

Svejsning, boring og skæring i spor

# Banenorm, BN2-67-1

## INDHOLD

<u>1.</u>	<u>INDLEDNING</u>	<u>6</u>
<u>2.</u>	<u>IKRAFTTRÆDEN</u>	<u>7</u>
<u>3.</u>	<u>OVERGANGSBESTEMMELSER</u>	<u>7</u>
<u>4.</u>	<u>REFERENCER</u>	<u>7</u>
<u>5.</u>	<u>DEFINITIONER</u>	<u>8</u>
<u>6.</u>	<u>DESKRIPTORER</u>	<u>11</u>
<u>7.</u>	<u>ANVENDELSESOMRÅDE</u>	<u>11</u>
<u>8.</u>	<u>DISPENSATION</u>	<u>11</u>
<u>9.</u>	<u>HISTORIK</u>	<u>12</u>
<u>10.</u>	<u>BN2 KVALITETSSTYRING</u>	<u>12</u>
10.1	Dokumentation før svejsearbejde	12
10.2	Dokumentation efter svejsearbejde	13
10.2.1	Produktionslog	13
10.2.2	Kvalitetsskemaer	13
10.3	Mærkning af svejsninger	14
<u>11.</u>	<u>GODKENDELSE AF SVEJSEPERSONALE</u>	<u>14</u>
11.1	Sporsvejsere	15

11.2	Svejseseordinator	15
<b>12.</b>	<b>GODKENDELSE AF MOBIL BRANDSTUKSVEJSER</b>	<b>16</b>
<b>13.</b>	<b>GODKENDELSE AF SVEJSEMETODER</b>	<b>17</b>
13.1	Svejsespecifikationer (WPS)	17
<b>14.</b>	<b>KVALITETSKONTROL AF SVEJSNINGER</b>	<b>17</b>
14.1	Prøvningsomfang ved anlægsgaver	17
14.2	Prøvningsomfang ved vedligeholdelse og reparation	19
14.3	Visuel kontrol	20
14.3.1	Kontrol af svejsnings rethed	20
14.3.2	Tiltag ved afvigelser fundet ved visuel kontrol	21
14.4	Ikke-destruktiv test (NDT)	21
14.4.1	Ultralydskontrol (UT)	21
14.4.2	Penetranttest (PT)	21
14.5	3-punkt bøjeprobe	21
14.6	Hårdhedsmåling	21
14.7	Udbedring af underkendte svejsninger	21
<b>15.</b>	<b>BN2 STØDSVEJSNING</b>	<b>22</b>
15.1	Generelle krav ved stødsvejsning	22
15.1.1	Metodevalg	22
15.1.2	Indgreb og spændingsudligning	23

15.1.3	Nødlasker før stødsvejsning	23
15.1.4	Afstand til stødsvejsninger i hovedspor.	23
15.1.5	Efterstopning af stødsvejsning	23
15.2	Aluminotermiske svejsemetoder	23
15.2.1	Valg af thermitportion	23
15.2.2	Opbevaring af svejsematerialer	24
15.2.3	Beskyttelse af underliggende konstruktioner	25
15.3	Formsvejsning	25
15.3.1	Afspændingsglødning/varmebehandling af formsvejsninger	26
<b>16.</b>	<b>BN2 PÅLÆGSSVEJSNING</b>	<b>27</b>
16.1	Pålægssvejsning på alm. skinnestål	27
16.2	Pålægssvejsning på 12–14% manganstål	28
16.3	Tilsatsmaterialer	29
16.3.1	Svejseelektroder	29
16.3.2	Rørtråde	29
<b>17.</b>	<b>BN2 SVEJSNING I SIDESPOR</b>	<b>29</b>
<b>18.</b>	<b>BN2 KOLD- OG VARMRETNING</b>	<b>30</b>
18.1	Generelt	30
18.2	Koldretning	30
18.3	Varmretning	31

<u>19.</u>	<u>BN2 INDPASSERE</u>	<u>32</u>
<u>20.</u>	<u>BN2 ISOLERSTØD</u>	<u>32</u>
<u>21.</u>	<u>BN2 OVERGANG MELLEM FORSKELLIGE SKINNeprofiler</u>	<u>33</u>
<u>22.</u>	<u>BN2 BORING I SKINNER</u>	<u>33</u>
<u>23.</u>	<u>BN2 SKÆRING AF SKINNER</u>	<u>33</u>
23.1	Skæring generelt	33
23.2	Afstand til snit	34
23.3	Flammeskæring	35
<u>24.</u>	<u>BN2 SLIBNING AF SKINNER</u>	<u>36</u>
<u>25.</u>	<u>BILAG 1 TILLADELSE TIL SVEJSEARBEJDE</u>	<u>37</u>

## 1. INDLEDNING

Denne banenorm gælder for svejsning og svejserelateret arbejde, som udføres på Banedanmarks spor anlæg i Danmark. Banenormen specificerer væsentlige krav, godkendelsernes gyldighedsområde, prøvningsbetingelser, acceptkriterier og dokumentation for udførelse af svejsning i spor.

Formålet med denne banenorm er at sikre en korrekt håndtering af følgende problemområder:

- Skinneståls meget høje indhold af kulstof og mangan øger hærdebidøjeligheden og begrænser svejsbarheden. De meget store temperaturvariationer fra svejseprocessen påvirker bl.a. de metallurgiske strukturer og egenskaber i både det opsmeltede svejsemetal og i det omkringliggende varmpåvirkede skinnesområde, hvor temperaturen har været over 600 °C. I nogle områder omkring en sporsvejsning vil de mekaniske egenskaber derfor være forringet.
- Ved svejsning og flammeskæring af skinnestål er der risiko for hærkning og dermed følgende forsprødningsrisiko med forhøjet risiko for skinnesprængning. Hærkning af stålet kan normalt påvirkes positivt ved at dæmpe afkølingshastigheden på flere måder, f.eks. ved at sikre tilstrækkelig varmetilførelse, forhøje arbejdstemperaturer (forvarme og mellemtemperatur), isolere svejsestedet efter svejsning eller tilføje eftervarme.
- På hver side af specielt en aluminotermisk svejsning vil der være en varmpåvirket zone (HAZ), hvor styrkeegenskaberne er svækket. Størrelsen af disse zoner skal begrænses gennem anvendelse af godkendte svejseprocedurer.
- Fejlfrie svejsninger findes ikke, på grund af processens natur med meget høje varmegrader. I en svejsning kan der være risiko for større fejl som udvindinger, porer, indeslutninger, bindingsfejl, størkningsfejl, kærvedannelse, revner, geometriske m.fl.
- De store temperaturvariationer i og omkring et svejsested medfører deformationer og krympninger. Samtidig stilles der af hensyn til kørekomfort og vedligeholdelsen høje krav til den resulterende geometriske rethed af skinnesvejsninger.
- Svejsning er en proces, hvor der kun er begrænsede muligheder for at kontrollere kvaliteten efter udførelsen i sporet. Nogle fejltyper kan detekteres med ikke-destruktive kontrolmetoder, som eksempelvis ved ultralydsmåling eller

hårdhedsmåling. Andre kan kun undersøges ved destruktiv prøvning - dvs. hvor svejsningen typisk må udskæres og herefter udsættes for nærmere undersøgelse.

For at imødekomme ovennævnte problemområder kræver svejsning af skinner og andre sporkomponenter specielle godkendte teknikker og procedurer, og arbejdsopgaverne må kun udføres af uddannet og godkendt svejsepersonale.

**Udgivet af:**

Banedanmark  
Carsten Niebuhrs Gade 49  
1577 København V

**Fordeling:**

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

## 2. IKRAFTTRÆDEN

Banenormen træder i kraft ved udgivelsen.

Banenormen ophæver ingen andre tekniske regler.

## 3. OVERGANGSBESTEMMELSER

Kravene træder i kraft ved denne banenorms udgivelse.

## 4. REFERENCER

- [1] BN1-61-2 "Generelle regler for svejsning, boring og skæring i spor", Banedanmark
- [2] DS/EN ISO 3834-1:2021 "Kvalitetskrav til smeltesvejsning af metalliske materialer – Del 2: Omfattende kvalitetskrav
- [3] (Fremtidig banenorm BN2-64-1 "Ikke destruktive kontrolmetoder til skinner, sporkomponenter og sporsvejsning", Banedanmark)
- [4] BN2-63-1 "Proceduregodkendelse af svejseprocesser", Banedanmark
- [5] (Fremtidig banenorm BN1-96-1 "Bygning, ombygning, fejlretning, vedligeholdelse og eftersyn af spor anlæg – kyndighedsniveau, beføjelser og kvalifikationer.", Banedanmark)
- [6] BN2-62-1 "Godkendelse af svejsere og operatører til sporsvejseprocesser", Banedanmark
- [7] DS/EN ISO 14731:2019 "Svejskoordination – Opgaver og ansvarsforhold"

- [8] DS/EN 14587-2:2009 ” Jernbaneudstyr – Spor – Brændstuksvejsning af skinner – Del 2: Nye skinner i stål kvalitet R220, R260, R260Mn og R350HT ved hjælp af mobile svejsemaskiner på andre steder end stationære anlæg”
- [9] BN1-66-2 ”Langskinnesor. Spændingsudligning og indgreb i spændingsudlignet spor”, Banedanmark
- [10] BN1-107-3 ”Skinner, eftersyn og tilstand”, Banedanmark
- [11] TM 50-2 ”Isolerklæbestød, anvendelseskriterier”, Banedanmark

## 5. DEFINITIONER

I denne Banenorm gælder følgende definitioner:

Nr.	Begreb	Definition
5.01	Aluminotermisk svejsemetode	Oprindelig betegnet thermitvejsning. Special svejsemetode, som også kan betragtes som en støbeprocess, der er specielt udviklet til stødsvejsning af skinner.
5.02	Brandstuksvejsning	Maskinel automatiseret svejsemetode specielt udviklet til stødsvejsning af skinner. Bruges ofte i anlægsprojekter.
5.03	Fagansvarlig svejsning	Banedanmarks fagansvarlige for svejsning er typisk en svejseansvarlig som også varetager godkendelser af certifikater og udsteder svejsetilladelser.
5.04	Formsvejsning	Stødsvejsning udført ved manuel lysbuesvejsning.
5.05	Gyldighedsområde	Godkendelsesomfang for en prøvesvejsning.
5.06	HAZ	Heat Affected Zone, område hvor strukturen ændres i grundmaterialet pga. varmpåvirkning ved svejsning (ved temperaturer over 600 °C).
5.07	Langskinnesor	Spor, hvis skinner er sammensvejst til en samlet længde af mindst 250 m, medregnet helsevejste sporskifter og isolerklæbestød, og hvis konstruktion kan optage de ved temperaturændringer opstående spændinger i skinnerne. Langskinnesor benævnes også LS-spor.
5.08	Lægningstemperatur	Lægningstemperaturen er den ved fastspændingen herskende skinnetemperatur.



Nr.	Begreb	Definition
5.09	NDT	Non Destructive Testing. Fælles betegnelse for ikke-destruktiv prøvning.
5.10	Operatør	En person som udfører automatiseret eller delvist mekaniseret svejsning med metoder. Det gælder bl.a. pålægssvejsning ved mekaniseret fremføring af svejsepistol (railtrack) og brandstuksvejsning.
5.11	Pålægssvejsning	Genetablering af ønsket profil på slidte sporkomponenter ved påsvejsning af svejsemetal med manuel eller automatiseret lysbuesvejsning.
5.12	Skinnetemperatur	Skinnetemperaturen er den gennemsnitlige temperatur som måles på den samlede arbejds længde på skinnens skyggeside. Temperaturen måles tidligst 10 min efter anbringelse af hæftetermometrene. Temperaturen skal være stabil inden for 0,5 time.
5.13	Sporsvejsjer	Fælles betegnelse for alle personer der udfører svejsning på sporkomponenter i sporet.
5.14	Sporsvejsning	Fælles betegnelse for alle former for svejsning af sporkomponenter.
5.15	Stødsvejsning	Sammensvejsning af 2 skinneender – eksempelvis aluminotermisk-, form- eller brandstuk-svejsning.
5.16	Svejseansvarlig	Spor- og -svejseteknisk sagkyndig person hos Banedanmark med erfaring fra relevant sporsvejseteknisk beskæftigelse (minimum 5 års erfaring som pålægssvejsjer) og med krævede kvalifikationer, der varetager ansvaret for jernbanesikkerheden i forbindelse med entreprenørers svejsetekniske arbejder i spor anlæg. Herunder rådgiver personen Banedanmark om driftsmæssige indskrænkninger, og om hvorvidt svejsninger lever op til kvalitetskrav og normer, og han kan få beføjelser til at give diverse dispensationer og tilladelser i begrænset omfang.

Nr.	Begreb	Definition
5.17	Svejseinstruktør	Benævnes også som svejsemester. En svejseteknisk sagkyndig person hos entreprenør med kendskab til sporanlæg og svejsning i sporanlæg på baggrund af praktisk erfaring og en spor- og -svejseteknisk uddannelse. Personen skal selvstændigt kunne bedømme, at et sporanlæg inkl. svejsninger opfylder kravene i spornormgrundlaget samt kende gældende hovedprincipper for jernbanesikkerhed, og som kan påtage sig et ansvar herfor. Personen skal desuden instruere svejsere i diverse metoder, udstyr, normkrav og anvisninger ved svejsning, slibning, boring og skæring. Personen godkendes af TSA.
5.18	Svejsekoordinator	Spor- og svejseteknisk sagkyndig person hos entreprenør med erfaring fra relevant sporsvejseteknisk beskæftigelse og med krævede kvalifikationer, der overfor Banedanmark varetager entreprenørens samlede ansvar for jernbanesikkerheden i forbindelse med entreprenørens svejsetekniske arbejder i sporanlæg – herunder kompetenceledelse og problemløsning. Personen godkendes af TSA, se endvidere Afsnit 11.2.
5.19	Svejseprocedure-prøve (WPQR)	Welding Procedure Qualification Record, (WPQR) er et dokument der indeholder alle registrerede og målte svejsedata fra svejsning af et prøveemne, og som danner grundlag for godkendelse af en svejseprocedure. WPQR'en indeholder alle resultater fra prøvning af prøveemnet.
5.20	Svejseprocedure-specifikation (WPS)	En svejseprocedure-specifikation ( <u>W</u> elding <u>P</u> rocedure <u>S</u> pecification) er et dokument, der i detaljer giver de tilladte variable/svejseparametre for en specifik svejseprocedure.
5.21	Svejsetilladelse	Svejsetilladelsen (permit to weld) er den tilladelse en entreprenør og dennes svejsere modtager fra Banedanmark, der giver adgang til at udføre svejserelateret arbejde i sporet.
5.22	TSA	Banedanmarks teknisk systemansvarlige. (TSA for sporsvejsning er relevant for nærværende banenorm)

## 6. DESKRIPTORER

Stødsvejsning	Pålægssvejsning	Langskinner
Svejsprocedure	Svejsere	Slibning
Varmebehandling	Skæring	Boring
Svejskontrol	Svejskvalitet	Temperatur

## 7. ANVENDELSESOMRÅDE

Nærværende banenorm skal anvendes som grundlag for alt sporarbejde vedrørende svejsning, boring og skæring i spor, der er i drift under Banedanmarks ansvar som infrastrukturforvalter, med supplerende krav på BN2-niveau i forhold til de generelle regler for svejserelateret arbejde, som beskrevet i BN1-61 [1].

Banenormen omfatter desuden andre opgaver som slibning, varmebehandling, varmretning og koldretning, der typisk også udføres af sporsvejsere.

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

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

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

## 8. DISPENSATION

Regler for dispensation fra tekniske regler fremgår af Banedanmarks ledelsessystem, hvortil der henvises.

## 9. HISTORIK

Der er ingen historik, da dette er første udgave.

## 10. BN2 KVALITETSSTYRING

En leverandør af svejseydelser ved nybygning, sporombygning eller vedligeholdelsesopgaver skal have et akkrediteret kvalitetsstyringssystem efter DS/EN 3834-2 [2].

Alternativt til manglende akkrediteret DS/EN 3834-2 kvalitetsstyringssystem skal entreprenøren underlægge sig kvalitetsstyringssystemet af en af TSA anerkendt tredjepart.

Det påhviler leverandører af svejseydelser løbende at orientere TSA, hvis der forekommer væsentlige afvigelser af betydning for kvaliteten og sikkerheden i leverancen af svejseydelserne, eller hvis der konstateres afvigelser fra BN2-regler.

### 10.1 Dokumentation før svejsearbejde

Før svejsearbejder må påbegyndes, skal entreprenøren dokumentere følgende:

- Akkrediteret DS/EN 3834-2 certifikat.
- Liste over sporsvejsere og deres gyldige svejsercertifikater
- Dokumentation for svejsernes uddannelse, kvalifikationer og kompetencer
- Sporsvejseres "Tilladelse til svejsning" underskrevet af Banedanmarks fagansvarlig for svejsning – se bilag 1.
- Liste over NDT-personel samt deres certifikater – iht. BN2-64 [3]
- WPS'ere og tilhørende WPQR'ere iht. BN2-63 [4], se afsnit 13
- Dokumentation for den bemyndigede svejsekoordinators kvalifikationer og kompetence – se afsnit 11
- Inspektions- og kvalitetskontrolplan for svejsearbejdet (planer, metoder, omfang, milepæle)

## 10.2 Dokumentation efter svejsearbejde

Leverandøren skal løbende under svejsearbejdet ved både anlægsprojekter og vedligeholdelsesarbejde etablere den krævede dokumentation, der til enhver tid skal kunne stilles til rådighed for TSA eller dennes tilsyn.

Ved anlægsprojekter (nybygning, sporombygning) skal den nedennævnte svejsetekniske dokumentation fremsendes til projektets ansvarlige for dokumentation.

Der er følgende minimumskrav til løbende opdateret svejseteknisk dokumentation:

- Inspektions- og kvalitetskontrolrapporter.
- Produktionslog – se afsnit 10.2.1
- Banedanmarks kvalitetsskemaer – se afsnit 10.2.2
- NDT rapporter og andre prøvningsresultater.
- Eventuelle afvigelsesrapporter.

Entreprenører må gerne anvende egne kvalitetsskemaer under betingelse af, at disse indeholder minimum samme oplysninger som Banedanmarks kvalitetsskemaer.

### 10.2.1 Produktionslog

Leverandøren skal kunne dokumentere produktionsdata og kontrolresultater i en løbende opdateret produktionslog, hvor samtlige svejsninger udført af leverandøren er registreret.

Produktionsloggen skal indeholde alle svejsninger med minimum følgende data:

- Beliggenhed: Strækning, spor, skinne, km
- Svejsningens løbenr.
- Svejserens id, navn
- Svejsemetode
- WPS
- Produktionsdato
- Kontrolresultater
- Registrering af afvigelser

### 10.2.2 Kvalitetsskemaer

Der skal udfyldes og afleveres kvalitetsskemaer for følgende svejserelaterede opgaver:

- Aluminotermisk svejsning
- Lysbuesvejsning (pålægssvejsning)
- Spændingsudligningsrapport
- Indgreb i langskinnesor
- Isolerstød og klæbestød

Banedanmarks kvalitetsskemaer kan anvendes, men eksterne entreprenører må også gerne anvende egne kvalitetsskemaer under betingelse af, at disse er på dansk, letforståelige og indeholder minimum samme oplysninger som Banedanmarks kvalitetsskemaer.

### 10.3 Mærkning af svejsninger

Alle svejsninger skal mærkes på en sådan måde, at de kan identificeres i sporet i mindst 5 år, så det er muligt at opspore alle relevante informationer opsamlet i produktionen.

Mærkningen skal udføres på ydersiden af skinnetroppen, ca. 200 – 300 mm fra svejsningen.

Mærkningen skal udføres som hård mærkning, på en pålimet plade.

Mærkningen skal omfatte følgende:

Entreprenørens ID mærke

Svejserens ID mærke

Svejsningens løbenr.

Ikke mærkede svejsninger betragtes som kasserede.

## 11. GODKENDELSE AF SVEJSEPERSONALE

Alt personale der udfører svejsninger og svejserelateret arbejde i sporet skal opfylde kompetencekrav defineret i BN1-96 [5].

## 11.1 Sporsvejsere

Der stilles følgende krav til en sporsvejser, før svejsning og før svejsetekniske opgaver må udføres i sporet:

- Sporsvejseren skal have gennemgået en godkendt uddannelse ved en godkendt uddannelsesinstitution eller hos en af TSA godkendt tilsatsmaterialeleverandør
- Sporsvejseren skal have et gyldigt svejsercertifikat i den anvendte svejsemetode, udstedt efter reglerne i BN2-62 [6].
- Sporsvejseren skal være sidemandsoplært i de aktuelle svejsetekniske opgaver.
- Sporsvejseren skal have en "Tilladelse til svejserarbejde", der specificerer hvilke svejsetekniske opgaver, som Banedanmark har givet svejseren tilladelse til at udføre i sporet – se retningslinjer og blanket i bilag 1. Sporsvejserens uddannelse, kvalifikationer og kompetencer skal være dokumenteret og godkendt af Banedanmarks fagansvarlig for svejsning. Svejsetilladelse er gældende 1 år, hvorefter 1 års forlængelse kan opnås ved fremsendelse af gældende svejsercertifikater til Banedanmarks fagansvarlig for svejsning.

"Tilladelse til svejsning" udstedes og administreres af Banedanmarks fagansvarlig for svejsning.

Ud fra en svejseteknisk faglig vurdering og resultater af kvalitetskontrol af svejsninger skal sporsvejseres kvalifikationer løbende vurderes af svejseinstruktører og svejseansvarlige. I tilfælde af mistanke om manglende uddannelser eller faglige kvalifikationer hos en sporsvejser, skal leverandøren til enhver tid ekstraordinært kunne fremvise specifik dokumentation og beviser for en sporsvejseres specifikke uddannelser, kvalifikationer og kompetencer for Banedanmarks tekniske systemansvarlige eller dennes tilsyn.

Ved mistanke eller konstatering af mangler hos en svejser kan den pågældende svejseres tilladelse til svejsning inddrages af TSA eller dennes tilsyn.

## 11.2 Svejsekoordinator

Leverandøren, som udfører svejsearbejder på spor, skal dokumentere, at virksomheden råder over en svejseteknisk ledelse.

Dette indbefatter en svejsekoordinator i henhold til [7]. Svejsekoordinatoren har det overordnede kvalitetsansvar for svejsearbejdets udførelse.

Dele af svejsekoordinatorens opgaver kan uddelegeres til andre kvalificerede personer, men ikke ansvaret.

For at opfylde betingelserne som svejsekoordinator kræves kompetence modsvarende EWE uddannelse (svejsingeniør) som beskrevet i retningslinjerne fra EWF (European Welding Federation).

EWT (svejseteknikker) eller EWS (svejsespecialist) kompetence kan godtages, hvis svejsekoordinatoren har lang og veldokumenteret erfaring fra lignende svejsearbejder. Vurdering af erfaringen udføres af TSA.

Det kan tillades, at svejsekoordinatoren suppleres med en person, som ikke er ansat i virksomheden, men tilknyttet ved en kontrakt, hvor omfanget af samarbejdet er defineret. Tilladelsen gives som dispensation af TSA.

Det er tilladt leverandøren at anvende underleverandører til svejseteknisk rådgivning. Underleverandøren skal være teknisk kompetent og skal godkendes af TSA. Kontraktansvaret kan ikke overføres til underleverandøren.

## 12. GODKENDELSE AF MOBIL BRANDSTUKSVEJSER

Før udførelse af svejsearbejde med mobil brandstuksvejser skal følgende dokumentation godkendes af TSA

- Akkrediteret godkendelse af mobil brandstuksvejser i henhold til DS/EN 14587:2 [8] eller tilsvarende med WPS på det skinneprofil og den ståltype der ønskes sammenføjet i det pågældende projekt.
- Liste med godkendte brandstuksvejser operatører
- Dokumentation for brandstuksvejser operatørers uddannelse, kvalifikationer og kompetencer
- Liste over NDT-personel samt deres certifikater – iht. BN2-64.
- Dokumentation for den bemyndigede svejsekoordinators kvalifikationer og kompetence – se afsnit 11.
- Inspektions- og kvalitetskontrolplan for svejsearbejdet (planer, metoder, omfang, milepæle) – se afsnit 10.
- Dokumentation på at mindst en operatør har gennemgået Banedanmarks kursus i spændingsudligning.



- En beskrivelse for udførelse af spændingsudligning som opfylder kravene i BN1-66 [9].

Leverandøren af svejseydelser med mobil brandstuksvejser skal efter udført svejsning løbende levere dokumentation som beskrevet i afsnit 10.2.

## 13. GODKENDELSE AF SVEJSEMETODER

### 13.1 Svejsespecifikation (WPS)

Sporsvejsere skal altid svejse efter en skriftlig godkendt svejsespecifikation (WPS) udarbejdet specifikt for den aktuelle svejseopgave og tilpasset det aktuelle skinneprofil og stålkvalitet i henhold til BN2-63. Proceduren skal indeholde alle registrerbare svejseparametre og skal beskrive alle arbejdsoperationer i processen.

Alle WPS'ere skal være skriftlig godkendte af TSA eller en af Banedanmark anerkendt tredjepart.

Hvis der forekommer mange systematiske fejl, som kan henføres til procedures egnethed, kan proceduren erklæres for ikke egnede. Afgørelsen træffes af TSA. Banedanmarks svejsespecifikationer (WPS'ere) for aluminotermiske svejsemetoder kan ved efterspørgsel udleveres af TSA til leverandører af svejseydelser.

Andre svejsespecifikationer – eksempelvis til pålægsvejsning – skal den enkelte leverandør af svejseydelser selv fremskaffe gennem procedureprøvning (WPQR) efter reglerne i BN2-63.

## 14. KVALITETSKONTROL AF SVEJSNINGER

Leverandører af svejseydelser skal løbende udføre kvalitetskontrol af svejsninger efter kravene beskrevet i dette afsnit, og til enhver tid kunne fremvise specifik dokumentation for kvalitetskontrol af svejsninger for TSA eller dennes tilsyn.

### 14.1 Prøvningsomfang ved anlægsopgaver

Under anlægsopgaver, ombygning og nyanlæg på hovedspor skal der som minimum udføres prøvninger af svejsninger, og i øvrigt i henhold til kontraktlige krav, som vist i Tabel 14.1-1:

Svejses metode	Prøvetype	Visuel kontrol udført af svejser og af godkendt kontrollant	3 punkts bøjeprobe:	NDT	Hårdheds måling
111	Stødsvejsning	+ 100 % <sup>4)</sup>	-	+ UT <sup>5)</sup> 100%	-
71	Stødsvejsning	+ 100 % <sup>4)</sup>	+ <sup>3)</sup>	+ UT <sup>6)</sup> 15%	+ <sup>1)</sup>
24	Stødsvejsning	+ 100 % <sup>4)</sup>	+ <sup>2,3)</sup>	+ UT <sup>6)</sup> 15%	+ <sup>1)</sup>
<p>+ kræves i henhold til nedenstående punkter. - ingen krav</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Hårdhedsmåling kræves kun, hvis det fremgår af en kontrakt, eller der er konstateret eller mistanke om procedureafvigelse. I så fald skal hårdhedsmåling udføres på skinnehovedet efter kravene i BN2-63.</li> <li>2) 3-punkts bøjeprobe skal udføres for hver 100 udførte svejsninger, eller hvis der har været mistanke eller konstatering af fejl, eller der er udført vedligehold af svejsemaskinen.</li> <li>3) 3-punkts bøjeprobe skal kun udføres som produktionsprøve (se note 14.1-1), hvis der er konstateret afvigelse ved hårdhedsmåling.</li> <li>4) Svejserne skal udføre visuel egenkontrol af alle svejsninger, hvilket skal noteres på kvalitetsskemaet, der udfyldes for hver svejsning. En af TSA godkendt kontrollant skal ligeledes udføre visuel kontrol af alle svejsninger i projektet, og kontrolresultaterne skal noteres i særskilt kvalitetskontrolskemaer. Den visuelle kontrol skal udføres fra opstarten af svejsearbejdet i projektet og løbende gennem projektperioden efterhånden som svejsningerne udføres.</li> <li>5) UT skal udføres iht. BN2-64 ved stødsamling, som forekommer i hovedspor, hvor svejsningen er udført efter særlig tilladelse.</li> <li>6) Et udvalg på minimum 15% af alle producerede svejsninger, jævnt fordelt mellem svejserne der har udført arbejdet, skal UT undersøges iht. BN2-64, med mindre andet er specificeret i projektet.</li> </ol>					

Tabel 14.1-1 Krav til prøvningsomfang ved anlægsgaver

Note 14.1-1

Produktionsprøve kan gennemføres ved svejsning af 2 korte stykker af samme skinnemateriale som anvendt i produktionen. Svejsningen skal udføres under samme konditioner og med samme parametre som anvendt i svejsningen, som udløste ekstra prøvning.

## 14.2 Prøvningsomfang ved vedligeholdelse og reparation

Ved sporvedligeholdelse og reparations svejsning på hovedspor, gælder minimums kontrolaktiviteter som angivet i Tabel 14.2-1:

Svejs metode	Prøvetype	Visuel kontrol udført af svejser	Visuel kontrol udført af svejseinstruktør	3 punkts bøjeprobe	NDT	Hårdheds måling
111	Stød-svejsning	+ 100% <sup>5)</sup>	+ 100% <sup>6)</sup>	-	+ UT <sup>2)</sup> 100%	-
71	Stød-svejsning	+ 100% <sup>5)</sup>	+ 25% <sup>6, 7, 8)</sup>	-	+ UT <sup>1)</sup> 10%	-
111 114 136	Pålægs-svejsning	+ 100% <sup>5)</sup>	+ 100% <sup>6)</sup>	-	+ UT <sup>3)</sup> 100%, + PT 100%	<sup>4)</sup>

+ kræves i henhold til nedenstående punkter.

- ingen krav

- 1) Der skal udføres ultralydsprøvning af mindst 10 % af alle svejsninger jævnt fordelt blandt svejserne. Heraf skal mindst 5 % udføres med håndholdte lydhoveder iht. BN2-64. Ultralydsprøvningen skal udføres senest 12 måneder efter svejsningens udførelse.
- 2) I hovedspor, hvor svejsningen er udført efter særlig tilladelse, skal den manuelle ultralydskontrol udføres umiddelbart efter udførelse af stødsamling.
- 3) Der skal ikke udføres UT på mangan stål.
- 4) Hårdhedsmåling kræves, hvis der er mistanke om eller konstateret procedureafvigelse.
- 5) Svejserne skal udføre visuel egenkontrol af alle svejsninger, hvilket skal noteres på kvalitetsskemaet, som svejseren udfylder for hver svejsning.
- 6) Virksomhedens svejseinstruktør skal notere resultater af den visuelle kontrol i særskilte kvalitetskontrolskemaer.
- 7) Virksomhedens svejseinstruktør skal visuelt kontrollere minimum 25 % af hver svejseres aluminotermiske svejsninger, og kontrollen skal gennemføres jævnt fordelt over året og så vidt muligt jævnt fordelt på strækninger og driftsområder.
- 8) Banedanmarks svejseansvarlige skal kontrollere minimum 25 % af alle producerede aluminotermiske svejsninger, og kontrollen skal gennemføres jævnt fordelt over året og så vidt muligt jævnt fordelt på strækninger og driftsområder.

Tabel 14.2-1 Krav til prøvningsomfang ved sporvedligeholdelse og reparations svejsning.

### 14.3 Visuel kontrol

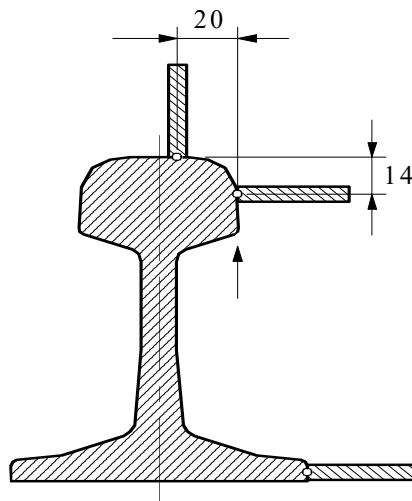
Der må ikke forekomme mangelfuld opfyldning, slagger eller synlige revner og/eller bindingsfejl, se BN2-63 for yderligere information.

#### 14.3.1 Kontrol af svejsnings rethed

Efter finslibning af det svejste emne i sporet skal skinnens geometri (profil) og rethed kontrolleres. Kontrollen skal udføres med en 1 m stållineal og bladmå, eller andet af TSA godkendt måleinstrument eller metode.

Svejsningerne skal være helt afkølet inden, der udføres kontrol af geometri og rethed.

Skinnens rethed på kørefladen skal måles 5 mm fra skinnens midterlinje imod kørekanten, med svejsesømmen i midten af retskinnen. Ved kørekanten skal der måles 14 mm under SO med svejsesømmen i midten af retskinnen – se figur 14.3-1.



Figur 14.3-1 Målesteder på skinnen til kontrol af retlinethed

Tolerancerne for retheden på kørefladen og kørekanten er afhængig af hastigheden på strækningen. Kravene er givet i tabel 14.3-1 nedenfor.

Kontrollen skal udføres over hele linealens længde – også over svejsestedet.

Målested	V < 160 km/t	V ≥ 160 km/t
På køreflader	+0,5 mm/-0,0 mm	+0,3 mm/-0,0 mm
På kørekanten	+0,0 mm/-0,3 mm <sup>*)</sup>	+0,0 mm/-0,3 mm <sup>*)</sup>

Tabel 14.3-1 Krav til tolerancerne for rethed på køreflader og kørekanten. \*)Svejsningen må ikke stikke ind i sporet

Herudover skal svejsningen have jævne overgange ud i skinnerne på hver side, som opfylder hastighedsbestemte krav til hældninger iht. BN1-107 [10].

#### 14.3.2 Tiltag ved afvigelser fundet ved visuel kontrol

Hvis der konstateres en fejlprocent større end 25 % for en svejser, skal svejseinstruktøren øge omfanget af den visuelle kontrol til 100 % af den pågældende svejsets svejsninger. Den ekstra visuelle kontrol omfatter svejsninger udført i perioden, hvor fejlprocenten er konstateret samt de efterfølgende 3 måneder.

### 14.4 Ikke-destruktiv test (NDT)

#### 14.4.1 Ultralydskontrol (UT)

UT udføres i henhold til BN2-64.

#### 14.4.2 Penetranttest (PT)

PT udføres i henhold til BN2-64.

### 14.5 3-punkt bøjeprobe

3-punkts bøjeprobe udføres i henhold til kravene i BN2-63.

### 14.6 Hårdhedsmåling

Hårdhedsmåling udføres i henhold til kravene BN2-63.

### 14.7 Udbedring af underkendte svejsninger

Svejsninger, der er underkendt ved den visuelle kontrol af geometri og rethed tillades udbedret ved koldretning, varmretning og/eller slibning på ny. Hvis det ikke er muligt at reparere afvigelsen, eller hvis Banedanmarks svejseansvarlige for området ikke finder fejlen

egnet til at blive rettet, skal svejsningen udskæres og erstattes med en ny svejsning eller indpasser.

Overfladefejl som rivninger eller porer, kan efter aftale med driftsområdets svejseansvarlige repareres ved lysbuesvejsning.

Svejsninger der er underkendt, skal udbedres inden to måneder efter, at kontrollen er udført.

## 15. BN2 STØDSVEJSNING

Kravene i dette afsnit omfatter svejsning på Banedanmarks sporanlæg med følgende svejseprocesser:

Svejsning metode	Proces nr.	Anvendelse
Lysbuesvejsning med beklædt elektrode	111	Formsvejsning af stødsamlinger
Aluminotermisk svejsning ( <i>Thermitsvejsning</i> )	71	Stødsvejsning
Brandstuksvejsning	24	Stationær og mobil stødsvejsning

Tabel 15-1 Oversigt over svejseprocesser til stødsvejsning i spor

### 15.1 Generelle krav ved stødsvejsning

#### 15.1.1 Metodevalg

I både lasket spor og langskinnespor skal stødsvejsning udføres med enten aluminotermisk svejsning eller brandstuksvejsning.

I anlæg- og fornyelsesprojekter med mere end 100 stødsvejsninger skal der anvendes mobil brandstuksvejsning med mindre andet er aftalt med TSA. Før brandstuksvejsning må anvendes, skal svejseanlæg, operatører og svejseprocedure godkendes af TSA, se Afsnit 12.

Formsvejsning med elektroder må generelt kun anvendes i sidespor og må ikke anvendes i hovedspor med mindre pladsforholdene umuliggør brugen af aluminotermisk svejsning – i så fald skal der indhentes tilladelse fra driftsområdets svejseansvarlige.

#### 15.1.2 Indgreb og spændingsudligning

For supplerende krav og regler ved stødsvejsning i forbindelse med indgreb og spændingsudligning i langskinnesor henvises til BN1-66.

#### 15.1.3 Nødlasker før stødsvejsning

Stød, der først skal svejses på et senere tidspunkt skal, indtil svejsning har fundet sted, sikres med nødlasker sammenspændt med skruevinger, se BN1-66 for specifikke krav.

#### 15.1.4 Afstand til stødsvejsninger i hovedspor.

Ved skinneudveksling på over 250 m skal antallet af aluminotermiske svejsninger begrænses til maksimalt 17 stk. per løbende skinnekilometer i gennemsnit.

For skinner i hovedspor gælder, at afstanden mellem stedfremstillet svejsning og andre svejsninger ikke må være kortere end mindste længde for en indpasser iht. Tabel 19-1.

Afstanden fra en stødsvejsning til et isolerstød, til en overgangssvejsning udført ved fabriksfremstillet brandstuksvejsning, til skinneudtræk eller til en brandstuksvejsning må ikke være kortere end 3 m.

Ovennævnte regel gælder ikke fabriksfremstillede brandstuksvejsninger, som indgår i en sporkomponent som sporskifter, sporkrydsninger, skinneudtræk, mm.

Afstand fra en stødsvejsning til huller (diameter over 10 mm) skal være mindst 120 mm på hovedspor og mindst 25 mm på sidespor.

#### 15.1.5 Efterstopning af stødsvejsning

Ved hvert svejst skinnestød skal fornøden efterstopning af sveller foretages straks efter, at svejsningen er blevet kold.

### 15.2 Aluminotermiske svejsemetoder

Al aluminotermisk svejsning skal udføres efter godkendte svejseprocedure og efter leverandørens godkendte arbejdsanvisninger.

#### 15.2.1 Valg af thermitportion

Typer af anvendte aluminotermiske portioner og forme skal være af samme fabrikat. Hvis der anvendes forme af andet fabrikat, skal formene være godkendt af fabrikanten af de anvendte aluminotermiske portioner.

Afhængig af det skinnestål, der svejses i, skal der anvendes thermitportioner som anvist i BN1-61.

Ved overgangssvejsninger mellem forskellige profiler anvendes den portion, der i størrelsen passer til det største skinneprofil i overgangen.

Der må til udførelse af svejsning kun anvendes de tilsatsmaterialer, som er nævnt i den godkendte svejseprocedure.

Svejseportioner til normal svejsespalte anvendes ved spor- og sporskiftearbejder samt ved skinneudveksling.

Svejseportioner til bred svejsespalte må kun anvendes ved svejsning for fjernelse af skinnebrud og skader samt ved udveksling af sporskifteelementer og svejsninger med fejl.

#### Note 15.2.1-1

Ved normal svejsespalte forstås den spaltebredde portionen er godkendt med inklusiv tolerancen.

Ved bred svejsespalte forstås en stor portions godkendte gyldighedsområde på typisk spaltebredde i et område mellem 40 og 75 mm inklusiv tolerancen.

#### 15.2.2 Opbevaring af svejsematerialer

Generelt skal håndtering, transport, opbevaring og lagringstid af tilsatsmateriale og tilhørende svejsematerialer til aluminotermisk svejsning følge leverandørens anvisninger.

Alle pakninger skal være mærket med formtype, fremstillingsnummer og fremstillingsdato. Portioner skal leveres i original, ubeskadiget og uåbnet pakning.

Ud over leverandørens anvisninger skal svejseportioner som minimum opbevares tørt (indendørs), og de skal være beskyttet mod fugt. Engangsdigler skal holdes lukkede under opbevaringen. Ved arbejde i sporet skal portionerne ligeledes beskyttes mod fugt, og de skal behandles varsomt således, at poser og engangsdigler ikke beskadiges. Fugtige og våde portioner må ikke anvendes til svejsning - ej heller efter tørring.

Thermittændstikker skal opbevares tørt og adskilt fra svejseportionerne i de originale dåser.



Forme, rigler og afdækningspap leveres typisk i engangsemballage af pap indlagt i plastikpose. Formene tåler ikke stød. Papkasser med indhold skal opbevares tørt (indendørs) og tillukkede, idet formene ikke tåler fugt.

Fugtige eller defekte/revnede forme må ikke anvendes til svejsning.

#### Note 15.2.2-1

Hvis fugtige svejsematerialer til aluminotermisk svejsning anvendes, er der stor risiko for pore i svejsningerne, hvilket kan forårsage skibebrud ved belastning fra togekørsel.

#### 15.2.3 Beskyttelse af underliggende konstruktioner

Ved aluminotermisk stødsvejsning skal underliggende stål- eller betonkonstruktioner som broer, tunneller eller lignende beskyttes mod eventuel gennemløb. På stålbroer samt på broer med fast befæstelse må aluminotermisk svejsning af skinner kun foretages såfremt fremgangsmåden (beskyttelsesforanstaltninger) er aftalt med og godkendt af GFS/TPE Bro, som beskrevet i Banedanmarks ledelsessystem, hvor til der henvises.

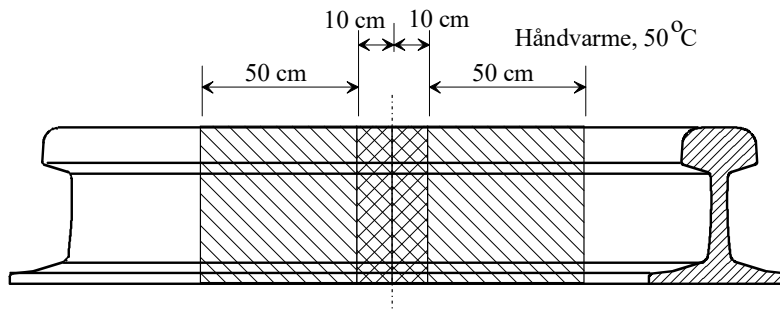
Bakker eller beholdere foret med ildfast materialer med en volumen større end portionens størrelse skal anvendes, således, at eventuel gennemløb med flydende stål ikke kan beskadige de underliggende konstruktioner.

#### Note 15.2.3-1

Overfladebehandlingen af stålbroer (malingen) er meget sårbar over for de meget høje temperaturer der opstår i forbindelse med aluminotermiske svejseprocesser. Disse kan medføre omfattende og kostbare reparationer. Betonoverflader vil ligeledes blive skadet ved meget høje temperaturer, hvilket over tid, vil medføre en accelereret nedbrydning.

### 15.3 Formsvejsning

Ved formsvejsning skal der forvarmes til 400 – 430 °C i en afstand på 10 cm på hver side af svejsningen, og håndvarme (50°C - 60°C) skal opnås i en afstand af 60 cm på hver side af svejsningen, se Figur 15.3-1



Figur 15.3-1 Forvarmning ved formsvejsning

Efter svejsning skal formsvejsninger, som anvendes i hovedspor, afspændingsglødes, medmindre andet kontraktlig er bestemt.

Elektroder skal behandles og opbevares som beskrevet under pålægssvejsning i afsnit 16.

#### 15.3.1 Afspændingsglødning/varmebehandling af formsvejsninger

Afspændingsglødning udføres for at reducere svejsespændingerne i området omkring formsvejsningen.

##### Note 15.3.1-1

En stødsvejsning udført som formsvejsning vil have trykspændinger i skinneskroven og trækspændinger i skinnehovedet og skinnefoden. De store spændinger i skinnens hoved og fod bliver ekstra påvirket ved togdrift og reducerer svejsningens driftsmæssige levetid.

Afspændingsglødning skal udføres ved, at skinnen opvarmes langsomt til en holdetemperatur mellem 600°C og 650°C. Holdetemperaturen skal holdes konstant i minimum 10 minutter, hvorefter skinnen skal afkøles langsomt under afdækning af f.eks. isolationsmateriale til en skinnetemperatur til under 150°C. Herved reduceres en væsentlig del af svejsespændingerne, og samtidig vil evt. hårde strukturer blive anløbet.

Skinnetemperaturen må ikke overskride 650°C eller den af skinnelieferandøren foreskrevne temperatur.

##### Note 15.3.1-2

En overskridelse kan medføre en lokal blødgødnings af stålet.

Kontrol med og registrering af temperaturer skal udføres med kalibreret digital eller kontaktløs termometer. Termometre kalibreres mindst en gang årligt, eller så snart mistanke om fejlvisning foreligger.

## 16. BN2 PÅLÆGSSVEJSNING

Kravene i dette afsnit omfatter svejsning på Banedanmarks spor anlæg med følgende svejseprocesser:

Svejs metode	Proces nr.	Anvendelse
Lysbuesvejsning med beklædt elektrode	111	Pålægssvejsning og reparationsvejsning
Lysbuesvejsning med fluxfyldt tråd uden beskyttelsesgas	114	Pålægssvejsning og reparationsvejsning

Table 16-1 Oversigt over svejseprocesser til pålægssvejsning i spor

Ved pålægssvejsning kan man erstatte skadet materiale eller genopbygge nedslidt materiale.

### Note 16-1

Ved pålægssvejsning med hårdt metal kan spordetaljer, som udsættes for lokalt slid, genopbygges, f.eks. krydsningspartier og skinneender. Det er generelt muligt at udføre svejsningerne således, at slidegenskaberne nærmer sig det oprindelige spormateriales egenskaber.

Skinnetemperaturen skal jævnligt kontrolleres under arbejdets udførelse.

Ved pålægssvejsning skelnes der mellem alm. skinnestål f.eks. R200 og R260 typerne, hvor der skal forvarmes og svejses med høj varmetilførsel, og 12-14% manganstål, hvor der ikke forvarmes, men svejses med lav varmetilførsel og lav mellemstrengstemperatur.

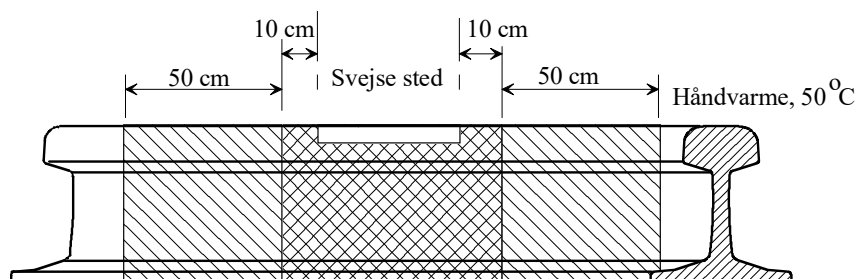
### 16.1 Pålægssvejsning på alm. skinnestål

Ved pålægssvejsning på skinnestålene R200, R260 og hovedhærdet stål (R350 HT) skal der forvarmes. Endvidere skal der svejses med høj varmetilførsel. Dette opnås ved pendling, så svejsestrengenes bredde, når der svejses på køreflader, er på ca. 35-40 mm.

#### Note 16.1-1

Forvarmningen og høj varmetilførsel ved svejsning i de nævnte skinnestål er vigtigt for at undgå for stor ophærdning af svejsemetallet og det tilgrænsende skinnemateriale. Derved reduceres risikoen for hærdeevner og sprød struktur som kan medføre at svejsemetallet med tiden krakelerer og falder af.

Forvarmning udføres til 400 – 430 °C i hele skinnens profil omkring svejsestedet og ud i en afstand på 10 cm på hver side af svejsningen, og håndvarme, (50°C - 60°C) skal opnås i en afstand af 50 cm på hver side af svejsningen jf. Figur 16.1-1.



Figur 16.1-1 Krav til forvarme ved pålægsvejsning

## 16.2 Pålægsvejsning på 12–14% manganstål

Ved pålægsvejsning på skinnestål med højt mangan indhold, eksempelvis ved krydsningspartier med indhold på ca. 12-14 % mangan, må der **ikke** forvarmes før svejsning. Svejsning i disse såkaldte manganstål skal udføres ved lav varmetilførsel og mellemstrengstemperaturer på højst 200°C. Dette opnås ved svejsning med smalle strenge og uden pendling.

#### Note 16.2-1

Ved svejsning på skinner i manganstål er det vigtigt at svejse "koldt" for at undgå en blød struktur i svejsemetallet. Ved en blød struktur er der risiko for, at det påsvejste metal hurtigt bliver kørt ned igen.

#### Note 16.2-2

Manganstål er umagnetisk, hvorfor man med en magnet let kan konstatere om en krydsning er fremstillet af manganstål eller ej

Pålægssvejsning af samme manganstålkrydsning må maksimalt udføres tre gange.

### 16.3 Tilsatsmaterialer

#### 16.3.1 Svejseelektroder

Elektroder af basisk type skal leveres i original, ubeskadiget og uåbnet pakning.

Hydrogenklassificeringen skal fremgå af mærkningen, og opbevaring og lagringstid skal være oplyst af tilsatsmaterialeleverandøren.

Hvor ikke andet anbefales af leverandøren, skal elektroder opbevares i uåbnet pakning i opvarmet lokale ved min. 20°C og max. 40 % relativ fugtighed.

Elektrodepakkerne skal være datomærkede ved modtagelsen. Mærkningen kan udelades, hvis tilsatsmaterialet er certificeret, og der føres protokol over charge og modtagelse. Det er vigtigt, at de ældste elektroder anvendes først.

Ikke forbrugte elektroder eller elektrodepakninger, som har overskredet lagringstiden angivet af elektrodeleverandøren, må gentørres max. 1 gang ved temperatur og holdetid efter leverandørens anvisninger.

Elektroder fra åbne pakker skal opbevares i varmeskab ved min. 125°C.

Dagsbehovet af elektroder skal opbevares i opvarmet elektrodespand ved min. 125°C. Opbevaringstiden må max. være 8 timer.

#### 16.3.2 Rørtråde

Ud over leverandørens anvisninger skal rørtråde på spoler opbevares i uåbnet indpakning. Rørtråde må ikke henstå i svejsemaskinen men skal opbevares i varmeskabe ved min. 40°C.

## 17. BN2 SVEJSNING I SIDESPOR

Svejsning i sidespor skal generelt udføres efter reglerne for hovedspor med mulighed for følgende lempelser:

- Ved overgang til andet skinneprofil (alle) tillades formsvejsning.
- Der stilles ingen krav om bortskæring af laskekammerzonen før svejsning
- Indsvejsning af DSB45-sporskifte i UIC60-spor tillades på sidespor.

## 18. BN2 KOLD- OG VARMRETNING

### 18.1 Generelt

Retning af skinner, krydsninger og sporskiftetunger m.m. kan udføres enten som koldretning med hydraulisk skinnebukkeapparat eller ved varmretning.

#### Note 18.1-1

Koldretning af skinnerne er at foretrække frem for varmretning.

En fordel ved koldretning er, at der ikke er risiko for u hensigtsmæssige strukturforandringer i stålet. Desuden opnås der færre spændinger i skinnen ved koldretning end ved varmretning.

Kold- eller varmretning af sporskiftetunger skal registreres på sporskiftekort.

Efter retning af skinner skal der udføres fornøden stopning af sporet.

### 18.2 Koldretning

Koldretning af skinner skal udføres med et hydraulisk bukkeapparat. Skinnen skal opvarmes til håndvarme (50°C - 60°C), før retningen udføres. Koldretning kan i begrænset omfang gentages, hvis nedenstående regler ikke er overskredet.

Koldretning ved skinnetemperaturer under -5°C må kun udføres med tilladelse fra driftsområdets svejseansvarlige.

Koldretning på hovedspor tillades med en begrænsning på max. 2 % plastisk tøjning ved kolddeformation.

Sporskiftetunger med et skarpt knæk, på grund af driftsuheld, på 10 mm eller derover, målt over en retstok på 1 m, må ikke rettes.

### 18.3 Varmretning

Ved varmretning i andet end stødsvejsninger skal der hentes tilladelse til hos driftsområdets svejseansvarlige.

Varmretning skal udføres ved en lokal opvarmning af skinnen til max. 600°C - 620°C - se princip i Figur 18.3-1.

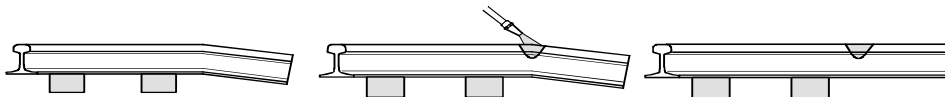
Skinnetemperaturen skal kontrolleres løbende med et kalibreret termometer.

Det er ikke tilladt at udføre varmretning på skinnedele, som tidligere er koldrettet.

Gentagne varmretninger på samme sted er ikke tilladt.

Varmretning i andre ståltyper end R200 og R260 må kun udføres efter tilladelse fra Banedanmarks tekniske systemansvarlige

Ved varmretning skal skinnen være frigjort og må ikke være indspændt.



Figur 18.3-1 Princip ved varmretning af skinne

#### Note 18.3-1

Varmretning udføres ved en kraftig og koncentreret opvarmning af skinnehovedet ved indlægning af en varmekile. I takt med opvarmningen reduceres stålets styrke, samtidig med at det udvider sig, hvilket medfører en deformation (stukning) af materialet. Ved efterfølgende nedkøling genvindes styrken, det deformerede materiale krymper, og rette-effekten opnås under stålets afkøling..

## 19. BN2 INDPASSERE

Krav til mindstelængde på indpassere er vist i Tabel 19-1.

	Vedligehold, nyanlæg og sporfornyelse
$200 \leq V < 250$ km/h	10 m
$120 < V < 200$ km/h	7,5 m
$V \leq 120$ km/h	7,5 m
Sidespor	3 m

Tabel 19-1 Mindste længde på indpassere

I kurver med radius under 500 m er minimumslængden 12 m.

Hvor specielle forhold medfører, at minimumslængden på en indpasser ikke kan overholdes, skal der anvendes den størst mulige længde af indpasser. Der skal dog mindst være to fulde befæstelser mellem stødsvejsninger eller mellem stødsvejsning og isolerlaskens start (BN1-krav se BN1-61). Dette må kun udføres efter indhentet tilladelse hos TSA.

Ved svejsning af indpassere i spor med højde- og/eller sideslidte skinner skal krav til anvendelse af bearbejdet eller brugelig ældre skinne iht. BN1-107 opfyldes.

## 20. BN2 ISOLERSTØD

Regler for anvendelse af fabriksfremstillede isolerklæbestød er beskrevet i den tekniske meddelelse TM 50 [11].

Stedfremstillede isolerstød skal fremstilles i henhold til leverandørens anvisninger, med af leverandøren leverede eller godkendte dele/forbrugsmaterialer.

Isolerstød må ikke overstropes.

For mindste afstand mellem et isolerstød og en svejsning i sporet henvises til afsnit 15.1.4.

Løft af isolerstød skal foregå som beskrevet i TM 50 [11].



## 21. BN2 OVERGANG MELLEM FORSKELLIGE SKINNEPROFILER

For de generelle regler henvises til BN1-66.

Ved anlæg – og fornyelsesprojekter skal der anvendes indpasser, hvor de to skinneprofiler er tilpasset og brandstuksvejst på fabrik.

## 22. BN2 BORING I SKINNER

Boring af skinner skal foregå spåntagende med boremaskine.

Kun de huller, der er nødvendige for laske- og kabelforbindelser, er tilladt.

Generelle regler for huller i skinner i langskinnespor er følgende:

- Max. huldiameter 32 mm.
- Huller skal bores i den spændingsneutrale zone i skinnetroppen.
- Der må ikke være kærve i hulkanten - kærve skal rejfes bort.
- Huller skal altid rejfes mindst 1 mm i 45°.
- Afstanden mellem huller, målt fra centrum til centrum, skal være større end eller lig med 100 mm.
- Borespåner skal opsamles for at undgå senere kortslutning af isolerstød.

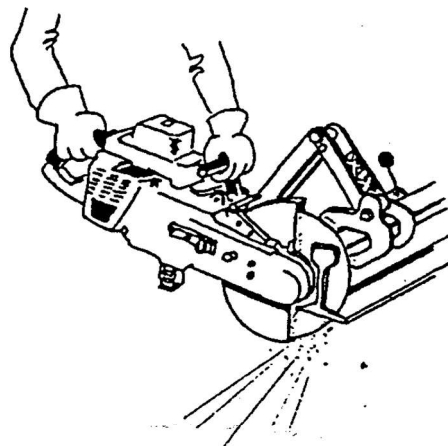
## 23. BN2 SKÆRING AF SKINNER

### 23.1 Skæring generelt

Skæring af skinner, som ligger i eller skal lægges i spor, må kun udføres af godkendt og uddannet personale.

Skæring på hovedspor skal udføres med skinnesav eller skinneskæremaskine.

Skæremaskiner skal være udstyret med parallelstyr til sikring af skærenøjagtigheden – se skitse i figur 23.1-1.



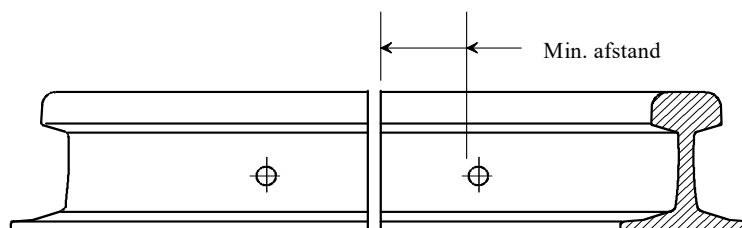
Figur 23.1-1 Illustration af skæremaskine.

Ved fremstilling af svejsemellemrum, hvor pladsforhold umuliggør brugen af skinner sav eller skinner skæremaskine, må der undtagelsesvis skæres med flammeskæring.

Ved store trykspændinger i skinnen kan der ligeledes anvendes flammeskæring for at udløse spændingerne. Snitfladerne skal da umiddelbart efter kappes bort med skinner sav eller skinner skæremaskine.

### 23.2 Afstand til snit

I hovedspor og togvejsspor er krav til mindste afstand fra skæring, med henblik på stødsvejsning, til kanten af laskehuller 120 mm og for sidespor 25 mm – se skitse i Figur 23.2-1.



Figur 23.2-1 Afstand fra skæresnit til laskehul.

Af hensyn til udførelse af aluminotermisk svejsning i sporet må afstanden fra en skinnerende til nærmeste svelle ikke være mindre end 120 mm.

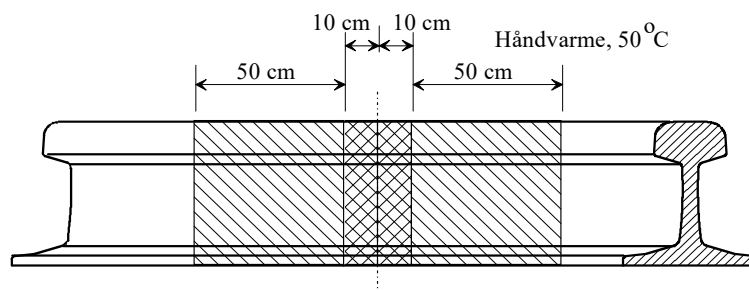
### 23.3 Flammeskæring

Flammeskæring må kun udføres af godkendt og uddannet personale.

Ved flammeskæring i det fri anvendes enten ren propan og oxygen eller acetylen og oxygen. Ved flammeskæring i tunneler eller bygninger må der kun anvendes acetylen og oxygen.

Skærestedet skal være fri for rust, olie og snavs.

Ved flammeskæring skal der forvarmes til 400 – 430 °C i hele skinnens profil omkring svejsestedet og ud i en afstand på 10 cm på hver side af skærestedet, og håndvarme, (50°C – 60°C) skal opnås i en afstand af 50 cm på hver side af snittet – se Figur 23.3-1



Figur 23.3-1 Forvarmning ved flammeskæring

Ved flammeskæring skal der altid anvendes skæreskabelon og styring med skærehjul. Ved skæring skal sveller med mere skærmes, tildækkes eller på anden måde sikres mod beskadigelse.

Skæringen skal udføres i den rækkefølge, der er angivet i idet skærebrænderen trækkes langs skærebrænderlæren med ensartet hastighed. Der begynder med foden.

Det flammeskårne snit skal rengøres således, at slagge, glødeskaller og stålrester bliver fjernet.

Kørsel over stød med skærebrændte skinneender må kun foregå, såfremt stødene inden skæringen har været forvarmet. Stødet skal endvidere være forsynet med nødlasker og skruetvinger samt oplødsning på klods og kiler.

## 24. BN2 SLIBNING AF SKINNER

Finslibning af stødsvejsninger i spor må først udføres efter, at svejsningen er afkølet til under 150°C.

Finslibning skal fortrinsvis udføres umiddelbart efter afkøling og senest den efterfølgende arbejdsdag.

For krav til retheden af en skinnesvejsning efter finslibning henvises til afsnit 14.3.1.

## 25. BILAG 1 TILLADELSE TIL SVEJSEARBEJDE

En tilladelse til svejsearbejde underskrevet af Banedanmarks fagansvarlig for svejsning, giver en svejser tilladelse til at udføre specifikke svejserelaterede arbejdsopgaver i spor under Banedanmarks driftsansvar. De svejserelaterede opgaver må ikke udføres af personer uden denne tilladelse.

Blanketten "Tilladelse til svejsearbejde" kan fås ved henvendelse til Banedanmarks fagansvarlig for svejsning.

### **Svejsetilladelse første gang**

Når en svejser skal have en ny tilladelse til en eller flere specifikke svejseopgaver, skal virksomhedens svejsekoordinator fremsende relevant dokumentation i form af: Kursusbeviser, svejsecertifikater samt dokumentation for relevant erfaring – enten som relevant produktionslog eller Banedanmarks sidemandsoplæringsskema (logbog) i udfyldt tilstand.

Virksomhedens svejsekoordinator skriver under ud for de kurser og certifikater, som svejseren har bestået samt markerer ud for de specifikke arbejdsopgaver, som svejseren er kvalificeret til at udføre, som der er fremsendt dokumentation for, og som der ønskes tilladelse til.

Den udfyldte anmodning om tilladelse og den tilhørende dokumentation fremsendes til Banedanmarks fagansvarlig for svejsning. Efter en godkendelse returneres tilladelsen i underskrevet tilstand til virksomheden.

### **Gyldighedsperiode**

Tilladelsen er gyldig i 12 måneder.

### **12 måneders forlængelse af svejsetilladelse uden ændringer**

For 12 måneders forlængelse af en svejsetilladelse uden ændringer fremsendes en anmodning via email til Banedanmarks fagansvarlig for svejsning med vedhæftning af svejsetilladelsen samt gyldige påtegnede svejsecertifikater. Dette fremsendes senest 3 uger før den dato forlængelsen ønskes fra.

Efter en godkendelse af forlængelsen returnerer Banedanmark svejsetilladelsen i underskrevet tilstand og med ny gyldighedsperiode.

### **Inddragelse af svejsetilladelse**

Det er til enhver tid virksomhedens eget ansvar at sikre, at virksomhedens svejsere er kvalificerede og kompetente til at udføre de specifikke svejserelaterede opgaver, og at disse kvalifikationer og kompetencer opretholdes.

Hvis en svejser ikke har udført en specifik svejserelateret opgave i længere tid – f.eks. flere år – og således har mistet rutinen, så aftales et genoptræningsforløb med Banedanmarks fagansvarlig for svejsning, der kan gøre svejseren kvalificeret til opgaven igen<sup>1</sup>.

Banedanmark forbeholder sig ret til at inddrage en svejseres svejsetilladelse til en specifik svejserelateret opgave, hvis der er begrundet mistanke om, at svejseren ikke er kvalificeret til at udføre opgaven eller hvis Banedanmarks regler, normer og procedure ikke overholdes.

---

<sup>1</sup> Dette gælder ikke thermit- og pålægsvejsning, som styres igennem svejsecertifikater.