



Ubundne bærelag af knust asfalt

- efter europæiske standarder



Vejteknisk Institut
Rapport 132
2004

- Vejledning
- Leveringsbetingelse
- Almindelig arbejdsbeskrivelse



Vejdirektoratet

Vejdirektoratet
Elisagårdsvej 5
Postbox 235
4000 Roskilde
Tlf.: 4630 7000
Fax.: 4630 7105

Titel Ubundne bærelag af knust asfalt
 - efter europæiske standarder

Dato Juli 2004
Forfatter Knud A. Pihl, Flemming Berg og Ole Milvang-Jensen
Foto Lise Bjulf
Udgiver Vejdirektoratet, Vejteknisk Institut
ISSN net 0909-1386
ISBN 87-91177-42-1
ISBN net 87-91177-44-8
Tryk Vejdirektoratet

Eftertryk i uddrag er tilladt med kildeangivelse.

Trykte publikationer kan købes hos:

Schultz Information
Herstedvang 4
2620 Albertslund
schultz@schultz.dk

Telefon 4322 7300
Fax 4363 1969



Ubundne bærelag af knust asfalt

- efter europæiske standarder

Knud A. Pihl
Flemming Berg
Ole Milvang-Jensen

Vejteknisk Institut
Rapport 132
2004

- Vejledning
- Almindelig arbejdsbeskrivelse
- Paradigmaer



Indholdsfortegnelse

Vejledning	7
0. Tilblivelse.....	7
1. Alment.....	7
1.1 Indhold.....	7
1.2 Normative referencer.....	7
1.3 Ændringer	8
1.4 Hvor kan knust asfalt anvendes?	8
1.5 Knust asfalt anvendelse som ubundne bærelag	8
1.6 Hvilke miljømæssige regler er der for anvendelse af knust asfalt?	8
2. Materialer.....	9
2.1 Funktionskrav og specifikationer	9
2.2 Tekniske forklaringer	9
2.2.1 Gradering.....	9
2.2.2 Modstandsevne mod knusning	10
2.2.3 Sandækvivalent (SE)	10
2.2.4 Andre krav	10
3. Udførelse.....	10
3.1 Vandindhold	10
3.2 Komprimeringsmateriel.....	11
4. Kontrol.....	11
4.1 Produktionsstyring.....	11
4.2 Komprimeringskontrol	12
4.2.1 Referencedensitet.....	12
4.2.2 Markdensitet	12
4.2.3 Kontrolbestemmelser.....	12
Almindelig arbejdsbeskrivelse.....	15
1. Alment.....	15
2. Materialer.....	15
2.1 Gradering.....	15
3. Udførelse.....	16
3.1 Levering.....	16
3.2 Udlægning	16
3.3 Komprimering	17
3.4 Overflade	17
4. Kontrol.....	17
4.1 Generelt	17
4.2 Materialer	18
4.3 Komprimering	18
4.4 Overflade	19

Paradigma for særlig arbejdsbeskrivelse (SAB-P)	21
1. Alment	21
2. Materialer	23
2.1 Gradering	23
3. Udførelse	23
3.1 Levering	23
3.2 Udlægning	23
3.3 Komprimering	23
3.4 Overflade	23
3.5 Forsegling	23
4. Kontrol	24
4.1 Generelt	24
4.2 Materialer	24
4.3 Komprimering	24
4.4 Overflade	25
Paradigma for udbudskontrolplan (UKP-P)	26
Paradigma for tilbuds- og afregningsgrundlag (TAG-P)	28
Paradigma for tilbudsliste (TBL-P)	30

Vejledning

0. Tilblivelse

Nærværende rapport fra Vejteknisk Institut (VI) indeholder vejtekniske forskrifter for anvendelse af knust asfalt som ubundne bærelag i vejbygning. Rapporten erstatter Statens Vejlaboratoriums rapport 69, idet der er foretaget tilpasning til gældende europæiske standarder.

Hvad angår miljømæssige forhold henvises til Miljøministeriets regler. Forskrifter vedrørende arbejdsmiljø er ikke omtalt.

De vejtekniske forskrifter er opbygget svarende til eksisterende forskrifter på området, ”Udbuds- og anlægsforskrifter for stabilt grus”, november 2003.

Det har været nødvendigt at udarbejde disse forskrifter, idet knust asfalt som ubundne bærelag har egenskaber, der afviger fra de traditionelt anvendte naturlige materialer af sand og grus.

1. Alment

1.1 Indhold

Rapporten ”Ubundne bærelag af knust asfalt” indeholder:

- Vejledning
- Almindelig arbejdsbeskrivelse (AAB)
- Paradigma for særlig arbejdsbeskrivelse (SAB-P)
- Paradigma for udbudskontrolplan (UKP-P)
- Paradigma for tilbuds- og afregningsgrundlag (TAG-P)
- Paradigma for tilbudsliste (TBL-P).

1.2 Normative referencer

Udbuds- og anlægsforskrifterne indeholder funktionskrav til det færdige lag og krav til materialer, udførelse og kontrol. De anførte materialekrav og -egenskaber for knust asfalt er i overensstemmelse med:

DS/EN 13285	Vejmaterialer - Ubundne blandinger - Specifikationer
DS/EN 13242	Tilslag til ubundne og hydraulisk bundne materialer til vejbygning og andre anlægsarbejder

med tilhørende prøvningsmetoder:

DS/EN 933-1	Sigteanalyse
DS/EN 1097-5	Vandindhold ved tørring i ventileret ovn
DS/EN 13286-5	Vibrationsbord

samt Vejteknisk Instituts prøvningsmetoder:

SV LP 16	Komprimeringskontrol efter isotopmetoden
----------	--

1.3 Ændringer

I forhold til Statens Vejlaboratoriums rapport 69, 1992, er der foretaget omfattende ændringer, specielt i forbindelse med indførelse af europæiske standarder jf. afsnit 1.2. Disse standarder erstatter bl.a. DS 405 Prøvningsmetoder. CE-mærkning, produktionsstyring og kontrol er endvidere inddraget i forskrifterne.

1.4 Hvor kan knust asfalt anvendes?

Denne publikation behandler alene brug af knust asfalt til vejtekniske formål. Genanvendelse af asfaltmaterialer bør primært ske i den almindelige asfaltproduktion. Det er imidlertid vurderet, at der er og fremover vil være en restmængde af opbrudt asfalt, som af praktiske årsager ikke umiddelbart genanvendes i almindelige asfaltbelægninger.

Knust asfalt kan anvendes til ubundne bærelag. Nærværende rapport udgør det tekniske grundlag for genanvendelse af knust asfalt til dette formål.

Anvendelse af knust asfalt som bundsikring og fyldmateriale er ikke omfattet af denne rapport.

1.5 Knust asfalts anvendelse som ubundne bærelag

For knust asfalt anvendt som ubundne bærelag, der opfylder nærværende rapportes tekniske forskrifter, er E-værdien mindst af en størrelsesorden som traditionelle stabilt grus bærelag.

Hvis man ikke ved målinger har kendskab til elasticitetssegenskaberne for det ubundne bærelag af knust asfalt anbefales det, at der ved dimensionering anvendes en E-værdi på 300 MPa.

Det antages at opvarmning af knust asfalt inden udlægning vil forøge lagets stabilitet og bæreevne. Betingelser, beskrivelser og dimensioneringskonsekvenser for eventuel udlægning af asfalt på denne måde må vurderes i den konkrete situation.

Større vedvarende statiske påvirkninger på lag af knust asfalt giver erfaringsmæssigt anledning til større deformationer, end de samme påvirkninger giver anledning til på naturligt, stabilt grus. Det frarådes derfor at bruge materialet til ubundne bærelag i befæstelser, på hvilke der kan forventes sådanne belastninger.

Knust asfalt kan anvendes som ubundne bærelag i befæstelser for veje, stier og pladser ved alle trafikklasser i henhold til kataloget: Vejregler for dimensionering af vejbefæstelser, Vejdirektoratet, Vejregeludvalget, marts 1984.

1.6 Hvilke miljømæssige regler er der for anvendelse af knust asfalt?

Da lovgivningen på miljøområdet løbende justeres, anbefales det, at det faktuelle lovgivningsgrundlag altid tjekkes.

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.

De krævede specifikationer er angivet i afsnit 2 i almindelig arbejdsbeskrivelse (AAB).

Omfanget, i hvilket disse specifikationer sikrer opfyldelse af funktionskravene, fremgår tabel 1, idet x i kolonnen "supplerende krav" betyder, at de anførte specifikationer ikke dækker det pågældende funktionskrav fuldt ud.

Specifikationer Funktionskrav	Filler	Korn- kurve	Renhed	Suppl. krav
Komprimerbarhed		X		
Bæreevne ved indbygning		X		
Bevarelse af bæreevne		X		X
Frostsikkerhed ved indbygning	X	X		
Bevarelse af frostsikkerhed				X
Frostbestandighed			X	X
Slidstyrke			X	X

Tabel 1. Knust asfalt, sammenhæng mellem funktionskrav og specifikationer.

2.2 Tekniske forklaringer

2.2.1 Gradering

Prøvningsmetoden for sigteanalyse DS/EN 933-1 erstatter den tidligere anvendte prøvningsmetode DS 405.9.

Af forskelle mellem disse prøvningsmetoder skal her fremhæves følgende væsentlige forhold:

- De anvendte sigter fremgår af DS/EN 933-2, hvor det kræves at sigter med en makskevidde på 4 mm og derover skal være pladesigter. Ifølge note i DS/EN 933-2 kan metaltrådsigter på 4 mm fortsat anvendes, men det vil være fordelagtigt at anvende pladesigter med en sigtediameter på 300 mm, grundet forøget prøvestørrelse og lempede krav til kalibreringshyppighed for pladesigter i forhold til trådsigter. Sigte 0,063 mm erstatter 0,075 mm sigten.

- Krav til prøvestørrelse er hævet, ved ”maksimalstørrelse” på 31,5 mm kræves 10 kg i stedet for 5 kg og ved 16 mm kræves 2,6 kg i stedet for 0,7 kg. ”Maksimal-kornstørrelse” er i EN-terminologien øvre grænse (D) og har derfor overkorn.
- Den hidtil anvendte metode med opdeling i grovsigtning med børstning og udvaskning af det fugtige gennemfald på 16 mm kan fortsat anvendes. Ved rapportering afrundes gennemfaldsprocenterne til hele tal på nær gennemfaldet på 0,063 mm sigten der opgives med én decimal.

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

Tørring af sigterester med henblik på sigtning skal ske ved maksimalt 50 °C.

I henhold til DS/EN 13285 er for knust asfalt:

Fraktionsbetegnelse (d/D): 0/16 mm

Overstørrelse: Alt materiale skal være mindre end 31,5 mm og højst 25 masseprocent større end 16 mm, svarende til DS/EN 13285 kategori OC₇₅.

Maksimum fillerindhold - defineret som materiale, der passerer 0,063 mm sigten (masseprocent) - må højst være 9, svarende til DS/EN 13285 kategori UF₉.

Minimum fillerindhold - defineret som materiale, der passerer 0,063 mm sigten (masseprocent) – ingen krav, svarende til DS/EN 13285 kategori LF_N.

2.2.2 Modstandsevne mod knusning

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

2.2.3 Sandækvivalent (SE)

Sandækvivalenten er ikke egnet til vurdering af knust asfalt.

2.2.4 Andre krav

Hvis der lokalt forekommer knust asfalt med uønskede funktionsegenskaber, f.eks. materiale der er fremkommet ved ren opfræsning i tynde lag, således at kornformen er uhensigtsmæssig, bør bygherren sikre kvaliteten ved at stille skærpede krav. Dette kan beskrives i den tilhørende særlige arbejdsbeskrivelse.

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 større vandindhold end det optimale (op til 2-4 % mere) vil have en smørende og dermed positiv indvirkning på komprimeringsarbejdet, specielt i den situation hvor fillerindholdet i den knust asfalt er lavt. Da vand bevæger sig hurtigt gennem knust asfalt, foretages vanding umiddelbart før komprimeringsarbejdet.

Da knust asfalt er et sammensat materiale bestående af bitumen, sand og sten er komprimerbarheden bl.a. afhængig af bitumentemperaturen. Komprimerbarheden stiger med stigende temperatur. Udlægning og komprimering kan derfor med fordel udføres i perioden april – november, idet det i kolde perioder kan være vanskeligt at opfylde de stillede komprimeringskrav.

3.2 Komprimeringsmateriel

Da knust asfalt er sværere at komprimere end traditionelt stabilt grus, må den færdigkomprimerede tykkelse af de enkelte lag knust asfalt ikke overstige 15 cm. Generelt må entreprenøren påregne at skulle anvende materiel med stor komprimeringsenergi, dvs. tungt komprimeringsmateriel med lille frekvens og stor amplitude (stot dybdevirkning). Overfladen kan med fordel lukkes med gummihjulstrømle.

4. Kontrol

4.1 Produktionsstyring

De europæiske produktstandarder stiller krav om at alle indvindingsvirksomheder 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.

Standarden DS/EN 13242 er harmoniseret, hvorfor tilslag (delkomponenter til fremstilling knust asfalt), som eventuelt handles på et marked skal være CE-mærkede og overensstemmelsesattesteringen skal være foretaget efter system 4 (producenten selv, dvs. ingen krav om tredjepart). Det gælder ikke tilslag, som ikke handles på et marked, dvs. tilslag der produceres som led i egen knust asfalt produktion.

Kravene er en delmængde af de krav, der er beskrevet i Vejreglen “Produktionsstyring for sand, grus og sten til vejbygning” seneste udgave, 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.:

- ledelsens evaluering
- dokumentstyring
- 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 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

Vibrationsbord er eneste referencemetode, dels fordi metoden baserer prøvningen på totalmaterialet, og dels fordi prøvningen simulerer den egentlige komprimering i marken bedre end proctorforsøgets "hammerpåvirkning".

Prøvningsmetode for bestemmelse af reference tørdensitet ved vibration DS/EN 13286-5 erstatter den tidligere anvendte prøvningsmetode VI rap. 74 (Vibrationsforsøg).

De væsentligste ændringer er, at amplituden er ændret til 0,4 mm i stedet for 0,6 mm, og vibrationstiden er sat op fra 8 min til 12 min. Tørdensiteten angives i Mg/m^3 .

4.2.2 Markdensitet

Isotopmetoden er en hurtig metode, hvor resultatet foreligger med det samme.

Isotopmetoden er baseret på måling af våddensiteten af totalmaterialet samt måling af vandindholdet ved hver sin målemetode. Tørdensiteten beregnes herefter automatisk ud fra disse to målinger. Man skal være opmærksom på, at vandindholdsbestemmelsen typisk kun er repræsentativ for de øverste 50-70 mm. Er den øverste zone opblødt eller udtørret, kan det derfor være nødvendigt at foretage en traditionel vandindholdsbestemmelse til brug for beregning af komprimeringsgraden.

Ved anvendelse af isotopmetoden til måling af densitet og vandindhold af knust asfalt skal man være opmærksom på, at den knuste asfalts bitumenindhold registreres som vandindhold stort set i forhold 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, at et bitumenindhold på 3,5 vægtprocent lægges til grund for beregning af komprimeringsgraden.

4.2.3 Kontrolbestemmelser

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

Når knust asfalt anvendes som bærelag i veje, stier og pladser med trafikklasserne 0-trafik og let trafik, stilles de samme krav til komprimeringsgraden som kravet til stabilt grus.

Når knust asfalt anvendes som bærelag i veje med trafikklasserne middel og tung trafik, er kravet til komprimeringsgraden 3 procent-point højere, jf. AAB afsnit 3.3.

Bygherren skal fastlægge trafikklassen ved udbud; enten 0-trafik, let trafik eller middel og tung trafik.

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 konditions-mæssigt 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 sandsynligheden for godkendelse af et komprimeringsarbejde vil være på omtrent samme niveau som ved statistisk bedømmelse.

Almindelig arbejdsbeskrivelse

1. Alment

Almindelig arbejdsbeskrivelse (AAB) for ubundne bærelag af knust asfalt indeholder funktionskrav til det færdige lag og krav til materialer, udførelse og kontrol. De anførte materialekrav og egenskaber er i overensstemmelse med:

DS/EN 13285	Vejmaterialer – Ubundne blandinger - Specifikationer
DS/EN 13242	Tilslag til ubundne og hydraulisk bundne materialer til vejbygning og andre anlægsarbejder

med tilhørende prøvningsmetoder:

DS/EN 933-1	Sigteanalyse
DS/EN 1097-5	Vandindhold ved tørring i ventileret ovn
DS/EN 13286-5	Vibrationsbord

samt Vejteknisk Instituts Prøvningsmetode:

SV LP 16	Komprimeringskontrol efter isotopmetoden
----------	--

Ved sigteanalyse af knust asfalt jf. DS/EN 933-1 må kunstig tørring af materialet inden udvaskning ikke finde sted. Tørring af sigterester til brug for sigtning skal ske ved maksimalt 50 °C.

Ved vandindholdsbestemmelse af knust asfalt jf. DS/EN 1097-5 må tørringstemperaturen maksimalt være 50 °C.

2. Materialer

Materialerne skal være knust asfalt, der er blevet behandlet (knust og sorteret) på oparbejdningsanlæg.

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

2.1 Gradering

Knust asfalt som bærelagsmateriale specificeres således:

Materialet må ikke indeholde skadelige mængder af planterester, muld, ler- og siltklumper, og kun en ringe mængde af naturlige grusmaterialer.

Knust asfalt 0/16

- Graderingen skal overalt være inden for de i nedenstående tabel for knust asfalt angivne værdier (jf. DS/EN 13285, kategori OC₇₅, G_P, UF₉ og LF_N).

Knust asfalt				
Sigte mm	Gennemfald %			
	Min.	Max.	Deklarationsværdier	
			Min.	Max.
31,5	100	-		
16	75	99		
8	43	81	54	72
4	23	66	33	52
2	12	53	21	38
1	6	42	14	27
0,5	3	32	9	20
0,063	0	9	0	9

Fraktionsindhold i %		
Sigte	Min.	Max.
4 - 8	7	30
2 - 4	7	30

3. Udførelse

3.1 Levering

Samtidig levering fra mere end ét produktionssted må kun finde sted efter forudgående aftale med bygherren.

Materialerne skal læsses, transporteres og aflæsses på en sådan måde, at forurening og skadelig afblanding undgås.

3.2 Udlægning

Udlægningen skal foregå ved metoder, der hindrer skadelig afblanding og sikrer en ensartet fordeling af materialerne.

3.3 Komprimering

Komprimeringen skal udføres med materiel, der giver en ensartet komprimering i hele bærelagets tykkelse. Komprimeringen skal udføres umiddelbart efter udlægningen og med tilstræbt optimalt vandindhold eller højere.

Eventuel vanding skal foretages kort før komprimeringsarbejdet, og der skal sikres muligheder for bortledning af overskydende vand ved komprimeringsarbejdet.

Knust asfalt skal indbygges således, at den færdigkomprimerede tykkelse af de enkelte lag ikke overstiger 15 cm.

0 og let trafik

Komprimeringskravet er, at bærelaget komprimeres således, at komprimeringsgraden bliver større end 92 % vibration i mindst 90 % af laget. Sandsynligheden for at godkende et komprimeringsarbejde, der ikke opfylder kravet, må ikke overstige 25 %.

Middel og tung trafik

Komprimeringskravet er, at bærelaget komprimeres således, at komprimeringsgraden bliver større end 95 % vibration i mindst 90 % af laget. Sandsynligheden for at godkende et komprimeringsarbejde, der ikke opfylder kravet, må ikke overstige 25 %.

Komprimeringen anses for tilfredsstillende, når kontrolbestemmelserne i afsnit 4.3 er opfyldt.

3.4 Overflade

Profilen reguleres, således at den færdige overflade bliver som foreskrevet med tolerancen ± 15 mm.

Regulering i et fastkomprimeret bærelag må kun finde sted efter forudgående oprivning. Ved opretning af lunger med bituminøse materialer kan oprivning udelades.

Overfladen af det færdige bærelag skal have et ensartet præg og være jævn og fast. Hvor disse krav ikke er opfyldt, kan materialerne forlanges udskiftet.

4. Kontrol

4.1 Generelt

Det påhviler entreprenøren at føre kontrol med de leverede materialer, med bærelagets komprimering og med dets færdige overflade.

Gældende prøvningsmetoder er anført i afsnit 1.

Kopier af samtlige kontrolskemaer afleveres til bygherren umiddelbart efter resultaterne foreligger.

4.2 Materialer

Materialernes kvalitet kontrolleres fortløbende. Der skal udføres mindst én materialeanalyse omfattende sigteanalyse pr. påbegyndt ca. 500 m³.

Under arbejdets gang skal ny prøvning finde sted hvis:

- a. materiale fra nyt produktionssted anvendes
- b. der er større variation i de anvendte materialer eller i materialernes sammensætning, som kan påvirke materialeegenskaberne.

Ved brug af materialer fra firmaer, der er certificeret af akkrediteret certificeringsorgan, kan frekvensen for den ovennævnte modtagekontrol nedsættes til én sigteanalyse pr. påbegyndt 2500 m³. Produktcertifikater og analyseresultater af færdigvarekontrollen udleveres fortløbende til bygherren.

4.3 Komprimering

Komprimeringsarbejdet kontrolleres ved bestemmelse af komprimeringsgraden i kontrolafsnit, som kan være af varierende størrelse. Ved et kontrolafsnit forstås en strækning, hvor knust asfalt fra samme produktion fremtræder homogent og ensartet komprimeret. Hvert lag, dog maks. 500 m³, udgør et kontrolafsnit for sig.

Komprimeringskontrollen baseres på en stikprøve bestående af flere enkeltmålinger af tørdensiteten. Målingerne fordeles tilfældigt i kontrolafsnittet.

Målingerne identificeres ved kontrolafsnit, station, sideværts placering og ved udlægning i flere lag tillige lagnummer.

Det første kontrolafsnit fungerer som en prøvestrækning med komprimeringsforsøg, idet det herved dokumenteres, at det benyttede materiel og dets anvendelsesmåde er hensigtsmæssig for de aktuelle materialer og vandindhold.

Arbejdet må ikke fortsætte, før ovennævnte dokumentation foreligger.

Tørdensiteter, der er bestemt ved isotopmåling, skal være korrigerede for bitumenindhold. Hvis dette ikke er bestemt, lægges bitumenindhold på 3,5 % til grund for vurdering af komprimeringsarbejdet. Det skal dokumenteres hvilken korrektionsmetode, der er anvendt.

Referenceværdier for tørdensitet bestemmes ved vibrationsforsøg i laboratoriet på en repræsentativ prøve af materialet udtaget inden indbygning.

Referenceværdien kan være gældende for flere kontrolafsnit, såfremt materialeanalyserne viser, at materialet er ensartet. Der skal dog som minimum bestemmes en referenceværdi pr. påbegyndt 2500 m³.

Komprimeringsgraden udregnes for hver måling som forholdet mellem tørdensiteten i marken og referenceværdien. Komprimeringsgraden udtrykkes i procent og benævnes % - vibration.

Som kontrolregel kan anvendes enten gennemsnit/mindsteværdi eller statistisk formulerede kriterier.

Valg af kontrolregel foretages enten af bygherren ved udbud, eller i modsat fald af entreprenøren inden arbejdet påbegyndes.

Fastlæggelse af trafikklasse foretages af bygherren ved udbud.

Kontrolregel ved gennemsnit/mindsteværdi

Komprimeringskravet anses for opfyldt i et kontrolafsnit, når gennemsnit og mindsteværdi for 5 tilfældigt udtagne prøver overholder følgende krav:

Trafikklasse	0-trafik, let trafik	Middel trafik, tung trafik
Gennemsnit	>95%	>98%
Mindste værdi	≥92%	≥95%

Kontrolregel ved statistisk bedømmelse

Komprimeringskravet anses for opfyldt i et kontrolafsnit, når følgende ulighed er tilfredsstillet:

$$g - k \times s \geq K$$

K vælges fra følgende tabel i afhængighed af trafikklasse:

Trafikklasse	0-trafik, let trafik	Middel trafik, tung trafik
K	92%	95%

g = gennemsnittet, $\Sigma x / n$

s = standardafvigelsen, $\sqrt{\Sigma (x - g)^2 / (n - 1)}$

x = enkeltmålingerne,

n = antallet af målinger, minimum 5,

k = en konstant, der findes af følgende tabel:

n	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	50
k	1,96	1,86	1,79	1,74	1,70	1,67	1,58	1,53	1,50	1,47	1,44	1,43

4.4 Overflade

Bærelagets færdige overflade kontrolleres ved nivellement (mm-aflæsning) af tværprofilen i alle 20 m stationer og bedømmelse af forløbet mellem disse. Hvor det under

afsnit 3.4 anførte krav til profilet ikke er opfyldt, skal bærelagets overflade efterreguleres og komprimeres.

Paradigma for særlig arbejdsbeskrivelse (SAB-P)

Særlig arbejdsbeskrivelse for ubundne bærelag af knust asfalt er supplerende, særlig beskrivelse til Almindelig arbejdsbeskrivelse (AAB) for ubundne bærelag af knust asfalt.

1. Alment

Supplerende særlige krav til AAB skal være i overensstemmelse med "DS/EN 13285 Vejmateriale - Ubundne blandinger - Specifikationer" og "DS/EN 13242 Tilslag til ubundne og hydraulisk bundne materialer til vejbygning og andre anlægsarbejder".	
Her anføres de prøvningsmetoder, som udover de i AAB afsnit 1 nævnte, er gældende. (Supplerende krav).	
Beskrivelse af arbejdet skal omfatte angivelse af, hvor der skal udføres bærelag: Vejens kørespor, kantbaner og andre veje som udføres i forbindelse med vejanlægget, cykelstier, gangstier mv.	

Underlagets eller underlagenes art skal anføres med så veldefinerede betegnelser som muligt. Hvis der er forskellige typer underlag, kan arten evt. oplyses under afsnit 1 for at undgå gentagelser.	
For alle typer underlag skal meddeles indbygningskrav m.m.: - For underlag som skal udføres under entreprisen, henvises til de relevante afsnit i arbejdsbeskrivelserne - For underlag, som er udført i forudgående entreprise, skal oplyses tidspunkt for udførelse og aflevering samt godkendelses kriterier for komprimering og overflade. Sluttelig skal anføres, at de meddelte oplysninger ikke fritager entreprenøren for de forpligtelser, der fremgår af den almindelige arbejdsbeskrivelse.	

2. Materialer

2.1 Gradering

Her anføres eventuelt supplerende materialekrav.	
--	--

3. Udførelse

3.1 Levering

3.2 Udlægning

3.3 Komprimering

For at fastlægge kravet til komprimeringsgrad skal bygherren ved udbud angive den aktuelle vejs trafikklasse ud fra 2 muligheder: - 0-trafik, let trafik - middel og tung trafik	Komprimeringsgraden skal være den i AAB afsnit 3.3 gældende for ...
Hvis bærelaget skal henligge i længere tid, navnlig om vinteren, kan det være nødvendigt at kræve efterkomprimering inden udlægning af næste lag.	

3.4 Overflade

Heraf føres evt. supplerende krav til overflade af bærelag.	
---	--

3.5 Forsegling

4. Kontrol

4.1 Generelt

4.2 Materialer

Her anføres evt. andre end de i AAB afsnit 4.2 nævnte, som foreksempel: - Hyppighed at materialekontrol - Ændring at omfang / hyppighed at modtagekontrollen, idet denne evt. helt kan udelades for materialer med produktcertifikat fra firmaer, der er certificeret af akkrediteret certificeringsorgan - Specifikation af, hvornår prøveudtagning finder sted ved mellemdeponering.	
---	--

4.3 Komprimering

Der skal fastlægges kontrolregel for komprimeringskontrollen. Gennemsnit / mindsteværdi finder typisk anvendelse ved mindre arbejder, ledningsgrave og arbejder, som udføres i små afsnit, medens statistisk	
--	--

bedømmelse typisk vil finde anvendelse ved større arbejder.	
Ved valg af gennemsnit / mindsteværdi tilføjes:	Som kontrolregel ved vurdering af komprimeringskontrollen anvendes gennemsnit / mindsteværdi.
Ved valg af statistisk bedømmelse tilføjes:	Som kontrolregel ved vurdering af komprimeringskontrollen anvendes statistisk bedømmelse.
Alternativt kan bygherren overlade det til entreprenøren vælge kontrolregel:	Entreprenøren oplyser senest ved arbejdets overdragelse, om han vil anvende gennemsnit / mindsteværdi eller statistisk bedømmelse som kontrolregel ved vurdering af komprimeringskontrollen.

4.4 Overflade

Her anføres eventuelle supplerende krav til kontrol af tværprofil: - Ændring af stationsinterval ved nivellement - Placering af nivellements-punkter.	
---	--

Paradigma for udbudskontrolplan (UKP-P)

Udbudskontrolplan – Ubundne bærelag af knust asfalt						
Løbenr.	Emne	Reference vedr. krav	Kontrolmetode og grundlag	Tidspunkt, omfang	Dokument / dokumentation	Acceptkriterium
1	Projektgennemgang	Entreprisefaktale	Projektgennemgangsmøde Opklaring af om projekt og informationer er forstået	Byggemøde ved entreprisens start. Hele entreprisefaktalen.	Mødereferat	Godkendt referat.
2	Leverancer af materialer, udstyr m.v.	SAB/AAB	Visuel. Identifikationskontrol. Leverandøroplysninger/ varedeklarerationer.	Ved enhver leverance.	Køresedler o. lign., der kan sikre identifikation af materialer og komponenter	Overensstemmelse med godkendt varedeklaration eller lign. Fejlfri varer.
3	Knust asfalt	SAB/AAB 4.2	DS/EN 933-1 Sigteanalyse. DS/EN 1097-2 Modstandsevne mod knusning (Los Angeles).	Pr. leverandør ved påbegyndelse af leverancer samt SAB/AAB 4.2	Materialespecifikation Kontrolskema Køresedler	SAB/AAB 4.2
4	Knust asfalt	SAB/AAB 4.3 Komprimering	DS/EN 13286-5 Vibrationsbord. SV LP 16 Isotopmetoden	Løbende. SAB/AAB 4.3	Kontrolskema	SAB/AAB 4.3
5	Knust asfalt	SAB/AAB 4.4 Overflade	Visuelt Retskede Nivellement	Løbende. SAB/AAB 4.4	Kontrolskema	SAB/AAB 4.4 Koter Lagtykkelser

Paradigma for tilbuds og afregningsgrundlag (TAG-P)

Det forudsættes, at knust beton indgår som poster under hovedpost 06. BELÆGNING.	
Tilbudslistens mængde er beregnet på grundlag af projekplaner og bærelagets teoretiske bredde i lagets overside (nettoarealet), således som den er målsat på normal tværsnitstegningerne.	
Afregningsmængden beregnes som indbygget nettoareal.	
Hvis der ikke udarbejdes SAB, beskrives her arbejds omfang for de enkelte underposter i TBL.	
Enhedsprisen skal omfatte alle ydelser ved levering og indbygning, herunder den krævede kontrol og dokumentation. Enhedsprisen i TBL angives som en pris pr. m ² for hver bærelagstype /	

tykkelse. Endvidere anføres, om udgifter til krævet forsegling skal være indregnet i tilbudssummen, eller om denne medtages som en særlig underpost.	
---	--

Paradigma for tilbudsliste (TBL-P)

Entreprise							
Postnummer			Betegnelse	Enhed	Antal enheder	Enhedspris kr.	I alt kr.
HP	PO	UP					
06			Belægningsarbejder				
06	xx		Knust asfalt				
		15	Knust asfalt at levere og indbygge, t = 0,15 m	m ²			
		00	Knust asfalt at levere og indbygge, t = 0,00 m	m ²			
			Post xx i alt			=>	

Rapport / Report		
Nr. No.	Titel/Title/Shortcut	Forfatter/Author
120	Clogging of porous bituminous surfacings – an investigation in Copenhagen http://www.vd.dk/pdf/120vi.pdf	Carsten B. Nielsen, Jørn Raaberg, Robin A. Macdonald
121	Verification of Flexible Pavement Response From a Field Test http://www.vd.dk/pdf/121vi.pdf	Gregers Hildebrand
122	The Effects of Freeze – Thaw Periods on a Test Pavement http://www.vd.dk/pdf/122vi.dk	Wei Zhang Robin Macdonald
123	Selection of Pavement Maintenance by use f Accelerated Load http://www.vd.dk/pdf/123vi.pdf	Carsten B. Nielsen Jeanne Rosenberg Jørn Raaberg
124	Teksturdata til beregning af friktionsværdier - anvendelse på vejoverflader ? http://www.vd.dk/pdf/124vi.pdf	Henrik Aalborg Nielsen, Henrik Madsen
125	Viden om kommuneveje http://www.vd.dk/pdf/125vi.pdf	Susanne Baltzer Marianne Würtz Bente Kloster Knud Rossen Jørgense
126	Viden om de store veje http://www.vd.dk/pdf/126vi.pdf	Carsten Nielsen Finn Thøgersen H.J. Ertman Larsen Vibeke Wegan
127	Viden om anlæg af veje http://www.vd.dk/pdf/127vi.pdf	Flemming Berg, Finn Thøgersen Susanne Baltzer, Bo Wamsler H.J. Ertman Larsen Poul Panduro Gregers Hildebrand Per Ahrentzen Ole Milvang-Jensen Knud A. Pihl, Erik Nielsen
128	Viden om drift af veje http://www.vd.dk/pdf/128vi.pdf	Gregers Hildebrand Charles Lykke Hansen SvendKold Johansen Birger Roland Jensen Bjarne Schmidt, Jørn Raaberg
129	Crushed concrete from building demolition is a high quality material for road construction http://www.vd.dk/pdf/129vi.pdf	Knud A. Pihl Ole Milvang-Jensen Flemming Berg
130	Ubundne bærelag af knust beton - efter europæiske standarder http://www.vejdirektoratet.dk/pdf/130vi.pdf	Knud A. Pihl Flemming Berg Ole Milvang-Jensen
131	Ubundne bærelag af knust tegl - efter europæiske standarder http://www.vejdirektoratet.dk/pdf/131vi.pdf	Knud A. Pihl Flemming Berg Ole Milvang-Jensen
132	Ubundne bærelag af knust asfalt - efter europæiske standarder http://www.vejdirektoratet.dk/pdf/132vi.pdf	Knud A. Pihl Flemming Berg Ole Milvang-Jensen
133	Bundsikring af forbrændingsslagge - efter europæiske standarder http://www.vejdirektoratet.dk/pdf/133vi.pdf	Knud A. Pihl Flemming Berg Ole Milvang-Jensen



Vejdirektoratet
Niels Juels Gade 13
Postboks 9018
1022 København K
Telefon 3341 3333
Telefax 3315 6335

Vejdirektoratet
Elisagårdsvej 5
Postboks 235
4000 Roskilde
Telefon 4630 7000
Telefax 4630 7105

Vejdirektoratet
Thomas Helsteds Vej 11
Postboks 529
8660 Skanderborg
Telefon 8993 2200
Telefax 8652 2013

vd@vd.dk
www.vd.dk