

# Banenorm BN1-66-3

Langskinnespor. Spændingsudligning og indgreb i  
spændingsudlignet spor

## INDHOLD

<b>BILAGSFORTEGNELSE</b>	<b>5</b>
<b>1. INDLEDENDE BEMÆRKNINGER</b>	<b>6</b>
<b>2. IKRAFTTRÆDEN</b>	<b>6</b>
<b>3. OVERGANGSBESTEMMELSER</b>	<b>6</b>
<b>4. REFERENCER</b>	<b>7</b>
<b>5. DEFINITIONER</b>	<b>8</b>
<b>6. DESKRIPTORER</b>	<b>10</b>
<b>7. ANVENDELSESOMRÅDE</b>	<b>10</b>
<b>8. DISPENSATIONER</b>	<b>10</b>
<b>9. HISTORIK</b>	<b>11</b>
<b>10. INTRODUKTION TIL LANGSKINNESPOR.</b>	<b>11</b>
<b>11. BN1 LANGSKINNESPOR.</b>	<b>12</b>
11.1 Krav til mindste radius i langskinnesor	12
11.2 Fastpunkter.	14
11.3 Lægning af skinner i LS-spor	15
11.4 Måling af skinnetemperatur.	16
11.5 Sporskifter	16
11.6 Overgang til lasket spor.	17
11.7 Overgang mellem forskellige skinneprofiler	17

11.8	LS-spor på broer.	18
<b>12.</b>	<b><u>BN1 SPÆNDINGSUDLIGNING</u></b>	<b>18</b>
12.1	Generelt	18
12.2	Funktionskrav til spændingsudligning	19
12.3	Udførelse af spændingsudligning	19
12.3.1	Spændingsudligning i hovedspor, gennemgående togvejsspor og øvrige togvejsspor ( $V \geq 40$ km/h).	20
12.3.2	Spændingsudligning i sidespor og øvrige togvejsspor ( $V \leq 40$ km/h)	20
12.4	Vedligeholdelse af spændingsudlignet spor	21
12.4.1	Varmt vejr	21
12.4.2	Ensidig flytning af kurver.	22
<b>13.</b>	<b><u>BN1 INDGREB I SPÆNDINGSUDLIGNET SPOR.</u></b>	<b>24</b>
13.1	Generelt	24
13.2	Indgreb i spændingsudlignet LS-spor med ballastskærver	24
13.3	Indgreb i LS-spor etableret på ballastgrus (sidespor og øvrige togvejsspor).	24
<b>14.</b>	<b><u>BN1 DOKUMENTATION</u></b>	<b>25</b>
<b>15.</b>	<b><u>BN1 SOLKURVER OG SPORDEFORMATIONER</u></b>	<b>26</b>
<b>16.</b>	<b><u>BN2 LANGSKINNESPOR</u></b>	<b>27</b>
16.1	Generelle krav til langskinnesor	27
16.2	Lægning af LS-spor	28
16.3	Sporskifte	28

16.4	Overgang til lasket spor	28
16.5	Overgang mellem forskellige skinneprofiler	28
16.6	LS-spor på broer	28
<b>17.</b>	<b><u>BN2 SPÆNDINGSUDLIGNING</u></b>	<b><u>28</u></b>
17.1	Generelt	28
17.2	Almindelige bestemmelser for udførelsen	29
17.3	Spændingsudligning af fastclip befæstet spor.	30
17.4	Spændingsudligningen af andre befæstelsestyper.	30
17.5	Spændingsudligning op til fastpunkt.	31
17.6	Spændingsudligning i tunneler.	31
17.7	Krav til kvalifikationer.	31
17.8	Spændingsudligningsmetoder	31
17.9	Beregning af forlængelse $\Delta L$	32
17.10	Vedligeholdelse af spændingsudlignet spor	32
17.10.1	Varmt vejr	32
17.10.2	Ensidig flytning af kurver.	33
<b>18.</b>	<b><u>BN2 INDGREB I SPÆNDINGSUDLIGNET SPOR</u></b>	<b><u>33</u></b>
18.1	Opmærkning af skinne før indgreb og ved skinnebrud	33
18.2	Planlagte indgreb	34
18.3	Indgreb ved skinnebrud	35
<b>19.</b>	<b><u>BN2 DOKUMENTATION AF SPÆNDINGSUDLIGNING</u></b>	<b><u>36</u></b>

## 20. BN2 DOKUMENTATION AF INDGREB I SPÆNDINGSUDLIGNET SPOR

---

36

### BILAGSFORTEGNELSE

- |          |   |
|----------|---|
| Bilag 1: | Spændingsudligningsrapport (Normativ på BN2-niveau)                   |
| Bilag 2: | Indgreb i langskinnesor (Normativ på BN2-niveau)                      |
| Bilag 3: | Eksempel på åndingszoner, spændinger og kræfter. (Informativ)         |
| Bilag 4: | Tabel for forlængelse (Informativ).                                   |
| Bilag 5: | Ensidig flytning af kurver (informativ)                               |
| Bilag 6: | Spændingsudligning ved naturlig forlængelse. (Normativ på BN2-niveau) |
| Bilag 7: | Spændingsudligning ved kunstig forlængelse. (Normativ på BN2-niveau)  |

## 1. INDLEDENDE BEMÆRKNINGER

Banenormen indeholder krav til langskinnesor og spændingsudligning. Ligeledes indeholder banenormen krav til fremstilling og vedligeholdelse af spændingsudlignet langskinnesor, indgreb i spændingsudlignet langskinnesor, samt henvisninger til krav til kvaliteten og dokumentationen på disse områder. Banenormen indeholder krav på både BN1- og BN2-niveau.

Banenormen er udarbejdet i henhold til banenorm BN2-1-1 "Struktur, udseende og udvikling af Banenormer" (Banedanmark) hvor normniveauerne BN1, BN2 og BN3 er defineret.

**Udgivet af:**

Banedanmark  
Carsten Niebuhrs Gade 43  
1577 København V

**Fordeling:**

Banenormen er tilgængelig på Banedanmarks hjemmeside:  
[www.bane.dk](http://www.bane.dk)

## 2. IKRAFTTRÆDEN

Denne banenorm træder i kraft ved udgivelsen.

## 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. Medmindre 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] Job- og personprofil for banehåndværker (svejsere) ved infrastrukturtjenesten (DSB, Infra-tj) (Banenorm BN1-96 "Vedligeholdelse og fejlretning af spor anlæg i drift - sagkyndighed, beføjelser og kvalifikationer" (Banedanmark)) træder i kraft ved sin godkendelse)
- [3] Langskinneregler (DSB bane, 1978)
- [4] Banenorm BN1-6 "Tværprofiler for ballasteret spor" (Banedanmark)
- [5] Banenorm BN1-107 "Skinner, eftersyn og tilstand" (Banedanmark)
- [6] Sporregler 1987 (Banedanmark)
- [7] Sporregler 1959 (Banedanmark)
- [8] Sporregler 1987, tillæg 6C (Banedanmark)
- [9] BN2-19 "Ballast og underballast" (Banedanmark)
- [10] Sikkerhedsreglement SR (Banedanmark)
- [11] Sikkerhedsreglement ORS, S-banen der er udstyret med CBTC (Banedanmark)
- [12] Sikkerhedsreglement ORF, fjernbanen der er udstyret med ETCS (Banedanmark)

Henvisninger til Normaltegninger er til det sportekniske normaltegningsystem.

## 5. DEFINITIONER

Nr.	Begreb	Definition
5.01	Aflastningsvarme	Varme tilført skinner ved varmerør eller lignende for at beskytte varme arbejdssteder mod trækspændinger.
5.02	Indpasser	Skinnestykke med maksimal længde på 30 m der ind-sættes i sporet. Indpasser kan være en overgangsskinne, et isolerklæbestød eller en skinne.
5.03	Jernudtagsmængde	Jernudtagsmængde = Forlængelsen $\Delta L$ , der er den længde $i$ [mm], der udtages ved sammentrækning, eller dét skinneafsnittet bliver forlænget med ved sammen-trækningen.
5.04	Fastpunkt	Punkt i sporet hvor skinnerne er fastgjorte, således at de ikke kan forskydes i langsgående retning.
5.05	Langskinnespor	Langskinnespor er et spor, hvis skinner er sammen-svejt til en samlet længde af mindst 250 m, medregnet helsvejste sporskifter og isolerklæbestød, og hvis kon-struktion kan optage de ved temperaturændringer op-stående spændinger i skinnerne. Langskinnespor be-nævnes også LS-spor.
5.06	LS-spor	Forkortelse, se Langskinnespor.
5.07	Lægningstemperatur	Lægningstemperaturen er den ved fastspændingen her-skende skinnetemperatur. Ved stigende eller faldende temperatur bestemmes temperaturen som middeltallet mellem temperaturen ved skinnestykkets begyndelse, når tilspændingen startes, og ved skinnestykkets afslut-ning når tilspændingen afsluttes.
5.08	Kontrolpunkt	Se målestation.
5.09	Mellemsvejsning	En sammensvejsning af skinnestykker i LS-spor uden spændingsudligning.
5.10	Middeltemperatur	Middeltemperaturen er middelværdien mellem højest og lavest forekommende skinnetemperatur. I Danmark veksler skinnetemperaturen mellem $- 25$ °C og $+ 55$ °C. Middeltemperaturen er derfor fastsat til $+15$ °C.
5.11	Målestation	Målestationer består af en mærkning i skinnen og et re-ferencemærke på svellen, anden skinne eller pæle/stål-tråd, hvor den relative jernudtagsmængde $\Delta L$ kan måles.
5.12	Neutraltemperatur	Udgår.
5.13	Neutral-temperatur-området	Neutraltemperaturområdet er defineret for $V \leq 200$ km/t fra $+15$ °C til $+29$ °C svarende til $22$ °C $\pm 7$ °C og for



Nr.	Begreb	Definition
		$200 < V \leq 250$ km/t fra +19 °C til +25 °C svarende til $22 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$ .
5.14	Skinnetemperatur	Skinnetemperaturen er den gennemsnitlige temperatur som måles på den samlede arbejds længde og målt på skinnens skyggeside. Temperaturen måles tidligst 10 min efter anbringelse af hæftetermometrene. Temperaturen skal være stabil inden for 0,5 time.
5.15	Solkurver	Solkurver er en pludselig utilsigtet bevægelse i sporet, på grund af for høje termiske spændinger, typisk med en bølgelængde på mellem 8 til 20 meter. Større amplituder kan forekomme.
5.16	Slutsvejsning	Slutsvejsning forbinder de spændingsudlignede skinnelængder med hinanden.
5.17	Spordeformation	Spordeformation er en utilsigtet flytning af sporet, på grund af for høje termiske spændinger med en typisk bølgelængde på mellem 4 til 8 meter og amplitude på mellem 20 til 80 mm. Større amplituder kan forekomme i forbindelse med sporjustering og utilstrækkelig ballastering.
5.18	Spændingsudligning	Spændingsudligning af LS-spor består i korrigerende af skinnelængde til spændingsfri tilstand inden for neutraltemperaturområdet.
5.19	Spændingsudlignings-temperatur	Spændingsudligningstemperatur er den skinnetemperatur, ved hvilken skinnerne er i spændingsløs tilstand.
5.20	Termisk udvidelseskoefficient	For skinnestål er udvidelseskoefficienten $11,5 \cdot 10^{-6} / \text{°C}$ som grundlag for beregning af termisk længdeændring.
5.21	Ånding	Den bevægelse i skinnerne der opstår på grund af skinnetemperaturvariationer ved skinneender, skinneudtræk laskesamlinger og skinnebrud.
5.22	Åndingszone	I hver ende af et LS-spor er der en åndingszone, hvor spændinger gradvis opbygges, indtil befæstelsernes samlede holdekraft er så stor, at det modsvarer de termiske kræfter i skinnerne. Se bilag 3.
5.23	$\Delta L$	$\Delta L$ er den længdeændring, der forekommer ved temperaturændring af skinnen.
5.24	$\Delta T$	$\Delta T$ er temperaturforskellen mellem skinnetemperatur og spændingsudligningstemperatur.

## 6. DESKRIPTORER

Indgreb	Langskinner	Langskinnesor
Lægningstemperatur	Skinnebrud	Slutsvejsning
Spordeformation	Spændingsudligning	Solkurve

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

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

Note 7-1

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.

Endvidere fremgår proces for ændringer i infrastrukturen af Banedanmarks ledelsessystem, hvortil der henvises.

## 8. DISPENSATIONER

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

## 9. HISTORIK

Der er foretaget følgende væsentlige ændringer i forhold til BN1-66-2:

- Anvendelsesområdet er opdateret til 250 km/t, hvilket også har medført ændringer på neutraltemperatur-området
- S16 svelle er inkluderet i Figur 11.1-1-3 og Figur 16.1-1
- Formlerne for ensidig flytning af kurve og flytning er spor er rettet, så de er korrekte

## 10. INTRODUKTION TIL LANGSKINNESPOR.

Langskinnesor er spor, hvor skinnens ekspansion og kontraktion på grund af temperaturændringer er fastlåst til sporkonstruktionen. For at styre spændingsniveauet i sporet indarbejdes en kunstig forlængelse af skinnerne før deres befæstelse til svellerne.

De langsgående spændinger/bevægelser bliver optaget af befæstelsernes holdekraft, der overfører kræfterne til sporkassen.

Skinneprofilerne 60 E1, 60 E2, UIC60 og DSB60 betragtes i denne banenorm som ens profiler (60 kg/m).

Den totale langsgående kraft (P) per skinne er givet ved:

$$P = \alpha \cdot E \cdot A \cdot \Delta T$$

Hvor:  $\alpha$  = Stålets ekspansionskoefficient [ $11,5 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ]

$E$  = Stålets elasticitetskoefficient [ $206.000 \text{ N/mm}^2$ ]

$A$  = Skinneprofilets areal [ $\text{mm}^2$ ]

$\Delta T$  = Forskel mellem skinnetemperatur og spændingsudligningstemperatur [ $^\circ\text{C}$ ]

Eksempelvis vil en ændring i skinnetemperaturen på  $40 ^\circ\text{C}$  medføre et tryk/træk på ca. 72 tons pr. skinne (skinneprofil med 60 kg/m).

Af formlen for den langsgående P-kraft kan man umiddelbart se, at kraften bliver mindre ved mindre skinneprofil. Det vil sige, at med den samme ballastmodstand og fastholdekraft i befæstelsen vil sandsynligheden for solkurver være mindre i spor med lille skinneprofil i forhold til spor med stort skinneprofil.

LS-spor anvendes ved nyanlæg og ombygninger, hvor det pågældende spor er mindst 250 m langt. I denne længde medregnes helsvejste sporskifter, skinneudtræk og isolerklæbestød.

Spor bygget med beskyttelsesskinner sidestilles med spor med samme befæstelsestype uden beskyttelsesskinner.

## 11. BN1 LANGSKINNESPOR.

### 11.1 Krav til mindste radius i langskinnesor

Der er krav til den mindste horisontale kurveradius i langskinnesor, som det fremgår af figur 11.1-1, figur 11.1-2 og figur 11.1-3.

De i figurene viste mindste tilladelige kurveradier bygger på følgende forudsætninger, der skal være opfyldt:

- Langskinnespor skal ligge med tværprofil i henhold til [4] eller som direkte befæstet spor.
- Der skal i ballasteret langskinnesor være en svelleafstand på maksimalt 650 mm i hoved- og togvejsspor og maksimalt 800 mm i sidespor.
- For langskinnesor i direkte befæstet spor skal afstanden mellem skinnebefæstelser tilsvarende være maksimalt 650 mm hhv 800 mm.

Overbygning med skærver	Mindste tilladelige kurveradius i langskinnesor [m]			
	60 kg/m-skiner		DSB45-skiner	
	uden forhøjet ballastkulder	med forhøjet ballastkulder	uden forhøjet ballastkulder	med forhøjet ballastkulder
S89/S99-svelle	400	330	300	
S16/B70/SP90-2500 svelle	325	270	250	
Træsvelle med stærke befæstelser (Cr og Cf)	560	460	420	
Træsvelle med svage befæstelser (Dt)	610		460	
Toblok-betonsvelle <sup>1</sup>	250		190	
Stålsvelle	640		490	
1: Disse værdier for mindst tilladelige radier i langskinnesor gælder også for direkte befæstet spor.				

Figur 11.1-1 Mindste tilladelige kurveradius i øvrige togvejsspor ( $V > 40$  km/h), gennemgående togvejsspor og hovedspor

## Note 11.1-1

Spor bygget med beskyttelsesskinner sidestilles med spor med samme befæstelsestype uden beskyttelsesskinner.

Mindste tilladelige kurveradius i langskinnerpor [m]				
Overbygning	60 kg/m-skiner		DSB45-skiner	
	uden forhøjet ballastskulder i skærver / grus	med forhøjet ballastskulder i skærver	uden forhøjet ballastskulder i skærver / grus	med forhøjet ballastskulder i skærver
S89/S99-svelle	220 / 310		170 / 240	
S16/B70/SP90-2500 svelle	180 / 250		150 / 190	
Træsvelle med stærke befæstelser (Cr og Cf)	300 / 440		230 / 330	
Træsvelle med svage befæstelser (Dt)	330 / 475		250 / 360	
Toblok-betonsvelle <sup>1</sup>	150 / 200		150 / 150	
Stålsvelle	400 / 500		400 / 400	

1: Disse værdier for mindst tilladelige radier i langskinnerpor gælder også for direkte befæstet spor.

 Figur 11.1-2 Mindste tilladelige kurveradius i øvrige togvejsspor ( $V \leq 40$  km/h)

Mindste tilladelige kurveradius i langskinnerpor [m]				
Overbygning	60 kg/m-skiner		DSB45-skiner	
	uden forhøjet ballastskulder i skærver / grus	med forhøjet ballastskulder i skærver	uden forhøjet ballastskulder i skærver / grus	med forhøjet ballastskulder i skærver
S89/S99-svelle	150 / 150		150 / 150	
S16/B70/SP90-2500 svelle	150 / 150		150 / 150	
Træsvelle med stærke befæstelser (Cr og Cf)	150 / 170		150 / 150	
Træsvelle med svage befæstelser (Dt)	150 / 210		150 / 150	
Toblok-betonsvelle <sup>1</sup>	150 / 150		150 / 150	
Stålsvelle	400 / 400		400 / 400	

1: Disse værdier for mindst tilladelige radier i langskinnerpor gælder også for direkte befæstet spor.

Figur 11.1-3 Mindste tilladelige kurveradius i sidespor

Note 11.1-2

De anførte mindste tilladelige radier i langskinnesor i figur 11.1-1, figur 11.1-2 og figur 11.1-3 er hovedsageligt for at dække aktuelle situationer. Projekter til fornyelse og nyanlæg kan normalt ikke påregne at få tilladelse til at afvige BN2-kravene i afsnit 16.1, med mindre det er umuligt eller meget bekosteligt.

Sporskifter med radius i afvigende spor jf Sporregler [6] er tilladt at indbygge i langskinnesor. Den samme radius i tilsvarende krydsningssporskifter er tilladt. Samme radius er ligeledes tilladt i spor med lodret stående skinner imellem sporskifter eller mellem et sporskifte og fastpunkt, med almindelig skinnehældning, såfremt skinnelængden i begge tilfælde er under 60 m. Det sidstnævnte tilfælde er ikke tilladt for Dt-spor og langskinnesor med stålsveller

Yderligere reduktion af mindste kurveradius, som defineret i fig. 11.1 -1 til 11.1-3, er tilladt ved brug af mindre svelleafstand. Reduktionen medfører en stigning af sidestabiliteten på 2,0 % per 25 mm reduktion af svelleafstand.

Note 11.1-3

En svelleafstand på 625 mm, i forhold til 650 mm, medfører en reduktion af mindste tilladelige radius for træsveller med Cr/Cf-befæstelse med forhøjet ballastskulder fra 458 m til 449 m.

## 11.2 Fastpunkter.

Fastpunkter skal benyttes til at isolere eller afslutte LS-sporet således, at der ikke opstår en åndingszone. Træk- og trykspændinger i sporet optages af fastpunktet.

Fastpunkter skal opbygges på en af følgende måder (stærkeste konstruktion nævnes først):

1. Ståltapper
  - Indbygget i skinneudtræk og sporskifter og dimensioneret til at kunne optage de forekommende langsgående kræfter.
2. Ti sveller med Cr-befæstelser med vandreklemmer på begge sider af svellerne (40 stykker) eller 10 SP90 (2500)-sveller, med befæstelse godkendt til LS-spor, med vandreklemmer (40 stykker).
  - Ved overgang til lasket spor
  - Ved overgang til områder hvor skinnerne ikke er spændingsudlignet (for eksempel ved bro hvor skinnerne er lagt med samme temperatur som brodækket)
  - Hvor det ønskes, at sporstykket bliver isoleret fra resten af LS-sporet.

3. Ti sveller med Cr-befæstelser uden vandreklemmer eller 10 sveller med Cf-befæstelser med vandreklemmer på begge sider af svellerne (40 stykker) eller 10 betonsveller med befæstelse godkendt til LS-spor.
  - Ved overgang fra LS-spor opbygget af skinneprofil med 60 kg/m til LS-spor opbygget af skinneprofil med DSB 45.
  - Ved spændingsudligning op til sporstopper.
  - Hvor LS-sporet opbygget af skinneprofil med 60 kg/m støder op til forenden eller bagende af DSB45 sporskifter.
4. Ti sveller for hver grads temperaturforskel mellem spændingsudlignings-temperatur og den forhåndenværende temperatur. Dog max. 80 sveller.
  - Ved spændingsudligning op til sporstopper.

Variationer af ovenstående eller andre befæstelsestyper kan benyttes, såfremt der kan dokumenteres mindst samme holdekraft som i ovenstående punkter 1-4.

Note 11.2-1

Moderne sporskifter og skinneudtræk er, på grund af deres principkonstruktion med tapper og meget stærke befæstelser i for- og bagende, at regne som fastpunkter.

Edilon-overkørsler hvor skinnerne bliver indstøbt i et betonelement er at regne som fastpunkt

### 11.3 Lægning af skinner i LS-spor

Skinne, der ligger løse på ballasten, skal sikres således, at de ikke ved varmeudvidelser kan udgøre en fare for personer eller togtrafikken, indtil de indbygges i spor.

Skinne skal efter mellemsvejsning og isætning af befæstelsen lægges i længder på 100 – 600 m. Ved kurver under 500 m er den maksimale længde 200 m.

For at nedsætte risikoen for solkurver før slutsvejsning skal der anvendes følgende mindste stødspillerum i dette tidsrum som vist nedenfor:

Skinnetemperatur	Stødspillerum
Under +5 °C	18 mm
+5 °C til +10 °C	12 mm
+10 °C til +15 °C	6 mm
Over +15 °C	0 mm

## 11.4 Måling af skinnetemperatur.

Skinnetemperaturen kan variere langs en skinne på grund af beliggenhed, vindforhold og regn. Ved temperaturmåling skal der tages hensyn til nævnte forhold ved at måle skinnetemperaturen mindst 3 steder fordelt langs den pågældende skinne med mindst 10 m indbyrdes afstand, således at en middelværdi for skinnetemperaturen kan opnås. Ved stærk stigende eller faldende temperatur skal temperaturen under svejsearbejdet måles hver halve time.

Skinnetemperaturen skal måles med magnettermometer eller anden temperaturmåler med en dokumenteret målenøjagtighed på  $\pm 1,0$  °C.

Temperaturmålinger skal udføres på skinnekroppen eller under skinnefoden på skinnens skyggeside og udenfor skinnens valsemærker iht. til apparatets anvisninger.

Magnettermometre og andre kontaktermometre skal anbringes på rengjorte steder (børstet med stålborste), og skinnetemperaturen aflæses tidligst 10 minutter efter anbringelsen af termometret på grund af dets reaktionstid, under hensyntagen til eventuelle afvekslende beliggenhed i sol og skygge.

Termometrene skal kontrolleres mod fejlvisning mindst en gang om året, eller så snart mistanke om fejlvisning foreligger. Kontrollen foretages ved sammenligning med andre termometre.

## 11.5 Sporskifter

Sporskifter i mindre skinneprofil end sporet i øvrigt vil medføre, at der ledes store kræfter ind i sporskiftet fra de større skinneprofiler. I sådanne tilfælde skal der i hovedspor og gennemgående togvejsspor opbygges et fastpunkt iht. afsnit 11.2, punkt 3 lige før overgangen mellem de to skinneprofiler.



## 11.6 Overgang til lasket spor.

Ved overgang fra LS-spor til lasket spor opstår der en åndingszone i LS-sporet. For at undgå skinnebevægelser, der kan medføre solkurver på det laskede spor, skal overgangen isoleres med et fastpunkt iht. afsnit 11.2, punkt 2.

I det laskede spor lige efter fastpunktet skal der etableres et lasket skinnestød med Cr-befæstelse med stødspillerum, i henhold til [7] og [8]. Såfremt det laskede spor i overgangen fra LS-spor er med betonsveller, etableres et lasket skinnestød med betonsvelle og skinnebefæstelse godkendt til LS-spor med stødspillerum i henhold til [7] og [8]. Afstanden til næste laskede skinnestød skal være mellem 15 og 30 m (dog max. 24 m for skinneprofiler mindre end DSB45).

Ved lægning af LS-spor, hvor forudgående udgravning af ballast finder sted i et lasket spor foran LS-sporet, skal alle lasker i den udgravede del af sporet aftages, smøres og genanbringes. Såfremt stødspillerummene lukkes, eller der er fare for dette, skal der udskæres op til 20 mm skinne i et antal stød fordelt over det udgravede stykke således, at der stadig er luft i mindst 2/3 af stødene ved højeste skinnetemperatur.

Er det laskede spor af et andet skinneprofil end det i LS-sporet, skal overgangsskinne / overgangssvejsningen isættes mellem fastpunktet, og det ovenfor nævnte laskede skinnestød.

## 11.7 Overgang mellem forskellige skinneprofiler

Overgangen mellem forskellige skinneprofiler skal udføres på en af de nedenstående måder:

- Overgangsskinne  
Indpasser hvor de to profiler er tilpasset og brandstuksvejst. (fabriksfremstillet).
- Stedfremstillet overgangssvejsninger  
Aluminotermisk overgangssvejsning med bred svejsespalte (mindst svejsespalte 50 mm) max. hastighed 120 km/h
- Formsvejsning eller aluminotermisk svejsning med 25 mm svejsespalte, max. tilladt hastighed 40 km/h

- Overgangslasker  
Lasker tilpasset de to forskellige profiler  
Kun tilladt på sidespor eller øvrige togvejsspor med max. tilladelig hastighed = 40 km/h

I forbindelse med overgang mellem 2 skinneprofiler, hvor forskellen på skinnernes metervægt  $\geq 22$  % af det største profil, skal der etableres et fastpunkt iht. afsnit 11.2, punkt 3.

## 11.8 LS-spor på broer.

På broer med gennemgående ballast skal LS-sporet føres over broen uden afbrydelse.

Er ballasttruget på broer delt med lodrette vægge på tværs af LS-sporets længderetning over bevægelige lejer eller charnierer, skal der anvendes skinneudtræk ved disse lejer.

LS-spor, der befæstes direkte på brokonstruktionen, skal føres over broen uden afbrydelse, såfremt LS-sporets længde på broen er  $\leq 20$  m, og afstanden fra broen til LS-sporets afslutning er  $\geq 150$  m. I andre tilfælde skal der indlægges skinneudtræk over bevægelige lejer.

Hvis sporet over broen isoleres med faste punkter, skal skinnens længde tilpasses broens længde ved en given temperatur. Skinnerne på landsiden (LS-spor) skal udlignes iht. afsnit 12.3.

## 12. BN1 SPÆNDINGSUDLIGNING

### 12.1 Generelt

Spændingsudligning skal sikre, at skinnerne i et LS-spor ikke udsættes for højere termiske spændinger, end at risikoen for skinnebrud ved trækspændinger (vinter) eller solkurver ved trykspændinger (sommer) er acceptabel.

Ikke-spændingsudlignet spor, hvor skinnernes lægningstemperatur ikke kendes, skal betragtes som spændingsudlignet til 0 °C

## 12.2 Funktionskrav til spændingsudligning

For at opnå en tilfredsstillende sikkerhed imod solkurver må skinnerne ikke belastes med større termiske trykkræfter end svarende til en temperaturforskel på 40 °C (sommer) mellem den aktuelle skinnetemperatur og spændingsudligningstemperaturen, med mindre der gennemføres restriktioner som anført i afsnit 12.4.1.

Om vinteren kan trækspændinger medføre skinnebrud, dér hvor skinnen er svagest eksempelvis pga. indre revner. For at brudåbningen ikke bliver for stor, må temperaturforskellen mellem den aktuelle skinnetemperatur og skinnens spændingsudligningstemperatur være max. 55 °C (vinter).

## 12.3 Udførelse af spændingsudligning

Spændingsudligning må kun udføres af uddannede og godkendte svejsere iht. [2].

Svejsninger skal udføres aluminotermisk i henhold til gældende forskrifter givet af leverandøren af aluminotermiske svejsmaterialer. I svejste skinnestød skal svellerne efterstoppes straks efter, at svejsningen er blevet kold.

Spændingsudligning og slutsvejsning må kun udføres i temperaturintervallet 0 °C til 29 °C for  $V \leq 200$  km/t og i temperaturintervallet 0 °C til 25 °C for  $200 < V \leq 250$  km/t, idet der er skærpede temperaturkrav i følgende situationer:

- Slutsvejsning af sporstykker på under 30 m, der er beliggende mellem to fastpunkter, skal udføres ved en skinnetemperatur mellem 10 °C og 29 °C. Disse sporstykker må ikke spændingsudlignes.
- Ved spændingsudligning og slutsvejsning i temperaturintervallet mellem 0 °C og 20 °C skal skinnernes længde tilpasses ved kunstig forlængelse, så de opfylder kravene i afsnit 0.
- Spændingsudligning af sidespor og øvrige togvejsspor ( $V \leq 40$  km/h) beliggende i ballastgrus skal udføres, som beskrevet i afsnit 12.3.2.

Forinden spændingsudligning udføres, skal fuldt ballastprofil være etableret og sporet justeret iht. [1] og [4]. Skinnen skal løsnes over hele afsnittet med undtagelse af de sidste 20 sveller op til fastpunktet.

Der er i princippet ingen grænser for afsnitslængde ved spændingsudligning, dog hvis den overstiger 300 m, skal følgende forhold overholdes.

- Skinnerne skal op på ruller over hele afsnittet, max. tilladelig afstand mellem ruller er 10 m.
- Det er kun tilladt at udføre spændingsudligning ved ensidigt træk.

Note 12.3-1

Det er upraktisk at udføre spændingsudligning af spor opbygget med Fastclip-befæstelse på gummiunderlagsplader uden brug af ruller.

For afsnitslængder over 500 m skal der for hver påbegyndt 500 m etableres mindst en målestation. Målestationerne skal placeres jævnt fordelt over afsnitslængden.

12.3.1 Spændingsudligning i hovedspor, gennemgående togvejsspor og øvrige togvejsspor ( $V \geq 40$  km/h).

- Der skal etableres kontrolpunkter på begge sider af arbejdsstedet efter løsning og afspænding af skinnen. (f.eks. kørnerprikker og skinnepæle)
- Der må ikke stå troljer, anhængere eller andet materiel, der til sammen vejer mere 500 kg, på det sporstykke, der spændingsudlignes.
- Ved sporombygning, sporfornyelser, svelleudveksling (over 100 m) og lign. skal spændingsudligningen foretages tidligst efter afsluttet arbejdsjustering.
- Ved svelleudveksling mindre end 100 m, skal der gennemføres spændingsudligning i forhold til eventuelt sporflytning iht. 12.4.2, hvis sporflytningen bringer sporets spændingstilstand uden for neutraltemperaturområdet.

12.3.2 Spændingsudligning i sidespor og øvrige togvejsspor ( $V \leq 40$  km/h)

Hvis sporet er opbygget med ballastskærver, skal slutsvejsningen af sidespor og øvrige togvejsspor hvor  $V \leq 40$  km/h udføres med spændingsudligning, som beskrevet ovenfor.

Ligger sporet i ballastgrus, må der ikke udføres spændingsudligning, og der gælder endvidere nedenstående krav:

- Sammensvejsning af skinner i sidespor og øvrige togvejsspor hvor  $V \leq 40$  km/h uden rangering af passagerer foretages under forudsætning af, at svellerne kan optage de optrædende kræfter.

- Skinnerne skal svejses og tilspændes ved højest mulig skinnetemperatur, dog aldrig under 5 °C. Såfremt sporlægningen foretages ved temperaturer under 5 °C, må sporet først svejses ved temperaturer over 10 °C, og der skal da, indtil svejsning finder sted, tages skridt til forebyggelse af solkurver eventuelt ved udskæring af jern ved skinnestødene.
- Sporet må ikke sammensvejses med sporskifter. Ud over stødet nærmest sporskiftet skal der etableres et lasket stød mellem 10 og 30 meter fra dette stød.

## 12.4 Vedligeholdelse af spændingsudlignet spor

For regler vedrørende indgreb i spændingsudlignet spor henvises til afsnit 13.

### 12.4.1 Varmt vejr

Når temperaturforskellen mellem den aktuelle skinnetemperatur og skinnens spændingsudligningstemperatur (eller lægningstemperatur i situationer før spændingsudligning) overstiger 40 °C, så skal hastigheden nedsættes til maksimalt 80 km/h, og der skal gennemføres eftersyn af sporet på de delafsnit, hvor temperaturforskellen på de 40 °C forekommer.

Ved mangler i sporet, der medfører stabilitetsnedsættelser iht. [1] og [4], skal hastigheden nedsættes yderligere til maksimalt 40 km/t.

Hvis temperaturforskellen overstiger 50 °C, skal hastigheden nedsættes til maksimalt 40 km/h, og der skal gennemføres eftersyn af sporet på de delafsnit, hvor temperaturforskellen på de 50 °C forekommer. Formålet med dette eftersyn er at vurdere, om der er fare for solkurver og om der skal foretages aflastende foranstaltninger og/eller yderligere trafikindskrænkninger.

Eftersynet skal ske i hvert spor for sig i de varmeste timer, indtil temperaturen er stadig aftagende. Ved eftersynet skal der være særlig opmærksomhed på følgende:

- Løse sveller eller andet tegn på uroligt spor (sporløftning)
- Steder med fejl i sideretningen.
- Snævre kurver (under 300 m i radius)
- Steder, hvor justering ofte må foretages

- Hvor DSB45-sporskifter og krydsninger ligger indeklemmt i 60 kg/m-spor
- Sporets stabilitet, ballastprofil samt befæstelses- og svellekvalitet.
- Tungetilslutning i sporskifter med drejelige tunger.

Ved eftersynet skal faren for afsporing vurderes. I givet flad skal der iværksættes afhjælpende foranstaltninger. Disse kan afhængig af den aktuelle situation være yderligere nedsættelse af hastigheden, udskæring af jernmængde, udlægning af ekstra ballastmængde, begrænsning af toganvendelse eller standsning af toggangen iht. [10], [11], [12].

Eftersynet skal dokumenteres med følgende informationer og vurderinger: hvem, tid, sted, temperatur, observationer og vurderinger i den anledning, igangsat aflastning (evt), vurdering af tidspunkt for næste eftersyn, kvittering for gennemført eftersyn.

Note 12.4.1-1

Områder, hvor der foretages sporarbejde, som influerer på sporets stabilitet (eksempelvis ved ballastrensning, sporløftning, sporjustering (gennemgående eller punktfej)), er særligt følsomme overfor trykspændinger. Der henvises til [1].

I sporskiftezoner, hvor DSB45-sporskifter ligger indeklemmt mellem 60 kg/m spor, skal der indføres hastighedsnedsættelse til max. 80 km/h hvis temperaturforskellen overstiger 50 °C, og 40 km/t hvis temperaturforskellen overstiger 55 °C.

#### 12.4.2 Ensidadig flytning af kurver.

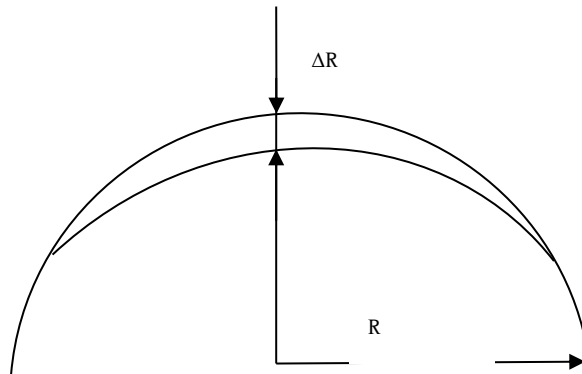
Ensidadig flytning af kurver ændrer spændingsudligningstemperaturen i sporet. Ændringen afhænger af flytningens størrelse og af kurveradius.

Indadflytning sænker spændingsudligningstemperaturen og udadflytning hæver spændingsudligningstemperaturen

Ved ensidadig flytning af kurver skal den nye spændingsudligningstemperatur beregnes eller måles. Den nye spændingsudligningstemperatur skal registreres iht. afsnit 14, og konsekvenserne skal vurderes iht. afsnit 0.

Nedenstående figur viser en flytning, der berører kun en del af kurven. Her gælder følgende formel:

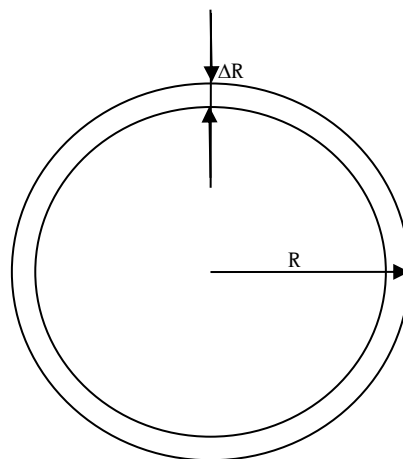
$$\Delta T = \frac{2}{3} \cdot 87 \cdot \frac{\Delta R(mm)}{R(m)}$$



Figur 12.4.2-1 Flytning af spor, delvist igennem kurven

Nedenstående figur viser en flytning der berører hele kurven. Her gælder følgende formel:

$$\Delta T = 87 \cdot \frac{\Delta R(mm)}{R(m)}$$



Figur 12.4.2-2 Flytning af spor, igennem hele kurven

Note 12.4.2-1

Grafisk afbildning af ovenstående formler findes i bilag 5

## 13. BN1 INDGREB I SPÆNDINGSUDLIGNET SPOR.

### 13.1 Generelt

Indgreb i LS-spor foretages i forbindelse med vedligeholdelsesaktiviteter, hvor skinnen opskæres og efterfølgende sammensvejses på ny, for eksempel ved:

- Reparation efter skinnebrud
- Reparation af fejl i skinner.
- Udveksling af sporkomponenter eller skinnestykker.

Indgreb foretaget i LS-spor uden kontrolpunkter til brug for efterfølgende beregning af ny spændingsudligningstemperatur medfører, at sporstykket (inklusive 30 m på begge sider af arbejdsstedet) betragtes som spændingsudlignet til skinnetemperaturen ved indgrebet.

### 13.2 Indgreb i spændingsudlignet LS-spor med ballast-skærver

Der skal etableres kontrolpunkter på begge sider af arbejdsstedet, før skinnen løsnes og opskæres.

Indgrebet skal dokumenteres, som beskrevet i afsnit 14.

### 13.3 Indgreb i LS-spor etableret på ballastgrus (sidespor og øvrige togejsspor).

For LS-spor med ballastgrus skal indgreb udføres ved højst mulig skinnetemperatur og ikke under 5 °C. Såfremt indgrebet foretages ved temperaturer under 5 °C, må sporet først svejses ved temperaturer over 10 °C, og risikoen for solkurver, i perioden frem til svejsning kan finde sted, skal vurderes og afværges, eventuelt ved udskæring af jernmængde i skinnerne.



## 14. BN1 DOKUMENTATION

Ved udførelse af spændingsudligning og ved indgreb i spændingsudlignet langskinnespor skal der udføres en grundig registrering af arbejdet, således at spændingsudligningstemperaturen for skinnestrengen kan udregnes med god præcision, og således at det senere giver mulighed for overvågning af f.eks. sporets spændingstilstand i forbindelse med eventuelle indgreb ved f.eks. komponentudskiftninger, reparationer af skinnefejl og skinnebrud.

Mindste krav til dokumentation ved spændingsudligning er:

- Dato
- Udligningssted.
- Udligningsmetode
- Skinnetemperaturen umiddelbart før slutsvejsningen ( $T_s$ )
- Udligningslængde (L)
- Udtaget skinnelængde ( $\Delta L$ )
- Navn og underskrift på den ansvarlige svejser.
- Eventuelle bemærkninger til arbejdsudførelsen

Mindste krav til dokumentation ved indgreb i spændingsudlignet spor er:

- Dato
- Indgrebssted
- Indgrebstype
- Skinnetemperaturen umiddelbart før svejsningen ( $T_s$ )
- Udtaget eller tilført skinnelængde ( $\Delta L$ )
- Navn og underskrift ansvarlige svejser.

## 15. BN1 SOLKURVER OG SPORDEFORMATIONER

Solkurver og spordeformationer (se definitioner i afsnit 5.16 og 5.18) opstår, når de samlede kræfter i sporet overstiger sporets sidemodstand.

Sideretningsfejl i snævre kurver kan udvikle sig til spordeformationer under stærk varme.

Spordeformationer kan udvikle sig til solkurver ved tiltagende skinnetemperatur.

Den endelige reparation af solkurver og spordeformationer må først udføres, når temperaturen igen er faldet til under 29 °C for  $V \leq 200$  km/t og under 25 °C for  $200 < V \leq 250$  km/t.

Ved opdagelse af en solkurve eller spordeformation skal følgende punkter efterleves:

- Sporet lukkes straks.
- Den geografisk driftsansvarlige kontaktes.
- Sporet vurderes med henblik på fastsættelse af grunden til solkurven eller spordeformationens opståen og hvilke aktioner og restriktioner, der skal igangsættes, før sporet må genåbnes.
- Der skal indføres den hastighedsnedsættelse, der er nødvendig i forhold til den sidefejl, som solkurven eller spordeformationen har medført i sporet iht. [1].

Sporet må først genåbnes for trafik, når der er vished for, at en eventuel spordeformation eller solkurve ikke kan udvikle sig yderligere.

Midlertidig reparation efter en solkurve kan ske efter faglig vurdering med et eller flere af nedenstående tiltag.

- Sporet trækkes i bløde kurver.
- Det kan være nødvendigt at skære begge skinner over og fjerne overskydende skinnelængde for at nedsætte spændingerne i sporet. Sporet laskes derefter med nødlasker eller boltede lasker.
- Det kan være nødvendigt at løsne og efterfølgende befæste skinnerne over det berørte område.
- Der skal hældes rigeligt med skærver rundt om det berørte område, hvor der stoppes sveller.
- Sporet overvåges i dagtimerne, indtil sporet er endeligt repareret.

Ved endelig reparation efter spordeformation skal følgende udføres:

- Ballastprofilet reetableres og sporet justeres iht. [1].
- Er spordeformationen skabt på grund af for lav spændingsudligningstemperatur, genudlignes sporet over det berørte område og ud til mindst 120 m på hver side af dette.

Ved endelig reparation efter en solkurve skal følgende udføres:

- Sporet føres tilbage til dets oprindelige leje, hvorefter ballastprofilet reetableres, og sporet justeres.
- Sporet spændingsudlignes over det berørte område og ud til mindst 120 m på hver side af dette.

## 16. BN2 LANGSKINNESPOR

Ved konvertering af lasket spor til LS-spor er det nødvendig at vurdere sporets kvalitet, herunder særligt træsveller hvor råd kan nedsætte sporets stabilitet.

### 16.1 Generelle krav til langskinnespor

For krav vedrørende minimumslængde for indpassere så som fabriksfremstillede isolerklæbestød, overgangskinner etc, henvises til de relevante sportekniske normaltegninger og [3].

Krav til ballast og underballast fremgår af [9].

Langskinnespor skal opfylde følgende krav til mindste kurveradius i forhold til befæstelses- og svelletyper, som er vist i figur 16.1-1

	Øvrige togvejsspor (V > 40 km/h), gennemgående togvejsspor og hovedspor <sup>1</sup>		Øvrige togvejsspor <sup>1</sup> (V ≤ 40 km/h)		Sidespor <sup>2</sup>	
	60 kg/m	DSB45	60 kg/m	DSB45	Skærver	Grus
S89/S99-svelle	400	400	220	190	190	190
S16/B70/SP90-2500 svelle	325	325	190	190	190	190
Toblok-betonsvelle	250					

1: Værdierne gælder kun for spor i skærveballast 2: Værdierne gælder for 60 kg/m- og DSB45-skinner

Figur 16.1-1 Minimumsradius [m] i langskinnespor

## 16.2 Lægning af LS-spor

*Emnet reserveret til BN2-regler i senere version af BN1-66*

## 16.3 Sporskifte

*Emnet reserveret til BN2-regler i en senere version af BN1-66*

## 16.4 Overgang til lasket spor

*Emnet reserveret til BN2-regler i en senere version af BN1-66*

## 16.5 Overgang mellem forskellige skinneprofiler

*Emnet reserveret til BN2-regler i en senere version af BN1-66*

## 16.6 LS-spor på broer

*Emnet reserveret til BN2-regler i en senere version af BN1-66*

# 17. BN2 SPÆNDINGSUDLIGNING

## 17.1 Generelt

Skiner i LS-spor ved skinnetemperaturer mellem 0 °C og 20 °C skal spændingsudlignes, således at skinnerne er spændingsløse i temperaturområdet fra 22 °C til 29 °C for  $V \leq 200$  km/t og i temperaturområdet fra 22 °C til 25 °C for  $200 < V \leq 250$  km/t.

Ved skinnetemperaturer mellem 20 °C og 29 °C for  $V \leq 200$  km/t og mellem 20 °C og 25 °C for  $200 < V \leq 250$  km/t spændingsudlignes ved naturlig forlængelse.

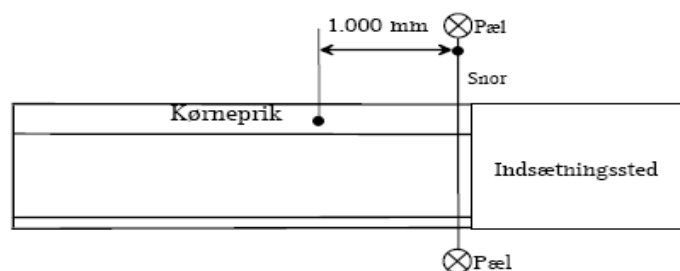
Planlægges det, at sporet først spændingsudlignes senere end ibrugtagning efter sporombygning, svejses samtlige stød for at undgå nedkøring af usvejste skinnestød.

Ved sammensvejsning af skinnerne ved sporelægning med skinnetemperaturer lavere end +15 °C, skal dette tilstræbes udført ved den højst mulige temperatur.

## 17.2 Almindelige bestemmelser for udførelsen

Der gælder følgende almindelige bestemmelser for udførelse af spændingsudligning:

- Slutsvejsning i spor skal udføres med aluminotermisk svejsning.
- Der må ikke stå trolje eller anhænger på det sporstykke, der spændingsudlignes.
- Ved slutsvejsningen skal skinnebefæstelsen være løsnet over en længde af mindst 20 m på hver side af svejsningen, og den må ikke tilspændes igen før tidligst 1 time efter svejsningens udførelse. Såfremt togpassage skal ske inden for dette tidsrum, foretages der midlertidig tilspænding på hver anden svelle.
- Kørnerprikker udført som en del af spændingsudligningsprocedure skal mærkes med en lys vejrbestandig farve, således at de kan genfindes minimum 6 måneder efter udført arbejde.
- Ved faste punkter i forbindelse med indsætning af krydsninger, sporskifter, overkørsler mm (indsætningssted) skal opmærkningen foretages med snor og pæle slået på tværs af sporet. Kørnerprikker slås 1.000 mm væk fra indsætningsstedet. Se figur 17.2-1.
- Ved overgangen mellem nyt og gammelt LS-spor på hoved- og gennemgående togvejsspor skal der spændingsudlignes mindst 120 meter ind i eksisterende spændingsudlignet spor
- Det er også tilladt at afmærke (rids eller kørnerprik) på skinnefod og svelle for derefter at måle den relative flytning af skinne i forhold til svellen. Der skal være mindst 2 befæstelser mellem mærkning og indsætningssted. Denne metode må kun bruges efter tilladelse fra Banedanmarks teknisk systemansvarlige for LS-spor.
- Forskellen mellem spændingsudligningstemperaturen for sporets 2 skinnestreng, ved sporfornyelse eller nyanlæg, må ikke overstige 4 °C efter udført spændingsudligning af begge streng.
- Længden for et spændingsudligningsafsnit i kurver skal begrænses til 200 m, hvis kurveradius er under 500 m.



Figur 17.2-1 Opmærkning med snor og pæle

### 17.3 Spændingsudligning af fastclip befæstet spor.

For spændingsudligning af spor med fastclip befæstelse gælder:

- Spændingsudligning skal udføres med skinnen løsnet og placeret på ruller med max. afstand mellem rullerne på 10 m.
- Spændingsudligningen må udføres i et afsnit af max. 600 m, og kun ved ensidigt træk. Ved længere afsnit kræves der tilladelse fra Banedanmarks teknisk systemansvarlige for LS-spor.
- Ved spændingsudligning i kurver (se afsnit 17.2, sidste pind) skal udligningen udføres med sidestyr til fastholdelse af skinnen i sideretningen.
- Såfremt gummiunderlagspladerne ved spændingsudligningen er vandret i forhold til sveller, skal de sættes på plads igen inden sporet tilspændes.

### 17.4 Spændingsudligningen af andre befæstelsestyper.

Spændingsudligning udføres med maksimalt udligningsafsnit på 600 m og med opfyldelse af øvrige krav i afsnit 12.3.

## 17.5 Spændingsudligning op til fastpunkt.

For at reducere trykspændinger op til fastpunktet overudlignes sporet til mellem 26 °C og 29 °C for  $V \leq 200$  km/t og mellem 22 °C og 25 °C for  $200 < V \leq 250$  km/t i en længde på mindst 120 m.

Hvis afstanden mellem to fastpunkter er kort (op til 300 m), kan det være en fordel at overudligne hele afsnittet til mellem 26 °C og 29 °C for  $V \leq 200$  km/t og mellem 22 °C og 25 °C for  $200 < V \leq 250$  km/t.

For at mindske risikoen for at flytte fastpunktet ved brug af trækkeapparatet skal de 30 sveller op til fastpunktet være befæstet ved spændingsudligningen (længden skal indgå i beregningen af  $\Delta L$ ).

## 17.6 Spændingsudligning i tunneler.

Spor i tunneler spændingsudlignes som spor i øvrigt.

## 17.7 Krav til kvalifikationer.

Personale, der udfører planlægger eller kontrollerer spændingsudligning og indgreb i spændingsudlignet spor, skal ud over opfylde kravene i [2] have gennemgået en uddannelse ved en af Banedanmark godkendt uddannelsesinstitution og være i besiddelse af gyldig dokumentation for gennemført certificerende prøve.

## 17.8 Spændingsudligningsmetoder

Afhængig af skinnetemperaturen skal fremgangsmåden ved udførelse af spændingsudligning ske efter følgende principper:

- *Kunstig forlængelse* i temperaturintervallet 0 °C til 20 °C, se Bilag 7:.
- *Naturlig forlængelse* i temperaturintervallet 20 °C til 29 °C for  $V \leq 200$  km/t og i temperaturintervallet 20 °C til 25 °C for  $200 < V \leq 250$  km/t, se Bilag 6:.

Andre metoder skal godkendes iht. afsnit 8.

## 17.9 Beregning af forlængelse $\Delta L$

Forlængelsen  $\Delta L$  (også kaldet "Jernudtagsmængden") er den mængde skinne, der skal udtages, og den beregnes ved følgende udtryk:

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$$

Hvor

$L$  = Afsnitlængden for spændingsudligningen [mm]

$\alpha$  = Termisk udvidelseskoefficient  $11,5 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

$\Delta T$  = Forskellen mellem skinetemperatur og spændingsudligningstemperatur [ $^\circ\text{C}$ ]

Forlængelsen kan også bestemmes ved anvendelse af tabellen i Bilag 4., der er udarbejdet i henhold til ovenstående formel.

## 17.10 Vedligeholdelse af spændingsudlignet spor

For BN2-regler vedrørende indgreb i spændingsudlignet spor henvises til afsnit 18.

### 17.10.1 Varmt vejr

Ved følgende delstrækninger skal der gennemføres eftersyn iht. afsnit 12.4.1, når skinnens temperatur forventes at blive at blive  $40\text{ }^\circ\text{C}$  eller derover, med skærpede BN2-krav.

- Hvor spændingsudligningen enten er ukendt eller vurderet under neutraltemperaturområdet.
- Hvor sidestabiliteten er nedsat på grund af mangler ved ballastprofil, befæstelser eller svellernes kvalitet.
- Områder hvor sporarbejde med indflydelse på sporets stabilitet (eksempelvis ved ballastrensning, sporløftning, sporjustering (gennemgående eller punktfejl)) endnu ikke er stabiliseret iht. [1].

Hvis skinnens temperatur forventes at blive  $40\text{ }^\circ\text{C}$  eller derover, skal der etableres hastighedsnedsættelse til max.  $80\text{ km/t}$ . Hvis skinetemperaturen forventes at blive  $50\text{ }^\circ\text{C}$  eller derover, skal der etableres hastighedsnedsættelse til max.  $40\text{ km/t}$ .

Yderligere hastighedsnedsættelser og/eller trafikale restriktioner indføres, hvis der er en kombination af de forhold, der er beskrevet ovenfor.



Når skinnens temperatur forventes op på 50 °C eller derover gælder der følgende skærper i forhold til ovenstående:

- I sporskiftezone, hvor DSB45-sporskifter ligger indeklemmt mellem 60 kg/m spor, skal der indføres hastighedsnedsættelse til max. 80 km/t og eftersyn iht. afsnit 12.4.1.

Når skinnens temperatur forventes op på 55 °C eller derover gælder følgende skærper i forhold til ovenstående:

- I sporskiftezone, hvor DSB45-sporskifter ligger indeklemmt mellem 60 kg/m spor, skal der indføres hastighedsnedsættelse til max. 40 km/h og eftersyn iht. afsnit 12.4.1.

Note 17.10.1-1

Bemærk at der i dette afsnit tales om konkret skinnetemperatur på f.eks. 40 °C og 50°C, mens der i afsnit 12 tales om temperaturforskellen mellem aktuel skinnetemperatur og midten af neutraltemperaturområdet.

#### 17.10.2 Ensidig flytning af kurver.

Hvis en ensidig flytning af kurver, se afsnit 12.4.2, medfører en ændring af spændingsudligningstemperaturen større end 5,8 °C, skal sporet genudlignes henover kurven plus mindst 120 m på begge sider af denne.

## 18. BN2 INDGREB I SPÆNDINGSUDLIGNET SPOR

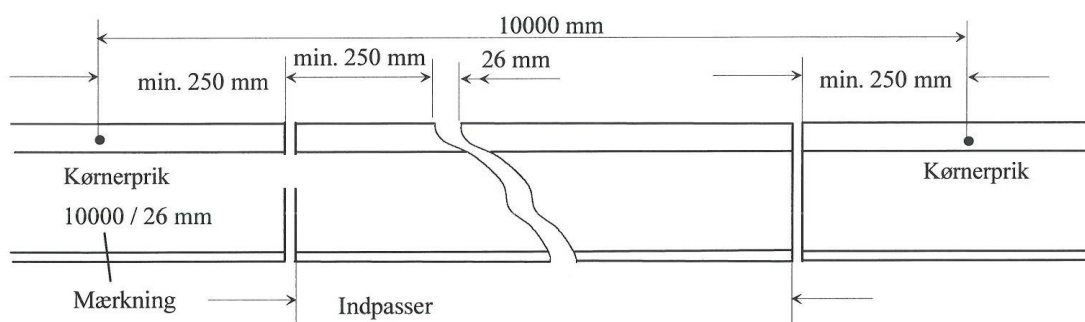
### 18.1 Opmærkning af skinne før indgreb og ved skinnebrud

Inden et indgreb i spændingsudlignet LS-spor udføres, og inden andre aktiviteter påbegyndes, eller så snart et skinnebrud opdages, skal skinnen opmærkes ved slåning af kørnerprikker. Opmærkningen skal udføres med millimeters nøjagtighed og registreres i et skema for "Indgreb i langskinnespor", som vist i Bilag 2:. Afstanden mellem mærkerne skal normalt være 10 m, hvilket giver plads til indlægning af en indpasser. Den mindste tilladelige afstand fra mærke til overskæring af skinne eller brud er 250 mm. Ved opmærkning af brud skal afstanden i brudåbningen ligeledes registreres.

Kørnerprikker sættes før skinnen løsnes og opskæres. De placeres på yderside af skinneho- ved og tydeliggøres med vejrbestandigt farve på skinnekroppen. f.eks. fixolid. Opmærkning med kørnerprikker er illustreret i figur 18.1-1.

Tilbageløbet (den afstand der opstår mellem skinneenderne ved indgrebet) kombineret med skinnetemperaturen giver muligheden for at vurdere spændingsudligningstilstanden i spo- ret. Derfor er det ved opskæring af sporet ikke tilladt at "holde skinnen" med varme for at formindske tilbageløbet.

En del af tilbageløbet kan "indhentes" med let varme (max. 60 °C).



Figur 18.1-1 Afmærkning med kørnerprikker og placering af indpasser i fm indgreb i spændingsudlignet spor

Note 18.1-1

Opstår der brud ved en temperatur over spændingsudligningstemperaturen, og brudåbningen er 0 mm, registreres bruddet som foranstående med brudåbning = 0 indregnet

## 18.2 Planlagte indgreb

Planlagte indgreb i langskinnesor må ikke foretages, når skinnetemperaturen er over 29 °C eller under 0 °C for  $V \leq 200$  km/t og over 25 °C eller under 0 °C for  $200 < V \leq 250$  km/t.

Kontrolpunkter (f.eks. kørnerprikker og skinnepæle) bruges til at beregne spændingsudligningstemperaturen efter indgrebet og afgøre, om det er nødvendigt med en fornyelse af spændingsudligningen.

Efter indgreb i LS-spor skal den nye spændingsudligningstemperatur beregnes. Er dette ikke muligt, skal sporstykket betragtes som spændingsudlignet til 0 °C, indtil der enten er

foretaget måling af spændingsudligningstemperaturen med en godkendt målemetode, eller der er genudlignet med mindst 120 m på begge sider eller op til et fastpunkt.

Skinneudveksling (skinnestykke længere end 30 m) kræver spændingsudligning af skinnelængden plus mindst 30 m på begge sider heraf.

Ved udskiftning af større sporkomponenter som ½ tunge partier, sporskifter, skinnestykker længere end 30 m m.m., skal det vurderes (ved måling af tilbageløb i forhold til skinnetemperaturen), om der er behov for at forny spændingsudligningen op til indgrebsstedet.

Det er ikke tilladt at tilføre jern i sporet

### 18.3 Indgreb ved skinnebrud

Skinnebrud håndteres iht. [5].

Før svejsning af brud eller slutsvejsning ved indpasser udføres, skal skinnerne på begge sider af bruddet (åndingszonerne) løsnes og spændingsudlignes i en længde målt i meter, der svarer til 2 x brudåbning i mm + 20 m.

Note 18.3-1

Eksempel: Ved en brudåbning på 23 mm, skal skinnen løsnes i en længde af  $2 \times 23 + 20 = 66$  m på hver side af bruddet eller indpasseren.

Slutsvejsningen skal udføres straks, når skinnernes oprindelige længde er genfremstillet ved naturlig eller kunstig forlængelse, dvs. når afstanden mellem kørnerprikkerne er reetableret til den oprindelige afstand.

Ved manglende kontrolpunkter, for lav spændingsudligningstemperatur eller andre mangler der kræver en genudligning af sporet, skal denne genudligning omfatte indgrebsstrækningen plus mindst 120 m på begge sider af denne.

## 19. BN2 DOKUMENTATION AF SPÆNDINGSUDLIGNING

Udførelse af spændingsudligning skal dokumenteres i Spændingsudligningsrapport, som er angivet i bilag 1. Benyttelse af et andet skema skal godkendes iht. afsnit 8.

Skemaet skal underskrives og dateres af den ansvarlige for spændingsudligningens udførelse, som skal være uddannet og godkendt til spændingsudligning og fortrolig med disse arbejder. Dokumentation for spændingsudligningen skal fremsendes til Banedanmark.

Ved planlægning af spændingsudligning af sporstykker der kræver flere udligningsafsnit, skal der udføres en grafisk spændingsudligningsplan, hvor kilometrering, slutsvejsninger, afsnitlængder, fastpunkter mm. er indtegnet.

## 20. BN2 DOKUMENTATION AF INDGREB I SPÆNDINGSUDLIGNET SPOR

Alle indgreb i spændingsudlignet spor skal dokumenteres i et kontrolskema til registrering af indgreb, som angivet i Bilag 2:. Brug af andet skema skal godkendes iht. afsnit 8.

Skemaet skal altid udfyldes, når skinnerne i et spændingsudlignet langskinnespor brydes/overskæres, og det skal som minimum indeholde de oplysninger, som er angivet i Bilag 2:. Skemaet skal underskrives og dateres af den ansvarlige for spændingsudligningens udførelse, som skal være uddannet og godkendt til spændingsudligning og fortrolig med dette arbejde. Dokumentationen for indgrebet skal fremsendes til Banedanmark.

## Bilag 1: SPÆNDINGSUDLIGNINGSRAPPORT (NORMATIVT PÅ BN2 NIVEAU)

Skema: Spændingsudligningsrapport

Skema nr: \_\_\_\_\_ Side \_\_\_\_\_ af \_\_\_\_\_

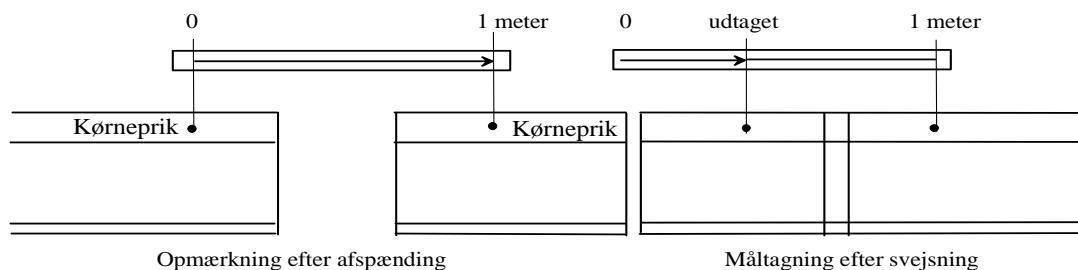
Strækning nr						
Firma						
Hold Svejser nr						

Strækning / station		
Spor (H / V nr.)		I km retning
Skinneprofil		
Befæstelse		

Nr.	Dato Dag /mdr.	Start – Slut Km	Udligningssted Km	Længde L (m)	Skinne Ts (°C)	Udtaget ΔL (mm)		Metode		Spændings-udlig- ningstemp. Tu (°C)	
						Venstre	Højre	Sol	Træk	Venstre	Højre
1											
2											

$$T_u = 87 \cdot (\Delta L [\text{mm}] / L [\text{m}]) + T_s$$

Bemærkninger/Afvielser:



Dato \_\_\_\_\_

Underskrift ansvarlig \_\_\_\_\_

## Bilag 2: INDGREB I LANGSKINNESPOR (NORMATIVT PÅ BN2 NIVEAU)

Skema: Indgreb i langskinnesor

Skema nr: \_\_\_\_\_

Side \_\_ af \_\_\_\_\_

Strækning nr						
Firma						
Svejsnr						

Strækning / station		
Spor (H / V nr.)		I km retning
Skinneprofil/befæstelse		
Indgrebssted		

Nr.	Ved overskæring				Indgrebstype (sæt kryds)			L før (mm)	A brud (mm)	L efter (mm)	Spændingsudligningstemp. Tu (°C)	
	Venstre	Højre	Skinnetemp Ts (°C)	Tilbageløb (mm)	Isol	Brud	Udv.				Venstre	Højre
1												
2												

Noter: Det er ikke tilladt at bruge varme for at sikre at der ikke tilføres jern i sporet.

Det er tilladt at bruge let varme (maks. 60 °C) for at indhente en del af tilbageløbet.

L<sub>Før</sub> og A<sub>Brud</sub> måles samtidigt før udskæring

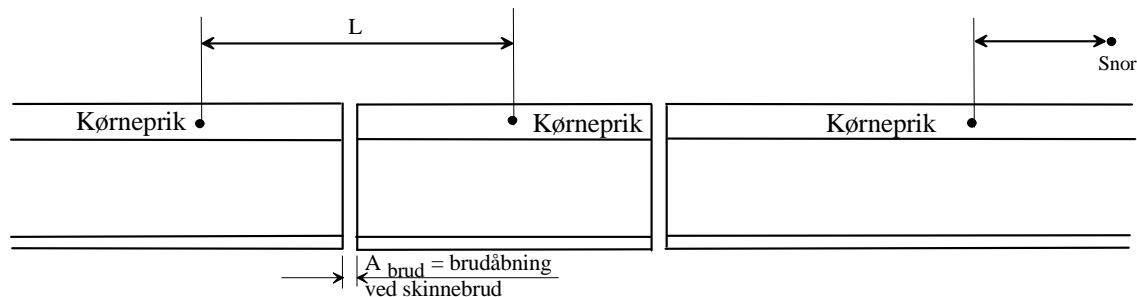
L<sub>Efter</sub> måler efter svejsning

L<sub>Efter</sub> skal være mindre eller lig L<sub>Før</sub> - A<sub>Brud</sub>

Nr.	Opmåling/udskæring før svejsning udført af:			Måling efter svejsning udført af:		
	Dato	Init.	Underskrift	Dato	Init.	Underskrift
1						
2						

## Bemærkninger/Afvielser

Opmærkning af indgrebssted:



Dato

Underskrift ansvarlig

## Bilag 3: EKSEMPEL PÅ ÅNDINGSZONER, SPÆNDINGER OG KRÆFTER (INFORMATIVT)

### Åndingszoner

I hver ende af et langskinnespor er der en åndingszone, hvor spændingerne opbygges gradvis, indtil den samlede forskydningsmodstand er så stor, at skinnerne er hindret fra langsgående bevægelse/udvidelse.

Forskydningsmodstanden er summen af modstand mod langsgående bevægelser i laske og mellem sveller og ballast. Længden af åndingszonen kan beregnes som (se figur b3-1 og b3-2.):

$$L = \frac{S}{R + r}$$

L = Længden af åndingszonen (m)

S = Kraft i LS-sporet (N)

R = Modstand i laske (N/m)

r = Ballastmodstand (N/m)

### Spændinger og kræfter

I den centrale del af langskinnesporet, hvor skinnerne er helt hindret fra bevægelse, optræder tryk- og trækspændinger. Spændingerne i hver skinne forandrer sig proportionalt med skinnetemperaturen med 2,4 N/mm<sup>2</sup> for hver grads temperaturforandring fra udgangstilstanden, se figurerne b3-1 og b3-2.

$$S = 2,4 \cdot (t - t_n) \cdot A$$

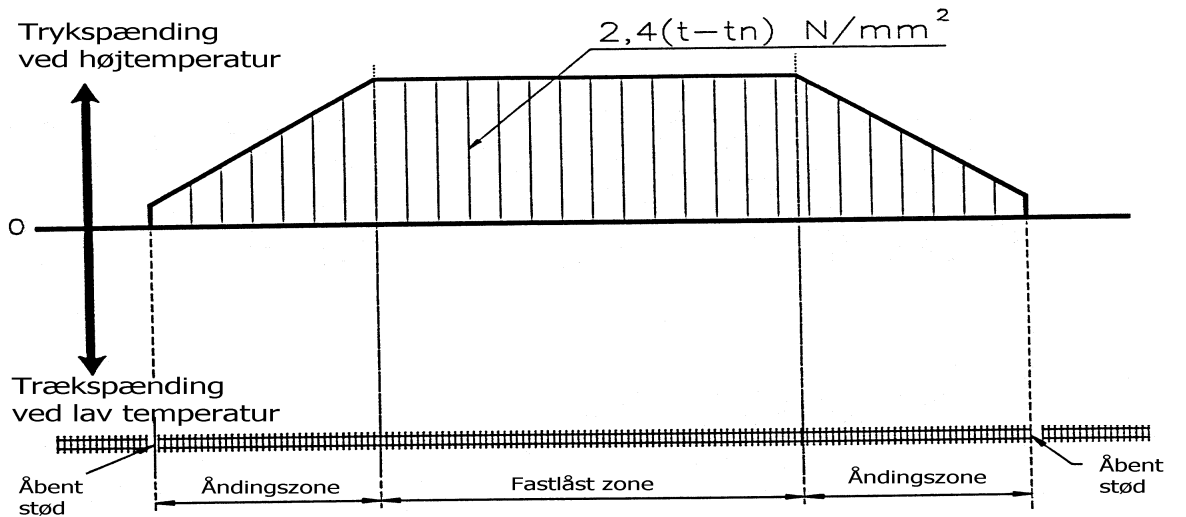
S = Kraft i én skinne [N]

t = Skinnetemperatur [°C]

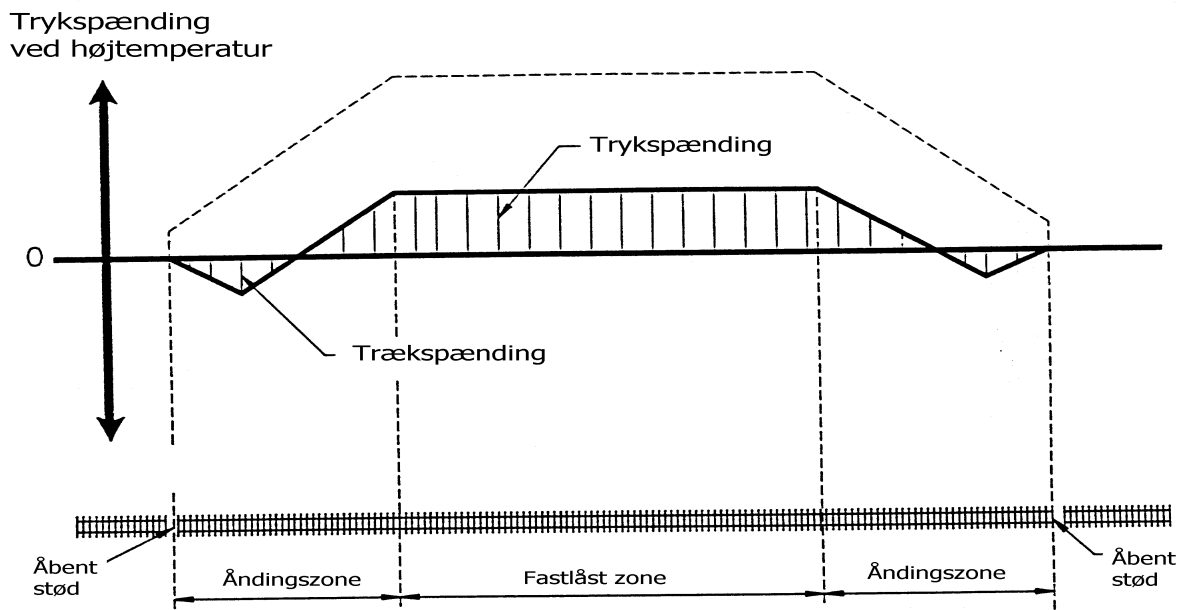
t<sub>n</sub> = Midtpunktet af neutraltemperaturområdet [°C]

A = Tværsnitsareal af skinneprofil [mm<sup>2</sup>]

Eksempelvis giver én 60E2 skinne med tværsnitsareal på 7670 mm<sup>2</sup> en kraftændring på ca. 18 kN (1,8 ton) pr. grad temperaturvariation.



Figur b3- 1 Trykspændinger i sporet ved høj skinnetemperatur.



Figur b3-2 Trykspændinger i sporet ved efterfølgende fald i skinnetempe-  
raturen.



## Bilag 4: TABEL FOR FORLÆNGELSE (INFORMATIVT)

Denne tabel er beregnet i henhold til banenormens afsnit 17.9.

Forlængelsen angives i millimeter.

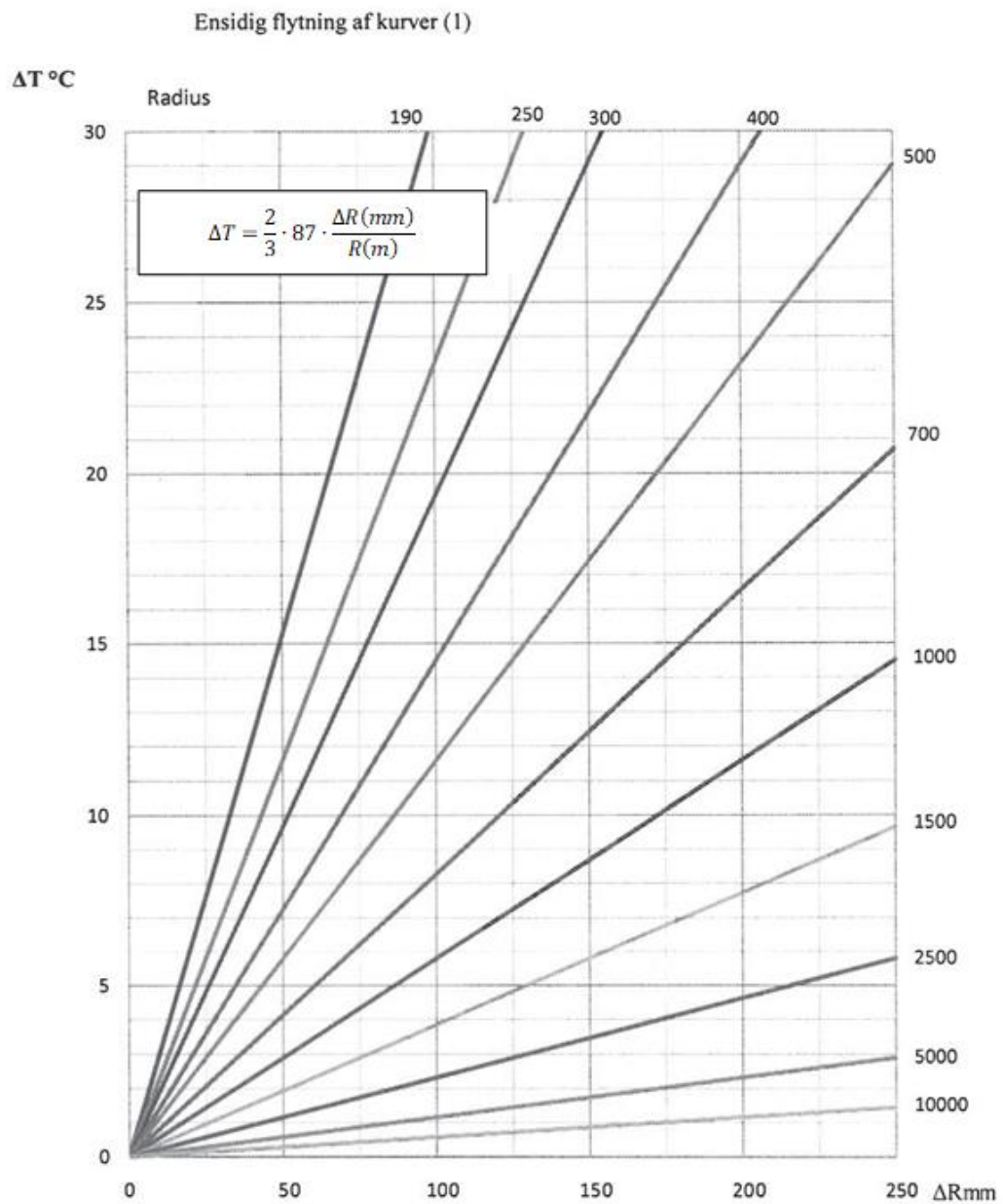
Træk i ton		$\Delta T$	Skinnelængde L i meter							
DSB45	UIC60		30	60	90	120	150	180	210	240
1,4	1,86	1	0,3	0,7	1,0	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8
2,8	3,71	2	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,1	4,8	5,5
4,2	5,57	3	1,0	2,1	3,1	4,1	5,2	6,2	7,2	8,3
5,6	7,42	4	1,4	2,8	4,1	5,5	6,9	8,3	9,7	11,0
7	9,28	5	1,7	3,5	5,2	6,9	8,6	10,4	12,1	13,8
8,4	11,14	6	2,1	4,1	6,2	8,3	10,4	12,4	14,5	16,6
9,8	12,99	7	2,4	4,8	7,2	9,7	12,1	14,5	16,9	19,3
11,2	14,85	8	2,8	5,5	8,3	11,0	13,8	16,6	19,3	22,1
12,6	16,70	9	3,1	6,2	9,3	12,4	15,5	18,6	21,7	24,8
14	18,56	10	3,5	6,9	10,4	13,8	17,3	20,7	24,2	27,6
15,4	20,42	11	3,8	7,6	11,4	15,2	19,0	22,8	26,6	30,4
16,8	22,27	12	4,1	8,3	12,4	16,6	20,7	24,8	29,0	33,1
18,2	24,13	13	4,5	9,0	13,5	17,9	22,4	26,9	31,4	35,9
19,6	25,98	14	4,8	9,7	14,5	19,3	24,2	29,0	33,8	38,6
21	27,84	15	5,2	10,4	15,5	20,7	25,9	31,1	36,2	41,4
22,4	29,70	16	5,5	11,0	16,6	22,1	27,6	33,1	38,6	44,2
23,8	31,55	17	5,9	11,7	17,6	23,5	29,3	35,2	41,1	46,9
25,2	33,41	18	6,2	12,4	18,6	24,8	31,1	37,3	43,5	49,7
26,6	35,26	19	6,6	13,1	19,7	26,2	32,8	39,3	45,9	52,4
28	37,12	20	6,9	13,8	20,7	27,6	34,5	41,4	48,3	55,2
29,4	38,98	21	7,2	14,5	21,7	29,0	36,2	43,5	50,7	58,0
30,8	40,83	22	7,6	15,2	22,8	30,4	38,0	45,5	53,1	60,7
32,2	42,69	23	7,9	15,9	23,8	31,7	39,7	47,6	55,5	63,5
33,6	44,54	24	8,3	16,6	24,8	33,1	41,4	49,7	58,0	66,2
35	46,40	25	8,6	17,3	25,9	34,5	43,1	51,8	60,4	69,0

Tabellen fortsættes

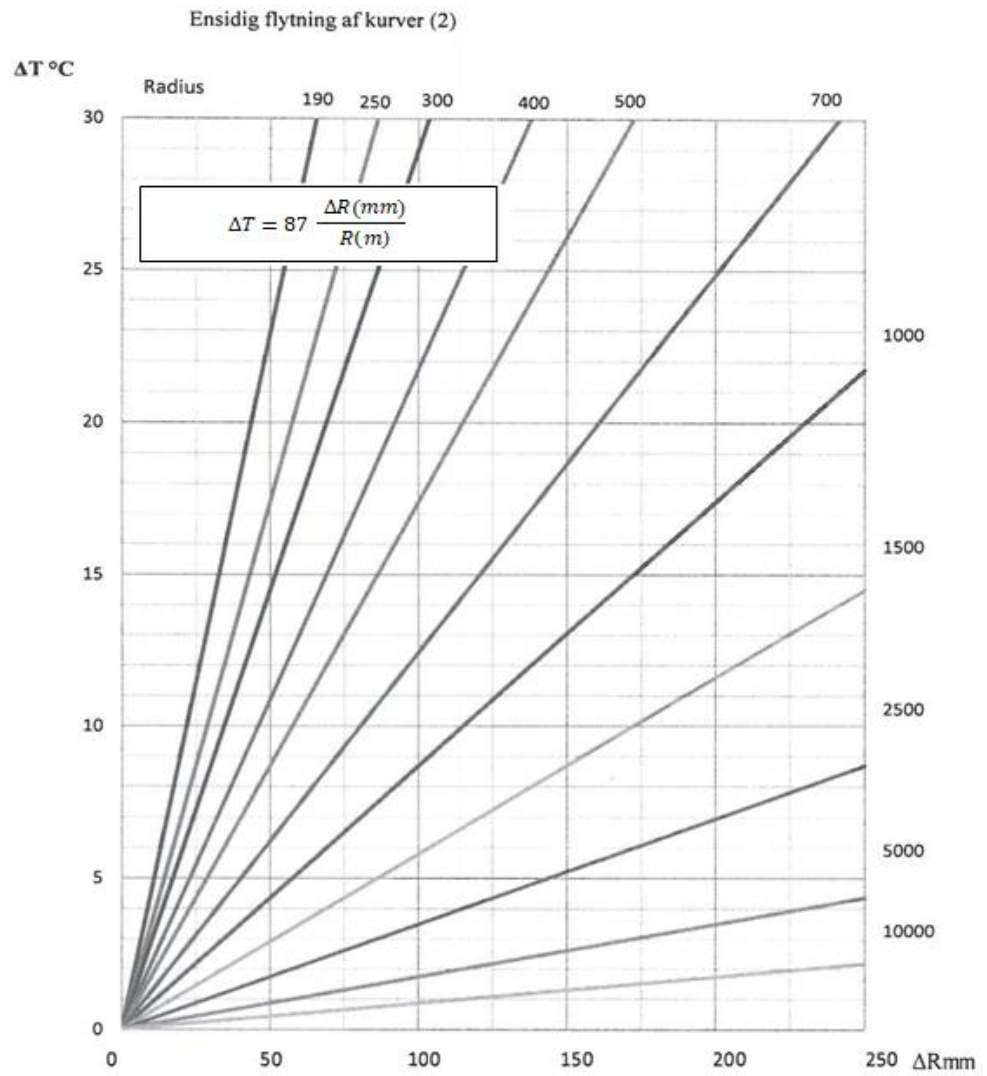
## Bilag 4 forsat.

Træk i ton		ΔT	Skinnelængde L i meter								
DSB45	UIC60		270	300	330	360	400	450	500	550	600
1,4	1,86	1	3,1	3,5	3,8	4,1	4,6	5,2	5,8	6,3	6,9
2,8	3,71	2	6,2	6,9	7,6	8,3	9,2	10,4	11,5	12,7	13,8
4,2	5,57	3	9,3	10,4	11,4	12,4	13,8	15,5	17,3	19,0	20,7
5,6	7,42	4	12,4	13,8	15,2	16,6	18,4	20,7	23,0	25,3	27,6
7	9,28	5	15,5	17,3	19,0	20,7	23,0	25,9	28,8	31,6	34,5
8,4	11,14	6	18,6	20,7	22,8	24,8	27,6	31,1	34,5	38,0	41,4
9,8	12,99	7	21,7	24,2	26,6	29,0	32,2	36,2	40,3	44,3	48,3
11,2	14,85	8	24,8	27,6	30,4	33,1	36,8	41,4	46,0	50,6	55,2
12,6	16,70	9	27,9	31,1	34,2	37,3	41,4	46,6	51,8	56,9	62,1
14	18,56	10	31,1	34,5	38,0	41,4	46,0	51,8	57,5	63,3	69,0
15,4	20,42	11	34,2	38,0	41,7	45,5	50,6	56,9	63,3	69,6	75,9
16,8	22,27	12	37,3	41,4	45,5	49,7	55,2	62,1	69,0	75,9	82,8
18,2	24,13	13	40,4	44,9	49,3	53,8	59,8	67,3	74,8	82,2	89,7
19,6	25,98	14	43,5	48,3	53,1	58,0	64,4	72,5	80,5	88,6	96,6
21	27,84	15	46,6	51,8	56,9	62,1	69,0	77,6	86,3	94,9	103,5
22,4	29,70	16	49,7	55,2	60,7	66,2	73,6	82,8	92,0	101,2	110,4
23,8	31,55	17	52,8	58,7	64,5	70,4	78,2	88,0	97,8	107,5	117,3
25,2	33,41	18	55,9	62,1	68,3	74,5	82,8	93,2	103,5	113,9	124,2
26,6	35,26	19	59,0	65,6	72,1	78,7	87,4	98,3	109,3	120,2	131,1
28	37,12	20	62,1	69,0	75,9	82,8	92,0	103,5	115,0	126,5	138,0
29,4	38,98	21	65,2	72,5	79,7	86,9	96,6	108,7	120,8	132,8	144,9
30,8	40,83	22	68,3	75,9	83,5	91,1	101,2	113,9	126,5	139,2	151,8
32,2	42,69	23	71,4	79,4	87,3	95,2	105,8	119,0	132,3	145,5	158,7
33,6	44,54	24	74,5	82,8	91,1	99,4	110,4	124,2	138,0	151,8	165,6
35	46,40	25	77,6	86,3	94,9	103,5	115,0	129,4	143,8	158,1	172,5

## Bilag 5: ENSIDIG FLYTNING AF KURVER (INFORMATIVT)



Figur b5-1 Ensidig flytning af kurver (delvis)



Figur b5-2 Ensidig flytning af kurver (hele kurven)

## Bilag 6: SPÆNDINGSUDLIGNING VED NATURLIG FORLÆNGELSE. (NORMATIVT PÅ BN2-NIVEAU)

Udligning ved naturlig forlængelse udføres i princippet med skinnen liggende friktionsløst på svellerne. Da det er vanskeligt at undgå friktion, vil der oftest være restspændinger i skinnen, som kan medføre, at skinnen har spændinger svarende til en anden spændingsudligningstemperatur end beregnet.

Spændingsudligning ved naturlig forlængelse må derfor kun udføres inden for temperaturområdet 20 °C til 29 °C for  $V \leq 200$  km/t og i temperaturområdet 20 °C til 25 °C for  $200 < V \leq 250$  km/t ved konstant eller stigende temperatur. I tilfælde af faldende temperatur skal slutsvejsningen under udførelsen beskyttes mod skadelige trækspændinger ved hjælp af aflastningsvarme eller skinnespændeapparat.

Inddelinger af afsnit er analoge med reglerne for udligning i midten af afsnit eller i enden af et afsnit.

Alle procestrin i spændingsudligning ved "naturlig" forlængelse er identiske med fremgangsmåden ved "kunstig forlængelse" med undtagelse af, at der ikke bruges opvarmning eller trækapparat, og at der stilles skærpet krav til tilbageløb ved kontrolmærkerne i enden af afsnittene.

Et tilbageløb på max. 4 mm ved hvert kontrolpunkt kan tolereres, såfremt dette er sket før fremstilling af svejsemellemrummet. Er tilbageløbene større end 4 mm, spændingsudlignes det pågældende igen ved kunstig forlængelse.

Spændingsudligning efter princippet naturlig forlængelse skal indstilles, når temperaturområdet 20 °C til 29 °C for  $V \leq 200$  km/t og temperaturområdet 20 °C til 25 °C for  $200 < V \leq 250$  km/t over- eller underskrides.

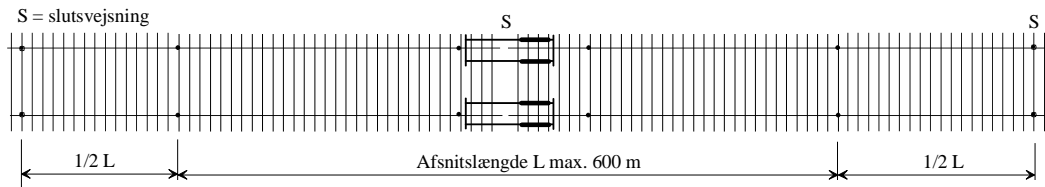
## Bilag 7: SPÆNDINGSUDLIGNING VED KUNSTIG FORLÆNGELSE. (NORMATIVT PÅ BN2-NIVEAU)

Når spændingsudligningen udføres ved skinnetemperaturer under + 20 °C, skal skinnerne korrigeres til neutrallængden svarende til 22 °C. Forlængelse (korrigerende) eller strækning af skinnelængden skal udføres med skinnetrækapparat. Der kan anvendes termisk udvidelse, hvis svejsningen udføres som brandstuksvejsning.

I tilfælde af forlængelse ved opvarmning skal, forinden metoden tages i anvendelse, søges om dispensation hos Banedanmark. Som grundlag for dispensation skal oplyses opvarmningens metode, fremgangsmåden i detaljer og hvilken type udstyr, der anvendes.

**Med slutsvejsning i midten af afsnittet.**

Spændingsudligningen skal udføres i afsnit med maksimum 600 meters længde, der deles i 2 halvdele, således at slutsvejsningen udføres i midten af afsnittet – se figur b7-1.



Figur b7- 1 Udligning midt i afsnit med længde L max. 600 m, der deles i to halvdele, hvor ingen del må være større end 300 m.

Afsnitsopdelingen skal være som vist i skitsen på figur b7-1, idet afsnitlængden for løsnetspor går fra midte til midte af skinnelængderne med slutsvejsning midt i afsnittene.

Forinden skinnerne spændingsudlignes og slutsvejses, skal de gøres spændingsløse ved evt. overskæring af skinnerne og/eller ved fjernelse af evt. lasker ved udligningsstedet og løsning af befæstelser i hele afsnittets længde. For at overvinde friktionen mellem skinner og befæstelser/ sveller løftes skinnerne med jernstænger og vibreres ved f.eks. slag med køller, idet det iagttages, at skinnens vandring ikke er forhindret af hængende befæstelser eller for lille mellemrum ved skærestedet.

Til kontrol af ændringen i jernmængden ved spændingsudligningen indslås en kørnerprik på skinnehovedets yderside på hver side af udligningsstedet i en afstand af 1000 mm.

Den nødvendige forlængelse ( $\Delta L$ ) og ca. kraft, som skal anvendes, fås af bilag 4, når temperaturforskellen ( $\Delta T$ ) mellem midtpunktet af neutraltemperaturområdet (22 °C) og skinnemetemperaturen er bestemt.

Så snart rigtig skinnelængde er opnået, tilspændes skinnerne igen på begge sider af udligningsstedet – begyndende 20 m fra svejsestedet og i retning mod sporets faste ender. Herefter kan slutsvejsning udføres. Befæstelserne 20 m på hver side af slutsvejsningen må tidligst tilspændes, 1 time efter svejsningen er udført.

Under forlængelsen kræves, at skinneafsnittets ender er forankret. Der kræves minimum en forankringslængde på 10 sveller for hver grads temperaturforskel mellem spændingsudligningstemperaturen og den forhåndenværende skinnetemperatur ( $10 \times \Delta T$  sveller).

Under slutsvejsningers udførelse skal skinnen yderligere forlænges, sådan at trykket i trækapparatet øges med ca. 7 ton og sådan, at svejsningen størkner under lokale trykspændinger i svejsezonen for at kompensere for krympesvindet i svejsningen, medens svejsningen størkner og køler af. Trykket omkring svejsningen skal vedligeholdes og skinnespændeparatet må først aflastes efter at svejsningen er kølet til under 400 °C.

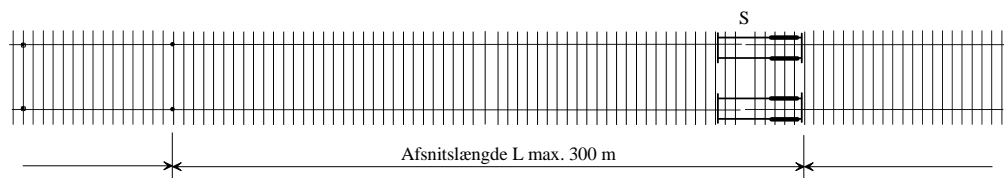
Slutsvejsningen skal i de første 30 minutter efter udførelsen beskyttes mod skadelige trækspændinger ved aflastningsvarme eller med trækapparat.

Efter endt spændingsudligning – når svejsningen er afkølet – måles afstanden mellem kørnerprikkerne. Forskellen mellem den oprindelige afstand 1000 mm og den målte afstand er da lig med længdekorrektionen (udtaget jernmængde) i mm. Den udtagne jernmængde noteres for hver skinnestreg for sig i skemaet for spændingsudligning bilag 2.

Når spændingsudligningen sluttet, skal skinnen på den sidste svelle i enden af det udlignede område mod ikke udlignet område forblive ubefæstet. På begge spændingsudlignede skinneres fod og på tilsvarende sted på svellen sættes et kontrolmærke, som viser skinnens længdebeligenhed i forhold til svellen. Når udligning af næste afsnit påbegyndes, tages hensyn til evt. skinnevandring ved dette mærke, derved at det tilbageløbne antal mm tillægges det for næste afsnit bestemte  $\Delta L$ . Har skinnerne forlænget sig; fradrages det fremløbne antal mm næste afsnits  $\Delta L$ .

#### Med slutsvejsning i enden af afsnittet

Spændingsudligningen tillades også udført ved udligning i enden af et afsnit. Afsnitlængden må da ikke overskride 300 m længde – se figur b7-2.



Figur b7-2 Udligning ved enden af afsnit – afsnitlængde L max. 300 m.

Afsnitsopdelingen skal være som vist i skitsen på figur 2, idet afsnitlængden går fra slutsvejssestød til slutsvejssestød med slutsvejsning i enden af afsnittene.

Skinnerne gøres også i dette tilfælde spændingsløse, inden kontrolpunkter og kørnerprikker etableres. Alle procestrin vibrering, kontrol, slutsvejsning og tilspænding udføres som beskrevet under ” Med slutsvejsning i midten af afsnittet” med den forskel at kontrolpunktet bliver ved overgangen til sidste udlignede afsnit hvor befæstelserne opskrues indtil 4 – 5 sveller ind i det sidst udlignede afsnit.