



BN1-38-7
Udgivet: 01.10.2024
Godkendt: 17.07.2024
Journalnummer: 2021-21490
Antal sider i alt: 70

Overordnet ansvar:
Ansvar for indhold:
Ansvar for fremstilling:

Pernille M Jøndrup
Bo Nielsen
Marianne Lassen

Sporbeliggenhedskontrol og sporkvalitetsnormer

Banenorm BN1-38-7

INDHOLD

1.	<u>INDLEDNING</u>	6
2.	<u>IKRAFTTRÆDEN</u>	6
3.	<u>OVERGANGSBESTEMMELSER</u>	6
4.	<u>REFERENCER</u>	8
5.	<u>DEFINITIONER</u>	10
6.	<u>DESKRIPTORER</u>	13
7.	<u>ANVENDELSESOMRÅDE</u>	14
8.	<u>DISPENSATION</u>	15
9.	<u>HISTORIK</u>	19
10.	<u>BN1, SPORBELIGGENHEDSKONTROL</u>	21
10.1	Generelt	21
10.2	Måleparametre	22
10.3	Målenøjagtighed og kalibrering	22
10.4	Målehyppighed	23
10.5	Dokumentation af måleresultater	25
11.	<u>BN1, SPORKVALITETSNORMER</u>	26
11.1	Fejlklasser	26
11.2	Korrektionsfaktorer for de enkelte målevogne/-dræsiner m.v.	29

11.3	Normer for punktfejl	31
11.4	Normer for standardafvigelse	35
11.5	Normer for ækvivalent konicitet	37
12.	<u>BN1, FORBEREDELSE OG UDFØRELSE AF JUSTERINGSARBEJDER</u>	40
12.1	Udvælgelse af sporafsnit til justering	40
12.2	Krav til løft og sidetrækning af spor i forbindelse med udførelse af sporjustering	40
12.3	Dokumentation for udførelse af sporjustering samt ved sporarbejder eller hændelser, der påvirker sporets relative beliggenhed	42
12.4	Specifikke tidsmæssige krav til udførelse af sporjustering efter sporfornyelse og nyanlæg	43
12.5	Største hastighed efter udført sporjustering m.v. i relation til sporets stabilisering	44
13.	<u>BN2, UDFØRELSE AF ARBEJDER OMKRING SPOR I DRIFT, DER KAN PÅVIRKE SPORETS BELIGGENHED</u>	48
13.1	Generelt	48
13.2	Største hastighed under arbejdets udførelse	49
13.3	Overvågning af sporets beliggenhed, generelt	49
13.4	Overvågning af sporets beliggenhed ved arbejder, der kan give anledning til ændringer af højdebeliggenheden på 3 mm eller mere	50
13.5	Udbedring af afvigelser efter arbejdets udførelse	51
14.	<u>BN2, FORBEREDELSE OG UDFØRELSE AF JUSTERINGSARBEJDER</u>	52
14.1	Udvælgelse af sporafsnit til justering	52
14.2	Forberedelse af justeringsarbejder	52

14.3	Tekniske krav ved udførelse af sporjustering	53
15.	<u>BN2, KRAV TIL SPORETS OVERORDNEDE KVALITET</u>	<u>55</u>
15.1	Krav til standardafvigelser i højde- og sideretning	55
15.2	Krav til antal punktfejl i fejlklasse 4	56
15.3	Krav til antal punktfejl i fejlklasse Max	56
16.	<u>BN3, OVERSIGTER VEDRØRENDE PUNKTFEJL OG STANDARDAFVIGELSER FOR DE ENKELTE MÅLEVOGNE/-DRÆSINER</u>	<u>57</u>
16.1	Normer for punktfejl og standardafvigelse ved anvendelse af målevognene BMV100, IMV100, IMV200 & UFM120	58
16.2	Normer for punktfejl ved anvendelse af sporvedligeholdelsesmaskiner med DAR	60
16.3	Normer for punktfejl ved anvendelse af sporvedligeholdelsesmaskiner med DRP	61
16.4	Normer for punktfejl ved anvendelse af måletrolje Krab	62
17.	<u>BN1, FORHØJELSE AF GRÆNSEVÆRDIER I SPORETS SIDERETNING I KURVER MED RADIUS $R \leq 500$ M, HVOR DER SKER EN BRAT ÆNDRING AF KRUMNINGEN</u>	<u>63</u>
18.	<u>BN3, VEJLEDNING TIL BESTEMMELSE AF MAKSIMALVÆRDIER FOR VRIDNING</u>	<u>65</u>
19.	<u>BN3, VEJLEDNING VEDRØRENDE FORBEREDELSE OG UDFØRELSE AF JUSTERINGSARBEJDER</u>	<u>66</u>
19.1	Vejledning vedrørende forberedelse af justeringsarbejder	66
19.2	Vejledende principper for justeringsarbejder i spor	66
19.3	Vejledende principper for justeringsarbejder i sporskifter	66

20. <u>BILAG</u>	68
Bilag 1, Grafisk oversigt over røde, grønne og blå baner (Normativt)	68
Bilag 2, Manuel sporbeliggenhedskontrol for fejlklasse 1 for $V \leq 40$ km/h (Informativt)	69

1. INDLEDNING

Denne banenorm indeholder BN1, BN2 og BN3 stof vedrørende kvalitetsnormer for sporets relative beliggenhed samt ækvivalent konicitet. 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 samt ækvivalent konicitet, 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
Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

Fordeling:

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

2. IKRAFTTRÆDEN

Denne banenorm træder i kraft ved udgivelsen.

Banenormen ophæver følgende regler:

- Banenorm BN1-38-6 "Sporbeliggenhedskontrol og sporkvalitetsnormer", udgivet 01.01.2019, Banedanmark.

3. OVERGANGSBESTEMMELSER

Der gælder følgende overgangsbestemmelser for afsnit 12.5.1. Overgangsbestemmelserne er gældende fra udgivelsesdatoen af denne banenorm og indtil d. 31.12.2028:

- Ved skinnetemperaturer mellem 25 °C og 35 °C tillades justeringsarbejder under forudsætning af, at der ikke i sporet findes mangler, som reducerer modstandsevnen mod solkurver. Såfremt skinnetemperaturen i dagtimerne kan forventes at komme op på 50 °C eller derover, må det ved en helhedsbedømmelse vurderes, om et igangværende justeringsarbejde, som udføres på tidspunkter, hvor skinnetemperaturen er under 35 °C, midlertidigt skal afbrydes.

Der gælder følgende overgangsbestemmelser for afsnit 14.3. Overgangsbestemmelserne er gældende fra udgivelsesdatoen af denne banenorm og indtil d. 31.12.2028:

- I forbindelse med højdejustering af sporet gælder, at den endelige rampe ved arbejdets afslutning maksimalt må have en stigning på 1,0 ‰ for $160 < V \leq 250$ km/h.

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 banenormer er angivet i parentes (rund). Referencer til kommende banenormer er først gyldige, når pågældende banenorm 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] DS/EN 13848-1:2019, Railway applications - Track - Track geometry quality - Part 1: Characterization of track geometry.
- [2] DS/EN 13848-2:2020, Railway applications - Track - Track geometry quality - Part 2: Measuring systems - Track recording vehicles.
- [3] DS/EN 13848-3:2021, Railway applications - Track - Track geometry quality - Part 3: Measuring systems - Track construction and maintenance machines.
- [4] DS/EN 13848-4:2012, Railway applications - Track - Track geometry quality - Part 4: Measuring systems - Manual and lightweight devices.
- [5] Banenorm BN1-14 "Projektering, tilstand og eftersyn af sporskifter og sporskæringer", Banedanmark.
- [6] Banenorm BN2-15 "Projektering, etablering, tilstand og vedligeholdelse af sporskifter og sporskæringer", Banedanmark.
- [7] Banenorm BN1-66 "Spændingsudligning og indgreb i spændingsudlignet spor", Banedanmark.
- [8] Banenorm BN1-6 "Tværprofiler for ballasteret spor", Banedanmark.
- [9] Sporregler 1987, Banedanmark.
- [10] Banenorm BN2-93 "Absolut beliggenhed og fast afmærkning af sporets tracé", Banedanmark.
- [11] Fritrumsprofiler, DSB Infrastruktur (Nu Banedanmark), (Fremtidig banenorm BN1-166 "Læsseprofiler, referenceprofiler og fritrumsprofiler").
- [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] Banenorm BN1-177 "Tilstandsinspektion og vedligeholdelse", Banedanmark.
- [15] Banenorm BN2-47 "Rifler og bølger samt skinneslibning", Banedanmark (Informativ reference).
- [16] Sikkerhedsreglementet (SR), Banedanmark.

- [17] TIB Trafikal information om banestrækningen, Banedanmark.
- [18] TSI INF Kommissionens Forordning (EU) Nr. 1299/2014 af 18. november 2014 om de tekniske specifikationer for interoperabilitet gældende for delsystemet Infrastruktur i EU's jernbanesystem samt Kommissionens gennemførelsesforordning (EU) 2023/1694 af 10. August 2023 om ændring af forordning (EU) nr. 321/2013, (EU) nr. 1299/2014, (EU) nr. 1300/2014, (EU) nr. 1301/2014, (EU) nr. 1302/2014, (EU) nr. 1304/2014 og gennemførelsesforordning (EU) nr. 2019/777. 8.9.2023, BILAG II.
- [19] DS/EN 15302:2021, Railway applications – Wheel-rail contact geometry parameters – Definitions and method for evaluation.
- [20] DS/EN 13715:2020, Railway applications – Wheelsets and bogies – Wheels – Tread profile.
- [21] Rapport "Class 4 Defects", December 2013, DTU Compute, Department of Applied Mathematics and Computer Science".
- [22] Operationelle Regler for S-banen (ORS), Banedanmark.
- [23] Operationelle Regler for fjernbanen (ORF), Banedanmark.
- [24] Regler for eftersyn og vedligeholdelse af sporskifter og transversaler på strækningen mellem Vigerslev og Ringsted. Banedanmark.
- [25] Banenorm BN3-213 "Vejledning ifm. planlægning og udførelse af infrastrukturarbejder på S-banestrækninger med CBTC", Banedanmark.
- [26] Teknisk Meddelelse Nr. 94 "Fjernbane Vest, Arbejde i signalsystemet", Banedanmark.
- [27] Teknisk Meddelelse Nr. 95 "Fjernbane Øst, Arbejde i signalsystemet", Banedanmark.
- [28] Teknisk Meddelelse Nr. 79 "Retningslinjer for håndtering af Signal Programmets signal-tekniske udstyr på ikke-ETCS-ibrugtaget strækninger – Fjernbane vest.", Banedanmark.
- [29] Teknisk Meddelelse Nr. 80 "Retningslinjer for håndtering af Signal Programmets signal-tekniske udstyr på ikke ETCS ibrugtaget strækninger – Fjernbane Øst", 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.
DAR	Data Acquisition Recorder. Optager til dataindsamling i forbindelse med sporjustering. Måleudstyr med 8-kanals skriver. Måledata i højde- og sideretning udskrives som pilhøjdebaserede målinger med korrektionsfaktor $x=1,40$ og $y=1,40$. Måledata udskrives som oftest på papirstrimmel eller lagres i PDF-format.
DRP	Data Recording Processor. Dataoptagelses processor i forbindelse med sporjustering. Måleudstyr med mulighed for måling af mere end 8 måleparametre. Måledata i højde- og sideretning korrigeres, så disse vises med korrektionsfaktor $x=1,00$ og $y=1,00$, dvs. med bølgelængder i intervallet $\lambda=3-25$ m. Måledata udskrives som oftest på et målediagram med grænseværdier, men måledata kan også gemmes elektronisk.
FAKOP	Tysk betegnelse for "Fahrkinematische Optimierung". Betegnelse der er relateret til sporskifter, hvor sporvidden i tungeparti er udvidet i forhold til den nominelle sporvidde for, at opnå en forbedret kørselsdynamik.
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 TIB [17].
Hovedspor	Spor på fri bane, som forbinder to nabostationer.
Hunting	Gentagne periodiske bevægelser med en frekvens på 4 - 8 Hz af et togs hjulsæt.

Begreb	Definition
Hyppige sporjusteringer	Lokaliteter, hvor forhold i tværprofilet giver anledning til et behov for sporjustering hvert 3. år eller hyppigere for $V \leq 230$ km/h og hvert 2,5 år eller hyppigere for $230 < V \leq 250$ km/h for at overholde denne norms krav.
Inertialmålesystem	Målesystem, hvor sporets beliggenhed måles fra skinnernes position i højde- og sideretning i forhold til en inertial reference, der kan frembringes ved hjælp af accelerometre eller gyroskop.
Måledræsine	Selvkørende måleenhed.
Måletrolje	Manuelt trukket måleenhed.
Målevogn	Måleenhed trukket af motoriseret jernbanekøretøj.
Opfølgingsjustering	Består af 2 justeringer benævnt henholdsvis 1. opfølgingsjustering og 2. opfølgingsjustering. 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 pillhøjde (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.
Relativ sporbeliggenhed	Gruppe af parametre der definerer sporets beliggenhed. Omfatter sædvanligvis sporvidde, vridning, højde- og sidebeliggenhed ved fastsatte bølglængder samt overhøjde. Definitionen af de enkelte parametre fremgår af EN13848-1:2019 [1].
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.

Begreb	Definition
Sporfornyelse	Ballastrensning af skærvelag, fornyelse af underballastlag, dæmningsstabilisering, svelleudveksling med udstrækning større end 100 m, fornyelse af hele sporkonstruktionen eller sporsænkning.
Sportekniker	Titel, der kan opnås via gennemførelse af kurserne "Sporteknik – Vedligeholdelse – Modul 1" eller "Sporteknik – Sporsagkyndig". Alternativt en person, der kan eftervise at besidde tilsvarende sporkompetencer.
Togvejsspor	De spor på stationen, hvortil eller hvorfra der kan stilles hovedtogveje, benævnes togvejsspor.
Uroligt spor	Lokaliteter, hvor der er behov for midlertidige hastighedsnedsættelser eller sporjusteringer flere gange inden for 1 år for at overholde grænseværdierne i fejlklasse Max.
Vedligeholdelsesjustering	Den eller de sporjusteringer, der foretages i forbindelse med vedligeholdelse af sporet.
Ækvivalent konicitet	Er et udtryk for et hjulsæts styreevne på et givent spor. Høj værdi af ækvivalent konicitet giver risiko for hunting, lav værdi giver risiko for sinuskørsel. Den tekniske definition lyder: Tangens til konusvinklen på et hjulsæt med koniske profiler, hvis sideværts bevægelse har samme kinematiske bølgelængde på ret spor og i kurver med en stor radius som det aktuelle hjulsæt.
h	Overhøjde i sporet [mm].
p	Pilhøjde i cirkel, der er afstanden – målt langs vinkelhalveringslinjen – fra korden til cirkelperiferien [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].

Begreb	Definition
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, BMV100, drift, dræsine, DSM, dynamisk stabilisering, fejl, FAKOP, fornyelse, hastighed, højderetning, IMV100, IMV200, justering, kontrol, Krab, kvalitet, løft, måledræsine, måletrolje, målevogn, måling, nyanlæg, opfølgingsjustering, opgradering, overhøjde, overvågning, projektering, punktfejl, sideretning, sidetrækning, spor, sporbeliggenhed, sporbeliggenhedskontrol, sporfornyelse, sporjustering, sporkvalitet, sporombygning, sporskifte, sporvedligeholdelse, sporvedligeholdelsesmaskiner, sporvidde, standardafvigelse, tolerancer, TSI, UFM120, vedligeholdelse, vridning, ækvivalent konicitet.

7. ANVENDELSESOMRÅDE

Banenormen gælder for alle i drift værende spor under Banedanmarks ansvar som infrastrukturforvalter, hvor der tillades følgende kombinationer af hastighed samt aksellast:

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

Banenormen skal anvendes ved:

- Kontrol af sporets relative beliggenhed samt ækvivalent konicitet.
- Planlægning og udbedring af afvigelser af sporets relative beliggenhed i form af sporjustering, sporviddekorrektio, skinneudveksling, svelleudveksling m.v.
- Undersøgelser og afhjælpning af uhensigtsmæssige forhold vedrørende togenes kørsel i sporet i form af hunting eller sinuskørsel.
- Projektering og udførelse af sporfornyelse, hastighedsopgradering og nyanlæg.

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

Note 7-1

Banedanmark vurderer, at relevante TSI-krav for banenormen er overholdt i denne version, hvilket skal bekræftes af et notified body for projekter, der er omfattet af TSI-krav.

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

8. DISPENSATION

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

Endvidere listes herunder en række områder, hvor lederen af systemansvar efter indstilling fra den indholdsansvarlige for denne banenorm, kan give tilladelse til afvigelse. Såfremt det fremgår under det enkelte punkt herunder kan lederen af systemansvar erstattes af lederen for den geografisk fagansvarlige for spor.

- 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 lederen af systemansvar, 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 lederen af systemansvar, 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 11.3 kan kun udstedes af lederen af systemansvar, 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 11.3 er overholdt.
- Tilladelse til afvigelse fra grænseværdierne i fejlklasse 4 vedrørende vridning i henhold til afsnit 11.3 for sporene i Boulevardtunnelen på strækningen København-Helsingør, km 0,8-2,2, kan kun udstedes af lederen af systemansvar, 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 lederen af systemansvar, og kun såfremt den sidst tilgængelige måling var udført med målevogn/-dræsine, og målingerne med målevogn/-dræsine erstattes af målinger med sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje Krab eller manuelle målinger indenfor tidsfristen i tabel 10.4.1-1. Det er endvidere

en betingelse for anvendelse af målinger med sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje Krab eller manuelt, at grænseværdierne i fejlklasse 3, 4 og Max for måleparametrene overhøjdens ujævnhed, vridning med målebase 3 m og højderetning $\lambda=3-25$ m fastsættes ud fra 85 % af grænseværdierne i tabel 11.3.2-1 og 11.3.2-2.

- 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 lederen af systemansvar, og kun såfremt det pågældende spor ikke er omfattet af kravene i TSI INF [18] samt har afvigelserne 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 lederen af systemansvar, og kun såfremt det pågældende spor ikke er omfattet af kravene i TSI INF [18] samt har afvigelser på maksimalt -12 mm.
- Tilladelse til afvigelse fra grænseværdierne i fejlklasse Max vedrørende højderetningen for bølgelængder $\lambda=25-70$ m i henhold til afsnit 11.3 kan kun udstedes af lederen af systemansvar, og kun såfremt afvigelserne for hastighedsintervallet $160 < V \leq 230$ km/h og $230 < V \leq 250$ km/h er på maksimalt henholdsvis 24 mm og 18 mm.
- Tilladelse til afvigelse på indtil 1 uge fra tidskravet for udførelse af 2. opfølgingsjustering for hoved- og togvejsspor i henhold til afsnit 12.4 kan kun udstedes af lederen af systemansvar, og kun såfremt hastigheden er maksimalt 40 km/h.
- Tilladelse til afvigelse på indtil 12 måneder fra tidskravet for udførelsen af 1 års justering i henhold til afsnit 12.4 kan kun udstedes af lederen af systemansvar, og kun såfremt der 9 - 15 måneder efter slutjustering foretages en måling med målevogn/-dræsine, 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.
- Tilladelse til afvigelse fra tolerancekravene i fejlklasse 3 i henhold til afsnit 11.4 kan kun udstedes af lederen af systemansvar.
- Tilladelse til afvigelse fra tidskravet for udbedring af afvigelser i højde- og sideretningen i fejlklasse 4 i henhold til afsnit 11.1.1 kan kun udstedes af lederen for den geografisk fagansvarlige for spor eller lederen af systemansvar, og kun såfremt:

- fejlene udbedres, inden disse forventes at udvikle sig op til grænseværdierne i fejlklasse Max baseret på anvendelsen af "Regression based method" jf. Rapport "Class 4 Defects" [21] med et nedre konfidensinterval på 2,5 %.
 - fejlene udbedres senest 12 måneder efter opmålingen.
- Tilladelse til afvigelse fra tidskravet for udbedring af afvigelser vedrørende vridning og sporvidde mindre end 1435 mm i fejlklasse 4 i henhold til afsnit 11.1.1 kan kun udstedes af lederen for den geografisk fagansvarlige for spor eller lederen af systemansvar, og kun såfremt:
 - fejlene udbedres, inden disse forventes at udvikle sig op til grænseværdierne i fejlklasse Max/Min baseret på anvendelsen af "Regression based method" jf. [21] med et nedre konfidensinterval på 0,1 %.
 - fejlene udbedres senest 12 måneder efter opmålingen.
- Tilladelse til afvigelse på indtil 1 gange 3 måneder fra tidskravet for udbedring af afvigelser i fejlklasse 4 i henhold til afsnit 11.1.1 kan kun udstedes af lederen for den geografisk fagansvarlige for spor eller lederen af systemansvar og kun såfremt:
 - der er maksimalt 0,05 steder med klasse 4 fejl i gennemsnit pr. km spor for henholdsvis rød, grøn og blå baneprioritet jf. bilag 1 i afsnit 20, hvor der med antal steder i nærværende sammenhæng forstås sporafsnit med en længde på indtil 10 meter.
 - der foretages en ny måling senest ved udløbet af tidskravet i henhold til afsnit 11.1.1, hvor målingen overholder kravene i henhold til afsnit 10.
 - der ud fra de nye måleresultater:
 - ageres ud fra kravene i afsnit 11.1.1 og 11.1.2 ved afvigelser i fejlklasse Max/Min.
 - foretages en vurdering seneste 1 uge efter målingen ved afvigelser i fejlklasse 4.
 - foretages en udbedring af afvigelser i fejlklasse 4, således at de ikke forventes at udvikle sig op til grænseværdierne i fejlklasse Max/Min.
- Tilladelse til afvigelse fra krav om at sporjustering skal udføres ved skinnetemperatur mellem 0 °C og 35 °C i henhold til afsnit 12.5.1, kan kun udstedes af lederen af systemansvar og kun såfremt:
 - skinnetemperaturen er fra -5 °C til 0 °C.
 - skinnetemperaturen er maksimalt 25 °C lavere end den aktuelle spændingsudligningstemperatur.
 - der ved sporjusteringen ikke findes sne eller is i sporet.

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 førstkommende sporfornyelse efter d. 31.12.2010.

9. HISTORIK

De væsentligste ændringer i banenormen i forhold til den tidligere version (BN1-38-6) er følgende:

- Indførelse af enkelte krav fra TM90-3.
- Opdatering af referencer DS/EN 13848-1:2019 [1], DS/EN 13848-2:2020 [2], DS/EN 13848-3:2021 [3], DS/EN 15302:2021 [19] og DS/EN 13715:2020 [20].
- Indførelse af definitioner vedr. relativ sporbeliggenhed og hyppige sporjusteringer.
- Ajourføring af definition for afvigelser i højde- og sideretning.
- Ajourføring af definition vedr. sportekniker og symbol for pilhøjde.
- Ajourføring af symbol og definition for pilhøjde.
- Fjernelse af krav for målevogn STRIX samt indførelse af krav for målevogn BMV100.
- Præcisering af krav i 5. og 10. bullit i afsnit 8.
- Indførelse af henvisning til DS/EN 13848-1:2019 [1] for definition af måleparametre.
- Indførelse af alternativt filter (evaluering) fra DS/EN 13848-1:2019 [1] på målevogne for afvigelser i sideretningen.
- Indførelse af note i relation til uroligt spor.
- Ajourføringer som følge af indførelsen af ETCS og CBTC.
- Ajourføring af grænseværdier for højdebeliggenhed $\lambda=3-25$ i fejlklasse 4 for kvalitetsklasse C, D, E og S.
- Ajourføring af grænseværdier for sporvidde større end 1435 mm i fejlklasse 4 for kvalitetsklasse D, E og S.
- Ændring af hastighedsintervallerne for kvalitetsklasse A og A1.
- Indførelse af mulighed for forhøjelse af grænseværdier i sporets sideretning i kurver med $R \leq 500$ m, hvor der sker en brat ændring af krumningen.
- Ændring af grænseværdier for sporvidde i fejlklasse 0 og 1.
- Ændring af indgrebsgrænser for standardafvigelser i fejlklasse 3 samt målsætning.
- Indførelse af strækningsspecifikt regelværk for justering af FAKOP-sporskifter.
- Udvidelse af tabel med projekterede værdier for ækvivalent konicitet.
- Indførelse af krav om opmåling og beregning af højde- og sideflytninger før sporjustering for hastigheder i intervallet $200 < V \leq 250$ km/h.
- Ajourføring af krav for dokumentation af sporets beliggenhed ifb. hændelser.
- Ajourføring af krav for dokumentation med hensyn til, om der skal måles afvigelser i højde- og sideretning i begge eller kun den ene skinnestreg.
- Ajourføring af krav for slutjustering af sidespor.
- Ajourføring af krav for skinnetemperatur ved udførelse af sporjustering samt indførelse af dispensationsmulighed for udførelse af sporjustering indtil -5 °C.
- Ajourføring af tilladelig hastighed efter sporjustering ved høj skinnetemperatur.
- Ajourføring af krav for udvælgelse af sporafsnit til vedligeholdelsesjustering.

- Ajourføring af krav for udførelse af arbejder omkring spor i drift, der kan påvirke sporets beliggenhed.
- Indførelse af differentierede krav til ramper ved start og slut af sporjustering.
- Indførelse af krav, om at sporjustering skal starte og slutte enten på ret spor eller i kurve med konstant overhøjde.
- Indførelse af krav for grundløft i forbindelse med vedligeholdelsesjustering.
- Ajourføring af krav for justering af afvigelser med bølgelængder i intervallet 25-70 m.
- Ajourføring af målsætning for standardafvigelser og antal kl4-fejl.
- Opdeling af krav for sporvedligeholdelsesmaskiner afhængigt af måleudstyr til dokumentation.
- Ajourføring af oversigtskort vedrørende røde, grønne og blå baner.

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 standardafvigelse.

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.

Følgende former for kontrol af ækvivalent konicitet forekommer:

- Kontrol af den ækvivalente konicitet med målevogn/-dræsine, hvor sporet belastes.
- Manuel kontrol af den ækvivalente konicitet, hvor sporet er ubelastet, og målingerne registreres punktvis.

Målevogne/-dræsiner skal opfylde alle krav i DS/EN 13848-1:2019 [1] og DS/EN 13848-2:2020 [2]. Sporvedligeholdelsesmaskiner, måletroljer og manuelt måleudstyr skal opfylde alle krav i henholdsvis DS/EN 13848-3:2021 [3] og DS/EN 13848-4:2012 [4].

Målevogne/-dræsiner og manuelt udstyr, der skal anvendes til måling af ækvivalent konicitet, skal endvidere opfylde alle krav i DS/EN 15302:2008 + A1:2010 [19].

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

10.2 Måleparametre

Der henvises til definition af måleparametre i EN13848-1:2019 [1].

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 spor, hvor hastigheden er i intervallet $200 < V \leq 230$ km/h og $230 < V \leq 250$ km/h gælder endvidere, at der skal måles ækvivalent konicitet, der fremgår af afsnit 11.5.

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 TSI INF [18] gælder dog, at der skal måles de parametre, der stilles krav til i afsnit 11.3.2 og afsnit 11.3.3 vedrørende punktfejl.

10.3 Målenøjagtighed og kalibrering

Udførelse af sporbeliggenhedskontrol skal foretages med en målenøjagtighed, der overholder kravene i henhold til DS/EN 13848-2:2020 [2], DS/EN 13848-3:2021 [3] og DS/EN 13848-4:2012 [4] for henholdsvis målevogne/-dræsiner, sporvedligeholdelsesmaskiner, måletroljer og manuelt måleudstyr.

Måling af ækvivalent konicitet skal foretages med en målenøjagtighed, der overholder kravene i henhold til DS/EN 15302:2008 + A1:2010 [19].

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 tabel 10.4.1-1 fastsatte hyppigheder. Dokumentationen 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 BN1-177 [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.

Note 10.4.1-1.

Hvis der er jord/mudder/pladder på svellerne, er sporets tværprofil ikke egnet til optagelse af kræfterne fra det rullende materiel, hvorfor en hastighedsnedsættelse til 40 km/h eller mindre bør overvejes, mens årsagen til problemet efterfølgende fastlægges, og den nødvendige udbedring udføres.

Hastighed	Bruttoton-belastning	Målehyppighed ^{1), 2), 4)}	Maksimalt interval mellem to målinger ^{1), 2), 4)}
[Km/h]	[Mio. tons togvægt/år]	[Antal gange/år]	[Måneder]
230 < V ≤ 250		6 ³⁾	3 ³⁾
200 < V ≤ 230		6 ³⁾	3 ³⁾
160 < V ≤ 200		4	4
120 < V ≤ 160		3	6
80 < V ≤ 120	T > 10	3	6
80 < V ≤ 120	T ≤ 10	2	8
40 < V ≤ 80	T > 10	2	8
40 < V ≤ 80	T ≤ 10	1	16
V ≤ 40	T > 2	1	16
V ≤ 40	T ≤ 2	1 gang pr. 2 år	28

1: 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.
- 2: Standardafvigelse i højde- og sideretning i henhold til afsnit 11.4 skal som minimum beregnes 1 gang/år med et maksimalt interval mellem to beregninger på 16 måneder. Såfremt sporet kun kræves opmålt 1 gang pr. 2. år, skal standardafvigelsen beregnes ved hver måling.
 - 3: Ækvivalent konicitet i henhold til afsnit 11.5 skal som minimum måles 2 gange/år med et maksimalt interval mellem to målinger på 8 måneder.
 - 4: Kravet er gældende for spor ekskl. transversaler. For transversaler, hvor hastigheden er $80 < V \leq 130$ km/h gælder, at målehyppigheden som minimum er 1 gang/år med maksimalt tilladeligt interval mellem to målinger på 16 måneder.

Hvor der skal udføres arbejder omkring spor i drift, der kan påvirke sporets beliggenhed som f.eks. spunsning, ramning, underskydning, underboring, gennempresning, gravearbejde, grundvandssænkning m.v., skal der træffes forholdsregler med hensyn til overvågning af sporets beliggenhed og eventuelle hastighedsnedsættelser/driftsindskrænkninger, således at sporets beliggenhed overholder kravene i afsnit 11.3.

For arbejder, der kan påvirke sporets højdebeliggenhed for bølgelængder i intervallet $\lambda=3-25$ m på 3 mm eller mere, gælder endvidere følgende:

- Efter passage af 75.000 bruttotons togvægt skal der foretages dokumentation af sporets relative beliggenhed svarende til dokumentationskravene i afsnit 12.3. Når eventuelle afvigelser i fejlklasse 3 eller større er fjernet, tillades hastigheden efterfølgende øget til TIB-/Strækningsoversigt-hastigheden.

10.4.2 Målehyppighed for sidespor

Spornettets sidespor skal som minimum måles manuelt, med måletrolje eller målevogn/-dræ-sine i henhold til de i tabel 10.4.2-1 fastsatte hyppigheder. 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.

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

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 disse 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.

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 10.2.

Note 10.5.3-1

For vejledning vedrørende manuel sporbeliggenhedskontrol for fejlklasse 1 for $V \leq 40$ km/h henvises til bilag 2 i afsnit 20.

11. BN1, SPORKVALITETSNORMER

11.1 Fejlklasser

Der er i banenormen fastsat regler for tilladte afvigelser/indgrebsgrænser, ofte gradueret efter kvalitetsklasse/hastighed, belastning m.v. For sporskifter og sporskæringer gælder desuden nogle supplerende og/eller skærpede vedligeholdelseskrav, som angivet i BN1-14 [5] og BN2-15 [6].

I FAKOP-sporskifter, hvor der indgår en designmæssig sporudvidelse, opstår der en systematisk fejl i sideretningen, der er indeholdt i nærværende banenorm. Hvis grænseværdierne i fejlklasse 4 for sporvidde overskrides, skal der foretages en inspektion og en vurdering af resultaterne ud fra kravene angivet i Regler for eftersyn og vedligeholdelse af sporskifter og transversaler på strækningen mellem Vigerslev og Ringsted [24]. Hvis ikke der er anført specifikke krav for håndtering af dette i Regler for eftersyn og vedligeholdelse af sporskifter og transversaler på strækningen mellem Vigerslev og Ringsted [24], er kravene i fejlklasse 4 for sporvidde i nærværende banenorm gældende.

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 gradueret 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 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: Fejl, som overskrider denne grænseværdi, skal vurderes:

- senest 3 uger efter opmålingen for kvalitetsklasse A1 og A;
- senest 6 uger efter opmålingen for kvalitetsklasse B, C og D;
- senest 12 uger efter opmålingen for kvalitetsklasse E og S.

Fejlene skal udbedres, således at de ikke forventes at udvikle sig op til grænseværdierne i fejlklasse Max/Min. Fejlene skal dog udbedres:

- senest 3 måneder efter opmålingen for kvalitetsklasse A1 og A;
- senest 6 måneder efter opmålingen for kvalitetsklasse B, C og D;
- senest 12 måneder efter opmålingen for kvalitetsklasse E og S.

Fejlklasse Max/Min: Fejl, som overskrider denne grænseværdi, kræver et indgreb for at nedsætte afspøringsrisikoen 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 fejltypene og afvigelsestørrelse jf. nedenstående.

Vridningsfejl: Sporet skal lukkes øjeblikkeligt. For hastighedsintervallet $160 < V \leq 250$ km/h gælder dog, at hastigheden kan reduceres til maksimalt 160 km/h, såfremt fejlene ligger under Max-grænsen for dette hastighedsinterval. For vridningsfejl målt over 2 m og 3 m med en overskridelse af grænseværdien på henholdsvis indtil 1,5 mm/m og 1,0 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.

Absolut overhøjde: Sporet skal lukkes med mindre fejlene udbedres indenfor 3 døgn.

Eventuelt akutte hastighedsnedsættelser skal etableres i henhold til:

- Sikkerhedsreglementet for den del af fjernbanen, som er omfattet af SR [16].
- Operationelle regler i ORS [22] for S-banen.
- Operationelle regler i ORF for den del af fjernbanen, som er omfattet af ORF [23].

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 lederen af systemansvar.

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 tabel 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 tabel 11.2-1 anførte korrektionsfaktorer.

Tabel 11.2-1. Korrektionsfaktorer i højde- og sideretning for bølgelængder i intervallet $\lambda=3-25$ m, afhængigt af målesystem og eventuel målebase			
Målesystem	Målebase i meter	Korrektionsfaktor i højderetningen (x)	Korrektionsfaktor i sideretningen (y)
Inertialmålesystem med filter jævnfør Annex C i EN13848-1:2019 [1]		1,00 ¹⁾	1,00 ¹⁾
Inertialmålesystem med filter "FIR, order 200, - 6 dB" jævnfør Annex D.5 i EN13848-1:2019 [1]		0,94	0,94
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 inertialmålesystem 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 tabel 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 BMV100, IMV100, IMV200 og UFM120 er udstyret med et inertialmålesystem, hvor der i højde- og sideretningen anvendes filtre, der giver korrektionsfaktorer på henholdsvis 1,0 og 0,94. For måletrølle Krab anvendes et filter, der giver en korrektionsfaktor på 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 tabel 11.2-1 anførte, gælder, at korrektionsfaktorerne for disse skal fastsættes ved tests. Ved disse tests skal der foretages en måling af mindst 50 afvigelse 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].
- Overhøjdens ujævnhed målt over 20 meter [mm].
- Overhøjdens absolutte værdi [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 den udjævnede værdi (referencelinjen) beregnet fra fortløbende målinger for bølgelængder i intervallet $\lambda = 3-25$ m og $\lambda = 25-70$ m [mm].
- Sideretning, sideværts afvigelse af fortløbende sammenhængende målinger for højre og venstre skinne, udtrykt som en afvigelse fra den udjævnede værdi (referencelinjen) beregnet fra fortløbende målinger for bølgelængder i intervallet $\lambda = 3-25$ m og $\lambda = 25-70$ 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 inertialmålesystem 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 16.1 - 16.4 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 strækningsafsnit.

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 to-bloksveller 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 lederen af systemansvar 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 BN2-47 [15] og afsnit 11.5.3.

11.3.2 Normer for punktfejl ved anvendelse af målevogn/-dræsine

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

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Overhøjdens afvigelse ⁰⁾ [mm]				Absolut overhøjde [mm]		Vridning målebaser														
								1,5 m / 2 m		2,5 m / 3 m			6 m		9 m		12 m		15 m			
		Projekteret til spids ⁰⁾				0-linje til spids		0-linje til spids ²⁾														
		Fejlklasse				Fejlklasse		Fejlklasse				Fejlklasse				Fejlklasse		Fejlklasse		Fejlklasse		Fejlklasse
0	1	3 ⁰⁾	4 ⁰⁾	4	Max	4	Max	4	Max	0 ²⁾	1 ²⁾	3	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max
A1	230<V≤250	2	3	6	8	¹⁾	¹⁾	4,5	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≤230	2	3	6	8	177/	180/	4,5	7,0	1,0	1,0	3,0	3,5	5,0	3,0	5,0	2,8	4,8	2,8	4,4	2,8	4,0
B	120<V≤160	3	4	6	9	187	190	4,5	³⁾	1,0	1,5	3,0	4,0	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾
C	80<V≤120	3	4	8	11			4,5	6,0/	1,0	1,5	3,0	4,0	6,0/	3,0	4,0/	2,8	3,3/	2,8	3,0/	2,8	3,0/
D	40<V≤80	3	5	10	13			4,5	7,0	1,5	1,5	3,0	4,0	7,0		5,5		4,8		4,4		4,0
E	V≤40	3	5	10	15			4,5		1,5	1,5	3,0	4,0									
S		3	5	10	15			4,5		1,5	1,5	3,0	4,0									

- 0: For fejlklasse 3 og 4 er der tale om overhøjdens ujævnhed, hvor grænseværdien er gældende fra middellinje til spids.
 1: Førstnævnte værdi gælder for godsbaner og baner med blandet trafik, mens sidstnævnte gælder for baner reserveret for passagertrafik.
 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 18.

Tabel 11.3.2-2. Normer for punktfejl vedr. højde-, sideretning og sporvidde, ved anvendelse af målevogn/-dræsine

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Højderetning ⁶⁾ $\lambda=3-25$ m					Sideretning ^{6,7)} $\lambda=3-25$ m					Højderetning & Sideretning $\lambda=25-70$ m			Sporvidde Punktfejl ¹⁰⁾					Sporvidde middel målt over 100 m	
		0-linje til spids [mm]					0-linje til spids [mm]					0-linje til spids [mm]			1435 ^{5,9)} til spids [mm]					1435 til spids [mm]	
		Fejlklasse					Fejlklasse					Fejlklasse			Fejlklasse					Fejlklasse	
		0	1	3	4	Max	0 ⁴⁾	1 ⁴⁾	3 ⁴⁾	4 ⁴⁾	Max ⁴⁾	3	4	Max	0	1	3	4	Max/Min	3	Min
A1	230<V≤250	2,0x	3,0x	6x	7x	10x	2,0y	3,0y	4y	6y	8y	10	12	14	+4/-2	+4/-2	+10/-3	+15/-3	+28/-5	-2	-2
A	160<V≤230	2,0x	3,0x	6x	8x	12x	2,0y	3,0y	5y	7y	9y	11	16	18	+4/-2	+5/-2 ⁸⁾	+12/-5	+20/-5	+28/-7	-5	-5
B	120<V≤160	3,0x	3,5x	7x	9x	13x	2,0y	3,5y	6y	8y	10y	11			+4/-2	+5/-2 ⁸⁾	+15/-6	+25/-6	+35/-8	-5	-5
C	80<V≤120	3,0x	3,5x	8x	11x	16x	2,0y	3,5y	7y	9y	13y	12			+4/-3	+5/-3	+15/-7	+25/-7	+35/-9	-5	-5
D	40<V≤80	4,0x	5,0x	10x	14x	21x	3,5y	5,0y	13y	13y	18y	15			+4/-3	+7/-3	+20/-7	+28/-7	+35/-9	-5	-5
E	V≤40	4,0x	5,0x	10x	16x	31x	3,5y	5,0y	17y	17y	25y				+4/-3	+7/-3	+20/-7	+28/-7	+35/-9		
S		4,0x	5,0x	10x	16x	31x	3,5y	5,0y	17y	17y	25y				+4/-3	+7/-3	+25/-7	+28/-7	+35/-9		

- 4: I FAKOP-sporskifter gælder, at værdien er 6,5y i fejlkl. 0 og 1, mens værdien er 8y, 8y og 9y i hhv. fejlkl. 3, 4 og Max for hastighedsintervallet 160<V≤250 km/h.
 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 Sporregler 1987 [9]. Plustolerancerne i fejlklasse 3, 4 og Max skal dog altid ses i forhold til 1435 mm.
 6: Med hensyn til størrelsen af korrektionsfaktorerne x og y henvises til afsnit 11.2.
 7: I kurver med radius R ≤ 500 m, hvor der sker en brat ændring af krumningen, gælder, at grænseværdierne tillades forhøjet jf. krav i afsnit 17.
 8: For to-blok betonsveller af typen Rs og Sl (men ikke S75) er værdien - 3 mm.
 9: På ret spor og i kurver med radius R ≥ 190 m gælder for en projekteret sporvidde på 1437 mm, at værdierne i fejlklasse 0 og 1 skal ses i forhold til 1437 mm.
 10: For sporviddevariation målt fra spids til spids over 10 meter gælder, at indgrebsgrænsen i fejlklasse 3 er 12 mm uanset kvalitetsklasse.

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

Tabel 11.3.3-1. Normer for punktfejl vedr. overhøjde og vridning, for sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje og manuelt

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Overhøjdens afvigelse ⁰⁾				Absolut overhøjde		Vridning målebaser														
		Projekteret til spids ⁰⁾ [mm]				0-linje til spids [mm]		1,5 m / 2 m		2,5 m / 3 m				6 m		9 m		12 m		15 m		
		Fejlklasser				Fejlklasser		Fejlklasser		Fejlklasser				Fejlklasser		Fejlklasser		Fejlklasser		Fejlklasser		
		0	1	3 ⁰⁾	4 ⁰⁾	4	Max	4	Max	0 ²⁾	1 ²⁾	3	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max
A1	230<V≤250	2	3							1,0	1,0											
A	160<V≤230	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	15	177/187 ¹⁾	180/190 ¹⁾			1,5	1,5	2,5 ³⁾	3,3 ³⁾	6,0 ³⁾								

0: For fejlklasse 3 og 4 er der tale om overhøjdens ujævnhed, hvor grænseværdien er gældende fra middellinje til spids.

1: Førstnævnte værdi gælder for godsbaner og baner med blandet trafik, mens sidstnævnte gælder for baner reserveret for passagertrafik.

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

Tabel 11.3.3-2. Normer for punktfejl vedr. højde-, sideretning og sporvidde, for sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje og manuelt

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Højderetning ^{7,13)} λ=3-25 m Måling pr. 5 m ¹⁰⁾					Sideretning ^{5,7,8,13)} λ=3-25 m Måling pr. 5 m ¹⁰⁾					Højderetning & Sideretning λ=25-70m			Sporvidde. Punktfejl ¹²⁾					Sporvidde mid-del målt over 100 m	
		0-linje til spids [mm]					0-linje til spids [mm]					0-linje til spids [mm]			1435 ^{6,11)} til spids [mm]					1435 til spids [mm]	
		Fejlklasser					Fejlklasser					Fejlklasser			Fejlklasser					Fejlklasser	
		0	1	3	4	Max	0 ⁴⁾	1 ⁴⁾	3 ⁴⁾	4 ⁴⁾	Max ⁴⁾	3	4	Max	0	1	3	4	Max/Min	3	Min
A1	230<V≤250	2,0x	3,0x				2,0y	3,0y	4y	6y	8y				+4/-2	+4/-2	+10/-3	+15/-3	+28/-5	-2	-2
A	160<V≤230	2,0x	3,0x				2,0y	3,0y	5y	7y	9y				+4/-2	+5/-2 ⁹⁾	+12/-5	+20/-5	+28/-7	-5	-5
B	120<V≤160	3,0x	3,5x				2,0y	3,5y	6y	8y	10y				+4/-2	+5/-2 ⁹⁾	+15/-6	+25/-6	+35/-8	-5	-5
C	80<V≤120	3,0x	3,5x				2,0y	3,5y	7y	9y	13y				+4/-3	+5/-3	+15/-7	+25/-7	+35/-9	-5	-5
D	40<V≤80	4,0x	5,0x				3,5y	5,0y	13y	13y	18y				+4/-3	+7/-3	+20/-7	+28/-7	+35/-9	-5	-5
E	V≤40	4,0x	5,0x				3,5y	5,0y	17y	17y	25y				+4/-3	+7/-3	+20/-7	+28/-7	+35/-9		
S		4,0x	5,0x	9x	14x	26x	3,5y	5,0y	17y	17y	25y				+4/-3	+7/-3	+25/-7	+28/-7	+35/-9		

4: I FAKOP-sporskifter gælder, at værdien er 6,5y i fejlkl. 0 og 1, mens værdien er 8y, 8y og 9y i hhv. fejlkl. 3, 4 og Max for hastighedsintervallet 160<V≤250 km/h.

5: Sideretningen for kvalitetsklasse S i fejlklasse 4 og Max skal kontrolleres på steder, hvor der kan konstateres synlige fejl. Afgivelsen 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.

6: 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 sporvidde i henhold til Sporregler 1987 [9]. Plustolerancerne i fejlklasse 3, 4 og Max skal dog altid ses i forhold til 1435 mm.

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

8: I kurver med radius R ≤ 500 m, hvor der sker en brat ændring af krumningen, gælder, at grænseværdierne tillades forhøjet jf. krav i afsnit 17.

9: For to-blok betonsveller af typen Rs og Sl (men ikke S75) er værdien - 3 mm.

10: For kvalitetsklasse E og S gælder for fejlklasse 1, at måling pr. 5 m tillades erstattet af en visuel kontrol.

11: På ret spor og i kurver med radius R ≥ 190 m gælder for en projekteret sporvidde på 1437 mm, at værdierne i fejlklasse 0 og 1 skal ses i forhold til 1437 mm.

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

13: For sporvedligeholdelsesmaskine og manuelt er det nok at måle den ene skinne bortset fra i sporskifter med FAKOP, hvor begge skinner skal måles i sideretningen.

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 fremgår af tabel 11.4-1. Der er ikke fastsat normer for standardafvigelser i forbindelse med udførelse af målinger med sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje eller manuelt.

Tabel 11.4-1. Normer for standardafvigelse i højde- og sideretning for sporafsnit à 200 m, ved anvendelse af målevogn/-dræsine					
Kvalitetsklasse	Hastighed	Højderetning (σ_H) $\lambda=3-25$ m		Sideretning (σ_P) $\lambda=3-25$ m	
	[Km/h]	0-linje til spids [mm]		0-linje til spids [mm]	
		Fejlklasse 3		Fejlklasse 3	
		Spør ekskl. sporskifter	Spør inkl. sporskifter	Spør ekskl. sporskifter	Spør inkl. sporskifter
A1	230<V≤250	0,70x	0,85x	0,55y	0,55y
A	160<V≤230	0,90x	1,15x ¹⁾	0,75y	0,75y
B	120<V≤160	1,10x	1,40x ¹⁾	0,80y	0,80y
C	80<V≤120	1,40x	1,80x	1,15y	1,15y
D	40<V≤80	2,20x	2,75x	2,15y	2,15y
E	V≤40	2,20x	2,75x	2,15y	2,15y
S					

1: For sporskifter på træsveller tillades anvendt en værdi, som er 0,20x større.

Med hensyn til størrelsen af korrektionsfaktorerne x og y, der fremgår af tabel 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 fejlklasse 3 for enten højde- eller sideretning i tabel 11.4-1 overskrides med mere end 100 %. Dette med henblik på at undgå uhensigtsmæssigt 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 16.1 anvendes.

Note 11.4-4

For krav til beregningshyppighed og dokumentation vedrørende standardafvigelse i højde- og sideretning henvises til afsnit 10.4.1.

11.5 Normer for ækvivalent konicitet

11.5.1 Generelt

Krav for ækvivalent konicitet gælder for spor omfattet af kravene i TSI INF [18]. Kravene er gældende for spor, som er nyanlagt, opgraderet eller fornyet efter 01.01.2015.

Kravene gælder ikke for sporskifter og sporskæringer, eller hvor skinnerne i direkte tilknytning til disse er lagt uden hældning (lodret). Den ækvivalente konicitet skal bestemmes i henhold til krav i TSI INF [18] og DS/EN 15302:2008 + A1:2010 [19].

Note 11.5.1-1

De samlede krav for ækvivalent konicitet i henhold til TSI INF [18] omfatter såvel krav for sporet som krav for det rullende materiel.

Ved beregning af ækvivalent konicitet skal sporet sammenholdes med hjulsættet. I henhold til TSI INF [18] er der fastlagt 4 nominelle hjulprofiler som anført i tabel 11.5.1-1, der er defineret i TSI INF [18] og DS/EN 13715:2020 [20].

Hjulprofil	Afstand mellem hjulsættets flangekontaktpunkter [mm]
S 1002	1420
S 1002	1426
GV 1/40	1420
GV 1/40	1426

11.5.2 Krav for projekteret værdi af ækvivalent konicitet

Sporet skal projekteres med værdier af sporvidde, skinnehovedprofil og skinnehældning, således at grænseværdierne for ækvivalent konicitet som anført i tabel 11.5.2-1 ikke overskrides, når sporet sammenholdes med de 4 nominelle hjulprofiler anført i tabel 11.5.1-1. For visse sporkonstruktioner er den projekterede værdi af ækvivalent konicitet beregnet i tabel 11.5.2-2.

Hastighed [Km/h]	Nominelle hjulprofiler
	S 1002 og GV 1/40
200 < V ≤ 250	0,20
60 < V ≤ 200	0,25
V ≤ 60	

Skinne-profil	Hjul-profil	Afstand flangekontakt-punkter	Sporvidde	Skinnehældning		
				1:20	1:40	Lodret
60 E1	S 1002	1420	1435	0,011	0,029	0,105
			1437	0,010	0,030	
		1426	1435	0,011	0,187	0,154
			1437	0,010	0,152	
60 E2	S 1002	1420	1435	0,017	0,027	0,088
			1437	0,014	0,028	
		1426	1435	0,018	0,095	0,143
			1437	0,014	0,072	
60 E1	GV 1/40	1420	1435	0,025	0,025	0,024
			1437	0,025	0,025	
		1426	1435	0,025	0,025	0,025
			1437	0,025	0,025	
60 E2	GV 1/40	1420	1435	0,025	0,025	0,024
			1437	0,025	0,025	
		1426	1435	0,025	0,025	0,025
			1437	0,025	0,025	

11.5.3 Krav for ækvivalent konicitet til spor i drift

Såfremt der konstateres uhensigtsmæssige forhold vedrørende togenes kørsel i sporet i form af hunting eller sinuskørsel, skal lederen af systemansvar foranledige, at Banedanmark i samarbejde med den pågældende togoperatør gennemfører en fælles undersøgelse af det pågældende strækningsafsnit.

Undersøgelsen skal for det indmeldte strækingsafsnit omfatte opmåling per 10 m af sporvidden samt de to skinneprofiler. Den gennemsnitlige ækvivalente konicitet over 100 m skal successivt beregnes per 10 m, idet hver opmåling skal sammenholdes med de 4 teoretiske hjulsæt som anført i tabel 11.5.1-1. De således fundne værdier for den gennemsnitlige ækvivalente konicitet over 100 m skal overholde grænseværdierne i fejlklasse 4 i tabel 11.5.3-1.

Hastighed [Km/h]	Fejlklasse 3	Fejlklasse 4
$230 < V \leq 250$	0,20	0,25
$200 < V \leq 230$	0,25	0,30
$160 < V \leq 200$		0,30
$120 < V \leq 160$		0,35
$60 < V \leq 120$		0,40
$V \leq 60$		

Såfremt denne del af undersøgelsen viser, at sporet overholder krav i tabel 11.5.3-1, skal den fælles undersøgelse udvides for at finde andre årsager til de uhensigtsmæssige forhold.

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 skinneerne. 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 BN1-66 [7].

For hastighedsintervallet $200 < V \leq 250$ km/h skal justeringsarbejdet ske ud fra en koordinat baseret linjeføring, hvor der ud fra denne linjeføring skal foretages opmåling og beregning af de højde- og sideflytninger, der skal anvendes som input til justeringsarbejdet. Hvis der alternativt udføres relativ sporjustering, hvor den tilladelige hastighed er i intervallet $200 < V \leq 250$ km/h, skal hastigheden reduceres til maksimalt 200 km/h i forbindelse med justeringen, og indtil det er kontrolleret med målevogn/-dræsine, at grænseværdierne i fejlkasse 3 for højdebeliggenhed $\lambda = 25 - 70$ m og sidebeliggenhed $\lambda = 25 - 70$ m jævnfør tabel 11.3.2-2 er overholdt.

Note 12.1-1

Sporafsnit, hvor der er hyppige sporjusteringer, 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 14.2 "Forberedelse af justeringsarbejder" og 14.3 "Tekniske krav ved udførelse af sporjustering".

Note 12.1-3

For sporets absolutte beliggenhed og fast afmærkning af sporets projekterede tracé henvises til krav i BN2-93 [10].

Note 12.1-4

For FAKOP-sporskifter henvises til afsnittet "BN2. Krav til sporjustering" i Regler for eftersyn og vedligeholdelse af sporskifter og transversaler på strækningen mellem Vigerslev og Ringsted [24].

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 bo-rede 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 samt ved sporarbejder eller hændelser, der påvirker sporets relative beliggenhed

I forbindelse med udførelse af sporjustering samt ved sporarbejder eller hændelser, der påvirker sporets relative beliggenhed, skal der gennemføres sporbeliggenhedskontrol med målevogn/-dræsine, sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje eller manuelt.

For målevogn/-dræsine og måletrolje skal der måles højde- og sideretning af begge skinnestrengene, mens det for sporvedligeholdelsesmaskine og manuelt dog er tilstrækkeligt at måle højde- og sideretning af den ene skinnestreng. En undtagelse herfra er dog sporskifter med FAKOP, hvor der skal foretages måling af sideretning af begge skinnestrengene.

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. Ved manuel måling af højde- og sideretning er det dog tilstrækkeligt, at dokumentationen omfatter sporstykket, hvor der har været gennemført sporjustering eller sporarbejder samt 10 m spor herudover til begge sider. Ved manuel måling af overhøjde, vridning og sporvidde er det endvidere tilstrækkeligt, at dokumentationen omfatter sporstykket, hvor der har været gennemført sporjustering eller sporarbejder samt 5 m spor herudover til begge sider.

Note 12.3-1

For krav til dokumentation af sporvidde efter sporarbejder henvises til afsnit 11.3.1.

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

- I henhold til BN2-93 [10], hvor der er etableret fast afmærkning af sporets tracé.
- I henhold til BN1-18 [12], for at det nødvendige fritrumsprofil er til stede.
- I henhold til BN1-49 [13] for indbyrdes placering af spor og perron.

Note 12.3-2

For sporjustering af sporskifter med FAKOP henvises til Regler for eftersyn og vedligeholdelse af sporskifter og transversaler på strækningen mellem Vigerslev og Ringsted [24].

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 ibrugtagning til drift. 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 ibrugtagning til drift.

- 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.
- Såfremt der anvendes dynamisk stabiliseringsmaskine i forbindelse med arbejdsjusteringer, 1. opfølgingsjustering og 2. opfølgingsjustering tillades slutjustering udeladt, hvis 2. opfølgingsjustering overholder kvalitetskravene i fejlklasse 0.

Note 12.4-1

For sidespor kræves der ingen 1 års justering.

Note 12.4-2

Det bør tilstræbes, at arbejdsjusteringer ved sporfornyelse og nyanlæg udføres hurtigst muligt efter selve sporrægningen, 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 BN1-14 [5] og BN2-15 [6].

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.

Sporjustering tillades udført ved skinnetemperaturer mellem 0 °C og 25 °C.

Ved skinnetemperaturer mellem 25 °C og 30 °C tillades justeringsarbejder under forudsætning af, at der ikke i sporet findes mangler, som reducerer modstandsevnen mod solkurver.

Ved skinnetemperaturer mellem 30 °C og 35 °C tillades justeringsarbejder under forudsætning af, at der ikke i sporet findes mangler, som reducerer modstandsevnen mod solkurver, og under forudsætning af, at skinnetemperaturen er maksimalt 15 °C højere end den aktuelle spændingsudligningstemperatur.

Såfremt skinnetemperaturen i dagtimerne kan forventes at komme over 40 °C, må det ved en helhedsbedømmelse vurderes, om et igangværende justeringsarbejde, som udføres på tidspunkter, hvor skinnetemperaturen er under 35 °C, midlertidigt skal afbrydes.

Konstateres der uro i sporet på grund af varmespændinger, skal justeringsarbejdet straks afbrydes.

Note 12.5.1-2

Der henvises til afsnit 12.5.2 for krav i relation til forholdene mellem skinnetemperatur, justeringstyper, spændingsudligning og hastighedsnedsættelser.

12.5.2 Største hastighed efter udført sporjustering

Den maksimalt tilladelige hastighed efter udført sporjustering fremgår for forventede eller registrerede skinnetemperaturer op til 40 °C af tabel 12.5.2-1 og for forventede eller registrerede skinnetemperaturer over 40 °C af tabel 12.5.2-2.

Tabel 12.5.2-1. Største hastighed ¹⁾ for forventede eller registrerede skinnetemperaturer op til 40 °C 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
Efter 2. opfølgingsjustering ³⁾	Betonsveller	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 ⁴⁾	Betonsveller	V≤160 ²⁾ 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 BN1-6 [8]. Såfremt disse krav ikke kan opfyldes, gælder, at hastigheden skal fastsættes til maksimalt 40 km/h.
- 2: Ved anvendelse af ballastskuldervibrator i forbindelse med sporjustering tillades en hastighed efter sporjustering på op til $V \leq 200$ km/h for monoblok betonsveller, såfremt bredden af ballastskulderen $B_{sk} \geq 0,55$ m samt for to-blok betonsveller.
- 3: Krav er ligeledes gældende i forbindelse med gennemgående svelleregulering og ved udskiftning eller regulering af 6 stk. eller flere sveller i sammenhæng.
- 4: Krav er ligeledes gældende i forbindelse med kabelpløjning i ballastprofilen og ved 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.

De i tabel 12.5.2-1 anførte hastigheder > 40 km/h 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 BN1-66 [7].

Hvis vejrforholdene efter 2. opfølgingsjustering, slutjustering, 1 års justering eller vedligeholdelsesjustering udvikler sig, så der kan forventes eller registreres skinnetemperaturer over 40 °C, er den største hastighed som anført i tabel 12.5.2-2.

Tabel 12.5.2-2. Største hastighed ¹⁾ for forventede eller registrerede skinnetemperaturer over 40 °C efter udført sporjustering m.v. i afhængighed af sporets belastning.

Type af spor-justering	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
Efter 2. opfølgingsjustering ²⁾	Beton-sveller	V≤80 km/h	V≤80 km/h	V≤120 km/h	V≤120 km/h	Gældende stræknings-hastighed
	Træ- og stålsveller	V≤80 km/h	V≤80 km/h	V≤80 km/h	V≤120 km/h	Gældende stræknings-hastighed
Efter slutjustering, 1 års justering og vedligeholdelsesjustering ³⁾	Beton-sveller	V≤80 ⁴⁾ km/h	V≤80 ⁴⁾ km/h	Gældende strækningshastighed		
	Træ- og stålsveller	V≤80 km/h	V≤80 km/h	V≤80 km/h	Gældende stræknings-hastighed	

- 1: Med hensyn til krav vedrørende ballastprofilet for spor i drift henvises til regler i BN1-6 [8]. Såfremt disse krav ikke kan opfyldes, gælder, at hastigheden skal fastsættes til maksimalt 40 km/h.
- 2: Krav er ligeledes gældende i forbindelse med gennemgående svelleregulering og ved udskiftning eller regulering af 6 stk. eller flere sveller i sammenhæng.
- 3: Krav er ligeledes gældende i forbindelse med kabelpløjning i ballastprofilet og ved 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.
- 4: Værdien er gældende for spor, hvor den tilladelige hastighed er $V \leq 160$ km/h. For spor, hvor den tilladelige hastighed er $160 < V \leq 250$ km/h, tillades 100 km/h.

13. BN2, UDFØRELSE AF ARBEJDER OMKRING SPOR I DRIFT, DER KAN PÅVIRKE SPORETS BELIGGENHED

13.1 Generelt

Ved arbejder omkring spor i drift der kan påvirke sporets beliggenhed, skal BN1-kravene i afsnit 10.4.1 overholdes. Derudover gælder de i nærværende afsnit supplerende BN2-krav, der er gældende for hastighedsintervallet $V \leq 200$ km/h.

De tilladelige ændringer af sporets højdebeliggenhed i afsnit 13.2 - 13.4 er baseret på, at dokumentationen af sporets relative beliggenhed ved den seneste målevognskørsel og dokumentationen af sporets relative beliggenhed inden arbejde påbegyndes overholder følgende krav:

- Afvigelser i højderetningen for bølgelængder i intervallet $\lambda = 3-25$ m er mindre end kravene i fejlklasse 3 i afsnit 11.3.2.
- Afvigelser vedrørende vridning målt over 3 meter er mindre end kravene i fejlklasse 3 i afsnit 11.3.2.
- Der er tale om ret spor eller kurver, hvor $h \leq (R-100)/2$.

Inden arbejdet påbegyndes skal det sikres, at ovennævnte krav er opfyldt.

Inden arbejdet påbegyndes skal der foretages en registrering med henblik på, at der kan foretages en overvågning af eventuelle påvirkninger af sporets beliggenhed efter arbejdernes udførelse ud fra resultatet af målevognskørsler.

Arbejder omkring spor i drift skal registreres i form af følgende data:

BTR-nummer	6-cifret strækningsnummer. Det skal bemærkes, at nummeret skal formateres som en tekststreng, da der på 5-cifrede numre er et foranstående 0, som ikke må fjernes. F.eks. vil BTR-nummeret 012022 blive konverteret til 12022, såfremt det formateres som et heltal.
Spornummer	Det skal bemærkes, at nummeret skal formateres som en tekststreng. Spornumrene består af både tal og bogstaver samt tegn.
Kilometrerings Km from Km to.	Positionen på banen i forhold til dens startpunkt. Det er et tal, som angiver antallet af kilometer og meter fra startpunktet. Der skal angives start- og slutkilometreringsen med 1 meter nøjagtighed.
Opgavetype	F.eks. spunsning, ramning, underskydning eller styret underboring.

Entreprenør	Entreprenøren/firmaet, der udfører arbejdet, angives.
Dato udførelse	Tidspunktet for arbejdets udførelse f.eks. 24-08-2011.
Sagsnavn	Navn på sag registreret i Banedanmark Areal
Journalnr/F2nr.	Nummer på sag i Banedanmark Areal

13.2 Største hastighed under arbejdets udførelse

I forbindelse med planlægningen af arbejdet, skal det vurderes i hvilken grad arbejdet giver anledning til ændringer af sporets højdebeliggenhed. Hvis arbejdet kan give anledning til ændringer af sporets højdebeliggenhed for bølgelængder i intervallet $\lambda=3-25$ m på 3 mm eller mere, gælder, at største tilladelige hastighed i forbindelse med udførelsen af arbejdet skal planlægges ud fra kravene i tabel 13.2-1, hvor ændringer af sporets højdebeliggenhed skal afrundes til nærmeste hele mm.

Tabel 13.2-1 Største hastighed under arbejdets udførelse	
Ændringer af sporets højdebeliggenhed for bølgelængder i intervallet $\lambda=3-25$ m [mm]	Hastighed [km/h]
3 – 6	80
7 – 12	40
> 12	0 (sporspærring)

13.3 Overvågning af sporets beliggenhed, generelt

I forbindelse med udførelse af arbejde omkring spor i drift, der vurderes at påvirke sporets beliggenhed, skal arbejdet overvåges af en sportekniker, der er bemyndiget hertil. Ved overvågningen skal der foretages kontinuerlig kontrol af sporets beliggenhed under arbejdets udførelse og efter udførelsen indtil passage af første tog med udgangspunkt i kravene til sporets beliggenhed i afsnit 11.

Såfremt sporteknikeren vurderer, at der ved togpassage forekommer afvigelser i fejlklasse Max, skal disse betragtes som afvigelser i fejlklasse Max, og der skal ageres i henhold til afsnit 11.1.2. Endvidere skal den geografisk fagansvarlige for Spor kontaktes (aften og weekend dog sporvagten via Kommandopost/Fjernstyringscentral) med henblik på en vurdering af eventuelle yderligere tiltag.

13.4 Overvågning af sporets beliggenhed ved arbejder, der kan give anledning til ændringer af højdebeliggenheden på 3 mm eller mere

I forbindelse med udførelse af arbejde omkring spor i drift, der kan give anledning til ændringer af sporets højdebeliggenhed for bølgelængder i intervallet $\lambda=3-25$ m på 3 mm eller mere i forbindelse med arbejdets udførelse gælder følgende:

- Krav i afsnit 13.3.
- Inden arbejdet påbegyndes, skal der være truffet aftale om beredskab for udførelse af akut sporjustering.
- Inden arbejdet påbegyndes, skal det ud fra dokumentationskravene i afsnit 12.3 eftervises, at afvigelserne i sporet er mindre end kravene i fejlklasse 3 i afsnit 11.3.2, uanset om der måles i belastet eller ubelastet tilstand.
- Såfremt dokumentationen af sporets beliggenhed i forbindelse med arbejdets udførelse viser, at der er sket ændringer af sporets højdebeliggenhed i forhold til dokumentationen inden arbejdet blev påbegyndt, skal hastigheden fastsættes ud fra kravene i tabel 13.2-1.
- For arbejder med en varighed på mere end 1 døgn gælder, at der skal foretages dokumentation af sporets relative beliggenhed svarende til dokumentationskravene i afsnit 12.3 hvert døgn.
- Under arbejdets udførelse skal det overvåges, at der ikke sker brud under/omkring sporet. Hvis dette er tilfældet, skal den geografisk fagansvarlige for spor kontaktes (aften og weekend dog sporvagten via Kommandopost/Fjernstyringscentral) med henblik på en vurdering af eventuelle yderligere tiltag.
- Ved afslutningen af arbejdet skal der foretages dokumentation af sporets relative beliggenhed svarende til dokumentationskravene i afsnit 12.3.
- Efter passage af 75.000 bruttotons togvægt skal der foretages dokumentation af sporets relative beliggenhed svarende til dokumentationskravene i afsnit 12.3. For sporafsnit, hvor TIB-/Strækningsoversigts-hastigheden er $40 < V \leq 250$ km/h, tillades hastigheden efterfølgende øget til TIB-/Strækningsoversigts-hastigheden, når eventuelle afvigelser i fejlklasse 3 eller større er fjernet.

Hvis der i forbindelse med arbejdet registreres ændringer af sporets højdebeliggenhed for bølgelængder i intervallet $\lambda=3-25$ m på 7 mm eller mere skal den geografisk fagansvarlige for spor kontaktes (aften og weekend dog sporvagten via Kommandopost/Fjernstyringscentral) med henblik på en vurdering af eventuelle yderligere tiltag.

13.5 Ubedring af afvigelser efter arbejdets udførelse

Hvis der efter arbejdets udførelse registreres ændringer af sporets højdebeliggenhed for bøl-
gelængder i intervallet $\lambda=3-25$ m på 3 mm eller mere, der kan henføres til dette arbejde, skal
disse planlægges ubedret ved sporjustering.

Note 13.5-1

Det pågældende arbejde skal i givet fald afholde omkostningerne herfor svarende til genopretning af spo-
rets tilstand.

Tidspunktet for seneste udførelse af sporjustering skal aftales med den geografisk fag-ansvar-
lige for spor.

14. BN2, FORBEREDELSE OG UDFØRELSE AF JUSTERINGSARBEJDER

14.1 Udvælgelse af sporafsnit til justering

Udvælgelse af sporafsnit til vedligeholdelsesjustering skal ske på baggrund af de i afsnit 11.3 og 11.4 anførte grænseværdier i fejlklasse 3. For hastighedsintervallet $200 < V \leq 250$ km/h gælder desuden, at der skal foretages forebyggende vedligeholdelse hvert 3. år.

For sporafsnit, der ny- eller ombygges, skal der tages hensyn til nedenstående retningslinjer ved udvælgelsen til vedligeholdelsesmæssig justering:

- Spor, der ny- eller ombygges i år X, skal ikke planlægges justeret vedligeholdelsesmæssigt i år X.
- Spor, der er ny- eller ombygget i år X - 1, skal ikke planlægges justeret vedligeholdelsesmæssigt i år X, da projektet foretager 1 års justering i år X.
- Spor, der er ny- eller ombygget i år X - 2, skal ikke planlægges justeret vedligeholdelsesmæssigt i år X, da der ikke er udført 1 års justering, når der skal planlægges sporjustering i år X.
- Spor, der ombygges i år X + 1, skal ikke planlægges justeret vedligeholdelsesmæssigt i år X. Der foretages alene udbedring af fejl i fejlklasse 4 og fejlklasse Max/Min.

14.2 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
- Sporviddekorrektion
- Svejsearbejder

Note 14.2-1

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 BN1-14 [5], BN2-15 [6] og Regler for eftersyn og vedligeholdelse af sporskifter og transversaler på strækningen mellem Vigerslev og Ringsted [24], mens forarbejder i spor kan ske i henhold til vejledningen i afsnit 19.1.

14.3 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 ‰. Den endelige rampe må ved arbejdets afslutning maksimalt have en stigning på 1,0 ‰ og 0,5 ‰ for henholdsvis $V \leq 160$ km/h og $160 < V \leq 250$ km/h.

Note 14.3-1.

Op til et fast befæstet sporstykke bør den endelige rampe udføres med maksimalt 0,5 ‰ stigning ved om nødvendigt at øge rampelængden.

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 BN2-93 [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 14.3-2

På delstrækninger, hvor der er etableret fast afmærkning af sporets tracé, skal det sikres, at tolerancekravene i henhold til BN2-93 [10] er overholdt. Ved afslutningen af en sporjustering skal det sikres, at fritrumsprofilen i henhold til Fitrumsprofiler [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 BN1-49 [13] er overholdt.

Sporjustering skal starte og slutte enten på ret spor eller i kurve med konstant radius og overhøjde.

Ved udførelse af planlagt vedligeholdelsesjustering skal der anvendes et generelt grundløft på 18 mm. For spor langs perron og spor under broer samt 50 m før og efter disse skal der dog anvendes et grundløft på 10 mm.

Note 14.3-4

Sporjusteringen skal udføres under hensyntagen til tolerancekravene:

- I henhold til BN2-93 [10], hvor der er etableret fast afmærkning af sporets tracé.
- I henhold til BN1-18 [12], for at det nødvendige fritrumsprofil er til stede.
- I henhold til BN1-49 [13] for indbyrdes placering af spor og perron.

Ved justering af afvigelser i højde- og/eller sideretningen med bølgelængder i intervallet $\lambda = 25-70$ m, skal der anvendes input vedrørende løft og/eller sideflytning til stoppemaskinen.

Udførelse af sporskiftejustering skal omfatte en justering af både stamspor og afvigende gren. Udførelse af sporskiftejustering skal ligeledes omfatte en understopning af drevsvellerne 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 14.3-3

Ved afslutningen af en sporskiftejustering skal det straks kontrolleres, at tungerne hviler på samtlige gli-destole, og at drevet fungerer tilfredsstillende. Eventuelle fejl skal rettes inden ibrugtagning. Der henvises til regler i BN1-14 [5] og BN2-15 [6]. Udførelse af justering i spor og sporskifter kan ske i henhold til vejledningen i henholdsvis afsnit 19.2 og 19.3.

15. BN2, KRAV TIL SPORETS OVERORDNEDE KVALITET

15.1 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 90 % af alle sporafsnit à 200 m skal opfylde kravene vedrørende standardafvigelse i både højde- og sideretning i tabel 15.1-1. En oversigt over røde, grønne og blå baner er grafisk vist i bilag 1 i afsnit 20.

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.

Tabel 15.1-1. 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]	0-linje til spids [mm]	0-linje til spids [mm]
A1	230<V≤250	0,85x	0,55y
A	160<V≤230	1,15x	0,75y
B	120<V≤160	1,40x	0,80y
C	80<V≤120	1,80x	1,15y
D	40<V≤80	2,75x	2,15y
E	V≤40		
S			

Med hensyn til størrelsen af korrektionsfaktorerne x og y, der fremgår af tabel 15.1-1, henvises til afsnit 11.2.

Note 15.1-1.

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

15.2 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 0,5 klasse 4 fejl i gennemsnit pr. km spor
- Blå bane : maksimalt 0,5 klasse 4 fejl i gennemsnit pr. km spor

En oversigt over røde, grønne og blå baner er grafisk vist i afsnit 20.

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.

15.3 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.

Kvalitetskravet 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 vist i afsnit 20.

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.

16. 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 BMV100, IMV100, IMV200 og UFM120

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

16.1 Normer for punktfejl og standardafvigelse ved anvendelse af målevognene BMV100, IMV100, IMV200 & UFM120

Tabel 16.1-1. Normer for punktfejl vedr. *overhøjde og vridning*, for målevognene BMV100, IMV100, IMV200 & UFM120

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Overhøjdens afvigelse ⁰⁾				Absolut overhøjde		Vridning målebaser														
		Projekteret til spids ⁰⁾ [mm]				0-linje til spids [mm]		2 m		3 m				6 m		9 m		12 m		15 m		
		Fejlklasser				Fejlklasser		Fejlklasser		Fejlklasser				Fejlklasser		Fejlklasser		Fejlklasser		Fejlklasser		
		0	1	3 ⁰⁾	4 ⁰⁾	4	Max	4	Max	0 ²⁾	1 ²⁾	3	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max
A1	230<V≤250	2	3	6	8	¹⁾	¹⁾	4,5	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≤230	2	3	6	8	177/	180/	4,5	7,0	1,0	1,0	3,0	3,5	5,0	3,0	5,0	2,8	4,8	2,8	4,4	2,8	4,0
B	120<V≤160	3	4	6	9	187	190	4,5	³⁾	1,0	1,5	3,0	4,0	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	
C	80<V≤120	3	4	8	11			4,5	6,0/	1,0	1,5	3,0	4,0	6,0/	3,0	4,0/	2,8	3,3/	2,8	3,0/	2,8	3,0/
D	40<V≤80	3	5	10	13			4,5	7,0	1,5	1,5	3,0	4,0	7,0		5,5		4,8		4,4		4,0
E	V≤40	3	5	10	15			4,5		1,5	1,5	3,0	4,0									
S		3	5	10	15			4,5		1,5	1,5	3,0	4,0									

0: For fejlklasser 3 og 4 er der tale om overhøjdens ujævnhed, hvor grænseværdien er gældende fra middellinje til spids.

1: Førstnævnte værdi gælder for godsbaner og baner med blandet trafik, mens sidstnævnte gælder for baner reserveret for passagertrafik.

2: For fejlklasser 0 og 1 er grænseværdien gældende fra middellinje til spids. For fejlklasser 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 18.

Tabel 16.1-2. Normer for punktfejl vedr. *højde-, sideretning og sporvidde*, for målevognene BMV100, IMV100, IMV200 & UFM120

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Højderetning $\lambda=3-25$ m					Sideretning ⁶⁾ $\lambda=3-25$ m Filter "FIR, order 200, -6 dB"					Højderetning & Sideretning $\lambda=25-70$ m			Sporvidde Punktfejl ⁹⁾					Sporvidde middel målt over 100 m	
		0-linje til spids [mm]					0-linje til spids [mm]					0-linje til spids [mm]			1435 ^{5,8)} til spids [mm]					1435 til spids [mm]	
		Fejlklasser					Fejlklasser					Fejlklasser			Fejlklasser					Fejlklasser	
		0	1	3	4	Max	0 ⁴⁾	1 ⁴⁾	3 ⁴⁾	4 ⁴⁾	Max ⁴⁾	3	4	Max	0	1	3	4	Max/Min	3	Min
A1	230<V≤250	2,0	3,0	6	7	10	2,0	3,0	4	6	8	10	12	14	+4/-2	+4/-2	+10/-3	+15/-3	+28/-5	-2	-2
A	160<V≤230	2,0	3,0	6	8	12	2,0	3,0	5	7	8	11	16	18	+4/-2	+5/-2 ⁷⁾	+12/-5	+20/-5	+28/-7	-5	-5
B	120<V≤160	3,0	3,5	7	9	13	2,0	3,5	6	8	9				+4/-2	+5/-2 ⁷⁾	+15/-6	+25/-6	+35/-8	-5	-5
C	80<V≤120	3,0	3,5	8	11	16	3,5	3,5	7	8	12	12			+4/-3	+5/-3	+15/-7	+25/-7	+35/-9	-5	-5
D	40<V≤80	4,0	5,0	10	14	21	3,5	5,0	12	12	17	15			+4/-3	+7/-3	+20/-7	+28/-7	+35/-9	-5	-5
E	V≤40	4,0	5,0	10	16	31	3,5	5,0	16	16	24				+4/-3	+7/-3	+20/-7	+28/-7	+35/-9		
S		4,0	5,0	10	16	31	3,5	5,0	16	16	24				+4/-3	+7/-3	+25/-7	+28/-7	+35/-9		

4: I FAKOP-sporskifter gælder, at værdien er 6,5 i fejlkl. 0 og 1, mens værdien er 7, 7 og 8 i hhv. fejlkl. 3, 4 og Max for hastighedsintervallet 160<V≤250 km/h.

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 Sporregler 1987 [9]. Plustolerancerne i fejlklasse 3, 4 og Max skal dog altid ses i forhold til 1435 mm.

6: I kurver med radius $R \leq 500$ m, hvor der sker en brat ændring af krumningen, gælder, at grænseværdierne tillades forhøjet jf. krav i afsnit 17.

7: For to-blok betonsveller af typen Rs og Sl (men ikke S75) er værdien - 3 mm.

8: På ret spor og i kurver med radius $R \geq 190$ m gælder for en projekteret sporvidde på 1437 mm, at værdierne i fejlklasse 0 og 1 skal ses i forhold til 1437 mm.

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

Tabel 16.1-3. Normer for **standardafvigelse** i *højde- og sideretning* for sporafsnit à 200 m, for målevognene **BMV100, IMV100, IMV200 & UFM120**.

Kvalitets-klasse	Hastighed	Højderetning (σ_H) $\lambda=3-25$ m		Sideretning (σ_P) $\lambda=3-25$ m "FIR, order 200, -6 dB"	
	[Km/h]	0-linje til spids [mm]		0-linje til spids [mm]	
		Fejlklasse 3		Fejlklasse 3	
		Spør ekskl. sporskifter	Spør inkl. sporskifter	Spør ekskl. sporskifter	Spør inkl. sporskifter
A1	230<V≤250	0,70	0,85	0,52	0,52
A	160<V≤230	0,90	1,15 ¹⁾	0,71	0,71
B	120<V≤160	1,10	1,40 ¹⁾	0,75	0,75
C	80<V≤120	1,40	1,80	1,08	1,08
D	40<V≤80	2,20	2,75	2,02	2,02
E	V≤40	2,20	2,75	2,02	2,02
S					

1: For sporskifter på træsveller tillades anvendt en værdi, som er 0,20x større.

Note 16.1-1

For kvalitetsklasse A1, A, B, C og D bør hastigheden overvejes reduceret, såfremt grænseværdierne i fejlklasse 3 for enten højde- eller sideretning i tabel 16.1-3 overskrides med mere end 100 %. Dette med henblik på at undgå uhensigtsmæssigt store sporkræfter, der kan føre til permanente deformationer af sporkomponenterne.

16.3 Normer for punktfejl ved anvendelse af sporvedligeholdelsesmaskiner med DRP

Tabel 16.3-1. Normer for punktfejl vedr. *overhøjde og vridning*, for sporvedligeholdelsesmaskiner med DRP

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Overhøjdens afvigelse ⁰⁾				Absolut overhøjde		Vridning målebase													
								1,5 m / 2 m		3 m			6 m		9 m		12 m		15 m		
		Projekteret til spids ⁰⁾ [mm]				0-linje til spids [mm]		0-linje til spids ²⁾ [mm/m]													
		Fejlklasse				Fejlklasse		Fejlklasse		Fejlklasse			Fejlklasse		Fejlklasse		Fejlklasse		Fejlklasse		
0	1	3 ⁰⁾	4 ⁰⁾	4	Max	4	Max	0 ²⁾	1 ²⁾	3	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max	
A1	230<V≤250	2	3							1,0	1,0										
A	160<V≤230	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	15	177/187 ¹⁾	180/190 ¹⁾			1,5	1,5	3,0	4,0	6,0							

0: For fejlklasse 3 og 4 er der tale om overhøjdens ujævnhed, hvor grænseværdien er gældende fra middellinje til spids.

1: Førstnævnte værdi gælder for godsbaner og baner med blandet trafik, mens sidstnævnte gælder for baner reserveret for passagertrafik.

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.

Tabel 16.3-2. Normer for punktfejl vedr. *højde-, sideretning og sporvidde*, for sporvedligeholdelsesmaskiner med DRP

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Højderetning ¹⁰⁾ λ=3-25 m Måling pr. 5 m					Sideretning ^{4,6,10)} λ=3-25 m Måling pr. 5 m					Højderetning & Sideretning λ=25-70m			Sporvidde. Punktfejl ⁹⁾					Sporvidde midt del målt over 100 m	
		0-linje til spids [mm]					0-linje til spids [mm]					0-linje til spids [mm]			1435 ^{5,9)} til spids [mm]					1435 til spids [mm]	
		Fejlklasse					Fejlklasse					Fejlklasse			Fejlklasse					Fejlklasse	
		0	1	3	4	Max	0 ³⁾	1 ³⁾	3 ³⁾	4 ³⁾	Max ³⁾	3	4	Max	0	1	3	4	Max/Min	3	Min
A1	230<V≤250	2,0	3,0			2,0	3,0	4	6	8				+4/-2	+4/-2	+10/-3	+15/-3	+28/-5	-2	-2	
A	160<V≤230	2,0	3,0			2,0	3,0	5	7	9				+4/-2	+5/-2 ⁷⁾	+12/-5	+20/-5	+28/-7	-5	-5	
B	120<V≤160	3,0	3,5			2,0	3,5	6	8	10				+4/-2	+5/-2 ⁷⁾	+15/-6	+25/-6	+35/-8	-5	-5	
C	80<V≤120	3,0	3,5			2,0	3,5	7	9	13				+4/-3	+5/-3	+15/-7	+25/-7	+35/-9	-5	-5	
D	40<V≤80	4,0	5,0			3,5	5,0	13	13	18				+4/-3	+7/-3	+20/-7	+28/-7	+35/-9	-5	-5	
E	V≤40	4,0	5,0			3,5	5,0	17	17	25				+4/-3	+7/-3	+20/-7	+28/-7	+35/-9			
S		4,0	5,0	9	14	26	3,5	5,0	17	17	25			+4/-3	+7/-3	+25/-7	+28/-7	+35/-9			

3: I FAKOP-sporskifter gælder, at værdien er 6,5 i fejlkl. 0 og 1, mens værdien er 8, 8 og 9 i hhv. fejlkl. 3, 4 og Max for hastighedsintervallet 160<V≤250 km/h.

4: 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.

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 Sporregler 1987 [9]. Plustolerancerne i fejlklasse 3, 4 og Max skal dog altid ses i forhold til 1435 mm.

6: I kurver med radius R ≤ 500 m, hvor der sker en brat ændring af krumningen, gælder, at grænseværdierne tillades forhøjet jf. krav i afsnit 17.

7: For to-blok betonsveller af typen Rs og Sl (men ikke S75) er værdien - 3 mm.

8: På ret spor og i kurver med radius R ≥ 190 m gælder for en projekteret sporvidde på 1437 mm, at værdierne i fejlklasse 0 og 1 skal ses i forhold til 1437 mm.

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

10: For sporvedligeholdelsesmaskine og manuelt er det nok at måle den ene skinne bortset fra i sporskifter med FAKOP, hvor begge skinner skal måles i sideretningen.

16.4 Normer for punktfejl ved anvendelse af måletrolje Krab

Tabel 16.4-1. Normer for punktfejl vedr. *overhøjde og vridning*, for måletrolje Krab

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Overhøjdens afvigelse ⁰⁾ [mm]				Absolut overhøjde [mm]		Vridning målebaser [mm/m]													
		Projekteret til spids ⁰⁾ [mm]				0-linje til spids [mm]		1,5 m / 2 m		3 m				6 m		9 m		12 m		15 m	
		Fejlklasser				Fejlklasser		Fejlklasser		Fejlklasser				Fejlklasser		Fejlklasser		Fejlklasser		Fejlklasser	
		0	1	3 ⁰⁾	4 ⁰⁾	4	Max	4	Max	0 ²⁾	1 ²⁾	3	4	Max	4	Max	4	Max	4	Max	4
A1	230 < V ≤ 250	2	3							1,0	1,0										
A	160 < V ≤ 230	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	15	177/187 ¹⁾	180/190 ¹⁾			1,5	1,5	2,5 ³⁾	3,3 ³⁾	6,0 ³⁾							

- 0: For fejlklasser 3 og 4 er der tale om overhøjdens ujævnhed, hvor grænseværdien er gældende fra middellinje til spids.
 1: Førstnævnte værdi gælder for godsbaner og baner med blandet trafik, mens sidstnævnte gælder for baner reserveret for passagertrafik.
 2: For fejlklasser 0 og 1 er grænseværdien gældende fra middellinje til spids. For fejlklasser 0 og 1 er værdien dog 2,0 mm/m ved sporskifters krydsning.
 3: Værdierne er baseret på, at skinnernes indbyrdes højdebeliagen skal måles pr. 2,5 m / 3 m i ubelastet tilstand.

Tabel 16.4-2. Normer for punktfejl vedr. *højderetning, sideretning og sporvidde*, for måletrolje Krab

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Højderetning λ=3-25 m Måling pr. 5 m					Sideretning ^{5,7)} λ=3-25 m Måling pr. 5 m					Højderetning & Sideretning λ=25-70m			Sporvidde. Punktfejl ¹⁰⁾					Sporvidde midt målt over 100 m	
		0-linje til spids [mm]					0-linje til spids [mm]					0-linje til spids [mm]			1435 ^{6,9)} til spids [mm]					1435 til spids [mm]	
		Fejlklasser					Fejlklasser					Fejlklasser			Fejlklasser					Fejlklasser	
		0	1	3	4	Max	0 ⁴⁾	1 ⁴⁾	3 ⁴⁾	4 ⁴⁾	Max ⁴⁾	3	4	Max	0	1	3	4	Max/Min	3	Min
A1	230 < V ≤ 250	2,0	3,0			2,0	3,0	4	6	8				+4/-2	+4/-2	+10/-3	+15/-3	+28/-5	-2	-2	
A	160 < V ≤ 230	2,0	3,0			2,0	3,0	5	7	9				+4/-2	+5/-2 ⁸⁾	+12/-5	+20/-5	+28/-7	-5	-5	
B	120 < V ≤ 160	3,0	3,5			2,0	3,5	6	8	10				+4/-2	+5/-2 ⁸⁾	+15/-6	+25/-6	+35/-8	-5	-5	
C	80 < V ≤ 120	3,0	3,5			2,0	3,5	7	9	13				+4/-3	+5/-3	+15/-7	+25/-7	+35/-9	-5	-5	
D	40 < V ≤ 80	4,0	5,0			3,5	5,0	13	13	18				+4/-3	+7/-3	+20/-7	+28/-7	+35/-9	-5	-5	
E	V ≤ 40	4,0	5,0			3,5	5,0	17	17	25				+4/-3	+7/-3	+20/-7	+28/-7	+35/-9			
S		4,0	5,0	9	14	26	3,5	5,0	17	17	25				+4/-3	+7/-3	+25/-7	+28/-7	+35/-9		

- 4: I FAKOP-sporskifter gælder, at værdien er 6,5 i fejlkl. 0 og 1, mens værdien er 8, 8 og 9 i hhv. fejlkl. 3, 4 og Max for hastighedsintervallet 160 < V ≤ 250 km/h.
 5: Sideretningen for kvalitetsklasse S i fejlklasser 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.
 6: I kurver med radius R < 190 m skal plustolerancerne i fejlklasser 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 Sporregler 1987 [9]. Plustolerancerne i fejlklasser 3, 4 og Max skal dog altid ses i forhold til 1435 mm.
 7: I kurver med radius R ≤ 500 m, hvor der sker en brat ændring af krumningen, gælder, at grænseværdierne tillades forhøjet jf. krav i afsnit 17.
 8: For to-blok betonsveller af typen Rs og Sl (men ikke S75) er værdien - 3 mm.
 9: På ret spor og i kurver med radius R ≥ 190 m gælder for en projekteret sporvidde på 1437 mm, at værdierne i fejlklasser 0 og 1 skal ses i forhold til 1437 mm.
 10: For sporviddevariation målt fra spids til spids over 10 meter gælder, at indgrebsgrænsen i fejlklasser 3 er 12 mm uanset kvalitetsklasse.

17. BN1, FORHØJELSE AF GRÆNSEVÆRDIER I SPORETS SIDERETNING I KURVER MED RADIUS $R \leq 500$ M, HVOR DER SKER EN BRAT ÆNDRING AF KRUMNINGEN

Nærværende afsnit har relation til afsnit 11.3.2 "Normer for punktfejl ved anvendelse af målevogn/-dræsine", 11.3.3 "Normer for punktfejl ved anvendelse af sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje og manuelt" samt de vejledende oversigter vedrørende punktfejl for de enkelte målevogne/-dræsiner, stoppemaskiner med DRP og måletroljer i afsnit 16.1, 16.2 og 16.4. Dette for så vidt angår grænseværdierne i sporet sideretning $\lambda=3-25$ m.

Note 17-1.

Ved en brat ændring af krumningen af sporets trace, medtages utilsigtet et bidrag fra den projekterede trace i måleudslaget ved anvendelse af målemetoden i EN13848-1:2019 [1]. Som følge heraf korrigeres for dette utilsigtede måleudslag ved at øge grænseværdierne i sideretningen. En brat ændring af krumningen af sporets trace sker ved overgangen mellem ret spor og kurve uden overgangskurve samt ved overgangen mellem 2 forskellige kurver uden overgangskurve.

For kurver med radius $R \leq 500$ m beliggende i transversalforbindelser og tilsvarende trace i spor uden sporskifter, hvor der sker en brat ændring af krumningen, gælder, at grænseværdierne i alle fejlklasser i sporets sideretning $\lambda=3-25$ m tillades forhøjet med værdierne som anført i tabel 17-1.

Tabel 17-1. Forhøjelse af grænseværdier i sporets sideretning $\lambda=3-25$ m ved transversalforbindelser og tilsvarende trace i spor uden sporskifter ¹⁾					
Sporskiftetype	Nominel sporvidde	Målevogn/dræsine Filter "FIR, order 200, -6 dB"		Sporvedligeholdelsesmaskine med DRP & måletrolje Krab	
		Tangentpunkter ved forender af sporskifter	Tangentpunkter ved bagender af sporskifter	Tangentpunkter ved forender af sporskifter	Tangentpunkter ved bagender af sporskifter
UIC60-R500-1:12/ UIC60-R500-1:14	1435 mm	4 mm	5 mm	7 mm	10 mm
UIC60-R300-1:9	1435 mm	8 mm	11 mm	12 mm	20 mm
UIC60-R190-1:9/ UIC60-R190-1:7,5	1435 mm	12 mm	15 mm	21 mm	21 mm
UIC60-R190-1:9/ UIC60-R190-1:7,5	1445 mm	14 mm	17 mm	24 mm	24 mm

1: Værdierne i tabellen er gældende for både sporskiftetyper med UIC60-skiner og DSB45-skiner uagtet, at sporskiftetyperne i tabellen er angivet som sporskifter med UIC60-skiner.

Note 17-2.

Eksempel på ændrede grænseværdier i sporets sideretning $\lambda=3-25$ m ved transversalforbindelse med sporskifter af typen UIC60-R500-1:14, nominal sporvidde 1435 mm for målevogn/dræsine med filter "FIR, order

200, -6 dB" ved tangentpunkter ved forender af sporskifter i forbindelse med en tilladelig hastighed på 60 km/h.

I fejlklasse 0, 1, 3, 4 og Max bliver de forhøjede grænseværdier i sideretningen hhv. 7,5 mm (3,5+4), 9 mm (5+4), 16 mm (12+4), 16 mm (12+4) og 21 mm (17+4).

For kurver med radius $R \leq 500$ m beliggende i spor og sporskifter mellem 2 rette sporstykker tillades grænseværdierne i tangentpunkterne forhøjet med 50 % af grænseværdierne for "tangentpunkter ved forender af sporskifter" i tabel 17-1.

18. 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 16.1.

For ret spor og kurver med radier større end 500 meter er det altid den anden (højeste) af de 2 grænseværdier i tabel 11.3.2-1 og 16.1-1, 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 tabel 11.3.2-1 og 16.1-1. Hvis $h \leq (R-100)/2$, skal den anden (højeste) af de 2 grænseværdier i tabel 11.3.2-1 og 16.1-1 anvendes.

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

$$R = \frac{10.000}{p}$$

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

19. BN3, VEJLEDNING VEDRØRENDE FORBEREDELSE OG UDFØRELSE AF JUSTERINGSARBEJDER

19.1 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. På strækninger med hastighed $160 < V \leq 250$ km/h bør skærverne udlægges på ydersiden af skinnerne og ikke mellem skinnerne, hvor ballastlaget kan være sænket op til 40 mm under svelleoverkant for at reducere risikoen for ballast pickup af det rullende materiel. Der henvises i øvrigt til krav i BN1-6 [8].

Efterspænding er ofte nødvendig ved Bt-overbygning kort før justeringen. Ved langskinnespor 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 pålægssvejsning på disse.

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

19.2 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 sporstykke. Eventuelle andre forhindringer såsom skinnekontakter, smøreapparater, linjeldere 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 håndstoppemaskiner. Er sporet opbygget med betonsveller, bør justeringen dog foregå med stoppemaskiner.

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

19.3 Vejledende principper for justeringsarbejder i sporskifter

For FAKOP-sporskifter henvises til Regler for eftersyn og vedligeholdelse af sporskifter og transversaler på strækningen mellem Vigerslev og Ringsted [24].

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 14.3.

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 justeringsmaskinens styreprogram til udførelse af en beregnet elektronisk pilhøjde-/længdehøjdeudjævning på baggrund af en udført målekørsel gennem sporskiftet.

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

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.

Ved justeringen bør der tages hensyn til sikringstekniske installationer, således at disse ikke beskadiges. Arbejde på CBTC-strækninger følger vejledning i (BN3-213) [25]. Arbejde på ETCS-strækninger i Vest og Øst følger kravene i hhv. (TM94) [26] og (TM95) [27], mens arbejde på ikke ETCS ibrugtaget strækninger i Vest og Øst følger retningslinjerne i hhv. (TM79) [28] og (TM80) [29].

20. BILAG

Bilag 1, Grafisk oversigt over røde, grønne og blå baner (Normativt)



Dette skema kan bruges ved udveksling af sveller i spor og sporskifter for at kunne leve op til Banenormens krav til dokumentation. Der henvises til krav i afsnit 12.3.

Skemaet udfyldes, før sporspærringen hæves.

Det er kun samme dags/nats produktion, der kontrolleres.

Der måles for hver 4. svelle (dog minimum per 3 meter). Målingerne startes 8 sveller før, og sluttet 8 sveller efter arbejdsområdet. Km skrives med 3 decimaler.

I sporskifters tungeparti måles sporvidden kun i stamsporet. Uden for tungepartiet måles sporvidden både i stamsporet og afvigende spor. Overhøjden måles kun i stamsporet.

Hvis udvekslingen af sveller foregår i spor (ikke sporskifter), angives sporvidden i kolonnen "Stamspor".

I spor uden projekteret overhøjde er det vigtigt at være opmærksom på negativ overhøjde. Når negativ overhøjde forekommer, skrives overhøjden med et "-" foran tallet.

Forskellen i overhøjden fremkommer ved at trække tallene i overhøjde fra hinanden.

I tilfælde af et negativt tal i overhøjden lægges tallene sammen for at få forskellen i overhøjden. I tilfælde af to negative tal trækkes tallene fra hinanden for at få forskellen i overhøjden.

En difference mellem den målte overhøjde og den projekterede overhøjde på 5 millimeter overholder kravene.

En forskel i overhøjden på 4 millimeter overholder kravene. Det svarer til en vridning i fejlklasse 1 på 1,5 mm/m, såfremt der er målt overhøjde per 2,5 meter. Er forskellen mere end 4 millimeter, justeres sporet på ny, og der foretages en ny måling.

Sporets beliggenhed vedrørende vridning er herefter i overensstemmelse med kravene i fejlklasse 1 gældende for $V \leq 40$ km/h.

Vurdering af sporets beliggenhed i højderetningen og sideretningen foretages pr. 5 meter og startes 25 meter før og afsluttes 25 meter efter arbejdsområdet. Er forskellen mere end 5 millimeter, justeres sporet på ny, og der foretages en ny vurdering.