



Udgivet: 01.02.2022
Godkendt: 06.01.2022

Antal sider i alt: 54

Overordnet ansvar:
Ansvar for indhold:
Ansvar for fremstilling:

Adm. direktør
Sikkerhedschef
Rune Kessel

Sporbeliggenhedskontrol og sporkvalitetsnormer

Letbanenorm LBN1-38-3

INDHOLD

1.	<u>INDLEDNING</u>	5
2.	<u>IKRAFTTRÆDEN</u>	5
3.	<u>OVERGANGSBESTEMMELSER</u>	5
4.	<u>REFERENCER</u>	6
5.	<u>DEFINITIONER</u>	8
6.	<u>DESKRIPTORER</u>	10
7.	<u>ANVENDELSESOMRÅDE</u>	11
8.	<u>DISPENSATION</u>	12
9.	<u>HISTORIK</u>	13
10.	<u>LBN1, SPORBELIGGENHEDSKONTROL</u>	14
10.1	Generelt	14
10.2	Måleparametre	14
10.3	Målenøjagtighed og kalibrering	15
10.4	Målehyppighed	15
10.5	Dokumentation af måleresultater	17
11.	<u>LBN1, SPORKVALITETSNORMER</u>	19
11.1	Fejlklasser	19
11.2	Korrektionsfaktorer for de enkelte målevogne/-dræsiner m.v.	21

11.3	Normer for punktfejl	23
11.4	Normer for standardafvigelse	28
12.	<u>LBN1, FORBEREDELSE OG UDFØRELSE AF JUSTERINGSARBEJDER, BALLASTERET SPOR</u>	30
12.1	Udvælgelse af sporafsnit til justering	30
12.2	Krav til løft og sidetrækning af spor i forbindelse med udførelse af sporjustering	30
12.3	Dokumentation for udførelse af sporjustering	32
12.4	Specifikke tidsmæssige krav til udførelse af sporjustering efter sporfornyelse og nyanlæg	32
12.5	Største hastighed efter udført sporjustering m.v. i relation til sporets stabilisering	33
13.	<u>LBN2, UDFØRELSE AF ARBEJDER OMKRING SPOR I DRIFT, DER KAN PÅVIRKE SPORETS BELIGGENHED</u>	37
13.1	Generelt	37
13.2	Største hastighed under arbejdets udførelse	38
13.3	Overvågning af sporets beliggenhed, generelt	38
13.4	Overvågning af sporets beliggenhed ved arbejder, der kan give anledning til ændringer af højdebeliggenheden på 3 mm eller mere	39
13.5	Udbedring af afvigelser efter arbejdets udførelse	39
14.	<u>LBN2, FORBEREDELSE OG UDFØRELSE AF JUSTERINGSARBEJDER, BALLASTERET SPOR</u>	41
14.1	Udvælgelse af sporafsnit til justering	41
14.2	Forberedelse af justeringsarbejder	41

14.3	Tekniske krav ved udførelse af sporjustering	42
15.	<u>LBN2, KRAV TIL SPORETS OVERORDNEDE KVALITET</u>	<u>43</u>
15.1	Krav til standardafvigelser i højde- og sideretning	43
15.2	Krav til antal punktfejl i fejlklasse 4	43
15.3	Krav til antal punktfejl i fejlklasse Max	44
16.	<u>LBN3, OVERSIGTER VEDRØRENDE PUNKTFEJL OG STANDARDAFVIGELSER FOR DE ENKELTE MÅLEVOGNE/-DRÆSINER</u>	<u>45</u>
16.1	Normer for punktfejl og standardafvigelse ved anvendelse af målevognene STRIX, IMV100, IMV200 & UFM120	46
16.2	Normer for punktfejl ved anvendelse af sporvedligeholdelsesmaskiner	48
16.3	Normer for punktfejl ved anvendelse af måletrolje Krab	49
17.	<u>LBN3, VEJLEDNING TIL BESTEMMELSE AF MAKSIMALVÆRDIER FOR VRIDNING</u>	<u>50</u>
18.	<u>LBN3, VEJLEDNING VEDRØRENDE FORBEREDELSE OG UDFØRELSE AF JUSTERINGSARBEJDER</u>	<u>51</u>
18.1	Vejledning vedrørende forberedelse af justeringsarbejder	51
18.2	Vejledende principper for justeringsarbejder i spor	51
18.3	Vejledende principper for justeringsarbejder i sporskifter	51
19.	<u>BILAG</u>	<u>53</u>
	Bilag 1, Manuel sporbeliggenhedskontrol for fejlklasse 1 for $V \leq 40$ km/h (Informativt)	53

1. INDLEDNING

Denne Letbanenorm indeholder LBN1, LBN2 og LBN3 stof vedrørende kvalitetsnormer for sporets relative beliggenhed. Letbanenormen indeholder krav til målinger foretaget med målevogn/-dræsine, sporvedligeholdelsesmaskiner, måletroljer og manuelle målinger. Endvidere indeholder Letbanenormen krav til hyppigheden af målinger vedrørende sporets relative beliggenhed, krav for udførelse af sporjustering samt krav for hastigheden efter udført justering.

Letbanenormen er udarbejdet i henhold til [16], hvor normniveauerne LBN1, LBN2 og LBN3 er defineret.

Udgivet af:

Aarhus Letbane
P Hiort-Lorenzens vej 71-95
8000 Aarhus C

2. IKRAFTTRÆDEN

Denne Letbanenorm træder i kraft ved udgivelsen.

Denne Letbanenorm ophæver LBN1-38-2.

3. OVERGANGSBESTEMMELSER

Der er ingen overgangsbestemmelser i denne letbanenorm.

4. REFERENCER

Nogle steder henviser Letbanenormen til andre bestemmelser. Disse henvisninger er angivet ved en reference [referencenr.]. Betydningen af referencen kan læses nedenfor. Hvis der ikke er nævnt andet, gælder sidst udsendte version af det dokument, der henvises til.

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

Med mindre andet er nævnt gælder, at referencer er normative på LBN1- eller LBN2-niveau afhængig af den sammenhæng, de optræder i.

Nogle af denne Letbanenorms krav kan være en skærpelse af regler angivet i referencelisten. I så fald er reglerne i referencelisten ikke gældende med hensyn til netop disse krav.

- [1] DS/EN 13848-1:2003 + A1:2008, Railway applications - Track – Track geometry quality - Part 1: Characterisation of track geometry.
- [2] DS/EN 13848-2:2006, Railway applications - Track – Track geometry quality - Part 2: Measuring systems – Track recording vehicles.
- [3] DS/EN 13848-3:2009, 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] Letbanenorm LBN1-14 "Projektering, tilstand og eftersyn af sporskifter og sporskæringer" og Letbanenorm LBN2-15 "Projektering, etablering, tilstand og vedligeholdelse af sporskifter og sporskæringer", Aarhus letbane.
- [6] Letbanenorm LBN1-66 "Spændingsudligning og indgreb i spændingsudlignet spor", Aarhus Letbane.
- [7] Letbanenorm LBN1-6 "Tværprofiler for ballasteret spor", Aarhus Letbane.
- [8] Letbanenorm LBN2-93 "Absolut beliggenhed og fast afmærkning af sporets tracé", Aarhus Letbane.
- [9] Letbanenorm LBN1-166 "Fritrumsprofiler", Aarhus Letbane.
- [10] Letbanenorm LBN1-18 "Opmåling af genstande inden for profilgrænserne samt aflevering af data", Aarhus Letbane.
- [11] Letbanenorm LBN1-49 "Indbyrdes placering af spor og perron", Aarhus Letbane.
- [12] Letbanenorm LBN1-177 "Tilstandsinspektion og vedligeholdelse", Aarhus Letbane.
- [13] Letbanenorm LBN2-47 "Rifler og bølger samt skinneslibning", Aarhus Letbane (Informativ reference).
- [14] TSF, Trafikal sikkerhedsforskrift for Aarhus Letbane", Aarhus Letbane

- [15] Letbanenorm LBN1-402 "Traceringsregler", Aarhus Letbane.
- [16] Letbanenorm LBN2-1 "Struktur, udseende og udvikling af Letbanenormer", Aarhus Letbane.

5. DEFINITIONER

I denne Letbanenorm 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.
Fri bane	Benyttes som sporbenævnelse mellem stationer. Den del af bane-strækningen, der ligger uden for stationsgrænsen. Begrebet fri bane finder anvendelse for spor i eget trace. Alle spor i særligt og delt trace skal i forbindelse med læsning af denne norm opfattes som fri bane.
Hunting	Gentagne periodiske bevægelser med en frekvens på 4 - 8 Hz af et togs hjulsæt.
Initialt måle-System	Målesystem, hvor sporets beliggenhed måles fra skinnernes position i højde- og sideretning i forhold til en initial reference, der kan frembringes ved hjælp af accelerometre eller gyroskop.
Myndighed	Den til enhver tid gældende myndighed på jernbane og letbane området i Danmark.
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 pilhøjde (et offset) på et mellemliggende punkt fra en retlinet korde.

Punktfejl	Fysisk måleresultat. Set i modsætning til σ_H og σ_P , der er statistisk bearbejdede værdier. Punktfejl kan have varierende udstrækning, der anføres for hver punktfejlsmåling.
Sidespor	Benyttes som sporbenævnelse på stationer. Spor som ikke er togvejsspor kaldes sidespor.
Sinuskørsel	Gentagne periodiske bevægelser med en frekvens på 1 - 2 Hz af et togs hjulsæt og vognkasse.
Slutjustering	Den sporjustering, der foretages som afslutning på udførelsen af sporfornyelse eller nyanlæg.
Sporfornyelse	Ballastrensning af skærvelag, fornyelse af underballastlag, dæmningsstabilisering, svelleudveksling med udstrækning større end 100 m for sporstykker, svelleudveksling under et helt sporskifte, fornyelse af hele sporkonstruktionen eller sporsænkning.
Sportekniker	Titel, der kan opnås via gennemførelse af den 2-årige erhvervsuddannelse inden for sporområdet. Alternativt en person, der kan eftergive at besidde tilsvarende sporkompetencer.
Togvejsspor	Benyttes som sporbenævnelse på stationer. Togvejsspor er spor hvortil eller hvorfra, der kan stilles signal.
Type 1 infrastruktur	Der findes to forskellige typer af infrastruktur på Aarhus Letbanes netværk. De to forskellige typer benævnes Type 1 infrastruktur og Type 2 infrastruktur. De to typer infrastruktur stiller forskellige krav på grænsefladen mod det rullende materiel. Det fremgår af [15] hvilke strækninger, der er Type 1 infrastruktur.
Type 2 infrastruktur	Der findes to forskellige typer af infrastruktur på Aarhus Letbanes netværk. De to forskellige typer benævnes Type 1 infrastruktur og Type 2 infrastruktur. De to typer infrastruktur stiller forskellige krav på grænsefladen mod det rullende materiel. Det fremgår af [15] hvilke strækninger, der er Type 2 infrastruktur.
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.

h	Overhøjde i sporet [mm].
P	Pilhøjde [mm].
R	Kurveradius (horisontalt) i sporet [m].
T	Bruttotonbelastning [bruttoton togvægt].
V	Maksimalt tilladte hastighed (inkl. overhastighed for særlige togsæt) for det pågældende sporstykke [km/h].
λ	Bølgelængde af punktfejl i sporet, som skal evalueres [meter].
σ_H og σ_P	Standardafvigelse i højderetningen (σ_H) og sideretningen (σ_P) beregnet for hvert sporafsnit à 200 m på baggrund af målte punktfejl i henholdsvis højde- og sideretningen. Standardafvigelserne anvendes til at beskrive sporets gennemsnitlige kvalitet over 200 m eller for en længere strækning.

6. DESKRIPTORER

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

7. ANVENDELSESOMRÅDE

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

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

Letbanenormen skal anvendes ved:

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

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

8. DISPENSATION

Dispensationer fra gældende LBN1-krav, kan kun gives af den normansvarlige chef i Aarhus Letbane, efter godkendelse af myndigheden.

Dispensationer fra gældende LBN2-krav kan kun gives af den normansvarlige chef i Aarhus Letbane. Endvidere fremgår proces for dispensation fra tekniske regler af Aarhus Letbanes ledelsessystem, hvortil der henvises. Aarhus Letbane kan dog give tilladelse til nedennævnte:

Tilladelse til afvigelse fra tolerancekravene i fejlklasse 0 og 1 for kvalitetsklasse C-D i henhold til afsnit 11.3 kan kun udstedes af den normansvarlige chef i Aarhus Letbane, 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 den normansvarlige chef i Aarhus Letbane, 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 den normansvarlige chef i Aarhus Letbane, 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 på indtil 50 % fra det maksimalt tilladelige interval mellem to målinger med målevogn/-dræsine på fri bane og togvejsspor i henhold til afsnit 10.4.1 kan kun udstedes af den normansvarlige chef i Aarhus Letbane, og kun såfremt målingerne med målevogn/-dræsine erstattes af målinger med sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje Krab eller manuelle målinger indenfor tidsfristen i figur 10.4.1-1.

Tilladelse til afvigelse fra tolerancekravene vedrørende sporvidde på Type 2 infrastruktur mindre end 1435 mm i fejlklasse 4 for kvalitetsklasse S i henhold til afsnit 11 kan kun udstedes af den normansvarlige chef i Aarhus Letbane, og kun såfremt det pågældende spor har afvigelser på maksimalt -9 mm.

Tilladelse til afvigelse fra tolerancekravene vedrørende sporvidde på Type 2 infrastruktur mindre end 1435 mm i fejlklasse Min for kvalitetsklasse S i henhold til afsnit 11 kan kun udstedes af den normansvarlige chef i Aarhus Letbane, og kun såfremt det pågældende spor har afvigelser på maksimalt -12 mm.

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 den normansvarlige chef i Aarhus Letbane, og kun såfremt der 9 – 15 måneder efter slutjustering foretages 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.

Tilladelse til afvigelse fra tolerancekravene i fejlklasse 3 i henhold til afsnit 11.4 kan kun udstedes af den normansvarlige chef i Aarhus Letbane.

Dispensation og tilladelse til afvigelse kan gives som permanent.

9. HISTORIK

I forhold til version LBN1-38-2 er der sket tilretning i afsnit 3. Ændringen omfatter, at begrænsningen af anvendelsen af den tekniske sikkerhedsregel til kun at dække drift- og vedligeholdelsesaktiviteter er fjernet. Endvidere er fejlklasser for sporvidde punktfejl i figur 11.3.4.2-1 ændret.

10. LBN1, 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.

Målevogne/-dræsiner skal opfylde alle krav i [1] og [2]. Sporvedligeholdelsesmaskiner, måletroljer og manuelt måleudstyr skal opfylde alle krav i henholdsvis [3] og [4].

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

For fri bane 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 standardafvigelse.

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 og 11.3.4. For sidespor gælder, at der ved måling med målevogn/-dræsine som minimum skal måles de parametre, der fremgår af afsnit 11.3.2 og 11.3.4.

10.3 Målenøjagtighed og kalibrering

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

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

10.4 Målehyppighed

10.4.1 Målehyppighed for fri bane og togvejsspor

Spornettets fri bane og togvejsspor skal som minimum måles med målevogn/-dræsine i henhold til de i figur 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 [12]. For hver lokalitet med behov for særligt eftersyn skal der udarbejdes en lokalinstruks, der beskriver kravene for gennemførelse, hyppighed, eftersynsmetode, kriterier for driftsindskrænkninger samt afrapportering.

Figur 10.4.1-1. Målehyppighed for kørsel med målevogn/-dræsine på fri bane og togvejsspor

Hastighed	Bruttoton-belastning	Målehyppighed ^{1), 2), 3)}	Maksimalt interval mellem to målinger ^{1), 2), 3)}
[Km/h]	[Mio. tons togvægt/år]	[Antal gange/år]	[Måneder]
$80 < V \leq 100$	$T > 10$	3	6
$80 < V \leq 100$	$T \leq 10$	2	8
$40 < V \leq 80$	$T > 10$	2	8
$40 < V \leq 80$	$T \leq 10$	1	16
$V \leq 40$	$T > 2$	1	16
$V \leq 40$	$T \leq 2$	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 $40 < V \leq 100$ km/h er 1 gang/år, mens det maksimalt tilladelige interval mellem to målinger er 16 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: For slab track måles for vridnings- overhøjde, side- og højdefejl mindst 1 gang pr. 2 år, med maksimalt interval mellem 2 målinger på 28 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 TIL-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 figur 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.

Figur 10.4.2-1. Målehypighed for måling på sidespor			
Hastighed	Bruttoton-belastning	Målehypighed	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 og 11.3.4.

10.5.3 Måleresultater fra sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje samt ved manuel måling

Der skal som minimum registreres alle måleresultater for de parametre, der skal måles i henhold til afsnit 10.2.

Note 10.5.3-1

For vejledning vedrørende manuel sporbeliggenhedskontrol for fejlklasse 1 for $V \leq 40$ km/h henvises til bilag 1 i afsnit 19.

11. LBN1, SPORKVALITETSNORMER

11.1 Fejlklasser

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

Kvalitetsklasserne C, D og E er gældende for fri bane og togvejsspor, mens kvalitetsklasse S er gældende for sidespor.

11.1.1 Definition af fejlklasser

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

Fejlklasse 0:	Største tilladte afvigelse efter udført slutjustering og 1 års justering i forbindelse med sporfornyelse og nyanlæg.
Fejlklasse 1:	Største tilladte afvigelse efter sporviddejustering, vedligeholdelsesjustering, efter arbejdsjustering til drift samt efter opfølgingsjustering 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 6 uger efter opmålingen. Fejlene skal udbedres, således at de ikke forventes at udvikle sig op til grænseværdierne i fejlklasser Max/Min. Fejlene skal dog udbedres senest 6 måneder efter opmålingen.
Fejlklasser 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.

Note 11.1.1-1

Fejlklasser 0, 1 og 3 er kun defineret for Type 2 infrastruktur.

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 afvigelsesernes størrelse jf. nedenstående.

Vridningsfejl: Sporet skal lukkes øjeblikkeligt. For vridningsfejl målt over 2 m med en overskridelse af grænseværdien på indtil 1,5 mm/m tillades dog at sporet holdes åbent med en hastighed på $V \leq 40$ km/h i indtil 3 døgn.

Sporviddefejl: Sporet skal lukkes øjeblikkeligt. 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 [14]. 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 Aarhus Letbanes normansvarlige chef.

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

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

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

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

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

For de målesystemer, der ved udgivelsen af BN1-38-5 anvendes ved Banedanmark, er fastsat de i figur 11.2-1 anførte korrektionsfaktorer.

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

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

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

Note 11.2-1

Korrektionsfaktorerne i figur 11.2-1 er fastsat dels på baggrund af internationale undersøgelser, dels på baggrund af praktiske tests for de målevogne/-dræsiner m.v. der ved udgivelsen af BN1-38-5 anvendes ved Banedanmark.

Note 11.2-2

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

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

11.3 Normer for punktfejl

11.3.1 Generelt

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

- Overhøjdens afvigelse fra projekteret [mm].
- 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 middelværdien (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 middelværdien (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].

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

Normer for de enkelte typer punktfejl ved anvendelse af målevogn/-dræsine fremgår af afsnit 11.3.2, mens de tilsvarende normer for sporvedligeholdelsesmaskiner, måletroljer og manuelle målinger fremgår af afsnit 11.3.3. For sporviddefejl henvises til afsnit 11.3.4.

Normerne i fejlklasse 4 og Max/Min i afsnit 11.3.2, 11.3.3 og 11.3.4 er LBN1-krav, mens normerne i fejlklasse 0, 1 og 3 i afsnit 11.3.2, 11.3.3 og 11.3.4 er LBN2-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 ved udgivelsestidspunktet for BN1-38-5 anvendes ved Banedanmark, kan de specifikke vejledende oversigter i afsnit 16.1 - 16.3 anvendes.

Note 11.3.1-2

Meget små afvigelser efter udført sporjustering er ofte et ønske for at opnå længere intervaller mellem sporjusteringer og dermed også en længere levetid af selve sporet. I udbuds- og kontraktsituationer kan dette f.eks. gøres ved at forlange tolerancer for sporjustering overholdt til en højere kvalitetsklasse i fejlklasse 0 og 1, end der reelt gælder for det pågældende 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 sinusløb, selvom sporet overholder kravene vedrørende sporvidde i henhold til 11.3.4, skal Aarhus Letbanes normansvarlige chef foranledige, at Aarhus Letbane 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 sinusløb henvises til reglerne i [13].

11.3.2 Normer for punktfejl ved anvendelse af målevogn/-dræsine

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

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Overhøjdens afvigelse ⁰⁾				Absolut overhøjde		Vridning målebase															
								1,5 m / 2 m		2,5 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			
C	80<V≤100	3	4	8	11	¹⁾	¹⁾	4,0	³⁾	1,0	1,5	2,5	4,0	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾		
D	40<V≤80	3	5	10	13	177/187	180/190	4,0	6,0/7,0	1,5	1,5	3,0	4,0	6,0/7,0	3,0	4,0/5,5	2,8	3,3/4,8	2,8	3,0/4,4	2,8	3,0/4,0	
E	V≤40	3	5	10	15			4,0		1,5	1,5	3,0	4,0										
S		3	5	10	15			4,0		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 Grenåbanen, jf. [15], mens sidstnævnte gælder for alle andre spor 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 17.

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

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Højderetning ⁴⁾ $\lambda=3-25$ m					Sideretning ⁴⁾ $\lambda=3-25$ m					Højderetning & Sideretning $\lambda=25-70$ m		
		Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]		
		Fejlklasse					Fejlklasse					Fejlklasse		
		0	1	3	4	Max	0	1	3	4	Max	3	4	Max
C	80<V≤100	3,0x	3,5x	8x	10x	16x	2,0y	3,5y	7y	9y	13y	12		
D	40<V≤80	4,0x	5,0x	10x	12x	21x	3,5y	5,0y	9y	11y	18y	15		
E	V≤40	4,0x	5,0x	10x	15x	31x	3,5y	5,0y	10y	12y	25y ⁵⁾			
S		4,0x	5,0x	10x	15x	31x	3,5y	5,0y	10y	12y	25y ⁵⁾			

- 4: Med hensyn til størrelsen af korrektionsfaktorerne x og y henvises til afsnit 11.2.
 5: Værdien er alene gældende for spor, hvor elementlængden af ret spor/kurve er $\lambda > 25$ m.

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

Figur 11.3.3-1. Normer for **punktfejl** vedr. *overhøjde og vridning*, for sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje & manuelt

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Overhøjdens afvigelse ⁰⁾				Absolut overhøjde		Vridning målebase														
		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
C	80<V≤100	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 Grenåbanen, jf. [15], mens sidstnævnte gælder for alle andre spor 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.

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

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Højderetning ⁵⁾ λ=3-25 m Måling pr. 5 m ⁷⁾					Sideretning ^{4,5)} λ=3-25 m Måling pr. 5 m ⁷⁾					Højderetning & Sideretning λ=25-70m		
		Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]		
		Fejlklasser					Fejlklasser					Fejlklasser		
		0	1	3	4	Max	0	1	3	4	Max	3	4	Max
C	80<V≤100	3,0x	3,5x			2,0y	3,5y	7y	9y	13y				
D	40<V≤80	4,0x	5,0x			3,5y	5,0y	9y	11y	18y				
E	V≤40	4,0x	5,0x			3,5y	5,0y	10y	12y	25y ⁶⁾				
S		4,0x	5,0x	9x	13x	26x	3,5y	5,0y	10y	12y	25y ⁶⁾			

- 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: Med hensyn til størrelsen af korrektionsfaktorerne x og y henvises til afsnit 11.2.
- 6: Værdien er alene gældende for spor, hvor elementlængden af ret spor/kurve er λ > 25 m.
- 7: For kvalitetsklasse E og S gælder for fejlklasse 1, at måling pr. 5 m tillades erstattet af en visuel kontrol.

11.3.4 Normer for sporvidde

11.3.4.1 Sporviddekrav ved Type 1 infrastruktur

For sporvidde i Type 1 infrastruktur gælder de i figur 11.3.4.1-1 anførte normer for punktfejl.

Figur 11.3.4.1-1 Normer for punktfejl i sporvidde i Type 1 infrastruktur		
Sporets horisontale radius	1435 til spids, [mm]	
	Fejlklasse	
	4	Max/Min
$R \geq 800$ m	+12/-7	+15/-9
$190 \leq R < 800$ m	+X/-7, X=400/R[m]+15	+X/-9, X= 400/R[m] + 15
$40 \leq R < 190$ m	+X/-0, X=400/R[m]+15	+X/-0, X= 400/R[m] + 15
$25 \leq R < 40$ m	+22/-0	+25/-0

11.3.4.2 Sporviddekrav ved Type 2 infrastruktur

For sporvidde i Type 2 infrastruktur gælder de i figur 11.3.4.2-1 anførte normer for punktfejl.

Figur 11.3.4.2-1 Normer for punktfejl i sporvidde i Type 2 infrastruktur								
Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Sporvidde Punktfejl ¹⁾					Sporvidde middel målt over 100 m	
		1435 ^{2,3)} til spids [mm]					1435 til spids [mm]	
		Fejlklasse					Fejlklasse	
		0	1	3	4	Max/Min	3	Min
C	$80 < V \leq 100$	±3	+5/-3	+15/-7	+25/-7	+35/-9	-5	-5
D	$40 < V \leq 80$	±3	+7/-3	+20/-7	+30/-7	+35/-9	-5	-5
E	$V \leq 40$	±3	+7/-3	+20/-7	+30/-7	+35/-9		
S		±3	+7/-3	+25/-7	+33/-7	+35/-9		

- 1: For sporviddevariation målt fra spids til spids over 10 meter gælder, at indgrebsgrænsen i fejlklasse 3 er 12 mm uanset kvalitetsklasse.
- 2: I kurver med radius $R < 190$ m skal plustolerancerne i fejlklasse 0 og 1 og samt minustolerancerne i alle fejlklasser ses i forhold til en sporvidde på 1435 mm plus tillæg som følge af sporudvidelse i henhold til [15]. Plustolerancerne i fejlklasse 3, 4 og Max skal dog altid ses i forhold til 1435 mm.
- 3: 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.

11.4 Normer for standardafvigelse

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

- Standardafvigelse i højderetningen baseret på gennemsnittet af samhörrende afvigelser i højre og venstre skinne beregnet for hvert sporafsnit à 200 m [mm].
- Standardafvigelse i sideretningen baseret på gennemsnittet af samhörrende 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 bølglængder 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 figur 11.4-1. Der er ikke fastsat normer for standardafvigelser i forbindelse med udførelse af målinger med sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje eller manuelt.

Figur 11.4-1. Normer for **standardafvigelse** i *højde- og sideretning* for sporafsnit à 200 m, **ved anvendelse af målevogn/-dræsine**

Kvalitets- klasse	Hastighed	Højderetning (σ_H) $\lambda=3-25$ m		Sideretning (σ_P) $\lambda=3-25$ m	
	[Km/h]	Middellinje til spids [mm]		Middellinje til spids [mm]	
		Fejlklasser 3		Fejlklasser 3	
		Spør ekskl. sporskifter	Spør inkl. spor- skifter	Spør ekskl. sporskifter	Spør inkl. spor- skifter
C	$80 < V \leq 100$	1,40x	1,80x	1,20y	1,20y
D	$40 < V \leq 80$	1,80x	2,30x	1,50y	1,50y
E	$V \leq 40$	1,80x	2,30x	1,50y	1,50y
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 figur 11.4-1, henvises til afsnit 11.2.

Note 11.4-2

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

Note 11.4-3

For de målevogne/-dræsiner, der ved på udgivelsesdatoen af Banenorm BN1-38-5 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.

12. LBN1, FORBEREDELSE OG UDFØRELSE AF JUSTERINGSARBEJDER, BALLASTERET SPOR

12.1 Udvalgelse af sporafsnit til justering

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

Ensidig sideflytning af spor ændrer spændingsudligningstemperaturen i skinnerne. Hvis der findes afvigelser for punktfejl i sideretningen med bølgelængder i intervallet $\lambda = 3 - 25$ m eller $\lambda = 25 - 70$ m større end ± 25 mm, skal der inden justeringen kontrolleres for påvirkningerne heraf mht. korrekt spændingsudligningstilstand i henhold til krav i [6].

Note 12.1-1

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

Note 12.1-2

Der henvises til LBN2-normafsnit 14.2 "Forberedelse af justeringsarbejder" og 14.3 "Tekniske krav ved udførelse af sporjustering".

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

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

Ved udførelse af arbejdsjustering gælder følgende krav:

- Spor på beton- og træsveller må maksimalt løftes 70 mm i alt ved en eller flere justeringer, med mindre sporet belastes med mindst 75.000 bruttoton togvægt, for hver 70 mm sporet løftes. Ved løft større end 25 mm pr justering, skal anvendes 2 gange indsats med stoppehamrene.

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

Note 12.2-1

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

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

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

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

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

Note 12.2-2

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

Note 12.2-3

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

Note 12.2-4

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

12.3 Dokumentation for udførelse af sporjustering

I forbindelse med udførelse af sporjustering samt ved sporarbejder, der påvirker sporets relative beliggenhed, skal arbejdet kontrolleres med målevogn/-dræsine, sporvedligeholdelsesmaskine, måletrolje eller manuelt. For målevogn/-dræsine gælder krav i afsnit 11.3.2, mens krav i afsnit 11.3.3 gælder for sporvedligeholdelsesmaskiner, måletrolje og manuelt. Krav i afsnit 11.3.4 gælder generelt.

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 overhøjde, vridning og sporvidde er det dog 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 [8], hvor der er etableret fast afmærkning af sporets tracé.
- I henhold til [10], for at det nødvendige fritrumsprofil er til stede.
- I henhold til [11] for indbyrdes placering af spor og perron.

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

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

For fri bane 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 fri bane og togvejsspor udføres 1 – 2 måneder efter ibrugtagning til drift.

- 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.

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 sporlægningen, og at sporgeometrien kommer til at overholde kvalitetskrav ved ibrugtagning.

Note 12.4-3

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

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

12.5.1 Generelt vedrørende sporets stabilitet

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

Note 12.5.1-1

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

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

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

Sporjustering tillades udført ved skinnetemperaturer mellem $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ved skinnetemperaturer mellem $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ eller derover, må det ved en helhedsbedømmelse vurderes, om et igangværende justeringsarbejde, som udføres på tidspunkter, hvor skinnetemperaturen er under $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, 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 figur 12.5.2-1 og for forventede eller registrerede skinnetemperaturer over 40 °C af figur 12.5.2-2.

Figur 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 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. opfølgings-justering ³⁾	Beton-sveller	V≤80 km/h	V≤100 km/h	V≤100 km/h	V≤100 km/h	TIL-hastighed
	Træ- og stålsveller	V≤80 km/h	V≤80 km/h	V≤80 km/h	V≤100 km/h	TIL-hastighed
Efter slutjustering, 1 års justering og vedligeholdelses-justering ⁴⁾	Beton-sveller	V≤100 ²⁾ km/h	TIL-hastighed			
	Træ- og stålsveller	V≤100 km/h	V≤100 km/h	V≤100 km/h	TIL-hastighed	

- 1: Med hensyn til krav vedrørende ballastprofilen for spor i drift henvises til regler i [7]. 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 $V \leq 100$ 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 figur 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 [6].

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 figur 12.5.2-2.

Figur 12.5.2-2. Største hastighed¹⁾ 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⁾	Betonsveller	V≤80 km/h	V≤80 km/h	V≤100 km/h	V≤100 km/h	TIL-hastighed
	Træ- og stålsveller	V≤80 km/h	V≤80 km/h	V≤80 km/h	V≤100 km/h	TIL-hastighed
Efter slutjustering, 1 års justering og vedligeholdelsesjustering ³⁾	Betonsveller	V≤80 km/h	V≤80 km/h	TIL-hastighed		
	Træ- og stålsveller	V≤80 km/h	V≤80 km/h	V≤80 km/h	TIL-hastighed	

- 1: Med hensyn til krav vedrørende ballastprofilet for spor i drift henvises til regler i [7]. 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.

13. LBN2, 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 LBN1-kravene i afsnit 10.4.1 overholdes. Derudover gælder de i nærværende afsnit supplerende LBN2-krav, der er gældende for hastighedsintervallet $V \leq 100$ 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:

Strækingsnavn	Enten "Odderbanen", "Grenåbanen", "Lisbjergbanen" eller "Hinnerupbanen" i henhold til [15]."
Spornummer	Det skal bemærkes, at nummeret skal formateres som en tekststreng. Spornumrene består af både tal og bogstaver samt tegn.
Kilometrering 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 slutkilometreringen 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. 23-09-2017.

Sagsnavn Navn på sag registreret ved Aarhus Letbane.
Journalnr/Banjonr. Nummer på sag ved Aarhus Letbane.

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 figur 13.2-1.

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 infrastrukturanvarlige kontaktes (aften og weekend dog sporvagten via "Operations and Control Center", OCC) 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 afvigelse 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 figur 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 ansvarlige for spor kontaktes 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 TIL-hastigheden er $80 < V \leq 100$ km/h, tillades hastigheden efterfølgende øget til TIL-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 infrastrukturansvarlige kontaktes (aften og weekend dog sporvagten via "Operations and Control Center", OCC) med henblik på en vurdering af eventuelle yderligere tiltag.

13.5 Udbedring af afvigelser efter arbejdets udførelse

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

Note 13.5-1

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

Tidspunktet for seneste udførelse af sporjustering skal aftales med den fagansvarlige for spor.

14. LBN2, FORBEREDELSE OG UDFØRELSE AF JUSTERINGSARBEJDER, BALLASTERET SPOR

14.1 Udvælgelse af sporafsnit til justering

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

- Spor, der 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 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
- Stødfordring
- Udvekslinger
- Sporviddekorrektio
- 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 [5], mens forarbejder i spor kan ske i henhold til vejledningen i afsnit 18.1.

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 o/oo. Den endelige rampe må ved arbejdets slutning maksimalt have en stigning på 1,0 o/oo.

Note 14.3-1.

Op til et fast befæstet sporstykke bør den endelige rampe udføres med maksimalt 0,5 o/oo 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 [8] 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 [8] er overholdt. Ved afslutningen af en sporjustering skal det sikres, at fritrumsprofilen i henhold til [9] 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 [11] er overholdt.

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 gren af sporskiftet løftet maskinelt.

Note 14.3-3

Ved afslutningen af en sporskiftejustering skal det straks kontrolleres, at tungerne hviler på samtlige glide stole, og at drevet fungerer tilfredsstillende. Eventuelle fejl skal rettes inden ibrugtagning. Der henvises til regler i [5]. Udførelse af justering i spor og sporskifter kan ske i henhold til vejledningen i henholdsvis afsnit 18.2 og 18.3.

15. LBN2, 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 er, at mindst 80 % af alle sporafsnit à 200 m skal opfylde kravene vedrørende standardafvigelse i både højde- og sideretning i figur 15.1-1.

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

Figur 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]	Middellinje til spids [mm]	Middellinje til spids [mm]
C	$80 < V \leq 100$	1,80x	1,20y
D	$40 < V \leq 80$	2,30x	1,50y
E	$V \leq 40$		
S			

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

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 er maksimalt 0,7 klasse 4 fejl i gennemsnit pr. km spor.

Kvalitetskravet skal alene opfyldes for fri bane og togvejsspor. Kvalitetskravet skal alene opfyldes for punktfejl vedrørende højderetning, vridning og sideretning i henhold til afsnit 11.3. Kvalitetskravet 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 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 er maksimalt 2,0 Max-fejl i gennemsnit pr. 100 km spor.

Kravet skal alene opfyldes for fri bane og togvejsspor. Kravet skal alene opfyldes for punktfejl vedrørende højderetning, vridning og sideretning i henhold til afsnit 11.3. Kravet er gældende ved alle målinger iht. afsnit 10.4.1.

16. LBN3, 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 ved udgivelsen af BN1-38-5 anvendes ved Banedanmark. Disse målevogne/-dræsiner er følgende:

- Målevognene STRIX, IMV100, IMV200 og UFM120

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

Fejlgrænser for sporviddefejl er uafhængige af type af målevogn/dræsine. For disse fejlgrænser henvises der til afsnit 11.3.4.

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

Figur 16.1-1. Normer for **punktfejl** vedr. *overhøjde og vridning*, for målevognene STRIX, 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
C	80<V≤100	3	4	8	11	¹⁾	¹⁾	4,0	³⁾	1,0	1,5	2,5	4,0	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾	
D	40<V≤80	3	5	10	13	177/	180/	4,0	6,0/	1,5	1,5	3,0	4,0	6,0/	3,0	4,0/	2,8	3,3/	2,8	3,0/	2,8	3,0/
E	V≤40	3	5	10	15	187	190	4,0	7,0	1,5	1,5	3,0	4,0	7,0		5,5		4,8		4,4		4,0
S		3	5	10	15			4,0		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 Grenåbanen, fj. [15], mens sidstnævnte gælder for alle øvrige spor 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 0.

Figur 16.1-2. Normer for **punktfejl** vedr. *højderetning og sideretning*, for målevognene STRIX, IMV100, IMV200 & UFM120

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Højderetning $\lambda=3-25$ m					Sideretning $\lambda=3-25$ m					Højderetning & Sideretning $\lambda=25-70$ m		
		Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]		
		Fejlklasser					Fejlklasser					Fejlklasser		
		0	1	3	4	Max	0	1	3	4	Max	3	4	Max
C	80<V≤100	3,0	3,5	8	10	16	2,0	3,5	7	9	13	12		
D	40<V≤80	4,0	5,0	10	12	21	3,5	5,0	9	11	18	15		
E	V≤40	4,0	5,0	10	15	31	3,5	5,0	10	12	25 ⁴⁾			
S		4,0	5,0	10	15	31	3,5	5,0	10	12	25 ⁴⁾			

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

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

Kvalitets- klasse	Hastighed	Højderetning (σ_H) $\lambda=3-25$ m		Sideretning (σ_P) $\lambda=3-25$ m	
	[Km/h]	Middellinje til spids [mm]		Middellinje til spids [mm]	
		Fejlklasse 3		Fejlklasse 3	
		Spor ekskl. sporskifter	Spor inkl. sporskifter	Spor ekskl. sporskifter	Spor inkl. sporskifter
C	$80 < V \leq 100$	1,40	1,80	1,20	1,20
D	$40 < V \leq 80$	1,80	2,30	1,50	1,50
E	$V \leq 40$	1,80	2,30	1,50	1,50
S					

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

Note 16.1-1

For kvalitetsklasse C og D bør hastigheden overvejes reduceret, såfremt grænseværdierne i fejlklasse 3 for enten højde- eller sideretning i figur 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.

Sporvidde punktfejl er ikke anført i figurene.

16.2 Normer for punktfejl ved anvendelse af sporvedligeholdelsesmaskiner

Figur 16.2-1. Normer for **punktfejl** vedr. *overhøjde og vridning*, for sporvedligeholdelsesmaskiner

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]															
		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	
C	80 < V ≤ 100	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	1	177/180/187 ¹⁾	5			1,5	1,5	2,5	3,3	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 Grenåbanen, jf. [15], mens sidstnævnte gælder alle øvrige spor 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.

Figur 16.2-2. Normer for **punktfejl** vedr. *højderetning og sideretning*, for sporvedligeholdelsesmaskiner

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Højderetning $\lambda=3-25$ m Måling pr. 5 m					Sideretning ³⁾ $\lambda=3-25$ m Måling pr. 5 m					Højderetning & Sideretning $\lambda=25-70$ m		
		Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]		
		Fejlklasser					Fejlklasser					Fejlklasser		
		0	1	3	4	Max	0	1	3	4	Max	3	4	Max
C	80 < V ≤ 100	4,0	5,0				3,0	5,0	10	13	18			
D	40 < V ≤ 80	5,5	7,0				5,0	7,0	13	15	15			
E	V ≤ 40	5,5	7,0				5,0	7,0	14	17	35 ⁴⁾			
S		5,5	7,0	13	18	36	5,0	7,0	14	17	35 ⁴⁾			

- 3: Sideretningen for kvalitetsklasse S i fejlklasse 4 og Max skal kontrolleres på steder, hvor der kan konstateres synlige fejl. Afvigelsen skal måles, hvor fejlen synes størst og på begge sider af dette sted i afstanden 5 meter. I kurver skal måles på sporets yderste skinnestreg.
 4: Værdien er alene gældende for spor, hvor elementlængden af ret spor/kurve er $\lambda > 25$ m.

Sporvidde punktfejl er ikke anført i figuren.

16.3 Normer for punktfejl ved anvendelse af måletrolje Krab

Figur 16.3-1. Normer for **punktfejl** vedr. *overhøjde og vridning, for måletrolje Krab*

Kvalitetsklasse	Hastighed [Km/h]	Overhøjdens afvigelse ⁰⁾				Absolut overhøjde		Vridning målebase															
		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				
		Fejlklasse				Fejlklasse		Fejlklasse		0-linje til spids ²⁾ [mm/m]					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	
C	80<V≤100	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 Grenåbanen, jf. [15], mens sidstnævnte gælder for alle øvrige spor 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.

Figur 16.3-2. 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 ⁴⁾ λ=3-25 m Måling pr. 5 m					Højderetning & Sideretning λ=25-70m		
		Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]					Middellinje til spids [mm]		
		Fejlklasse					Fejlklasse					Fejlklasse		
		0	1	3	4	Max	0	1	3	4	Max	3	4	Max
C	80<V≤100	3,0	3,5				2,0	3,5	7	9	13			
D	40<V≤80	4,0	5,0				3,5	5,0	9	11	18			
E	V≤40	4,0	5,0				3,5	5,0	10	12	25 ⁵⁾			
S		4,0	5,0	9	13	26	3,5	5,0	10	12	25 ⁵⁾			

- 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: Værdien er alene gældende for spor, hvor elementlængden af ret spor/kurve er λ > 25 m.

Sporvidde punktfejl er ikke anført i figurene.

17. LBN3, 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 figur 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 figur 11.3.2-1 og 16.1-1. Hvis $h \leq (R-100)/2$, skal den anden (højeste) af de 2 grænseværdier i figur 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 formler:

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

p

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

p

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

18. LBN3, VEJLEDNING VEDRØRENDE FORBEREDELSE OG UDFØRELSE AF JUSTERINGSARBEJDER

18.1 Vejledning vedrørende forberedelse af justeringsarbejder

Ballastsuppleringen, som ofte er nødvendig for et godt resultat af justeringsarbejdet, kan ske med selvlosservogne, og skærverne bør aflæsses i området omkring skinnerne og fordeles ved aflæsningen så nøjagtigt som muligt over stykket. Der henvises i øvrigt til krav i [7].

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 pålægsvejsning på disse.

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

18.2 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, linjeledere m.v. afmonteres midlertidigt i forbindelse med justeringen.

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

18.3 Vejledende principper for justeringsarbejder i sporskifter

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

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

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

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

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

Vedrørende rampebestemmelser henvises til bestemmelserne i afsnit 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 arbejdsskrivere. Arbejdsskriverne fungerer på den måde, at man inden justeringen kører igennem sporskiftet og måler og optegner pilhøjden og eventuelt højderetningen. Derefter optegnes en udjævningslinje, som man justerer efter.

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

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

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

Ved sporfornyelse, nyanlæg og udvekslinger bør justering ske efter særlig afsætning.

Ved justeringen bør der tages hensyn til sikringstekniske installationer, således at disse ikke beskadiges.

19. BILAG

Bilag 1, Manuel sporbeliggenhedskontrol for fejlklasse 1 for $V \leq 40$ km/h (Informativt)

Strækingsnavn: _____ Spor: _____

Projektnummer: _____ Dato: _____

Km	Sporvidde		Overhøjde	Forskel i overhøjden
	Stamspor	Afvigende spor		
,				
,				
,				
,				
,				
,				
,				
,				
,				
,				
,				
,				
,				
,				

Sporets sidebeliggenhed over 25 meter
vurderet til at afvige mindre end 5 millimeter fra det optimale:

Sporets højdebeliggenhed over 25 meter
vurderet til at afvige mindre end 5 millimeter fra det optimale:

Navn: _____ Underskrift: _____

Dette skema kan bruges ved udveksling af sveller i spor og sporskifter for at kunne leve op til Aarhus Letbanes 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 sluttes 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.