
Ansvar for indhold:
Ansvar for fremstilling:

Pernille M Jøndrup
Bo Nielsen
Mai Emcken

Tværfiler for ballasteret spor

Banenorm BN1-6-6



INDHOLD

1.	INDLEDNING	4
2.	IKRAFTTRÆDEN	4
3.	OVERGANGSBESTEMMELSER	4
4.	REFERENCER	5
5.	DEFINITIONER	7
6.	DESKRIPTORER	10
7.	ANVENDELSESOMRÅDE	10
8.	DISPENSATION	11
9.	HISTORIK	12
10.	BN1, SIKKERHEDSMÆSSIGE KRAV	13
10.1	Funktionsmæssige krav	13
10.2	Tekniske krav	13
10.2.1	Minimumskrav for eksisterende tværprofiler	13
10.2.2	Minimumskrav i forbindelse med midlertidige udgravninger i banens tværprofil	16
10.2.3	Minimumskrav i forbindelse med større ombygninger, opgraderinger og nyanlæg	17
10.2.4	Minimumskrav i forbindelse med brorenovering	20
10.2.5	Ballastmætter	20
11.	BN2, VEDLIGEHOLDELSE	22



12.	BN2, STØRRE OMBYGNINGER	24
13.	BN2, OPGRADERING	29
13.1	Hastighedsforøgelse	29
13.2	Forøgelse af aksellast	29
14.	BN2, BRORENOVERING	30
15.	BN2, NYANLÆG	31
15.1	Etablering af ny banetracé	31
15.2	Udbygning af banetracé langs eksisterende spor	35
16.	BN3, VEJLEDNING I VALG AF OVERBYGNINGSTYPE OG TVÆRPROFIL	37
17.	BILAG	38
17.1	Bilag 1 Illustration af tværprofil for enkeltsporet bane. (Informativt)	38



1. INDLEDNING

Det er formålet med Banenormen at sikre den nødvendige og tilstrækkelige sikkerhed og funktionalitet af banens tværprofil såvel for eksisterende sporanlæg som for nye sporanlæg.

Banenormen indeholder krav til banens tværprofil for eksisterende anlæg, i forbindelse med vedligeholdelse, ved større ombygninger, ved opgradering, ved brorenovering samt ved ny-anlæg.

Banenormen er udarbejdet i henhold til Banenorm BN2-1-1 "Struktur, udseende og udvikling af Banenormer", Banedanmark, hvori normniveauerne BN1, BN2 og BN3 er defineret.

Det skal specielt bemærkes, at BN1-krav er minimumskrav, og at der som regel er fastsat skærpede BN2-krav. Disse BN2-krav skal generelt overholdes, mens BN1-krav alene må anvendes efter tilladelse i henhold til afsnit 8.

Udgivet af:

Banedanmark
Amerika Plads 15
2100 København Ø

Fordeling:

Banenormen er tilgængelig på
Banedanmarks hjemmeside
www.bane.dk/Erhverv

2. IKRAFTTRÆDEN

Banenormen træder i kraft ved udgivelsen og erstatter følgende normer:

- Banenorm BN1-6-5 "Tværprofiler for ballasteret spor", udgivet d. 01.03.2014, Banedanmark.

3. OVERGANGSBESTEMMELSER

Der gælder ingen overgangsbestemmelser for denne Banenorm.



4. REFERENCER

Nogle steder henviser Banenormen til andre bestemmelser. Enten skrives [bestemmelsens navn] eller en reference [referencenr.]. Betydningen af referencen kan læses nedenfor. Hvis der ikke er nævnt andet, gælder sidst udsendte version af det dokument, der henvises til.

Kommende normer er angivet i parentes (rund). Referencer til kommende normer er først gyldige, når pågældende norm er trådt i kraft.

Med mindre andet er nævnt gælder, at referencer er normative på BN1- eller BN2-niveau afhængig af den sammenhæng, de optræder i.

- [1] Banenorm BN1-38 "Sporbeliggenhedskontrol og sporkvalitetsnormer", Banedanmark.
- [2] Banenorm BN1-59 "Belastnings- og beregningsforskrift for sporbærende broer og jordkonstruktioner", Banedanmark.
- [3] Banenorm BN1-105 "FKI Fjernbanens Kørestrømsinstruks", Banedanmark.
- [4] Banenorm BN1-106 "SKI S-banens Kørestrømsinstruks", Banedanmark.
- [5] Banenorm BN2-4 "Ballastlaget, vedligeholdelse og fornyelse", Banedanmark.
- [6] Sporregler 1987, Banedanmark.
- [7] Banenorm BN2-5 "Ballast- og jordprøvetagning i sporkassen", Banedanmark.
- [8] Banenorm BN2-19 "Ballast og underballast. Materialekrav", Banedanmark.
- [9] Banenorm BN1-11 "Afvanding af sporarealer", Banedanmark.
- [10] Banenorm BN1-13 "Ledningsanlæg på Banedanmarks arealer", Banedanmark.
- [11] Banenorm BN2-93 "Absolut beliggenhed og fast afmærkning af sporets tracé", Banedanmark.
- [12] TM nr. 62 / 01.03.2014 "Geotekniske regler knyttet til tværprofiler for ballasteret spor", Banedanmark. (Fremtidig Banenorm BN1-185 "Underbygning. Krav til beliggenhed", Banedanmark.)
- [13] TM nr. 62 / 01.03.2014 "Geotekniske regler knyttet til tværprofiler for ballasteret spor", Banedanmark. (Fremtidig Banenorm BN1-188 "Beregningsforskrift for underbygninger, skråninger og jordkonstruktioner", Banedanmark.)
- [14] TM nr. 63 / 01.03.2014 "Afstivning af spor", Banedanmark. (Fremtidig revideret Banenorm BN1-59 "Belastnings- og beregningsforskrift for sporbærende broer og jordkonstruktioner", Banedanmark.)
- [15] Banenorm BN1-154 "Sporafstand og frispormærker", Banedanmark.
- [16] Vejregler: "Udbuds- og anlægfsforskrifter. Stabilt grus. Almindelig arbejdsbeskrivelse (AAB)", version af 28.11.2003, Vejdirektoratet, Vejregelrådet.
- [17] Vejregler: "Udbuds- og anlægfsforskrifter. Bundsikring af sand og grus. Almindelig arbejdsbeskrivelse (AAB)", version af 28.11.2003, Vejdirektoratet, Vejregelrådet.

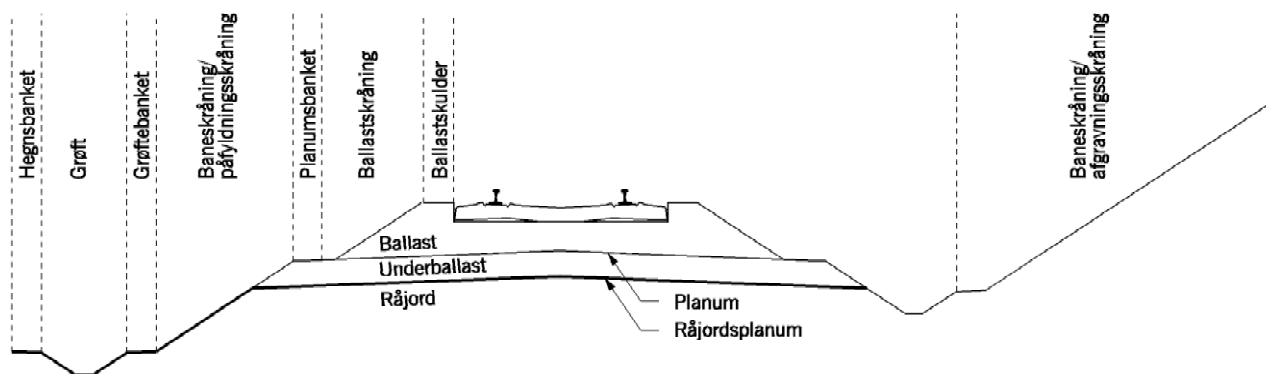


- [18] DS/EN 14363:2005 "Railway applications – Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles – Testing of running behaviour and stationary tests", CEN.
- [19] Banenorm BN1-66 "Langskinnesor. Spændingsudligning og indgreb i spændingsudlignet spor", Banedanmark.
- [20] DIN 45673-5:2010 "Mechanische Schwingungen – Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen – Teil 5: Labor-Prüfverfahren für Unterschottermatten", Deutsches Institut für Normung.
- [21] Sikkerhedsreglement (SR), Banedanmark.

5. DEFINITIONER

I Banenormen gælder følgende definitioner:

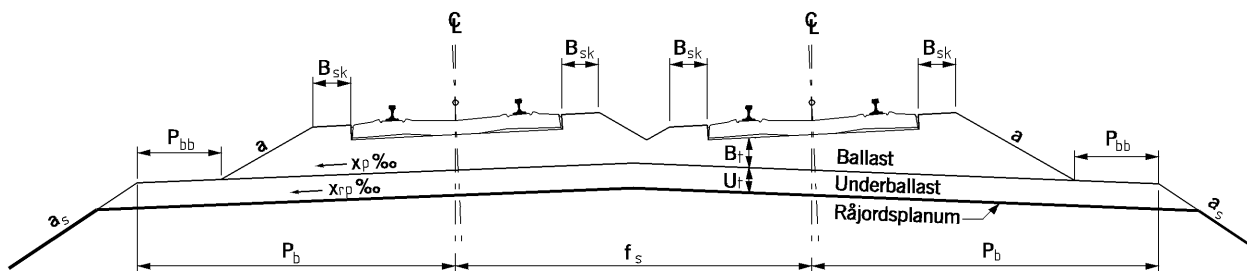
Nr.	Betegnelse	Definition
5.01	Anlæg af skråning	Skråningens projektion på vandret akse divideret med skråningens projektion på lodret akse.
5.02	Ballast	Betegnelse for den del af et tværprofil, som svellerne er placeret i. Ballasten består af skærver eller grus.
5.03	Ballastmåtte	Måtte af elastisk materiale, som kan placeres nederst i ballastlaget med henblik på at øge elasticiteten i ballastlaget.
5.04	Baneskråning	Dæmningsskråning/påfyldningsskråning eller afgravningsskråning.
5.05	Hovedspor	Det eller de spor, der forbinder to nabostationer.
5.06	Nyanlæg	Udførelse af ny banetracé eller udbygning af eksisterende banetracé.
5.07	Opgradering	Betegnelse for hastighedsforøgelse eller forøgelse af aksellasten.
5.08	Overbygning	Den del af tværprofilet, hvis underste begrænsning er råjordsplanum. Overbygningen består af underballast, ballast, sveller, skinner og befæstelsesdele.
5.09	Planum	Overkant af underballast.
5.10	Råjordsplanum	Grænsen mellem underballast og den underliggende råjord.
5.11	Sidespor	Spor, der ikke er hoved- eller togvejsspor.
5.12	Større ombygning	Fornyelse eller rensning af skærvelag undtagen i forbindelse med brorenoveringsopgaver, fornyelse af underballastlag, svelleudveksling med udstrækning større end 100 m, fornyelse af hele sporkonstruktionen eller sporsænkning.
5.13	Togvejsspor	De spor på en station, hvorfra henholdsvis hvortil der kan stilles signal for ind-, ud- eller gennemkørsel.
5.14	Underballast	Betegnelse for den del af et tværprofil, som ligger umiddelbart under ballastlaget. Underballasten består typisk af grus.
5.15	Underbygning	Jordlegeme, hvis øverste begrænsning er råjordsplanum.
5.16	Uroligt spor	Lokaliteter, hvor der er behov for midlertidige hastighedsnedsættelser eller sporjusteringer flere gange inden for 1 år for at overholde grænseværdierne i fejlklasse Max iht. [1].



Figur 5-1. Principtegning for tværprofil med betegnelser

I Banenormen gælder følgende symboler:

Symbol	Definition
A	Maksimal statisk aksellast i sporet [ton].
a	Anlæg af ballastskråning i forhold til vandret.
as	Anlæg af baneskråning i forhold til vandret.
B _{sk}	Ballastskulderens bredde målt fra oversiden af svelleende til ballastens øverste skråningskant parallelt med SO-planet [m].
B _t	Ballastlagets tykkelse under svelleunderside målt i et lodret snit under den af de to skinnestreng, hvor tykkelsen er mindst [m].
f _s	Sporafstand [m].
h	Højde af ballastskulder over svelleoverkant [m].
L	Længde af svelle [mm].
P _b	Planumsbredde [m].
P _{bb}	Planumsbanketbredde [m].
T	Bruttotonbelastning [bruttoton togvægt].
U _t	Underballastens tykkelse [m].
V	Maksimal hastighed i sporet [km/h].
X _p	Hældning af planum [o/oo].
X _{rp}	Hældning af råjordsplanum [o/oo].



Figur 5-2. Principtegning for tværprofil med symboler

6. DESKRIPTORER

Afgravning, afvanding, aksellast, ballast, ballastrensning, ballastskulder, ballastskærver, bro, brorenovering, dæmning, frost, hastighedsforøgelse, nyanlæg, opgradering, planum, planumsbanket, sideforskydningsmodstand, skråning, skærver, spor, sporfornyelse, sporombygning, sporskifte, sporsænkning, større ombygning, svelleudveksling, tværprofil, udgravning, underballast, vedligeholdelse.

7. ANVENDELSESOMRÅDE

Banenormen gælder for alle i drift værende spor under Banedanmarks ansvar som infrastrukturforvalter, hvor der tillades følgende kombinationer af hastighed samt aksellast:

- Hastighed $V \leq 100$ km/h samt aksellast $A \leq 25,0$ tons.
- Hastighed $100 < V \leq 250$ km/h samt aksellast $A \leq 22,5$ tons.

Banenormen er gældende for spor konstruktioner, hvor der anvendes træsveller med længde på 2600 mm eller betonsveller med længde på mindst 2200 mm og maksimalt 2600 mm eller stålsveller. Banenormen er endvidere gældende for sporskifter med træ- eller betonsveller med længde på mindst 2020 mm og maksimalt 5500 mm.

Banenormen skal anvendes:

- I forbindelse med vedligeholdelse af eksisterende tværprofiler.
- Ved midlertidige udgravninger i eksisterende tværprofiler.
- Ved større ombygninger, opgradering, brorenovering og nyanlæg.

Hvor et infrastrukturarbejde under anvendelsesområdet for en eller flere TSI'er udgør et nyanlæg, en opgradering eller en fornyelse, som defineret i Interoperabilitetsdirektivet, skal relevante TSI-krav følges.

Note 7-1

Trafikstyrelsen foreskriver en passus om TSI-krav indskrevet i Banedanmarks tekniske regler.

Banedanmark vurderer, at relevante TSI-krav for banenormen er overholdt i denne version, hvilket skal bekræftes af et notified body for projekter, der er omfattet af TSI-krav.

Proces for ændringer i infrastrukturen fremgår af Banedanmarks ledelsessystem, hvor til der henvises.



8. DISPENSATION

Dispensation fra såvel BN1-krav som BN2-krav i denne Banenorm skal som minimum godkendes af Banedanmarks normansvarlige chef eller en hertil bemyndiget person.

Endvidere fremgår proces for dispensation fra tekniske regler af Banedanmarks ledelsessystem, hvor til der henvises.

Tilladelse til afvigelse fra BN2-krav gives ikke generelt, men kun lokalt, f.eks. omkring broer, ved sporskifter, perroner og i lignende tilfælde. Denne tilladelse gives kun, såfremt overholdelse af disse regler vil være umulig eller give meget væsentlige konsekvenser, og der ikke sker en forøget risiko for frostproblemer i forhold til eksisterende niveau.

Tilladelse til afvigelse på op til 0,10 m fra mindstekrav til ballastskulderbredden for $V \leq 160$ km/h i henhold til figur 10.2.1-2 og figur 11-2 gives kun af den normansvarlige chef i Banedanmark, og kun såfremt ballastskulderen forhøjes med det samme antal cm, se illustration i figur 10.2.1-1. Tilladelsen forudsætter endvidere:

- Registrering af, hvor der skal være forhøjet ballastskulder.
- Sikring af, at der ved sporjustering og andre sporvedligeholdelsesarbejder ikke sker en forringelse af den forhøjede ballastskulder.
- Sikring af, at der ved både de månedlige og ved de årlige linjesyn medbringes oplysninger om, hvor der skal være forhøjet ballastskulder.
- Øjeblikkelig retablering af den forhøjede ballastskulder, hvis det konstateres, at den ikke er som foreskrevet.



9. HISTORIK

De væsentligste ændringer i Banenormen i forhold til den tidligere version (BN1-6-5) er følgende:

- Indførelsen af specifikke krav til største tilladelige hastighed efter afsluttet arbejde i forbindelse med midlertidige udgravninger.
- Ændrede krav til ballastskulderens bredde for monoblokbetonsveller for hastighedsintervallet $160 < V \leq 200$ km/h for at undgå krav om hastighedsnedsættelse eller DSM i forbindelse med sporjustering.
- Ændring af krav til hældning af planum for spor på sporbærende broer eller tilsvarende faste konstruktioner.



10. BN1, SIKKERHEDSMÆSSIGE KRAV

10.1 Funktionsmæssige krav

Tværprofilet skal have en funktion, der sikrer:

- At forudsætningerne er til stede for, at sporbeliggenheden til enhver tid kan overholde kravene i [1].
- At forudsætningerne er til stede for, at sporet til enhver tid kan optage dels kræfterne fra det rullende materiel i henhold til kravene i [18] dels temperaturkræfterne i langskinnespor i henhold til kravene i [19].

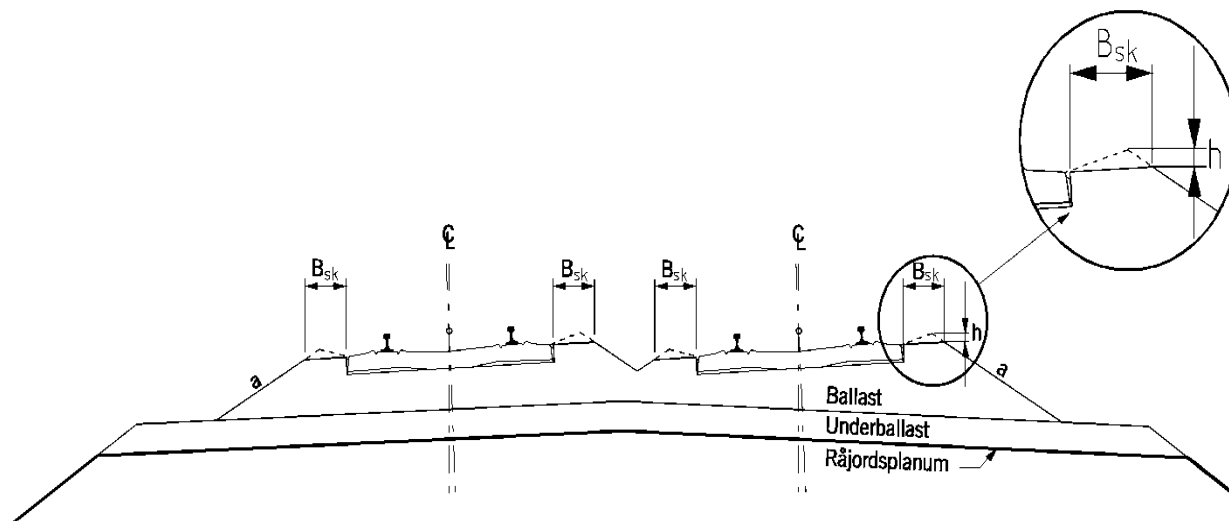
10.2 Tekniske krav

10.2.1 Minimumskrav for eksisterende tværprofiler

Det skal specielt bemærkes, at nedenstående BN1-krav er minimumskrav, og at der er fastsat skærpede BN2-krav i henhold til afsnit 11, 12, 13, 14 og 15. Disse BN2-krav skal generelt overholdes, mens nedenstående BN1-krav alene må anvendes efter tilladelse i henhold til afsnit 8.

Minimumskrav til tværprofiler fremgår af figur 10.2.1-1 og 10.2.1-2. Kravene er gældende for både enkelt-, dobbelt- og flersporede strækninger. Kravene er også gældende for sporbærende broer og tilsvarende faste konstruktioner, hvor underballasten dog kan udelades. Illustration af tværprofil for enkeltsporet bane fremgår af bilag 1.

Minimumskravene skal til enhver tid være opfyldt, med mindre der er tale om midlertidige udgravninger i banens tværprofil. Betingelser for midlertidige udgravninger fremgår af afsnit 10.2.2.



Figur 10.2.1-1 Tværprofil illustreret for dobbeltsporet bane

Figur 10.2.1-2 Minimumskrav til tværprofiler

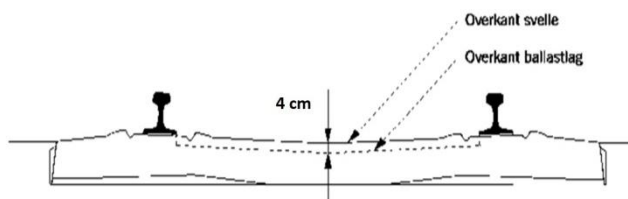
Element	Minimumskrav for sidespor	Minimumskrav for hoved- og togvejsspor		
		$V \leq 160$ km/h	$160 < V \leq 200$ km/h	$200 < V \leq 250$ km/h
Ballastskulderens bredde (B_{sk}) ¹⁾	0,30 m	0,40 m ²⁾	0,50 m ⁴⁾	0,50 m
Anlæg af ballastskråning (a) ¹⁾⁺³⁾	1,25	1,25	1,25	1,25

- 1: Ved en stationær og stabil sideværts begrænsning forårsaget af en fast konstruktion, der som minimum har en højde svarende til overkanten af svellen, tillades bredden af ballastskulderen reduceret indtil $B_{sk} = 0,20$ m, og anlægget af ballastskråningen tillades lodret.
- 2: For langskinner beliggende i øvrige togvejsspor ($V > 40$ km/h), gennemgående togvejsspor og hovedspor med 60 kg/m-skiner gælder endvidere, at ballastskulderen i kurvers yderside skal forhøjes til $h = 0,10$ m i cirkelbuer og eventuelle tilhørende overgangskurver i følgende tilfælde: a) Monoblokbetonsveller af typen S89/S99 når radius i cirkelbuer er $R < 400$ m, b) Monoblokbetonsveller af typen B70/SP90-2500 når radius i cirkelbuer er $R < 325$ m, c) Træsveller med overbygning Cr og Cf når radius i cirkelbuer er $R < 560$ m. Illustration af forhøjet ballastskulder fremgår af figur 10.2.1-1.
- 3: På stationsområder, hvor det omgivende terræn er beliggende i niveau med overkanten af svellerne, tillades anlægget af ballastskråningen lodret.
- 4: Værdien er gældende for spor med træsveller. For spor med betonsveller er værdien mindst $B_{sk} = 0,40$ m.

Hvis der anvendes forhøjet ballastskulder, skal der foretages følgende:

- Registrering af, hvor der skal være forhøjet ballastskulder.
- Sikring af, at der ved sporjustering og andre sporvedligeholdelsesarbejder ikke sker en forringelse af den forhøjede ballastskulder.
- Sikring af, at der ved både de månedlige og ved de årlige linjesyn medbringes oplysninger om, hvor der skal være forhøjet ballastskulder.
- Øjeblikkelig retablering af den forhøjede ballastskulder, hvis det konstateres, at den ikke er som foreskrevet.

Ballastlagets overkant i området mellem sveller og skinner må maksimalt være sænket 4 cm under overkanten af svellerne, som illustreret på figur 10.2.1-3. Ballastlagets overkant uden for skinnerne mellem svellerne og ved ballastskuldrene skal følge overkanten af svellerne og ved ballastskuldrene desuden være parallelt med SO-plan.



Figur 10.2.1-3 Illustration af sænket ballastlag mellem sveller og skinner

I forbindelse med kontrol af tværstangen på Banedanmarks to-blok sveller af typen Rs, Sl, Slg eller S75 tillades overkanten af ballastlaget mellem hver af de to blokke på to-bloksvellerne sænket indtil halvdelen af svellehøjden. Dette kræver dog, at ballastskulderen i begge sider af sporet er forhøjet til $h = 0,10$ m samtidig med, at bredden af ballastskulderen er mindst $B_{sk} = 0,40$ m for hastighedsintervallet $V \leq 200$ km/h og mindst $B_{sk} = 0,50$ m for hastighedsintervallet $200 < V \leq 250$ km/h.

For spor beliggende på ret spor eller i kurver med $R \geq 400$ m på S-baner, og bygget med monoblok betonsveller af typen S89, S99, SP90 og B70, tillades overkanten af ballastlaget i området mellem sveller og skinner sænket indtil halvdelen af svellehøjden. Dette kræver dog, enten at bredden af ballastskulderen er mindst $B_{sk} = 0,50$ m, eller at ballastskulderen i begge sider af sporet er forhøjet til $h = 0,10$ m.



Hvis der konstateres uroligt spor, og dette ikke skyldes afvandingen, jævnfør krav i [9], eller vedligeholdelsen af ballastlaget, jævnfør krav i [5], skal lagtykkelserne B_t og U_t for det urolige spor undersøges, og krav i figur 10.2.3-2 sikres overholdt.

Note 10.2.1-1

Uroligt spor kan være en konsekvens af urolig underbygning. For krav i relation til urolig underbygning henvises til [12].

10.2.2 Minimumskrav i forbindelse med midlertidige udgravninger i banens tværprofil

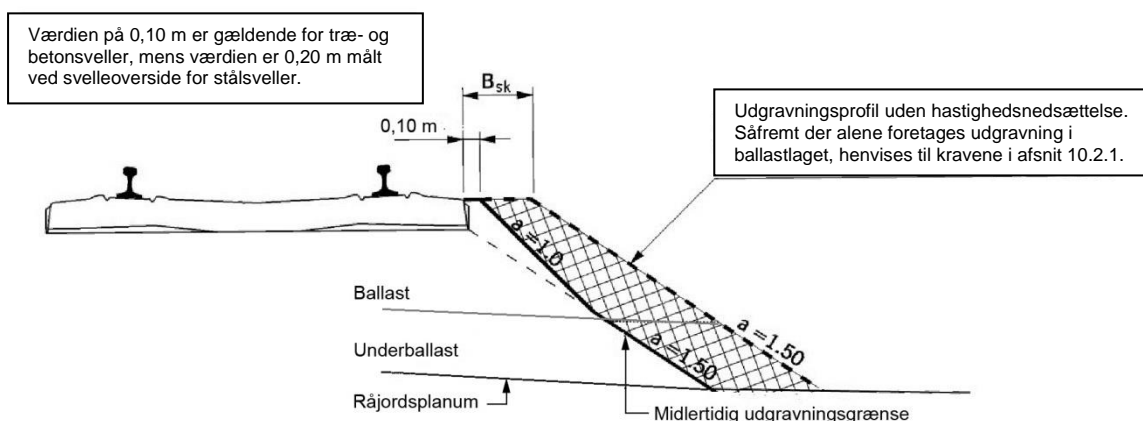
Figur 10.2.2-1 angiver minimumskrav til tværprofiler vedr. ballastskulderens bredde og anlæg af ballastskråning over råjordsplanum i forbindelse med midlertidige udgravninger.

Såfremt minimumskrav i figur 10.2.2-1 ikke kan overholdes, skal udgravningen foretages i sporspærring, eller sporet skal afstives i henhold til krav i [14].

Note 10.2.2-1

Med hensyn til krav for udgravninger under råjordsplanum henvises til krav i [12]. Med hensyn til krav for udgravning i nærheden af eller i relation til:

- Broer og andre konstruktioner henvises til krav i [2].
- Skråninger og jordkonstruktioner henvises til krav i [12] og [13].
- Køreledningsmaster henvises til krav i [3] og [4].
- Afvandsingsanlæg herunder dræn henvises til krav i [9].
- Ledningsanlæg henvises til krav i [10].



Figur 10.2.2-1 Minimumskrav til tværprofiler i forbindelse med midlertidige udgravninger

Spor beliggende i kurver med radius $R \leq 1000$ meter skal spærres i forbindelse med udgravninger i det skraverede felt på figur 10.2.2-1.



For spor beliggende på ret spor eller i kurver med radius $R > 1000$ meter, tillades der midlertidigt udgravning i det skraverede felt på figur 10.2.2-1, såfremt alle nedennævnte krav er opfyldt:

- Hastigheden skal nedsættes i henhold til kravene i figur 10.2.2-2. Ved udgravning i det skraverede areal i henhold til figur 10.2.2-1 skal tilstanden være kortvarig og maksimalt et døgn.
- Det angivne udgravningsprofil må kun anvendes, når der er truffet foranstaltninger til at imødekomme eventuelle temperaturkræfter.
- Der skal foretages en stadig overvågning af sporets stabilitet, da stabiliteten er reduceret ved udgravningen.

Note 10.2.2-2

Med hensyn til imødekommelse af foranstaltninger vedr. temperaturkræfter henvises specielt til kravene i [19] og [6] vedrørende spor i varmt vejr.

Figur 10.2.2-2 Maksimal hastighed i forbindelse med midlertidig udgravning

Udgravningslængde	Maksimal hastighed
≤ 10 m	80 km/h
> 10 m	40 km/h

I forbindelse med en midlertidig udgravning i banens tværprofil gælder, at største tilladelige hastighed efter afsluttet arbejde skal fastsættes ud fra kravene "Efter vedligeholdelsesjustering" i [1].

10.2.3 Minimumskrav i forbindelse med større ombygninger, opgraderinger og nyanlæg

Det skal specielt bemærkes, at nedenstående BN1-krav er minimumskrav, og at der for flere elementer er fastsat skærpede BN2-krav i henhold til afsnit 12, 13 eller 15. Disse BN2-krav skal generelt overholdes, mens nedenstående BN1-krav alene må anvendes efter tilladelse i henhold til afsnit 8.

Større ombygninger, opgraderinger og nyanlæg skal udføres således, at de funktionsmæssige krav i henhold til afsnit 10.1 er opfyldt. Derudover gælder de i nærværende afsnit supplerende krav.

I forbindelse med udførelse af større ombygninger, opgraderinger og nyanlæg skal ballastlagets overkant mellem svellerne og ved ballastskuldrene generelt følge overkanten af svellerne og ved ballastskuldrene desuden være parallelt med SO-plan. På strækninger, hvor hastighe-

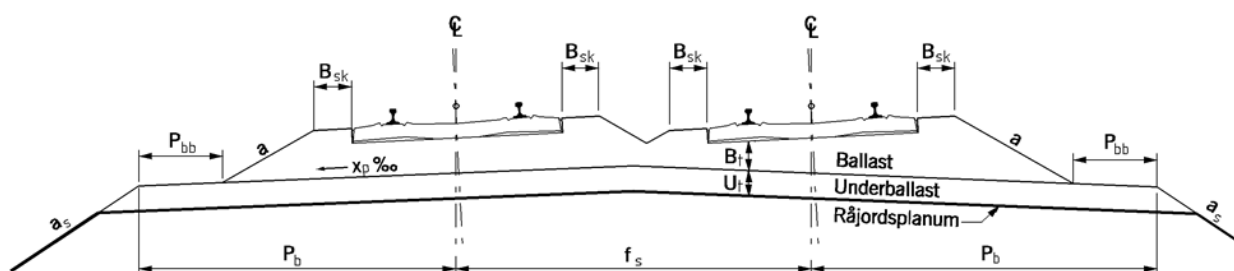
den er $160 < V \leq 250$ km/h, skal overkanten af ballastlaget i området mellem sveller og skinner dog sænkes 40 mm under overkanten af svellerne, som illustreret på figur 10.2.1-3. Dette krav vedr. sænket ballastlag er imidlertid ikke gældende i sporskifter.

Ved større ombygninger og nyanlæg fremgår minimumsmålne for tværprofiler af figur 10.2.3-1 og 10.2.3-2. Kravene til tværprofiler er gældende for både enkelt-, dobbelt- og flersporede strækninger. Kravene er også gældende for sporbærende broer og tilsvarende faste konstruktioner, hvor underballasten dog tillades udeladt. For enkeltsporede baner tillades knæpunkterne i planum og råjordsplanum dog placeret under spormidten. Illustration af tværprofil for enkeltsporet bane fremgår af bilag 1.

Forud for større ombygninger skal det eksisterende ballastprofil undersøges. Dette med henblik på at kunne gøre de nødvendige tiltag i projekteringsfasen for at overholde kravene i henhold til figur 10.2.3-1 og 10.2.3-2.

Såfremt hastigheden forøges fra $V \leq 120$ km/h til $120 < V \leq 160$ km/h, fra $V \leq 160$ km/h til $160 < V \leq 200$ km/h eller fra $V \leq 200$ km/h til $200 < V \leq 250$ km/h, gælder kravene anført i figur 10.2.3-2.

Såfremt aksellasten forøges fra $A \leq 22,5$ tons til $22,5 < A \leq 25,0$ tons på strækninger, hvor hastigheden er $V \leq 160$ km/h, gælder kravene anført i figur 10.2.3-2.



Figur 10.2.3-1 Tværprofil illustreret for dobbeltsporet bane



Figur 10.2.3-2 Krav til tværprofiler ved større ombygninger, opgraderinger og nyanlæg

Element	Minimumskrav for sidespor	Minimumskrav for hoved- og togvejsspor		
		V ≤ 160 km/h	160 < V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 250 km/h
Ballastskulderens bredde (B _{sk}) ¹⁾	0,30 m	0,40 m ¹⁰⁾	0,55 m ⁹⁾	0,50 m
Anlæg af ballastkråning (a) ¹⁺³⁾	1,5	1,5	1,5	1,5
Ballastens tykkelse (B)	0,30 m ⁷⁺⁸⁺¹²⁺¹³⁾	0,30 m ⁷⁺⁸⁺¹³⁾	0,30 m ⁸⁾	0,35 m
Underballastens tykkelse (U) ²⁾	0,10 m ¹¹⁾	0,15 m ¹¹⁾	0,25 m	0,30 m
Planumbredde (P _b) ³⁾	3,00 m ⁴⁺⁵⁾	3,00 m ⁴⁺⁵⁾	3,00 m ⁴⁾	3,80 m
Hældning af planum (X _p) ⁶⁾	40 o/oo	40 o/oo	40 o/oo	40 o/oo

- 1: Ved en stationær og stabil sideværts begrænsning forårsaget af en fast konstruktion, der som minimum har en højde svarende til overkanten af svellen, tillades bredden af ballastskulderen reduceret indtil B_{sk} = 0,20 m, og anlægget af ballastkråningen tillades lodret.
- 2: For betonsveller er værdien baseret på en nominel svellelængde 2500 ≤ L ≤ 2600 mm. For betonsveller med L < 2500 mm gælder, at værdien i figuren skal forøges med mindst (2500 - L)/2. Dette er dog ikke gældende for sporskifter.
- 3: På stationsområder, hvor det omgivende terræn er beliggende i niveau med overkanten af svellerne, tillades anlægget af ballastkråningen lodret, og planumbredden tillades reduceret til P_b = 1,6 m for sidespor og P_b = 2,7 m for hoved- og togvejsspor.
- 4: På den udvendige side i kurver, hvor overhøjden er 5 - 80 mm og 85 - 160 mm, skal værdien være mindst henholdsvis 0,15 m og 0,30 m større.
- 5: På steder, hvor eksisterende planumbredde er indtil 0,30 m mindre, tillades eksisterende planumbredde bibeholdt.
- 6: Værdien er alene gældende ved fornyelse af hele ballastlaget eller nyanlæg dog ekskl. spor på sporbærende broer og tilsvarende faste konstruktioner. I forbindelse med fornyelse på eksisterende sporbærende broer og tilsvarende faste konstruktioner gælder, at eksisterende hældning af planum tillades bibeholdt, mens der ved nye sporbærende broer og tilsvarende faste konstruktioner henvises til kravene i [2] vedr. fald af hensyn til afvanding. Hvis ikke der er anført specifikke krav for denne parameter i [2], er værdien 20 o/oo gældende.
- 7: For spor, hvor hastigheden er V ≤ 120 km/h, aksellasten A ≤ 22,5 tons og belastningen er T ≤ 2 mio. bruttoton togvægt årligt, tillades ballastens tykkelse reduceret indtil B_t ≥ 0,20 m, såfremt det samlede bærelags tykkelse er B_t + U_t ≥ 0,40 m.
- 8: For sporbærende broer og tilsvarende faste konstruktioner tillades ballastens tykkelse reduceret indtil B_t ≥ 0,20 m for spor med beton- eller træsveller, såfremt en del af dette ballastlag består af en ballastmåtte, der overholder kravene i afsnit 10.2.5.
- 9: Værdien er gældende for spor med monoblokbetonsveller. For spor med træsveller er værdien mindst B_{sk} = 0,50 m og for to-blok betonsveller er værdien mindst B_{sk} = 0,40 m.
- 10: For langskinnespør beliggende i øvrige togvejsspor (V > 40 km/h), gennemgående togvejsspor og hovedspor med 60 kg/m-skiner gælder endvidere, at ballastskulderen i kurvers yderside skal forhøjes til h = 0,10 m i cirkelbuer og eventuelle tilhørende overgangskurver i følgende tilfælde: a) Monoblokbetonsveller af typen S89/S99 når radius i cirkelbuer er R < 400 m, b) Monoblokbetonsveller af typen B70/SP90-2500 når radius i cirkelbuer er R < 325 m, c) Træsveller med overbygning Cr og Cf når radius i cirkelbuer er R < 560 m. Illustration af forhøjet ballastskulder fremgår af figur 10.2.1-1
- 11: Værdien er gældende for spor med aksellast A ≤ 22,5 tons. For spor med aksellast 22,5 tons < A ≤ 25,0 tons skal værdien være mindst 0,07 m større.
- 12: For eksisterende ballasttykkelse 0,05 - 0,30 m tillades den eksisterende ballasttykkelse bibeholdt, såfremt der alene er tale om en svelleudveksling eller en fornyelse af hele sporstrukturen.
- 13: For sporbærende broer og tilsvarende faste konstruktioner, hvor hastigheden er V ≤ 120 km/h tillades ballastens tykkelse reduceret indtil B_t ≥ 0,25 m for stålsveller, såfremt en del af dette ballastlag består af en ballastmåtte, der overholder kravene i afsnit 10.2.5.



10.2.4 Minimumskrav i forbindelse med brorenovering

Det skal specielt bemærkes, at nedenstående BN1-krav er minimumskrav, og at der for flere elementer er fastsat skærpede BN2-krav i henhold til afsnit 12, 13 eller 14. Disse BN2-krav skal generelt overholdes, mens nedenstående BN1-krav alene må anvendes efter tilladelse i henhold til afsnit 8.

Brorenovering skal udføres således, at de funktionsmæssige krav i henhold til afsnit 10.1 er opfyldt. Derudover gælder de i nærværende afsnit supplerende krav.

I forbindelse med udførelse af en brorenovering skal ballastlagets overkant mellem svellerne og ved ballastskuldrene generelt følge overkanten af svellerne og ved ballastskuldrene desuden være parallelt med SO-plan. På strækninger, hvor hastigheden er $160 < V \leq 250$ km/h, skal overkanten af ballastlaget i området mellem sveller og skinner dog sænkes 40 mm under overkanten af svellerne, som illustreret på figur 10.2.1-3. Dette krav vedr. sænket ballastlag er imidlertid ikke gældende i sporskifter.

Ved en brorenovering fremgår minimumsmålene for tværprofiler for så vidt angår ballastskulderens bredde (B_{sk}), Anlæg af ballastkråning (a) og Ballastens tykkelse (B_t) af figur 10.2.3-1 og 10.2.3-2.

Forud for en brorenovering skal det eksisterende ballastprofil undersøges. Dette med henblik på at kunne gøre de nødvendige tiltag i projekteringsfasen for at overholde minimumskravene for B_{sk} , a og B_t i henhold til figur 10.2.3-2.

For eksisterende ballasttykkelse mindre end 0,20 m tillades den eksisterende ballasttykkelse bibeholdt, såfremt en del af ballastlaget består af en ballastmåtte, der overholder kravene i afsnit 10.2.5.

10.2.5 Ballastmætter

Såfremt minimumskrav for B_t overholdes via anvendelse af en ballastmåtte i henhold til henvisning 8 og 13 til figur 10.2.3-2 eller der anvendes ballastmåtte i henhold til krav i afsnit 10.2.4 og 14, skal denne ballastmåtte være testet og godkendt i henhold til krav i [20] og have egenskaber som anført i figur 10.2.5-1:



Figur 10.2.5-1 Krav til fysiske egenskaber for ballastmåtter

Parameter	Interval
Samlet tykkelse	≤ 30 mm
Dynamisk stivhedsmodul	$0,09 \leq C_{\text{dyn}} < 0,22$ N/mm ³
Tillæg til sporets lodrette nedbøjning ved $A \leq 22,5$ tons ¹⁾	0,5 – 1,0 mm

1: Dokumenteres via statisk beregning og/eller ved måling under passage ved en hastighed på $V \leq 10$ km/h. Ballastmåtter tillades anvendt i hele Banenormens anvendelsesområde jævnt for afsnit 7.

Ballastmåttens skal endvidere være testet for dens udmattelsesmæssige egenskaber i ballastret spor svarende til den projekterede aksellast og måttens levetid. Testen skal dokumentere, at ballastmåttens overflade ikke beskadiges, og at ændringen i det statiske stivhedsmodul < 10 %.

Note 10.2.5-1

Ballastmåtter anvendes i henhold til litteraturen til løsning af flere typer af tekniske problemer, bl.a. vibrationsdæmpning, til forlængelse af ballastens levetid eller til etablering af overgangszoner ved spring i underbygningens stivhed. Krav for ballastmåtter i nærværende Banenorm er primært relateret til forlængelse af ballastens levetid i forbindelse med reduceret ballasttykkelse.



11. BN2, VEDLIGEHOVELSE

Vedligeholdelsen af tværprofiler skal foretages således, at de funktionsmæssige krav til tværprofiler i henhold til afsnit 10.1 til enhver tid er opfyldt.

Note 11-1

Med hensyn til vedligeholdelsesmæssige krav til ballastlaget henvises endvidere til kravene i [5].

Derudover gælder de i nærværende afsnit supplerende krav, idet midlertidige udgravninger dog kun kræves udført i henhold til afsnit 10.2.2.

I forbindelse med udførelse af sporjusteringer skal ballastlagets overkant mellem svellerne og ved ballastskuldrene generelt følge overkanten af svellerne og ved ballastskuldrene desuden være parallelt med SO-plan. På strækninger, hvor hastigheden er $160 < V \leq 250$ km/h, skal overkanten af ballastlaget i området mellem sveller og skinner dog sænkes 40 mm under overkanten af svellerne, som illustreret på figur 10.2.1-3. Dette krav vedr. sænket ballastlag er imidlertid ikke gældende i sporskifter.

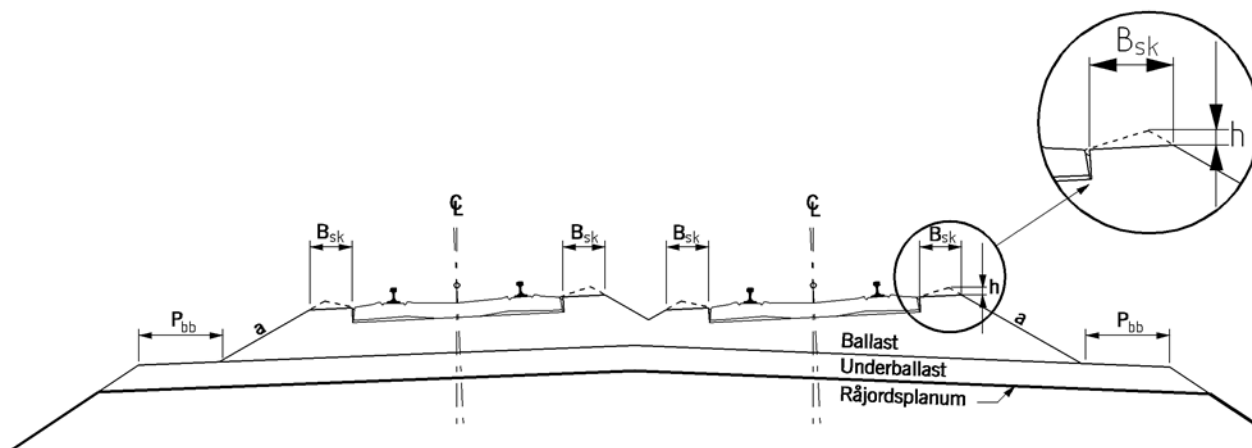
Ved ballastsupplering skal der anvendes ballastskærver, dog med undtagelse af grusballaste-rede sidespor, hvor der skal anvendes ballastgrus.

Note 11-2

Ved anskaffelse af nye ballastskærver, små ballastskærver og ballastgrus henvises til kravene i [8].

Vedligeholdelsen skal ske i henhold til de i figur 11-1 og 11-2 anførte minimumsværdier vedr. ballastskulderens bredde og anlæg af ballastkråning. Der henvises dog til bemærkninger efter figur 11-1 og 11-2. Kravene er gældende for både enkelt-, dobbelt- og flersporede strækninger. Kravene er også gældende for sporbærende broer og tilsvarende faste konstruktioner, hvor underballasten dog kan udelades. Illustration af tværprofil for enkeltsporet bane fremgår af bilag 1.

Såfremt disse krav ikke kan overholdes i forbindelse med vedligeholdelse af tværprofilet, skal hastigheden reduceres til maksimalt 40 km/h i forbindelse med udførelse af sporjustering, og indtil tværprofilet er bragt i overensstemmelse med kravene i nærværende afsnit.



Figur 11-1 Tværprofil illustreret for dobbeltsporet bane

Figur 11-2 Krav til tværprofiler ved vedligeholdelse

Element	Minimumskrav for sidespor	Minimumskrav for hoved- og togvejsspor		
		$V \leq 160$ km/h	$160 < V \leq 200$ km/h	$200 < V \leq 250$ km/h
Ballastskulderens bredde (B_{sk}) ¹⁾	0,30 m	0,40 m ²⁾	0,55 m ³⁾	0,50 m
Anlæg af ballastskråning (a) ¹⁾	1,5	1,5	1,5	1,5

- 1: Ved en stationær og stabil sideværts begrænsning forårsaget af en fast konstruktion, der som minimum har en højde svarende til overkanten af svellen, tillades bredden af ballastskulderen reduceret indtil $B_{sk} = 0,20$ m, og anlægget af ballastskråningen tillades lodret.
- 2: For langskinespor beliggende i øvrige togvejsspor ($V > 40$ km/h), gennemgående togvejsspor og hovedspor med 60 kg/m-skiner gælder endvidere, at ballastskulderen i kurvers yderside skal forhøjes til $h = 0,10$ m i cirkelbuer og eventuelle tilhørende overgangskurver i følgende tilfælde: a) Monoblokbetonsveller af typen S89/S99 når radius i cirkelbuer er $R < 400$ m, b) Monoblokbetonsveller af typen B70/SP90-2500 når radius i cirkelbuer er $R < 325$ m, c) Træsveler med overbygning Cr og Cf når radius i cirkelbuer er $R < 560$ m. Illustration af forhøjet ballastskulder fremgår af figur 10.2.1-1.
- 3: Værdien er gældende for spor med monoblokbetonsveller. For spor med træsveller er værdien mindst $B_{sk} = 0,50$ m og for to-blok betonsveller er værdien mindst $B_{sk} = 0,40$ m.

Såfremt planumsbanketbredden bliver mindre end ca. 0,10 m ved anvendelsen af de i figur 11-1 og 11-2 anførte værdier, skal vedligeholdelsen foretages med et anlæg af ballastskråningen på $a = 1,25$. Hvis minimumskravene i henhold til afsnit 10.2.1 ikke kan overholdes, skal de nødvendige foranstaltninger iværksættes for at sikre overholdelsen af disse minimumskrav.



12. BN2, STØRRE OMBYGNINGER

Større ombygninger skal udføres således, at de funktionsmæssige krav til tværprofiler i henhold til afsnit 10.1 er opfyldt. Derudover gælder de i nærværende afsnit supplerende krav.

I forbindelse med udførelse af større ombygninger skal ballastlagets overkant mellem svellerne og ved ballastskuldrene generelt følge overkanten af svellerne og ved ballastskuldrene desuden være parallelt med SO-plan. På strækninger, hvor hastigheden er $160 < V \leq 250$ km/h, skal overkanten af ballastlaget i området mellem sveller og skinner dog sænkes 40 mm under overkanten af svellerne, som illustreret på figur 10.2.1-3. Dette krav vedr. sænket ballastlag er imidlertid ikke gældende i sporskifter.

Ved større ombygninger fremgår minimumsmålene for tværprofiler af figur 12-3 og 12-4. Kravene til tværprofiler er gældende for både enkelt-, dobbelt- og flersporede strækninger. Kravene er også gældende for sporbærende broer og tilsvarende faste konstruktioner, hvor underballasten dog tillades udeladt.

Note 12-1

Kravene med hensyn til planumbredde i forbindelse med større ombygninger tager i udstrakt grad hensyn til opbygningen af eksisterende baner, der ikke nødvendigvis er ideelle, for så vidt angår arbejdsmiljømæssige forhold. Langs sporskifter, hvor der er behov for hyppige inspektioner, muliggør kravene for hastigheder $V \leq 120$ km/h disse inspektioner, idet planumbredden kræves 0,50 meter større end minimumskravene vedrørende sikkerhedsafstande for personer angivet i [21]. Langs f.eks. sporskifter, hvor hastigheden er $120 < V \leq 250$ km/h, er det ofte fordelagtigt at finde alternative løsninger i stedet for etableringen af et tilstrækkeligt bredt planum for at tilgodese krav vedr. sikkerhedsafstande for personer angivet i [21].

Ved fornyelse af hele ballastlaget skal planum etableres, så dette hælder mod grøften/afvandingsystemet. For enkeltsporede baner tillades knæpunkterne i planum og råjord-splanum dog placeret under spormidten. Illustration af tværprofil for enkeltsporet bane fremgår af bilag 1.

Note 12-2

For dobbelt- og flersporede strækninger henvises til kravene i [15] vedr. sporenes indbyrdes placering.

Forud for større ombygninger skal eksisterende tykkelse af ballast og underballast undersøges i henhold til [7]. Dette med henblik på at kunne gøre de nødvendige tiltag i projekteringsfasen for at overholde minimumskravene i henhold til figur 12-3 og 12-4.

Note 12-3

Med hensyn til krav til underballast og jordarter i råjordsplanum, henvises til kravene i henholdsvis [8], [12] og [13].

Note 12-4

Med hensyn til regler for skærvelaget i forbindelse med ballastrensning henvises til kravene i [5].



Note 12-5

For underføringer kan ballasttykkelsen variere betydeligt afhængig af brodækkets profilering og afvanding. Ved undersøgelser af ballastlagets tykkelse bør det derfor forud for målinger i marken være fastlagt, hvilke afvandings- og hældningsforhold brodækket er forsynet med, så vurderinger af ballasttykkelsen for underføringen sker på baggrund af målinger udført, hvor ballasttykkelsen er mindst.

I forbindelse med udførelsen af en større ombygning skal det sikres, at grøften/afvandingssystemet er beliggende tilstrækkeligt lavt i forhold til færdigt spor, således at sporets tværprofil afvandes til grøften/afvandingssystemet og ikke omvendt.

Note 12-6

Med hensyn til normer for afvanding henvises til kravene i [9].

Efter større ombygninger skal ballastlaget bestå af ballastskærver. I sidespor, hvor der skal færdes rangerpersonale, skal ballastlaget af hensyn til arbejdsmiljøet opfylde et af nedenævnte krav:

- Ballastlaget skal bestå af ballastskærver, der afdækkes med små ballastskærver.
- Ballastlaget skal bestå af små ballastskærver.
- Ballastlaget skal bestå af ballastgrus.

Note 12-7

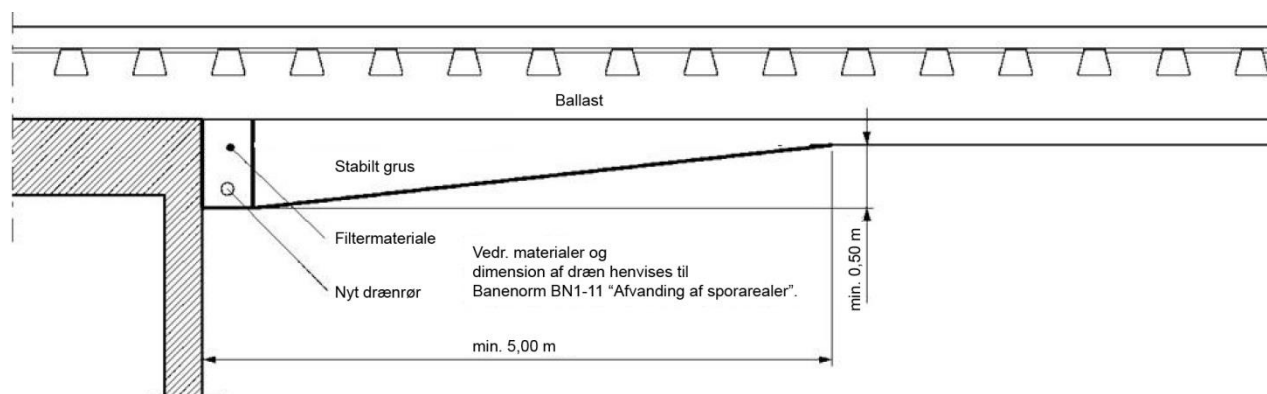
Ved anskaffelse af nye ballastskærver, små ballastskærver, ballastgrus, stabilt grus og veldrænende grus henvises til kravene i [8].

Såfremt der ved større ombygninger skal etableres et nyt bærelag af ballast og underballast, så skal minimumskravene i figur 12-4 vedr. ballastlagets og underballastlagets tykkelse samt hældning af råjordsplanum være overholdt. Vedrørende valg af materialer og arbejdets udførelse skal krav i afsnit 15 for nyanlæg overholdes.

Såfremt der ved større ombygninger skal foretages sideflytning af spor med indtil 0,2 m, kan eksisterende bærelag af ballast og underballast bibeholdes, såfremt minimumskravene i figur 12-4 overholdes.

Ved en fornyelse af sporstrukturen skal ballasten udskiftes på underføringer, hvor ballasten ikke kan renses maskinelt. Dette med mindre andelen af partikler indtil 22,4 mm i ballastlaget dokumenteres under 22 vægtprocent. Udtagelse af ballastprøver og beregning af vægtprocenten for partikler mindre end 22,4 mm skal foretages som angivet i [7].

Såfremt der foretages udskiftning af ballastlaget på eller ved underføringer, skal der foretages en trekantformet udskiftning op til underføringen, som angivet på figur 12-1. Den trekantformede udskiftning skal have en længde og højde på mindst henholdsvis 5,00 m og 0,50 m, og råjorden i bunden af udskiftningsområdet skal komprimeres. Den trekantformede udskiftning kan udelades, såfremt broen er forsynet med en sætningsplade.



Figur 12-1 Illustration af udskiftning af ballast og underballast på og omkring underføringer

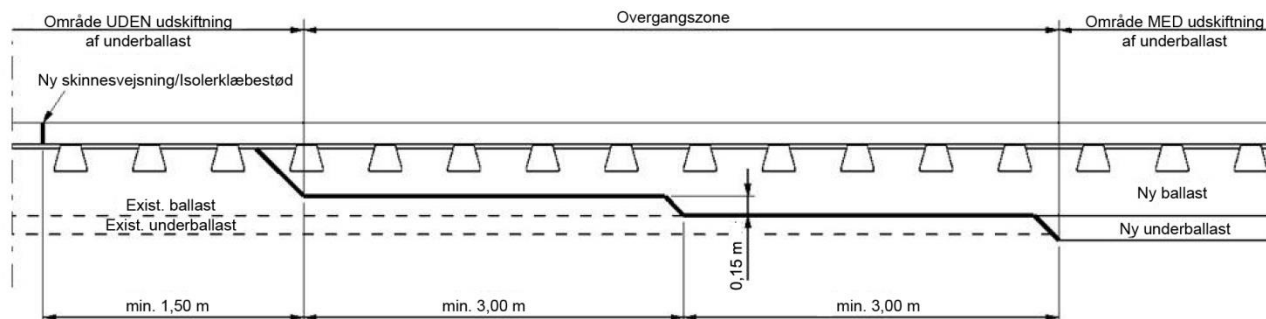
Note 12-8

Planum såvel som råjordsplanum og oversiden af sporbærende broer og tilsvarende faste konstruktioner bør altid etableres, så disse hælder mod grøften/afvandingsystemet placeret langs sporet. Det på figur 12-1 viste drænrør udgør derfor ikke brodækkets primære afvanding.

Såfremt der ved større ombygninger skal etableres et nyt bærelag af ballast og underballast, så skal overgangen til området uden udskiftning af underballast ske, som angivet på figur 12-2. Overgangszoner skal altid etableres uden for sporskifter. Ved separat etablering af et nyt bærelag under isolerklæbestød kræves dog ikke en overgangszone, som angivet på figur 12-2.

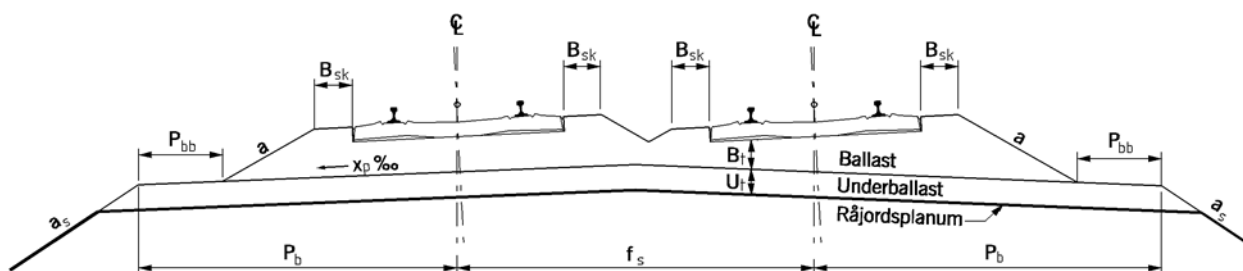
Ved etablering af et nyt bærelag af ballast og underballast mod et område uden udskiftning af underballast skal eventuelle skinnesvejsninger/isolerklæbestød omkring overgangszonen etableres minimum 1,50 m uden for området, hvor der udskiftes ballast.

Såfremt planumsbredden skal øges i forbindelse med større ombygninger, så skal minimumskravene i figur 12-4 vedr. planumsbredden være overholdt.



Figur 12-2 Illustration af overgang mellem nyt bærelag af ballast og underballast samt område uden udskiftning af underballast

Overholdelsen af krav for B_{sk} og a jævnfør figur 12-3 og 12-4 skal dokumenteres via visuel inspektion før ibrugtagning og via nivellement af tværprofilen per 50 m efter slutjustering samt afretning af ballastlaget. Såfremt der etableres et nyt bærelag af ballast og underballast, skal planum dokumenteres via krav i henholdsvis [16] og [17], hvorefter ballastlagets tykkelse dokumenteres ud fra sporets absolutte beliggenhed i henhold til krav i [11].



Figur 12-3 Tværprofil illustreret for dobbeltsporet bane



Figur 12-4 Krav til tværprofiler ved større ombygninger

Element	Minimumskrav for sidespor	Minimumskrav for hoved- og togvejsspor		
		V ≤ 160 km/h	160 < V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 250 km/h
Ballastskulderens bredde (B _{sk}) ¹⁾	0,30 m	0,40 m ⁸⁾	0,55 m ⁷⁾	0,50 m
Anlæg af ballastskrånning (a) ¹⁺³⁾	1,5	1,5	1,5	1,5
Ballastens tykkelse (B _t)	0,30 m	0,30 m	0,30 m	0,35 m
Underballastens tykkelse (U _t) ²⁾	0,10 m ⁹⁾	0,20 m ⁹⁾	0,30 m	0,30 m
Planumsbredde (P _b) ³⁾	3,00 m ⁴⁺⁵⁾	3,00 m ⁴⁺⁵⁾	3,00 m ⁴⁾	3,80 m
Hældning af planum(X _p) ⁶⁾	40 o/oo	40 o/oo	40 o/oo	40 o/oo

- 1: Ved en eksisterende stationær og stabil sideværts begrænsning forårsaget af en fast konstruktion, der som minimum har en højde svarende til overkanten af svellen, tillades bredden af ballastskulderen reduceret indtil B_{sk} = 0,20 m, og anlægget af ballastskrånningen tillades lodret. For nye eller ombyggede sideværts begrænsninger gælder, at disse skal overholde kravene for nyanlæg i afsnit 15.
- 2: For betonsveller er værdien baseret på en nominal svellelængde 2500 ≤ L ≤ 2600 mm. For betonsveller med L < 2500 mm gælder, at værdien i figuren skal forøges med mindst (2500 - L)/2. Dette er dog ikke gældende for sporskifter.
- 3: På stationsområder, hvor det omgivende terræn er beliggende i niveau med overkanten af svellerne, tillades anlægget af ballastskrånningen lodret, og planumsbredden tillades reduceret til P_b = 1,6 m for sidespor.
- 4: På den udvendige side i kurver, hvor overhøjden er 5 - 80 mm og 85 - 160 mm, skal værdien være mindst henholdsvis 0,15 m og 0,30 m større.
- 5: På steder, hvor eksisterende planumsbredde er indtil 0,30 m mindre, tillades eksisterende planumsbredde bibeholdt. Dette er dog ikke gældende i sporskifter.
- 6: Værdien er alene gældende ved fornyelse af hele ballastlaget dog ekskl. spor på sporbærende broer og tilsvarende faste konstruktioner, hvor eksisterende hældning af planum tillades bibeholdt.
- 7: Værdien er gældende for spor med monoblokbetonsveller. For spor med træsveller er værdien mindst B_{sk} = 0,50 m og for to-blok betonsveller er værdien mindst B_{sk} = 0,40 m.
- 8: For langskinnesor beliggende i øvrige togvejsspor (V > 40 km/h), gennemgående togvejsspor og hovedspor med 60 kg/m-skiner gælder endvidere, at ballastskulderen i kurvers yderside skal forhøjes til h = 0,10 m i cirkelbuer og eventuelle tilhørende overgangskurver i følgende tilfælde: a) Monoblokbetonsveller af typen S89/S99 når radius i cirkelbuer er R < 400 m, b) Monoblokbetonsveller af typen B70/SP90-2500 når radius i cirkelbuer er R < 325 m, c) Træsveller med overbygning Cr og Cf når radius i cirkelbuer er R < 560 m. Illustration af forhøjet ballastskulder fremgår af figur 10.2.1-1.
- 9: Værdien er gældende for spor med aksellast A ≤ 22,5 tons. For spor med aksellast 22,5 tons < A ≤ 25,0 tons skal værdien være mindst 0,07 m større.



13. BN2, OPGRADERING

Opgraderinger skal udføres således, at de funktionsmæssige krav til tværprofiler i henhold til afsnit 10.1 er opfyldt. Derudover gælder de i nærværende afsnit supplerende krav.

13.1 Hastighedsforøgelse

I forbindelse med en hastighedsforøgelse skal det sikres, at følgende krav er overholdt:

- Ballastskulderens bredde (B_{sk}) og anlæg af ballastskråning (a) skal overholde minimumskravene, som anført i afsnit 12.
- Ballastlagets overkant mellem svellerne og ved ballastskuldrene skal generelt følge overkanten af svellerne og ved ballastskuldrene desuden være parallelt med SO-plan. På strækninger, hvor hastigheden er $160 < V \leq 250$ km/h, skal overkanten af ballastlaget i området mellem sveller og skinner dog sænkes 40 mm under overkanten af svellerne, som illustreret på figur 10.2.1-3. Dette krav vedr. sænket ballastlag er imidlertid ikke gældende i sporskifter.
- Forhold i tværprofilet, der giver anledning til et behov for sporjustering hvert 3. år eller hyppigere for at overholde kravene i henhold til [1], skal udbedres.

Note 13.1-1

Med hensyn til justeringsbehovet hvert 3. år eller hyppigere bør det bemærkes, at der er tale om det reelle justeringsbehov ud fra målevognsdiagrammer og analyser, og ikke de faktiske udførte sporjusteringer.

Note 13.1-2

Med hensyn til ballast- og jordprøvetagning i sporkassen henvises til kravene i [7], og vedr. udbedring af forhold i underbygningen henvises til kravene i [12] og [13].

Såfremt hastigheden forøges fra $V \leq 120$ km/h til $120 < V \leq 160$ km/h, fra $V \leq 160$ km/h til $160 < V \leq 200$ km/h eller fra $V \leq 200$ km/h til $200 < V \leq 250$ km/h, gælder, at alle kravene anført i afsnit 12 skal være overholdt.

13.2 Forøgelse af aksellast

I forbindelse med en forøgelse af aksellasten skal det sikres, at følgende krav er overholdt:

- Forhold i tværprofilet, der giver anledning til et behov for sporjustering hvert 3. år eller hyppigere for at overholde kravene i henhold til [1], skal udbedres.

Såfremt aksellasten forøges fra $A \leq 22,5$ tons til $22,5 < A \leq 25,0$ tons på strækninger, hvor hastigheden er $V \leq 160$ km/h, gælder, at alle kravene anført i afsnit 12 skal være overholdt.



14. BN2, BRORENOVERING

Renoveringer af sporbærende broer og tilsvarende faste konstruktioner skal udføres således, at de funktionsmæssige krav til tværprofiler i henhold til afsnit 10.1 er opfyldt. Derudover gælder de i nærværende afsnit supplerende krav.

Såfremt brorenoveringen gennemføres i forbindelse med en større ombygning jævnfør definition 5.12, gælder kravene i afsnit 12. Såfremt brorenoveringen gennemføres helt eller delvist med henblik på at opgradere banen, gælder kravene i afsnit 13.

Forud for en brorenoveringsopgave, der kræver ballasten fjernet og genindbygget, skal det eksisterende ballastprofil undersøges. Dette med henblik på at kunne gøre de nødvendige tiltag i projekteringsfasen for at overholde minimumskravene for B_{sk} , a og B_t .

Note 14-1

For underføringer kan ballasttykkelsen variere betydeligt afhængig af brodækkets profilering og afvanding. Ved undersøgelser af ballastlagets tykkelse bør det derfor forud for målingerne i marken være fastlagt, hvilke afvandings- og hældningsforhold brodækket er forsynet med, så vurderinger af ballasttykkelsen for underføringen sker på baggrund af målinger udført, hvor ballasttykkelsen er størst og mindst.

I forbindelse med en brorenovering, hvor ballasten fjernes og genindbygges, skal det sikres, at følgende krav er overholdt:

- Ballastskulderens bredde (B_{sk}) og anlæg af ballastskråning (a) skal overholde kravene, som anført i afsnit 12.
- Ballastlagets overkant mellem svellerne og ved ballastskuldrene skal generelt følge overkanten af svellerne og ved ballastskuldrene desuden være parallelt med SO-plan. På strækninger, hvor hastigheden er $160 < V \leq 250$ km/h, skal overkanten af ballastlaget i området mellem sveller og skinner dog sænkes 40 mm under overkanten af svellerne, som illustreret på figur 10.2.1-3. Dette krav vedr. sænket ballastlag er imidlertid ikke gældende i sporskifter.
- Ballastens tykkelse skal være $B_t = 0,30$ m. For eksisterende ballasttykkelse 0,20 – 0,30 m tillades den eksisterende ballasttykkelse bibeholdt, såfremt en del af ballastlaget består af en ballastmåtte, der overholder kravene i afsnit 10.2.5.

Når ballastskærver fjernes i forbindelse med en brorenovering, og de ikke bliver maskinelt rensed, skal de udskiftes. Dette med mindre andelen af partikler indtil 22,4 mm i ballastlaget dokumenteres under 22 vægtprocent. Udtagelse af ballastprøver og beregning af vægtprocenten for partikler mindre end 22,4 mm skal foretages som angivet i [7].

I forbindelse med udførelsen af en brorenovering skal det sikres, at afvandingssystemet er beliggende tilstrækkeligt lavt i forhold til færdigt spor, således at sporets tværprofil afvandes til grøften/afvandingssystemet og ikke omvendt.



15. BN2, NYANLÆG

Nyanlæg skal udføres således, at de funktionsmæssige krav til tværprofiler i henhold til afsnit 10.1 er opfyldt. Derudover gælder de i nærværende afsnit supplerende krav.

15.1 Etablering af ny banetracé

I forbindelse med udførelse af nyanlæg skal ballastlagets overkant mellem svellerne og ved ballastskuldrene generelt følge overkanten af svellerne og ved ballastskuldrene desuden være parallelt med SO-plan. På strækninger, hvor hastigheden er $160 < V \leq 250$ km/h, skal overkanten af ballastlaget i området mellem sveller og skinner dog sænkes 40 mm under overkanten af svellerne, som illustreret på figur 10.2.1-3. Dette krav vedr. sænket ballastlag er imidlertid ikke gældende i sporskifter.

Ved etablering af ny banetracé skal minimumsmålene for tværprofiler i henhold til figur 15.1-1 og 15.1-2 være opfyldt. Kravene til tværprofiler er gældende for både enkelt-, dobbelt- og flersporede strækninger. Kravene er også gældende for sporbærende broer og tilsvarende faste konstruktioner, hvor underballasten dog tillades udeladt.

Planum og råjordsplanum skal etableres, så disse hælder mod grøften/afvandingsystemet. For enkeltsporede baner tillades knæpunkterne i planum og råjordsplanum dog placeret under spormidten. Illustration af tværprofil for enkeltsporet bane fremgår af bilag 1.

Note 15.1-1

Med hensyn til normer for råjordsplanums bæreevne henvises endvidere til kravene i [12] og [13].

I forbindelse med udførelsen af nyanlæg skal det endvidere sikres, at grøften/afvandingsystemet er beliggende tilstrækkeligt lavt i forhold til færdigt spor, således at sporets tværprofil afvandes til grøften/afvandingsystemet og ikke omvendt.

Note 15.1-2

Med hensyn til normer for afvanding henvises til kravene i [9].

Underballastlaget skal bestå af stabilt grus eller veldrænende grus. I sidespor, hvor ballastlaget etableres af ballastgrus, tillades underballastlaget også etableret med ballastgrus.

Ved nybygning skal ballastlaget bestå af ballastskærver. I sidespor, hvor der skal færdes rangerpersonale, skal ballastlaget af hensyn til arbejdsmiljøet opfylde et af nedennævnte krav:

- Ballastlaget skal bestå af ballastskærver, der afdækkes med små ballastskærver.
- Ballastlaget skal bestå af små ballastskærver.
- Ballastlaget skal bestå af ballastgrus.



Note 15.1-3

Ved anskaffelse af nye ballastskærver, små ballastskærver, ballastgrus, stabilt grus og veldrænende grus henvises til kravene i [8].

Underballastlaget skal udlægges således, at den ikke blandes med den underliggende jord eller løber ned i banegrøften eller på skråningen.

Ved udlægning af underballast fra et nabospor må dettes ballast ikke blive forurennet under aflæsningen.

Underballastlag af stabilt grus og veldrænende grus skal udføres i henhold til henholdsvis [16] og [17]. Kørsel på færdigt planum må kun finde sted efter forudgående aftale med bygherrens tilsyn.

Ballastskærvelaget skal udlægges således, at dette ikke blandes med underballasten. Endvidere skal det ved udlægningen af ballastskærvelaget sikres, at der ikke forekommer pletvise partier af koncentrationer med små kornstørrelsesfraktioner.

Transportkørsel på udlagt ballastskærveslag må ikke forekomme. Ved udlægningen af ballastskærvelaget må materiellets fladetryk maksimalt være 60 kN/m^2 , såfremt materiellet skal køre på ballastskærvelaget.

Efter udlægning og afretning af den nederste del af ballastskærvelaget, svarende til maksimalt 10 cm under projekteret svelleunderside, skal der foretages komprimering af dette, inden der udlægges sveller. Komprimering skal enten foretages med dobbeltvalset tromle i form af 1,5 - 3 tons maskine med glatte valser eller med pladevibrator på 400 - 600 kg. Komprimering skal foretages med mindst 3 passager. Der må ikke anvendes slag ved komprimeringen. Overfladen skal om nødvendigt efterreguleres for eventuelle lunger. Den resterende del af ballastværprofilet skal etableres, efter at der er udlagt sveller og skinner. For krav til sporets løft, justering og stabilisering under etableringen henvises til krav i [1].

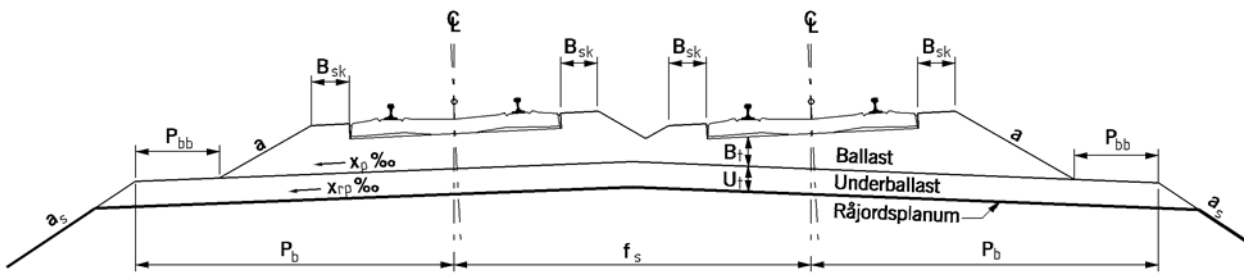
Note 15.1-4

Med hensyn til sporenes indbyrdes placering for dobbelt- og flersporede strækninger henvises til kravene i [15].

På strækninger med kabelrender skal det sikres, at kabelrenderne ikke hindrer en afvanding af sporkassen.



Overholdelsen af krav for B_{sk} og a jævnfør figur 15.1-1 og 15.1-2 skal dokumenteres via visuel inspektion før ibrugtagning og via nivellement af tværprofilen per 50 m efter slutjustering samt afretning af ballastlaget. Planum skal dokumenteres via krav i henholdsvis [16] og [17], hvorefter ballastlagets tykkelse skal dokumenteres ud fra sporets absolutte beliggenhed i henhold til krav i [11].



Figur 15.1-1 Tværprofil illustreret for dobbeltsporet bane



Figur 15.1-2 Krav til tværprofiler ved etablering af ny banetracé

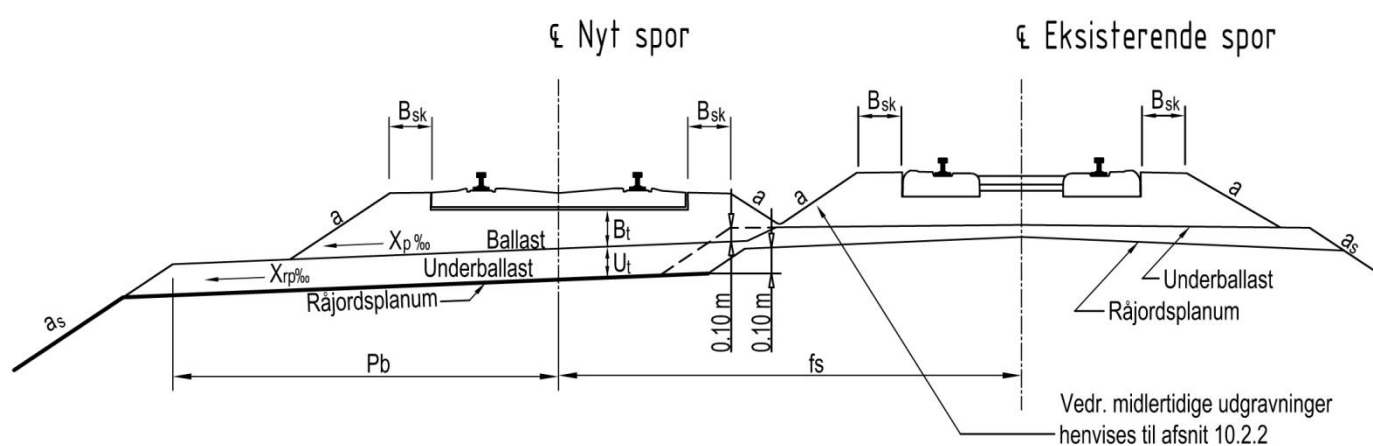
Element	Minimumskrav for sidespor	Minimumskrav for hoved- og togvejsspor		
		$V \leq 160$ km/h	$160 < V \leq 200$ km/h	$200 < V \leq 250$ km/h
Ballastskulderens bredde (B_{sk})	0,30 m	0,40 m ⁷⁾	0,55 m ⁶⁾	0,50 m
Anlæg af ballastskråning (a) ¹⁺⁴⁾	1,5	1,5	1,5	1,5
Ballastens tykkelse (B_t)	0,30 m	0,35 m	0,35 m	0,35 m
Underballastens tykkelse (U_t) ³⁾	0,10 m ⁸⁾	0,20 m ⁸⁾	0,30 m	0,30 m
Planumsbredde (P_b) ⁴⁾	3,30 m	3,80 m ²⁾	3,80 m	3,80 m
Hældning af planum (X_p) ⁵⁾	40 o/oo	40 o/oo	40 o/oo	40 o/oo
Hældning af råjordsplanum (X_{rp})	40 o/oo	40 o/oo	40 o/oo	40 o/oo

- 1: Ved en stationær og stabil sideværts begrænsning forårsaget af en fast perronkonstruktion eller et maste-fundament placeret mindst henholdsvis 2,10 m og 2,70 m fra spormidten målt fra oversiden af svellede parallelt med SO-planet, tillades anlægget af ballastskråningen lodret ved henholdsvis perronkonsollerne og mastefundamentene.
- 2: Værdien er gældende for hastighedsintervallet $120 < V \leq 160$ km/h. For hastighedsintervallet $V \leq 120$ km/h er værdien 3,30 m.
- 3: For betonsveller er værdien baseret på en nominal svellelængde $2500 \leq L \leq 2600$ mm. For betonsveller med $L < 2500$ mm gælder, at værdien i figuren skal forøges med mindst $(2500 - L)/2$. Dette er dog ikke gældende for sporskifter.
- 4: På stationsområder, hvor det omgivende terræn er beliggende i niveau med overkanten af svellerne, tillades anlægget af ballastskråningen lodret, og planumsbredden tillades reduceret til $P_b = 1,6$ m for sidespor.
- 5: For sporbærende broer og tilsvarende faste konstruktioner tillades hældning af planum reduceret til $X_p = 20$ o/oo.
- 6: Værdien er gældende for spor med monoblokbetonsveller. For spor med træsveller er værdien mindst $B_{sk} = 0,50$ m og for to-blok betonsveller er værdien mindst $B_{sk} = 0,40$ m.
- 7: For langskinnespor beliggende i øvrige togvejsspor ($V > 40$ km/h), gennemgående togvejsspor og hovedspor med 60 kg/m-skinne gælder endvidere, at ballastskulderen i kurvers yderside skal forhøjes til $h = 0,10$ m i cirkelbuer og eventuelle tilhørende overgangskurver i følgende tilfælde: a) Monoblokbetonsveller af typen S89/S99 når radius i cirkelbuer er $R < 400$ m, b) Monoblokbetonsveller af typen B70/SP90-2500 når radius i cirkelbuer er $R < 325$ m, c) Træsveller med overbygning C_r og C_f når radius i cirkelbuer er $R < 560$ m. Illustration af forhøjet ballastskulder fremgår af figur 10.2.1-1.
- 8: Værdien er gældende for spor med aksellast $A \leq 22,5$ tons. For spor med aksellast $22,5$ tons $< A \leq 25,0$ tons skal værdien være mindst 0,07 m større.

15.2 Udbygning af banetracé langs eksisterende spor

Ved udbygning af banetracé langs eksisterende spor gælder samme geometriske minimumskrav til tværprofiler som for nyt spor, der er angivet i afsnit 15.1.

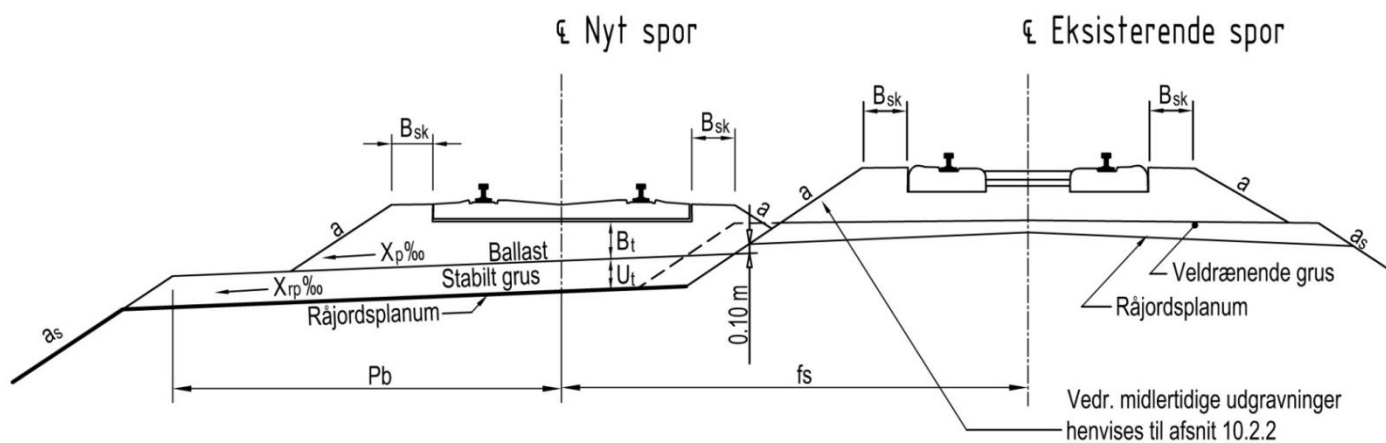
Ved udbygning af banetracéen skal det sikres, at afvandingen af eksisterende spor ikke forringes.



Figur 15.2-1 Tværprofil for udbygning af banetracé langs eksisterende spor illustreret med samme type underballast for nyt spor som for eksisterende spor.

Såfremt det nye spor bygges med samme type underballast som i det eksisterende spor, skal henholdsvis planum og råjordsplanum af det nye spor placeres minimum 0,10 m under eksisterende henholdsvis planum og råjordsplanum. Se figur 15.2-1.

Såfremt det eksisterende spor er bygget med veldrænende grus som underballast, og det nye spor anlægges med komprimeret stabilt grus som underballast, så skal planum af det nye spor placeres minimum 0,10 m under råjordsplanum af det eksisterende spor. Se figur 15.2-2.



Figur 15.2-2 Tværprofil for udbygning af banetracé langs eksisterende spor illustreret med veldrænende grus som underballast for eksisterende spor og stabilt grus som underballast for nyt spor.

I forbindelse med udvidelse af eksisterende banedæmning henvises endvidere til kravene i [12] og [13].



16. BN3, VEJLEDNING I VALG AF OVERBYGNINGSTYPE OG TVÆRPROFIL

Nærværende afsnit giver en vejledning med hensyn til valg af overbygningstype og tværprofil i forbindelse med større ombygninger ved underføringer, hvor der er bindinger mht. løft af sporet, f.eks. hvor der er underføringer ved perroner.

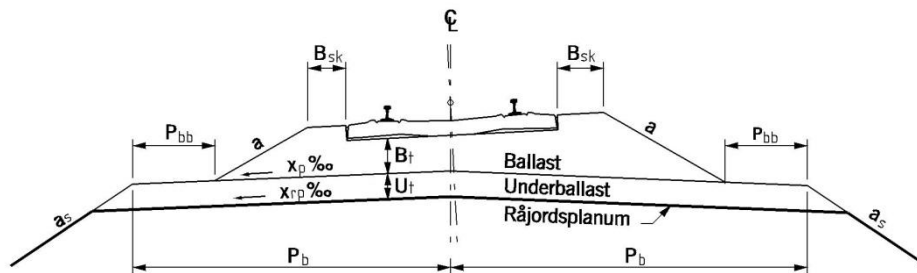
Figur 16-1 Vejledning i valg af overbygningstype og tværprofil ved underføringer, hvor der er bindinger mht. løft af sporet

Prioritet	Svelletype	Materiale	Skinnevægt i kg/m	Overbygningstype	Hældning	Bladnr	Mindste kurve radius i m	Overbygningstypens højde i m	Ballasttykkelse i m	Ballastmåtte	Stålblade tykkelse i m	Total højde i m	Afsnit i nærværende Banenorm	Bemærkninger
1	S99, S89	Beton	60	Dmp/Dm	1:40	7932/ 7931	330	0,388	0,300	Nej	0	0,688	Figur 12-4	
2	S99, S89	Beton	60	Dmp/Dm	1:40	7932/ 7931	330	0,388	0,200	Ja	0	0,588	Dispensation figur 10.2.3-2	
3a	Træ	Azobe	60	Dtz	1:40	7795	610	0,300	0,200	Ja	0	0,500	Dispensation figur 10.2.3-2	
3b	Træ	Azobe	60	Cfz	1:40	7905	460	0,328	0,200	Ja	0	0,528	Dispensation figur 10.2.3-2	Ved $460 \leq R < 610$ m
4	Stål	Stål	60	Dsp	1:40	8335	640	0,194	0,250	Ja	0,012	0,456	Dispensation figur 10.2.3-2	
5	Fast befæstelse	Beton-dæk	60	Ddp	1:40	8331	800	0,268	0	Nej	0	0,268		



17. BILAG

17.1 Bilag 1 Illustration af tværprofil for enkeltsporet bane. (Informativt)



Figur 17.1-1 Illustration af tværprofil for enkeltsporet bane