

**banedanmark**



Udgivet 29.6.2017  
Godkendt den 7.6.2017  
Jnr.: 2017-454  
Antal sider i alt: 17

Overordnet ansvar:  
Ansvar for indhold:  
Ansvar for fremstilling:

Karsten Steen Larsen  
Erik Cletus Petersen  
Mette Weiglin Johansson

Bremsevejlængder for HKT-overvågede tog

# Banenorm BN1-170-1

## INDHOLD

1.	<u>INDLEDNING</u>	2
2.	<u>IKRAFTTRÆDEN</u>	2
3.	<u>OVERGANGSBESTEMMELSER</u>	3
4.	<u>REFERENCER</u>	3
5.	<u>DEFINITIONER</u>	3
6.	<u>DESKRIPTORER</u>	5
7.	<u>ANVENDELSESOMRÅDE</u>	6
8.	<u>DISPENSATION</u>	6
9.	<u>HISTORIK</u>	7
10.	<u>GENERELT</u>	7
11.	<u>BN1 - BREMSEVEJLÆNGDETABELLER</u>	8
12.	<u>BEREGNING AF DRIFTSBREMSEVEJ</u>	13
12.1	<u>BN1 - Beregningsgrundlag</u>	13
12.2	<u>BN2 - Fastsættelse af bremsevejlængder</u>	14
13.	<u>BEREGNING AF NØDBREMSEVEJE</u>	15
13.1	<u>BN1 - Beregningsgrundlag</u>	15
13.2	<u>BN2- Fastsættelse af bremsevejlængder</u>	16

## 1. INDLEDNING

---

Formålet med denne banenorm er at fastsætte nød- og driftsbremsevejlængder for S-tog litra SA/SE udstyret med mobilt togkontrolanlæg af typen LZB804/HKT.

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

Noter er informative. Noter anvendes til at lette forståelsen af banenormen, typisk ved uddybende forklaringer.

Der er i sammenhæng med udarbejdelse af denne banenorm udarbejdet følgende øvrige Banenormer:

- Banenorm BN1-171, Projektering af HKT-informationer
- Banenorm BN1-172, Omkobling til La i sikringsanlæg type DSB 1969

**Udgivet af:**

Banedanmark  
Amerika Plads 15  
2100 København Ø

**Fordeling:**

Banenormen er tilgængelig på  
Banedanmarks hjemmeside  
[www.bane.dk/Erhverv](http://www.bane.dk/Erhverv)

## 2. IKRAFTTRÆDEN

---

Denne banenorm træder i kraft 1.10.2017

Banenormen ophæver nedennævnte normer:

SN nr. 650 V nr. 0881: HKT-Bremsevejlængder for S-tog med EP-bremser.

### 3. OVERGANGSBESTEMMELSER

---

Der er ingen overgangsbestemmelser i denne banenorm. Hidtil gældende projekteringsreglers minimumskrav opfylder denne banenorms minimumskrav.

### 4. REFERENCER

---

- [1] SODB Sikringsanlæggene og deres betjening Anlægningsbestemmelser, Banedanmark
- [2] BN1-171 Projektering af HKT-information, Banedanmark

### 5. DEFINITIONER

---

I denne banenorm gælder følgende definitioner:

Nr.	Begreb	Definition
5.01	Bremseindsatstid	Den tid der går fra bremsning beordres til bremsen er fuldt virksom.
5.02	Bremsereaktionstid	Den samlede tid der går fra HKT-informationen skifter til bremsen er fuldt virksom.
5.03	Bremsevejlængde	Den vejlængde et tog tilbagelægger ved ændring af hastigheden fra en hastighed til en lavere hastighed, herunder standsning. Vejlængden regnes fra det punkt, hvor en ny og mere restriktiv HKT-information når togets antenner, til det punkt, hvor togets hastighed er bragt ned til den lavere hastighed eller til standsning.
5.04	Driftsbremsevej	Den vejlængde, der skal til for at muliggøre standsning inden et HKT-standsningmærke. Driftsbremsevej angives i meter.
5.05	Driftsbremssning	Automatisk eller manuelt igangsat bremsning med normal bremseeffekt.

Nr.	Begreb	Definition
5.06	Faldtal	<p>Angivelse af banens stigninger og fald.</p> <p>Negative faldtal svarer til fald og positive til stigning i togets køreretning. Faldtal angives i promille.</p> <p>Faldtal angives mellem længdeprofils knæpunkter, hvor der ikke tages højde for afrundingskurver.</p> <p>Ved brug af data fra "Længdeprofilregistret" beregnes knæpunkterne som middelværdien af "tangent 1" og "tangent 2".</p>
5.07	Faste HKT-anlæg	HKT-anlæg der sender HKT-informationer til togene.
5.08	HKT-anlæg	Automatisk hastighedskontrol- og togstopanlæg, der anvendes på S-banen.
5.09	HKT-hastigheds-information	HKT-information der angiver en hastighed (enten med eller uden La) – omfatter ikke stop-information.
5.10	HKT-information	HKT-information der sendes fra det faste anlæg til det mobile anlæg. Der er 15 forskellige informationer – herunder stop-information, hastighedsinformation og Y-information.
5.11	Informations-erkendelsestid	Den tid der går fra HKT-informationen skifter til den er erkendt og behandlet i det mobile HKT-anlæg.
5.12	Informations-hastighed	Den hastighed, som en HKT-hastighedsinformation angiver.
5.13	Mobilt HKT-anlæg	HKT-anlæg installeret i toget. Anlægget modtager HKT-informationer fra det faste HKT-anlæg og overvåger togets hastighed. Anlægget medvirker i styringen af togets bremses.
5.14	Nødbremsevej	Vejlængden, som HKT-anlægget har til at nødbremse toget til en given lavere hastighed eller til standsning. Nødbremsevej til standsning er længere end driftsbremsevejen, da der i nødbremsevejen er indregnet en sikkerhedsmargin. Nødbremsevej angives i meter.
5.15	Nødbremsning	Automatisk aktivering af bremsning med størst mulige bremseeffekt.
5.16	Retardation	Togets evne til at bremse udtrykt ved en konstant acceleration. Mens accelerationen er negativ ved bremsning er retardationen positiv.



## 6. DESKRIPTORER

---

Bremsevejlængder                      S-bane  
HKT  
LZB804/HKT

## 7. ANVENDELSESOMRÅDE

---

Denne banenorm gælder for S-baner på de strækninger, hvor der er etableret HKT-anlæg med gennemgående linjeleder og hvor banens fald højst er 35 ‰ (faldtal  $\geq$  -35 ‰ i køreretningen).

Denne banenorm angiver de bremsevejlængder for HKT-overvågede tog, som såvel faste som mobile HKT-anlæg skal indrettes efter.

Tog skal overholde de i denne banenorms afsnit 12.1 og 13.1 angivne værdier for tid (Te og Ti) og retardation (Rd og Rg) for at være HKT-overvågede. Værdierne for retardation er minimumværdier og værdierne for tider er maksimumværdier.

### Note 7-1

4.-generations-S-togets (litra SA/SE) faktiske bremseegenskaber er bedre end 2.-generations-S-togets (Litra MM mm). Det mobile togkontrolanlæg type LZB804/HKT i 4.-generations-S-toget er imidlertid udformet således, at det tilnærmet har bremseegenskaber som 2.-generations-S-toget. Den tilnærmede udformning af det mobile togkontrolanlæg type LZB804/HKT blev indført for at de nye tog kunne køre i blandet drift med de gamle tog uden ændring i den eksisterende HKT-kodning i de faste anlæg.

Hvis de bedre bremseegenskaber skal udnyttes fuldt ud (der er ikke længere 2 generations S-tog i drift), skal det mobile togkontrolanlæg LZB804/HKT omprogrammeres og BN1-170 samt muligvis BN1-171 ændres. Desuden skal kodningen af de faste HKT-anlæg ændres for at udnytte det mobile togkontrolanlægs udnyttelse af togets bedre bremseegenskaber.

Denne banenorm fastsætter ikke nødbremsevejlængder ved nødbremning udløst som følge af bortfald af HKT-informationen fra det faste HKT-anlæg.

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

## 8. DISPENSATION

---

Regler for dispensation fra tekniske regler fremgår af Banedanmarks ledelsessystem, hvortil der henvises.



## 9. HISTORIK

---

Der er ingen historik, da dette er første udgave.

## 10. GENERELT

Denne banenorm fastsætter for HKT-overvågede S-tog:

- Driftsbremsevejlængden til standsning som funktion af begyndelseshastigheden og faldtallet.
- Nødbremsevejlængden som funktion af begyndelses- og sluthastigheden samt faldtallet.

Bremsevejlængden er defineret i afsnit 5.

Når toget kører ind i sikkerhedsafstanden ophører HKT-informationerne fra det faste HKT-anlæg og toget nødbremses.

Note 10-1

Krav til længden af sikkerhedsafstanden for S-togveje og HKT-afsnit fastsættes i SODB [1].



## 11. BN1 - BREMSEVEJLÆNGDETABELLER

Tabel 11-1	Faldtal til og med -2,5 ‰								
Nødbremsevej	Som anført i tabel 11-3								
*Info	30	40	50	60	70	80	90	100	120
Driftsbremsevej	62	102	151	211	280	358	447	545	770

Tabel 11-2	Faldtal til og med -5,0 ‰								
Nødbremsevej	Som anført i tabel 11-3								
*Info	30	40	50	60	70	80	90	100	120
Driftsbremsevej	63	104	155	216	287	368	459	560	793

Tabel 11-3	Faldtal til og med -7,1 ‰								
Nødbremsevej	Effektiv retardation 0,870 m/s <sup>2</sup>								
Fra*									
Til*	30	40	50	60	70	80	90	100	120
100									417
90								255	520
80							230	347	613
70						205	312	429	695
60					181	277	384	501	767
50				156	242	339	446	563	829
40			131	207	294	390	497	615	880
30		106	172	248	335	432	539	656	921
SV	114	169	235	311	398	495	602	719	984
Driftsbremsevej	64	106	159	221	294	377	471	574	813

\* = hastighedsinformation km/t. Bremsevejlængderne tager højde for overvågningshastighed +10 km/t for nødbremsevejlængde og +7 km/t for driftsbremsevejlængde.

<b>Tabel 11-4</b>		<b>Faldtal til og med -8,0 ‰</b>								
<b>Nødbremsevej</b>		Effektiv retardation 0,862 m/s <sup>2</sup>								
Fra*										
Til*		30	40	50	60	70	80	90	100	120
100										419
90									256	523
80								231	349	617
70							206	314	431	700
60						182	278	386	504	772
50					157	243	341	449	567	835
40				131	208	296	392	500	619	886
30			106	173	249	337	435	543	661	928
SV		115	170	237	313	401	499	606	724	991
<b>Driftsbremsevej</b>		65	107	160	223	297	381	475	580	821

<b>Tabel 11-5</b>		<b>Faldtal til og med -9,0 ‰</b>								
<b>Nødbremsevej</b>		Effektiv retardation 0,852 m/s <sup>2</sup>								
Fra*										
Til*		30	40	50	60	70	80	90	100	120
100										422
90									257	527
80								232	351	621
70							207	315	434	705
60						182	280	389	508	778
50					157	245	343	452	571	842
40				132	209	298	395	504	624	894
30			107	174	251	340	438	547	666	936
SV		116	171	238	316	404	503	612	731	1000
<b>Driftsbremsevej</b>		65	108	162	226	300	385	481	587	831

\* = hastighedsinformation km/t. Bremssejllængderne tager højde for overvågningshastighed +10 km/t for nødbremsevejslængde og +7 km/t for driftsbremsevejslængde.

<b>Tabel 11-6</b>		<b>Faldtal til og med -10,0 ‰</b>								
<b>Nødbremsevej</b>		Effektiv retardation 0,842 m/s <sup>2</sup>								
Fra*										
Til*		30	40	50	60	70	80	90	100	120
100										424
90									258	530
80								233	353	626
70							208	317	437	711
60					183	282	392	512	785	
50				158	246	346	455	576	849	
40			133	211	300	398	508	629	901	
30		107	175	253	342	442	551	672	944	
SV		116	173	240	318	407	507	617	737	1009
<b>Driftsbremsevej</b>		66	110	164	228	304	390	487	594	842

<b>Tabel 11-7</b>		<b>Faldtal til og med -12,5 ‰</b>								
<b>Nødbremsevej</b>		Effektiv retardation 0,817 m/s <sup>2</sup>								
Fra*										
Til*		30	40	50	60	70	80	90	100	120
100										431
90									261	540
80								235	358	638
70							210	322	445	725
60					185	286	399	522	801	
50				160	250	352	464	587	867	
40			134	214	305	406	518	642	921	
30		109	178	257	349	451	563	686	965	
SV		119	176	245	325	416	518	631	754	1032
<b>Driftsbremsevej</b>		68	113	168	235	313	402	502	613	869

\* = hastighedsinformation km/t. Bremsesejllængderne tager højde for overvågningshastighed +10 km/t for nødbremsevejslængde og +7 km/t for driftsbremsevejslængde.

<b>Tabel 11-8</b>		<b>Faldtal til og med -17,5 ‰</b>								
<b>Nødbremsevej</b>		Effektiv retardation 0,768 m/s <sup>2</sup>								
Fra*										
Til*		30	40	50	60	70	80	90	100	120
100										445
90									267	560
80								241	370	665
70							215	333	462	757
60						190	296	414	543	837
50					164	258	365	484	613	907
40				137	221	317	423	541	671	965
30			111	184	267	363	470	588	718	1011
SV		123	184	256	340	436	543	661	790	1083
<b>Driftsbremsevej</b>		72	119	179	250	334	429	536	655	929

<b>Tabel 11-9</b>		<b>Faldtal til og med -22,5 ‰</b>								
<b>Nødbremsevej</b>		Effektiv retardation 0,719 m/s <sup>2</sup>								
Fra*										
Til*		30	40	50	60	70	80	90	100	120
100										462
90									275	584
80								248	384	695
70							221	345	482	793
60						195	307	431	568	879
50					168	268	381	505	642	953
40				141	229	330	442	567	704	1014
30			114	191	279	380	492	617	754	1063
SV		129	192	268	357	457	570	695	831	1141
<b>Driftsbremsevej</b>		76	127	191	268	357	460	575	704	999

\* = hastighedsinformation km/t. Bremssejllængderne tager højde for overvågningshastighed +10 km/t for nødbremsejllængde og +7 km/t for driftsbremsejllængde.

<b>Tabel 11-10</b>		<b>Faldtal til og med -27,5 ‰</b>								
<b>Nødbremsevej</b>		Effektiv retardation 0,670 m/s <sup>2</sup>								
Fra*										
Til*		30	40	50	60	70	80	90	100	120
100										480
90									283	611
80								255	400	729
70							227	360	504	834
60					201	319	451	596	926	
50				173	279	398	531	675	1005	
40			146	239	346	464	596	742	1070	
30		118	198	292	398	518	650	795	1123	
SF		135	202	283	376	483	602	734	879	1207
<b>Driftsbremsevej</b>		81	136	205	288	386	497	622	761	1082

<b>Tabel 11-11</b>		<b>Faldtal til og med -35,0 ‰</b>								
<b>Nødbremsevej</b>		Effektiv retardation 0,597 m/s <sup>2</sup>								
Fra*										
Til*		30	40	50	60	70	80	90	100	120
100										515
90									298	660
80								269	428	792
70							240	385	545	908
60					211	342	488	647	1011	
50				182	299	430	576	736	1099	
40			153	256	373	504	649	810	1173	
30		124	213	315	433	564	710	869	1232	
SF		147	220	308	411	528	660	805	965	1327
<b>Driftsbremsevej</b>		91	154	232	327	439	566	710	869	1238

\* = hastighedsinformation km/t. Bremssejllængderne tager højde for overvågningshastighed +10 km/t for nødbremsevejslængde og +7 km/t for driftsbremsevejslængde.

## 12. BEREGNING AF DRIFTSBREMSEVEJ

### 12.1 BN1 - Beregningsgrundlag

Nedenstående beskriver beregningsgrundlaget for driftsbremsevejene, som fremgår af tabellerne i afsnit 11.

Bremsevejlængderne skal tage højde for overvågningshastighed +7 km/t for driftsbremsevejlængde.

Driftsbremsevejlængden er givet ved formlen

$$L_d = \frac{V_i^2}{2 \cdot \left( R_d + g \cdot \frac{f}{1000} \right)} + (T_e + T_i) \cdot V_i$$

hvor

$L_d$  = driftsbremsevejlængden [m]

$V_i$  = hastigheden svarende til hastighedsinformationen [m/s]

$R_d$  = effektiv driftsbremseretardationen på vandret bane [ $m/s^2$ ]

$g$  = tyngdeaccelerationen [ $m/s^2$ ]

$f$  = faldtallet ( $f > -35$  ‰) [%]

$T_e$  = informationserkendelsestiden [s]

$T_d$  = driftsbremsereaktionstiden [s] svarende til ( $T_e + T_i$ )

$T_i$  = driftsbremseindsatstiden [s]

Idet

$R_d = 0,82 m/s^2$

$g = 9,81 m/s^2$

$T_e = 0,6 s$

$T_i = 1,56 s$

er driftsbremsevejlængderne beregnet for de forskellige informationshastigheder og ved forskellige faldtal; dels for faldtal indtil -2,5 ‰ og dels indtil -5,0 ‰. Derudover er der valgt en opdeling i faldtalsområderne ned til -8 ‰, -9 ‰, -10 ‰, -12,5 ‰, -17,5 ‰, -22,5 ‰, -27,5 ‰ og -35 ‰. Tallene findes i tabellerne i afsnit 11 i tabel 11-1 og 11-2 og indsat i tabellerne med nødbremsevejlængderne, tabel 11-3 til 11-11.



## 12.2 BN2 - Fastsættelse af bremsevejlængder

Bremsevejlængder fastsættes ved opslag i tabellerne i afsnit 11 (bremsevejlængdetabeller), men formlen må efter aftale med Banedanmarks tekniske systemansvar anvendes jf. BN1-171 [2] til optimering af udnyttelsen af infrastrukturen.

## 13. BEREGNING AF NØDBREMSEVEJE

### 13.1 BN1 - Beregningsgrundlag

Nedenstående beskriver beregningsgrundlaget for nødbremsevejene, som fremgår af tabellerne i afsnit 11.

Nødbremsevejlængderne for faldtal større end -7,1 ‰ ( $f \geq -7,1 \text{ ‰}$ ) fremgår af tabel 11-3 i afsnit 11.

Bremsevejlængderne skal tage højde for overvågningshastighed +10 km/t for nødbremsevejlængde.

Forøgelsen af nødbremsevejlængden for faldtal  $f < -7,1 \text{ ‰}$  er givet ved

$$dL = \frac{1}{2} \cdot \left( (V_i + V_o)^2 - V_2^2 \right) \cdot \left( \frac{1}{Rg + g \cdot \frac{f}{1000}} - \frac{1}{Rk} \right)$$

hvor

$dL$  = forøgelse af nødbremsevejlængden [m]

$V_i$  = hastigheden svarende til hastighedsinformationen [m/s]

$V_o$  = forskellen mellem  $V_i$  og overvågningshastigheden for nødbremse [m/s]

$V_2$  = sluthastigheden [m/s]

$Rg$  = den garanterede nødbremseretardation på vandret bane [m/s<sup>2</sup>]

$g$  = tyngdeaccelerationen [m/s<sup>2</sup>]

$f$  = faldtallet [‰]

$Rk$  = retardationen for overvågningskurven for nødbremse i det mobile anlæg [m/s<sup>2</sup>]

Idet

$Rk = 0,87 \text{ m/s}^2$

$Rg = 0,94 \text{ m/s}^2$

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$

beregnes nødbremsevejlængderne for faldtal  $f$  i området  $-35 \text{ ‰} < f < -7,1 \text{ ‰}$  efter ovenstående formel ved at lægge forøgelsen  $dL$  ved det givne faldtal til nødbremsevejlængden for faldtal  $f \geq -7,1 \text{ ‰}$  jf. tabel 11-3 i afsnit 11.





Ud fra ovenstående formel og parametre er der beregnet 9 tabeller over nødbremsevejlængder fra en given hastighed til en lavere hastighed henholdsvis til standsning for forskellige faldtal. Tabellerne er gengivet i afsnit 11, tabel 11-3 til 11-10. Tabel 11-3 gælder som nævnt for faldtal ned til og med  $f_0 = -7,1 \text{ ‰}$ . Derudover er der valgt en opdeling i faldtalsområderne ned til  $-8 \text{ ‰}$ ,  $-9 \text{ ‰}$ ,  $-10 \text{ ‰}$ ,  $-12,5 \text{ ‰}$ ,  $-17,5 \text{ ‰}$ ,  $-22,5 \text{ ‰}$ ,  $-27,5 \text{ ‰}$  og  $-35 \text{ ‰}$ .

### 13.2 BN2- Fastsættelse af bremsevejlængder

Bremsevejlængder fastsættes ved opslag i tabellerne i afsnit 11 (bremsevejstabeller), men formlen må efter aftale med Banedanmarks tekniske systemansvar anvendes jævnt før BN1-171 [2] til optimering af udnyttelsen af infrastrukturen. Formlen må kun anvendes for faldtal mindre end  $-7,1 \text{ ‰}$  ( $f < -7,1 \text{ ‰}$ ).

#### Note 13.2-1

Overvågningshastigheden for nødbremning er i LZB804/HKT  $+10 \text{ km/t}$ , hvor den i ældre mobilanlæg var  $+5 \text{ km/t}$ .