

Lokaltog A/S

Lokalbanenorm LBN1-38-4

Sporbeliggenhedskontrol og sporkvalitetsnormer

Udgivet: 15.06.2024

Udarbejdet af: TOHO
Godkendt af: THBO

1	Indledning	3
2	Ikrafttræden	3
3	Overgangsbestemmelser	3
4	Referencer	3
5	Anvendelsesområde	3
6	Dispensation	3
7	Godkendelse af lokalbanenorm	4
8	Afvanding af sporarealer	4
9	Bilag 1: " BN1-38-4 Sporbeliggenhedskontrol og sporkvalitetsnormer, 01.03.2011, Banedanmark"	5

1 Indledning

Formålet med denne Lokalbanenorm er at angive regler for sporbeliggenhedskontrol og sporkvalitet af sporarealer, der er gældende for Lokaltogs infrastruktur i forbindelse med vedligeholdelse, ved større ombygninger, ved opgradering samt ved nyanlæg.

Lokalbanenormen udgives af:

Lokaltog A/S
Thistedgade 10, st. th
DK-2630 Taastrup

2 Ikrafttræden

Denne Lokalbanenorm træder i kraft ved udgivelsen.

3 Overgangsbestemmelser

Der er ingen overgangsbestemmelser i denne Lokalbanenorm.

4 Referencer

- [1] BN1-38-4 Sporbeliggenhedskontrol og sporkvalitetsnormer, 01.03.2011, Banedanmark

5 Anvendelsesområde

Lokalbanenormen gælder for alle i drift værende baner under Lokaltogs ansvar som infrastrukturforvalter.

6 Dispensation

Dispensationer fra gældende LBN1-krav kan kun gives af TSA-Spor efter godkendelse af "Regelassessor".

Dispensationer fra gældende LBN2-krav kan kun gives af TSA-Spor.

Dispensationer fra gældende LBN3-krav kan kun gives af TSA-Spor.

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

7 Godkendelse af lokalbanenorm

Lokalbanenormen er udarbejdet og godkendt jævnfør procedure beskrevet i Lokaltogs sikkerhedsledelsessystem, hvor til der henvises.

8 Afvanding af sporarealer

På Lokaltogs spor gælder [1].

[1] er udarbejdet af Banedanmark og gælder på Banedanmarks spor. Der vil derfor være uoverensstemmelser mellem organisatoriske funktioner, referencer til banenormer der ikke gælder ved Lokaltog med videre. Disse uoverensstemmelser gennemgås herunder.

Norm-referencer:

Ved henvisning i [1] til

- BN1-x: Reference gælder til den tilsvarende Lokalbanenorm LBN1-x.
- Banestyrelsens fritrumsprofiler: Referencen gælder til Lokalbanenorm LBN1-510.

Organisatoriske funktioner

I forbindelse med angivelse af en organisatorisk titel eller funktion i [1], skal følgende oversættelser anvendes:

Banedanmark:

Banedanmarks normansvarlige sektionschef:

Banedanmarks normansvarlige chef:

Lederen for den geografisk fagansvarlige for spor

Banedanmark (Herunder adresser):

Lokaltog:

Lokaltogs infrastrukturchef. I forbindelse med dispensationer endvidere TSA-spor.

Lokaltogs infrastrukturchef. I forbindelse med dispensationer endvidere TSA-spor.

Lokaltogs infrastrukturchef. I forbindelse med dispensationer endvidere TSA-spor

Henvises til Lokaltog og udgivelsesadresse.



Udgivet: 01.03.2011
Godkendt: 03.12.2010
Journalnummer: 10-07841
Antal sider i alt: 51

Overordnet ansvar:
Ansvar for indhold:
Ansvar for fremstilling:

Bent Jacobsen
Bo Nielsen
Niels Fischer-Nielsen

Sporbeliggenhedskontrol og sporkvalitetsnormer

Banenorm BN1-38-4

INDHOLD

1.	<u>INDLEDNING</u>	5
2.	<u>IKRAFTTRÆDEN</u>	5
3.	<u>OVERGANGSBESTEMMELSER</u>	5
4.	<u>REFERENCER</u>	6
5.	<u>DEFINITIONER</u>	8
6.	<u>DESKRIPTORER</u>	10
7.	<u>ANVENDELSESOMRÅDE</u>	10
8.	<u>DISPENSATION</u>	11
9.	<u>HISTORIK</u>	13
10.	<u>BN1, SPORBELIGGENHEDSKONTROL</u>	15
10.1	Generelt	15
10.2	Måleparametre	16
10.3	Målenøjagtighed og kalibrering	16
10.4	Målehyppighed	16
10.5	Dokumentation af måleresultater	18
11.	<u>BN1, SPORKVALITETSNORMER</u>	20
11.1	Fejlklasser	20

11.2	Korrektionsfaktorer for de enkelte målevogne/-dræsiner m.v.	22
11.3	Normer for punktfejl	24
11.4	Normer for standardafvigelse	28
12.	<u>BN1, FORBEREDELSE OG UDFØRELSE AF JUSTERINGSARBEJDER</u>	<u>30</u>
12.1	Udvælgelse af sporafsnit til justering	30
12.2	Krav til løft og sidetrækning af spor i forbindelse med udførelse af sporjustering	30
12.3	Dokumentation for udførelse af sporjustering	32
12.4	Specifikke tidsmæssige krav til udførelse af sporjustering efter sporfornyelse og nyanlæg	33
12.5	Største hastighed efter udført sporjustering m.v. i relation til sporets stabilisering	34
13.	<u>BN2, FORBEREDELSE OG UDFØRELSE AF JUSTERINGSARBEJDER</u>	<u>37</u>
13.1	Forberedelse af justeringsarbejder	37
13.2	Tekniske krav ved udførelse af sporjustering	37
14.	<u>BN2, KRAV TIL SPORETS OVERORDNEDE KVALITET</u>	<u>39</u>
14.1	Krav til standardafvigelser i højde- og sideretning	39
14.2	Krav til antal punktfejl i fejlklasse 4	40
14.3	Krav til antal punktfejl i fejlklasse Max	40
15.	<u>BN3, OVERSIGTER VEDRØRENDE PUNKTFEJL OG STANDARDAFVIGELSER FOR DE ENKELTE MÅLEVOGNE/-DRÆSINER</u>	<u>42</u>

15.1	Normer for punktfejl og standardafvigelse ved anvendelse af målevognene STRIX, IMV100, IMV200 & UFM120	43
15.2	Normer for punktfejl ved anvendelse af sporvedligeholdelsesmaskiner	45
15.3	Normer for punktfejl ved anvendelse af måletrolje Krab	46
16.	<u>BN3, VEJLEDNING TIL BESTEMMELSE AF MAKSIMALVÆRDIER FOR VRIDNING</u>	<u>48</u>
17.	<u>BN3, VEJLEDNING VEDRØRENDE FORBEREDELSE OG UDFØRELSE AF JUSTERINGSARBEJDER</u>	<u>49</u>
17.1	Vejledning vedrørende forberedelse af justeringsarbejder	49
17.2	Vejledende principper for justeringsarbejder i spor	49
17.3	Vejledende principper for justeringsarbejder i sporskifter	50
18.	<u>BILAG</u>	<u>51</u>
	Bilag 1, Grafisk illustration af røde, grønne og blå baner (Informativt).	51

1. INDLEDNING

Denne Banenorm indeholder BN1, BN2 og BN3 stof vedrørende kvalitetsnormer for sporets relative beliggenhed. Banenormen indeholder krav til målinger foretaget med målevogn/-dræsine, sporvedligeholdelsesmaskiner, måletroljer og manuelle målinger. Endvidere indeholder Banenormen krav til hyppigheden af målinger vedrørende sporets relative beliggenhed, krav for udførelse af sporjustering samt krav for hastigheden efter udført justering.

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

Udgivet af:

Banedanmark
Amerika Plads 15
2100 København Ø

Fordeling:

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

2. IKRAFTTRÆDEN

Banenormen træder i kraft ved udgivelsen.

Banenormen ophæver følgende regler:

- Banenorm BN1-38-3 "Sporbeliggenhedskontrol og sporkvalitetsnormer", udgivet 01.03.2008, Banedanmark.
- Krav vedrørende overhøjdens afvigelse fra design i Banenorm BN-07-01-06-00-00 "Fast afmærkning af sporets tracé", dateret 11.09.2000, Banestyrelsen (Nu Banedanmark).
- Krav vedrørende større sideflytninger af sporet i Banenorm BN-07-01-06-00-00 "Fast afmærkning af sporets tracé", dateret 11.09.2000, Banestyrelsen (Nu Banedanmark).

3. OVERGANGSBESTEMMELSER

Der gælder ingen overgangsbestemmelser for denne Banenorm.

4. REFERENCER

Nogle steder henviser Banenormen til andre bestemmelser. Enten skrives [bestemmelsens navn] eller et nummer [nr.]. Betydningen af nummeret kan findes nedenfor. Hvis der ikke er nævnt andet, gælder sidst udsendte version af det, der refereres til.

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

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

- [1] EUROPEAN STANDARD, EN 13848-1, Railway applications/Track – Track geometry quality – Part 1: Characterisation of track geometry, CEN.
- [2] EUROPEAN STANDARD, EN 13848-2, Railway applications – Track – Track geometry quality – Part 2: Measuring systems – Track recording vehicles, CEN.
- [3] EUROPEAN STANDARD, EN 13848-3, Railway applications – Track – Track geometry quality – Part 3: Measuring systems – Track construction and maintenance machines, CEN.
- [4] EUROPEAN STANDARD, EN 13848-4, Railway applications – Track – Track geometry quality – Part 4: Measuring systems – Manual and lightweight devices, CEN (under udarbejdelse).
- [5] Banenorm BN1-14 "Projektering, tilstand og eftersyn af sporskifter og sporskæringer" og Banenorm BN2-15 "Projektering, etablering, tilstand og vedligeholdelse af sporskifter og sporskæringer", Banedanmark.
- [6] Sporregler 1987, afsnit 6.09 "Spor i varmt vejr", DSB (Nu Banedanmark).
- [7] Langskinneregler 1978, DSB Banetjenesten (Nu Banedanmark) (Fremtidig Banenorm BN1-66 "Spændingsudligning og indgreb i spændingsudlignet spor", Banedanmark).
- [8] Banenorm BN1-6 "Tværprofiler for ballasteret spor", Banedanmark.
- [9] Sporregler 1987 afsnit 2.12 "Sporvidde", Banedanmark.
- [10] Banenorm BN2-93 "Fast afmærkning af sporets tracé", Banedanmark.
- [11] Fritrumsprofiler, DSB Infrastruktur (Nu Banedanmark).
- [12] Banenorm BN1-18 "Opmåling af genstande inden for profilgrænserne samt aflevering af data", Banedanmark.
- [13] Banenorm BN1-49 "Indbyrdes placering af spor og perron", Banedanmark.

- [14] Ordresamlingen Serie O, afsnit 3.2.3 "Særlige eftersyn", DSB Infrastrukturtjenesten (Nu Banedanmark) (Fremtidig banenorm BN1-177 "Tilstandsinspektion/eftersyn og vedligeholdelse, Banedanmark).
- [15] Retningslinier for bygning af sporskifter, 08.80, DSB Banetjenesten (Nu Banedanmark) (Informativ reference).
- [16] Sporskifter på betonsveller, Bygning og indlægning, marts 1993, DSB (Nu Banedanmark) (Informativ reference).
- [17] Samarbejdet mellem banetjenesten og elektrotjenesten, Maskinelt sporarbejde, Sporingeniøren (Nu Banedanmark) (Informativ reference).
- [18] BN2-47 "Rifler og bølger samt skinneslibning", Banedanmark (Informativ reference).
- [19] Sikkerhedsreglementet (SR), Banedanmark.
- [20] TIB Trafikal information om banestrækningen, Banedanmark.
- [21] CR TSI INF, Trans-European Conventional Rail System, Subsystem Infrastructure, European Railway Agency, Interoperability Unit.
- [22] Sporregler 1987 afsnit 2.03.5 "Overhøjde, undtagelsesbestemmelser", Banedanmark.

5. DEFINITIONER

I Banenormen gælder følgende definitioner:

Begreb	Definition
Arbejdsjustering	Indledende sporjusteringer, der foretages i forbindelse med arbejdets udførelse.
1 års justering	Den sporjustering, der foretages ca. 1 år efter afslutningen af sporfornyelse eller nyanlæg.
Gennemgående Togvejsspor	Togvejsspor, der er den mindst krumme fortsættelse af strækningens hovedspor ind på, henholdsvis ud af stationer. Spornummeret for de gennemgående togvejsspor er vist med fede typer i [20].
Hovedspor	Spor på fri bane, som forbinder to nabostationer.
Hunting	Gentagne periodiske bevægelser med en frekvens på 4 - 8 Hz af et togs hjulsæt.
Initialt målesystem	Målesystem, hvor sporets beliggenhed måles fra skinnernes position i højde- og sideretning i forhold til en initial reference, der kan frembringes ved hjælp af accelerometre eller gyroskop.
Måledræsine	Selvkørende måleenhed.
Måletrolje	Manuelt trukket måleenhed.
Målevogn	Måleenhed trukket af motoriseret jernbanekøretøj.
Opfølgningsjustering	Består af 2 justeringer benævnt henholdsvis 1. opfølgningsjustering og 2. opfølgningsjustering. De 2 sporjusteringer, der foretages efter sidste arbejdsjustering og senest ved ibrugtagningen af sporet til drift i forbindelse med sporfornyelse eller nyanlæg.
Pilhøjdebaseret målesystem	Målesystem, hvor sporet beliggenhed måles som en pilhøjde (et offset) på et mellemliggende punkt fra en retlinet korde.

Punktfejl	Fysisk måleresultat. Set i modsætning til σ_H og σ_P , der er statistisk bearbejdede værdier. Punktfejl kan have varierende udstrækning, der anføres for hver punktfejlsmåling.
Sidespor	Spor, der ikke er hoved- eller togvejsspor.
Sinuskørsel	Gentagne periodiske bevægelser med en frekvens på 1 - 2 Hz af et togs hjulsæt og vognkasse.
Slutjustering	Den sporjustering, der foretages som afslutning på udførelsen af sporfornyelse eller nyanlæg.
Sporfornyelse	Ballastrensning af skærvelag, fornyelse af underballastlag, dæmningsstabilisering, svelleudveksling med udstrækning større end 100 m for sporstykker, svelleudveksling under et helt sporskifte, fornyelse af hele sporkonstruktionen eller sporsænkning.
Togvejsspor	De spor på en station, hvorfra henholdsvis hvortil der kan stilles signal til ind-, ud- eller gennemkørsel.
Vedligeholdelsesjustering	Den eller de sporjusteringer, der foretages i forbindelse med vedligeholdelse af sporet.
h	Overhøjde i sporet [mm].
P	Pilhøjde [mm].
R	Kurveradius (horisontalt) i sporet [m].
T	Bruttotonbelastning [bruttoton togvægt].
V	Maksimalt tilladte hastighed (inkl. overhastighed for særlige togsæt) for det pågældende sporstykke [km/h].
λ	Bølgelængde af punktfejl i sporet, som skal evalueres [meter].
σ_H og σ_P	Standardafvigelse i højderetningen (σ_H) og sideretningen (σ_P) beregnet for hvert sporafsnit à 200 m på baggrund af målte punktfejl i henholdsvis højde- og sideretningen. Standardafvigelserne anvendes til at beskrive sporets gennemsnitlige kvalitet over 200 m eller for en længere strækning.

6. DESKRIPTORER

Afvigelse, arbejdsjustering, ballastrensning, drift, dræsine, DSM, dynamisk stabilisering, IMV100, IMV200, fejl, fornyelse, hastighed, højderetning, justering, kontrol, Krab, kvalitet, løft, måledræsine, måletrolje, målevogn, måling, nyanlæg, opfølgningsjustering, opgradering, overhøjde, overvågning, projektering, punktfejl, sideretning, sidetrækning, spor, sporbeliggenhed, sporbeliggenhedskontrol, sporfornyelse, sporjustering, sporkvalitet, sporombygning, sporskifte, sporvedligeholdelse, sporvedligeholdelsesmaskiner, sporvidde, standardafvigelse, STRIX, tolerancer, TSI, UFM120, vedligeholdelse, vridning.

7. ANVENDELSESOMRÅDE

Banenormen gælder for alle i drift værende spor under Banedanmarks ansvar som infrastrukturforvalter.

Banenormen skal anvendes ved:

- Kontrol af sporets relative beliggenhed.
- Planlægning og udbedring af afvigelser af sporets relative beliggenhed i form af sporjustering, sporviddekorrektion, skinneudveksling, svelleudveksling m.v.
- Projektering og udførelse af sporfornyelse, hastighedsopgradering og nyanlæg.

8. DISPENSATION

Dispensationer og tilladelse til afvigelse fra gældende BN1-krav i henhold til afsnit 10, 11 og 12 kan kun gives af Trafikstyrelsen efter indstilling fra Banedanmarks normansvarlige chef. Banedanmark kan dog give tilladelse til nedennævnte:

Tilladelse til afvigelse fra gældende BN2-krav i henhold til afsnit 13.1, 13.2 og 14 kan kun udstedes af den normansvarlige chef i Banedanmark, og kun såfremt BN1-kravene i henhold til afsnit 10, 11 og 12 er overholdt.

Tilladelse til afvigelse fra tolerancekravene i fejlklasse 0 og 1 for kvalitetsklasse A1-D i henhold til afsnit 11.3 kan kun udstedes af lederen for den geografisk fagansvarlige for spor eller den normansvarlige chef i Banedanmark, og kun såfremt afvigelserne maksimalt er 33 % større end tolerancekravene i fejlklasse 1 i afsnit 11.3.

Tilladelse til afvigelse fra tolerancekravene i fejlklasse 0 og 1 for kvalitetsklasse E og S i henhold til afsnit 11.3 kan kun udstedes af lederen for den geografisk fagansvarlige for spor eller den normansvarlige chef i Banedanmark, og kun såfremt afvigelserne maksimalt er 100 % større end tolerancekravene i fejlklasse 1 i afsnit 11.3.

Tilladelse til afvigelse fra tolerancekravene i fejlklasse 0, 1 og 3 i henhold til afsnit 11 kan kun udstedes af den normansvarlige chef i Banedanmark, og kun såfremt der for den pågældende måleparameter i den pågældende kvalitetsklasse er grænseværdier i fejlklasse 4 tillige med, at kravene i fejlklasse 4 og fejlklasse Max/Min i henhold til afsnit 11 er overholdt.

Tilladelse til afvigelse fra grænseværdierne i fejlklasse 4 vedrørende vridning i henhold til afsnit 11.3 for sporene i Boulevardtunnelen, dvs. TIB 8.4 København-Hillerød, km 0,8-2,2 og TIB 10 København-Helsingør, km 0,8-2,2, kan kun udstedes af den normansvarlige chef i Banedanmark, og kun såfremt afvigelserne maksimalt er som den gennemsnitlige værdi af grænseværdierne i fejlklasse 4 og fejlklasse Max, og kun såfremt der foretages mindst 3 målinger årligt af sporets beliggenhed, der opfylder kravene i afsnit 10.

Tilladelse til afvigelse på indtil 50 % fra det maksimalt tilladelige interval mellem to målinger med målevogn/-dræsine på hoved- og togvejsspor i henhold til afsnit 10.4.1 kan kun udstedes af den normansvarlige chef i Banedanmark, og kun såfremt målingerne med måle-

vogn/-dræsine erstattes af målinger med sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje Krab eller manuelle målinger indenfor tidsfristen i figur 10.4.1-1.

Tilladelse til afvigelse fra tolerancekravene vedrørende sporvidde mindre end 1435 i fejlklasse 4 for kvalitetsklasse S i henhold til afsnit 11 kan kun udstedes af den normansvarlige chef i Banedanmark, og kun såfremt det pågældende spor ikke er omfattet af kravene i [21] samt har afvigelser på maksimalt -9 mm.

Tilladelse til afvigelse fra tolerancekravene vedrørende sporvidde mindre end 1435 i fejlklasse Min for kvalitetsklasse S i henhold til afsnit 11 kan kun udstedes af den normansvarlige chef i Banedanmark, og kun såfremt det pågældende spor ikke er omfattet af kravene i [21] samt har afvigelser på maksimalt -12 mm.

Tilladelse til afvigelse fra tidskravet på 3 uger vedrørende overhøjdens afvigelse fra projekteret i henhold til afsnit 11.1.2 kan kun udstedes af den normansvarlige chef i Banedanmark, og kun såfremt det pågældende spor ikke er omfattet af kravene i [21].

Tilladelse til afvigelse fra tolerancekravene i fejlklasse 3 i henhold til afsnit 11.4 kan kun udstedes af den normansvarlige chef i Banedanmark, og kun såfremt afvigelserne maksimalt er 100 % større end tolerancekravene i fejlklasse 3 i afsnit 11.4.

Dispensation og tilladelse til afvigelse kan gives som permanent. En undtagelse herfra er dog tilladelse til afvigelse fra grænseværdierne i fejlklasse 4 for sporene i Boulevardtunnelen, der alene kan gives midlertidigt indtil førstkomende sporfornyelse efter d. 31.12.2010.

9. HISTORIK

De væsentligste ændringer i Banenormen i forhold til den tidligere version (BN1-38-3) er følgende:

- Tilladelse til afvigelse fra krav i fejlklasse 0 og 1 er ændret.
- Der er indført krav til målenøjagtighed m.v. for sporvedligeholdelsesmaskiner og måletroljer.
- Krav vedrørende målehyppighed for kvalitetsklasse A er lempet.
- Krav til tidspunktet for evaluering af afvigelser i fejlklasse 4 fejl er lempet.
- Der er indført specifikke normkrav ved anvendelse af målevogn IMV200, sporvedligeholdelsesmaskiner samt måletrolje Krab.
- Der er indført krav om måling med måletrolje samt måling af standardafvigelser i højde- og sideretning for sidespor omfattet af kravene i CR TSI INF.
- Der er for måledræsine EM80 foretaget en ændring af korrektionsfaktorerne i højde- og sideretning og tilhørende grænseværdier samt en ændring af navnet til IMV100.
- Der er indført krav om måling af højde- og sideretningsfejl med $\lambda = 25-70$ meter samt tilhørende grænseværdier.
- Krav vedr. overhøjdens ujævnhed er erstattet af krav vedr. overhøjdens afvigelse fra projekteret overhøjde med tilhørende grænseværdier på grund af krav i CR TSI INF.
- Der er indført Max-grænser i højde- og sideretning for kvalitetsklasse E og S på grund af krav i CR TSI INF.
- Grænseværdier for snæver sporvidde for kvalitetsklasse E og S er skærpet på grund af krav i CR TSI INF.
- Grænseværdier i fejlklasse 1 er ændret, mens grænseværdier i fejlklasse 0 er lempet.
- Grænseværdier i fejlklasse 4 for vridning målt over 2 meter og fejlklasse 3 for højdefejl med $\lambda = 3-25$ meter for vedligeholdelsesklasse A og B er lempet.
- Grænseværdier i fejlklasse 4 for sporviddeviation er udgået. Der er indført grænseværdier for udvidet sporvidde i fejlklasse 4 for sidespor på grund af krav i CR TSI INF.
- Målemetode og grænseværdier for vridning i sidespor er ændret.
- Grænseværdier i fejlklasse 3 for standardafvigelser i højde- og sideretning er lempet.
- Grænseværdier i fejlklasse 4 for standardafvigelser i højde- og sideretning er udgået.
- Der er indført krav om kontrol af spændingsudligning i forbindelse med udførelse af sporjustering ved fjernelse af sideretningsfejl større end 25 mm.
- Der er indført krav til udførelse af sporjustering for spor med stålsveller.

- Der er indført krav om, at dokumentationen af sporbeliggenheden efter sporjustering og sporarbejder skal starte/sluttet 25 meter før/efter arbejdets start/slut.
- Der er indført krav om en ekstra opfølgningsjustering i forbindelse med at begge opfølgningsjusteringer fremover skal udføres inden ibrugtagningen. I den forbindelse er krav til største tilladte hastighed efter udført 1. og 2. Opfølgningsjustering ændret.
- Der er indført krav om anvendelse af 2 gange indsats med stoppehamre i forbindelse med arbejdsjusteringer, hvor sporet løftes mere end 25 mm. Tidsmæssige krav for justering efter sporfornyelse og nyanlæg i vigespor er ændret.
- Krav for sporjustering i overkørsler efter udførelse af sporombygning m.v. er lempet.
- Kvalitetskrav for standardafvigelse i højde- og sideretning er lempet, mens kvalitetskrav for antal punktfejl i fejlklasse 4 er skærpet.
- Der er indført krav for antal punktfejl i fejlklasse Max.

10. BN1, SPORBELIGGENHEDSKONTROL

10.1 Generelt

Sporbeliggenhedskontrol skal foretages for at kontrollere sporets relative beliggenhed ud fra den anlagte geometri. Mindre sporfejl kan resultere i komfortforringelser for passagererne, mens større fejl kan resultere i skader på spor eller indebære risiko for afsporinger.

Følgende former for kontrol af sporets relative beliggenhed forekommer:

- Sporkvalitetskontrol med målevogn/-dræsine, hvor sporet belastes, og målingerne registreres kontinuerligt.
- Sporkvalitetskontrol med sporvedligeholdelsesmaskiner, hvor sporet belastes, og målingerne registreres kontinuerligt.
- Sporkvalitetskontrol med måletrolje, hvor sporet er ubelastet, og målingerne registreres kontinuerligt.
- Manuel sporkvalitetskontrol, hvor sporet er ubelastet, og målingerne registreres punktvis.

Note 10.1-1.

I forbindelse med måling med målevogn/-dræsine foretages som oftest en analyse af de registrerede målinger, således at målingerne evalueres i forhold til gældende grænseværdier. Endvidere foretages i målevogne/-dræsiner ofte en vurdering af sporets overordnede kvalitet baseret på standardafvigelser.

Sporvedligeholdelsesmaskiner med det rette måleudstyr anvendes som oftest til kontrol af sporets beliggenhed efter udført sporarbejde.

Manuel sporkvalitetskontrol samt kontrol med måletrolje anvendes eksempelvis på sidespor, arbejdspladser og efter afsporinger, hvis målevogn/-dræsine ikke er tilgængelig.

For de målevogne/-dræsiner, sporvedligeholdelsesmaskiner, måletroljer og manuelt måleudstyr, der pr. 20.05.05 fandt anvendelse ved en eller flere europæiske jernbaneforvaltninger, gælder kravene i afsnit 10.2, 10.3 og 10.5 vedrørende henholdsvis måleparametre, målenøjagtighed og kalibrering samt dokumentation af måleresultater.

For målevogne/-dræsiner, der ibrugtages efter den 20.05.05, gælder, at disse skal opfylde alle krav i [1] og [2]. For sporvedligeholdelsesmaskiner, måletroljer og manuelt måleudstyr, der ibrugtages efter indførelsen af nærværende Banenorm gælder, at disse skal opfylde alle krav i henholdsvis [3] og [4].

10.2 Måleparametre

For hoved- og togvejsspor gælder, at der som minimum skal måles de parametre, der fremgår af afsnit 11.3.1 vedrørende punktfejl samt afsnit 11.4 vedrørende standardafvigelser.

For sidespor gælder, at der ved måling med sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje og manuelt som minimum pr. 3 meter skal måles vridning over 3 meters målebase og sporvidde i henhold til kravene i afsnit 11.3.3. For sidespor gælder, at der ved måling med målevogn/-dræsine, som minimum skal måles de parametre, der fremgår af afsnit 11.3.2. For sidespor omfattet af kravene i [21] gælder dog, at der skal måles de parametre, der stilles krav til i afsnit 11.3.2 og afsnit 11.3.3 vedrørende punktfejl samt afsnit 11.4 vedrørende standardafvigelser.

10.3 Målenøjagtighed og kalibrering

Udførelse af sporbeliggenhedskontrol skal foretages med en målenøjagtighed, der overholder kravene i henhold til [2], [3] og [4] for henholdsvis målevogne/-dræsiner, sporvedligeholdelsesmaskiner, måletroljer og manuelt måleudstyr.

Omfanget og hyppigheden af kalibreringer for de enkelte målevogne/-dræsiner, sporvedligeholdelsesmaskiner, måletroljer og manuelt måleudstyr skal fastsættes således, at kravene vedrørende målenøjagtighed til enhver tid er overholdt.

10.4 Målehyppighed

10.4.1 Målehyppighed for hoved- og togvejsspor

Spornettets hoved- og togvejsspor skal som minimum måles med målevogn/-dræsine i henhold til de i figur 10.4.1-1 fastsatte hyppigheder. Dokumentation skal overholde kravene i afsnit 10.5.

På lokaliteter med uroligt spor, hvor der er behov for midlertidige hastighedsnedsættelser eller sporjusteringer flere gange inden for 1 år for at overholde grænseværdierne i fejlklasse Max iht. afsnit 11.3.2, skal der iværksættes særlige eftersyn i henhold til [14]. For hver lokalitet med behov for særligt eftersyn skal der udarbejdes en lokalinstruks, der beskriver kravene for gennemførelse, hyppighed, eftersynsmetode, kriterier for driftsindskrænkninger samt afrapportering.

Figur 10.4.1-1. Målehyppighed for kørsel med målevogn/-dræsine på hoved- og togvejsspor			
Hastighed	Bruttoton- belastning	Målehyppighed ^{2, 3)}	Maksimalt interval mellem to målinger ^{2, 3)}
[Km/h]	[Mio. tons tog- vægt/år]	[Antal gange/år]	[Måneder]
$200 < V \leq 250$		6	3
$160 < V \leq 200$		4	4
$120 < V \leq 160$		3	6
$80 < V \leq 120$	$T > 10$	3	6
$80 < V \leq 120$	$T \leq 10$	2	8
$40 < V \leq 80$	$T > 10$	2	8
$40 < V \leq 80$	$T \leq 10$	1 ¹⁾	16
$V \leq 40$	$T > 2$	1 ¹⁾	16
$V \leq 40$	$T \leq 2$	1 gang pr. 2 år ¹⁾	28

- 1: I forbindelse med sporfornyelse og nyanlæg gælder endvidere, at der skal foretages en måling 4-8 måneder efter ibrugtagningen til drift.
- 2: For afvigelser i højde- og sideretning med bølgelængder i intervallet $\lambda = 25-70$ m gælder dog, at målehyppigheden for hastigheder i intervallet $40 < V \leq 160$ km/h og $160 < V \leq 250$ km/h er hhv. 1 gang/år og 2 gange/år, mens det maksimalt tilladelige interval mellem to målinger er hhv. 16 måneder og 8 måneder.
- 3: For parameteren overhøjdens afvigelse fra projekteret gælder dog, at denne skal evalueres 1 gang/år ud fra overhøjdemålinger og sporets projekterede overhøjde, mens det maksimale tilladelige interval mellem to evalueringer er 16 måneder.

10.4.2 Målehyppighed for sidespor

Spornettets sidespor skal som minimum måles manuelt, med måletrolje eller målevogn/-dræsine i henhold til de i figur 10.4.2-1 fastsatte hyppigheder. For sidespor omfattet af kravene i [21] gælder dog, at disse skal måles med måletrolje eller målevogn/-dræsine. Dokumentationen skal overholde kravene i afsnit 10.5. Såfremt særlige forhold taler for det, skal den driftsansvarlige ved udarbejdelse af lokalinstruks iværksætte, at sporet måles hyppigere.

Figur 10.4.2-1. Målehyppighed for måling på sidespor			
Hastighed	Bruttoton-belastning	Målehyppighed	Maksimalt interval mellem to målinger
[Km/h]	[Mio. tons togvægt/år]	[Antal gange/år]	[Måneder]
$V \leq 40$		1 gang pr. 2 år ¹⁾	28

1: I forbindelse med sporfornyelse og nyanlæg gælder endvidere, at der skal foretages en måling 4-8 måneder efter ibrugtagningen til drift.

10.5 Dokumentation af måleresultater

Nedenfor er angivet kravene til dokumentation af måleresultater ved anvendelse af målevogn/-dræsine, sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje samt ved manuel måling.

Såfremt der ud fra måleresultaterne registreres fejl ved en måling, kan der ses bort fra denne, hvis måleentreprenøren erklærer, at der er tale om en målefejl. Eventuelle målefejl skal registreres af måleentreprenøren, således at denne er tilgængelige på lige fod med den øvrige dokumentation af måleresultater.

10.5.1 Målevogn/-dræsinediagram

Følgende skal som minimum fremgå af målevogn/-dræsinediagram:

- Målehastighed [km/h]
- Overhøjde [mm]
- Vridning målt over 2,5 eller 3 meter [mm/m]

- Højderetning af henholdsvis højre og venstre skinne for bølgelængder i intervallet $\lambda = 3-25$ m og $\lambda = 25-70$ m [mm]
- Sideretning af henholdsvis højre og venstre skinne for bølgelængder i intervallet $\lambda = 3-25$ m og $\lambda = 25-70$ m [mm]
- Sporvidde [mm]

Note 10.5.1-1.

Med hensyn til definition af vridning, højde- og sideretning samt sporvidde henvises til afsnit 11.3.1.

10.5.2 Analyseskemaer fra målevogn/-dræsine

Analyseskemaer skal sammenfatte resultaterne fra målingerne. Der skal som minimum udskrives følgende:

- Punktfejl i fejlklasse 4 og punktfejl i fejlklasse Max/Min for alle parametre i henhold til afsnit 11.3.2.
- Standardafvigelse i højde- og sideretning i henhold til afsnit 11.4.

10.5.3 Måleresultater fra sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje samt ved manuel måling

Der skal som minimum registreres alle måleresultater for de parametre der skal måles i henhold til afsnit 11.3.3. For sidespor omfattet af kravene i [21] gælder dog, at der skal registreres måleresultater for de parametre, der skal måles i henhold til afsnit 11.3.3 og 11.4.

11. BN1, SPORKVALITETSNORMER

11.1 Fejlklasser

Der er i Banenormen fastsat regler for tilladte afvigelser/indgrebsgrænser, ofte graderet efter kvalitetsklasse/hastighed, belastning m.v. For sporskifter og sporskæringer gælder desuden nogle supplerende og/eller skærpede vedligeholdelseskrav, som angivet i [5].

Kvalitetsklasserne A1, A, B, C, D og E er gældende for hoved- og togvejsspor, mens kvalitetsklasse S er gældende for sidespor.

11.1.1 Definition af fejlklasser

De tilladte afvigelser/indgrebsgrænser er ofte graderet i fejlklasserne 0, 1, 3, 4, Max og Min. Betydningen af disse er angivet nedenfor:

Fejlklasse 0:	Største tilladelige afvigelse efter udført slutjustering og 1 års justering i forbindelse med sporfornyelse og nyanlæg.
Fejlklasse 1:	Største tilladelige afvigelse efter sporviddejustering, vedligeholdelsesjustering, efter arbejdsjustering til drift samt efter opfølgningsjustering i forbindelse med sporfornyelse og nyanlæg.
Fejlklasse 3:	Fejl, der skal tages i betragtning ved planlægningen af sporets regelmæssige vedligehold.
Fejlklasse 4:	<p>Fejl, som overskrider denne grænseværdi, skal vurderes:</p> <ul style="list-style-type: none">• senest 3 uger efter opmålingen for kvalitetsklasse A1 og A;• senest 6 uger efter opmålingen for øvrige kvalitetsklasser. <p>Fejlene skal udbedres, således at de ikke forventes at udvikle sig op til grænseværdierne i fejlklasse Max/Min inden næste måling. Fejlene skal dog udbedres:</p> <ul style="list-style-type: none">• senest 3 måneder efter opmålingen for kvalitetsklasse A1 og A;• senest 6 måneder efter opmålingen for øvrige kvalitetsklasser.
Fejlklasse Max/Min:	Fejl, som overskrider denne grænseværdi, kræver et indgreb for at nedsætte afsporingsrisikoen til et acceptabelt niveau. Dette skal ske enten ved at lukke sporet, nedsætte hastigheden eller rette fejlene i sporet, jf. afsnit 11.1.2.

11.1.2 Krav til håndtering af afvigelser fra grænseværdierne i fejlklasse Max/Min

Der skal ageres øjeblikkeligt ved konstatering af afvigelser i fejlklasse Max/Min. Der skal foretages indgreb afhængigt af fejltypen og afvigelsens størrelse jf. nedenstående.

Vridningsfejl: Sporet skal lukkes øjeblikkeligt. For hastighedsintervallet $200 < V \leq 250$ km/h gælder dog, at hastigheden kan reduceres til maksimalt 200 km/h, såfremt fejlene ligger under Max-grænsen for dette hastighedsinterval. For vridningsfejl målt over 2 m med en overskridelse af grænseværdien på indtil 1,5 mm/m tillades dog at sporet holdes åbent med en hastighed på $V \leq 40$ km/h i indtil 3 døgn.

Sporviddefejl: Hastigheden skal sættes ned øjeblikkeligt, således at fejlene overholder Max- og Min-grænserne ved den reducerede hastighed. For overskridelse af Max- eller Min-grænserne på indtil 3 mm for en hastighed på $V \leq 40$ km/h tillades dog at sporet holdes åbent i indtil 3 døgn.

Fejl i højderetning: Hastigheden skal sættes ned øjeblikkeligt, således at fejlene overholder Max-grænserne ved den reducerede hastighed. For overskridelser af Max-grænserne på indtil 2 mm tillades dog, at hastigheden bibeholdes i indtil 3 døgn, såfremt der indenfor 100 m ikke forekommer vridningsfejl målt over målebaser ≤ 3 m, der overskrider 5 mm/m.

Fejl i sideretning: Hastigheden skal sættes ned øjeblikkeligt, således at fejlene overholder Max-grænserne ved den reducerede hastighed. For overskridelser af Max-grænserne på indtil 2 mm tillades dog, at hastigheden bibeholdes i indtil 3 døgn, såfremt der indenfor 100 m ikke forekommer sporviddefejl i fejlklasse 4.

Overhøjdens afvigelse fra projekteret:

Sporet skal lukkes øjeblikkeligt, såfremt overhøjden overstiger en absolut værdi på 180 mm. For øvrige overskridelser af Max-grænsen tillades, at sporet holdes åbent i indtil 3 uger, såfremt hastigheden i sporet reduceres med mindst 20 km/h eller den manglende overhøjde overholder kravene i [22] for den aktuelle overhøjde.

Eventuelt akutte hastighedsnedsættelser skal etableres i henhold til [19]. Når fejlene i sporet er afhjulpet tillades restriktionerne i form af lukning af sporet eller hastighedsnedsættelse ophævet. Alle overskridelser af grænseværdierne i fejlklasse Max/Min skal indmeldes til Banedanmarks normansvarlige chef.

11.2 Korrektionsfaktorer for de enkelte målevogne/-dræsiner m.v.

Målesystemerne til måling af sporets beliggenhed i højde- og sideretningen er ikke nødvendigvis opbygget ens på de forskellige målevogne/-dræsiner, sporvedligeholdelsesmaskiner, måletroljer og manuelle målesystemer. Dette betyder, at størrelsen af en given afvigelse i sporet kan give anledning til forskellige udslag ved anvendelsen af forskellige målesystemer.

Derfor er der i Banenormen fastsat korrektionsfaktorer i højde- og sideretning for de enkelte målevogne/-dræsiner, sporvedligeholdelsesmaskiner, måletroljer og manuelle målesystemer. Dette med henblik på at der kan foretages en ensartet evaluering af sporkvaliteten, uanset hvilket målesystem der anvendes til målingen.

Korrektionsfaktorerne er gældende i forbindelse med normer for punktfejl og standardafvigelser i højde- og sideretningen med bølgelængder i intervallet $\lambda = 3-25$ m i henhold til henholdsvis figur 11.3.2-2, 11.3.3-2 og 11.4-1.

Målesystemer med en korrektionsfaktor på 1,00 vil gennemsnitligt registrere afvigelser i sporet i sand størrelse. Målesystemer med korrektionsfaktorer større end 1,00 vil gennemsnitligt registrere afvigelser, der er større end sporets reelle afvigelser, mens det modsatte er tilfældet for målesystemer med korrektionsfaktorer mindre end 1,00.

For de målesystemer, der p.t. anvendes ved Banedanmark, er fastsat de i figur 11.2-1 anførte korrektionsfaktorer.

Figur 11.2-1. Korrektionsfaktorer i højde- og sideretning, afhængigt af målesystem og eventuel målebase

Målesystem	Målebase i meter	Korrektionsfaktor i højderetningen (x)	Korrektionsfaktor i sideretningen (y)
Initialmålesystem		1,00 ¹⁾	1,00 ¹⁾
Pilhøjdebaseret målesystem	4,00/6,00; 4,10/6,17; 4,70/7,02; 3,55/8,16; 5,19/9,15; 3,90/5,85;	1,40	1,40
	5,00/5,00	1,30	1,30
	2,50/5,00	1,15	
	2,00/3,00	0,80	

1: For asymmetriske pilhøjdebaserede målesystemer, hvor målingerne omregnes til en ret overføringsfunktion på samme måde som for et initialmålesystem anvendes korrektionsfaktoren 1,0 under forudsætning af, at måleresultaterne efter omregningen overholder kravene for målenøjagtighed, som angivet i afsnit 10.3. Hvis de anførte krav til målenøjagtighed ikke kan overholdes for det omregnede resultat, må dette ikke anvendes.

Note 11.2-1.

Korrektionsfaktorerne i figur 11.2-1 er fastsat dels på baggrund af internationale undersøgelser, dels på baggrund af praktiske tests for de målevogne/-dræsiner m.v. der p.t. anvendes ved Banedanmark.

Note 11.2-2.

Målevognene STRIX, IMV100, IMV200 og UFM120 er udstyret med et initialmålesystem, hvorfor korrektionsfaktoren er 1,0 i både højde- og sideretning. For måletrolje Krab er korrektionsfaktoren ligeledes 1,0 i både højde- og sideretning. Sporvedligeholdelsesmaskiner er udstyret med pilhøjdebaseret målesystem med forskellige målebaser, hvor korrektionsfaktoren er 1,40 i både højde- og sideretning.

Såfremt der skal anvendes målevogne/-dræsiner med andre målesystemer end de i figur 11.2-1 anførte, gælder, at korrektionsfaktorerne for disse skal fastsættes ved tests. Ved disse tests skal der foretages en måling af mindst 50 afvigelser i henholdsvis højde- og sideretning dels med det nye målesystem, dels med et målesystem hvor korrektionsfaktoren er 1,0 i både højde- og sideretning. På baggrund af målingerne foretaget med de to målesystemer skal de korrektionsfaktorer i højde- og sideretningen, der giver anledning til den bedste sammenhæng mellem målingerne, anvendes.

11.3 Normer for punktfejl

11.3.1 Generelt

Der er fastsat normer for følgende punktfejl fra den tilsigtede sporgeometri:

- Overhøjdens afvigelse fra projekteret [mm].
- Vridning, overhøjdens ændring målt over henholdsvis 1½ eller 2, 2½ eller 3, 6, 9, 12 og 15 meter [mm/m].
- Højderetning, lodret afvigelse af fortløbende sammenhængende målinger for højre og venstre skinne, udtrykt som en afvigelse fra middelværdien (referencelinjen) beregnet fra fortløbende målinger for bølgelængder i intervallet $\lambda = 3\text{--}25\text{ m}$ og $\lambda = 25\text{--}70\text{ m}$ [mm].
- Sideretning, sideværts afvigelse af fortløbende sammenhængende målinger for højre og venstre skinne, udtrykt som en afvigelse fra middelværdien (referencelinjen) beregnet fra fortløbende målinger for bølgelængder i intervallet $\lambda = 3\text{--}25\text{ m}$ og $\lambda = 25\text{--}70\text{ m}$ [mm].
- Sporvidde, det vinkelrette mål mellem indersiderne af skinnernes kørekanter, målt 14 mm under skinneoverkant [mm].
- Sporviddevariation, målt over 10 meter [mm].
- Sporviddemiddelværdi, målt glidende over 100 meter [mm].

Målingerne af afvigelser i højde- og sideretning skal udføres enten med et initialmålesystem eller et pilhøjdebaseret målesystem eller som en kombination af disse 2 målesystemer.

Normer for de enkelte typer punktfejl ved anvendelse af målevogn/-dræsine fremgår af afsnit 11.3.2, mens de tilsvarende normer for sporvedligeholdelsesmaskiner, måletroljer og manuelle målinger fremgår af afsnit 11.3.3.

Normerne i fejlklasse 4 og Max/Min i afsnit 11.3.2 og 11.3.3 er BN1-krav, mens normerne i fejlklasse 0, 1 og 3 i afsnit 11.3.2 og 11.3.3 er BN2-krav.

Normerne i fejlklasse 1 vedrørende sporvidde er alene gældende i forbindelse med sporviddejustering og ikke ved sporjustering.

Note 11.3.1-1.

For de målevogne/-dræsiner, sporvedligeholdelsesmaskiner og den måletrolje, der p.t. anvendes ved Banedanmark, kan de specifikke vejledende oversigter i afsnit 15.1 – 15.3 anvendes.

Note 11.3.1-2.

Meget små afvigelser efter udført sporjustering er ofte et ønske for at opnå længere intervaller mellem sporjusteringer og dermed også en længere levetid af selve sporet. I udbuds- og kontraktsituationer kan dette f.eks. gøres ved at forlange tolerancer for sporjustering overholdt til en højere kvalitetsklasse i fejlklasse 0 og 1, end der reelt gælder for det pågældende strækingsafsnit.

Note 11.3.1-3.

Sporviddevariation er ikke direkte sikkerhedsrelateret, såfremt punktfejl i sideretningen af begge skinner overholder maksimalværdierne. En relativ stor sporviddevariation er dog tegn på en eller flere svagheder i sporkonstruktionen så som slidte befæstelser, svækkede mellemstænger i tobloksveller eller rådne træsveller. Sådanne svagheder i sporkonstruktionen kan i værste tilfælde føre til brister i sporkonstruktionen, hvorfor sporviddevariationer i fejlklasse 3 er kravsat til at skulle udbedres som øvrige punktfejl i klasse 3.

Såfremt der konstateres uhensigtsmæssige forhold vedrørende togenes kørsel i sporet i form af hunting eller sinuskørsel, selvom sporet overholder kravene vedrørende sporvidde i henhold til tabel 11.3.2-2 eller 11.3.3-2, skal Banedanmarks normansvarlige sektionschef foranledige, at Banedanmark i samarbejde med den pågældende togoperatør gennemfører en undersøgelse for at fastlægge årsagen hertil. Dette med henblik på en afhjælpning af de uhensigtsmæssige forhold.

Note 11.3.1-4.

Med hensyn til konstatering af uhensigtsmæssige forhold vedrørende togenes kørsel i sporet i form af hunting eller sinuskørsel henvises til reglerne i [18].

11.3.2 Normer for punktfejl ved anvendelse af målevogn/-dræsine

Figur 11.3.2-1. Normer for **punktfejl** vedr. *overhøjde og vridning, ved anvendelse af målevogn/-dræsine*

Kva- litets- klas- se	Hastighed	Overhøjdens afvigelse fra projekteret					Vridning målebase														
							1,5 m / 2 m		2,5 m / 3 m				6 m		9 m		12 m		15 m		
	[Km/h]	Projekteret overhøjde til spids [mm]					0-linje til spids ²⁾ [mm/m]														
							Fejlklasse					Fejlklasse		Fejlklasse				Fejlklasse		Fejlklasse	
0	1	3 ¹⁾	4 ¹⁾	Max ¹⁾	4	Max	0 ²⁾	1 ²⁾	3	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max
A1	200<V≤250	2	3	12	15	20	4,0	7,0	1,0	1,0	2,0	3,0	5,0	3,0	5,0	2,8	4,8	2,8	4,4	2,8	4,0
A	160<V≤200	2	3	12	15	20	4,0	³⁾ 6,0/ 7,0	1,0	1,0	2,0	3,0	³⁾ 6,0/ 7,0	3,0	³⁾ 4,0/ 5,5	2,8	3,3/ 4,8	2,8	3,0/ 4,4	2,8	3,0/ 4,0
B	120<V≤160	3	4	12	15	20	4,0		1,0	1,5	2,5	3,5									
C	80<V≤120	3	4	12	15	20	4,0		1,0	1,5	2,5	4,0									
D	40<V≤80	3	5	12	15	20	4,0		1,5	1,5	3,0	4,0									
E	V≤40	3	5	12	15	20	4,0		1,5	1,5	3,0	4,0									
S		3	5	12	15	20	4,0		1,5	1,5	3,0	4,0									

- 1: For projekteret overhøjde $h > 150$ mm gælder dog, at overhøjder i drift > 170 mm skal betragtes som afvigelser i fejlklasse Max.
- 2: For fejlklasse 0 og 1 er grænseværdien gældende fra middellinje til spids. For fejlklasse 0 og 1 er værdien dog 2,0 mm/m ved sporskifters krydsning.
- 3: Førstnævnte værdi gælder for kurver, hvor $h > (R-100)/2$, mens sidstnævnte gælder i øvrige tilfælde. For yderligere vejledning henvises til afsnit 16.

Figur 11.3.2-2. Normer for **punktfejl** vedr. *højderetning, sideretning og sporvidde, ved anvendelse af målevogn/-dræsine*

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Højderetning ⁷⁾ $\lambda=3-25$ m					Sideretning ⁷⁾ $\lambda=3-25$ m					Højderetning & Sideretning $\lambda=25-70$ m			Sporvidde Punktfejl ⁴⁾					Sporvidde middel målt over 100 m	
		Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]			1435 ⁵⁾ til spids [mm]					1435 til spids [mm]	
		Fejlklasse					Fejlklasse					Fejlklasse			Fejlklasse					Fejlklasse	
		0	1	3	4	Max	0	1	3	4	Max	3	4	Max	0	1	3	4	Max/Min	3	Min
A1	200<V≤250	2,0x	3,0x	4x	6x	10x	2,0y	3,0y	4y	5y	8y	6	12	20	±2	+4/-2	+8/-3	+10/-3	+28/-5	-3 ⁶⁾	-3 ⁶⁾
A	160<V≤200	2,0x	3,0x	6x	8x	12x	2,0y	3,0y	4y	6y	9y	9	16	24	±2	+5/-2	+10/-5	+15/-5	+28/-7	-5	-5
B	120<V≤160	3,0x	3,5x	7x	9x	13x	2,0y	3,5y	6y	8y	10y	11			±2	+5/-2	+15/-6	+20/-6	+35/-8	-5	-5
C	80<V≤120	3,0x	3,5x	8x	10x	16x	2,0y	3,5y	7y	9y	13y	12			±3	+5/-3	+15/-7	+25/-7	+35/-9	-5	-5
D	40<V≤80	4,0x	5,0x	10x	12x	21x	3,5y	5,0y	9y	11y	18y	15			±3	+7/-3	+20/-7	+30/-7	+35/-9	-5	-5
E	V≤40	4,0x	5,0x	10x	15x	31x	3,5y	5,0y	10y	12y	25y ⁸⁾				±3	+7/-3	+20/-7	+30/-7	+35/-9		
S		4,0x	5,0x	10x	15x	31x	3,5y	5,0y	10y	12y	25y ⁸⁾				±3	+7/-3	+25/-7	+33/-7	+35/-9		

- 4: For sporviddevariation målt fra spids til spids over 10 meter gælder, at indgrebsgrænsen i fejlklasse 3 er 12 mm uanset kvalitetsklasse.
- 5: I kurver med radius $R < 190$ m skal plustolerancerne i fejlklasse 0 og 1 samt minustolerancerne i alle fejlklasser ses i forhold til en sporvidde på 1435 mm plus tillæg som følge af sporudvidelse i henhold til [9]. Plustolerancerne i fejlklasse 3, 4 og Max skal dog altid ses i forhold til 1435 mm.
- 6: Værdien er gældende for hastighedsintervallet $200 < V \leq 230$ km/h. For hastighedsintervallet $230 < V \leq 250$ km/h er værdien - 2.
- 7: Med hensyn til størrelsen af korrektionsfaktorerne x og y henvises til afsnit 11.2.
- 8: Værdien er alene gældende for spor, hvor elementlængden af ret spor/curve er $\lambda > 25$ m.

11.3.3 Normer for punktfejl ved anvendelse af sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje og manuelt

Figur 11.3.3-1. Normer for punktfejl vedr. <i>overhøjde og vridning</i> , for sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje & manuelt																					
Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Overhøjdens afvigelse fra projekteret					Vridning målebase														
							1,5 m / 2 m		2,5 m / 3 m				6 m		9 m		12 m		15 m		
		Projekteret overhøjde til spids [mm]					0-linje til spids ¹⁾ [mm/m]														
							Fejlklasse					Fejlklasse		Fejlklasse				Fejlklasse		Fejlklasse	
		0	1	3	4	Max	4	Max	0 ¹⁾	1 ¹⁾	3	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max
A1	200<V≤250	2	3						1,0	1,0											
A	160<V≤200	2	3						1,0	1,0											
B	120<V≤160	3	4						1,0	1,5											
C	80<V≤120	3	4						1,0	1,5											
D	40<V≤80	3	5						1,5	1,5											
E	V≤40	3	5						1,5	1,5											
S		3	5	10	13	17			1,5	1,5	2,5 ²⁾	3,3 ²⁾	6,0 ²⁾								

1: For fejlklasse 0 og 1 er grænseværdien gældende fra middellinje til spids. For fejlklasse 0 og 1 er værdien dog 2,0 mm/m ved sporskifters krydsning.

2: Værdierne er baseret på, at skinnernes indbyrdes højdebeliggenhed skal måles pr. 2,5 m / 3 m i ubelastet tilstand.

Figur 11.3.3-2. Normer for **punktfejl** vedr. *højderetning, sideretning og sporvidde*, for sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje & manuelt

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Højderetning ⁷⁾ $\lambda=3-25$ m Måling pr. 5 m					Sideretning ^{3,7)} $\lambda=3-25$ m Måling pr. 5 m					Højderetning & Sideretning $\lambda=25-70$ m			Sporvidde Punktfejl ⁴⁾					Sporvidde middel målt over 100 m	
		Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]			1435 ⁵⁾ til spids [mm]					1435 til spids [mm]	
		Fejlklasse					Fejlklasse					Fejlklasse			Fejlklasse					Fejlklasse	
		0	1	3	4	Max	0	1	3	4	Max	3	4	Max	0	1	3	4	Max/Min	3	Min
A1	200<V≤250	2,0x	3,0x				2,0y	3,0y	4y	5y	8y				±2	+4/-2	+8/-3	+10/-3	+28/-5	-3 ⁶⁾	-3 ⁶⁾
A	160<V≤200	2,0x	3,0x				2,0y	3,0y	4y	6y	9y				±2	+5/-2	+10/-5	+15/-5	+28/-7	-5	-5
B	120<V≤160	3,0x	3,5x				2,0y	3,5y	6y	8y	10y				±2	+5/-2	+15/-6	+20/-6	+35/-8	-5	-5
C	80<V≤120	3,0x	3,5x				2,0y	3,5y	7y	9y	13y				±3	+5/-3	+15/-7	+25/-7	+35/-9	-5	-5
D	40<V≤80	4,0x	5,0x				3,5y	5,0y	9y	11y	18y				±3	+7/-3	+20/-7	+30/-7	+35/-9	-5	-5
E	V≤40	4,0x	5,0x				3,5y	5,0y	10y	12y	25y ⁸⁾				±3	+7/-3	+20/-7	+30/-7	+35/-9		
S		4,0x	5,0x	9x	13x	26x	3,5y	5,0y	10y	12y	25y ⁸⁾				±3	+7/-3	+25/-7	+33/-7	+35/-9		

3: Sideretningen for kvalitetsklasse S i fejlklasse 4 og Max skal kontrolleres på steder, hvor der kan konstateres synlige fejl. Afvigelsen skal måles, hvor fejlen synes størst og på begge sider af dette sted i afstanden 5 meter. I kurver skal måles på sporets yderste skinnestreg.

4: For sporviddevariation målt fra spids til spids over 10 meter gælder, at indgrebsgrænsen i fejlklasse 3 er 12 mm uanset kvalitetsklasse.

5: I kurver med radius $R < 190$ m skal plustolerancerne i fejlklasse 0 og 1 samt minustolerancerne i alle fejlklasser ses i forhold til en sporvidde på 1435 mm plus tillæg som følge af sporudvidelse i henhold til [9]. Plustolerancerne i fejlklasse 3, 4 og Max skal dog altid ses i forhold til 1435 mm.

6: Værdien er gældende for hastighedsintervallet $200 < V \leq 230$ km/h. For hastighedsintervallet $230 < V \leq 250$ km/h er værdien - 2.

7: Med hensyn til størrelsen af korrektionsfaktorerne x og y henvises til afsnit 11.2.

8: Værdien er alene gældende for spor, hvor elementlængden af ret spor/curve er $\lambda > 25$ m.

11.4 Normer for standardafvigelse

Der er fastsat normer for afvigelser fra den tilsigtede sporgeometri vedrørende følgende:

- Standardafvigelse i højderetningen baseret på gennemsnittet af samhörørende afvigelser i højre og venstre skinne beregnet for hvert sporafsnit à 200 m [mm].
- Standardafvigelse i sideretningen baseret på gennemsnittet af samhörørende afvigelser i højre og venstre skinne beregnet for hvert sporafsnit à 200 m [mm].

Standardafvigelse i højde- og sideretningen skal beregnes ud fra målte punktfejl i henholdsvis højde- og sideretningen for bølgelængder i intervallet $\lambda=3-25$ m i henhold til afsnit 11.3.1.

Note 11.4-1.

En lav standardafvigelse i højde- og/eller sideretningen indebærer, at sporkvaliteten i henholdsvis højde- og/eller sideretningen er god, men at der kan forekomme enkelte store punktfejl.

Normer for standardafvigelse i højde- og sideretning ved anvendelse af målevogn/-dræsine eller måletrolje fremgår af figur 11.4-1. Der er ikke fastsat normer for standardafvigelser i forbindelse med udførelse af målinger med sporvedligeholdelsesmaskiner eller manuelle målinger.

Figur 11.4-1. Normer for standardafvigelse i <i>højde- og sideretning</i> for sporafsnit à 200 m, ved anvendelse af målevogn/-dræsine			
Kvalitets- klasse	Hastighed	Højderetning (σ_H) $\lambda=3-25$ m	Sideretning (σ_P) $\lambda=3-25$ m
	[Km/h]	Middellinje til spids [mm]	Middellinje til spids [mm]
		Fejlkasse 3	Fejlkasse 3
A1	200<V≤250	0,80x	0,70y
A	160<V≤200	0,95x	0,80y
B	120<V≤160	1,10x	1,00y
C	80<V≤120	1,40x	1,20y
D	40<V≤80	1,80x	1,50y
E	V≤40	1,80x	1,50y
S		3,60x	3,00y

Med hensyn til størrelsen af korrektionsfaktorerne x og y , der fremgår af figur 11.4-1, henvises til afsnit 11.2.

Note 11.4-2.

For kvalitetsklasse A1, A, B, C og D bør hastigheden overvejes reduceret, såfremt grænseværdierne i fejlkasse 3 for enten højde- eller sideretning i figur 11.4-1 overskrides med mere end 100 %. Dette med henblik på at undgå u hensigtsmæssigt store sporkræfter, der kan føre til permanente deformationer af sporkomponenterne.

Note 11.4-3.

For de målevogne/-dræsiner, der ved på udgivelsesdatoen af Banenormen anvendes ved Banedanmark, kan de specifikke vejledende oversigter i afsnit 15.1 - 15.3 anvendes.

12. BN1, FORBEREDELSE OG UDFØRELSE AF JUSTERINGSARBEJDER

12.1 Udvælgelse af sporafsnit til justering

Udvælgelse af sporafsnit til justering skal ske på baggrund af de i afsnit 11.3 og 11.4 anførte grænseværdier.

Ensidig sideflytning af spor ændrer spændingsudligningstemperaturen i skinnerne. Hvis der findes afvigelser for punktfejl i sideretningen med bølgelængder i intervallet $\lambda = 3 - 25$ m eller $\lambda = 25 - 70$ m større end ± 25 mm, skal der inden justeringen kontrolleres for påvirkningerne heraf mht. korrekt spændingsudligningstilstand i henhold til krav i [7].

Note 12.1-1.

Sporafsnit, der giver anledning til et behov for sporjustering hvert 3. år eller hyppigere for at overholde kravene i afsnit 11.3 og 11.4, bør undersøges nærmere. Dette med henblik på at vurdere, om der er behov for supplerende vedligeholdelses- eller fornyelsesaktiviteter.

Note 12.1-2.

Der henvises til BN2-normafsnit 13.1 "Forberedelse af justeringsarbejder" og 13.2 "Tekniske krav ved udførelse af sporjustering".

12.2 Krav til løft og sidetrækning af spor i forbindelse med udførelse af sporjustering

Krav til løft og sidetrækning af sporet i forbindelse med udførelse af arbejdsjustering, opfølgingsjustering, slutjustering, 1 års justering og vedligeholdelsesjustering er beskrevet i det følgende.

Ved udførelse af arbejdsjustering gælder følgende krav:

- Spor på beton- og træsveller må maksimalt løftes 70 mm i alt ved en eller flere justeringer, med mindre sporet belastes med mindst 75.000 bruttoton togvægt, for

hver 70 mm sporet løftes. Ved løft større end 25 mm pr justering, skal anvendes 2 gange indsats med stoppehamrene.

- Spor på stålsveller må maksimalt løftes 25 mm i alt ved en eller flere justeringer, med mindre sporet belastes med mindst 1.000 bruttoton togvægt, for hver 25 mm sporet løftes. På denne vis må sporet maksimalt løftes 70 mm i alt med mindre sporet belastes med mindst 75.000 bruttoton togvægt.
- Spor på stålsveller må maksimalt sidetrækkes 20 mm i alt ved en eller flere justeringer, med mindre sporet belastes med mindst 1.000 bruttoton togvægt, for hver 20 mm sporet sidetrækkes.

Note 12.2-1.

Ved udførelse af arbejdsjustering er der for spor på beton- og træsveller ikke fastsat krav til maksimal sidetrækning af sporet.

Ved udførelse af 1. og 2. opfølgingsjustering gælder følgende krav:

- Spor på beton-, træ- og stålsveller må maksimalt løftes 25 mm og sidetrækkes 20 mm ved hver justering.

Ved udførelse af slutjustering, 1 års justering og vedligeholdelsesjustering gælder følgende krav:

- Spor på beton- og træsveller må maksimalt løftes 40 mm i alt ved en eller flere justeringer, med mindre sporet belastes med mindst 25.000 og 75.000 bruttoton togvægt for henholdsvis beton- og træsveller, for hver 40 mm sporet løftes. Ved løft større end 25 mm pr justering, skal anvendes 2 gange indsats med stoppehamrene.
- Spor på stålsveller må maksimalt løftes 25 mm i alt ved en eller flere justeringer, med mindre sporet belastes med mindst 75.000 bruttoton togvægt, for hver 25 mm sporet løftes.
- Spor på beton- og træsveller må maksimalt sidetrækkes 30 mm i alt ved en eller flere justeringer, med mindre sporet belastes med mindst 25.000 og 75.000 bruttoton togvægt for henholdsvis beton- og træsveller, for hver 30 mm sporet sidetrækkes. Ved sidetræk større end 20 mm pr justering, skal anvendes 2 gange indsats med stoppehamrene.
- Spor på stålsveller må maksimalt sidetrækkes 20 mm i alt ved en eller flere justeringer.

Note 12.2-2.

Ved udførelse af sporjustering af spor på beton- og træsveller bør det tilstræbes, at sporet mindst løftes 10 mm.

Note 12.2-3.

For spor på stålsveller kan sporjusteringsarbejder med fordel afsluttes med yderligere en justering med det formål at forbedre udfyldningen og stabiliteten af ballasten i svelletruget. Behov identificeres via de borede huller i svellerne ud for skinnebefæstelserne, eller når der ved justeringen konstateres problemer med at fylde svelletruget på midten. Arbejdet udføres ved at presse ballasten ind under stålsvellerne ved et minimalt løft af sporet (ca. 5 mm) eller ved anvendelse af sporskiftejusteringsmaskine.

Note 12.2-4.

Med hensyn til effekten af dynamisk stabilisering i forbindelse med udførelse af sporjustering henvises til afsnit 12.5.1.

12.3 Dokumentation for udførelse af sporjustering

I forbindelse med udførelse af sporjustering samt ved sporarbejder, der påvirker sporets relative beliggenhed, skal arbejdet kontrolleres med målevogn/-dræsine, sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje eller manuelt. For målevogn/-dræsine gælder krav i afsnit 11.3.2, mens krav i afsnit 11.3.3 gælder for sporvedligeholdelsesmaskiner, måletrolje og manuelt.

Dokumentationen skal omfatte sporstykket, hvor der har været gennemført sporjustering eller sporarbejder samt 25 m spor herudover til begge sider for at dokumentere sporbeliggenheden i afslutningspunkterne.

Note 12.3-1.

For krav til dokumentation af sporvidde efter sporarbejder henvises til kravene i sidste tekstafsnit før note 11.3.1-1.

Ved afslutningen af sporjustering skal der f.eks. foreligge dokumentation for overholdelse af tolerancekravene:

- I henhold til [10], hvor der er etableret fast afmærkning af sporets tracé.
- I henhold til [12], for at det nødvendige fritrumsprofil er til stede.
- I henhold til [13] for indbyrdes placering af spor og perron.

12.4 Specifikke tidsmæssige krav til udførelse af sporjustering efter sporfornyelse og nyanlæg

I forbindelse med udførelse af sporfornyelse og nyanlæg i hoved- og togvejsspor er der fastsat specifikke tidsmæssige krav til udførelse af sporjustering. Disse krav er angivet i det følgende:

For hoved- og togvejsspor:

- Under arbejdes udførelse skal der være udført en eller flere arbejdsjusteringer, hvor sidste arbejdsjustering skal overholde kvalitetskravene i fejlklasse 1.
- Efter udførelsen af sidste arbejdsjustering og senest ved ibrugtagning til drift skal der være udført en 1. opfølgingsjustering og en 2. opfølgingsjustering, der begge overholder kvalitetskravene i fejlklasse 1.
- Slutjustering skal for hoved- og gennemgående togvejsspor udføres 1 – 2 måneder efter udførelsen af 2. opfølgingsjustering. For øvrige togvejsspor er den tilsvarende tidsgrænse 3 – 6 måneder.
- 1 års justering skal udføres 9 – 15 måneder efter udførelsen af slutjustering.

For spor i overkørsler tillades slutjustering og 1 års justering erstattet af målinger, der overholder kravene i henhold til afsnit 10. Sporjustering skal gennemføres, hvis målingerne viser et vedligeholdelsesmæssigt behov for indgreb i henhold til normer for punktfejl i henhold til afsnit 11.3.

For sidespor:

- Under arbejdes udførelse skal der være udført en eller flere arbejdsjusteringer, hvor sidste arbejdsjustering skal overholde kvalitetskravene i fejlklasse 1.
- Efter udførelsen af sidste arbejdsjustering og senest ved ibrugtagning til drift skal der være udført en 1. opfølgingsjustering og en 2. opfølgingsjustering, der begge overholder kvalitetskravene i fejlklasse 1.
- Slutjustering skal udføres 3 – 6 måneder efter udførelsen af 2. opfølgingsjustering.

For spor i overkørsler tillades slutjustering erstattet af en måling, der overholder kravene i henhold til afsnit 10. Sporjustering skal gennemføres, hvis målingen viser et vedligeholdelsesmæssigt behov for indgreb i henhold til normer for punktfejl i henhold til afsnit 11.3.

Note 12.4-1.

For sidespor kræves der ingen 1 års justering. Sporet overgår til almindelig drift efter slutjusteringen.

Note 12.4-2.

Det bør tilstræbes, at arbejdsjusteringer ved sporfornyelse og nyanlæg udføres hurtigst muligt efter selve sporlægningen, og at sporgeometrien kommer til at overholde kvalitetskrav ved ibrugtagning.

Note 12.4-3.

For øvrige regler i forbindelse med sporskifters bygning og indlægning samt for disse reglers relation til sporjustering henvises til [5].

12.5 Største hastighed efter udført sporjustering m.v. i relation til sporets stabilisering

12.5.1 Generelt vedrørende sporets stabilitet

Efter udført justering er sporets stabilitet nedsat, da ballasten omkring svellerne løsnes ved justeringsarbejde. Derfor er sporet mere sårbart over for togenes påvirkninger, end når sporet er fuldt stabiliseret.

Note 12.5.1-1.

Med hensyn til sideforskydningsmodstanden efter udført justeringsarbejde kan denne være så lav som ca. 50 % af modstanden for et fuldt stabiliseret spor.

Generelt anses spor og sporskifter at have opnået fuld stabilitet efter en belastning svarende til 100.000 bruttoton togvægt. Dette kan dog ikke regnes at gælde blødbundssteder og steder, hvor der har været grove fejl i højde- og sideretningen.

Indsats en gang med dynamisk stabiliseringsmaskine umiddelbart efter udførelse af sporjustering skal modsvare en belastning på mindst $T = 75.000$ bruttoton togvægt.

12.5.2 Største hastighed efter udført sporjustering

Den maksimalt tilladelige hastighed efter udført sporjustering fremgår af figur 12.5.2-1. Kravene i figur 12.5.2-1 skal dog ses i sammenhæng med reglerne anført i [6].

Figur 12.5.2-1. Største hastighed ¹⁾ efter udført sporjustering m.v. i afhængighed af sporets belastning.						
Type af sporjustering	Type af sveller	Belastning i bruttoton togvægt				
		T<25.000	25.000≤T<50.000	50.000≤T<75.000	75.000≤T<100.000	T≥100.000
Under arbejdets udførelse/efter arbejdsjustering og 1. opfølgingsjustering	Alle typer	V≤40 km/h				
Efter 2. opfølgingsjustering ²⁾	Beton-sveller	V≤80 km/h	V≤120 km/h	V≤120 km/h	V≤120 km/h	Gældende strækningshastighed
	Træ- og stålsveller	V≤80 km/h	V≤80 km/h	V≤80 km/h	V≤120 km/h	Gældende strækningshastighed
Efter slutjustering, 1 års justering og vedligeholdelsesjustering ²⁾	Beton-sveller	V≤160 km/h	Gældende strækningshastighed			
	Træ- og stålsveller	V≤160 km/h	V≤160 km/h	V≤160 km/h	Gældende strækningshastighed	

- 1: Med hensyn til krav vedrørende ballastprofilen for spor i drift henvises til regler i [8]. Såfremt disse krav ikke kan opfyldes, gælder, at hastigheden skal fastsættes til maksimalt 40 km/h.
- 2: Den anførte hastighed forudsætter, at sporet er svejst, og at der er udført spændingsudligning. Det er dog, uanset at spændingsudligningen ikke er foretaget, tilladt at hæve til fuld hastighed, såfremt denne på ny nedsættes til maksimalt 80 km/h i perioder, hvor skinnetemperaturen kan forventes at overstige 40 °C. Med hensyn til hastighedskrav som følge af eventuel manglende udført spændingsudligning henvises til regler i [7].

Den i figur 12.5.2-1 angivne største hastighed "efter 2. opfølgningsjustering" er ligeledes gældende i forbindelse med følgende sporarbejder:

- Udskiftning eller regulering af 6 stk. eller flere sveller i sammenhæng.
- Gennemgående svelleregulering.

Den i figur 12.5.2-1 angivne største hastighed "efter slutjustering, 1 års justering og vedligeholdelsesjustering" er ligeledes gældende i forbindelse med følgende sporarbejder:

- Udskiftning eller regulering af 1 – 5 stk. sveller i sammenhæng, såfremt der er mindst 20 uberørte sveller på begge sider af denne gruppe på 1 – 5 sveller.
- Kabelpløjning i ballastprofilet.

Note 12.5.2-1.

Det er ofte af økonomiske hensyn fordelagtigt at udføre dynamisk stabilisering i forbindelse med udførelse af sporjustering uanset strækningshastigheden, da holdbarheden af sporjusteringen i sådanne tilfælde ofte vil være markant bedre.

13. BN2, FORBEREDELSE OG UDFØRELSE AF JUSTERINGSARBEJDER.

13.1 Forberedelse af justeringsarbejder

Justering af sporet har til formål at opretholde en given sporkvalitet ved at udbedre fejl i højde- og sideretningen samt at stabilisere sporet.

Højde- og sidejustering skal altid udføres samtidigt.

Forud for en justering skal der foretages en vurdering af behovet for følgende arbejder i henhold til de specifikke regler herfor:

- Ballastsupplering og ballastfordeling
- Efterspænding
- Stødforbedring
- Udvekslinger
- Sporviddekorrektur
- Svejsearbejder

Note 13.1-1.

Vejelementer fra overkørsler og overgange samt togkontrolelementer skal efter behov fjernes forud for en justering og genetableres efter justeringens udførelse.

Forarbejder i sporskifter skal udføres i overensstemmelse med reglerne i henhold til [5], mens forarbejder i spor kan ske i henhold til vejledningen i afsnit 17.1.

13.2 Tekniske krav ved udførelse af sporjustering

I forbindelse med højdejustering af sporet gælder, at en midlertidig rampe mellem et løftet og et uløftet spor maksimalt må have en stigning på 1,5 o/oo. Den endelige rampe må ved arbejdets slutning maksimalt have en stigning på 1,0 o/oo.

Sporjustering skal udføres efter 3-punkts- eller 4-punktsmetoden i henhold til følgende regler:

- 3-punktsmetoden skal anvendes, hvor der er etableret fast afmærkning af sporets tracé i henhold til [10] og på ret spor, hvor der ikke er etableret fast afmærkning af sporets tracé.
- 4-punktsmetoden skal anvendes i kurver og overgangskurver, hvor der ikke er etableret fast afmærkning af sporets tracé.

For de kvalitetsmæssige krav efter sporjustering henvises til afsnit 11.1.1.

Note 13.2-1.

På delstrækninger, hvor der er etableret fast afmærkning af sporets tracé, skal det sikres, at tolerancekravene i henhold til [10] er overholdt. Ved afslutningen af en sporjustering skal det sikres, at fritrumsprofilen i henhold til [11] er til stede. Ved afslutningen af en sporjustering langs perroner skal det sikres, at tolerancekravene for den indbyrdes placering af spor og perron i henhold til [13] er overholdt.

Udførelse af sporskiftejustering skal omfatte en justering af både stamspor og afvigende gren. Udførelse af sporskiftejustering skal ligeledes omfatte en understopning af drevsvelerne i hele deres længde, uanset om dette gøres maskinelt eller manuelt.

Ved justering gennem langtømmeret skal begge grene af sporskiftet løftes samtidigt for at undgå vridninger i sporet. Ved justering af sporskifter med betonsveller skal anvendes stoppemaskine med hævebom, således at begge grene af sporskiftet løftes maskinelt.

Note 13.2-2.

Ved afslutningen af en sporskiftejustering skal det straks kontrolleres, at tungerne hviler på samtlige glidestole, og at drevet fungerer tilfredsstillende. Eventuelle fejl skal rettes inden ibrugtagning. Der henvises til regler i [5]. Udførelse af justering i spor og sporskifter kan ske i henhold til vejledningen i henholdsvis afsnit 17.2 og 17.3.

14. BN2, KRAV TIL SPORETS OVERORDNEDE KVALITET

14.1 Krav til standardafvigelser i højde- og sideretning

Af sporpolitiske årsager er der fastsat krav til sporets overordnede kvalitet baseret på standardafvigelser i højde- og sideretningen.

Kvalitetskravet for hver baneprioritet rød bane, grøn bane og blå bane er, at mindst 80 % af alle sporafsnit à 200 m skal opfylde kravene vedrørende standardafvigelse i både højde- og sideretning i figur 14.1-1. En oversigt over røde, grønne og blå baner er grafisk illustreret i afsnit 18.

Kvalitetskravet for hver baneprioritet skal alene opfyldes for hoved- og gennemgående togvejsspor. Kvalitetskravet for hver baneprioritet er gældende for den seneste udførte måling hvert kalenderår iht. afsnit 10.4.1, mens der ikke er fastsat krav ved de øvrige målinger.

Figur 14.1-1. Kvalitetskrav for det enkelte sporafsnit à 200 m vedr. **standardafvigelse i højde- og sideretning, ved anvendelse af målevogn/-dræsine**

Kvalitets- klasse	Hastighed	Højderetning (σ_H) $\lambda=3-25$ m	Sideretning (σ_P) $\lambda=3-25$ m
	[Km/h]	Middellinje til spids [mm]	Middellinje til spids [mm]
A1	$200 < V \leq 250$	1,00x	0,70y
A	$160 < V \leq 200$	1,20x	0,80y
B	$120 < V \leq 160$	1,40x	1,00y
C	$80 < V \leq 120$	1,80x	1,20y
D	$40 < V \leq 80$	2,30x	1,50y
E	$V \leq 40$		
S			

Med hensyn til størrelsen af korrektionsfaktorerne x og y, der fremgår af figur 14.1-1, henvises til afsnit 11.2.

Note 14.1-1.

Som retningslinje kan målsætningen for røde, grønne og blå baner forventes opfyldt, såfremt der udføres sporjustering i henhold til normer for punktfejl og standardafvigelse i henholdsvis afsnit 11.3 og 11.4.

14.2 Krav til antal punktfejl i fejlklasse 4

Af komfortmæssige årsager er der fastsat krav til sporets overordnede kvalitet baseret på det gennemsnitlige antal steder med punktfejl i klasse 4 målt pr. km spor. Ved antal steder forstås i nærværende sammenhæng sporafsnit med en længde på indtil 10 meter.

Kvalitetskravet for hver baneprioritet er:

- Rød bane : maksimalt 0,5 klasse 4 fejl i gennemsnit pr. km spor
- Grøn bane : maksimalt 0,7 klasse 4 fejl i gennemsnit pr. km spor
- Blå bane : maksimalt 0,7 klasse 4 fejl i gennemsnit pr. km spor

En oversigt over røde, grønne og blå baner er grafisk illustreret i afsnit 18.

Kvalitetskravet for hver baneprioritet skal alene opfyldes for hoved- og gennemgående togvejsspor. Kvalitetskravet skal alene opfyldes for punktfejl vedrørende højderetning, vridning og sideretning i henhold til afsnit 11.3. Kvalitetskravet for hver baneprioritet er gældende ved alle målinger iht. afsnit 10.4.1.

14.3 Krav til antal punktfejl i fejlklasse Max

For at kunne overvåge, at sporets tilstand ikke når et uacceptabelt niveau, er der for hver baneprioritet fastsat et overordnet krav med hensyn til det maksimale antal punktfejl i fejlklasse Max. Ved konstatering af fejl i fejlklasse Max/Min skal dog ageres i henhold til kravene i afsnit 11.1.2.

Kravet for hver baneprioritet er:

- Rød bane : maksimalt 1,5 Max-fejl i gennemsnit pr. 100 km spor
- Grøn bane : maksimalt 2,0 Max-fejl i gennemsnit pr. 100 km spor
- Blå bane : maksimalt 3,0 Max-fejl i gennemsnit pr. 100 km spor

En oversigt over røde, grønne og blå baner er grafisk illustreret i afsnit 18.

Kravet for hver baneprioritet skal alene opfyldes for hoved- og gennemgående togvejsspor. Kravet skal alene opfyldes for punktfejl vedrørende højderetning, vridning og sideretning i henhold til afsnit 11.3. Kravet for hver baneprioritet er gældende ved alle målinger iht. afsnit 10.4.1.

15. BN3, OVERSIGTER VEDRØRENDE PUNKTFEJL OG STANDARDAFVIGELSER FOR DE ENKELTE MÅLEVOGNE/-DRÆSINER

I de følgende underafsnit er angivet vejledende oversigter vedrørende punktfejl og standardafvigelser for de målevogne/-dræsiner der p.t. anvendes ved Banedanmark. Disse målevogne/-dræsiner er følgende:

- Målevognene STRIX, IMV100, IMV200 og UFM120

Endvidere er angivet en vejledende oversigt for måling af punktfejl med sporvedligeholdelsesmaskiner samt punktfejl og standardafvigelser for måletrolje Krab.

15.1 Normer for punktfejl og standardafvigelse ved anvendelse af målevognene STRIX, IMV100, IMV200 & UFM120

Figur 15.1-1. Normer for **punktfejl** vedr. *overhøjde og vridning*, for målevognene STRIX, IMV100, IMV200 & UFM120

Kva- litets- klas- se	Hastighed	Overhøjdens afvigelse fra projekteret					Vridning målebase														
							2 m		3 m				6 m		9 m		12 m		15 m		
	[Km/h]	Projekteret overhøjde til spids [mm]					0-linje til spids ²⁾ [mm/m]														
							Fejlklasse					Fejlklasse		Fejlklasse				Fejlklasse		Fejlklasse	
0	1	3 ¹⁾	4 ¹⁾	Max ¹⁾	4	Max	0 ²⁾	1 ²⁾	3	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max
A1	200<V≤250	2	3	12	15	20	4,0	7,0	1,0	1,0	2,0	3,0	5,0	3,0	5,0	2,8	4,8	2,8	4,4	2,8	4,0
A	160<V≤200	2	3	12	15	20	4,0	3) 6,0/ 7,0	1,0	1,0	2,0	3,0	3) 6,0/ 7,0	3,0	3) 4,0/ 5,5	2,8	3,3/ 4,8	2,8	3,0/ 4,4	2,8	3,0/ 4,0
B	120<V≤160	3	4	12	15	20	4,0		1,0	1,5	2,5	3,5									
C	80<V≤120	3	4	12	15	20	4,0		1,0	1,5	2,5	4,0									
D	40<V≤80	3	5	12	15	20	4,0		1,5	1,5	3,0	4,0									
E	V≤40	3	5	12	15	20	4,0		1,5	1,5	3,0	4,0									
S		3	5	12	15	20	4,0		1,5	1,5	3,0	4,0									

- 1: For projekteret overhøjde $h > 150$ mm gælder dog, at overhøjder i drift > 170 mm skal betragtes som afvigelser i fejlkasse Max.
- 2: For fejlkasse 0 og 1 er grænseværdien gældende fra middellinje til spids. For fejlkasse 0 og 1 er værdien dog 2,0 mm/m ved sporskifters krydsning.
- 3: Førstnævnte værdi gælder for kurver, hvor $h > (R-100)/2$, mens sidstnævnte gælder i øvrige tilfælde. For yderligere vejledning henvises til afsnit 16.

Figur 15.1-2. Normer for **punktfejl** vedr. *højderetning, sideretning og sporvidde*, for målevognene STRIX, IMV100, IMV200 & UFM120

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Højderetning $\lambda=3-25$ m					Sideretning $\lambda=3-25$ m					Højderetning & Sideretning $\lambda=25-70$ m			Sporvidde punktfejl ⁴⁾					Sporvidde middel målt over 100 m	
		Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]			1435 ⁵⁾ til spids [mm]					1435 til spids [mm]	
		Fejlkasse					Fejlkasse					Fejlkasse			Fejlkasse					Fejlkasse	
		0	1	3	4	Max	0	1	3	4	Max	3	4	Max	0	1	3	4	Max/Min	3	Min
A1	200<V≤250	2,0	3,0	4	6	10	2,0	3,0	4	5	8	6	12	20	±2	+4/-2	+8/-3	+10/-3	+28/-5	-3 ⁶⁾	-3 ⁶⁾
A	160<V≤200	2,0	3,0	6	8	12	2,0	3,0	4	6	9	9	16	24	±2	+5/-2	+10/-5	+15/-5	+28/-7	-5	-5
B	120<V≤160	3,0	3,5	7	9	13	2,0	3,5	6	8	10	11			±2	+5/-2	+15/-6	+20/-6	+35/-8	-5	-5
C	80<V≤120	3,0	3,5	8	10	16	2,0	3,5	7	9	13	12			±3	+5/-3	+15/-7	+25/-7	+35/-9	-5	-5
D	40<V≤80	4,0	5,0	10	12	21	3,5	5,0	9	11	18	15			±3	+7/-3	+20/-7	+30/-7	+35/-9	-5	-5
E	V≤40	4,0	5,0	10	15	31	3,5	5,0	10	12	25 ⁷⁾				±3	+7/-3	+20/-7	+30/-7	+35/-9		
S		4,0	5,0	10	15	31	3,5	5,0	10	12	25 ⁷⁾				±3	+7/-3	+25/-7	+33/-7	+35/-9		

- 4: For sporviddevariation målt fra spids til spids over 10 meter gælder, at indgrebsgrænsen i fejlkasse 3 er 12 mm uanset kvalitetsklasse.
- 5: I kurver med radius $R < 190$ m skal plustolerancerne i fejlkasse 0 og 1 samt minustolerancerne i alle fejlkasser ses i forhold til en sporvidde på 1435 mm plus tillæg som følge af sporudvidelse i henhold til [9]. Plustolerancerne i fejlkasse 3, 4 og Max skal dog altid ses i forhold til 1435 mm.
- 6: Værdien er gældende for hastighedsintervallet $200 < V \leq 230$ km/h. For hastighedsintervallet $230 < V \leq 250$ km/h er værdien - 2.
- 7: Værdien er alene gældende for spor, hvor elementlængden af ret spor/curve er $\lambda > 25$ m.

Figur 15.1-3. Normer for **standardafvigelse** i *højde- og sideretning* for sporafsnit à 200 m, for målevognene STRIX, IMV100, IMV200 & UFM120.

Kvalitets- klasse	Hastighed	Højderetning (σ_H) $\lambda=3-25$ m	Sideretning (σ_P) $\lambda=3-25$ m
	[Km/h]	Middellinje til spids [mm]	Middellinje til spids [mm]
		Fejlkasse 3	Fejlkasse 3
A1	$200 < V \leq 250$	0,80	0,70
A	$160 < V \leq 200$	0,95	0,80
B	$120 < V \leq 160$	1,10	1,00
C	$80 < V \leq 120$	1,40	1,20
D	$40 < V \leq 80$	1,80	1,50
E	$V \leq 40$	1,80	1,50
S		3,60	3,00

Note 15.1-1.

For kvalitetsklasse A1, A, B, C og D bør hastigheden overvejes reduceret, såfremt grænseværdierne i fejlkasse 3 for enten højde- eller sideretning i figur 15.1-3 overskrides med mere end 100 %. Dette med henblik på at undgå uhensigtsmæssigt store sporkræfter, der kan føre til permanente deformationer af sporkomponenterne.

15.2 Normer for punktfejl ved anvendelse af sporvedligeholdelsesmaskiner

Figur 15.2-1. Normer for punktfejl vedr. <i>overhøjde og vridning</i> , for sporvedligeholdelsesmaskiner																					
Kvalitetsklasse	Hastighed	Overhøjdens afvigelse fra projekteret					Vridning målebase														
							1,5 m / 2 m		3 m				6 m		9 m		12 m		15 m		
	[Km/h]	Projekteret overhøjde til spids [mm]					0-linje til spids ¹⁾ [mm/m]														
							Fejlklasse					Fejlklasse		Fejlklasse				Fejlklasse		Fejlklasse	
		0	1	3	4	Max	4	Max	0 ¹⁾	1 ¹⁾	3	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max
A1	200<V≤250	2	3						1,0	1,0											
A	160<V≤200	2	3						1,0	1,0											
B	120<V≤160	3	4						1,0	1,5											
C	80<V≤120	3	4						1,0	1,5											
D	40<V≤80	3	5						1,5	1,5											
E	V≤40	3	5						1,5	1,5											
S		3	5	10	13	17			1,5	1,5	2,5	3,3	6,0								

1: For fejlklasse 0 og 1 er grænseværdien gældende fra middellinje til spids. For fejlklasse 0 og 1 er værdien dog 2,0 mm/m ved sporskifters krydsning.

Figur 15.2-2. Normer for punktfejl vedr. <i>højderetning, sideretning og sporvidde</i> , for sporvedligeholdelsesmaskiner																					
Kvalitetsklasse	Hastighed	Højderetning Målebase 4,70/7,02 m 3,55/8,16 m; 3,90/5,85 m 4,00/6,00 m; 4,10/6,17 m					Sideretning ³⁾ Målebase 4,70/7,02 m 5,19/9,15 m; 3,90/5,85 m 4,00/6,00 m; 4,10/6,17 m					Højderetning & Sideretning $\lambda=25-70m$			Sporvidde punktfejl ⁴⁾					Sporvidde middel målt over 100 m	
		Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids[mm]			1435 ⁵⁾ til spids [mm]					1435 til spids [mm]	
															Fejlklasse					Fejlklasse	
		0	1	3	4	Max	0	1	3	4	Max	3	4	Max	0	1	3	4	Max/Min	3	Min
A1	200<V≤250	3,0	4,0				3,0	4,0	6	7	11				±2	+4/-2	+8/-3	+10/-3	+28/-5	-3 ⁶⁾	-3 ⁶⁾
A	160<V≤200	3,0	4,0				3,0	4,0	6	8	13				±2	+5/-2	+10/-5	+15/-5	+28/-7	-5	-5
B	120<V≤160	4,0	5,0				3,0	5,0	8	11	14				±2	+5/-2	+15/-6	+20/-6	+35/-8	-5	-5
C	80<V≤120	4,0	5,0				3,0	5,0	10	13	18				±3	+5/-3	+15/-7	+25/-7	+35/-9	-5	-5
D	40<V≤80	5,5	7,0				5,0	7,0	13	15	25				±3	+7/-3	+20/-7	+30/-7	+35/-9	-5	-5
E	V≤40	5,5	7,0				5,0	7,0	14	17	35 ⁷⁾				±3	+7/-3	+20/-7	+30/-7	+35/-9		
S		5,5	7,0	13	18	36	5,0	7,0	14	17	35 ⁷⁾				±3	+7/-3	+25/-7	+33/-7	+35/-9		

3: Sideretningen for kvalitetsklasse S i fejlklasse 4 og Max skal kontrolleres på steder, hvor der kan konstateres synlige fejl. Afvigelsen skal måles, hvor fejlen synes størst og på begge sider af dette sted i afstanden 5 meter. I kurver skal måles på sporets yderste skinnestreg.

4: For sporviddevariation målt fra spids til spids over 10 meter gælder, at indgrebsgrænsen i fejlklasse 3 er 12 mm uanset kvalitetsklasse.

5: I kurver med radius $R < 190$ m skal plustolerancerne i fejlklasse 0 og 1 samt minustolerancerne i alle fejlklasser ses i forhold til en sporvidde på 1435 mm plus tillæg som følge af sporudvidelse i henhold til [9]. Plustolerancerne i fejlklasse 3, 4 og Max skal dog altid ses i forhold til 1435 mm.

6: Værdien er gældende for hastighedsintervallet $200 < V \leq 230$ km/h. For hastighedsintervallet $230 < V \leq 250$ km/h er værdien - 2.

7: Værdien er alene gældende for spor, hvor elementlængden af ret spor/curve er $\lambda > 25$ m.

15.3 Normer for punktfejl ved anvendelse af måletrolje Krab

Figur 15.3-1. Normer for **punktfejl** vedr. *overhøjde og vridning*, for måletrolje Krab

Kva- litets- klas- se	Hastighed	Overhøjdens afvigelse fra projekteret					Vridning målebase														
							1,5 m / 2 m		3 m				6 m		9 m		12 m		15 m		
	[Km/h]	Projekteret overhøjde til spids [mm]					0-linje til spids ¹⁾ [mm/m]														
							Fejlklasse					Fejlklasse		Fejlklasse				Fejlklasse		Fejlklasse	
0	1	3	4	Max	4	Max	0 ¹⁾	1 ¹⁾	3	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max
A1	200<V≤250	2	3						1,0	1,0											
A	160<V≤200	2	3						1,0	1,0											
B	120<V≤160	3	4						1,0	1,5											
C	80<V≤120	3	4						1,0	1,5											
D	40<V≤80	3	5						1,5	1,5											
E	V≤40	3	5						1,5	1,5											
S		3	5	10	13	17			1,5	1,5	2,5 ²⁾	3,3 ²⁾	6,0 ²⁾								

1: For fejlkasse 0 og 1 er grænseværdien gældende fra middellinje til spids. For fejlkasse 0 og 1 er værdien dog 2,0 mm/m ved sporskifters krydsning.

2: Værdierne er baseret på, at skinnernes indbyrdes højdebeliggenhed skal måles pr. 2,5 m / 3 m i ubelastet tilstand.

Figur 15.3-2. Normer for **punktfejl** vedr. *højderetning, sideretning og sporvidde*, for måletrolje Krab

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Højderetning $\lambda=3-25$ m					Sideretning ³⁾ $\lambda=3-25$ m					Højderetning & Sideretning $\lambda=25-70$ m			Sporvidde punktfejl ⁴⁾					Sporvidde middel målt over 100 m	
		Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]			1435 ⁵⁾ til spids [mm]					1435 til spids [mm]	
		Fejlkasse					Fejlkasse					Fejlkasse			Fejlkasse					Fejlkasse	
		0	1	3	4	Max	0	1	3	4	Max	3	4	Max	0	1	3	4	Max/Min	3	Min
A1	200<V≤250	2,0	3,0				2,0	3,0	4	5	8				±2	+4/-2	+8/-3	+10/-3	+28/-5	-3 ⁶⁾	-3 ⁶⁾
A	160<V≤200	2,0	3,0				2,0	3,0	4	6	9				±2	+5/-2	+10/-5	+15/-5	+28/-7	-5	-5
B	120<V≤160	3,0	3,5				2,0	3,5	6	8	10				±2	+5/-2	+15/-6	+20/-6	+35/-8	-5	-5
C	80<V≤120	3,0	3,5				2,0	3,5	7	9	13				±3	+5/-3	+15/-7	+25/-7	+35/-9	-5	-5
D	40<V≤80	4,0	5,0				3,5	5,0	9	11	18				±3	+7/-3	+20/-7	+30/-7	+35/-9	-5	-5
E	V≤40	4,0	5,0				3,5	5,0	10	12	25 ⁷⁾				±3	+7/-3	+20/-7	+30/-7	+35/-9		
S		4,0	5,0	9	13	26	3,5	5,0	10	12	25 ⁷⁾				±3	+7/-3	+25/-7	+33/-7	+35/-9		

3: Sideretningen for kvalitetsklasse S i fejlkasse 4 og Max skal kontrolleres på steder, hvor der kan konstateres synlige fejl. Afvigelsen skal måles, hvor fejlen synes størst og på begge sider af dette sted i afstanden 5 meter. I kurver skal måles på sporets yderste skinnestreg.

4: For sporviddevariation målt fra spids til spids over 10 meter gælder, at indgrebsgrænsen i fejlkasse 3 er 12 mm uanset kvalitetsklasse.

5: I kurver med radius $R < 190$ m skal plustolerancerne i fejlkasse 0 og 1 samt minustolerancerne i alle fejlkasser ses i forhold til en sporvidde på 1435 mm plus tillæg som følge af sporudvidelse i henhold til [9]. Plustolerancerne i fejlkasse 3, 4 og Max skal dog altid ses i forhold til 1435 mm.

6: Værdien er gældende for hastighedsintervallet $200 < V \leq 230$ km/h. For hastighedsintervallet $230 < V \leq 250$ km/h er værdien - 2.

7: Værdien er alene gældende for spor, hvor elementlængden af ret spor/curve er $\lambda > 25$ m.

Figur 15.3-3. Normer for **standardafvigelse** i *højde- og sideretning* for sporafsnit à 200 m, for måletrolje Krab.

Kvalitets- klasse	Hastighed	Højderetning (σ_H) $\lambda=3-25$ m	Sideretning (σ_P) $\lambda=3-25$ m
	[Km/h]	Middellinje til spids [mm]	Middellinje til spids [mm]
		Fejlkasse 3	Fejlkasse 3
A1	$200 < V \leq 250$		
A	$160 < V \leq 200$		
B	$120 < V \leq 160$		
C	$80 < V \leq 120$		
D	$40 < V \leq 80$		
E	$V \leq 40$		
S		3,60	3,00

16. BN3, VEJLEDNING TIL BESTEMMELSE AF MAKSIMALVÆRDIER FOR VRIDNING

Nærværende afsnit har relation til afsnit 11.3.2 "Normer for punktfejl ved anvendelse af målevogn/-dræsine" samt de vejledende oversigter vedrørende punktfejl for de enkelte målevogne/-dræsiner i afsnit 15.1.

For ret spor og kurver med radier større end 500 meter er det altid den anden (højeste) af de 2 grænseværdier i figur 11.3.2-1 og 15.1-1, der skal anvendes.

For kurveradier op til og med 500 meter beregnes, om $h > (R-100)/2$. Hvis $h > (R-100)/2$, skal vedrørende vridning anvendes den første (laveste) af de 2 grænseværdier i figur 11.3.2-1 og 15.1-1. Hvis $h \leq (R-100)/2$, skal den anden (højeste) af de 2 grænseværdier i figur 11.3.2-1 og 15.1-1 anvendes.

Kurveradius og overhøjde kan bestemmes ud fra målevogns-/måledræsinediagram. Kurveradius bestemmes ud fra pilhøjden på diagrammerne ud fra nedennævnte formler:

$$R = \frac{12.000}{p} \quad (\text{gælder for målevogne med målebase 4,00/6,00 m}).$$

$$R = \frac{12.500}{p} \quad (\text{gælder for målevogne med målebase 5,00/5,00 m, STRIX, IMV100, IMV200 \& UFM120})$$

hvor: R er kurveradius i meter og p er pilhøjden i mm.

17. BN3, VEJLEDNING VEDRØRENDE FORBEREDELSE OG UDFØRELSE AF JUSTERINGSARBEJDER

17.1 Vejledning vedrørende forberedelse af justeringsarbejder

Ballastsuppleringen, som ofte er nødvendig for et godt resultat af justeringsarbejdet, kan ske med selvlosservogne, og skærverne bør aflæsses i området omkring skinnerne og fordeles ved aflæsningen så nøjagtigt som muligt over stykket. Der henvises i øvrigt til krav i [8].

Efterspænding er ofte nødvendig ved Bt-overbygning kort før justeringen. Ved langskinne-spor gennemgås befæstelsen i henhold til gældende regler, og efterspændingen foretages ud fra resultaterne heraf.

Forud for en justering bør meget nedbøjede isolerklæbestød gennemgås med henblik på at rette skinneenderne og eventuelt udføre pålægsvejsning på disse.

I lasket spor bør stødene vurderes forud for en gennemgående justering og forudgående stød-opretning foretages efter behov.

17.2 Vejledende principper for justeringsarbejder i spor

En gennemgående justering bør så vidt muligt føres igennem eventuelle overkørsler, og der bør under alle omstændigheder tilstræbes god tilslutning til det af overkørslen fikserede spor-stykke. Eventuelle andre forhindringer såsom skinnekontakter, smøreapparater, linjeledere m.v. afmonteres midlertidigt i forbindelse med justeringen.

Den gennemgående justering sker normalt ud fra de høje punkter i sporet. I disse høje punkter gives sporet et løft på 10 mm. Er pletterne/afvigelserne korte, løftes sporet med udløb til løft 0 i begge ender. Ved længere pletter/afvigelser løftes efter de høje punkter som ved en gennemgående justering. Mindre omfang af pletvis justering kan udføres med håndstoppe-maskiner. Er sporet opbygget med betonsveller, bør justeringen dog foregå med stoppemaski-ner.

På steder hvor der er udført ballastsupplering, bør der i forbindelse med justeringen foretages en fordeling af ballasten med en ballastfordelingsmaskine.

17.3 Vejledende principper for justeringsarbejder i sporskifter

En justering af et sporskifte udføres som udgangspunkt igennem hele sporskiftet samt 20 – 100 meter uden for sporskiftets begrænsninger.

En gennemgående højdejustering af et sporskifte sker normalt retlinet. Dette med mindre sporskiftet er beliggende i en afrundingskurve i sporets længdeprofil.

Der vælges 2 punkter i stamsporet uden for sporskiftets for- og bagende. Alle punkter i sporskiftet skal inden justering ligge lavere end en ret linje mellem disse 2 punkter.

Eventuelle tilstødende sporskifter bør medtages ved fastlæggelse af den nødvendige højdejustering og må eventuelt også udsættes for en gennemgående justering.

Normalt løftes spor og sporskifte 10 mm over ovennævnte 2 punkter.

Vedrørende rampebestemmelser henvises til bestemmelserne i afsnit 13.2.

En gennemgående sidejustering af sporskifter sker normalt med laserudstyr, for at sikre at justeringen sker retlinet.

Såfremt sporskiftet er i- eller u-krummet, kan justeringen enten ske ud fra en fast afmærkning langs sporskiftet eller ved anvendelse af arbejdsskrivere. Arbejdsskriverne fungerer på den måde, at man inden justeringen kører igennem sporskiftet og måler og optegner pilhøjden og eventuelt højderetningen. Derefter optegnes en udjævningslinje, som man justerer efter.

I forbindelse med sidejusteringen af sporskiftet kan ballastkomprimering udføres ved brug af sporskiftestoppemaskinens sidevibrator eller eventuelt med manuelt betjente pladevibratorer.

Ved større sideretningsfejl i sporskiftet må særlige foranstaltninger tages som f.eks. omboring af sporskiftesveller eller opskæring i enkeltdele.

I tiden umiddelbart efter justeringen bør føres kontrol med sporskiftets svage punkter (forende, krydsninger og stød).

Ved sporfornyelse, nyanlæg og udvekslinger bør justering ske efter særlig afsætning. Retningslinjerne for dette er angivet i [15] og [16].

Ved justeringen bør der tages hensyn til sikringstekniske installationer, således at disse ikke beskadiges. Retningslinjerne for dette er angivet i [17].

18. BILAG

Bilag 1, Grafisk illustration af røde, grønne og blå baner (Informativt).

