

banedanmark



Udgivet 01/12/2018
Godkendt 25/10/2018
Jnr.: 2017-15409
Antal sider i alt: 16

Overordnet ansvar:
Ansvar for indhold:
Ansvar for fremstilling:

Pernille Maren Jøndrup
Carsten Jørn Rasmussen
Henrik Thorkild Scheuer

Generelle regler for
svejsning, boring og skæring i spor

Banenorm BN1-61-2

INDHOLD

1.	<u>INDLEDNING</u>	3
2.	<u>IKRAFTTRÆDEN</u>	4
3.	<u>OVERGANGSBESTEMMELSER</u>	4
4.	<u>REFERENCER</u>	5
5.	<u>DEFINITIONER</u>	5
6.	<u>DESKRIPTORER</u>	7
7.	<u>ANVENDELSESOMRÅDE</u>	8
8.	<u>DISPENSATION</u>	8
9.	<u>HISTORIK</u>	8
10.	<u>KRAV TIL SVEJSNING I SPORET</u>	9
10.1	Funktionskrav til svejsning i sporet	9
10.2	Generelle krav til svejsning i sporet	9
10.3	Mindstekrav til sporsvejseres kompetencer	10
10.4	Mindstekrav til aluminotermiske svejsemetoder	10
10.5	Mindstekrav til brandstuk-, form og pålægssvejsemetoder	11
10.6	Mindstekrav til produktionskontrol af svejsninger	12
10.7	Mindstekrav til svejsekvalitet	12
10.8	Mindstekrav til prøvnings- og uddannelsesinstitutioner	14
10.9	Mindstekrav til entreprenører	14
11.	<u>KRAV TIL BORING I SPORET</u>	15
12.	<u>KRAV TIL SKÆRING I SPORET</u>	16



1. INDLEDNING

Denne banenorm angiver overordnede sikkerhedsregler på BN1-niveau, der gælder for svejsarbejde, boring og skæring, som udføres på den infrastruktur, som ligger under Banedanmarks ansvar som infrastrukturforvalter. Virksomhedsregler på BN2-niveau for svejsning, boring og skæring i spor vil blive indarbejdet i banenorm BN2-67 "Svejsning, boring og skæring i spor".

Det er banenormens formål at sikre en forsvarlig håndtering af følgende problemområder:

- Svejsning af skinner og andre sporkomponenter kræver specielle teknikker og procedurer, og det må kun udføres af særligt uddannede og godkendte svejsere.
- Skinneståls meget høje indhold af kulstof og mangan øger hærdebidjeheden og begrænser svejsbarheden. De meget store temperaturvariationer fra svejseprocessen påvirker bl.a. de metallurgiske strukturer i både det opsmeltede svejsemetal og i det omkringliggende varmpåvirkede skinneområde, hvor temperaturen har været over 600 °C. I nogle områder omkring en sporsvejsning vil de mekaniske egenskaber derfor være forringet.
- I en svejsning kan der være risiko for fejl som udvindinger, porer, slaggeindeslutninger, bindingsfejl, størkningsfejl m.fl.
- De store temperaturvariationer i og omkring et svejsested medfører deformationer og krympninger. Samtidig stilles der høje krav til den resulterende rethed af svejsede skinner.
- Svejsning er en proces, hvor der kun er begrænsede muligheder for at kontrollere kvaliteten efter udførelsen i sporet. Nogle fejltypen 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.

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

Udgivet af:

Banedanmark
Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

Tilgængelighed:

Banenormen er tilgængelig på
Banedanmarks hjemmeside
www.bane.dk

2. IKRAFTTRÆDEN

Denne banenorm træder i kraft ved udgivelsen.

Denne banenorm ophæver nedenstående regelstof:

”Langskinneregler af 1978”:

- Punkt 4.3.3
- Punkt 7.2.4, det 3. og 4. tekstafsnit
- Tillæg 2 - Punkt 1.1, det 3. tekstafsnit

”Thermitsvejsning af skinner – Arbejdsanvisning for svejsemetoderne: SKV-F og SKV-L-75”:

- Punkt 1.4, første og sidste tekstafsnit
- Figur 1, række 3 og 4
- Punkt 3.2, de 2 sidste tekstafsnit

”Arbejdsanvisning for skæring og boring af skinner” DSB Banetjenesten, september 1991:

- Punkt 2.1, det sidste tekstafsnit
- Punkt 6.2, det 2. tekstafsnit
- Punkt 6.3.2
- Punkt 6.3.3
- Punkt 7.1
- Punkt 8.1

3. OVERGANGSBESTEMMELSER

Banenormens krav i afsnit 10.3 vedrørende udstedelse af personlig svejsetilladelser og krav i afsnit 10.9 vedrørende svejseteknisk kvalitetshåndbog træder først i kraft 6 måneder efter udgivelse af banenormen.

4. REFERENCER

Nogle steder henviser banenormen til andre bestemmelser. Enten skrives [bestemmelsens navn] eller et nummer [nr.] i [firkant]-parentes. Betydningen af nummeret kan findes i referencelisten nedenfor. Hvis der ikke er nævnt andet, gælder sidst udsendte version af det, der henvises til.

Med mindre andet er nævnt, er referencerne normative på BN1- eller BN2-niveau, afhængig af den sammenhæng de optræder i. Fremtidige normer og standarder er i referencelisten angivet i (rund)-parentes. Disse vil gælde som reference ved deres udgivelse.

- [1] Banenorm BN1-107 "Skinner, eftersyn og tilstand", Banedanmark
- [2] Banenorm BN1-66 "Spændingsudligning og indgreb i spændingsudlignet spor", Banedanmark
- [3] Banenorm BN1-38 "Sporbeliggenhedskontrol og sporkvalitetsnormer", Banedanmark
- [4] Job- og personprofil for banehåndværker (svejsere) ved infrastrukturtjenesten, DSB Itj. (Fremtidig banenorm BN1-96 "Vedligeholdelse og fejlretning af spor anlæg i drift – sagkyndighed, beføjelser og kvalifikationer", Banedanmark)
- [5] DS/EN 14730-1:2017 "Jernbaneudstyr – Spor – Termitsvejsning af spor – Del 1: Godkendelse af svejseprocesser"
- [6] DS/EN ISO 9712:2013 "Ikke-destruktiv prøvning - Kvalificering og certificering af NDT-personale"
- [7] DS/EN ISO 17640:2011 "Ikke-destruktiv prøvning af svejsninger – Ultralydsprøvning – Teknikker, prøvningsniveauer og vurdering"

5. DEFINITIONER

	Begreb	Definition
5.01	Aluminotermisk svejsning	Oprindelig betegnet thermitsvejsning. Speciel svejsemetode, som også kan betragtes som en støbeprocess, der er specielt udviklet til stødsvejsning af skinner.
5.02	NDT	Non Destructive Testing (Ikke destruktiv test).
5.03	NDT-operatør	En person som udfører kvalitetskontrol med NDT-metoder.

	Begreb	Definition
5.04	Prøvningsinstitution	Organisation udpeget og godkendt af Banedanmarks normansvarlige chef til at udføre destruktiv og ikke-destruktiv prøvning af sporkomponenter og svejsninger.
5.05	Pålægssvejsning	Genetablering af ønsket profil på slidte sporkomponenter ved påsvejsning af svejsemetal med manuel eller automatiseret lysbuesvejsning.
5.06	Reparations-svejsning	Udbedring af fejl i sporkomponenter ved bortslibning af fejl og efterfølgende svejsning.
5.07	Sporsvejsjer	Fælles betegnelse for alle personer der udfører svejsning på sporkomponenter i sporet. Der henvises til afsnit 10.3 og [4]
5.08	Sporsvejsning	Fælles betegnelse for alle former for svejsning af sporkomponenter.
5.09	Stødsvejsning	Sammensvejsning af 2 skinneender – eksempelvis aluminotermisk-, form- eller brandstuk-svejsning.
5.10	Svejseinstruktør	Benævnes også som svejsemester. Det er 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 bedømmer selvstændigt, at et sporanlæg inkl. svejsninger opfylder kravene i spornormgrundlaget og kender gældende hovedprincipper for jernbanesikkerhed, og kan påtage sig et ansvar herfor. Personen instruerer svejsere i diverse metoder, udstyr, normkrav og anvisninger ved svejsning, slibning, boring og skæring. Der henvises til afsnit 10.9 og [4].
5.11	Svejsekoordinator	Det er en 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 kompetenceledelsen og svejseteknisk problemløsning.

	Begreb	Definition
		Der henvises til afsnit 10.9 og [4]
5.12	Uddannelses-institution	Uddannelsessted som er i stand til at gennemføre uddannelser af sporsvejsere.
5.13	Svejsetilladelse	Svejsetilladelsen (permit to weld) er den tilladelse en entreprenør og dennes svejsere modtager fra Banedanmarks normansvarlige chef, der giver adgang til at udføre svejserelaterede arbejder i sporet. Svejsetilladelsen er til enhver tid Banedanmarks ejendom.
5.14	WPS	En svejseprocedure-specifikation (<u>W</u> elding <u>P</u> rocedure <u>S</u> pecification) er et dokument, der i detaljer angiver de tilladte variable/svejseparametre for en specifik svejseprocedure.

6. DESKRIPTORER

Stødsvejsning	Pålægssvejsning	Langskinner
Svejseprocedure	Svejsere	Slibning
Varmebehandling	Skæring	Boring
Svejsekontrol	Svejsekvalitet	Temperatur

7. ANVENDELSESOMRÅDE

Nærværende banenorm skal anvendes som grundlag for entreprenørers svejsetilladelse og dennes udarbejdelse af anvisninger til brug ved svejsning, boring og skæring i spor, der er under fornyelse, opgradering, nyanlæg eller vedligeholdes under Banedanmarks ansvar som infrastrukturforvalter.

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 evt. skal bekræftes af et notified body for projekter, der er omfattet af TSI-krav.

8. DISPENSATION

Dispensation fra regler i denne banenorm skal som minimum godkendes af Banedanmarks normansvarlige chef eller en hertil bemyndiget person.

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

9. HISTORIK

Der er ingen historik, da det er første udgave.

10. KRAV TIL SVEJSNING I SPORET

10.1 Funktionskrav til svejsning i sporet

Der stilles følgende funktionskrav til en svejsning i sporet:

- En svejsning, boring eller skæring, og herunder varmepåvirkningen og især afkølingshastigheden af grundmaterialet i forbindelse med processerne, må ikke forringe skinnens eller sporkomponentens funktion.
- En stødsvejsning skal kunne modstå de trækkræfter, der opstår ved termisk påvirkning af langskinnesporet kombineret med togtrafikken.
- Både svejsernes kvalifikationer og svejseprocedurens egenskaber, til at opnå ovennævnte funktionskrav, skal være dokumenteret.

10.2 Generelle krav til svejsning i sporet

Afstanden mellem:

- to stødsvejsninger eller
- en stødsvejsning og et skinneudtræk eller
- en stødsvejsning og midten af et isolerklæbestød

skal være således, at der altid er mindst to fulde befæstelser (sveller) imellem.

I forbindelse med stødsvejsning skal afstanden fra svejsning til huller i skinnen være mindst 120 mm på hoved- og togvejsspor og mindst 37 mm på sidespor.

Af hensyn til krympespændinger ved indsvæjsning af indpassere eller isolerklæbestød i sporet, skal den første svejsning være afkølet til 500 °C, inden den anden svejsning udføres.

Det er ikke tilladt at udføre stødsvejsninger på sporskiftetunger i sporet eller på bedding.

Note 10.2-1

Sikkerhedskrav vedrørende tilladte fejlstørrelser efter svejsning findes i [1].
Sikkerhedskrav vedrørende udførelse af stødsvejsninger i forbindelse med spændingsudligning eller indgreb i spændingsudlignet spor findes i [2].
Sikkerhedskrav vedrørende sporets geometri og dets beliggenhed findes i [3].

10.3 Mindstekrav til sporsvejseres kompetencer

Enhver sporsvejseteknisk opgave skal varetages af sporsvejseteknisk kompetent personale iht. reglerne i [4].

Sporsvejsere skal have gennemført en uddannelse, der giver dem de nødvendige kvalifikationer krævet til at udføre deres opgaver i sporet iht. [4].

Sporsvejseren skal endvidere som minimum have bestået en prøve til den pågældende svejsemetode. Prøven skal dokumentere, at sporsvejseren kan arbejde efter en godkendt WPS, svejseprocedurespecifikation, for den pågældende svejsemetode.

Før en sporsvejser må svejse i spor, som er under Banedanmarks ansvar som infrastrukturforvalter, så skal vedkommende have en personlig svejsetilladelse udstedt af Banedanmark. Svejsetilladelsen udstedes på grundlag af dokumentation for at kravene til svejsekompetencer som beskrevet i dette afsnit er opfyldt.

Svejsetilladelser (Permit to Weld) skal fornyes for hvert 5. år. Ved jobskifte, opkvalificering til andre svejsemetoder m.m. skal den personlige svejsetilladelse fornyes.

Banedanmarks svejsetilladelse kan inddrages i de tilfælde, det viser sig, at sporsvejseren ikke leverer den krævede kvalitet.

10.4 Mindstekrav til aluminotermiske svejsemetoder

Alle aluminotermiske svejsemetoder skal godkendes iht. [5], med en opsætning som vist i tabel 10.4-1:

	Prøvebetngelse	Gyldighedsområde
Skinneprofil	60E1, 60E2 eller 54E1	DSB37, DSB45, DSB60, alle rilleskinner, 60E1, 60E2 samt overgangssvejsninger
Stålkvalitet	R260	R200, R260 og R350 HT
Stødspalte	Normal stødspalte	Normal og bred stødspalte

Tabel 10.4-1 Prøvebetngelser ved godkendelse af aluminotermiske svejsemetoder

Der er frihed til at vælge mellem de 3 nævnte skinneprofiler ved en godkendelsesprøvning. Under forudsætning af godkendte prøvningsresultater vil en godkendelse af svejsemetoden være gældende for alle kombinationer i kolonnen "Gyldighedsområde" i tabel 10.4-1.

I forbindelse med godkendelsen skal leverandøren udarbejde en detaljeret arbejdsanvisning på dansk.

For krav til prøvningsinstitution henvises til afsnit 10.8.

10.5 Mindstekrav til brandstuk-, form og pålægsvejsemetoder

Ved proceduregodkendelse af sporsvejsemetoderne brandstuk-, form- og pålægsvejsning er gyldighedsområdet som vist i tabel 10.5-1:

	Prøvebetingungelse	Gyldighedsområde
Skinneprofil	60E1, 60E2 eller 54E1	DSB37, DSB45, DSB60, alle rilleskinner, 60E1, 60E2 samt overgangssvejsninger
Stålkvalitet	R260	R200, R260 og R350 HT
Stålkvalitet	Mangan-stål*	Mangan-stål

* Det er kun pålægsvejsning, der er relevant for mangan-stål

Tabel 10.5-1 Prøvebetingungelser ved godkendelse af brandstuk-, form og pålægsvejsemetoder

Der er frihed til at vælge mellem de 3 nævnte skinneprofiler ved en godkendelsesprøvning. Under forudsætning af godkendte prøvningsresultater vil en godkendelse af svejsemetoden være gældende for alle kombinationer i kolonnen "Gyldighedsområde" i tabel 10.5-1.

Antal svejsninger der skal prøves og typer af prøvningsmetoder er vist i tabel 10.5-2.

Svejsemetode	Svejsning Antal	Visuel	Ultralyd	Hårdhed	Bøje- prøve
Brandstuksvejsning	3	+	+	-	+
Formsvejsning	1	+	+	+	+
Pålægsvejsning	1	+	+	+	-

Tabel 10.5-2: Krav til prøvningsomfang ved godkendelse af svejsemetoder.

Acceptkriterier for de respektive prøvemeter i tabel 10.5-2 er beskrevet i afsnit 10.7.

For krav til prøvningsinstitution henvises til afsnit 10.8.

10.6 Mindstekrav til produktionskontrol af svejsninger

I forbindelse med kvalitetskontrol af svejsninger i sporet under produktion er mindstekravet til omfang og typer af prøvningsmetoder som vist i tabel 10.6-1.

Svejsemetode	Visuel kontrol	Ultralydskontrol		Bøjeprøve kontrol	Brinell hårdhedsmåling	
		Side-, hoved- og togvejsspor	Side-spor		Hoved- og togvejsspor	Side-spor
Aluminotermisk svejsning	100 %	0 %	5 %	ingen	0 %	0 %
Brandstuksvejsning	100 %	0 %	10 %	1x pr 250 stk svejsning	0 %	0 %
Formsvejsning	100 %	5 %	100 %	ingen	5 %	100 %
Pålægssvejsning	100 %	0 %	20 %	ingen	0 %	10 %

Tabel 10.6-1: Mindste krav til omfang af kvalitetskontrol af svejsninger i produktionen

Acceptkriterier ved de respektive prøvemethoder i tabel 10.6-1 er beskrevet i afsnit 10.7.

Visuel kontrol skal udføres som egenkontrol af svejseren.

Produktionskontrollen i øvrigt skal udføres af entreprenøren som egenkontrol, med NDT-operatører, der skal være uafhængige af produktionen. Kontrollen skal udføres jævnt fordelt mellem firmaets aktive svejsere.

NDT-operatører skal have kompetencer svarende til certificering på niveau 1, jf [6].

10.7 Mindstekrav til svejsekvalitet

Mindstekrav til svejsekvaliteten ved godkendelse af aluminotermiske svejsemetoder følger reglerne i [5] jf. afsnit 10.4.

Mindstekrav til svejsekvaliteten ved dels godkendelse af brandstuk-, form- og pålæggssvejsemetoder (se afsnit 10.5) og dels ved produktionskontrol (se afsnit 10.6) er følgende:

– **Visuel kontrol.**

Svejsninger skal kontrolleres for bindingsfejl, revner, mangelfuld opfyldning, grater og bøjning i kørekant og på skinnetop.

Acceptkriterierne for visuel kontrol af svejsninger: Der må ikke være synlige bindingsfejl, synlige revner, synlige grater og synlige bøjninger i kørekant eller skinnetop.

– **Ultralydskontrol** skal udføres iht. [7].

Acceptkriteriet ved godkendelse af brandstuk-, form- og pålæggssvejsemetoder (jf. afsnit 10.5) er fejl mindre end 5 mm med reference til sideboret 5 mm hul.

Acceptkriteriet ved produktionskontrol (jf. afsnit 10.6) følger reglerne i [1].

– **Brinell hårdhedsmåling** skal udføres på køreflader i svejsemetallet og i den varmepåvirkede zone til upåvirkede skinnestål. I sporet anvendes mobil hårdhedsmålere.

Acceptkriteriet for hårdhedsmålinger på køreflader er vist i tabel 10.7-1.

Stålkvalitet	Max. (HB)
R200	310
R260	350
R350 HT	440

Tabel 10.7-1 Acceptkriterier for hårdhedsmålinger på køreflade

– **Bøjeprøver** skal udføres iht. [5], afsnit 7.3 "Slow bend test" og Annex F.

Acceptkriteriet er den bøjekraft F, der opfylder nedenstående formel:

$$F \geq 0,85 \cdot \sigma_s \cdot S \cdot (4/L)$$

Hvor:

- S: Skinnens modstandsmoment (mm³).
- L: Afstanden på basen i opstillingen af 3 punktsbøjeprøve (mm), normalt 1000 mm.
- σ_s : Skinnens nominelle trækstyrke (N/mm²)
- F: Bøjekraften (N).

Note 10.7-1

Acceptkriteriet for bøjepróven svarer til udnyttelse af 85 % af skinnens nominelle trækstyrke. Den nominelle trækstyrke svarer til den kommercielle betegnelse f.eks. skinnestál 700 eller 900 N/mm².

10.8 Mindstekrav til prøvnings- og uddannelsesinstitutioner

Prøvningsinstitutioner, der anvendes til godkendelse af sporsvejsemetoder, skal være uafhængige og akkrediteret op imod standarderne [5] og [7].

Undervisningen af sporsvejsere i svejsning af skinner på en uddannelsesinstitution, skal udføres af erfarne sporsvejskyndige instruktører med mindst 5 års relevant svejseteknisk erfaring fra sporet.

10.9 Mindstekrav til entreprenører

Entreprenører, der udfører svejsning, boring eller skæring i spor, skal have en klart defineret svejseteknisk ansvarsfordeling og adgang til følgende kvalificerede personalekategorier:

- Svejsenkoordinator med en EWE/EWT/EWS svejseteknisk uddannelse. Alternativt svejsenkoordinator med en uddannelse som svejsenkoordinator svarende til kurset "National svejsenkoordinator" i AMU-regi, og som har minimum 5 års erfaring som sporsvejser.
- Svejseinstruktør med minimum 5 års erfaring som sporsvejser.
- Svejsere – se krav i afsnit 10.3.

En person kan fungere både som svejsenkoordinator og svejseinstruktør, hvis ovennævnte krav for begge funktioner er opfyldt.

Entreprenører skal have en svejseteknisk kvalitetshåndbog, der skal indeholde mindst følgende punkter:

- Beskrivelsen af firmaets svejsetekniske organisation
- Liste med svejseledelsen og deres kvalifikationer
- Liste med sporsvejsere og deres kvalifikationer, uddannelser og tilladelser.
- Liste med NDT-operatører og deres kvalifikationer
- Godkendte svejseprocedurespecifikationer (WPS)



11. KRAV TIL BORING I SPORET

Huller skal fremstilles ved spåntagende bearbejdning, og de skal være fri for skarpe kanter og grater.

Skiner med huller tildannet ved flammeskæring må ikke befares.

For krav til afstand mellem skæresnit og laskebolthuller henvises til afsnit 12.

12. KRAV TIL SKÆRING I SPORET

Skinneskæring skal udføres som flammeskæring eller spåntagning med f.eks. maskinsav eller skæremaskine. Det må kun udføres af personer, der er instrueret i den pågældende metode og det pågældende udstyr.

Skinner, der er afkortet ved skinneklipning med skinnesaks, skal skæres rene ved flammeskæring eller spåntagning.

Sporet må ikke befares, hvis afstanden mellem skæresnittet og kanten af eventuelle laskebolthuller er mindre end 37 mm.

Skæringsstedet skal ved befaring før svejsning sikres med nødlasker, 2 skruetvinger og opklodsning, og det må befares med hastighed $V \leq 40$ km/h indtil svejsning er gennemført.

Ved flammeskæring gælder yderligere:

- Skinnerne skal forvarmes til mindst 400 °C i mindst 100 mm på hver side af arbejdsstedet, hvis stødet skal befares før en eventuel stødsvejsning.
- Forvarmningen skal kontrolleres med skinnetermometer.
- Hvis stødet svejses umiddelbart efter flammeskæring af skinneender, kræves der ikke forvarmning.
- Skinneender, der er tildannet ved flammeskæring uden forvarmning, må ikke befares.