



Udgivet: 01.02.2022
Godkendt: 06.01.2022

Antal sider i alt: 36

Overordnet ansvar:
Ansvar for indhold:
Ansvar for fremstilling:

Adm. direktør
Sikkerhedschef
Rune Kessel

Skinner, eftersyn og tilstand

Letbanenorm LBN1-107-3

INDHOLD

1.	<u>INDLEDNING</u>	6
2.	<u>IKRAFTTRÆDEN</u>	6
3.	<u>OVERGANGSBESTEMMELSER</u>	6
4.	<u>REFERENCER</u>	6
5.	<u>DEFINITIONER</u>	8
6.	<u>DESKRIPTORER</u>	11
7.	<u>ANVENDELSESOMRÅDE</u>	11
8.	<u>DISPENSATION</u>	11
9.	<u>HISTORIK</u>	11
10.	<u>LBN1 FEJLGRUPPER</u>	12
11.	<u>LBN1 SKINNEBRUD</u>	14
11.1	Generelt	14
11.2	Konstatering af skinnebrud	14
11.3	Forholdsregler	14
11.4	Skinnebrudsrapport	16
11.5	Midlertidig afhjælpning	16
11.6	Reetablering	18
12.	<u>LBN1 REVNELIGNENDE FEJL</u>	19
12.1	Generelt	19

12.2	Eftersyn og hyppighed	19
12.3	Tværrevner	20
12.3.1	Generelt	20
12.3.2	Fejlstørrelser.	20
12.4	Langsgående lodrette revner	21
12.4.1	Generelt	21
12.4.2	Fejlstørrelser	21
12.5	Langsgående vandrette revner	21
12.5.1	Generelt	21
12.5.2	Fejlstørrelser	21
12.6	Laskekammerrevner	22
12.6.1	Generelt	22
12.6.2	Fejlstørrelser	22
12.7	Overfladeudmattelsesrevner	23
12.7.1	Generelt	23
12.7.2	Skinnepletter (Squats)	23
12.7.3	Kørekantsrevner (Head Checks)	24
13.	LBN1 ØVRIGE FEJL	26
13.1	Generelt	26
13.2	Skinneslid	26
13.2.1	Generelt	26
13.2.2	Eftersyn	26

13.2.3	Maksimalt tilladt skinnerlid	27
13.3	Korrosion	27
13.3.1	Eftersyn	27
13.3.2	Fejlstørrelser	28
14.	<u>LBN1 EFTERSYNSMETODER</u>	30
14.1	Generelt	30
14.2	Ultralydsmålinger	30
15.	<u>LBN2 REVNELIGNENDE FEJL</u>	30
15.1	Tværrevner	30
15.1.1	Fejlstørrelser	30
15.2	Langsgående lodrette revner	30
15.2.1	Fejlstørrelser	30
15.3	Langsgående vandrette revner	31
15.3.1	Fejlstørrelser	31
15.4	Laskekammerrevner	31
15.4.1	Fejlstørrelser	31
15.5	Overfladeudmattelsesrevner	32
15.5.1	Fejlstørrelser	32
16.	<u>LBN2 ØVRIGE FEJL</u>	33
16.1	Rifler, bølger og ruhed	33
16.1.1	Generelt	33

16.2	Skinneslid	33
16.2.1	Generelt	33
16.3	Korrosion	33
16.3.1	Tilstandsmæssige tiltag	33
17.	<u>LBN2 SKINNEUDVEKSLING</u>	<u>34</u>
17.1	Generelt	34
18.	<u>LBN2 HÅNDBLIVNING AF SKINNER</u>	<u>34</u>
18.1	Generelt	34
19.	<u>LBN2 DOKUMENTATION</u>	<u>35</u>
20.	<u>BILAGSOVERSIGT</u>	<u>36</u>
	<u>BILAG 1: SKINNEBRUDSRAPPORT (NORMATIV PÅ LBN2 NIVEAU)</u>	<u>36</u>

1. INDLEDNING

Denne Letbanenorm omfatter:

- Forholdsregler ved skinnebrud
- Regler for midlertidig og endelig afhjælpning efter skinnebrud
- Regler for hastighedsbegrænsninger ved konstatering af skinnebrud
- Regler for fejlstørrelser for de forskellige typer af skinnefejl og fejlenes indplacering i fejlgrupper
- Regler for tiltag ved fejl afhængig af hvilken fejlgruppe fejlen ligger i
- Regler for eftersyn og hyppighed heraf

Letbanenormen omfatter krav på både LBN1- og LBN2-niveau.

Letbanenormen er udarbejdet i henhold til [3], hvor bl.a. normniveauerne LBN1 og LBN2 er defineret.

Udgivet af:

Aarhus Letbane
P. Hjort-Lorenzens vej 71-95
8000 Aarhus C

2. IKRAFTTRÆDEN

Denne Letbanenorm træder i kraft ved udgivelsen.

Denne Letbanenorm ophæver LBN1-107-2.

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] Letbanenorm LBN2-47 "Rifler og bølger samt skinneslibning", Aarhus Letbane.
- [2] Letbanenorm LBN1-66 "Spændingsudligning og indgreb i spændingsudlignet spor", Aarhus Letbane
- [3] Letbanenorm LBN2-1 "Struktur, udseende og udvikling af Letbanenormer", Aarhus Letbane.

5. DEFINITIONER

I denne Letbanenorm gælder følgende definitioner:

Begreb	Definition
Befæstelsespunkt	Punktet hvor klemplade, svelleskrue, fjederklemme eller anden befæstelsesdel fastholder skinnen til svellen.
Boltede lasker	Lasker fastholdt med bolte gennem lasker og skinnekrop.
Boltehulsrevne	Revne som har sin begyndelse i et boltehul. Boltehulsrevner er en type af laskekammer revner.
Fejlgrupper	Opdeling af fejl i grupperne 0 til 3 med faldende risiko for skinnebrud eller afsporing.
Fejlstørrelser	For hver type af fejl er fastsat krav til definition af størrelse af fejl i de enkelte fejlgrupper. Typisk længden på revne.
Fri bane	Benyttes som sporbenævnelse mellem stationer. Den del af banestrækningen, 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.
Indpasser	Skinnestykke, som erstatter defekt stykke skinne i spor.
Indre fejl	Ikke synlig fejl i skinne.
Korrosion	Ved korrosion omdannes skinnestål til korrosionsprodukter, hvorved skinnens profil reduceres.
Klæbestød	Sammenlimning af to skinner (skinneender) inklusiv boltede lasker.
Kørekantsrevne	Fine overfladerevner forårsaget af materialeflydning under høje kontaktpændinger. Revnerne optræder på kørekanten med 1 – 5 mm mellem revnerne.
Langsgående lodrette revne	Kan være revner mellem skinnekrop og skinnefod og revner i skinnehoved.
Langsgående vandret revne	Kan være revner mellem skinnekrop og hoved, skinnekrop og fod, revner fra boltehul, revner i skinnehoved.
Laskekammer	Området afgrænset af skinnefodens overside, skinnekroppen og skinnehovedets underside.

Begreb	Definition
Lasket Skinnestød	To skinneender samlet med lasker og bolte.
Lodret slid	Slid på oversiden af skinnen, hvorved skinnens højde formindskes. Måles i det oprindelige skinneprofils midtlinje.
Midlertidig Svejsning	Svejsning af et skinnebrud hvor svejsningen skal planlægges udskiftet.
Myndighed	Den til enhver tid gældende myndighed på jernbane og letbane området i Danmark.
Nødlaske	Lasker fastholdt med skruetvinger.
Overfladeudmattelsesrevner	Rolling Contact Fatigue (RCF). Revner som følge af store kontaktpændinger mellem hjul og skinne.
Rejfnings	Affasning af kanter på huller i skinnen.
Revnalignende Fejl	Omfatter tværevner, langsgående lodrette revner, langsgående vandrette revner, laskekammerrevner og overfladeudmattelsesrevner. Revnelignende fejl kan være indre og/eller synlige fejl.
Sideslid	Slid, som måles på en linje gennem centrum for kørekantens oprindelige afrundingscirkel under en vinkel på 45 grader.
Sidespor	Benyttes som sporbenævnelser på stationer. Spor som ikke er togvejsspor kaldes sidespor.
Skinnebrud	Skinner, som har delt sig i 2 eller flere dele. Skinner, hvoraf et brudstykke har løsnet sig, hvorved der i kørefladen er opstået et hul af mere end 50 mm længde og 10 mm dybde. Skinner, hvor et stykke af kørekant eller bagkant har løsnet sig.
Skinnepletter	Mørke pletter sammen med fine revner i centrum af kontaktbåndet på kørefladen (Squats).
Togvejsspor	Benyttes som sporbenævnelser på stationer. Togvejsspor er spor hvortil eller hvorfra, der kan stilles signal.
Tværevner	Revner i skinnehoved der har startpunkt på en lille defekt ved eller på skinneoverfladen og vokser som en udmattelsesrevne på tværs af skinnens længderetning. Defekten kan være af mange forskellige karakterer, slaggeindslutninger, overfladerevner/mærker, metallurgiske fejl som martensit, mm.

Begreb	Definition
UT	Ultralydstest.
UT-fejl	Indre revnefejl detekteret ved ultralydstest.
Visuelt eftersyn	Identificering og klassificering af synlige fejl. Kontrollen skal enten udføres af instrueret personale, et automatiseret billedbehandlingssystem eller specialiserede sensorer.
Øvrige fejl	Denne type af fejl omfatter skineslid og korrosion samt rifler, bølger og ruhed.

6. DESKRIPTORER

Fejlgruppe	Korrosion	Revner
Skinne	Skinnebrud	Skinnefejl
Skinneslid	Ultralydskontrol	

7. ANVENDELSESOMRÅDE

Letbanenormen gælder for idriftværende spor under Aarhus Letbanes ansvar som infrastrukturforvalter.

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, hvor til der henvises.

9. HISTORIK

I forhold til version LBN1-107-2 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.

10. LBN1 FEJLGRUPPER

I dette afsnit er der fastsat regler for fejl i fejlgrupperne 0, 1, 2 og 3. Fejl i gruppe 0 er de mest kritiske og fejlene i grupperne 1, 2 og 3 har faldende grad af risiko for skinnebrud.

Fejlgrupperne, som er beskrevet i tabel 10-1, omfatter kun revnelignende fejl (såvel indre som synlige) og fejl i form af korrosion.

For skinnebrud, rifler, bølger, ruhed og skinneslid gælder regler fastsat i de afsnit, som omhandler respektive fejl.

Hvilken fejlgruppe en given fejl tilhører er nærmere fastsat under beskrivelsen af de enkelte fejltyper i efterfølgende afsnit.

Skinnefejl i fejlgrupper 0, 1 og 2 skal registreres og dokumenteres således at de altid kan genfindes, og deres udvikling overvåges indenfor de fastlagte terminer for ultralydskontrol iht. tabel 10-1.

FEJLGRUPPE	DEFINITION	TRAFIKALE OG ANDRE TILTAG		KRAV TIL REETABLERING
		FØR AFHJÆLPNING	MIDLERTIDIG AFHJÆLPNING/ EFTER MIDLERTIDIG AFHJÆLPNING	
0	Kritiske fejl, som kan udgøre umiddelbar fare for skinnebrud	Når en fejl er konstateret, skal den registreres og der skal etableres hastighedsnedsættelse til maksimalt 80 km/h.	Fejl skal inden 3 uger efter konstatering udbedres eller sikres med boltede lasker. (**). Fejl sikret med boltede lasker tillades befaret med maksimalt 100 km/h. Kan fejlen ikke sikres inden 3 uger efter konstatering, skal der etableres hastighedsnedsættelse til maksimalt 40 km/h.	Fejlen skal fjernes inden 6 måneder fra at fejlen er blevet sikret. Kan fejlen ikke fjernes indenfor tidsterminen, skal der vurderes af en af Aarhus Letbanes sikkerhedschef godkendt svejseansvarlig og mindst etableres hastighedsnedsættelse til maksimalt 20 km/h
1 *)	Fejl, som udgør en fare for skinnebrud i forbindelse med store temperaturvariationer	Fejlen skal registreres og overvåges med manuel ultralydskontrol for hver 5 mio. tons trafikbelastning. Ingen krav om hastighedsnedsættelse.	Fejl konstateret i perioden 15. april til 15. oktober skal være udbedret eller sikret med boltede lasker før 16. november. Fejl fundet efter 15. oktober skal sikres inden 4 uger. Kan fejlen ikke sikres inden 4 uger skal der etableres hastighedsnedsættelse til maksimalt 80 km/h indtil 15. april. Fejl sikret med boltede lasker (**)) tillades befaret med strækningshastighed.	Fejlen skal fjernes inden 12 måneder fra at fejlen er blevet sikret. Kan fejlen ikke fjernes indenfor tidsterminen, skal den genklassificeres og mindst etableres hastighedsnedsættelse til maksimalt 80 km/h
2 *)	Fejl, som kan udgøre en fare for skinnebrud ved stor trafikbelastning	Fejlen skal registreres og udbedres eller genklassificeres inden næste vinterperiode (15. oktober). Fejlen skal overvåges med manuel ultralydskontrol for hver 15 mio. tons trafikbelastning. Ingen krav om hastighedsnedsættelse.	Der er ikke krav om midlertidig afhjælpning. Ingen krav om hastighedsnedsættelse.	Ingen krav.
3	Fejl, som udvikler sig meget langsomt og ikke medfører umiddelbar risiko for skinnebrud.	Fejlen skal registreres, og fejlens udvikling skal overvåges i forbindelse med den planmæssige ultralydskontrol. Ingen krav om hastighedsnedsættelse.	Der er ikke krav om midlertidig afhjælpning. Ingen krav om hastighedsnedsættelse.	Ingen krav.

Tabel 10-1: Definition af fejlgrupper og krav til tiltag og reetablering.

*) Hvis der er flere fejl i fejlgruppe 1 og/eller 2, og fejlene ligger inden for 3 sveller eller befæstelsespunkter klassificeres fejlen i den laveste gruppe yderligere en gruppe lavere. (eksempelvis bliver en fejl i gruppe 1 klassificeret til gruppe 0). Denne skærpelse af klassificering gælder alle kombinationer af fejl indenfor tværrevner, langsgående revner, men ikke skinnepletter og kørekantsrevner, da de i deres natur er tætliggende.

**) Kun tværrevner og langsgående fejl op til 200 mm må sikres med boltede lasker. Der er ikke krav til midlertidig afhjælpning ved andre revnelignende fejl, ved korroderet skinne eller skinneslid. Boltede lasker skal som minimum være fastgjort med de 2 yderste bolte.

Note 10-1

Eksempelvis hvis der inden for 3 befæstelsespunkter findes 2 fejl i fejlgruppe 2 og 1 fejl i fejlgruppe 1, skal alle disse fejl behandles som fejl i fejlgruppe 0!

11. LBN1 SKINNEBRUD

11.1 Generelt

I dette afsnit beskrives

- hvad der umiddelbart skal gøres når et skinnebrud konstateres
- hvilke forholdsregler der gælder for passage af skinnebrud herunder regler for hastighedsnedsættelse eller spærring af spor
- krav til skinnebrudsrapport, midlertidig afhjælpning og, reetablering af skinnen

11.2 Konstatering af skinnebrud

Opdages et skinnebrud på spor i drift, skal der straks indføres togpassage ved 5 km/h over brudstedet, og brudstedet skal holdes under observation eller sporet spærres straks jf. afsnit 11.3.

OCC, jf. sikkerhedsledelsessystemet, skal straks kontaktes.

11.3 Forholdsregler

Skinnen omkring et skinnebrud skal straks efter bruddets opdagelse vurderes med henblik på farbarhed, driftsikkerhed og midlertidig udbedring, og der gælder følgende for passage af skinnebrud:

Udstrækning af et brud er defineret for forskellige typer af brud som vist på figur 11.3-1.

For brud i skinne uden for skinnestød gælder:

- Hvis afstand fra skinnebrud til lasket skinnestød – almindeligt eller klæbestød – er mindre end 2 svellemellemrum, skal sporet spærres.
- Udstrækning > 25 mm medfører, at sporet skal spærres.
- Udstrækning < 25 mm medfører, at brudstedet tillades passeret med 5 km/h. Passagen skal ske under bevogtning.

For brud i skinnestød gælder:

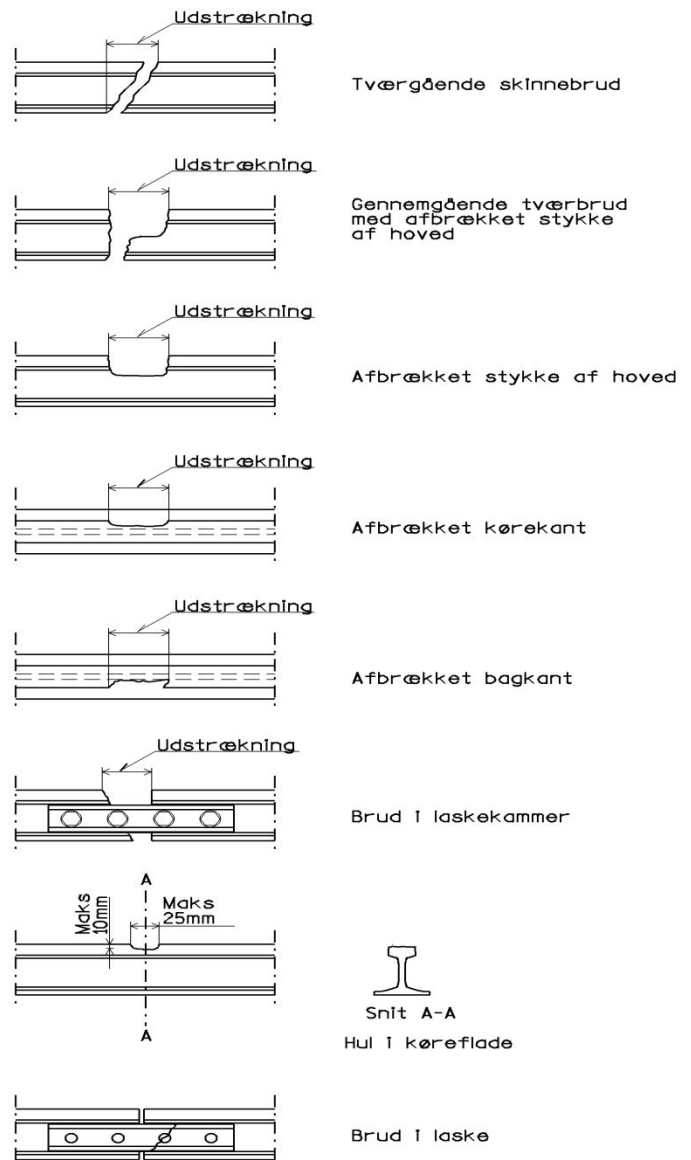
- Ved skinnestød med revne i fod, laskekammer eller skinnehoved uden åbning skal hastigheden begrænses til maksimalt 80 km/h.
- Ved skinnestød med brud i fod, laskekammer eller skinnehoved med udstrækning < 50 mm, skal hastigheden begrænses til maksimalt 40 km/h.
- Ved skinnestød med brud i fod, laskekammer eller skinnehoved med udstrækning 50 – 150 mm tillades, at brudstedet tillades passeret med 5 km/h. Passagen skal ske under bevogtning.

- Ved skinnestød med brud i fod, laskekammer eller skinnehoved med udstrækning > 150 mm skal sporet spærres.
- Skinnestød med brud i laske medfører at sporet skal spærres.

Der skal slås kørneprikker i skinnehovedets yderside, på hver side af bruddet. afstanden mellem kørneprikker skal være større end den indpasser, der forventes brugt til den endelige reparation.

Nøjagtig måling af bruddåbningen og afstanden mellem kørneprikkerne registreres og indføres i rapportering vedrørende "Indgreb i spændingsudlignede langskinnesor" [2].

Figur 11.3-1
Udstrækning
for forskellige
typer af skinne-
brud



11.4 Skinnebrudsrapport

I forbindelse med besigtigelse af brudstedet skal der optages en skinnebrudsrapport, der som minimum indeholder informationer om bruddets placering, overbygningstype, beskrivelse af skinnebrud og oplysning om særlige forhold på brudstedet. Kopi af skinnebrudsrapporten fremsendes straks til Aarhus Letbanes infrastrukturansvarlige, der efterfølgende skal klassificere bruddet.

Hvis årsagen til et skinnebrud ikke umiddelbart kan fastslås, skal skinnestykker indeholdende brudfladerne skæres ud hurtigst muligt og sendes til den infrastrukturansvarlige ved Aarhus Letbane for nærmere undersøgelse. Skinnestykkerne indeholdende brudfladerne skal opbevares tørt og varmt. Brudfladerne skal smøres med spildolie, klarlak eller tilsvarende.

11.5 Midlertidig afhjælpning

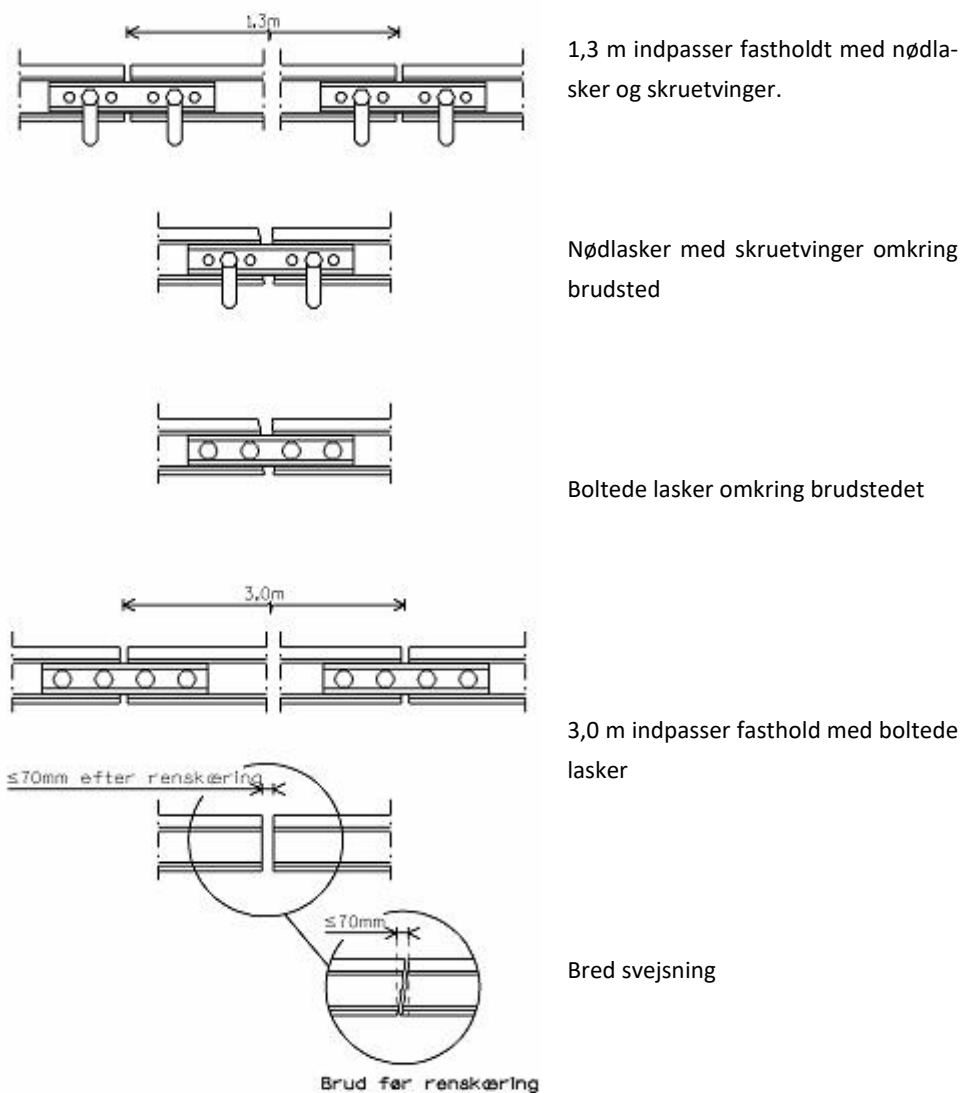
Ved benyttelse af midlertidige foranstaltninger, f.eks. benyttelse af nødlasker og skruetvinger med eller uden indpasser samt midlertidig svejsning, kan togdriften genoptages efter et skinnebrud på følgende vilkår:

- Nødlasker skal have indbygget en sikring mod løsning og være godkendt af Aarhus Letbanes normansvarlige chef.
- Nødlasker skal efterspændes mindst en gang i døgnet.
- Udveksling af skinnestykke med brud med indpasser med mindste længde på 1,3 m, fastholdt med nødlasker og skruetvinger i yderstrengen i kurver $R < 500\text{m}$ er tilladt ved maksimal hastighed 50 km/h.
- Udveksling af skinnestykke med brud med indpasser med mindste længde på 1,3 m, fastholdt med nødlasker og skruetvinger er tilladt i ret spor eller i kurver med $R \geq 500\text{m}$ ved maksimal hastighed 60 km/h.
- Bruddets udstrækning $< 25\text{ mm}$. Ved nødlasker med skruetvinger omkring brudsted tillades maksimal hastighed 80 km/h.
- Bruddets udstrækning $< 25\text{ mm}$. Med boltede lasker omkring brudsted tillades maksimal hastighed 100 km/h.
- Ved udveksling af skinnestykke med brud med indpasser med mindste længde på 3,0 m, fastholdt med boltede lasker tillades maksimal hastighed 100 km/h.
- Når bruddets udstrækning efter renskæring $< 70\text{ mm}$ og der er udført svejsning af stød (midlertidig svejsning) tillades strækningshastighed.

Ved brud i isolerklæbestød gælder:

- Ved midlertidig erstatning af brudte lasker med MT-lasker med alle bolte tillades maksimal hastighed 100 km/t.
- Ved indlægning af indpasser med nyt isolerklæbestød med overlængde til senere indsvejsning, fastholdt med nødlasker og skruetvinger tillades maksimal hastighed 60 km/t.

De forskellige tilladte former for midlertidig afhjælpning er illustreret på figur 11.5-1.



Figur 11.5-1 Forskellige tilladte former for midlertidig afhjælpning

11.6 Reetablering

Alle skinnebrud sikret med boltede lasker eller med nødlasker og skruetvinger skal efterfølgende udveksles med minimum 7,5 m lang indpasser senest efter 7 uger.

Før reetablering kan udføres, skal der være etableret kørnerprikker, som beskrevet i afsnit 11.3.

12. LBN1 REVNELIGNENDE FEJL

12.1 Generelt

På spor i drift må der i normaltstanden ikke forefindes revnelignende fejl i fejlgrupper 0 og 1. Konstateres fejl i fejlgruppe 0 og 1, skal disse fejl behandles i henhold til krav beskrevet i afsnit 10.

For hver type af revnelignende fejl er i det følgende fastsat fejlstørrelser i hver fejlgruppe.

12.2 Eftersyn og hyppighed

Visuelt eftersyn for overfladeudmattelsesrevner skal på alle strækninger mindst foretages med de i tabel 12.2-1 anførte hyppigheder.

Note 12.2-1
Visuelt eftersyn for overfladeudmattelsesrevner kan indgå som en del af det planmæssige líniesyn.

Såfremt kontrolmålinger med ultralyd foretages med målevogn, skal alle konstaterede fejl verificeres inden næste målevognskørsel med håndmåleudstyr og visuelt.

Visuelt eftersyn detekterer synlige revner i forbindelse med revnelignende fejl. Relevante krav til synlig fejlstørrelse vil i det følgende fremgå af beskrivelsen af de enkelte fejltyper.

Efterkontrollen med håndmåleudstyr skal udføres efter en prioriteret rækkefølge, således de mest kritiske fejl efterkontrolleres først (fra fejlgruppe 0 faldende til fejl-gruppe 3). Alle fejl klassificeret som tilhørende fejlgruppe 0 kontrolleres senest 3 dage efter registrering med målevogn.

Kontrolmåling af fri bane og togvejsspor skal udføres med ultralydsudstyr (målevogn eller manuelt) med de i tabel 12.2-1 anførte hyppigheder:

Krav til skærpet eftersyn ved særlige risikoområder vil i det følgende fremgå af beskrivelsen af de enkelte fejltyper.

Hastighed	Bruttoton-belastning	Målehyppighed	Maksimalt interval mellem to målinger
Km/h	Mio. tons togvægt/år	Antal gange/år	Måneder
$80 < V \leq 100$	$T > 10$	Mindst 1	16
$80 < V \leq 100$	$T \leq 10$	Mindst 0,25	52
$V \leq 80$	-	Mindst 0,25	52

Tabel 12.2-1 Krav til måle- og eftersynshyppighed

12.3 Tværrevner

12.3.1 Generelt

Tværrevner er nærmere beskrevet i afsnit 5, Definitioner.

Er tværrevner blevet sikret med boltede lasker i henhold til afsnit 10, skal pågældende sted kontrolmåles manuelt med ultralyd ligeledes i henhold til krav i afsnit 10.

12.3.2 Fejlstørrelser.

Fejlstørrelsen F måles som en højdeforskel. Hvis f.eks. fejlen registreres at ligge fra 5mm til 15 mm under skinnetop, er dette at regne som en 10 mm fejlstørrelse.

Tværrevner på LBN1-niveau klassificeres som vist i tabel 12.3.2-1 (i skinner) og 12.3.2-2 (i spor-skiftetunger)

Fejlgruppe	Fejlstørrelse F
0	$F \geq 30$ mm
1	$25 \leq F < 30$ mm
2	$5 \leq F < 25$ mm

Tabel 12.3.2-1 Grænseværdier for tværrevner på skinner

UT-fejl i krydsninger behandles som for skinner. Da krydsningen er fastholdt med tværbolte, skal den betragtes som værende sikret med boltede lasker.

For tværrevner på skinner findes ingen fejlgruppe 3.

Fejlgruppe	Fejlstørrelse F
0	$F > 10 \text{ mm}$
1	$F \leq 10 \text{ mm}$

Tabel 12.3.2-2 Grænseværdier for tværevner på tunger

For tværevner på tunger findes ingen fejlgrupper 2 og 3.

12.4 Langsgående lodrette revner

12.4.1 Generelt

Langsgående lodrette revner er nærmere beskrevet i afsnit 5, Definitioner.

Fejlstørrelse F måles som den reelle længde.

12.4.2 Fejlstørrelser

Langsgående lodrette revner, gældende for både synlige revner og indre revner, klassificeres på LBN1-niveau som vist i tabel 12.4.2-1:

Fejlgruppe	Fejlstørrelse F
0	Hovedviddeforøgelse
1	Synlig revne $F \geq 100 \text{ mm}$ Indre revne $F \geq 500 \text{ mm}$
2	Synlig revne $F < 100 \text{ mm}$ Indre revne $200 \leq F < 500 \text{ mm}$

Tabel 12.4.2-1 Grænseværdier for langsgående lodrette revner

12.5 Langsgående vandrette revner

12.5.1 Generelt

Langsgående vandrette revner er nærmere beskrevet i afsnit 5, Definitioner.

12.5.2 Fejlstørrelser

Fejlstørrelse F måles som den reelle længde.

Langsgående vandrette revner, gældende for både synlige revner og indre revner, klassificeres på LBN1-niveau som vist i tabel 12.5.2-1:

Fejlgruppe	Fejlstørrelse F
0	Synlig revne, der ændrer retning op til skinnehovedet eller skinnekroppen
1	Synlig revne $F \geq 200$ mm Indre revne $F \geq 1000$ mm
2	Synlig revne $F < 200$ mm Indre revne $200 \leq F < 1000$ mm

Tabel 12.5.2-1 Grænseværdier for langsgående vandrette revner.

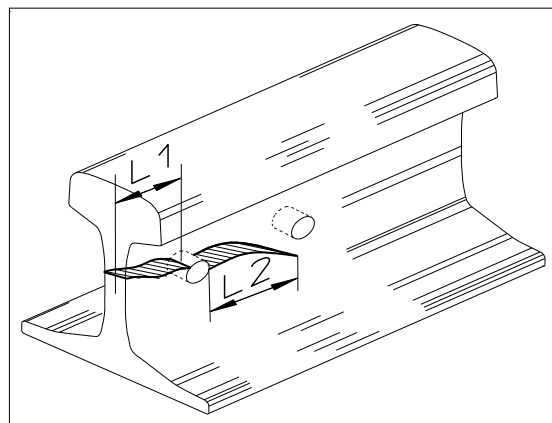
12.6 Laskekammerrevner

12.6.1 Generelt

Revner i laskekammer ved lasket stød, isolerklæbestød omfatter boltehulsrevner, og revner ved overgang mellem skinnekrop og henholdsvis skinnehoved eller skinnefod.

12.6.2 Fejlstørrelser

Fejlens størrelse F findes ved at lægge længden for de enkelte revner sammen.



$$F = L1 + L2$$

Laskekammerrevner klassificeres på LBN1-niveau som vist i tabel 12.6.2-1:

Fejlgruppe	Fejlstørrelse F
0	Synlig revne i skinnehovedet Indre revne $F \geq 120$ mm
1	Indre revne $50 \leq F < 120$ mm
2	Indre revne $F < 50$ mm

Tabel 12.6.2-1 Grænseværdier for laskekammer revner

For laskekammerrevner findes ingen fejlgruppe 3.

12.7 Overfladeudmattelsesrevner

12.7.1 Generelt

Der skal udføres visuel kontrol for overfladeudmattelsesrevner i henhold til afsnit 12.2.

Konstateres overfladeudmattelsesrevner visuelt, skal disse kontrolmåles manuelt med ultralyd.

Note 12.7.1-1

Kontrol for overfladeudmattelsesrevner er specielt vigtig, hvor der er særlig risiko for, at disse (overfladeudmattelsesrevner) udvikles:

- Spor, hvor der køres med hastigheder over 100 km/h
- Spor med små radier, under radius 2000 m
- Kurver med stort overhøjdeunderskud, større end 100 mm
- Stor trafikbelastning, over 10 MGT.
- Spor med skinner af stål 700 N/mm²

12.7.2 Skinnepletter (Squats)

12.7.2.1 Generelt

Skinnepletter (Squats) er nærmere beskrevet i afsnit 5, Definitioner.

Konstateres ved visuelt eftersyn skinnepletter med små eller tynde revner ved eller i nærheden af kørekanten, skal disse skinnepletter kontrolleres manuelt med ultralyd.



Figur 12.7.2.1-1 Alvorlige skinnepletter.

12.7.2.2 Fejlstørrelser

Fejlstørrelsen F måles som en højdeforskel. F.eks. registreres fejlen at ligge fra 5 mm til 15 mm fra skinnetop, er dette at regne som en 10 mm fejlstørrelse.

Skinnepletter (squats) klassificeres på LBN1-niveau i forhold til størrelsen af underliggende tværrrevner, som vist i tabel 12.7.2.2-1:

Fejlgruppe	Fejlstørrelse F
0	Tværrævne (nyrebrudslignende) $F \geq 20$ mm
1	Tværrævne $10 \leq F < 20$ mm
2	Tværrævne $F < 10$ mm

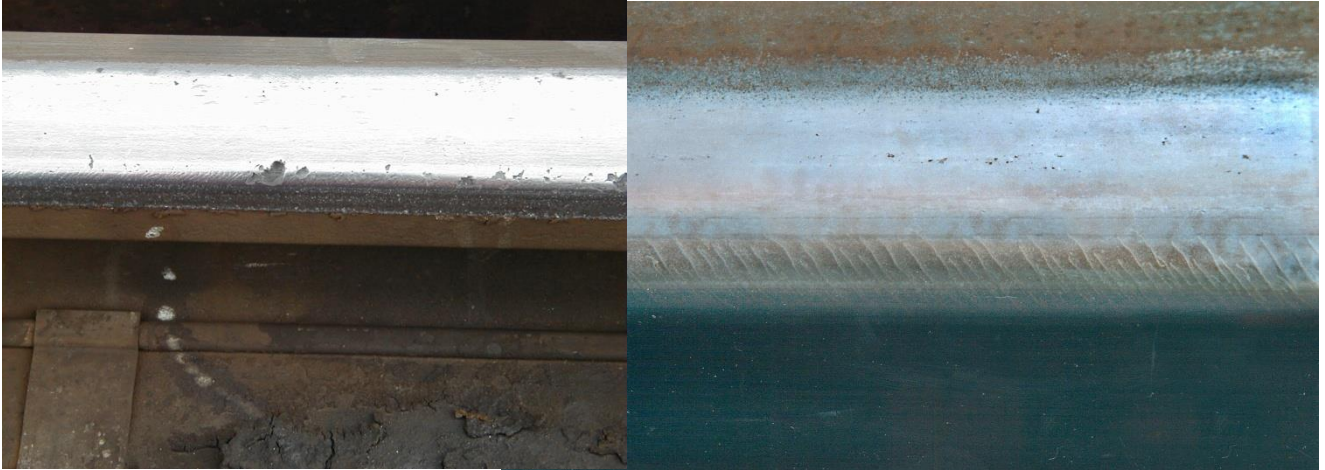
Tabel 12.7.2.2-1 Grænseværdier tværrrevner under skinnepletter (Squats)

12.7.3 Kørekantsrevner (Head Checks)

12.7.3.1 Generelt

Kørekantsrevner (head checks) er nærmere beskrevet i afsnit 5, Definitioner.

Konstateres visuelt kørekantsrevner som tynde revner med startende afskallinger i kørekanten skal disse skinner kontrolleres manuelt med ultralyd.



Figur 12.7.3.1-1 Kørekantsrevner med (t.v.) og uden afskallinger (t.h.).

12.7.3.2 Fejlstørrelser

Fejlstørrelsen F måles som en højdeforskel. F.eks. registreres fejlen at ligge fra 5 mm til 15 mm under skinnetop er dette at regne som en 10 mm fejlstørrelse.

Kørekantsrevner klassificeres på LBN1-niveau i forhold til størrelsen af underliggende tværrevner, som vist i tabel 12.7.3.2-1:

Fejlgruppe	Fejlstørrelse F
0	Tværrevne (nyrebrudslignende) $F \geq 20$ mm
1	Tværrevne $10 \leq F < 20$ mm
2	Tværrevne $F < 10$ mm Revner med små afskallinger

Tabel 12.7.3.2-1 Grænseværdier for kørekantsrevner

13. LBN1 ØVRIGE FEJL

13.1 Generelt

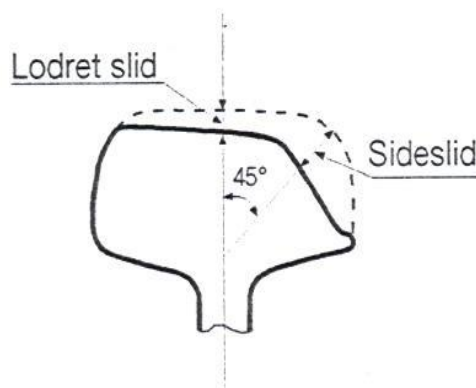
Øvrige skinnefejl på LBN1-niveau defineres som skinnerlid og korrosion.

13.2 Skinnerlid

13.2.1 Generelt

Nærmere beskrivelse af lodret slid og sideslid fremgår af afsnit 5, Definitioner.

Skinnerlid skal måles som vist på figur 13.2.1-1



figur 13.2.1-1 Måling af skinnerlid

13.2.2 Eftersyn

Skinnerlid skal kontrolleres, afhængigt af hvor fremskredent skinnerliddet er, 1-2 gange om året:

- Sideslid og højdeslid når sliddet nærmer sig sideslidgrænsen.
- Sideslid når sporvidden er over 1465 mm.
- Højdeslid når skinnerne har opnået en trafikbelastning der kan medføre et højdeslid som nærmer sig tilladeligt højdeslid..

Note 13.2-1

Der kan forventes følgende maksimale slidmønstre for højdeslid:

- For skinner med stålstyrke 700 MPa slides 1 mm per ca. 30 MGT.
- For skinner med stålstyrke 900 MPa slides 1 mm per ca. 50 MGT.

Kontrollen af skinnerliddet kan udføres i forbindelse med planmæssige liniesyn eller med målevogn.

13.2.3 Maksimalt tilladt skineslid

Størst tilladeligt skineslid, afhængig af hastighed og skinneprofil:

Skinneprofil	Slid (mm)	
	lodret	side
DSB45	11	16
UIC60 DSB60	16	21
E54	15	19

Tabel 13.2.3-1 Maksimalt tilladt skineslid, DSB45, DSB60, UIC60 og E54 skinner

Ri59 og Ri67 skinner med følgende horisontale sporgeometri:	Sideslid (fordelt på to skinner)	Lodret slid
Ret spor og kurver med en radius $r \geq 800$ m	15 mm (f.eks. højre skinne 4, venstre 11 mm)	9 mm
Kurver med en radius på $r \leq 40$ m	25 mm (75% på ydersiden i kurver og 25% på indersiden)	
Kurver med en radius på 800 m $> r > 40$ m	$400 / r[m] + 15$ mm fordelt som følger: <i>Yderste skinne: $150/r[m] + 15$ mm</i> <i>Inderste skinne: $250/r[m]$</i>	

Tabel 13.2.3-2 Maksimalt tilladt skineslid, Ri59 og Ri67 skinner.

13.3 Korrosion

13.3.1 Eftersyn

Vurdering af, om skinnen har tilstrækkelig bæreevne, foretages ved og i overkørsler, ved vejo-verføringer, i tunneller og langs perroner mindst for hver 5 år. Der hvor der registreres stærk rustdannelse (fejlggruppe 2 iht. tabel 13.3.2-1) skal vurderingen ske for hver 2 år.

Note 13..3.1-1

Måling af skinnens tykkelse foretages der hvor skinnens tykkelse er tyndest.

Tilstrækkelig bæreevne vurderes ved måling af skinnens tykkelse, korrosionsprodukter skal først fjernes, således at der måles på sundt skinnestål.

Note 13.3.1-2

Normalt er det ikke nødvendigt, at måle skinn kroppens tykkelse, kun hvis der er markant rustdannelse og tvivl om skinn kroppens tykkelse visuelt vurderet, skal skinn kroppens tykkelse måles.

13.3.2 Fejlstørrelser

Fejl i f.m. skinn kroppens tykkelse klassificeres som angivet i tabel 13.3.2-1.

Konstateres fejl i fejlgruppe 0 og 1, skal disse fejl behandles i henhold til krav beskrevet i afsnit 10.

Fejlgruppe	Skinnekroppens tykkelse	
	UIC60, DSB60 og E54	Alle andre profiler
0	≤ 9 mm	≤ 8 mm
1	≤ 10 mm	≤ 9 mm
2	≤ 14 mm	≤ 12 mm

Tabel 13.3.2-1: Krav til skinnekroppens tykkelse

14. LBN1 EFTERSYNSMETODER

14.1 Generelt

Eftersyn skal foretages visuelt og ved ultralydsmåling. De forskellige fejl, der kan forekomme i og på skinner, er beskrevet i afsnit 5 Definitioner.

14.2 Ultralydsmålinger

Målingerne skal foregå med ultralydsmålevogn, skinneproveapparat eller håndprøvehoveder. Skinner, svejsninger og skinneudtræk skal undersøges fra køreflader for tværgående fejl såvel som lodrette og vandrette længdefejl. Laskekamre ved skinne- og isolerklæbestød skal undersøges fra køreflader for revneanvisninger ved huller i skinnekroppen.

Skinner i sporskifter, krydsningssporskifter og sporskæringer skal undersøges fra køreflader med skinneproveudstyr for tværgående fejl såvel som lodrette og vandrette længdefejl. Tilsvarende skal kontrolleres for laskekammerfejle fra tungestød til stød efter krydsningsparti med undtagelse af tungespids og tvangskinneprofil.

15. LBN2 REVNELIGNENDE FEJL

15.1 Tværrevner

15.1.1 Fejlstørrelser

Tværrevner kan kun findes på LBN1-niveau som fejlgruppe 0, 1 eller 2.

15.2 Langsgående lodrette revner

15.2.1 Fejlstørrelser

Der gælder følgende klassificering på LBN2-niveau for størrelsen af langsgående lodrette revner.

Fejlgruppe	Fejlstørrelse F
3	Indre revne $50 \leq F < 200$ mm

Tabel 15.2.1-1 Grænseværdier for langsgående lodrette revner

15.3 Langsgående vandrette revner

15.3.1 Fejlstørrelser

Der gælder følgende klassificering på LBN2-niveau for størrelsen af langsgående vandrette revner:

Fejlgruppe	Fejlstørrelse F
3	Indre revne $50 \leq F < 200$ mm

Tabel 16.3.1-1 Grænseværdier for langsgående vandrette revner

15.4 Laskekammerrevner

15.4.1 Fejlstørrelser

Laskekammerrevner kan kun forefindes på LBN1-niveau som fejlgruppe 0, 1 eller 2.

15.5 Overfladeudmattelsesrevner

15.5.1 Fejlstørrelser

For skinnepletter gælder følgende klassificering på LBN2-niveau:

Fejlgruppe	Fejlstørrelse F
3	Lette pletter uden detekterbare tværfejl

Tabel 15.5.1-1 Grænseværdier for skinnepletter (Squats)

For kørekantsrevner gælder følgende klassificering på LBN2-niveau:

Fejlgruppe	Fejlstørrelse F
3	Revner uden små afskallinger

Tabel 16.5.1-2 Grænseværdier for kørekantsrevner

16. LBN2 ØVRIGE FEJL

16.1 Rifler, bølger og ruhed

16.1.1 Generelt

Øvrige fejl på LBN2-niveau er rifler, bølger og ruhed. For tilstandskrav i forbindelse med rifler, bølger og ruhed henvises til [1].

16.2 Skineslid

16.2.1 Generelt

Der henvises til afsnit 13.2. Måling skal foretages i henhold til figur 13.2.1-1.

16.3 Korrosion

16.3.1 Tilstandsmæssige tiltag

Der gælder ingen særskilte LBN2-krav til korrosion. De sikkerhedsmæssige LBN1-krav fremgår af afsnit 13.3.

17. LBN2 SKINNEUDVEKSLING

17.1 Generelt

I forbindelse med udveksling af yderskinne i kurver skal det fastlægges, hvor overgangene mellem ny og gammel skinne skal ske, således at der kan skabes jævne overgange.

Skinner af forskellige stål kvaliteter må ikke anvendes skiftevis.

Overgangene skal tilvejebringes ved slibning eller fræsning af den nye skinne over en strækning som i meter er lig størrelsen af sidesliddet i millimeter i tilslutningspunktet.

Hvis sidesliddet i tilslutningspunktet er større end 5 mm skal der anvendes en overgangsskinne.

18. LBN2 HÅNDBETING AF SKINNER

18.1 Generelt

Ved stabling af skinner må de yderste understøtninger være maksimalt 2,5 m fra skinneenden, og afstanden mellem mellemunderstøtninger må ikke overstige 10 m. Understøtninger skal være placeret i samme lodrette plan ved flere lag skinner.

Skinner skal stables opretstående på skinnefoden.

Ved aflæsning må skinner ikke kastes fra vogne.

Skinner skal aflæsses på en af følgende måder:

- ved nedfiring med kran
- ved enkeltvis nedføring sideværts på skrå stillede ledeskinner
- ved aftrækning enkeltvis over langs ud over enden af vognen og løftes eller slidskes ned ad særlige slisker.

Ved aflæsning i spor skal skinner placeres stående på foden på svelleender eller strøer.


19. LBN2 DOKUMENTATION

Skinnefejl og skinnebrud ved fri bane og togvejsspor skal registreres ved udfyldelse af skinnebrudsrapporter og ultralydsrapporter. Fejlene skal herefter registreres i en database for skinnebrud og for skinnefejl, således at det er muligt til stadighed at vurdere skinnernes aktuelle kvalitet i hele Aarhus Letbanes net og at identificere problemområder i tide.

Skinnebrudsrapporten findes i Bilag 1, og sendes til Aarhus Letbanes driftsansvarlige.

20. BILAGSOVERSIGT

Bilag 1: SKINNEBRUDSRAPPORT (NORMATIV PÅ LBN2 NIVEAU)



Skinnebrudsrapport

Bruddet opdaget

Date Kl.

Skinnetemperatur °C

Bruddets beliggenhed

På eller mellem station

Spor nr. **Km**

Fri bane **Sidespor** **Sporskifte nr.**

Højre skinne **Venstre skinne**

Spor

Overbygningstype **Skinneprofil**

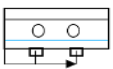
Valsemærke **Skinnestål**

Stødtype / Svejsetype

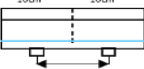
Særlige forhold

Brudets placering og udsende

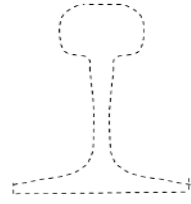
Fra siden



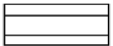
Svejsning




Indsæt og målsæt fejlen, angiv væsentlig slid og kørekant



Fra oven





Brudåbning mm **Udbredelse** mm

Bemærkninger / øvrige forhold

Dato Navn gui Underskrift

Skinnebrud i fri bane og togvejsspor skal rapporteres i skinnebrudsrapporten. I rapporten vedlægges fotodokumentation hvorefter denne sendes til den driftansvarlige hos Aarhus Letbane.