



Udgivet: 01.02.2022
Godkendt: 06.01.2022

Antal sider i alt: 19

Overordnet ansvar:
Ansvar for indhold:
Ansvar for fremstilling:

Adm. direktør
Sikkerhedschef
Rune Kessel

Sporstoppere

Letbanenorm LBN1-95-3

INDHOLD

<u>1.</u>	<u>INDLEDNING</u>	<u>5</u>
<u>2.</u>	<u>IKRAFTTRÆDEN</u>	<u>5</u>
<u>3.</u>	<u>OVERGANGSBESTEMMELSER</u>	<u>5</u>
<u>4.</u>	<u>REFERENCER</u>	<u>5</u>
<u>5.</u>	<u>DEFINITIONER</u>	<u>6</u>
<u>6.</u>	<u>DESKRIPTORER</u>	<u>8</u>
<u>7.</u>	<u>ANVENDELSESOMRÅDE</u>	<u>8</u>
<u>8.</u>	<u>DISPENSATION</u>	<u>9</u>
<u>9.</u>	<u>HISTORIK</u>	<u>9</u>
<u>10.</u>	<u>LBN1 GENERELLE KRAV TIL SPORSTOPPERE</u>	<u>9</u>
10.1	Risikoområdet	10
10.2	Ved påkørsel af sporstopperen	10
10.3	Generelle krav til sporstopperens placering	10
<u>11.</u>	<u>LBN1 DIMENSIONERING AF SPORSTOPPERE</u>	<u>11</u>
11.1	Generelt	11
11.2	Friktionssporstopperer med bremseelementer	11
11.2.1	Dimensionerende parametre	11
11.2.2	Mindste bremsevej	12
11.2.3	Beregning af bevægelsesenergi	12

11.2.4	Beregning af bremsearbejdet	12
11.3	Øvrige sporstoppere	13
11.3.1	Lav fast sporstopper	13
<u>12.</u>	<u>LBN1 KRAV TIL INSTALLATION I SPORET</u>	<u>13</u>
12.1	Fritrumsprofilforhold	13
12.2	Krav til friktionsstoppere med bremseelementer	13
12.2.1	Sporets linjeføring	13
12.2.2	Sporets overbygning	13
12.2.3	Sporforstærkning	14
12.2.4	Øvrige forhold og placering i sporet	14
12.3	Stopklodser/ lav fast sporstopper	15
<u>13.</u>	<u>LBN1 KRAV TIL TILSTANDSVURDERING OG VEDLIGEHOLDELSE</u>	<u>15</u>
13.1	Generelt	15
13.2	Friktionssporstoppere	15
13.3	Lav fast sporstopper	16
<u>14.</u>	<u>LBN1 KRAV VEDR. RISIKOSCREENING OG RISIKOVURDERING</u>	<u>16</u>
14.1	Risikoscreening	16
14.2	Risikovurdering	17
<u>15.</u>	<u>LBN1 KRAV TIL DOKUMENTATION</u>	<u>18</u>
<u>16.</u>	<u>LBN2 KRAV TIL DIMENSIONERING AF SPORSTOPPERE OG INSTALLATION I SPORET</u>	<u>18</u>

16.1	Mindste bremsevej	18
16.2	Radius i sporet foran sporstopperen	19
<u>17.</u>	<u>LBN3 FORSLAG TIL RISIKOREDUCERENDE TILTAG</u>	<u>19</u>
<u>18.</u>	<u>BILAGSOVERSIGT</u>	<u>19</u>

1. INDLEDNING

Denne letbanenorm omhandler spor som ender blindt, og som er beregnet til trafikering eller hensættelse af rullende materiel. På spor som ender blindt, skal der indbygges en sporstopper, for at markere og sikre sporets endepunkt.

Sporstopperen skal bremse og forhindre det rullende materiel i at køre af sporet, hvis dette ikke standser rettidigt. Sporstopperen skal udformes således at utilsigtet påkørsel sker med mindst mulig skade for passagerer og rullende materiel samt området bag sporstopperen.

Denne letbanenorm indeholder LBN1- og LBN2-niveau.

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 LBN1-95-2.

3. OVERGANGSBESTEMMELSER

Ingen overgangsbestemmelser.

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.

Med mindre andet er nævnt gælder, at referencer er normative på LBN1- eller LBN2-niveau, afhængigt 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 LBN2-1 "Struktur, Udseende af letbanenormer", Aarhus Letbane
- [2] Aarhus Letbane, Trafikale Sikkerheds Forskrifter, TSF Bind 1, Grundbog
- [3] Letbanenorm LBN1-166 "fritrumsprofiler", Aarhus Letbane
- [4] Letbanenorm LBN1-154 "sporafstand og frisporsmærker", Aarhus Letbane
- [5] Letbanenorm LBN1-6 "Tværprofiler for ballasteret spor", Aarhus Letbane
- [6] Aarhus Letbane, Trafikale Sikkerheds Forskrifter, TSF Bind 2, Signaler og mærker
- [7] Aarhus Letbane, Supplerende Instrukser til Trafikale Sikkerheds Forskrifter, SIT
- [8] Letbanenorm LBN1-402 "Traceringsregler", Aarhus Letbane
- [9] Aarhus Letbane, Trafikale anlægsbestemmelser for Eget Tracé

Ved henvisning til "normaltegning blad nr. xxxx" refereres til Aarhus Letbanes sportekniske normaltegninger.

5. DEFINITIONER

I denne Letbanenorm gælder følgende definitioner:

Begreb	Definition
Afløbssko	Afløbssko afsporer hjulet
Anslag	Stedet på sporstopperen, hvor det rullende materiel rammer
Bevægelsesenergi	Den energi målt i Joule (J), som det rullende materiel har på påkørselstidspunktet
Blindt endende spor	Spor uden viderekørselsmulighed. Herfra er kun returkørsel mulig
Bremsearbejde (W)	Den energi målt i Joule (J), som sporstopperen kan optage ifm. en påkørsel
Bremseelementer	Friktionselementer, der påmonteres sporstopperen eller i sporet bag sporstopperen
Bremsekraft	Bremsekraften for friktionssporstopperer med bremseelementer er den langsgående kraft i sporet, der overføres via de indvirkende bremseelementer. Den maksimale bremsekraft optræder når samtlige bremseelementer er aktiverede
Bremsevej	Den længde som friktionssporstopperen er dimensioneret til at bevæge sig ved påkørsel

Dimensionerende parametre	Parametre, der dimensionerer bremseenergien og dermed bremsevejens længde ved påkørsel af en friktionssporstopper: <ul style="list-style-type: none">• Dimensionerende påkørselshastighed, V_{dim}• Dimensionerende togvægt, m_{dim}
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
Friktionssporstopper	Vil ved en påkørsel glide på sporet. På den måde bliver opbremsningen "blød". Kræfterne på det påkørende rullende materiel vil være begrænsede
Lav fast sporstopper eller stopklodser	Har anslag mod det rullende materiels hjul. Er ubevægelig ved en påkørsel. Opbremsningen af det påkørende materiel kan være meget voldsom, og kræfterne kan blive meget store.
Myndighed	Den til enhver tid gældende myndighed på letbaneområdet i Danmark
Identifikation	Spor og sporstopper identificeres unikt
Infrastruktur type 1	Der findes to forskellige typer af infrastruktur på Aarhus letbanes netværk. De 2 forskellige typer benævnes type 1 infrastruktur og type 2 infrastruktur. De 2 typer infrastruktur stiller forskellige krav på grænsefladen mod det rullende materiel. Det fremgår af [8], hvilke strækninger der er type 1 infrastruktur
Infrastruktur type 2	Der findes to forskellige typer af infrastruktur på Aarhus letbanes netværk. De 2 forskellige typer benævnes type 1 infrastruktur og type 2 infrastruktur. De 2 typer infrastruktur stiller forskellige krav på grænsefladen mod det rullende materiel. Det fremgår af [8], hvilke strækninger der er type 2 infrastruktur
Rangering	Kørsel under ledelse af rangerleder
Rangerhastighed	Den maksimale hastighed som er tilladt i forbindelse med rangering jf. [2] og [7]
Risikoområde	Området efter bremsevejen, hvor det rullende materiel eventuelt kan fortsætte, hvis det utilsigtet rammer sporstopperen med en større kraft end sporstopperen er dimensioneret til. Risikoområdets længdebegrænsning er 20 meter bag bremsevejens

	afslutning. Højde og bredde af risikoområdet begrænses af de mål, der gælder for fritrumsprofilen umiddelbart foran sporstopperen
Sidespor	Benyttes som sporbenævnelse på stationer. Spor som ikke er togvejsspor kaldes sidespor
SO-plan	Sporets overside, dvs. et plan gennem de to skinner oversider
Sporets ende	Som sporets ende regnes et lodret plan vinkelret på sporet gennem anslagsfladen på en sporstopper eller lignende jf. [3]
Sporstopper	Stopanordning placeret for enden af blindt endende spor med det formål at forhindre det rullende materiel i lav hastighed i at køre længere
Stopbom	Stopbom består af bjælker/sveller fastgjort på tværs af sporet
Stopklodser	Se lav fast sporstopper
Svellekryds	To sveller, som danner et lodretstående kryds, og som er nedgravet i et svellemellemrum
Togvej	Fællesbetegnelse for signalgivning, som i et sikringsanlæg benyttes til at sikrekøretøjets kørsel mod fjendtligheder
Togvejsspor	De spor på stationen, hvortil eller hvorfra der kan stilles togveje

6. DESKRIPTORER

Anslag, bremsearbejde, bremsevej, dimensionerende parametre, friktionssporstopper, fritrumsprofil, lav fast sporstopper, nyanlæg, projektering, risikoområde, risikoscreening, risikovurdering, sporafstand, sporstopper, tilstandsvurdering, vedligeholdelse.

7. ANVENDELSESOMRÅDE

Letbanenormen er gældende for risikoscreening, risikovurdering, projektering, etablering, tilstandsvurdering, vedligeholdelse og dokumentation af sporstopper på alle i drift værende blindt endende spor, som er beregnet til trafikering eller henstilling af rullende materiel, under Aarhus Letbanes ansvar som infrastrukturforvalter.

For friktionssporstopper med bremseelementer dækker denne letbanenorm bremsekræfter til og med 400 KN.

8. DISPENSATION

Dispensation fra gældende LBN1-krav skal godkendes af Aarhus Letbanes normansvarlige chef efter godkendelse af myndigheden.

Dispensationer fra gældende LBN2-krav kan kun udstedes af den normansvarlige chef i Aarhus Letbane.

Endvidere fremgår proces for dispensation fra tekniske regler af Aarhus Letbanes sikkerhedsledelsessystem, hvortil der henvises.

9. HISTORIK

Ændringer i forhold til den tidligere udgave LBN1-95-2 er følgende:

- Overgangsbestemmelse om begrænsning af normen til Drift og vedligehold fra Etape 1, fase 2 og 3 er slettet.
- Henvisning til reference [9] SLS, Procedure ID 118 – Signalkommision erstattes af henvisning [9] Aarhus Letbane, Trafikale anlægsbestemmelser for Eget Tracé.
- Definition for sporbenævnelser "Fri bane" er tilføjet afsnit i 5, 10.3, 14.1 og 15.
- Afsnit 10.3 er i tråd med BN1-95-2 suppleret med krav ift. anvendelse af Svellekryds, stopbom og afløbssko til midlertidig afslutning af alle spor ved større anlægsarbejder.
- Afsnit 11.3 Øvrige sporstopper er i tråd med BN1-95-2 tilføjet LBN1-95-3.
- Afsnit 12.2.3 Sporforstærkning er i tråd med BN1-95-2 tilføjet LBN1-95-3.
- Afsnit 14.3 RISIKOREDUCERENDE TILTAG er flyttet ned i særskilt afsnit 17, og er i tråd med BN1-95-2 omdøbt til "LBN3 FORSLAG TIL RISIKOREDUCERENDE TILTAG.
- Anvendelsen af røde lys på sporstopper (afsnit 14.3), som risikoreducerende tiltag er skrevet ud af normen.
- Der er tilføjet et bilag 2 vedr. sporstopperens anslag.
- Normative formuleringer er så vidt muligt ført tilbage til formuleringerne i BN1-95-2.

10. LBN1 GENERELLE KRAV TIL SPORSTOPPERE

I spor, der ender blindt, skal der indbygges en sporstopper for at markere og sikre sporets endepunkt.

Reglerne for sporstopperer vedrørende synlighed og markering af sporets afslutning er beskrevet i afsnit 11.1 og 17.

10.1 Risikoområdet

For definition og afgrænsning af risikoområdet se afsnit 5, Definitioner.

10.2 Ved påkørsel af sporstopperen

Hvis sporstopperen enten beskadiges eller flyttes ved påkørsel, skal føreren af det rullende materiel så hurtigt som muligt indberette påkørslen til Letbanens trafikoperatør. Det påhviler herefter letbanens trafikoperatør snarest muligt at underrette baneteknisk personale i Aarhus Letbanes driftsorganisation, der skal sørge for sporstopperens reetablering.

Sporet med den påkørte sporstopper skal spærres, indtil det baneteknisk personale i Aarhus Letbanes driftsorganisation har givet tilladelse til genåbning af sporet. Tilladelse kan først gives når sporstopperen er bragt tilbage til korrekt placering med en tolerance som angivet i afsnit 13 og korrekt funktion.

Det er for sidespor tilladt at befare sporet, selv om sporstopperen er ødelagt, hvis der opstilles mærke Ms1 "Stop", jf. [6], Tabel 11, mindst 50 meter foran den ødelagte sporstopper, i en periode på op til 3 måneder efter påkørselstidspunktet.

10.3 Generelle krav til sporstopperens placering

Der skal indbygges friktionssporstopper med bremseelementer på alle spor (type 1 og type 2 infrastruktur), som er under forvalterskab af Aarhus Letbane:

- togvejsspor, spor på fri bane samt sidespor, hvor der foretages rangering
- sidespor, som er nabo til togvejsspor eller spor på fri bane, hvor sporafstanden er mindre end 4,50 meter
- spor, hvor der er krav til øget sikkerhed i risikoområdet, se afsnit 14.1

I bygninger på vedligeholdelses- og servicecenter, hvor der er ringe pladsforhold, er det tilladt at indbygge lav fast sporstopper i form af stopklodser.

Sporstoppertype i havnespor samt i vej og gade fastlægges på grundlag af en dokumenteret særlig risikovurdering med fareidentifikation for vejfærdsel, fodgængere og afsporing i relation til sporstopperens anvendelse og risikoområde (Denne særlige risikovurdering kaldes VAF-

risikovurdering, hvor V står for vej, A for afsporing og F for fodgænger). Som minimum anvendes lave faste sporstopper/stopklodser. Krav til VAF-risikovurdering er angivet i afsnit 15.

Svellekryds, stopbom og afløbssko må anvendes til midlertidig afslutning af alle spor, som er under forvalterskab af Aarhus Letbane, ved større anlægsarbejder i op til 3 måneder og kun i spærret spor jf. [2], afsnit 23. Foran svellekryds, stopbom og afløbssko skal være opsat mærke Ms1 "Stop" [2], [6].

11. LBN1 DIMENSIONERING AF SPORSTOPPERE

11.1 Generelt

Sporstopperens anslag skal passe til sidepuffere og/eller centralkobling.

Anslaget skal være afstemt efter, hvilke typer af rullende materiel der befarer et givet blindt endende spor med sporstopperen. På bilag 2 er vist anslag for de to typer letbanemateriel, hhv. VarioBahn og Tango.

Sporstopperer skal forsynes med rød/hvid reflekterende belægning på forsiden på minimum 0,3 m² og mærke Ms1 "Stop" [2], [6], [9]. Den reflekterende belægning kan udformes som et skilt eller påklæbte reflekser.

Den reflekterende belægning skal anbringes minimum 750 mm over SO (skinneoverkant). På sporstopperer med centralanslag skal den reflekterende belægning anbringes over anslaget.

For den enkelte sporstopper skal der udarbejdes en risikoscreening samt en evt. risikovurdering, se endvidere afsnit 14.

11.2 Friktionssporstopperer med bremseelementer

11.2.1 Dimensionerende parametre

Som dimensionerende påkørselshastigheder skal anvendes:

- tog der befører passagerer: $V_{dim} = 4,2$ m/s (15 km/t)
- øvrigt rullende materiel: $V_{dim} = 2,8$ m/s (10 km/t)

Som dimensionerende togvægt skal anvendes:

- tungeste rullende materiel der planmæssigt befarer sporet på henholdsvis type 1 infrastruktur og type 2 infrastruktur

Togvægte oplyses af Aarhus Letbane.

11.2.2 Mindste bremsevej

Der stilles følgende krav til den beregnede mindste bremsevej:

- Tog, der befordrer passagerer: Bremsevej ≥ 4 m
- Øvrigt rullende materiel: Bremsevej $\geq 1,8$ m

Ved $4 \text{ m} > \text{bremsevej} \geq 1,8 \text{ m}$ skal spor og tog være udstyret med ATP, se [9] for beskrivelse af ATP-systemet. Ved $4 \text{ m} > \text{bremsevej} \geq 1,8 \text{ m}$ skal der foretages en risikovurdering, jf. afsnit 14.2.

11.2.3 Beregning af bevægelsesenergi

Sporstopperne skal dimensioneres for bevægelsesenergien (kinetisk energi) i det påkørende rullende materiel, E_{kin} , som beregnes efter formlen

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Her er:

E_{kin} : Bevægelsesenergien i det påkørende rullende materiel (kJ)

m : Vægten af det påkørende rullende materiel (ton)

v : Påkørselshastigheden af det rullende materiel (m/s)

11.2.4 Beregning af bremsearbejdet

Bremsearbejdet, W , af en friktionssporstopper skal beregnes efter følgende formel:

$$W = \sum (K_i \cdot s_{bi}) \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, n$$

Her er:

K_i : Bremseelementets bremsekraft (N)

s_{bi} : Længde af bremseelementets bremsevej (m)

i : Antal af bremseelementer

Det er et krav, at

$$W > E_{kin}$$

Hvor W betyder sporstopperens bremsearbejde (kJ)

Ved krav om øget sikkerhed i risikoområdet, skal der ved dimensioneringen af sporstopperen benyttes en sikkerhedsfaktor på 1,5. Kravet til sporstopperens bremsearbejde bliver da

$$W > 1,5 \cdot E_{kin}$$

11.3 Øvrige sporstopper

11.3.1 Lav fast sporstopper

Lav fast sporstopper kan kun optage en minimal energimængde, og skal kunne stoppe rullende materiel med hastighed som skridtgang (5 km/t).

Der skal regnes med 0 m bremsevej.

12. LBN1 KRAV TIL INSTALLATION I SPORET

12.1 Fritrumsprofilforhold

Blindt endende spor skal overholde krav til fritrumsprofiler og sporafstande i henhold til [3] og [4].

I bremsevejen gælder de samme krav til sporafstand som i [4] og de samme krav til højde- og breddemål som i [3]. Krav til højde og breddemål i risikoområdet, se definition af risikoområdet i afsnit 5, Definitioner.

12.2 Krav til friktionsstopper med bremseelementer

12.2.1 Sporets linjeføring

For enden af et blindt endende spor med friktionssporstopper skal sporet have en horisontal radius på ≥ 300 m, som skal være til stede fra mindst 25 m før sporstopperens anslag og på hele bremsevejen bagved sporstopperen.

Ved $1000 \text{ m} > \text{radius} \geq 300 \text{ m}$ skal spor og det rullende materiel være udstyret med ATP, se [9] for beskrivelse af ATP-systemet. I det tilfælde at radius i sporet inden sporstopperen er mindre end 1000 m, skal der foretages en signalkommision [9], afsnit 5.12, som skal beskrive oversigtsforhold, og denne bedømmelse skal indgå i forbindelse med risikovurdering af sporstopperen (bilag 1, tabel 1). Ved $1000 \text{ m} > \text{radius} \geq 300 \text{ m}$ skal der foretages en risikovurdering, jf. afsnit 14.2.

Krav til synlighed og markering af sporets afslutning af sporstopperen er beskrevet i afsnit 11.1 og 17.

12.2.2 Sporets overbygning

Befæstelse og sveller:

Bremsekraft $\leq 200 \text{ kN}$

Sporstopperen skal være monteret på et spor med en overbygningstype, der er godkendt til brug ved Aarhus Letbane.

200 kN < Bremskraft ≤ 400 kN

Sporet under sporstopperen, bremsevejen og minimum 20 m spor foran sporstopperen, skal være et langskinnespor eller et spor med overbygningstype godkendt ved Aarhus Letbane til brug i langskinnespor.

Skinner:

- Skinner skal være skinnetype DSB45, UIC60 eller DSB60
- Sporstopperen og dens bremseelementer skal passe til den pågældende skinnetype
- I sporet under sporstopperen og i bremsevejen skal skinnen være uden svejsninger og lasker

Lasker og isolerede skinnestød:

Bremskraft ≤ 200 kN

En laskesamling eller et isoleret stød i sporet foran sporstopperen, skal være anbragt mindst 1 m foran sporstopperen.

200 kN < Bremskraft ≤ 400 kN

En laskesamling eller et isoleret stød i sporet foran sporstopperen, skal være udført som klæbestød, og være anbragt mindst 1 m foran sporstopperen.

12.2.3 Sporforstærkning

Afhængig af bremsekræfternes størrelse skal der etableres sporforstærkning. Grænseværdier for krav til sporforstærkning afhænger af sporets skinnetype. Forstærkningen skal fastgøres ligesom beskyttelsesskinner på broer jf. Aarhus Letbanes sportekniske normaltegninger og således, at forstærknings Skinnerne rækker fra mindst 5 m foran sporstopperens anslag til afslutningen af den dimensionerede bremsevej.

DSB45-spor

Ved bremsekræfter større end 200 kN skal der etableres sporforstærkning.

- Bremskræfter ≤ 400 kN: Der skal forstærkes med 2 stk. DSB45-skinner, 2 stk. UIC60 eller 2 stk. DSB60-skinner

12.2.4 Øvrige forhold og placering i sporet

Friktionssporstopperens bremsevej skal være fri for forhindringer af enhver art. Der må ikke være svejseulster eller laskesamlinger på skinnerne i bremsevejen.

Friktionssporstopperens normale placering skal markeres ved fast afmærkning mellem sporet og sporstopperen, så den efter påkørsel kan trækkes tilbage til korrekt placering.

Friktionssporstopperen skal placeres således på sporet, at tilstrækkelig dimensioneret bremsevej (jf. afsnit 11.2) samt fritrumsprofil og sporafstand (jf. afsnit 12.1) er til stede.

Friktionssporstopperen skal forsynes med markering efter reglerne i afsnit 11.1.

12.3 Stopklodser/ lav fast sporstopper

Stopklodser skal som sporafslutning bruges parvis og installeres på skinnernes indvendige side vinkelret overfor hinanden. Se normaltegning blad 5328, 5428 eller 5528.

Hastigheden i sporet fra minimum 50 m foran den lave faste sporstopper skal begrænses til maksimalt 5 km/t.

13. LBN1 KRAV TIL TILSTANDSVURDERING OG VEDLIGEHOLDELSE

13.1 Generelt

Alle sporstopper skal efterses mindst en gang om året. Der må højst være 16 måneder mellem to eftersyn.

Ved eftersyn af sporstopper skal det kontrolleres, at reflekser er korrekt placeret. Reflekser skal vaskes 2 gange årligt, af hensyn til synlighed.

Området omkring sporstopperen inklusiv sporet skal holdes fri for bevoksning, så eftersynet er muligt.

Såfremt der er etableret elementer som risikoreducerende tiltag, skal det kontrolleres, at disse er uden synlige fejl og mangler.

Hvis tilstandsvurderingen viser forhold, som ikke opfylder kravene i afsnit 13.2-13.3, skal det vurderes, om der skal ske restriktioner i anvendelsen af sporet. Tidspunktet for udbedringen af forholdet skal fastsættes ud fra fejlens beskaffenhed. Fejlen skal dog altid være udbedret inden næste årlige eftersyn.

Efter påkørsel skal sporstopperen efterses og i givet fald retableres, inden sporet må genåbnes til drift, se dog afsnit 10.2.

Eftersyn skal altid foretages af baneteknisk personale.

13.2 Friktionssporstopper

Ved eftersynet skal kontrolleres:

- At sporstopperen, inklusiv eventuelle efterfølgende bremseelementer, er placeret korrekt i henhold til anlægsdokumentationen samt i henhold til markeret normalplacering. Tolerance på placeringen er +/- 10 cm
- At sporstopperen er uden synlige fejl og mangler
- At alle bolte på eventuelle bremseelementer er tilspændt med korrekt tilspændingsmoment som angivet i vejledning fra leverandøren
- At sporet inklusiv ballastprofil, og frem til bremsevejens afslutning, overholder Aarhus Letbanes krav
- At eventuelle synlige forstærkningselementer er intakte og fastspændte

13.3 Lav fast sporstopper

Ved eftersynet skal kontrolleres:

- At sporstopperen er placeret korrekt i henhold til anlægsdokumentationen samt i henhold til markeret normalplacering. Tolerance på placeringen er +/- 10 cm
- At sporstopperen er uden synlige fejl og mangler
- At sporet inklusiv ballastprofil er intakt fra 5 m før sporstopperen

14. LBN1 KRAV VEDR. RISIKOSCREENING OG RISIKOVURDERING

14.1 Risikoscreening

Der skal udføres en risikoscreening af sporstopperen i følgende tilfælde:

- Ved ændring af en eksisterende type sporstopper
- Ved fornyelse af en eksisterende sporstopper
- Ved etablering af ny sporstopper
- Ved sporombygning i et blindt endende spor ≤ 40 m fra sporstopperen
- Ved en væsentlig forøgelse af den trafikale brug af det blindt endende spor

Der er krav om øget sikkerhed i risikoområdet,

- Hvis sporet er et togvejsspor eller spor på fri bane
- Hvis screeningen viser, at mindst et af følgende kritiske elementer befinder sig inden for risikoområdet bag sporstopperen:
 - Et togvejsspor eller spor på fri bane, inklusiv fritrumsprofil for samme
 - Særlige topografiske forhold (f.eks. en større skrænt), offentlig vej eller lign.
 - Konstruktioner, søjler m.m., der ved påkørsel giver risiko for større ødelæggelser (f.eks. bygning eller bro)

- Installationer for driften, sikringsanlæg, køreledningsmast m.m. der ved påkørsel vil give langvarige og store driftsforstyrrelser
- Adgangsvej eller opholdssteder for personer

Hvis der er krav om øget sikkerhed i risikoområdet, skal der:

1. Udføres en risikovurdering, jf. afsnit 14.2 og bilag 1
2. Anvendes en friktionssporstopper med bremseelementer, iht. afsnit 10.3
3. Dimensioneres med en risikofaktor 1,5 iht. afsnit 11.2

Hvis risikoscreeningen viser, at der ikke er krav til øget sikkerhed i risikoområdet, er det ikke nødvendigt at udføre en risikovurdering.

14.2 Risikovurdering

Hvis risikoscreeningen viser, at der skal udføres en risikovurdering, eller hvis der i normen stilles eksplicit krav om risikovurdering, skal denne udføres i henhold til bilag 1.

Uanset sporstopperens risikoniveau, skal sporstopperen opfylde Aarhus Letbanes krav.

Risikovurderingen fremkommer med to risikoniveauer med følgende acceptniveauer:

1. Risiko for passagerer og personale i tog:

Acceptabel $R_p \leq 10$

Tilladelig $10 < R_p \leq 30$

Uacceptabel $30 < R_p$

2. Risiko for personer bag sporstopper:

Acceptabel $R_s \leq 20$

Tilladelig $20 < R_s \leq 40$

Uacceptabel $40 < R_s$

Ved bedømmelsen skal der tages følgende aktioner, idet den højeste værdi af de to kriterier R_p og R_s skal være bestemmende:

Acceptabel: Sporstopperen er umiddelbart risikoacceptabel og der skal ikke iværksættes yderligere risikoreducerende tiltag.

Tilladelig: For sporstopperer der befinder sig i Tilladelig niveau skal risikoen søges minimeret, hvis det er teknisk muligt og økonomisk forsvarligt.

Uacceptabel: Der skal udføres risikoreducerende tiltag, der som minimum nedsætter risikoniveauet til Tilladelig. I mellemtiden skal der indføres restriktioner i anvendelsen af sporet, der som minimum bringer risikoniveauet op til Tilladelig.

15. LBN1 KRAV TIL DOKUMENTATION

Når der indbygges en ny sporstopper i sporet, eller der sker ændringer i den rullende materieltype, der planmæssigt befarer sporet, skal der udarbejdes anlægsdokumentation. Denne skal som minimum indeholde følgende oplysninger:

1. Identifikation af spor og sporstopper
2. Sportype: Togvejsspor, spor på fri bane eller sidespor
3. Sporets overbygning: Skinneprofil, skinneslid og skinnehældning samt befæstelse
4. Sporets linjeføring: Radius og hældning
5. Type af rullende materiel: Tog der befordrer passagerer / øvrigt rullende materiel
6. Anslag (sidepuffer og/eller centralkobling samt højde over SO-plan)
7. Dimensionerende vægt (m_{dim}) af det påkørende rullende materiel
8. Dimensionerende påkørselshastighed (v_{dim})
9. Risikoscreening
10. Evt. risikovurdering
11. Sikkerhedsfaktor
12. Bevægelsesenergi
13. Type af sporstopper med evt. antal bremseelementer
14. Sporstopperens bremsearbejde
15. Bremsevej af sporstopperen
16. Om der er krav om sporforstærkning, samt udformning af denne

For sporstopperne i havnespor samt spor i vej og gade skal der udarbejdes en såkaldt VAF-risikovurdering (se afsnit 10.3) for vejfærdsel, fodgængere og afsporing i et særskilt notat, der erstatter risikoscreeningen i foranstående punkt 10. VAF-risikovurderingen skal dokumentere, at den foreskrevne sporstopper-type ikke medfører fare for vejfærdsel, fodgængere eller afsporing under normale drifts-forhold for det pågældende spor. VAF-risikovurderingen skal altid suppleres med en risikovurdering iht. afsnit 14.2.

16. LBN2 KRAV TIL DIMENSIONERING AF SPORSTOPPERE OG INSTALLATION I SPORET

16.1 Mindste bremsevej

Den beregnede mindste bremsevej skal være ≥ 4 meter for ikke personbefordrende tog.

16.2 Radius i sporet foran sporstopperen

Blindt endende spor med friktionssporstopper skal afsluttes med en horisontal sporradius ≥ 1000 meter, som skal være til stede mindst 25 meter før sporstopperens anslag og igennem hele bremsevejen bagved sporstopperen.

17. LBN3 FORSLAG TIL RISIKOREDUCERENDE TILTAG

Dette afsnit beskriver forslag til tekniske løsninger ved blindt endende spor, der kan give en risikoreducerende effekt, når et tog kører ud mod sporstopperen for enden af sporet:

- Der kan etableres ATP system i det berørte sporstykke, se endvidere [9] for beskrivelse af ATP-systemet
- Der kan etableres ekstra reflekterende belægning, som placeres 20 cm højere end eksisterende reflekser. Ekstra reflekterende belægning skal have samme dimension som beskrevet i afsnit 11.1

18. BILAGSOVERSIGT

Bilag 1: Risikovurdering af blindt endende spor (Normativt på LBN1-niveau)

Bilag 2: Sporstopperanslag (Normativt på LBN1-niveau)

