



Ballast og underballast. Materialekrav.

Banenorm BN2-19-4



INDHOLD

1.	INDLEDNING	4
2.	IKRAFTTRÆDEN	4
3.	OVERGANGSBESTEMMELSER	4
4.	REFERENCER	5
5.	DEFINITIONER	6
6.	DESKRIPTORER	7
7.	ANVENDELSESOMRÅDE	7
8.	DISPENSATION	7
9.	HISTORIK	8
10.	BALLASTSKÆRVER	9
10.1	CE-mærkning og miljøledelse	9
10.2	Ballastskærver (31,5 – 50 mm)	10
10.3	Små ballastskærver (11,2 – 31,5 mm)	11
11.	BALLASTGRUS	13
12.	UNDERBALLAST	15
12.1	Materialekvalitetskontrol	15
12.2	Underballast, stabilt grus	15
12.3	Underballast, veldrænende grus	16



12.4	Underballast, bundsikring af sand og grus	16
12.5	Underballast, øvrige materialer	17



1. INDLEDNING

Det er formålet med denne banenorm at specificere materialekrav for ballast og underballast med henblik på at sikre ensartede materialekrav for alle Banedanmarks aktiviteter i relation til ballastlaget, som beskrevet i BN1-6 "Tværprofiler for ballasteret spor" og BN2-4 "Ballastlaget, vedligeholdelse og fornyelse".

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

Udgivet af:

Banedanmark
Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

Fordeling:

Banenormen er tilgængelig på
Banedanmarks hjemmeside
www.bane.dk

2. IKRAFTTRÆDEN

Banenormen træder i kraft ved udgivelsen og erstatter banenorm BN2-19-3.

3. OVERGANGSBESTEMMELSER

Der gælder ingen overgangsbestemmelser for denne banenorm.



4. REFERENCER

Nogle steder henviser banenormen til andre bestemmelser. Enten skrives [bestemmelsens navn] eller 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 BN1- eller BN2-niveau afhængig af den sammenhæng, de optræder i.

- [1] Banenorm BN2-5 "Ballast- og jordprøvetagning i sporkassen", Banedanmark.
- [2] DS/EN 13450:2003 "Aggregates for railway ballast", Dansk Standard.
- [3] DS/EN 932-1:2000 "Prøvningsmetode for generelle egenskaber ved tilslag. Del 1: Prøveudtagning", Dansk Standard.
- [4] DS/EN 932-3/A1:2003 "Prøvningsmetode for generelle egenskaber ved tilslag. Del 3: Procedure og terminologi for forenklet petrografisk beskrivelse", Dansk Standard.
- [5] DS/EN 933-1:2013 "Metoder til prøvning af tilslags geometriske egenskaber - Del 1: Bestemmelse af kornstørrelsesfordeling - Sigteanalyse", Dansk Standard.
- [6] DS/EN 13285:2018 "Ubundne blandinger - Specifikationer", Dansk Standard.
- [7] Vejregler: "Almindelig arbejdsbeskrivelse (ABB). Stabilt grus. Udbud", Vejdirektoratet, Vejreglerrådet.
- [8] Vejregler: "Almindelig arbejdsbeskrivelse (ABB). Bundsikring af sand og grus. Udbud", Vejdirektoratet, Vejreglerrådet.
- [9] DS/EN 933-8:2012+A1:2015 "Metoder til prøvning af tilslags geometriske egenskaber - Del 8: Vurdering af filleregenskaber - Bestemmelse af sandækvivalent.", Dansk Standard.
- [10] DS/EN 1097-2:2020 "Metoder til prøvning af tilslags mekaniske og fysiske egenskaber - Del 2: Metoder til bestemmelse af knusningsmodstand", Dansk Standard.
- [11] DS/EN 1367-1:2007 "Metoder til prøvning af tilslags egenskaber over for temperatur- og vejrpåvirkninger - Del 1: Bestemmelse af modstandsdygtighed mod frost-/tøpåvirkninger", Dansk Standard.
- [12] Banenorm BN2-4 "Ballastlaget, vedligeholdelse og fornyelse", Banedanmark.
- [13] Banenorm BN1-6 "Tværprofiler for ballasteret spor", Banedanmark.
- [14] Banenorm BN1-38 "sporbeliggenhedskontrol og sporkvalitetsnormer", Banedanmark.



5. DEFINITIONER

I banenormen gælder følgende definitioner:

Nr.	Betegnelse	Definition
5.01	Ballast	Betegnelse for den del af et tværprofil, som svellerne er placeret i. Ballasten består af skærver eller grus.
5.02	Ballastgrus	Grus anvendt som ballast.
5.03	Ballastskærver	Skærver anvendt som ballast.
5.04	Filler	Betegnelse for den del af et mineralsk materiale, der passerer en sigte med maskevidde 0,063 mm.
5.05	Finstof	Partikler med en kornstørrelse, der kan passere en kvadratisk sigte med hulstørrelse 22,4 mm.
5.06	Fraktion	Den del af et materiale, som tilbageholdes på én sigte, og passerer den nærmeste større sigte ved en sigteanalyse karakteriseret ved maskevidderne i de to nævnte sigter (fraktionsgrænserne).
5.07	Gradering	Kornstørrelsesfordeling udtrykt ved masseprocent(delen), der passerer et bestemt antal sigter med bestemte maskevidder.
5.08	Hyppige sporjusteringer	Lokaliteter, hvor forhold i tværprofilet giver anledning til et behov for sporjustering hvert 3. år eller hyppigere for $V \leq 200$ km/h og hvert 2,5 år eller hyppigere for $200 < V \leq 250$ km/h for at overholde kravene i henhold til BN1-38 [14].
5.09	Underballast	Betegnelse for den del af et tværprofil, som ligger umiddelbart under ballastlaget. Underballasten består typisk af grus.

Derudover er der anvendt engelske betegnelser fra DS/EN13450:2003 [2]. Definitionerne af disse kan ses i DS/EN13450:2003 [2].



6. DESKRIPTORER

Ballast, ballastgrus, ballastskærver, filler, fine particle, fines content, flakiness index, flint, flisethed indeks, formindeks, grading, grus, kalk, kornstørrelsesfordeling, knuste materialer, ler, Los Angeles coefficient, micro-Deval coefficient, particle density, particle length, prøvetagning, stabilt grus, resistance to impact, resistance to wear, sand, sandækvivalent, shape index, sigtning, silt, skærver, små ballastskærver, sten, underballast, veldrænende grus.

7. ANVENDELSESOMRÅDE

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

- Hastighed $V \leq 100$ km/h samt aksellast $A \leq 25,0$ tons.
- Hastighed $100 < V \leq 250$ km/h samt aksellast $A \leq 22,5$ tons.

Hvor et infrastrukturarbejde under anvendelsesområdet for en eller flere TSI'er udgør et nyanlæg, en opgradering eller en fornyelse, som defineret i Interoperabilitetsdirektivet, skal relevante TSI-krav følges.

Note 7-1

Banedanmark vurderer, at relevante TSI-krav for banenormen er overholdt i denne version, hvilket skal bekræftes af et notified body for projekter, der er omfattet af TSI-krav.

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

8. DISPENSATION

Proces for dispensation fra tekniske regler fremgår af Banedanmarks ledelsessystem, hvor til der henvises.

Tilladelse til afvigelse fra BN2-krav gives ikke generelt, men kun lokalt og kun såfremt overholdelse af disse regler vil være umulig eller give meget væsentlige konsekvenser.



9. HISTORIK

De væsentligste ændringer i banenormen i forhold til den tidligere version (BN2-19-3) er følgende:

- Ajourføring af Referencer
- Nye materialekrav for underballast som bundsikring af sand og grus
- Supplerende forklarende tekst i henvisninger til referencer
- "Større ombygninger" er ændret til "sporfornyelse"



10. BALLASTSKÆRVER

Kravene i afsnit 10.1 - 10.3 er gældende i forbindelse med anvendelse af nye ballastskærver, mens kravene i BN2-4 [12] er gældende i forbindelse med anvendelse af eksisterende ballastskærver i forbindelse med ballastrensning.

10.1 CE-mærkning og miljøledelse

Inden en produktionsaftale indgås, skal leverandøren, som angivet i DS/EN13450:2003 [2], udføre typetest af den aktuelle ballasttype til dokumentation af, at krav for ballastskærver på produktionsstedet er opfyldt. Leverandøren skal have en produktionskontrol, som angivet i DS/EN13450:2003 [2].

Ved levering af nye ballastskærver skal anvendes System 4 for attestering af overensstemmelse i henhold til DS/EN13450:2003 [2], Annex ZA.2. Leverancen skal CE-mærkes i henhold til DS/EN13450:2003 [2], Annex ZA.3.

De nyeste tests i produktionen inden for alle de krævede materialeegenskaber skal vedlægges. Stenmaterialer kan indeholde miljøskadelige stoffer. Ved anskaffelse af stenmaterialer i henhold til DS/EN13450:2003 [2] skal der indgås aftale med leverandøren for produktionskontrol i relation til miljøfarlige stoffer samt for, hvorledes denne kontrol skal dokumenteres og certificeres. Disse certifikater indgår som del af Banedanmarks miljøledelse.

Note 10.1-1

I relation til miljøledelse henvises til DS/EN13450:2003 [2], Annex I, som foreskriver leverandørens produktionskontrol inklusive for miljøfarlige stoffer. Endvidere henvises til DS/EN13450:2003 [2], Annex ZA.1, som beskriver hvordan det kan sikres at EU-krav overholdes, samt ZA.3 som omhandler CE-mærkningen. Det bemærkes, at der i DS/EN13450:2003 [2] lægges op til, at der udover EU-krav kan findes national miljølovgivning og forvaltningsmæssige bestemmelser.

Arbejde med ballastskærver støver og belaster herved miljøet. Skærvestøv består af fint mineralsk materiale, som det er sundhedsfarligt at indånde i større mængder. Der skal udarbejdes en arbejds miljøplan for sådanne arbejder indeholdende f.eks. krav om åndedrætsværn.

Arbejdet med ballastskærver skal organiseres, således at operatører, passagerer, naboer og andre ikke eksponeres for kritiske mængder af skærvestøv.

Ballastskærver skal være våde i hele processen fra mellemd Depot til de ligger i sporet. Det må påregnes, at evt. mellemd Depot holdes vådt med sprinkler, samt at ballastskærver i ballastvogne er våde frem til de aflæsses i sporet. Ballastskærver i bunden af ballastvogne kan derfor indeholde for meget finstof.

10.2 Ballastskærver (31,5 – 50 mm)

Ballastskærver (31,5 - 50 mm) skal leveres i henhold til krav i DS/EN13450:2003 [2]. Da der i henhold til DS/EN13450:2003 [2] er flere valgmuligheder vedrørende kategorier/krav i relation til materialeegenskaber gælder de efterfølgende præciseringer og supplerende krav.

De angivne kategorier/krav skal være opfyldt for enhver prøve, der bliver udtaget.

Ballastskærver skal opfylde kravene i DS/EN13450:2003 [2] for prøver udtaget på produktionsstedet svarende til følgende kategorier/krav:

Materialeegenskab	Kategori/krav
Grading (kornstørrelsesfordeling) ¹⁾	A
Fine particle content (sigte 0,5 mm) ¹⁾ (bestemt ved vådsigtning)	A
Shape index (formindeks)	≤ 20
Particle length	A
Los Angeles coefficient ²⁾	≤ 14
Resistance to wear Micro-Deval coefficient	≤ 7
Vandoptagelse (klimakategori) ⁴⁾	A
Petrografisk undersøgelse ³⁺⁴⁾	≤ 5 % massiv flint ≤ 1 % kalk/porøse sten

1: Bestemmes i henhold til DS/EN 933-1:2013 [5].

2: Los Angeles koefficienten skal bestemmes i henhold til krav i DS/EN1097-2:2020 [10], Annex A

3: Petrografisk undersøgelse skal gennemføres i henhold til krav i DS/EN 932-2/A1:2003 [4].

4: Såfremt vandoptagelsen overskrider 0,5 %, eller hvis den petrografiske undersøgelse viser indhold af ikke frostbestandigt materiale, skal modstandsdygtigheden mod frost-tø påvirkninger bestemmes med svagt saltindhold (1 % NaCl) i henhold til DS/EN1367-1:2007 [11].

Figur 10.2-1 Krav til ballastskærver på produktionsstedet

Der gøres opmærksom på, at definitionen på ballastskærver (railway ballast) i DS/EN13450:2003 [2] er sten, hvor 100 % af overfladen kan beskrives som helt knust.

Ud over ovennævnte krav til ballastprøver udtaget på produktionsstedet, skal der også udtages prøver ved leveringen. Der skal tages 1 prøve pr. 5.000 t, dog mindst 1 prøve pr. leverance. Derudover skal der udtages en eller flere prøver, hvis bjergartsfordelingen ser ud til at være meget uensartet. Prøverne skal udtages på en af nedenstående 2 måder:



1. Der udtages prøver fra sidste mellemlagring i forbindelse med læsning. Prøverne skal udtages som angivet i DS/EN932-2:2000 [3], enten fra transportbånd eller lagerbunke. I begge tilfælde skal fordelingen af prøverne repræsentere lagerbunken. Prøverne skal opfylde kravet i figur 10.2-2.
2. Der udtages prøver under udlægningen i sporet enten fra ballastvogn/lastbil eller fra sporet. Prøverne skal opfylde kravet i DS/EN13450:2003 [2], annek B svarende til krav i figur 10.2-2.

Hvis der umiddelbart efter udlægningen af ballastskærverne er steder, hvor der synligt er et større finstofindhold i ballastskærverne, skal der udtages en prøve. Prøven skal opfylde kravet i figur 10.2-2.

Prøve udtaget	Gennemfald ¹⁾ skal være mindre end (%)
Ved sidste mellemlagring inden transport Fra transportbånd eller lagerbunke	4
Under udlægning efter transport Fra ballastvogn eller fra sporet	5
Ekstra prøve efter udlægning. Udtages, hvor der synligt er et større finstofindhold	7

1: Gennemfaldet beregnes efter sigtning på 22,4 mm sigte

Figur 10.2-2 Krav til ballastskærver ved levering samt ved ekstra kontrol efter udlægning.

Note 10.2-1

Det er vigtigt, at finstofindholdet vurderes umiddelbart efter udlægningen af ballastskærverne, da finstofindholdet vaskes ned efter nogen tid, så man ikke kan se det på overfladen.

Der kan endvidere være behov for at udtage prøver efter entreprenørens indbygning af skærverne i sporet for at vurdere det færdige resultat efter gennemførte justeringsarbejder mm. Sådanne prøver skal udtages i henhold til krav i BN2-5 [1].

10.3 Små ballastskærver (11,2 – 31,5 mm)

Små ballastskærver skal opfylde de i figur 10.3-1 angivne krav til kornstørrelsesfordelingen af prøver taget på produktionsstedet.



Sigte (mm)	Gennemfald skal være større end eller lig (%)	Gennemfald skal være mindre end (%)
40	100	100
31,5	90	100
11,2	0	4
4	0	1,0
0,063	0	0,5

Figur 10.3-1 Krav til kornstørrelsesfordelingen af små ballastskærver på produktionsstedet

Små ballastskærver skal opfylde kravene i DS/EN13450:2003 [2] for prøver udtaget på produktionsstedet svarende til de viste kategorier/krav i figur 10.3-2.

Materialeegenskab	Kategori/krav
Fine particle content (sigte 0,5 mm) ¹⁾ (bestemt ved vådsigtning)	B
Shape index (formindeks)	≤ 20
Los Angeles coefficient ²⁾	≤ 17
Petrografisk undersøgelse ³⁾	≤ 5 % massiv flint ≤ 3 % kalk/porøse sten

1: Bestemmes i henhold til DS/EN 933-1:2013 [5].

2: Los Angeles koefficienten skal bestemmes i henhold til krav i DS/EN1097-2:2020 [10], Annex A. Hertil kræves en prøvemængde på mindst 15 kg af materiale i fraktionen 10 - 14 mm. Denne prøve skal udtages på produktionsstedet ved den sidste sigtning.

3: Petrografisk undersøgelse skal gennemføres i henhold til krav i DS/EN 932-2/A1:2003 [4].

Figur 10.3-2 Krav til små ballastskærver på produktionsstedet

Der gøres opmærksom på, at definitionen på ballastskærver (railway ballast) i DS/EN13450:2003 [2] er sten, hvor 100 % af overfladen kan beskrives som helt knust.

Ud over ovennævnte krav til ballastprøver udtaget på produktionsstedet, skal der udtages prøver ved leveringen samt ved behov efter entreprenørens indbygning af skærverne i sporet. For små ballastskærver gælder samme krav som for ballastskærver (31,5 – 50 mm) anført i afsnit 10.2, idet kravene i relation til det maksimale gennemfald som anført i figur 10.2-2 skal beregnes efter sigtning på 11,2 mm sigte.



11. BALLASTGRUS

Kravene i nærværende afsnit er gældende i forbindelse med anvendelse af nyt ballastgrus, mens der ikke er fastsat specifikke krav i forbindelse med anvendelse af eksisterende ballastgrus.

Ballastgrus skal anskaffes i henhold til krav i DS/EN13285:2018 [6] på baggrund af kategorier/krav, som anført i figur 11-1.

Leverandøren skal udføre produktionskontrol og dokumentere, at leverancen er i overensstemmelse med DS/EN13285:2018 [6], afsnit 5. Leverancen skal mærkes som anført i DS/EN13285:2018 [6] afsnit 6 og 7.

Materialeegenskab	Kategori/krav
Fraktionsbetegnelse	0/16
Maksimum fillerindhold ¹⁾	UF ₃
Minimum fillerindhold ¹⁾	LF _N
Overstørrelse	OC ₇₅
Gradering	G _E eller G _P
Sandækvivalent mindst ²⁾	40

1: Bestemmes i henhold til DS/EN 933-1:2013 [5]

2: Bestemmes i henhold til DS/EN933-8:2012+A1:2015 [9]

Figur 11-1 Kategorier i henhold til DS/EN13285:2018 [6] ved anskaffelse af ballastgrus

Ud over kravene i figur 11-1 gælder følgende:

- Gennemfald på 0,25 mm sigte skal være mindre end 12 %
- For gradering G_E gælder desuden, at gennemfald på 1 mm sigte skal være mindre end 40 %
- Uensformighedstallet $U = d_{60}/d_{10}$ skal være $5 < U < 10$

Ballastgrus må ikke indeholde ler- eller siltklumper, og indholdet af organisk materiale skal være mindre end svarende til 1 % glødetab. Kalkindholdet må højst være 15 %.



Ud over leverandørens produktionskontrol skal der gennemføres materialekontrol ved levering på arbejdspladsen, inden materialerne indbygges. Denne kontrol gennemføres i henhold til krav i Vejregler, Bundsikring af sand og grus [8].

12. UNDERBALLAST

Kravene i afsnit 12.1 - 12.4 er gældende i forbindelse med anvendelse af nyt underballast, mens kravene i afsnit 12.5 er gældende i forbindelse med anvendelse af eksisterende underballast.

12.1 Materialekvalitetskontrol

Banedanmarks krav for underballast følger normalt de tilsvarende krav under Vejregler i henhold til DS/EN13285:2018 [6], Vejregler, Stabilt grus [7] og Vejregler, Bundsikring af sand og grus [8].

Leverandøren skal udføre produktionskontrol og dokumentere, at leverancen er i overensstemmelse med DS/EN13285:2018 [6], afsnit 5. Leverancen skal CE-mærkes i henhold til DS/EN13450:2003 [2], Annex ZA.3.

Ved levering af ny underballast skal anvendes System 4 for attestering af overensstemmelse i henhold til DS/EN13450:2003 [2], Annex ZA.2. De nyeste tests i produktionen inden for alle de krævede materialeegenskaber skal vedlægges.

Leverancen skal mærkes som anført i DS/EN13285:2018 [6], afsnit 6 og 7.

Ud over leverandørens produktionskontrol skal der gennemføres materialekontrol ved levering på arbejdspladsen, inden materialerne indbygges. Denne kontrol gennemføres for stabilt grus i henhold til krav i Vejregler, Stabilt grus [7] og for veldrænende grus i henhold til krav i Vejregler, Bundsikring af sand og grus [8].

Der kan endvidere være behov for at udtage materialeprøver for den samlede sporkasse som kontrol af entreprenørens arbejder. Sådanne prøver skal udtages i henhold til krav i BN2-5 [1].

12.2 Underballast, stabilt grus

Stabilt grus skal anskaffes i henhold til krav i Vejregler, Stabilt grus [7]. Der skal anvendes stabilt grus, kategori II (SG II 0/31,5).

Kalkindholdet må højst være 15 %.



12.3 Underballast, veldrænende grus

Veldrænende grus skal anskaffes i henhold til krav i DS/EN13285:2018 [6] på baggrund af kategorier/krav, som anført i figur 12.3-1.

Materialeegenskab	Kategori/krav
Fraktionsbetegnelse	0/8, 0/10, 0/11,2, 0/12,5, 0/14 eller 0/16
Maksimum fillerindhold ¹⁾	UF ₅
Minimum fillerindhold ¹⁾	LF _N
Overstørrelse	OC ₇₅
Gradering	G _V
Sandækvivalent mindst ²⁾	40

1: Bestemmes i henhold til DS/EN 933-1:2013 [5]

2: Bestemmes i henhold til DS/EN933-8:2012+A1:2015 [9]

Figur 12.3-1 Kategorier i henhold til DS/EN13285:2018 [6] ved anskaffelse af veldrænende grus

Ud over kravene i figur 12.3-1 gælder følgende:

- Gennemfald på 0,125 mm sigte skal være mindre end 14 %
- Gennemfald på 0,25 mm sigte skal være mindre end 50 %
- Uensformighedstallet $U = d_{60}/d_{10}$ skal være $2,5 < U < 10$

Det veldrænende grus må ikke indeholde ler- eller siltklumper, og indholdet af organisk materiale skal være mindre end svarende til 1 % glødetab. Kalkindholdet må højst være 15 %.

Note 12.3-1

Inden for vejbygning anvendes veldrænende grus typisk som bundsikring, hvorfor der stilles lempeligere krav til bæreevnen i Vejregler, Bundsikring af sand og grus [8] end for stabilt grus i Vejregler, Stabilt grus [7]. Bæreevnekravet for underballast til jernbaner er det samme for stabilt grus og veldrænende grus, hvorfor der ovenfor stilles skærpede krav til veldrænende grus end i Vejregler, Bundsikring af sand og grus [8].

12.4 Underballast, bundsikring af sand og grus

Bundsikring af sand og grus skal anskaffes i henhold til krav i Vejregler, Bundsikring af sand og grus [8]. Der skal anvendes sand og grus, kategori I (BL I).



12.5 Underballast, øvrige materialer

I forbindelse med sporfornyelse og/eller opgraderinger jf. definitionerne herfor i BN1-6 [13] gælder, at følgende materialer tillades anvendt som underballast:

- Sand og grus.
- Urensede skærver, såfremt forundersøgelser resulterer i en forventning om, at der efter udførelsen af projektet ikke forekommer hyppige sporjusteringer.