

Ballast- og jordprøvetagning i
sporkassen

BN2-5-1

INTERN GODKENDELSE I BANESTYRELSEN		
	Dato	Underskrift
Fremstilling	24/3-2003	Lene Tussø-Rinne
Indhold	24.3.03	Berit Carlson
Samlet	24/3-03	J. H. Knudsen

BN2 Banenorm

Indholdsfortegnelse

1	INDLEDENDE BEMÆRKNINGER	3
2	IKRAFTTRÆDEN	3
3	OVERGANGSBESTEMMELSER	3
4	REFERENCER	3
5	DEFINITIONER	4
6	ANVENDELSESOMRÅDE	4
7	DISPENSATION	5
8	BN2 KRAV TIL PRØVETAGNING	5
8.1	FORARBEJDE.....	5
8.2	ANTAL BORINGER/GRAVNINGER.....	5
8.3	UDFØRELSE AF BORINGER/GRAVNINGER.....	6
8.4	LABORATORIEFORSØG.....	6
8.5	VURDERING AF BALLASTPRØVER.....	7
8.6	LEVERING AF OPLYSNINGER TIL ARKIV.....	7
9	BN3 VEJLEDENDE KRAV TIL PRØVETAGNING	8
9.1	FORARBEJDE.....	8
9.2	PRØVETAGNING VED BORINGER.....	9
9.3	PRØVETAGNING VED GRAVNING.....	10

Deskriptorer:

Ballast, ballastprøve, ballastrensning, boring, georadar, gravning, kartering, opgradering, prøvetagning, skærver, spor, sporombygning, uroligt spor, vedligeholdelse

1 Indledende bemærkninger

Formålet med normen er at give vejledning i, hvilke undersøgelser der bør foretages til bestemmelse af sporkassens opbygning og kvalitet, så som tykkelsen af ballast og underballast, ballastens kvalitet og hvilke jordarter, der er i råjordsplanum. Samtidigt stilles der krav til, hvordan undersøgelserne skal udføres.

Banenormen er udarbejdet i henhold til [BN1-1-1f "Struktur, udseende og udvikling af Banenormer m.v."], hvori normniveauerne BN1, BN2 og BN3 er defineret.

Udgivet af: Banestyrelsen
Pakhusvej 10
2100 København Ø

2 Ikrafttræden

Banenormen træder i kraft ved udgivelsen i godkendt version.

3 Overgangsbestemmelser

Der er ingen overgangsbestemmelser i denne Banenorm.

4 Referencer

Nogle steder henviser Banenormen til andre bestemmelser. Enten skrives [bestemmelserens navn] eller et nummer [nr.]. Betydningen af nummeret kan findes nedenfor.

Hvis der ikke er nævnt andet, gælder sidst udsendte version af det, der refereres til.

Hvis der ikke er nævnt andet gælder, at referencerne er normative.

- [1]. Banenorm BN1-1-1f "Struktur, udseende og udvikling af Banenormer m.v.", Banestyrelsen.
- [2]. Teknisk meddelelse "Krav til tværprofil for sporfornyelsesprojekter", Banestyrelsen (Fremtidig Banenorm BN1-6 "Tværprofiler for ballasteret spor", Banestyrelsen).
- [3]. Dgf-Bulletin 1 "Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse", Dansk geoteknisk forening.

- [4]. Teknisk meddelelse "Krav til ballastrensning for sporfornyelsesprojekter", Banestyrelsen (Fremtidig Banenorm BN2-4 "Skærvelaget, vedligeholdelse og fornyelse", Banestyrelsen).
- [5]. Tekniske betingelser for levering af ballastskærver 32-45 mm, 08.03.1996, DSB og DS 401 "Sand-, grus- og stenmaterialer", Dansk Ingeniørforening (Fremtidig Banenorm BN2-19 "Ballast og underballast", Banestyrelsen).
- [6]. Sporregler, afsnit 3.02.3 "Jordarter", Banestyrelsen (Fremtidig Banenorm BN2-8 "Underbygning: Jordarter", Banestyrelsen)
- [7]. PrEn 13450 "Aggregates for railway ballast", International Union of Railways. (Informativ reference)

5 Definitioner

Ordforklaring

Georadar	Undersøgelse af jord med elektromagnetiske impulser, som reflekteres med forskellig hastighed alt efter jordens sammensætning.
GIS	Geografisk informationssystem, hvor geografiske steder placeres i et eller flere koordinatsystemer
Kartering	En simpel undersøgelse af jordbundsforhold med et karteringsbor, som er en stålstang med en smal rille på den nederste del. Når karteringsboret slås ned i jorden og drejes rundt, opsamles der en meget lille jordprøve i rillen.
Prøvetagning	Udtagning af en ballast- eller jordprøve enten ved boring eller ved gravning.

6 Anvendelsesområde

Banenormen skal anvendes ved undersøgelse af sporkassens opbygning, f.eks. i forbindelse med vedligeholdelsesopgaver, sporombygninger eller opgraderinger. Disse undersøgelser skal bruges til at klarlægge, om kravene til ballastens/underballastens kvalitet og/eller tykkelse i [2] og [4] er opfyldt.

7 Dispensation

Tilladelse til afvigelse fra gældende BN2-krav kan kun udstedes af den teknisk systemansvarlige i Banestyrelsen.

8 BN2 Krav til prøvetagning

8.1 Forarbejde

Da prøvetagning i sporet er dyrt, skal man inden prøvetagning undersøge følgende ting, så prøvetagningen kan foretages så optimalt som muligt:

Det skal undersøges, om driftsorganisationen har registreret urolige spor på strækningen. Hvis dette er tilfældet, skal det undersøges, om der i Banestyrelsens geotekniske arkiv er oplysninger om jordbundsforhold på stedet, om der tidligere har været uro, eller om der har været udført sætningsmålinger. Derefter skal de urolige strækninger besigtiges, og årsagen til det urolige spor skal så vidt muligt vurderes. I denne vurdering skal medtages terrænforhold på stedet, afvandingsforhold, og hvordan sporet bevæger sig ved togpassage. Derved kan der eventuelt registreres en mere nøjagtig km på, hvor problemerne er størst.

Note 8.1-1

Det er mest fordelagtigt, hvis der ved besigtigelsen også udføres karteringer, som kan give en indledende orientering om jordbundsforholdene.

Hvis besigtigelsen af de urolige strækninger viser, at der er problemer med jordbundsforholdene under sporet, skal der udføres en egentlig geoteknisk undersøgelse.

Hvis besigtigelsen af de urolige strækninger viser, at uroen må skyldes problemer med sporkassens opbygning (kvalitet af ballast, tykkelse af ballast- og underballastlag, hældning på planum eller råjordsplanum, jordarten i råjordsplanum), skal der udføres prøvetagning på de steder, hvor der især ser ud til at være problemer.

8.2 Antal boringer/gravninger

På delstrækninger, hvor sporet er uroligt, skal antallet af boringer/gravninger vurderes individuelt ud fra de forhold, der er registreret ved besigtigelsen, så det aktuelle problem belyses bedst muligt.

Der skal placeres boringer/gravninger under overføringer for at undersøge, om der lokalt er for tynde ballast- og underballastlag på grund af eventuelle tidligere udførte sporsænkninger.

8.3 Udførelse af boringer/gravninger

Ved hver boring/gravning skal registreres:

- Strækning, km og hvilket spor, boringen/gravningen er udført i.
- I hvilken dybde under SO overfladen af boringen/gravningen ligger.
- Hvor boringen/gravningen er placeret i forhold til spormidte

Note 8.3-1

Boringens placering i forhold til spormidte kan f.eks. angives som H 0,47 m (svarende til 0,47 m til højre for spormidte) eller V 0,47 m (svarende til 0,47 m til venstre for spormidte) set i stigende km-retning.

- Laggrænser i boringen/gravningen (med 1 cm nøjagtighed) målt fra SO.
- Beskrivelse af jordarten i hvert lag. Bikomponenter skal så vidt muligt beskrives, især skal det beskrives, hvis jordarten indeholder silt og/eller organisk stof.
- Hvis der er vandførende lag i boringen/gravningen, skal det registreres, i hvilken dybde under SO vandets overflade ligger.
- Hvis der er olieforurening i boringen/gravningen, skal det registreres, fra og til hvilken dybde under SO forureningen er.
- Hvis der er en synlig opskydning af skærvelagets overside i boringen, skal det registreres, hvor stor opskydningen er.

Hvis der skal udtages ballastprøver til sigtning og/eller klassifikation, skal ballastprøven udtages i et veldefineret volumen med lodrette sider. Hvis ballastprøveudtagningen udføres ved gravning, skal gravningen udføres med stålramme som angivet i [7]. Det skal registreres, fra og til hvilken dybde under SO ballastprøven tages.

Note 8.3-2

Hvis ballastprøven udtages i et tilfældigt volumen, f.eks. med skrå sider, vil der komme for meget af den øverste rene del af skærvene med i prøven, og dermed bliver ballastprøven ikke repræsentativ.

8.4 Laboratorieforsøg

På ballastprøverne skal udføres sigtninger på 22,4 mm sigten (med firkantede masker).

Hvis der ifølge [5] skal udføres egentlige klassifikationsforsøg, skal de udføres som angivet i [5]. Der skal udføres sigtninger på alle ballastprøverne. Ved sigtningen skal der dog tilføjes en sigte med maskevidde 22,4 mm. De øvrige krævede klassifikationsforsøg skal udføres på halvdelen af ballastprøverne.

Sigteresultaterne skal inddateres i Banestyrelsens database for sigtninger af ballastprøver.

Hvis der er udtaget jordprøver i råjordsplanum, skal jordprøven beskrives geologisk efter [3].

8.5 Vurdering af ballastprøver

Resultatet af sigtningerne på 22,4 mm sigten siger noget om, hvor meget finstof, der er i hele ballastprøven fra top af skærver til ballastprøvens bund. Det er kun den del af skærverne, der ligger under svellerne, der er krav til ifølge [4]. Der skal derfor foretages en omregning af sigteresultatet med følgende formel:

$$v = \frac{(v_t - (100 - v_t) * h/d * 0,04) * 100}{100 - (100 - v_t) * h/d * 1,04}$$

v : Vægtprocent af materiale under 22,4 mm for skærver under svelleunderside

v_t : Den totale ballastprøves vægtprocent af materiale under 22,4 mm

d : Ballastprøvens totale dybde, målt fra skærveoverfladen.

h : Dybde fra skærveoverfladen til underside svelle.

Hvis SO ændres efter udtagelsen af ballastprøven, kan den ændrede vægtprocent af finstofindholdet beregnes ved at beregne h ud fra det niveau, som skærveoverfladen havde, da ballastprøven blev udtaget. (Dvs. hvis sporet er løftet 5 cm, så bliver h 5 cm mindre).

Note 8.5-2

Finstofindholdet kan udregnes automatisk i Banestyrelsens database for sigtninger af ballastprøver.

Den udregnede vægtprocent af finmateriale under svelleunderside skal sammenholdes med kravet i [4].

Resultaterne af klassifikationsforsøgene skal sammenlignes med kravene i [5].

Jordarterne i råjordsplanum skal sammenholdes med kravene i [6].

Note 8.5-2

Hvis der konstateres olieforurening i borerne, bør det vurderes, om der skal udføres en egentlig miljøundersøgelse.

8.6 Levering af oplysninger til arkiv

Alle rapporter om jordbundsundersøgelser (herunder ballastboringer og georadarmålinger), der udføres på Banestyrelsens areal, skal også sendes til Banestyrelsens geotekniske arkiv umiddelbart efter afrapporteringen.

Inddaterede sigtninger i Banestyrelsens database skal mailes til Banestyrelsen som angivet i databasen ("Eksport").

Hvis der er olieforurening i borer/gravninger, skal det indberettes til Banestyrelsens forureningsdatabase.

9 BN3 Vejledende krav til prøvetagning

9.1 Forarbejde

9.1.1 Overkørsler

Det bør undersøges, om der er eksisterende eller nedlagte overkørsler på strækningen. Sådanne steder vil der ofte helt lokalt være helt tæt ballast.

9.1.2 Georadar

Der kan inden prøvetagningen udføres georadarmålinger. Georadarmålinger er et redskab til at vurdere ændringer i ballastens kvalitet og tykkelse, selv om nøjagtigheden ikke bør overvurderes. På baggrund af georadarmålingerne kan man udvælge, hvor det vil være mest optimalt at udføre prøvetagning. Man bør vælge prøvetagningssteder, som belyser forhold i ballasten, underballasten eller råjordsplanum. Da prøvetagninger kun udføres til ringe dybde under sporkassen, vil det ikke være formålstjenligt at udføre georadarmålinger for at belyse forhold dybere end 1,5 m under SO.

9.1.3 Registrering af georadar og prøvetagninger

Inden en georadar- eller ballastundersøgelse igangsættes, bør det undersøges, om der er risiko for mistolkninger af, hvor undersøgelsen er lavet. Er der på strækningen f.eks. både nye og gamle km-angivelser?

Ved georadar udføres målingerne fra et sted til et andet, og en eventuel fejl i den samlede længde af strækningen fordeles derefter lineært mellem start- og slutpunkt. Derfor bør start- og slutpunkt registreres nøjagtigt. Det bør vurderes, om der kan skaffes bedre oplysninger om placeringen af broer og km-sten/tavler. F.eks. vil en liste over km-sten/tavlers faktiske placeringer være en stor hjælp. Dels er de ikke i alle tilfælde sat rigtigt, dels er de kun rigtige for det spor, som kilometreringen er udmålt fra.

Hvis en ballastundersøgelse skal udføres om natten, bør placeringen af prøvetagningsstederne være markeret tydeligt ude i marken, da det kan være svært at orientere sig i mørket. Det vil spare en del kostbar tid, og samtidig vil det minimere misforståelser.

Hvis en boring er placeret for at belyse forholdene under en bro, bør placeringen fastsættes i marken. Broregistrets km-angivelse kan ikke anvendes direkte, da det i en del tilfælde ikke er tilstrækkeligt nøjagtigt.

På længere sigt bør der arbejdes hen imod en GIS registrering af georadar og prøvetagninger.

9.2 Prøvetagning ved boringer

9.2.1 Antal boringer

På strækninger, hvor der er eksisterende eller nedlagte overkørsler, bør det vurderes, om boringer i overkørslerne vil give nye oplysninger. Hvis eventuelle georadarmålinger har vist, at ballasten lokalt ved overkørslen er blevet tæt, skal ballasten formentligt alligevel fjernes, så en boring vil ikke give væsentlige nye oplysninger om ballastens kvalitet. Det kan så overvejes, om der er behov for at vide noget om den samlede tykkelse af ballast og underballast eller jorden i råjordsplanum, hvis georadarmålingerne viser, at forholdene er anderledes end på strækningen uden for overkørslen.

Hvor der ikke er de i afsnit 8.2 angivne specielle forhold, bør der udføres ca. 10 boringer pr km. Hvis boringernes placering udvælges ud fra georadarmålinger, så de repræsenterer bestemte strækninger, kan antallet af boringer reduceres til ca. 7 boringer pr. km. Det bør vurderes, om der skal udføres flere boringer pr. km, hvor der ikke er sand, grus eller skærver i de krævede tykkelser af ballast og underballast ifølge [2].

9.2.2 Udførelse af ballastboringer

Der bør ved udførelsen af ballastboringer være tilknyttet et geoteknisk tilsyn. Det geotekniske tilsyn bør som minimum være med ved de første 2 dages/nætters boringer for at sikre, at boringerne bliver udført, som de skal. Derefter bør det geotekniske tilsyn med visse mellemrum, f.eks. 1-2 uger, kontrollere, at boringerne stadig udføres, som de skal. Boringerne bør udføres mellem svellerne og så tæt på en af skinnerne som muligt. De kan eventuelt udføres skiftevis ved højre og venstre skinne, så det kan ses, om afvandingsretningen har betydning for finstofindholdet.

Hvis der i råjordsplanum ikke er sand, grus, sten eller moræneler, bør der tages en lille jordprøve af jorden til senere geologisk vurdering. Der bør også udtages en jordprøve, hvis sand, grus eller sten er stærkt siltet, indeholder organisk stof eller er misfarvet. Jordprøven kommer i en lille pose, hvorpå der skrives strækning, km og spor, hvor boringen er udført, og i hvilken dybde jordprøven er taget.

I ca. 3 boringer pr km bør udtages en ballastprøve til sigtning og eventuelle yderligere klassifikationsforsøg. Ballastprøven bør udtages fra overfladen af skærverne til skærvelagets bund, dog ikke dybere end til 70 cm under SO, hvor overbygningshøjden (fra SO til svelleunderside) er mellem 35 og 40 cm. Ved lavere eller højere overbygninger kan det overvejes, om den maksimale dybde skal ændres.

Boringerne bør mindst udføres til 1,4 m under SO.

Ved udførelsen af boringer med ballastboremaskine bør der tages foto af boringerne. Overfladen bør dog afskrabes inden, så prøven ikke er dækket af eventuelt finmateriale fra borerøret.

9.3 Prøvetagning ved gravning

Hvis det kun er tykkelserne af ballast og underballast, der skal undersøges, kan der udføres simple håndgravninger i sporet. Krav til prøvetagning er angivet i afsnit 8.

Vejledning om antal gravninger og udførelse er helt tilsvarende det, der er skrevet i afsnit 9.2 om prøvetagning ved boringer.