

VEJLEDNING

# UBUNDNE BÆRELAG AF KNUST ASFALT OG BETON

UDBUD

JUNI 2011

VEJREGLER

UDBUDSFORSKRIFT

VEJOVERBYGNING

# UBUNDNE BÆRELAG AF KNUST ASFALT OG BETON

---

Vejledning

Juni 2011

---

Vejregelrådet

 Vejdirektoratet

VEJLEDNING, Knust asfalt og beton

| <u>Indholdsfortegnelse</u>                    | <u>SIDE</u> |
|---|-------------|
| 0. TILBLIVELSE                                | 3           |
| 1. ALMENT                                     | 4           |
| 1.1 Indhold                                   | 4           |
| 1.2 Normative referencer                      | 4           |
| 1.3 Anvendelse af materialer med knust asfalt | 5           |
| 1.3.1 Anvendelse som bærelag                  | 5           |
| 1.3.2 Anden anvendelse end bærelag            | 6           |
| 2. MATERIALER                                 | 6           |
| 2.1 Funktionskrav og specifikationer          | 6           |
| 2.2 Tekniske forklaringer                     | 7           |
| 2.2.1 Gradering                               | 7           |
| 2.2.2 Fraktionsbetegnelser                    | 7           |
| 2.2.3 Modstandsevne mod knusning              | 8           |
| 2.2.4 Sandækvivalent                          | 8           |
| 2.2.5 Renhed                                  | 8           |
| 3. UDFØRELSE                                  | 8           |
| 3.1 Vandindhold                               | 8           |
| 3.2 Komprimering                              | 9           |
| 4. KONTROL                                    | 10          |
| 4.1 Produktionsstyring                        | 10          |
| 4.2 Komprimeringskontrol                      | 10          |
| 4.2.1 Referencedensitet                       | 10          |
| 4.2.2 Markdensitet                            | 10          |
| 4.2.3 Kontrolbestemmelser                     | 11          |



0. TILBLIVELSE

Udbudsforskrift for ubundne bærelag med knust asfalt er udarbejdet af vejregelgruppen for jord, grus og brolægning.

Gruppen har primo 2011 følgende sammensætning:

Civilingeniør Flemming Berg, Vejdirektoratet, formand  
Civilingeniør Mogens Winkler, Winkler Engineering, sekretær  
Specialkonsulent Tony K. Andersen, Vejdirektoratet  
Civilingeniør Caroline Hejlesen, Vejdirektoratet  
Teknisk chef Lars Møller Nielsen, NCC Råstoffer A/S  
Ingeniør John Skalshøi, Per Aarsleff A/S  
Geolog Claus Jespersen Skånvad, Vejdirektoratet  
Civilingeniør Morten Vanggaard, Skude & Jacobsen A/S

Til udarbejdelse af oplæg til udbudsforskriften har arbejdsgruppen haft nedsat en ad hoc-gruppe med følgende sammensætning:

Civilingeniør Caroline Hejlesen, Vejdirektoratet, formand  
Civilingeniør Mogens Winkler, Winkler Engineering, sekretær  
Ingeniør John Skalshøi, Per Aarsleff A/S  
Salgsdirektør Peter Arevad, NORRECCO A/S  
Projektleder Jens Borgmann, Arkil A/S  
Miljø- og markedschef Jens Arre Nord, RGS 90 A/S

Vejregelrådet blev orienteret om den udarbejdede udbudsforskrift for ubundne bærelag med knust asfalt på Vejregelrådsmødet den 14. juni 2011 og den nye udbudsforskrift blev herefter lagt på [www.udbudsfor-skrifter.dk](http://www.udbudsfor-skrifter.dk).

1. ALMENT

1.1 Indhold

"Udbudsforskrift for ubundne bærelag med knust asfalt" indeholder:

Vejledning

Almindelig arbejdsbeskrivelse (AAB)

Paradigme for særlig arbejdsbeskrivelse (SAB-P)

Paradigme for udbudskontrolplan (UKP-P)

Paradigme for tilbuds- og afregningsgrundlag (TAG-P)

Paradigme for tilbudsliste (TBL-P)

Udbudsforskrift for ubundne bærelag med knust asfalt indgår i det modulstrukturerede system af udbudsforskrifter.

Baggrunden for udbudsforskriften for ubundne bærelag med knust asfalt er ønsket om at tilvejebringe et ensartet teknisk grundlag for disse materialer og deres anvendelse.

Ved udarbejdelse af udbudsforskriften tænkes der primært på anvendelse, hvor materialerne kan anvendes som de traditionelle materialer af sand og grus.

Hvor der efterfølgende står knust asfalt bør det opfattes som knust asfalt (KAS) eller knust asfalt og beton (KAB).

Udbudsforskriften har til formål at beskrive kravene til kvaliteten af de producerede materialer samt det udførte arbejde, og hvorledes entreprenøren skal sikre kvaliteten af det udførte arbejde, således at skader i form af ujævnheder, sætninger, revner m.v. samt slitage på vej anlæggene kan reduceres.

Udbudsforskriften er tilpasset til gældende europæiske standarder.

Hvad angår miljømæssige forhold henvises til Miljøministeriets regler. Da lovgivningen på miljøområdet løbende justeres, anbefales det, at det aktuelle lovgivningsgrundlag altid tjekkes. Forskrifter vedrørende arbejdsmiljø er ikke omtalt.

1.2 Normative referencer

Udbudsforskriften indeholder funktionskrav til det færdige lag og krav til materialer, udførelse og kontrol.





Større vedvarende statiske påvirkninger på lag med knust asfalt giver erfaringsmæssigt anledning til deformationer. Størrelsen af deformationen afhænger af mængden af knust asfalt i det enkelte produkt, således kan der forekomme større deformationer i KAS og KAB I end i KAB II. Endvidere må forventes større deformationer i KAB II end i stabilt grus ved statisk påvirkning. Ved statisk påvirkning anbefales det derfor at stabilisere bærelagsmaterialer med knust asfalt, f.eks. ved brug af sand og cement.

1.3.2 Anden anvendelse end bærelag

Anvendelse af materialer, som har en kornkurve der minder om stabilt grus, kan ikke anbefales som bundsikringsmateriale pga. ringe permeabilitet.

Anvendelse af materialer med knust asfalt som bundsikring og fyldmateriale er ikke omfattet af denne foreskrift. Der findes dog et 0/8 mm produkt af knust asfalt fra især opfræsedde slidlag, som bestanddelmæssigt har en sammensætning svarende til KAS. Dette materiale kan anvendes som bundsikring. Eventuelt kan materialet anvendes som bærelag på arealer med trafikklasse T0.

2. MATERIALER

2.1 Funktionskrav og specifikationer

Materialerne skal ved en rimelig indsats af materiel kunne indbygges til et lag, der har fornøden bæreevne, frostsikkerhed, frostbestandighed og slidstyrke.

Materialet må ikke indeholde skadelige mængder af planterester, muld, ler- og siltklumper. Desuden bør materialer med knust asfalt hovedsagligt bestå af oparbejdede genbrugsmaterialer og kun en ringe mængde af naturlige grusmaterialer.

Materialer med knust asfalt som bærelagsmateriale specificeres i afsnit 2 i almindelig arbejdsbeskrivelse (AAB).

Omfanget, i hvilket disse specifikationer sikrer opfyldelse af funktionskravene, fremgår af tabel 2, idet x i kolonnen "supplerende krav" betyder, at de anførte specifikationer ikke dækker det pågældende funktionskrav fuldt ud.

**Funktionskrav og specifikation**

| <b>Funktionskrav</b>          | <b>Specifikation</b> |           |        |                  |
|-------------------------------|----------------------|-----------|--------|------------------|
|                               | filler               | kornkurve | renhed | supplerende krav |
| Komprimerbarhed               | X                    | X         |        |                  |
| bæreevne ved indbygning       |                      | X         | X      |                  |
| bevarelse af bæreevne         | X                    | X         | X      | X                |
| frostsikkerhed ved indbygning | X                    | X         | X      |                  |
| bevarelse af frostsikkerhed   | X                    |           |        | X                |
| frostbestandighed             |                      |           | X      | X                |
| slidstyrke                    |                      |           | X      | X                |

*Tabel 2. Materialer med knust asfalt, sammenhæng mellemfunktionskrav og specifikationer.*

## 2.2 Tekniske forklaringer

Hvis man ikke ved målinger har kendskab til bæreevne for det ubundne bærelag med knust asfalt anbefales det, at der ved dimensionering anvendes et E-modul for materialerne på

- knust asfalt 250 MPa
- knust asfalt/beton I 250 MPa
- knust asfalt/beton II 300 MPa

### 2.2.1 Gradering

Prøvningsmetoden er DS/EN 933-1 sigteanalyse.

Hvis der lokalt forekommer knust asfalt med uønskede egenskaber, f.eks. uhensigtsmæssig kornform, bør bygherren sikre kvaliteten ved at stille skærpede krav. Dette kan beskrives i den tilhørende særlige arbejdsbeskrivelse.

### 2.2.2 Fraktionsbetegnelser

Knust asfalt som bærelagsmateriale specificeres i 4 kvaliteter: knust asfalt 0/16 mm og 0/31,5 mm, knust asfalt og beton I og knust asfalt og beton II med følgende krav:

#### **Knust asfalt (KAS 0/16)**

Graderingen skal overalt være inden for angivne værdier i henhold til DS/EN 13285, kategori G<sub>P</sub>, OC<sub>75</sub>, UF<sub>9</sub>, og LF<sub>N</sub>.

**Knust asfalt (KAS 0/31,5)**

Graderingen skal overalt være inden for angivne værdier i henhold til DS/EN 13285, kategori G<sub>E</sub>, OC<sub>75</sub>, UF<sub>9</sub>, og LF<sub>N</sub>.

**Knust asfalt og beton kvalitet I (KAB I 0/31,5)**

Graderingen skal overalt være inden for angivne værdier i henhold til DS/EN 13285, kategori G<sub>E</sub>, OC<sub>75</sub>, UF<sub>9</sub> og LF<sub>N</sub>.

**Knust asfalt og beton kvalitet II (KAB II 0/31,5)**

Graderingen skal overalt være inden for angivne værdier i henhold til DS/EN 13285, kategori G<sub>E</sub>, OC<sub>75</sub>, UF<sub>9</sub> og LF<sub>N</sub>).

Kornkurvegrænser er anført i AAB afsnit 2.1.

Det skal bemærkes, at for materialer med knust asfalt gælder, at der ikke må anvendes tørring af materialerne ved opvarmning inden udvaskning. Ved start af en udvaskning kan der med fordel tilsættes sprit eller andet overfladeafspændingsmiddel.

Vådsigtning anbefales. Hvis tørring af sigterester med henblik på sigtning er nødvendig bør det ske i meget tynde lag ved lav temperatur, maksimalt 30 °C.

Det skal bemærkes, at et fillerindhold vil øge komprimerbarheden.

2.2.3 Modstandsevne mod knusning

Der foretages ikke vurdering af modstandsevne mod knusning for materialer med knust asfalt.

2.2.4 Sandækvivalent

Sandækvivalenten (SE-værdi) er ikke anvendelig for materialer med knust asfalt.

2.2.5 Renhed

Renheden bestemmes jf. DS/EN 933-11.

For at begrænse bestanddele af uønskede materialer såsom træ, plastik, glas mv. er der i AAB tabel 2.1 og 2.2 stillet krav til indhold af henholdsvis flydende og ikke flydende bestanddele på 4/63 mm fraktionen.

3. UDFØRELSE

3.1 Vandindhold

Vandindholdet i knust asfalt har meget stor betydning for komprimerbarheden, idet vandet under komprimeringen tjener som smøremiddel mellem kornene.

Et vandindhold i materialet omkring det optimale er en forudsætning for at opnå en tilfredsstillende komprimering ved brug af mindst mulig energi og uden unødigt nedknusning af materialet under komprimeringsarbejdet.

Ved materiale med stort indhold af knust asfalt vil et større vandindhold end det optimale (op til 2-4 %point over det optimale vandindhold) have en smørende og dermed positiv indvirkning på komprimeringsarbejdet. I materialerne med stort asfaltindhold er fillerindholdet normalt lavt, hvorved vandet bevæger sig hurtigt gennem materialet. Vandning af materialer med store mængder knust asfalt, foretages umiddelbart før komprimeringsarbejdet.

Ved større indhold af knust beton kræves dog en vis opblødningstid. Derfor skal vandning foretages i så god tid inden komprimeringen at vandet kan nå at fordele sig i materialet. Ved blandede produkter kan der være behov for at vande af to gange.

Ved materialer med et stort indhold af knust beton skal man være opmærksom på at det optimale vandindhold kan være større (indtil 2 gange) end for almindeligt stabilt grus.

### 3.2 Komprimering

Ved udførelse af komprimeringsarbejdet er det vigtigt, at komprimeringsmateriellet og vandindholdet er tilpasset materiale og lagtykkelse sådan, at laget er færdigkomprimeret ved færrest mulige overkørsler.

Komprimeringsmateriellet og vandindholdet bør tilpasses således, at man ved indbygning af et ca. 200 mm tykt lag opnår komprimeringskravene ved højst 6 overkørsler. Ved stort betonindhold kan flere overkørsler medføre nedknusning af materialet, således at fillerindholdet øges med tab af bl.a. bæreevne til følge.

Generelt må entreprenøren påregne at skulle anvende materiel med stor komprimeringsenergi, dvs. tungt komprimeringsmateriel med lille frekvens og stor amplitude (stor dybdevirkning). Overfladen kan med fordel lukkes med gummihjulstromle.

Komprimeringskravet er at komprimeringsgraden bliver større end 92 % vibration i mindst 90 % af laget.

4. KONTROL

4.1 Produktionsstyring

De europæiske produktstandarder stiller krav om at alle produktionsvirksomheder skal have et system til produktionsstyring.

Formålet er at sikre materialernes overensstemmelse med kravene i standarderne. Systemet skal etableres og dokumenteres uanset om virksomheden ønsker at være tredjeparts certificeret eller ej.

Kravene er beskrevet i Vejreglen "Produktionsstyring for sand, grus og sten til vejbygning", som anvendes ved bl.a. produktcertificering af virksomheder. På den baggrund kan alle entreprenører og/eller bygherrer til enhver tid og uden særskilt beskrivelse i udbudsmaterialet forlange dokumentation for leverandørens produktionsstyringssystem.

Produktionsstyringssystemet omfatter f.eks.:

- ledelse af produktion, herunder procedure for håndtering af lager
- omfang og resultat af inspektion og prøvning
- styring af afvigende produkter og gennemførelse af korrigerende handlinger
- transport og levering

Hvis producenter af materialer med knust asfalt i deres virksomhed har indført produktcertificering af vejbygningsmaterialer under medvirken af et akkrediteret certificeringsorgan, kan entreprenøren/bygherren reducere sin modtagekontrol betydeligt ved leverancer fra disse producenter.

4.2 Komprimeringskontrol

4.2.1 Referencedensitet

Prøvningsmetode for bestemmelse af reference tørdensitet ved vibration udføres i henhold til DS/EN 13286-5.

Tørdensiteten angives i  $\text{Mg/m}^3$ .

4.2.2 Markdensitet

Ved anvendelse af isotopmetoden til måling af densitet og vandindhold i materialer med knust asfalt skal man være opmærksom på, at den knuste asfalts bitumenindhold registreres som vandindhold i forhold ca. 1:1.

For at kunne anvende den tørdensitet, som ligger til grund for beregning af komprimeringsgraden, skal man

derfor reducere det målte vandindhold med materialets bitumenindhold.

Hvis materialets bitumenindhold ikke er bestemt, anbefales en korrektion som anført i tabel 4.1.

| <b>Materiale</b> | <b>Korrektion i %-point</b> |
|------------------|-----------------------------|
| KAS              | 4,5                         |
| KAB I            | 2,0                         |
| KAB II           | 0,5                         |

*Tabel 4.1 Korrektion af bitumenindhold ved vandindhold målt ved isotopmetoden*

Ved anvendelse af isotopmetoden til måling af densitet og vandindhold i produkter med knust beton skal man være opmærksom på, at det knuste beton indeholder vand, der er bundet til kornene (krystalvand). Dette har en betydning for beregning af komprimeringsgraden, idet isotopsondens vandindholdsbestemmelser principielt skal korrigeres for indhold af bundet vand ved udførelse af traditionelle vandindholdsbestemmelser i laboratoriet, hvorved en korrektion kan fastlægges.

Ved måling af komprimeringsgraden med isotopsonden i materialer med knust asfalt og beton kan derfor være en fordel at udføre en traditionelle vandindholdsbestemmelser i laboratoriet, da der herved korrigeres for både bitumenindhold og krystalvand i en og samme omgang.

#### 4.2.3 Kontrolbestemmelser

De i AAB fastsatte komprimeringskrav er baseret på markdensitetsbestemmelser ved isotopmetoden i forhold til laboratoriereferenceværdier bestemt ved vibrationsforsøg.

Komprimeringskontrollen bygger på stikprøvekontrol i et antal tilfældigt valgte punkter.

Ved anvendelse af kontrolregel baseret på statistisk bedømmelse indgår antallet af målinger og spredningen på målingerne på en sådan måde, at jo flere målinger der udføres i et kontrolafsnit, jo mindre er sandsynligheden for, at et konditionsmæssigt udført komprimeringsarbejde kasseres.

Ved mindre anlægsarbejder anvendes ofte en kontrolregel baseret på gennemsnit og mindsteværdi af 5 tilfældigt udvalgte målinger i et kontrolafsnit. Kontrolreglen efter denne metode er fastsat således, at sandsynlig-

heden for godkendelse af et komprimeringsarbejde vil være på omtrent samme niveau som ved statistisk bedømmelse.

På grundlag af udbudskontrolplanen for entreprisen, resultater fra projektgennemgangen og den udførendes kvalitetsstyringspraksis skal der udarbejdes en kontrolplan for entreprisen.

Kontrolplanen skal opdele anlægget i passende kontrolafsnit.

Inden for hvert kontrolafsnit fastlægges kontrolomfang, som bør tilpasses de mulige konsekvenser af fejl. Inden for de enkelte afsnit skal kontrolplanen blandt andet dokumentere oplysninger om hvad der kontrolleres, hvor der kontrolleres, hvordan der kontrolleres (kontrolmetode), hvornår der kontrolleres og frekvens, kriterier for godkendelse, krav til dokumentation og kontrollant.

Kontroldokumentationen skal foreligge i form af kontrolskemaer, blanketter, følgesedler, prøveattester, certifikater osv. I kontrolplanen skal entydigt henvises til relevant kontroldokumentation.

Original kontroldokumentation skal opbevares på systematisk form og tilsynet skal have fuld adgang til kontroldokumentationen.

Materialer og komprimering kontrolleres på grundlag af givne krav og de anførte prøvningsmetoder.

Ved indbygningen kontrolleres, at foreskrevne tykkelser af udførte lag overholdes.



Niels Juels Gade 13  
Postboks 9018  
1022 København K  
Telefon 7244 3333

[vd@vd.dk](mailto:vd@vd.dk)  
[vejdirektoratet.dk](http://vejdirektoratet.dk)

[vejregler@vd.dk](mailto:vejregler@vd.dk)  
[vejregler.dk](http://vejregler.dk)

ISBN: 87-7060-500-9