



Udgivet: 01.02.2022
Godkendt: 06.01.2022

Antal sider i alt: 35

Overordnet ansvar:
Ansvar for indhold:
Ansvar for fremstilling:

Adm. direktør
Sikkerhedschef
Rune Kessel

Fritrumsprofiler

Letbanenorm LBN1-166-4

INDHOLD

1.	<u>INDLEDNING</u>	4
2.	<u>IKRAFTTRÆDEN</u>	4
3.	<u>OVERGANGSBESTEMMELSER</u>	4
4.	<u>REFERENCER</u>	5
5.	<u>DEFINITIONER</u>	5
5.1	Variabelbetegnelser i formler	8
6.	<u>DESKRIPTORER</u>	9
7.	<u>ANVENDELSESOMRÅDE</u>	9
8.	<u>DISPENSATION</u>	9
9.	<u>HISTORIK</u>	9
10.	<u>FRITRUMSPROFILER GENERELT (LBN1-NIVEAU)</u>	10
10.1	Fritrumsprofiler og deres anvendelse	10
10.2	Fritrumsprofilets opmåling	10
10.3	Fritrumsprofilernes benævnelse	11
10.4	Krav til tillæg til fritrumsprofil mål	11
11.	<u>FRITRUMSPROFILER</u>	12
11.1	Minimumsfritrumsprofiler D1 og D2 (LBN1-niveau)	12
11.2	Normalfritrumsprofiler N1 og N2 (LBN2-niveau)	16

11.3	Klemmefrit rum (LBN2-niveau)	18
12.	<u>FORØGELSE AF BREDDEMÅL I HORISONTALKURVER</u>	19
12.1	Breddeforøgelse (LBN1-niveau)	19
12.2	Breddeforøgelse for minimumsfritrumsprofil D1 (LBN1-niveau)	19
12.3	Breddeforøgelse for fritrumsprofiler D2 og N2 (LBN1-niveau)	20
12.4	Breddeforøgelse for normalfritrumsprofil N1 (LBN2-niveau)	23
13.	<u>ÆNDRING AF HØJDEMÅL I VERTIKALTALKURVER (LBN1-NIVEAU)</u>	25
13.1	Højdeændring af fritrumsprofiler for Type 1 infrastruktur	25
13.2	Højdeændring af fritrumsprofiler for Type 2 infrastruktur	25
14.	<u>OMRÅDET OMKRING SKINNEN (LBN1-NIVEAU)</u>	27
14.1	Krav for Type 1 infrastruktur	27
14.2	Krav for type 2 infrastruktur	28
15.	<u>FRITRUMSPROFILET FOR ENDEN AF SPORET (LBN1-NIVEAU)</u>	29
16.	<u>UNDVIGEPLADSER (LBN1-NIVEAU)</u>	29
16.1	Krav ved Type 1 infrastruktur	29
16.2	Krav ved Type 2 infrastruktur	29
17.	<u>UT-BEGRÆNSNINGSLINJEN (LBN1-NIVEAU)</u>	31
18.	<u>BILAG 1 BREDDEFORØGELSE FOR D1 MINIMUMSFTRITRUMS- PROFILER OG N1 NORMALFTRITRUMSPROFILER (informativt)</u>	32

1. INDLEDNING

Denne letbanenorm samler alle Aarhus Letbanes krav til fritrumsprofiler.

Normen udgør sammen med nedenstående regelværker de samlede regler for profilforhold for infrastruktur ved Aarhus Letbane:

- LBN1-18 – vedr. opmåling af genstande indenfor profilgrænser
- LBN1-49 – vedr. profilforhold ved perroner
- LBN1-154 – vedr. sporafstand

Letbanenormen er udarbejdet i henhold til [6] hvor normniveauerne LBN1, LBN2 og LBN3 er definerede.

Udgivet af:

Aarhus Letbane
P. Hiort-Lorenzens Vej 71-95
8000 Aarhus C

2. IKRAFTTRÆDEN

Denne Letbanenorm træder i kraft ved udgivelsen.

Denne Letbanenorm ophæver LBN1-166-3.

3. OVERGANGSBESTEMMELSER

Der er ingen overgangsbestemmelser.

4. REFERENCER

Nogle steder henviser Letbanenormen til andre bestemmelser. Disse henvisninger er angivet ved 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.

Med mindre andet er nævnt gælder, at referencer er normative på LBN1- eller LBN2-niveau afhængig af den sammenhæng, de optræder i.

Nogle af denne Letbanenorms krav er en skærpelse af regler angivet i referencelisten. I så fald er reglerne i referencelisten ikke gældende med hensyn til netop disse krav.

- [1] Letbanenorm LBN1-18 "Opmåling af genstande inden for profilgrænserne", Aarhus Letbane
- [2] Letbanenorm LBN1-49 "Indbyrdes placering af spor og perron", Aarhus Letbane
- [3] Letbanenorm LBN1-107 "Skinner, eftersyn og tilstand", Aarhus Letbane
- [4] Letbanenorm LBN1-154 "Sporafstand og frispormærker", Aarhus Letbane
- [5] Letbanenorm LBN1-402 "Traceringsregler", Aarhus Letbane
- [6] Letbanenorm LBN2-1 "Struktur, udseende og udvikling af Letbanenormer", Aarhus Letbane.
- [7] Aarhus Letbanes kørestrømsinstruks (LKI), Aarhus Letbane
- [8] DS/EN14811 + A1 : 2009 "Jernbaneudstyr – Spor – Skinner til specielle formål – Rilleskinner og tilhørende konstruktionsprofiler".
- [9] Letbanenorm LBN1-14 " Projektering, tilstand og eftersyn af sporskifter og sporskæringer", Aarhus Letbane

5. DEFINITIONER

I denne Letbanenorm gælder følgende definitioner:

Begreb	Definition
Bremsevej	Den længde, en bevægelig sporstopper er dimensioneret til at bevæge sig ved påkørsel. Eventuelle ekstra bremseelementers udstrækning skal tillægges bremsevejens beregnede længde og giver sporets maksimale udstrækning bag ved sporstopperen.

Begreb	Definition
Bygværk	En fast konstruktion som, hvis den rammes af et tog, kan forrette betydelig skade på tog og/eller passagerer ved sammenstødet. F.eks. overførte brokonstruktioner, brostøtjern, fløjvægge bærende bygningsdele, spunsvægge, støttemure, trugkonstruktioner mv,
D1	Navn på minimumsfritrumsprofil for Type 1 infrastruktur.
D2	Navn på minimumsfritrumsprofil for Type 2 infrastruktur.
Fritrumsprofil	Begrænsning uden for hvilken alle faste genstande, ekskl. perronforkanter og dele af køreledningsanlægget, skal befinde sig. Fritrumsprofilet har variabel bredde og højde, som afhænger af sporets kurveforhold. Fritrumsprofil er en fællesbetegnelse for minimumsfritrumsprofil og normalfritrumsprofil.
Kinematisk referencelinje	En teoretisk linje, der danner grænse mellem det rullende materiel og de faste genstande op til sporet i kombination med denne linjes tilknyttede kinematiske regler.
Kurvetillæg	Kurvetillægget er sammensat af et fast bidrag, der hidrører fra sporviddevariation, samt et variabelt bidrag, kurveudslaget, der varierer med sporets horisontale radius. Begge bidrag indgår i fritrumsprofilet men det bemærkes, at kurveudslaget skal håndteres som forøgelse af breddemål jf. afsnit 12.
Kurveudslag	Kurveudslaget er den ekstra horisontale afstand, som materiellet rager ud fra spormidten i sporkurver grundet materiellets korde-virkning mellem bogier hhv. udragende ender over bogier. Kurveudslaget er forskelligt på yderside hhv. inderside af kurve. Fritrumsprofilet for Type 2 infrastruktur er dog i denne norm angivet symmetrisk ud fra det mest konservative kurveudslag. Tilsvarende er der et kurveudslag i vertikalkurver
Minimumsfritrumsprofil	Det minimale fritrumsprofil, der tillades. Gælder på LBN1-niveau.
Myndighed	Den til enhver tid gældende myndighed på jernbane- og letbane-området i Danmark.
Normalfritrumsprofil	Fritrumsprofil som omslutter minimumsfritrumsprofilet med en valgt margin. Gælder på LBN2-niveau.
N1	Navn på normalfritrumsprofil for Type 1 infrastruktur.

Begreb	Definition
N2	Navn på normalfritrumsprofil for Type 2 infrastruktur.
Nyanlæg	Betegnelse for anlæg af nye spor, eller anlæg af nye konstruktioner, f.eks. perroner eller broer, der kan begrænse fritrummet.
Opgradering	Betegnelse for hastighedsforøgelse eller forøgelse af aksellasten.
Profilmidte	Linje, som ligger i en plan vinkelret på sporet, der er vinkelret på SO-planet, og som udgår fra et punkt midt mellem de to skinneres kørekanter (der regnes at ligge 14 mm under SO-plan).
SO-plan	Et plan der tangerer begge skinnenhoveders overflade. SO-planet vil således hælde i spor med overhøjde. Da SO-planet tangerer begge skinneres køreflade, vil SO-planet sænkes efterhånden som skinnerne slides.
Sporets ende	Som sporets ende regnes et lodret plan vinkelret på sporet gennem anslagsfladen på en sporstopper eller lignende.
Sporudvidelse	Sporudvidelse er en forøgelse af den nominelle sporvidde i cirkelkurver med små radier jf. regler herfor i LBN1-402.
Større ombygning	Ballastrensning af skærvelag, og/eller fornyelse af underballastlag. Svelleudveksling, fornyelse af hele sporkonstruktionen eller sporsænkninger. Udstrækning > 100 m.
Tunnel	Brede vej-, sti- eller sporbærende broer over eller under veje, jernbaner, stier eller vandløb, med en længde på 100 m eller mere fra facade til facade.
Type 1 fritrumsprofil	Fællesbetegnelse for Type 1 minimumsfritrumsprofil og Type 1 normalfritrumsprofil.
Type 1 infrastruktur	Der findes to forskellige typer af infrastruktur på Aarhus Letbanes netværk. De to forskellige typer benævnes Type 1 infrastruktur og Type 2 infrastruktur. De to typer infrastruktur stiller forskellige krav på grænsefladen mod det rullende materiel. Det fremgår af [5], hvilke strækninger, der er Type 1 infrastruktur.
Type 1 minimumsfritrumsprofil	Et minimumsfritrumsprofil, som gælder på Type 1 infrastruktur på LBN1-niveau.

Begreb	Definition
Type 1 normalfritrumsprofil	Et normalfritrumsprofil, som gælder på Type 1 infrastruktur på LBN2-niveau.
Type 2 fritrumsprofil	Fællesbetegnelse for Type 2 minimumsfritrumsprofil og Type 2 normalfritrumsprofil.
Type 2 infrastruktur	Der findes to forskellige typer af infrastruktur på Aarhus Letbanes netværk. De to forskellige typer benævnes Type 1 infrastruktur og Type 2 infrastruktur. De to typer infrastruktur stiller forskellige krav på grænsefladen mod det rullende materiel. Det fremgår af [5], hvilke strækninger, der er Type 2 infrastruktur.
Type 2 minimumsfritrumsprofil	Et minimumsfritrumsprofil som gælder på Type 2 infrastruktur på LBN1-niveau.
Type 2 normalfritrumsprofil	Et normalfritrumsprofil, som gælder på Type 2 infrastruktur på LBN2-niveau.
UT-begrænsningslinje	En afgrænsningslinje indenfor hvilken alle faste genstande er opmålt iht. [1].

5.1 Variabelbetegnelser i formler

I forbindelse med denne letbanenorm anvendes nedenstående variable betegnelser:

b	-	Bredde – afstand fra profilmidte til profilpunkt målt parallelt med SO-planet, i mm
e	-	Forøgelse af breddemål i horisontalkurver, i mm
e _i	-	Forøgelse af breddemål i horisontalkurve inderside, i mm
e _y	-	Forøgelse af breddemål i horisontalkurve yderside, i mm
h	-	Højde af profilpunkt over SO-planet, målt vinkelret på dette, i mm
R	-	Sporets (spormidstens) horisontale kurveradius, i m
R _v	-	Sporets vertikale kurveradius, i m
V	-	Maksimal strækningshastighed på aktuelt spor, i km/h
Δh _{Rv}	-	Ændring af højdemål i vertikalkurver, i mm

6. DESKRIPTORER

Breddemål	Fritrumsprofil	Højdemål
Kurvetillæg	Kurveudslag	Minimumsfritrumsprofil
Normalfritrumsprofil	Undvigeplasser	UT-begrænsningslinje

7. ANVENDELSESOMRÅDE

Letbanenormen er gældende for alle i drift værende spor under Aarhus Letbanes ansvar som infrastrukturforvalter.

Normen omfatter to forskellige sæt af fritrumsprofiler, Type 1 fritrumsprofiler og Type 2 fritrumsprofiler.

Type 1 infrastruktur og Type 2 infrastruktur fremgår af [5].

8. DISPENSATION

Dispensationer fra gældende LBN1-krav kan kun udstedes af Aarhus Letbanes normansvarlige chef efter godkendelse af myndigheden.

Dispensationer fra gældende LBN2-krav kan kun udstedes af den normansvarlige chef i Aarhus Letbane.

Endvidere fremgår proces for dispensation fra tekniske regler af Aarhus Letbanes ledelsessystem, hvortil der henvises.

9. HISTORIK

I forhold til version LBN1-166-3 er der indarbejdet særskilte krav til Type 2 infrastruktur og tilhørende konsekvensrettelser i den resterende del af letbanenormen. Ændringen omfatter desuden, at begrænsningen af anvendelsen af den tekniske sikkerhedsregel til kun at dække drift- og vedligeholdelsesaktiviteter er fjernet.

10. FRITRUMSPROFILER GENERELT (LBN1-NIVEAU)

10.1 Fritrumsprofiler og deres anvendelse

Overholdelse af fritrumsprofilet - med tilladte overskridelser, der overholder perronkrav jf. [2] og krav til kørestrømsanlæg i denne norm - sikrer fritrumsprofilmæssig farefri kørsel med det rullende materiel og det læssede gods. Fritrumsprofilerne skal i nogle tilfælde suppleres med yderligere sikkerhedsafstande, der ikke er defineret i denne letbanenorm, afhængigt af hvilken situation de optræder i. Eksempelvis kan der via Vejreglerne være krav om yderligere afstand til kørebaner for vejtrafik.

Note 10.1

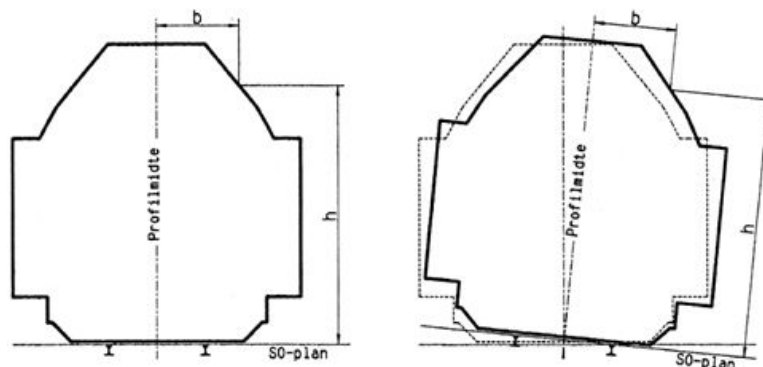
Type 1 fritrumsprofiler er systemspecifikke for Aarhus Letbane og stammer fra den integrerede designproces af letbaneinfrastruktur og letbanemateriel.

For alle fritrumsprofilfigurer i afsnit 11 gælder, at de er vist uden kurveudslag, dvs. at der både ved horisontale og vertikale kurver skal ændres på fritrumsprofilmålene iht. afsnit 12 og 13.

I forbindelse med nyanlæg, større ombygning og opgradering skal der desuden gøres tillæg for tolerancer i sporbeliggenhed og anlægstolerancer for bygværker. Disse tillæg er beskrevet i afsnit 10.4.

10.2 Fritrumsprofilets opmåling

Fritrumsprofilets kontur begrænses af rette linjer.



Figur 10.1. Fritrumsprofilets opmåling uden hhv. med overhøjde.

Alle højder (h) skal måles vinkelret på SO-planet. Alle bredder (b) skal måles fra profilmidte parallelt med SO-planet, se figur 10.1. For perroner skal der dog tages udgangspunkt i nærmeste skinnes kørekant, se [2]. I spor med overhøjde får fritrumsprofilen en tilsvarende hældning, se figur 10.1.

Profilmidten ligger i lige stor afstand fra de to skinners kørekanter, det vil sige i spor med udvidet sporvidde ligger den i midten af det udvidede spor.

10.3 Fritrumsprofilernes benævnelse

Der er forskellige fritrumsprofiler med forskellige formål, som beskrevet i afsnit 11.

10.4 Krav til tillæg til fritrumsprofil mål

Minimumsfritrumsprofilmålene er absolutte mål, der altid skal være overholdt med de undtagelser, der er omtalt specifikt i denne letbanenorms afsnit 11. Ved placering af genstande skal der alt efter sporforhold, jordbundsforhold, vedligeholdelsesstandard, byggetolerancer og lignende gives et tillæg, som sikrer, at det aktuelt gældende minimumsfritrumsprofil er overholdt. Hvis der ikke er givet en LBN2-dispensation for det aktuelt gældende normalfritrumsprofil, skal tillægget ligeledes sikre, at dette er overholdt.

10.4.1 Krav til tillæg til fritrumsprofilen for spor i drift

Der er ingen krav til lodrette eller vandrette tillæg til fritrumsprofilen for spor i drift hverken for fast befæstet eller for ballasteret spor.

10.4.2 Projekteringskrav til tillæg til fritrumsprofilen ved nyanlæg, større ombygninger og tracéændring

Af hensyn til den fremtidige sporvedligeholdelse skal der ved projektering i forbindelse med nyanlæg, større ombygninger og tracéændring lægges et tillæg til fritrumsprofilerne.

Note 10.2

For et ballasteret spor, dækker tillægget en fremtidig sporjustering, og for et fast befæstet spor dækker det tolerancerne for justering af befæstelsessystemet.

Krav til tillæg til fritrumsprofilen ved projektering ved nyanlæg, større ombygninger og tracéændring er beskrevet i tabel 10.1.

	Ballasteret spor	Fast befæstet spor
Lodret	100 mm	20 mm
Vandret	50 mm	20 mm

Tabel 10.1 Projekteringskrav til tillæg til fritrumsprofilet ved nyanlæg, større ombygninger og tracéændring.

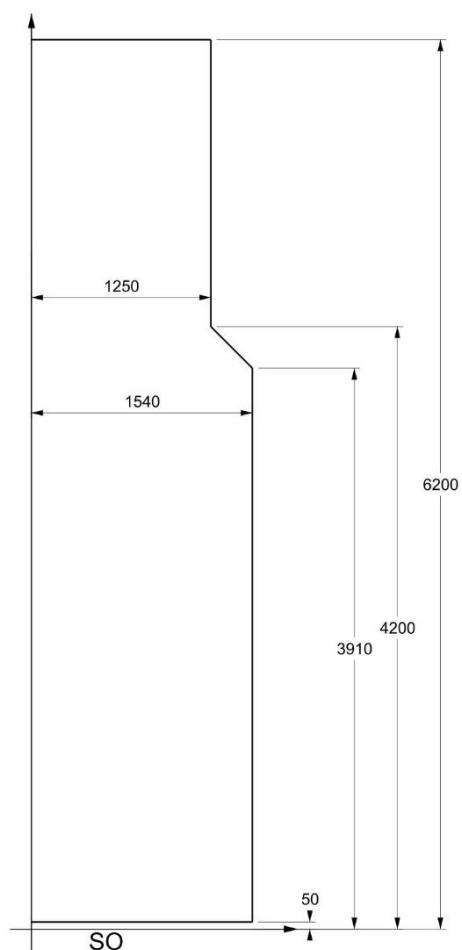
11. FRITRUMSPROFILER

11.1 Minimumsfritrumsprofiler D1 og D2 (LBN1-niveau)

Minimumsfritrumsprofiler gælder generelt for alle faste genstande med undtagelser for:

- perronfor kanter, se afsnit 11.1.3
- kørestrømsanlægget, se afsnit 11.1.4.
- området omkring skinnen, hvor fritrumsprofilkrav fremgår af afsnit 14.

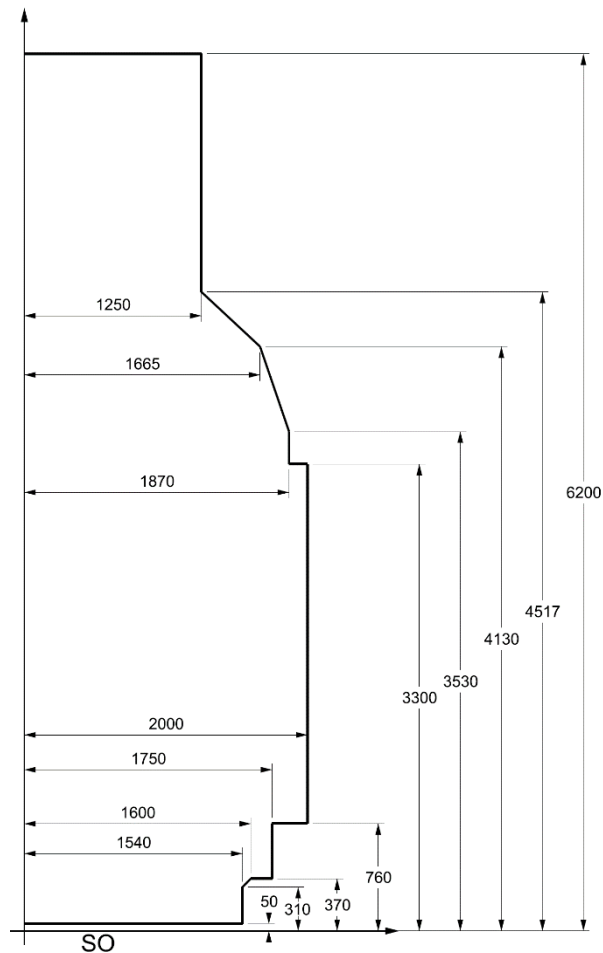
11.1.1 Minimumsfritrumsprofil D1 for Type 1 infrastruktur



Figur 11.1. Minimumsfritrumsprofil D1 vist uden forøgelse af breddemål iht. afsnit 12 og uden ændring af højdemål iht. afsnit 13. Se modifikationer ift. køreledningsanlæg i efterfølgende tekstafsnit og afsnit 11.1.4 samt ift. perronforlanter i afsnit 11.1.3 og ift. området omkring skinnen i afsnit 14.

Ved overførte bygværker, og ved andre genstande placeret over sporet, er det tilladt at reducere højden på D1 såfremt alle krav i [7] i forhold til køreledningsanlæg og i forhold til passerende strømøftagere, er overholdt. Højden må under sådanne omstændigheder reduceres ned til 4400 mm.

11.1.2 Minimumsfritrumsprofil D2 for Type 2 infrastruktur



Figur 11.2. Minimumsfritrumsprofil D2 vist uden forøgelse af breddemål iht. afsnit 12 og uden ændring af højdemål iht. afsnit 13. Se modifikationer ift. køreledningsanlæg i efterfølgende tekstafsnit og afsnit 11.1.4 samt ift. perronforlanter i afsnit 11.1.3 og ift. området omkring skinnen i afsnit 14.

Ved overførte bygværker, og ved andre genstande placeret over letbanen, er det tilladt at reducere højden på D2 såfremt alle krav i [7] i forhold køreledningsanlæg og i forhold til passerende strømaftagere, er overholdt. Højden må under sådanne omstændigheder reduceres ned til 4820 mm.

For broer – overførte og sporbærende – samt for øvrige overførte og langsgående bygværker gælder, at der skal være mindst 4000 mm fra spormidte til bygværk. For tunneler med fuld jorddækning tillades den fri afstand nedsat til 3500 mm fra spormidte til endevederlag under

forudsætning af at der i hele tunnelens længde etableres en håndliste i begge sider i højde 1200mm over gangniveau, samt at der kun tillades færden i tunnelen under sporspærringer. Disse sideafstande skal gælde mindst til højden 3500 mm over SO. Herover kan de reduceres lineært til sideafstand 3600 mm hhv. 3300 mm i højden 4820 mm over SO. Kravene i dette underafsnit træder i kraft ved nyanlæg samt ved komplet fornyelse af konstruktioner.

Ved større ombygning og hastighedsopgradering gælder, at der skal være mindst 3000 mm i vandret afstand fra spormidte til alle bygværker, som udgør en fast genstand i tilfælde af afsporing og kollision. Dette gælder således bl.a. vederlag og søjler for overførte broer, bygninger, langsgående støttemure og spunsvægge mv. Afstanden kan reduceres til 2500 mm, hvis afstanden til nærmeste sporskifte er større end $V^2/80$ [m], hvor hastigheden V indsættes i km/h, eller såfremt der etableres beskyttelsesskinner med indspøringskonstruktioner, startende 30 m før den faste genstand og sluttende 30 m efter den faste genstand.

Ovennævnte sidemål fra spormidte til bygværker skal ved overhøjde forøges svarende til profilmidstens vandrette forskydning fra spormidten i højden $h = 3300$ mm over SO, og skal i kurver tillige forøges med breddeforøgelse iht. Tabel 12.2.

11.1.3 Minimumsfritrumsprofil ved perronforkanter

Perronforkanter tillades placeret indenfor fritrumsprofilerne forudsat at kravene i [2] overholdes.

11.1.4 Minimumsfritrumsprofil ved kørestrømsanlæg

For Type 1 infrastruktur og Type 2 infrastruktur må køreledningskomponenter forekomme indenfor fritrumsprofilerne i højder ned til 4700 mm over offentlig vej og ned til 4400 mm for øvrige lokaliteter såfremt alle krav i [7] i forhold til køreledningsanlæg og i forhold til passerende strømaftagere, er overholdt.

På Type 2 infrastruktur gælder, at køreledningskomponenter beliggende i højder 4400-4800 mm kun er tilladte hvis strækningen ikke befares med materiel, der har kinematisk referencelinje højere end 4350 mm.

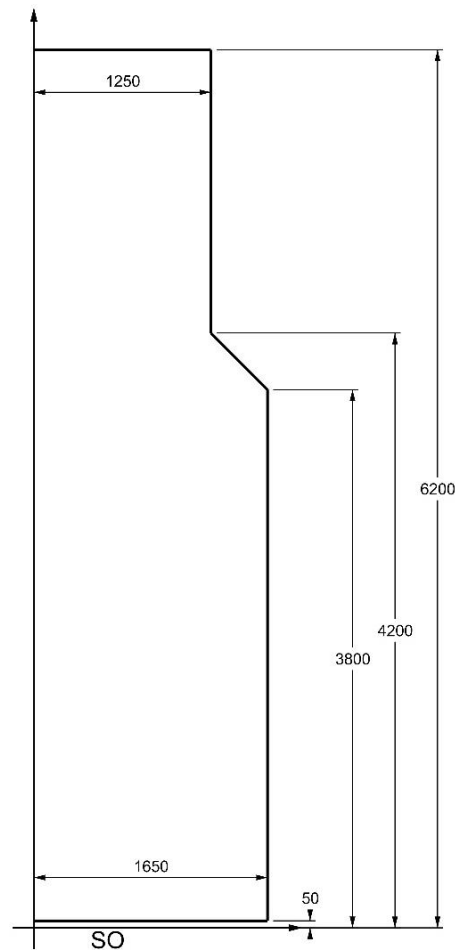
Kørestrømmen skal udkobles under kørsel, hvis strækningen, som rummer køreledningskomponenter beliggende i højden 4400-4800 mm, befares med materiel med højde større end 4250 mm,

11.2 Normalfritrumsprofiler N1 og N2 (LBN2-niveau)

Normalfritrumsprofiler gælder generelt for alle faste genstande med undtagelser for:

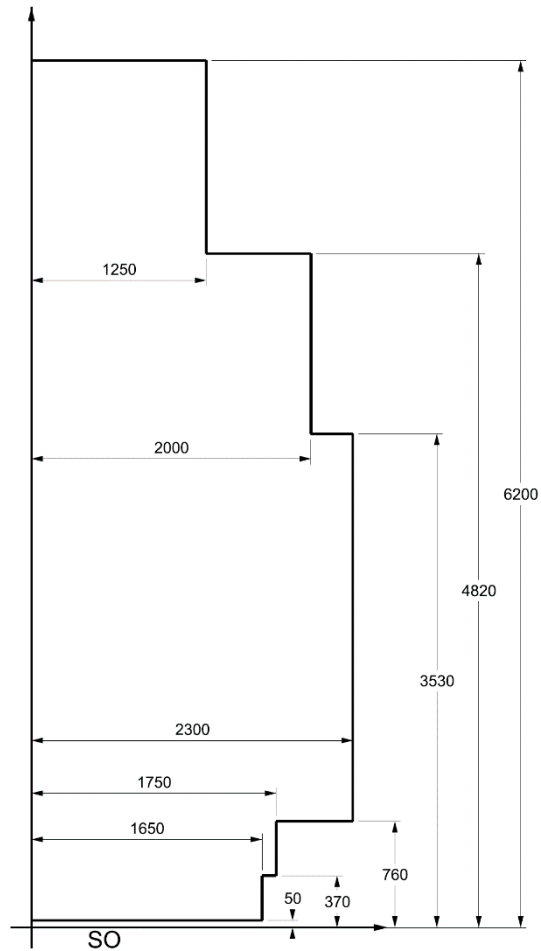
- perronforkanter, se afsnit 11.1.3
- kørestrømsanlægget, se afsnit 11.1.4
- Området omkring skinnen, se afsnit 14

11.2.1 Normalfritrumsprofil N1 for Type 1 infrastruktur



Figur 11.3. Normalfritrumsprofil N1 vist uden forøgelse af breddemål iht. afsnit 12 og uden ændring af højdemål iht. afsnit 13. Se modifikationer ift. køreledningsanlæg i afsnit 11.1.4 samt ift. perronforkanter i afsnit 11.1.3 og ift. området omkring skinnen i afsnit 14.

11.2.2 Normalfritrumsprofil N2 for Type 2 infrastruktur



Figur 11.4. Normalfritrumsprofil N2 vist uden forøgelse af breddemål iht. afsnit 12 og uden ændring af højdemål iht. afsnit 13. Se modifikationer ift. køreledningsanlæg i afsnit 11.1.4 samt ift. perronforkanter i afsnit 11.1.3 og ift. området omkring skinnen i afsnit 14.

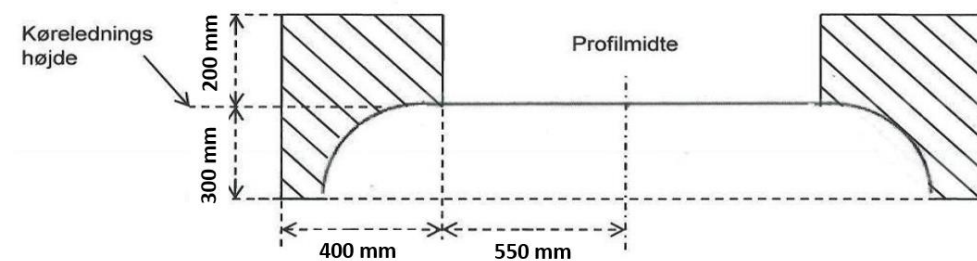
Ved nyanlæg, større ombygning og hastighedsopgradering gælder, at de i afsnit 11.1.2 anførte afstande fra spormidte skal overholdes til alle bygværker.

11.2.3 Frihøjde ved bygværker

Ved nyanlæg og ved fornyelse af eksisterende overførte bygværker på Type 2 infrastruktur, skal minimumsfritrumsprofilen overholdes og der skal etableres en frihøjde fra SO-planen på mindst 5475 mm i en bredde på mindst 2300 mm på begge sider af profilmidte.

11.3 Klemmefrit rum (LBN2-niveau)

For alle fritrumsprofiler gælder, at i transversalledninger, opfangsledninger og lignende i køreledningsanlægget, som befinder sig indenfor fritrumsprofilen, må der ikke monteres klemmer i det i figur 11.5 viste klemmefri rum.



Figur 11.5. Klemmefrit rum vist med skravering.

12. FORØGELSE AF BREDDEMÅL I HORIZONTALKURVER

12.1 Breddeforøgelse (LBN1-niveau)

Den radiusafhængige del af kurvetillægget, kurveudslaget, skal gives som forøgelse af breddemål for alle fritrumsprofiler.

For afstand til perron er forøgelsen indregnet i afstandskrav i [2].

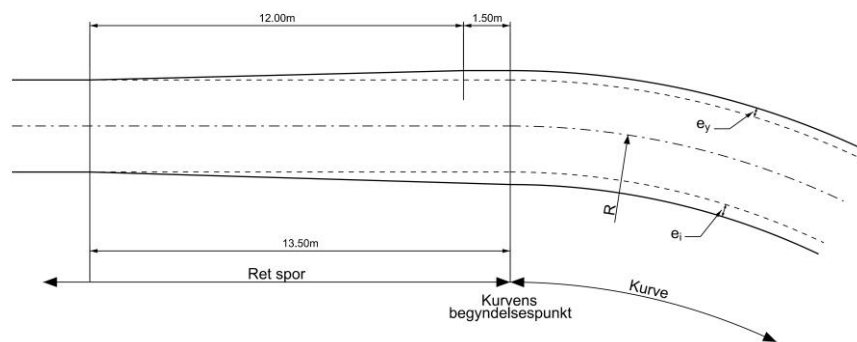
12.2 Breddeforøgelse for minimumsfritrumsprofil D1 (LBN1-niveau)

For højder mellem 50 og til og med 3800 mm skal værdierne i tabel 12.1 anvendes. Ved større højder skal der ikke gives breddeforøgelse. Værdierne i tabel 12.1 hører til minimumsfritrumsprofil D1 og må kun bruges sammen med dette.

Horizontal kurveradius [m]	Forøgelse af breddemål (e_i , e_y) i kurver [mm]	
	Inderside kurve (i)	Yderside kurve (y)
2000	0	0
1000	0	51
750	0	76
500	0	100
400	5	105
350	10	108
300	15	111
250	24	115
200	32	121
150	48	131
125	61	142
100	79	162
90	89	173
80	102	187
70	118	204
60	139	226
50	169	258
40	228	315
30	310	422
25	375	565

Tabel 12.1 Tabelværdier for e_x og e_y på D1 minimumsfritrumsprofil. Der må interpoleres lineært mellem tabelværdierne.

Ved overgang fra ret spor til kurve skal breddeforøgelsen gives i overensstemmelse med figur 12.1.



Figur 12.1. Breddeforøgelse ved overgang fra ret spor til kurve for Type 1 fritrumsprofiler. Bemærk, at det rette stykke på 1,5 m kun optræder på kurvens yderside.

Ved overgang mellem andre elementtyper, f.eks. kurve-overgangskurve-ret, kurve-kurve, kurve-overgangskurve-kurve, skal princippet i figur 12.1 anvendes. Dvs. i et givet punkt på elementet, f.eks. en overgangskurve, skal breddeforøgelsen optegnes med udgangspunkt i radius i det givne punkt. Dette skal gøres over en række punkter, og den omsluttende linje af de optegnede breddeforøgelser angiver den totale breddeforøgelse.

Alternativt kan breddeforøgelsen for en overgangskurve konservativt sættes konstant lig breddeforøgelsen for den tilstødende kurve gennem hele overgangskurvens længde. I tilfælde af en overgangskurve mellem to kurver skal breddeforøgelsen for den kurve med mindste radius anvendes.

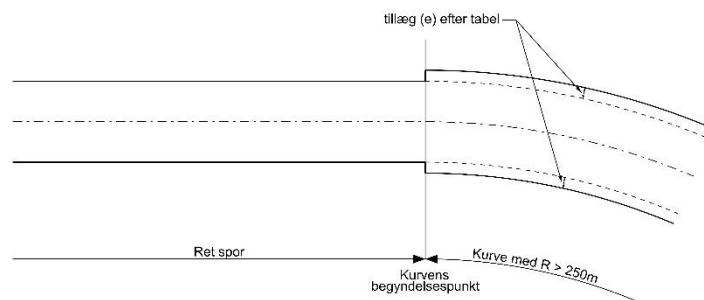
I bilag 1 er anført eksempler på anvendelse af princippet i figur 12.1.

12.3 Breddeforøgelse for fritrumsprofiler D2 og N2 (LBN1-niveau)

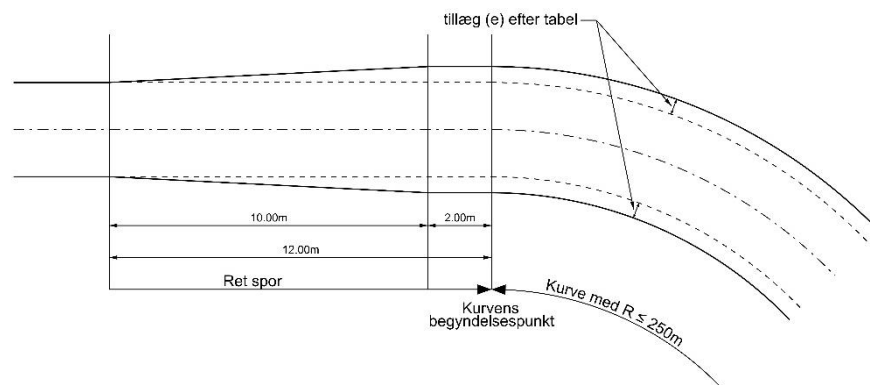
For højder mellem SO og til og med 4820 mm skal værdierne i tabel 12.3 anvendes. Ved større højder skal der ikke gives breddeforøgelse.

Horizontal kurveradius [m]	Forøgelse af breddemål [e] i kurver [mm]
$500 \leq R < 1500$	5
$300 \leq R < 500$	10
$250 \leq R < 300$	15
$240 \leq R < 250$	25
$230 \leq R < 240$	35
$220 \leq R < 230$	50
$210 \leq R < 220$	60
$200 \leq R < 210$	75
$190 \leq R < 200$	90
$180 \leq R < 190$	110
$170 \leq R < 180$	130
$160 \leq R < 170$	150
$150 \leq R < 160$	175

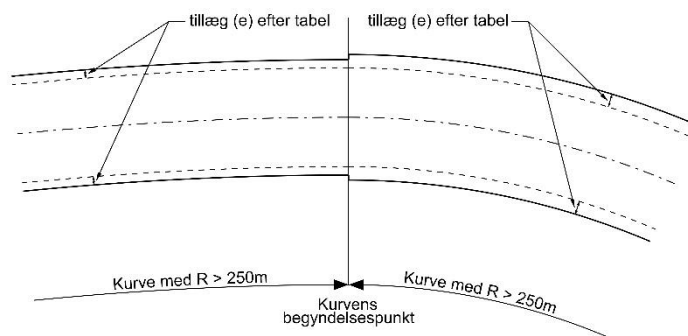
Tabel 12.2 Tabelværdier for e på Type 2 fritrumsprofil gældende for både inderside og yderside i kurver.



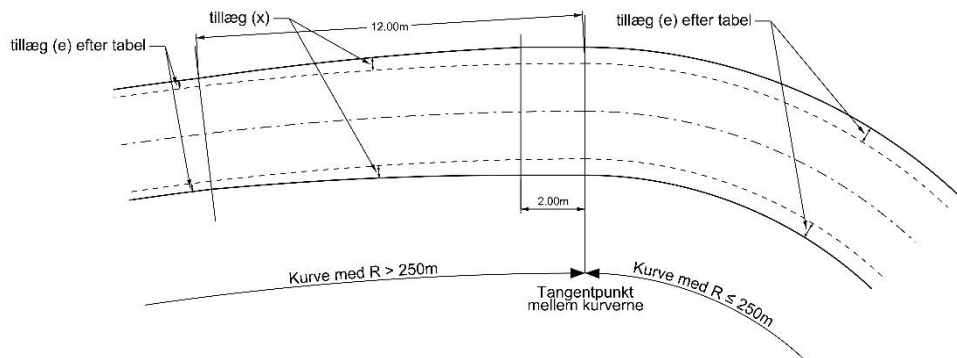
Figur 12.2 Forøgelse e ved overgang fra ret spor til kurve med $R > 250\text{m}$.



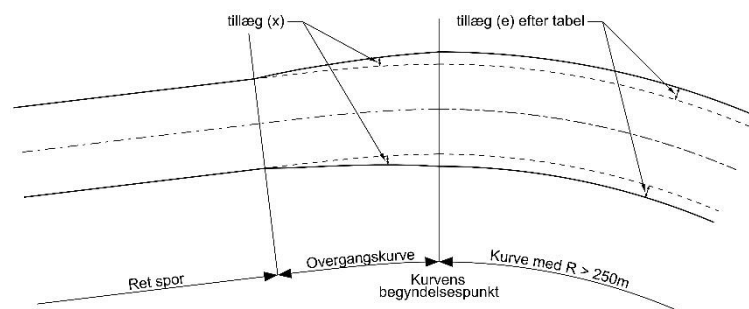
Figur 12.3 Forøgelse e ved overgang fra ret spor til kurve med $R \leq 250$ m



Figur 12.4 Forøgelse e ved overgang mellem to kurver begge med $R > 250$ m.



Figur 12.5 Forøgelse e ved overgang mellem kurver, hvoraf én kurve har $R \leq 250$ m.



Figur 12.6 Forøgelse e ved overgang mellem ret spor og kurve ved anvendelse af overgangskurve. Forøgelsen skal have fuld størrelse ved hovedkurvens begyndelsespunkt og skal variere jævnt over overgangskurvens længde.

(x): Tillægget e skal have fuld størrelse ved kurvens begyndelsespunkt og aftage jævnt, som angivet på figurer 12.5 og 12.6 og detaljeret beskrevet i afsnit 18 (dvs. ikke retlinet). På indersiden af kurver kan der på den sikre side alternativt anvendes en retlinet udjævning mellem de forskellige værdier af e.

12.4 Breddeforøgelse for normalfritrumsprofil N1 (LBN2-niveau)

For højder mellem SO og til og med 3800 mm skal værdierne i tabel 12.3 anvendes. Ved større højder skal der ikke gives breddeforøgelse. Værdierne i tabel 12.3 hører til normalfritrumsprofil N1 og må kun bruges sammen med dette.

Horisontal kurveradius [m]	Forøgelse af breddemål (e_i , e_y) i kurver [mm]	
	Inderside kurve (i)	Yderside kurve (y)
Ret spor	0	0
$300 \leq R < \text{Ret spor}$	0	50
$150 \leq R < 300$	0	100
$90 \leq R < 150$	50	100
$60 \leq R < 90$	100	150
$50 \leq R < 60$	100	200
$40 \leq R < 50$	150	250
$30 \leq R < 40$	250	350
$25 \leq R < 30$	350	500

Tabel 12.3 Tabelværdier for e_i og e_y på type N1 normalfritrumsprofil

Ved overgang fra ret spor til kurve skal breddeforøgelsen gives i overensstemmelse med figur 12.1.

13. ÆNDRING AF HØJDEMÅL I VERTIKALTALKURVER (LBN1-NIVEAU)

Ved afrundingskurver i længdeprofilet skal fritrumsprofilers højdemål h korrigeres.

13.1 Højdeændring af fritrumsprofiler for Type 1 infrastruktur

Opadtil skal højdemålet forøges, nedadtil påvirkes højdemålet ikke.

Vertikal kurveradius [R_V] [m]	Forøgelse af højdemål [Δh_{RV}] i vertikalkurver [mm]	
	Top fritrumsprofil	
	Konvekst spor (bakke)	Konkavt spor (dal)
$R_V > 40000$	0	0
$5000 \leq R_V < 40000$	5	3
$2000 \leq R_V < 5000$	13	9
$1000 \leq R_V < 2000$	26	17
$625 \leq R_V < 1000$	52	28

Tabel 13.1 Tabelværdier for højdeforøgelsen af fritrumsprofiler.

Note 13.1

Tabellens mindste radius repræsenterer den mindste radius, som er tilladt iht. [5].

13.2 Højdeændring af fritrumsprofiler for Type 2 infrastruktur

Forøgelse/formindskelse skal ske med størrelsen Δh_{RV} efter tabel 13.2.

Vertikal kurveradius [R_V] [m]	Formindskelse/forøgelse af højdemål [Δh_{RV}] i kurver [mm]
$10.000 \leq R_V$	0
$7.000 \leq R_V < 10.000$	5
$5.000 \leq R_V < 7.000$	10
$3.000 \leq R_V < 5.000$	15
$2.500 \leq R_V < 3.000$	20
$2.000 \leq R_V < 2.500$	25

Tabel 13.2 Tabelværdier for forøgelsen/formindskelsen.

Alle højdemål til og med 1170 mm over SO-plan skal formindskes med Δh_{RV} . Der skal aldrig foretages formindskelse til under SO-plan.

Alle højdemål i højden $3300 \text{ mm} \leq h \leq 4820 \text{ mm}$ skal forøges med Δh_{RV} .

Anvendelse af Δh_{RV} skal begynde 25 meter før tangentpunktet og tiltage jævnt, således at korrektionen er fuldt til stede ved afrundingskurvens begyndelse.

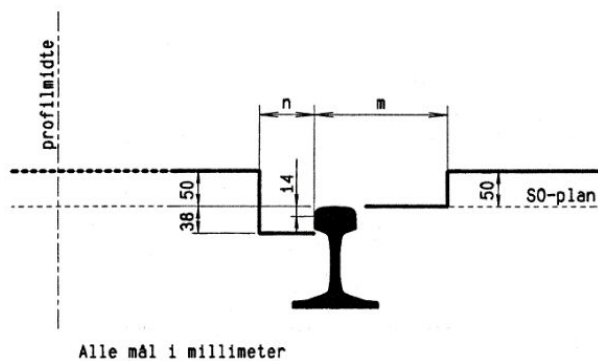
I intervallet $500 \text{ m} \leq R_V < 2000 \text{ m}$ beregnes Δh_{RV} som $\Delta h_{RV} = 50/R_V$.

14. OMRÅDET OMKRING SKINNEN (LBN1-NIVEAU)

14.1 Krav for Type 1 infrastruktur

Fritrumsprofilen for området omkring skinnerne på Type 1 infrastruktur er for vignoleskinner:

For breddemålene m og n skal der i kurver ikke gives tillæg efter afsnit 12.



Figur 14.1 Fritrumsprofilen omkring skinnen. Definition af målene m og n .

Sporrillens dybde på 38 mm skal være til stede til enhver tid, også når skinnene er mest slidt iht. [3].

Målene m og n skal regnes fra kørekanten, der ligger 14 mm under SO, idet der skal tages udgangspunkt i en ny skinne.

Målet m har følgende størrelse:

- 135 mm for faste genstande, der er i fast forbindelse med køreskinnen og
- 150 mm for alle øvrige genstande.

Målet n skal i sporskifter og sporkrydsninger afpasses disses særlige tolerancemål og skal for alle øvrige faste genstande være mindst 70 mm. Dog kan dette mål i visse tilfælde formindskes (havnespor, overkørsler m v), men må aldrig være mindre end 45 mm.

I kurver skal den eventuelle sporudvidelse tillægges.

Tvangsskinner må uanset det ovenfor anførte mål være indtil 55 mm høje.

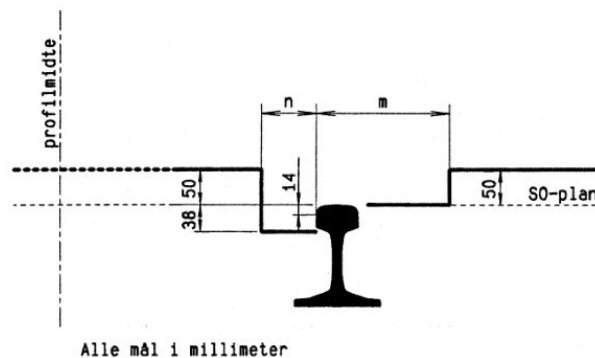
Rilleskinner på Type 1 infrastruktur skal have en rillebredde svarende til rilleskinneskinneprofil 59R2 iht. [8]. Rilledybde på 38 mm skal opretholdes ved enhver kombination af hjul- og skinneslid, men rilleformen accepteres afrundet uden yderligere krav til rilleform end hvad der er dikteret af de

maksimalle slidgrænser iht. [3]. I flangebærende krydsninger i rilleskinnesporskæringer, tillades rilledybden reduceret iht. [9].

14.2 Krav for type 2 infrastruktur

Fritrumsprofilen for området omkring skinnerne på Type 2 infrastruktur er for vignoleskinner:

For breddemålene m og n skal der i kurver ikke gives tillæg efter afsnit 12.



Figur 14.2 Fritrummet omkring skinnen. Definition af målene m og n .

* Sporillens dybde på 38 mm skal være til stede til enhver tid, også når skinnehovedet er mest slidt iht. [3].

Målene m og n skal regnes fra kørekanten, der ligger 14 mm under SO, idet der skal tages udgangspunkt i en ny skinne.

Målet m har følgende størrelse:

- 135 mm for faste genstande, der er i fast forbindelse med køreskinnen og
- 150 mm for alle øvrige genstande.

Målet n har følgende størrelse:

- 41 mm for tvangsskinner i sporskifter og krydsninger (særlige regler for krumme krydsninger) og
- 70 mm for alle øvrige faste genstande. Dog kan dette mål i visse tilfælde formindskes (havnespor, overkørsler m v), men må aldrig være mindre end 45 mm.

I kurver skal den eventuelle sporudvidelse tillægges.

Tvangsskinner må uanset det ovenfor anførte mål være indtil 55 mm høje.

Rilleskinner på Type 2 infrastruktur skal have rillebredde svarende til skinneprofil 67R1 iht. [8]. Rilledybde på 38 mm skal opretholdes ved enhver kombination af hjul- og skinneslid, men rilleformen accepteres afrundet uden yderligere krav til rilleform end hvad der dikteres af de maksimale slidgrænser iht. [3].

15. FRITRUMSPROFILET FOR ENDEN AF SPORET (LBN1-NIVEAU)

Minimumsfritrumsprofilet, der jf. afsnit 11.1 gælder på den aktuelle lokalitet, skal være til stede i fuldt omfang i hele bremsevejen, dvs. ved friktionssporstoppere også bag sporets ende.

16. UNDVIGEPLADSER (LBN1-NIVEAU)

For at sikre de personer, der under togpassage færdes eller opholder sig umiddelbart op til sporet, skal der etableres undvigepladser på den ene side af sporet. Undvigepladsen skal være til stede på mindst den ene side af sporet. Ved dobbeltspor er det tilladt at lade undvigepladsen være fælles for sporene. Se i øvrigt [4]. Undvigepladser skal måles fra minimumsfritrumsprofilet, der gælder på den aktuelle lokalitet.

16.1 Krav ved Type 1 infrastruktur

Reglerne for undvigeplads gælder for alle spor. Undvigepladsen skal være mindst 700 mm bred og mindst 2300 mm høj. Tilstødende vejbaner og perroner kan indgå som undvigeplads, såfremt højden på trædefladen er mindre end 500 mm over SO. Undvigepladsen skal være til stede i hele sporets længde, og må momentvis indskrænkes til 450 mm.

16.2 Krav ved Type 2 infrastruktur

Reglerne for undvigeplads gælder for alle spor. Fysisk mulighed for at rømme til sporside, dæmningsside eller grøft regnes som gyldig undvigeplads.

Ved større bygværker som f.eks. tunneler, brede overføringer og sporbærende broer skal der sikres en undvigeplads for mindst hver 20 m. Hvis en sådan undvigeplads etableres som en niche, skal denne

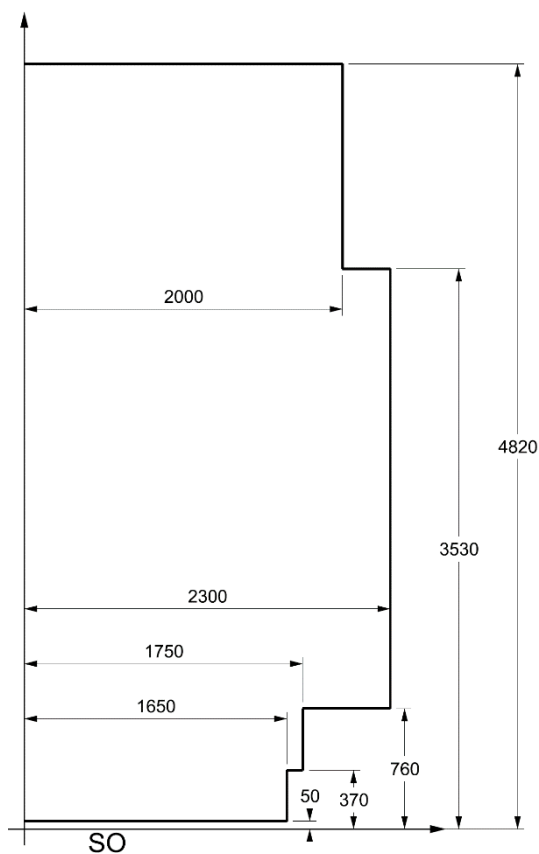
have en dybde vinkelret på spor på mindst 500 mm, en bredde på langs ad spor på mindst 1000 mm og en højde på mindst 2300 mm. Nichen skal være placeret sådan, at man umiddelbart kan træde ind i den.

17. UT-BEGRÆNSNINGSLINJEN (LBN1-NIVEAU)

UT-begrænsningslinjen gælder for alle spor.

UT-begrænsningslinjen er en grænse indenfor hvilken alle faste genstande skal være registrerede og opmålte med henblik på at opretholde profilkontrol.

Alle genstande der opsættes indenfor UT-begrænsningslinjen skal opmåles ved opsætningen og kontrolmåles løbende iht. [1].



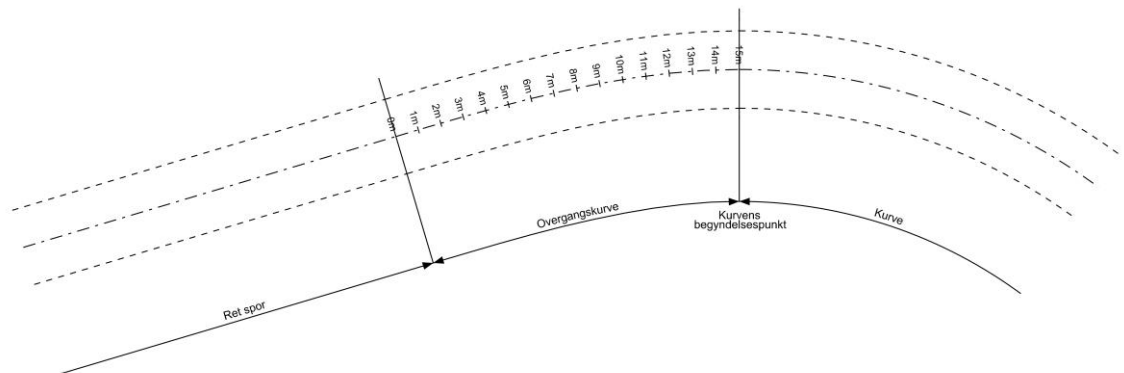
Figur 17.1 UT-begrænsningslinjen – identisk på Type 1 infrastruktur og Type 2 infrastruktur

18. BILAG 1 BREDEFORØGELSE FOR D1 MINIMUMSFRITRUMS- PROFILER OG N1 NORMALFRITRUMSPROFILER (informativt)

Princippet om breddeforøgelse mellem overgangskurve og ret spor er som vist på figur 12.1. For andre elementtyper kan samme princip benyttes. Måden hvorpå dette håndteres illustreres med et eksempel herunder for kurve-overgangskurve-ret spor.

Eksempel

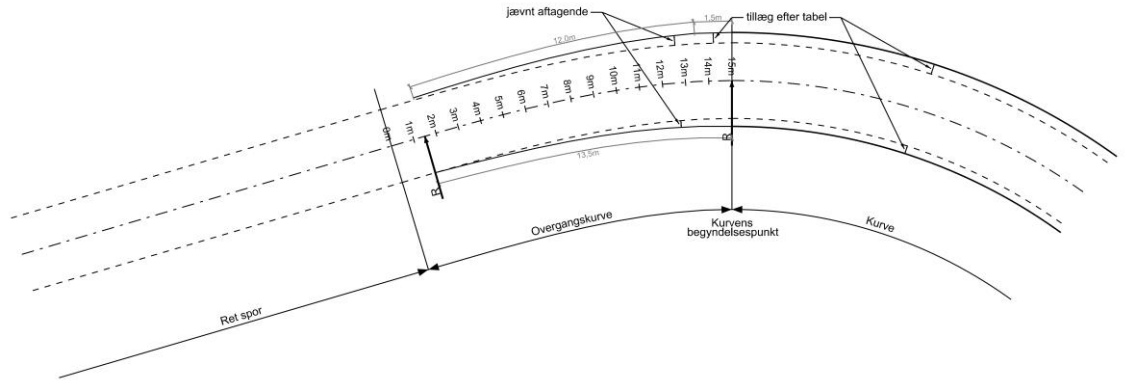
Først opdeles overgangskurven i intervaller. I dette eksempel er overgangskurven 15 m og opdeles i intervaller af 1 m. Se figur 18.1.



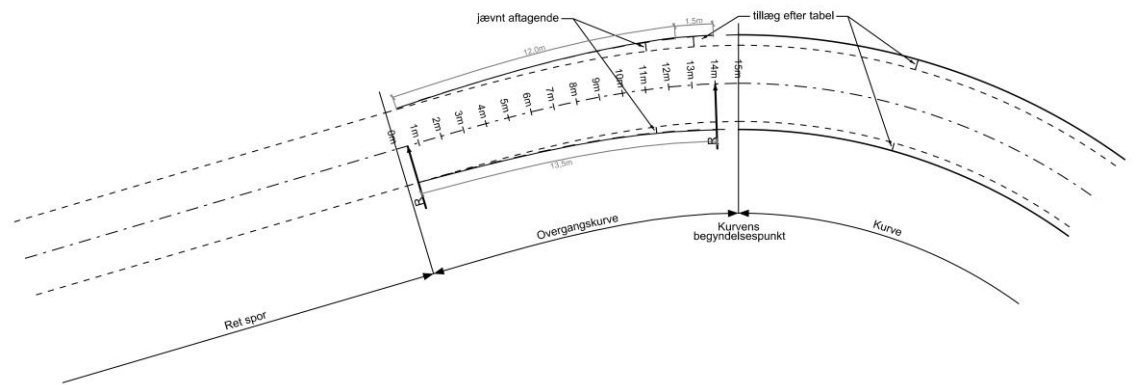
Figur 18.1.

Breddeforøgelsen i det enkelte punkt i intervallet opnås herefter på baggrund af radius i det enkelte punkt.

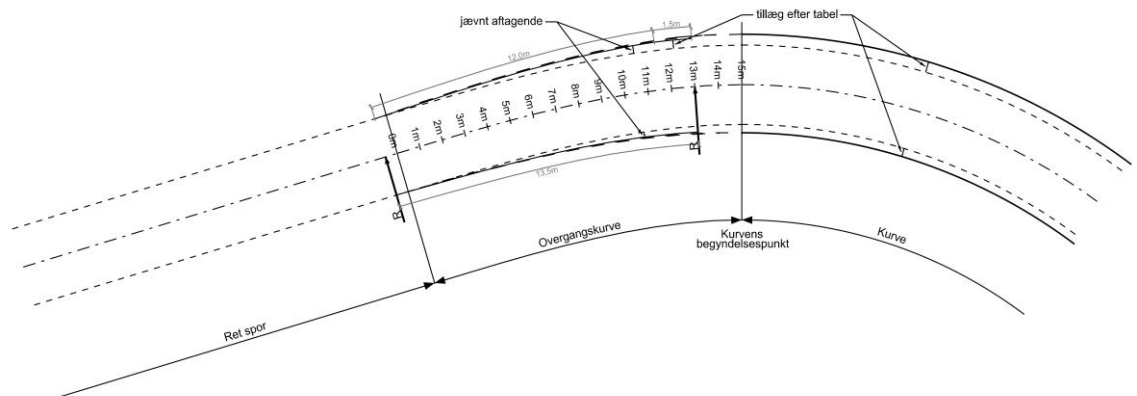
På indersiden af elementet aftager breddeforøgelsen jævnt over 13,5 m jf. figur 12.1. På ydersiden af elementet aftager de første 1,5m af breddeforøgelsen ikke, hvorefter denne aftager jævnt over 12 m. Breddeforøgelsen aftager jævnt til den værdi, som radius i endepunktet for breddeforøgelsen angiver. Se figur 18.2, figur 18.3 og figur 18.4 for optegning af breddeforøgelsen i punkterne 15 m, 14 m og 13 m.



Figur 18.2.

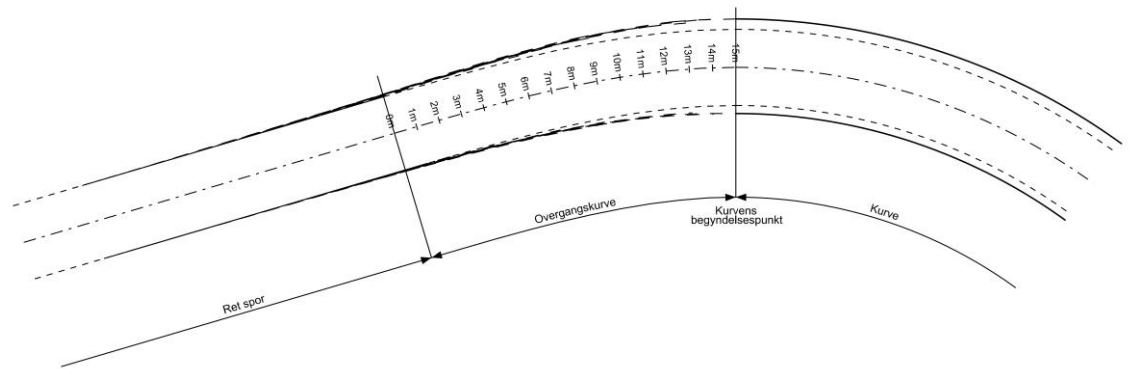


Figur 18.3.



Figur 18.4.

Dette skal gøres for hvert enkelt punkt i intervallet. De optegnede breddeforøgelseskurver for hvert punkt i intervallet er angivet på figur 18.5.

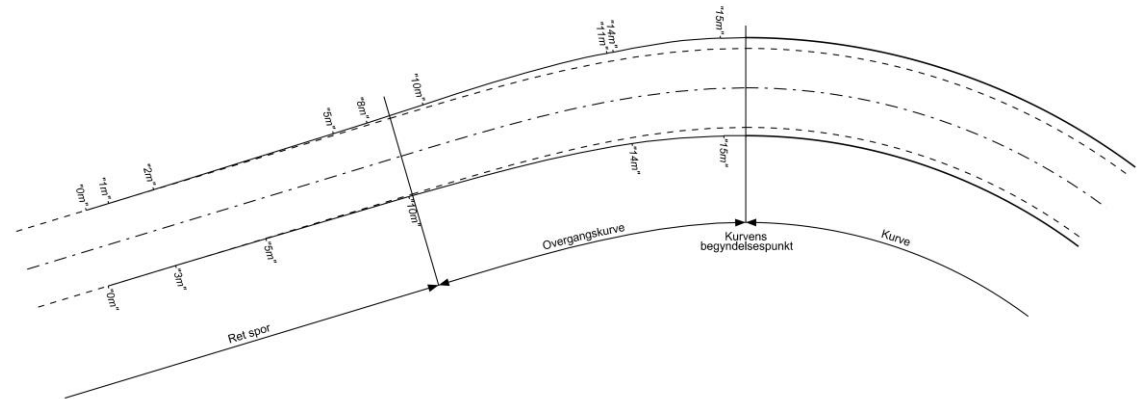


Figur 18.5.

Breddeforøgelseskurverne på figur 18.5 ligger så tæt, at det ligner én tyk streg. Dette er dog ikke tilfældet.

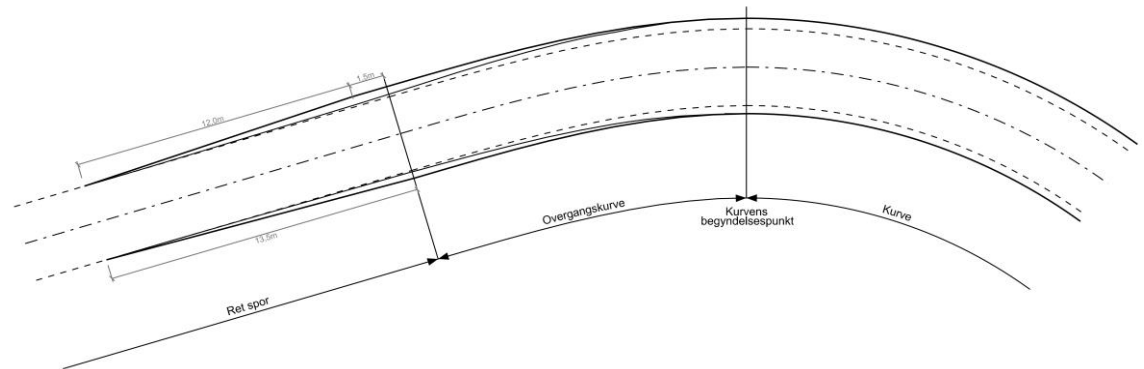
På baggrund af de optegnede breddeforøgelseskurver defineres den omsluttende linje af de optegnede breddeforøgelseskurver som den totale breddeforøgelse.

Den totale breddeforøgelse ses angivet på figur 18.6, hvor de enkelte delstrækninger i breddeforøgelsen er angivet med hvilket punkt i intervallet de stammer fra. Det sidste kun for eksemplets skyld.



Figur 18.6.

For illustration af forskellen på denne metode og den konservative metode anført sidst i afsnit 12.2, se figur 18.7. Her angiver den yderste streg den konservative breddeforøgelse. Her ses det tydeligt, at der er forskel mellem de to metoder.



Figur 18.7.