

# **ASFALT**

## **HÅNDBOGEN**

Asfaltindustriens Forlag

# **ASEALT**

## **HÅNDBOGEN**



# ASEALT HÅNDBOGEN

Asfaltindustriens Forlag

Forlag: Asfaltindustriens Forlag

Styregruppe: Anders Hundahl, Lotte Regel Josephsen, Christa Engell Hansen,  
Charlotte Nyeng

Redaktion og projektledelse: Mette Bender TXT

Grafik og tryk: GraphicCo

Fotos uden anført kreditering er udlånt af organiserede medlemmer af  
Asfaltindustrien

Forsidefoto: Peter Maniell

Copyright: Asfaltindustrien

# ASEALTHÅNDBOGEN

<b>FORORD</b> .....	9
<b>HISTORIEN OM ASFALT</b> .....	11
<b>DEL 1 ASFALTENS BESTANDDELE</b> .....	13
Bitumen – det sorte i asfalt .....	14
Stenmaterialer .....	18
Granit .....	19
Filler og additiver .....	21
<b>DEL 2 ASFALTTYPER</b> .....	23
Bærelag .....	24
Bindelag .....	26
Slidlag .....	27
Overfladebehandling .....	31
Remix-metoden .....	33
<b>DEL 3 OPBYGNING OG DIMENSIONERING AF ASFALT</b> .....	35
Opbygning .....	36
Afvanding .....	39
Dimensionering .....	39
<b>DEL 4 PRODUKTION OG UDLÆGNING AF ASFALT</b> .....	43
Produktion .....	44
Transport .....	46
Udlægning .....	47
<b>DEL 5 UDBUDS- OG ENTREPRISEFORMER</b> .....	55
Vejregler .....	56
Det offentliges udbud .....	56
Kontrakt- og entrepriseformer .....	57

<b>DEL 6 ANLÆG AF NYE VEJE</b> .....	59
Eksempler på opbygning af belægning .....	60
Alternativer til asfalt .....	67
<b>DEL 7 VEDLIGEHOLD OG REPARATION</b> .....	69
Vejens fjender .....	70
Det gode tilsyn .....	71
Lovgivning om vedligehold .....	71
Skadestyper .....	71
<b>DEL 8 KVALITET, MILJØ OG ARBEJDSMILJØ</b> .....	77
Kvalitet .....	78
Miljø .....	80
Arbejdsmiljø .....	84
<b>DEL 9 ASFALT – MEGET MERE END VEJE</b> .....	89
Parker .....	90
Pladser .....	92
Stier .....	94
Leg og sport .....	96
Trafikregulering .....	98
Landbrug .....	100
Erhverv og industri .....	102
Lufthavne .....	104
Jernbaner .....	106
<b>EFTERSKRIFT</b> .....	107
<b>FORKORTELSER</b> .....	109
<b>LÆS MERE</b> .....	111
<b>STIKORDSREGISTER</b> .....	113







# Forord

Denne bog henvender sig til alle, der i faglig sammenhæng har brug for viden om asfalt. Bogen er velegnet som informationskilde for nyansatte ingeniører og teknikere i kommuner, asfaltvirksomheder og rådgivende virksomheder. Også landskabsarkitekter, anlægsgartnere og ingeniørstuderende med interesse for asfalt og vejbygning kan få glæde af bogen.

Bogen kan læses fra ende til anden som en samling af grundlæggende viden om asfalt. Den er også velegnet til at slå op i. Du kan bruge indholdsfortegnelsen forrest og registeret bagerst i bogen til at finde rundt.

Danmarks 100.000 kilometer asfalteret vej er den væsentligste del af infrastrukturen. Vi bruger asfalt til veje, pladser, stier og broer, ligesom materialet anvendes i industri- og havneområder og lufthavne. Asfalt anvendes desuden til kystsikring og i miljøbeskyttelse – og i farvede udgaver i forbindelse med færdselssikkerhed, sport og fritid og som æstetisk element i byer.

Asfalt egner sig til veje, pladser og stier på grund af sin evne til at fordele trykket fra trafikken uden selv at ændre form. Når asfalten er fremstillet, udlagt og tilpasset trafik og lokale forhold, bevarer den styrke og funktionalitet i mange år.

Vi har i Danmark mange årtiers brancherfaring og en kvalitets sikret produktion af en lang række velafprøvede asfalter. De mest anvendte asfalter beskrives sammen med principperne i dimensionering, produktion og udlægning af asfalt.

Bogen beskriver anlæg og vedligehold af asfalterede veje, muligheden for genbrug samt moderne miljø- og klimavenlige asfalter. Endelig beskrives en række alternative anvendelsesmuligheder.

Oplysningerne i bogen er af almen, oplysende og vejledende karakter. Det er læserens eget ansvar altid at overholde gældende regler og vejledninger på området. Anlæg eller reparation af en vej afhænger desuden af de konkrete forhold.

Jeg håber, at bogen vil øge kendskabet til asfalt og gøre gavn som et godt, konkret redskab til inspiration. Kommentarer til bogens indhold er meget velkomne. Tak til de mange, der har bidraget.

På vegne af de organiserede virksomheder i Asfaltindustrien



a@asfaltindustrien.dk



### Asfalt i tal 2016

- Vi har i Danmark knap 75.000 km asfalteret offentlig vej
- Derudover findes ca. 25.000 km asfalteret privatvej
- Godt 90 procent af alle danske veje er asfalterede
- 90 procent af Danmarks samlede vare- og persontransport foregår ad asfaltveje
- 30 millioner kvadratmeter bliver hvert år asfalteret i Danmark
- Asfalt kan genbruges 100 procent
- Der findes 39 asfaltfabrikker i Danmark
- De organiserede virksomheder i Asfaltindustrien beskæftiger ca. 2.000 medarbejdere.

# Historien om asfalt

Allerede i Romerriget befæstede man vejbaner ved at udlægge et enkelt lag skærver. I 1820'erne udførtes de første befæstelser med blandede stenstørrelser. At stenene ikke var lige store, fik dem til at kile sig ind i hinanden.

Formålet var at forhindre dybe spor og huller, som blev fyldt af vand og besværliggjorde kørsel med hestevogne og lignende. Dette var den såkaldte makadam-belægning, som er opkaldt efter sin opfinder den engelske ingeniør McAdam. Makadam-metoden anvendes stadig i en forbedret udgave, omend i meget begrænset omfang.

Senere i 1800-tallet fandt man ud af at forhindre regnvandets underminerende kraft ved at grave grøfter omkring vejene, så vandet løb væk fra vejbanen. Man begyndte at tromle stenene for at gøre belægningen mere holdbar og stabil, og man fandt ud at bruge knuste sten, som gav endnu mere stabilitet og holdbarhed.

I 1890 blev Østergade og Købmagergade i København som de første danske gader belagt med stampeasfalt. Formålet var især at nedbringe støjen fra hestevogne mod brosten. Stampeasfalt var en grødagtig blanding af sten, grus og bitumen, som blev stampet sammen.

Behovet for at mindske støv og støj blev mere og mere påtrængende, efterhånden som bilen fra slutningen af 1800-tallet vandt frem. Gummihjulene nærmest

sugede støv op af fra belægningen, hvilket forurenede luften og forkortede vejenes levetid.

I takt med at behovet for brændstof voksede, var bitumen, et biprodukt fra raffinering af råolie, kommet på markedet og havde vist sig egnet til vejbelægning. Men bitumen var dyr og asfaltering derfor en bekostelig affære. Asfaltering med tjære voksede frem som et billigere, omend mindre effektivt alternativ. Metoden bestod i starten i at hælde rå tjære over skærverne som en slags toplagsfyldning, der lukkede overfladen.



Asfalteringen af Østergade i København, august 1890. Tegnet af Poul Fischer.

Midt i 1930'erne kom tæppeasfalten som en blanding af varmt bindemiddel og sten i forskellige størrelser. Det moderne, asfalterede vejnet udviklede sig for alvor efter 2. Verdenskrig, hvor personbilen begyndte at blive alment udbredt.

I 1950'erne blev rigelige og billigere forsyninger af bitumen tilgængelige.

Bitumen erstattede tjære og forbedrede vejenes holdbarhed enormt. Bilmarkedet udviklede sig fortsat, og fart, komfort og sikkerhed blev mere og mere vigtigt. Bundsikring og afdræning af vejbefæstelser indførtes, og til omfattende og tungere trafik udvikledes asfalt med flere bærelag.

Mange kommuneveje er asfalteret første gang i denne periode direkte på eksisterende grusveje, makadamveje, brostensveje m.m., hvilket også i dag giver særlige udfordringer i forbindelse med vedligehold.

Især fra 1960'erne tog det danske vejbyggeri fart. Asfaltindustrien voksede, og tjære blev endeligt udfaset. Med stigende lastbiltrafik og skiftet fra tvillingehjul til supersingledæk i 1990'erne blev sporkøring et problem, og et behov for nye slidlagstyper og bindelag opstod. Man udviklede en række nye asfalttyper, der kunne håndtere de nye belastninger, og især principperne for opbygning af motorveje blev ændret.

I dag er bitumenbaseret asfalt en naturlig del af byer og infrastruktur. Et veludviklet uddannelsessystem og tradition for forskning og udvikling på egne laboratorier og et godt samarbejde med Vejdirektoratet og kommunerne betyder, at den danske asfaltindustri bidrager internationalt med knowhow inden for vejbyggeri.

# Del 1

## Asfaltens bestanddele



*Kolddoseringsanlæg med stenmaterialer på asfaltfabrik*

Asfalt består i hovedtræk af tre elementer:

- Bitumen, der sikrer sammenhæng og elasticitet og udgør ca. 5 procent
- Sten, der giver styrke og stabilitet og udgør ca. 90 procent
- Filler og additiver, der regulerer egenskaberne og udgør ca. 5 procent

Den præcise fordeling varierer fra den ene asfalttype eller recept til den anden.

I denne del beskrives desuden de råvarer, der anvendes i overfladebehandling.

## Bitumen – det sorte i asfalt

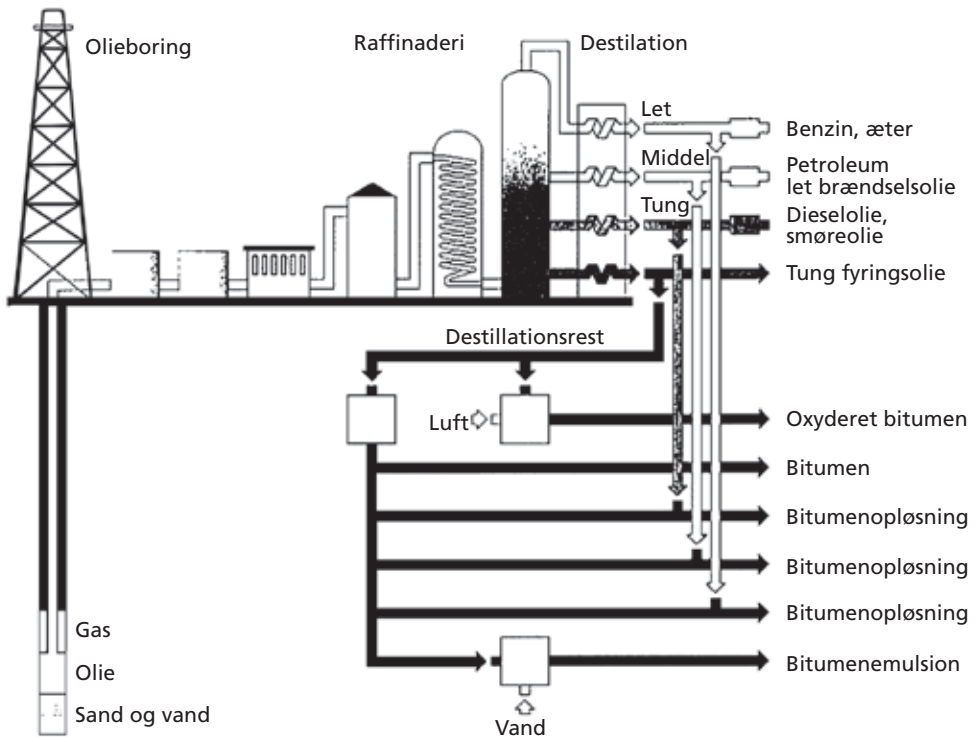
Bitumen er en klæbende og brunsort masse, der binder stenmaterialet i asfalt og giver belægningen sin karakteristiske sorte farve. Massen har vandafvisende egenskaber og gør asfalten elastisk og sammenhængende. Derved bliver den i stand til at bære vægt fra køretøjer uden at tage skade. Bitumen sætter desuden asfalten i stand til at tilpasse sig ændringer i underlag, temperatur og klima.

Bitumen består af højmolekylære kulbrinter, asfaltpikser og asfaltolier. Det er næsten helt fast ved normal stuetemperatur, men tyktflydende ved opvarmning og derfor ideelt til vejbelægninger.

### Fremstilling af bitumen

Bitumen produceres ud fra råolie fra hele verden. De mest kendte områder er Mellemøsten, Sydamerika og Rusland. Dansk nordsøolie er ikke egnet til fremstilling af bitumen.

Gennem opvarmning destilleres råolien i et olieraffineri efter kogepunkt. Øverst i destillationstårnet udvindes de mest flygtige fraktioner som benzin, petroleumsæter og terpentin. Derunder følger petroleum og lettere brændselolier, og derefter smørelolier og tunge brændselolier. Nederst findes en mørk destillationsrest, som benyttes til fremstilling af bitumen med forskellig konsistens.



Raffinering af råolie

Kilde: Vejbygning, NCC 2001



Naturlig bitumen forekommer nogle få steder på kloden, hvor jordolien er trængt op til jordoverfladen og de lette olier derpå fordampet. Den bedst kendte forekomst er bitumensøen Pitch Lake på øen Trinidad.

## Bitumentyper

Bitumen bliver inddelt i klasser baseret på tre parametre:

1. Penetration
2. Blødhedspunkt
3. Viskositet

I Europa havde man indtil 1986 udelukkende fokus på penetration, mens man i USA fokuserede på viskositet. Efter 1986 indførte man i de danske vejregler krav til forskellige bitumentyper baseret på penetration og blødhedspunkt, kombineret med krav til viskositeten.

*Penetration* angiver bindemidlets hårdhed. En standardiseret nål placeres med spidsen på bindemidlets overflade under en defineret belastning, tidsramme og temperatur. Nålens nedsynkning registreres i 1/10 mm. Desto blødere bitumen er, desto højere er penetrationen.

Bitumenprodukterne navngives ud fra penetration. F.eks. har bitumen 40/60 en penetration mellem 40 og 60 tiendedele millimeter. Der findes mange forskellige typer. De følgende anvendes i Danmark: 15/25, 35/50, 40/60, 70/100, 100/150, 160/220, 250/330 og 330/430, hvor 15/25 er den hårdeste og 330/430 den blødeste.

*Blødhedspunktet* fortæller om bitumens egenskaber ved højere temperaturer. Det bestemmes ved en metode, hvor man placerer en kugle i en ring med

bitumen og måler temperaturen ved det punkt, hvor bitumen er blevet så blød, at kuglen går gennem ringen. Desto hårdere bitumen er, desto højere skal temperaturen op, før kuglen vil gå igennem.

*Viskositet* angiver en væskes træghed eller indre friktion. Viskositeten må-



Måling af blødhedspunkt – kugle og ring



les på forskellige måder, afhængigt af hvilken væske der er tale om. Som eksempel har vand lav viskositet, mens bitumen har høj viskositet. For bitumens vedkommende afhænger viskositeten af temperaturen.

Bitumentype vælges efter trafik, vejrforhold og underlagets egenskaber. Kravene findes i Vejreglen Bindemidler og klæbemidler – Veje. Vejreglerne er beskrevet på side 56 og findes i deres helhed her: <http://vejregler.lovportaler.dk>.

Specielle farveløse bindemidler kan anvendes både i asfalt og overfladebehandling, hvor det ønskes, at stenenes farve skal stå særligt tydeligt frem.

## Oxidering

I forbindelse med raffineringen kan der blæses luft gennem bitumenmassen. Denne proces kaldes oxidering og muliggør et højere blødhedspunkt ved en given penetration. Samtidig mindskes bitumens strækkelighed og klæbeevne, hvilket gør den uegnet til asfalt.

Der skelnes mellem tre slags bitumen fra raffinaderi.

1. Straight run – direkte fra tårn, uden ændringer
2. Semi-blown – let oxideret
3. Blown – oxideret, egnet til tagpap, men ikke asfalt

## Modificering af bitumen

I de senere år har industrien afprøvet og udviklet en række tilsætningsstoffer, der forbedrer bitumens egenskaber. Tilsætning eller forbedring kaldes modifice-

ring, og det er vigtigt at skelne mellem modifieret asfalt og modifieret bitumen. I produktion af modifieret asfalt tilsættes modificeringsmidlerne direkte i asfalmikseren, hvorimod de i modifieret bitumen er blandet i bitumenen, inden asfalten blandes.

Modificering kan have som mål at ændre på temperaturfølsomheden, så materialet bliver mindre blødt om sommeren og mindre hårdt om vinteren. Udmattelsesegenskaberne ved lave temperaturer kan også forbedres, så asfalten kan modstå flere og større påvirkninger. Endelig kan kohæsionen øges, så bitumen bliver mere elatisk, og asfalten hænger bedre sammen.

Effekten af modificeringen hænger sammen med typen og mængden af tilsætningsstoffer og ikke mindst med stenmaterialet i asfalten. Krav til modifieret bitumen er angivet i vejreglen *Bindemidler og klæbemidler – Veje*.

De almindeligste modificeringsmidler er polymerer og voks.

*Polymer* er en kemisk forbindelse bestående af flere molekyler. De mest anvendte polymerer i asfaltsammenhæng er SBS (styren-butadien-styren) og EVA (ethylen-vinylacetat). Mængden af tilsat polymer ligger normalt på 2-6 procent, og polymer forbedrer bl.a. elasticitet og sammenhængskraft i bitumen.

*FT-voks* bruges til at gøre bitumen mere stiv og asfalten mere resistent over for sporkøring. Voks anvendes fortrinsvis i asfaltbindelagene, hvor der er størst behov for sporkøringsresistens, og er mindre egnet til slidlag på grund af sin forstivende effekt.



### Eksempler på modificeringsmidler

## Bitumen i overfladebehandling

Der anvendes primært tre forskellige bindemidler til overfladebehandling (OB), som alle har bitumentype 160/220 som udgangspunkt. For at bindemidlet kan udsprøjtes, er det nødvendigt at gøre det mere letflydende.

Til det formål anvendes tre forskellige teknikker, og de tre resulterende produkter kan alle modificeres. Teknikkerne er beskrevet herunder.

### 1. Emulsion

I emulsioner er bitumen emulgeret i vand. Det vil sige, at bitumen ligger som dråber i vand og dermed er gjort fly-

dende ved almindelig udendørstemperatur. Emulsion vil normalt indeholde 70 procent bitumen og 30 procent vand og bliver opvarmet til 70 °C ved udlægning.

Overfladebehandling med emulsion omtales som EOB og i modificeret form som EMOB.

### 2. Biobitumen

Biobitumen er tilsat biologiske olier som f.eks. rapsolie og indeholder 3-7 procent olie. Biobitumen anvendes opvarmet til ca. 150 °C ved udlægning.

Overfladebehandling med biobitumen omtales som bio-OB og i modificeret form som bio-MOB.

### 3. Cutback

Cutbackbitumen er bitumen tilsat et organisk opløsningsmiddel, som f.eks. terpentin. Cutbackbitumen indeholder 3-7 procent opløsningsmidler og opvarmes til ca. 150 °C ved udlægning. På grund af cutbackbitumens indhold af opløsningsmidler er der udviklet to mere miljø- og arbejdsmiljøvenlige bindemidler, emulsion og biobitumen.

Overfladebehandling med cutback omtales som OB og i modificeret form som MOB.

Betegnelsen OB bruges dog i daglig tale om alle tre former for overfladebehandling.

## Stenmaterialer

Sten og skærver er det faste og uforanderlige element i asfalt. Stenmaterialet udgør langt den overvejende del af den samlede asfaltmasse og er specificeret ud fra art, stenstørrelse og fysiske egenskaber.

Når trafikken har slidt den øverste bitumenhinde af stenene, er disse med til at give asfalten farve. De har ofte en grålig nuance, men kan også være sorte, rødlige eller hvide.

### Danske stenmaterialer

Danske stenmaterialer kan have mange forskellige størrelser og stammer typisk

fra grusgrave og søpladser. De anvendes i bærelag og i enkelte slidlag.

De danske materialer kan enten være vaskede eller tørsorterede. Vask fjerner støv og fine partikler og frasorterer samtidig de dårlige kalksten, som er lette og flyder ovenpå. De vaskede sten har derfor højere kvalitet og kan anvendes i flere produkter end de tørsorterede.

Danske stenmaterialer inddeles i uknuste og knuste sten.

#### Uknuste sten

De uknuste sten er sorterede i fraktioner i et spekter mellem 0 og 32 mm. Fraktio-

*Danske stenmaterialer*



nerne 0/2 mm og 0/4 mm (sand) samt 2/8 mm, 8/16 mm og 16/32 mm er de mest almindelige.

F.eks. indeholder fraktionen 2/8 mm sten i størrelsen mellem 2 og 8 mm og fremstilles ved, at sten større end 8 mm og sandpartikler mindre end 2 mm sorteres fra.

### Knuste sten

Knuste sten er råsten nedknust i et knuseanlæg og sorteret til fraktioner i et sigteanlæg i et spekter fra 0 til 31,5 mm.

De kan sorteres til snævre fraktioner som 0/2 mm (stenmel), 2/5 mm, 5/8 mm, 8/11 mm og 11/16 mm eller 0/16, som er et eksempel på en lang fraktion.

## Granit

Ud over danske materialer anvendes her i landet granit fra Norge og Sverige og i begrænset omfang fra Bornholm. I slidlag anvendes ofte granitskærver, idet granit har større styrke og ensartethed end danske stenmaterialer.

Granit sprænges af en fjeldside og grovknuses i en kæbeknuser til blokke. Herefter finknuses blokke på op til 1 meter, hvorefter materialet sigtes og opdeles i fraktionsstørrelserne 0/2 mm (stenmel), snævre fraktioner på 2/5 mm, 5/8 mm, 8/11 mm og 11/16 mm og lange fraktioner på f.eks. 0/11 mm og 0/16 mm. De sejles til en havn, omlæsses og køres til asfaltfabrikken.

Skærverne kan have farvetoner i spektret fra lys grå til mørk grå. Der findes desuden helt hvide skærver, som tilsættes de mørkegrå skærver for at skabe særlige lystekniske egenskaber. En belægnings lystekniske egenskaber beskriver, hvor god belægningen er til at reflektere kunstigt lys fra billygter og gadelamper.

Vejreglen *Varmblandet asfalt – AAB* stiller desuden krav til granittens mekaniske styrke og kornform. Styrken måles ved nedknusning i et specielt laboratorieudstyr (LA-testen). Flisethedsindekset fortæller, hvor kubisk (terningsformet) eller fliset (aflangt) stenmaterialet er.

*Knuste granitskærver*





*Bestemmelse af stenmateriales flisethed*



## Sten i overfladebehandling

I overfladebehandling (OB) indgår de samme typer af stenmateriale som i asfalt, men i OB er stenene særligt tydelige. Her anvendes flere forskellige farver, idet stenene også kan indgå som æstetisk element. OB bruges primært på veje på landet samt på stier og pladser i byrum.

Mens asfalt blandes på fabrikken, udlægges OB ved, at bitumen udsprøjtes, hvorefter vaskede og støvfri sten strøs over og tromles i.

For at modvirke nedknusning og deraf følgende stentab og nedbrydning af belægningen skal stenmaterialet have en passende styrke og kornform. Tilfredsstillende stenmaterialer har LA-værdi svarende til LA30 og et flisethedsindeks svarende til FI20.

## Filler og additiver

Filler er et fyldstof, der er nødvendigt for dannelse af bitumenmørtel, som er en blanding af bitumen og finstof. Desuden bidrager filler til opnåelse af korrekt styrke og hulrum. Additiver tilsættes for at forbedre asfaltens egenskaber. Filler og additiver udgør til sammen 2-10 procent af den samlede asfaltmasse, afhængigt af asfalttype.

### Filler

Filler anvendes i asfaltproduktion for at opnå de ønskede egenskaber i asfaltens mastiksdel. Mastiksdelen er blandingen af bitumen, filler og finstof. Finstof består af partikler, der i størrelse er mindre end 2 mm. Filler er partikler mindre end 63 µm og kan være egenfiller eller fremmedfiller.

#### Egenfiller

Egenfiller er støv og finpartikler, som suges fra stenmaterialerne under tørring på asfaltfabrikken. Materialet anvendes i ny asfalt, hvilket sikrer fuld udnyttelse af råvarerne og mindre behov for fremmedfiller.

#### Fremmedfiller

Der findes flere former for fremmedfiller:

*Flyveaske* – er restproduktet fra afbrænding af kul på kraftvarmeværker og den hyppigst anvendte fremmedfiller. Genanvendelsen af flyveaske gavner miljøet, idet flyveasken dermed ikke skal deponeres.

*Kalk* – er knuste kalksten fra naturlige forekomster. Et alternativ til flyveaske.

*Cement* – bruges som klæbeaktiv filler og forbedrer vedhæftningsevne mellem sten og bitumen.

*Hydratkalk* – er et alternativ til cement og forbedrer som cement vedhæftningen mellem sten og bitumen. Hydratkalk anvendes i dag kun sjældent.

#### Additiver

Additiver forbedrer asfaltens egenskaber på forskellige måder. Mest anvendt er cellulosefibre, som er fibre af cellulose fra gamle aviser o.l. Fibrene tilsættes slidlag med højt indhold af bitumen for at holde på bitumen.



# Del 2

## Asfalttyper



*Et nyudlagt asfaltslidlag*

*Foto: Colourbox.com*

Asfaltlag inddeles i:

- Bærelag
- Bindelag
- Slidlag

Her gennemgås desuden:

- Overfladebehandling
- Remix

For vejledning i valg af asfalttyper henvises til vejreglen Varmblandet asfalt – AAB og den tilhørende vejledning. Her beskrives de typer, som er omfattede af vejreglerne. Det er altid muligt at indhente rådgivning fra de organiserede virksomheder i Asfaltindustrien.



## Bærelag

Et bærelag har til opgave at fordele trykket fra trafikbelastningen, så underbunden ikke overbelastes. Bærelaget skal være i stand til at optage de spændinger, trafikken giver anledning til, uden at revne eller krakelere. Bærelaget er en del af den beskyttelse mod vand, som asfaltlagene yder de underliggende lag.

Bærelag udgøres som regel af asfalttypen grusasfaltbeton (GAB). De forskellige typer af GAB beskrives herunder og kan kombineres og tilpasses forholdene. Derudover findes specialiserede former for bærelag beregnet til særlige formål som landbrug, havne, broer eller parkeringsdæk. GAB er velegnet til anlæg af nye veje og pladser og til forstærkning af eksisterende.

Som hovedregel anvendes grusgravsmaterialer i GAB. Genbrug må anvendes frit under forudsætning af, at materialekravene til bitumen, stenmaterialer og filler overholdes. Tilsætning af genbrugsasfalt i bærelag giver samme eller forbedret kvalitet af materialerne på grund af dets høje indhold af klippegranit.

Vejreglen Varmblandet asfalt – AAB beskriver en række bærelag:

### Grusasfaltbeton II, GAB II

GAB II fremstilles af 0/32 mm uknuste grusgravsmaterialer tilsat hård bitumen (40/60).

GAB II anvendes som nederste bundne bærelag i en tre-lags opbygning på veje med stor trafikbelastning. GAB II kan erstattes af GAB I, og ved behov for meget tykke lag kan man vælge at udlægge i to omgange.

GAB II påføres ABB, GAB 0 eller GAB I inden for et halvt år, og før der åbnes for trafik.

### Grusasfaltbeton I, GAB I

GAB I fremstilles af 0/22 mm grusgravsmaterialer tilsat hård bitumen (40/60 eller 70/100).

GAB I er velegnet som bærelag i såvel to- som tre-lags opbygninger og anvendes således på både stier, let trafikerede veje og motorveje.

GAB I bør påføres ABB, GAB 0 eller slidlag inden for det første kalenderår efter udførelse. Hvis bærelaget skal henligge uden slidlag i mere end et år, anbefales brug af GAB 0 i stedet for GAB I.

### Grusasfaltbeton 0, GAB 0

GAB 0 fremstilles af 0/11 mm eller 0/16 mm delvist knuste grusgravsmaterialer tilsat hård bitumen (40/60 eller 70/100).

GAB 0 er velegnet som bærelag eller bindelag ved mindre trafikbelastninger. Der anbefales påføring af slidlag inden udgangen af andet kalenderår efter udlægning.

### Kombilag, KB

Kombilag (KB) er et bærelag med slidlagsegenskaber, som kan henligge uafdækket i op til fem år og er egnet som underlag for slidlag efter samme retningslinjer som GAB.

Kombilag anvendes som en erstatning for GAB 0 ved ønske om en blødere bitumen og en forlænget levetid før påføring af et egentligt slidlag.

I Kombilag anvendes samme stenmaterialer som til tætgraderede slidlag. Genbrug må ifølge vejreglen Varmblandet asfalt – AAB anvendes i et vist omfang under forudsætning af, at materialekravene til bitumen, stenmaterialer og filler overholdes.

### **Andre bærelagstyper**

---

På broer anvendes bærelag af typen ABM. ABM betyder asfaltbeton (AB) med en modificeret kornstørrelsesfordeling.

Til tung statisk og dynamisk belastning anvendes bærelag af typen GAB-HM, som indeholder specialbitumen, for opnåelse af ekstra gode trykfordelende egenskaber. HM betyder høj modul. Det vil sige, at materialet har et større e-modul (en større stivhed) end andre bærelagstyper.

Inden for landbruget anvendes særlige bærelag med stor tæthed og resistens over for syre fra f.eks. ensilage.

#### *Udlægning af bærelag*



## Bindelag

Bindelaget benævnes asfaltbetonbindelag (ABB) og indbygges mellem bærelag og slidlag, når der er behov for en trelags opbygning, hvilket ofte er tilfældet på arealer med stor trafikbelastning.

ABB anvendes til forebyggelse af sporkøring på veje med høj trafikbelastning (målt som  $\text{Æ}_{10}$ ) og/eller tung kanaliseret trafik. Denne skærverige belægning produceres af knuste stenmaterialer i type 11 og 16.

Vejreglen Varmblandet asfalt – AAB beskriver to bindelag:

### Asfaltbetonbindelag, ABB $\text{Æ}_{10} \leq 500$

Ved  $\text{Æ}_{10}$  (trafikbelastning) mellem 200 og 500 anvendes knuste bakke-, sø- eller granitmaterialer. Som bindemiddel anvendes bitumen 40/60, og der må tilsættes op til 30 procent genbrugsasfalt.

ABB  $\text{Æ}_{10} \leq 500$  er velegnet som bindelag i trelagsopbygninger på ringveje, bygader, pladser og andre arealer med middel trafikbelastning.

ABB  $\text{Æ}_{10} \leq 500$  bør overdækkes med slidlag senest kalenderåret efter udførelse. I henhold til vejreglen Varmblandet asfalt – AAB, anbefales en forsegling af overfladen, hvis belægningen skal overvintre uden slidlag.

### Asfaltbetonbindelag, ABB $\text{Æ}_{10} > 500$

Ved  $\text{Æ}_{10}$  større end 500 anvendes udelukkende knuste granitmaterialer tilsat modificeret bitumen, som sikrer en stabil og sporkøringsresistent belægning. Der må ikke anvendes genbrug i denne type ABB.

ABB,  $\text{Æ}_{10} > 500$  er velegnet til tungt trafikerede arealer, som motorveje, opmarchbåse, lastbilmønstre og lignende.

ABB,  $\text{Æ}_{10} > 500$  bør overdækkes med slidlag senest kalenderåret efter udførelse. I henhold til Vejreglen Varmblandet asfalt – AAB, anbefales en forsegling af overfladen, hvis belægningen skal overvintre uden slidlag.

### Andre bindelagstyper

Til ekstra tung eller statisk belastning anvendes bindelag af typen ABB-HM, som indeholder specialbitumen for opnåelse af ekstra gode trykfordelende egenskaber.

GAB 0 kan anvendes som bindelag på lettere trafikerede veje.

## Slidlag

Slidlaget er det øverste lag af vejen og det lag, der udsættes for direkte trafikbelastning. Slidlaget skal sikre god friktion, jævnhed, profil, stabilitet, lyshed og eventuelt støjreduktion m.v.

Slidlaget udsættes for mange påvirkninger og skal modstå trafikbelastninger, regn, sol, frost, saltning og grusning. Slidlaget skal samtidig beskytte de underliggende lag.

De forskellige slidlag har forskellige primære funktionsegenskaber, og det er derfor nødvendigt at vælge det slidlag, som bedst tilgodeser de funktionsegenskaber, der ønskes på den pågældende strækning.

Det er primært tre forhold, der er afgørende for valget af et slidlag:

- Trafikmængden, herunder den relative andel af tung trafik
- Bæreevnen i de underliggende lag
- De ønskede funktionsegenskaber

Desto større (og tungere) trafikmængde, desto større lagtykkelse og maksimal kornstørrelse bør man vælge. Større maksimal kornstørrelse giver større stabilitet. Større lagtykkelse giver længere holdbarhed.

Slidlag, der indeholder hård bitumen, bidrager til vejens bæreevne og kan derfor være med til at forstærke vejen. De stiller dog større krav til underlaget, idet de er mindre fleksible. Slidlag med blød bitumen (PA) bidrager kun i begrænset omfang til bæreevnen.

Krav til stenmaterialer varierer fra slidlagstype til slidlagstype, og afhængigt af typen må der tilsættes genbrugsasfalt under forudsætning af, at materialekra-

vene til bitumen, stenmaterialer og filler for den enkelte type overholdes. Tilladte mængder angives under hver enkelt slidlagstype.

Slidlag kan fremstilles med specifikke krav til lystekniske egenskaber. Høj lysrefleksion kræver anvendelse af lyse skærver (lyst tilslag).

Vejreglen Varmblandet asfalt – AAB beskriver en række slidlagstyper:

### Asfaltbeton, AB, og pulverasfalt, PA

Det eneste, der adskiller AB og PA er bitumenhårdheden. AB fremstilles i bitumenhårdhederne 40/60, 70/100 og 160/220. PA fremstilles i hårdhederne 250/330 og 330/430. Disse to asfalttyper findes i dels tætgraderet og åbengraderet type.

### Tætgraderede slidlag, AB t og PA t

Type t har en tæt struktur og anvendes på alle typer veje, hvor der er ønske om en finere tekstur f.eks. af hensyn til bløde trafikanter. De fremstilles med maksimale kornstørrelser på 6, 8, 11 eller 16 mm og med alle typer bindemiddel.

Type t kan fremstilles enten med knuste grusgravsmaterialer eller med klippegrenit. I begge tilfælde må der anvendes op til 30 procent genbrugsasfalt.



## Åbengraderede slidlag, AB å og PA å

---

Type å har en grovere tekstur og særlig god friktion. Den åbne overfladestruktur gør, at opsprøjt af regnvand og risikoen for akvaplaning reduceres betydeligt. Åbne typer med lille kornstørrelse virker støjreducerende. Det relativt høje hulrum gør, at der bør klæbes med en større mængde emulsion for at sikre underlaget mod vand.

Type å fremstilles med maksimal kornstørrelser på 6, 8, 11 eller 16 mm og med alle typer bindemiddel. Type å fremstilles med ren klippegranit og må tilsættes op til 15 procent genbrugsasfalt.

De åbengraderede typer er ikke velegnede til rundkørsler og andre arealer med vridende trafik.



## Skærvemastiks, SMA

---

SMA består af et åbent stenskelet, hvor en stor del af hulrummet er fyldt ud med filler og bitumen. Dette gør SMA til et meget holdbart og stabilt slidlag med gode udmattelsesegenskaber. Det store indhold af filler og bitumen sikrer desuden en god tæthed, mens stenskelettet sikrer gode friktionsegenskaber.

SMA fremstilles med maksimal kornstørrelser på 8, 11 eller 16 mm og med 40/60

eller 70/100 standardbitumen eller med modificeret bitumen. De fremstilles med ren klippegranit og må tilsættes op til 15 procent genbrugsasfalt.

Skærvemastiks er velegnet til tung trafik og til vridende, kanaliseret og statisk belastning. Belægningen er optimal til motorveje, rundkørsler, opmarchbåse, svingbaner samt til pladser udsat for stor belastning.



## Tyndlagsbelægning, TBk

---

TBk er en åbengraderet tynd belægning, som kombinerer forseglende egenskaber med gode overfladeegenskaber. TB står for tyndlagsbelægning og k for kombination (af asfalt og emulsion).

Asfaltdelen i TBk udlægges i et netop udsprøjt tykt lag emulsion med en speciel tyndlagsudlægger. Denne specielle kombination giver belægningen den åbengraderede asfalts gode overfladeegenskaber, samt en ekstra forsegling af underlaget.

TBk med lille kornstørrelse virker støjreducerende.

De fremstilles med maksimal kornstørrelser på 6, 8 og 11 mm med alle typer bindemiddel. TBk fremstilles med ren klippegranit og må tilsættes op til 15 procent genbrugsasfalt.



Emulsionen, der anvendes ved fremstilling af TBk-belægninger, er fremstillet på basis af polymermodificeret bitumen.

På grund af den særlige udlægningsmetode og kombinationen af en åbengraderet asfalt og et tykt lag emulsion muliggøres en mindre lagtykkelse end for andre asfalttyper.



TBk kan anvendes på alle veje, hvor det eksisterende underlag er jævnt og har en tilstrækkelig bæreevne. TBk bidrager kun i begrænset omfang til bæreevnen på grund af den meget lille lagtykkelse.

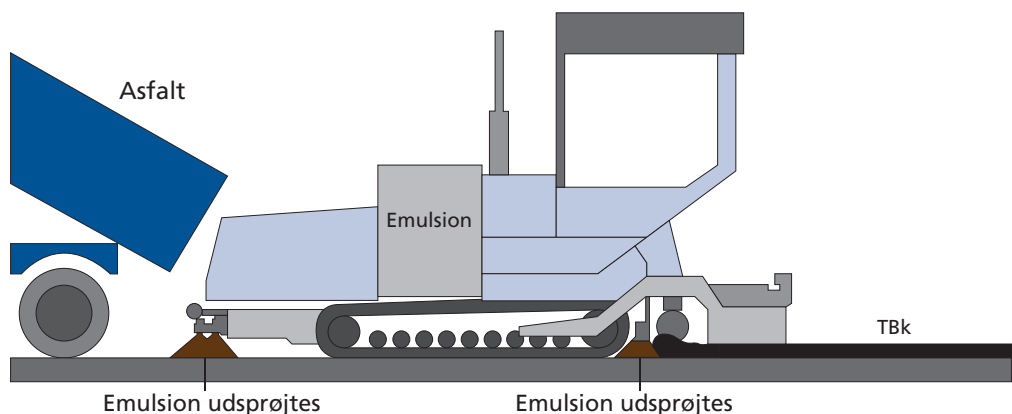
TBk er ikke velegnet til håndudlægning eller i rundkørsler og andre arealer med vridende trafik.

## Støjreducerende slidlag, SRS

Trafikstøj er til stor gene i forbindelse med boliger, institutioner og følsomme naturområder. Den dominerende støjkilde ved hastigheder over 60 km/t stammer fra mødet mellem dæk og vejbane, når det gælder personbiler. Med SRS-asfaltslidlag kan denne støj begrænses. Ved hastigheder under 60 km/t er motorstøjen derimod den dominerende faktor, og her bør derfor vælges en anden metode til at begrænse støjen og et almindeligt slidlag for længere levetid.

Støjreduktion opnås ved at vælge mindre stenstørrelse og højere hulrum end i almindelige asfaltslidlag. Her anvendes slidlag af typerne AB 6å, AB 8å, SMA 6+8, SMA 6+11, SMA 8 eller TB 6k og TB 8k som SRS-slidlag. Det endelige valg af belægning afhænger af en række faktorer, som f.eks. ønsket støjreduktion, trafikintensitet, hastighed, lagtykkelse og holdbarhed.

SRS fremstilles med 40/60 – 160/220 standardbitumen eller med modificeret bitumen. Modificeret bitumen anbefales af hensyn til SRS-typernes reducerede



*En specialudviklet tyndlagsudlægger udlægger varmblandet asfalt direkte ned i emulsion. Emulsionen bobler op og forankrer stenmaterialerne i den åbengraderede asfalt.*

levetid. De fremstilles med ren klippegranit.

I Vejreglen *System for dokumentation af støjreducerende slidlag "SRS"* beskrives asfaltproducentens mulighed for deklarering af et støjreducerende slidlags akustiske egenskaber ved at sammenholde målte værdier med referenceværdier fastsat af den nordiske støjmodel Nord2000.



## **Semifleksible belægninger, SFB**

---

SFB-belægninger er en belægningstype, der kombinerer asfalt og betons gode egenskaber, så belægningen opnår en god fleksibilitet og samtidig en høj bæreevne. Der opnås således en fugefri belægning med stor modstand mod statiske belastninger. Se eventuelt mere i vejreglen Semifleksibel belægning, SFB.

Eftersom hovedbestanddelen i en semifleksibel belægning består af asfalt, er det muligt at udlægge den med samme nøjagtighed, som var det asfalt. Asfalten i SFB skal have en meget høj hulrumsprocent for at sikre nedtrængning af mørtlen.

Semifleksible belægninger udlægges oven på underlag af f.eks. asfalt, cementstabiliseret grus eller beton. Inden udlægning forsegles underlaget med

emulsion. Når asfalten er udlagt og afkølet, udfyldes asfalten med mørtel, og overfladen trækkes af med en gummiskrabber.

Belægningstypen anvendes hovedsagelig på standpladser i lufthavne, til industrigulve og containerpladser samt til buslommer.



## **Andre slidlagstyper**

---

SMA 6 er en skærvemastiktype, der produceres med blødere bindemidler med en maksimal kornstørrelse på 6 mm. Den anvendes fortrinsvis på lettere trafikerede veje, som f.eks. villaveje.

Drænasfalt eller permeabel asfalt er en slidlagstype med et meget stort hulrum, som sikrer vandafledning gennem belægningen. Drænasfalt med lille kornstørrelse har meget gode støjreducerende egenskaber. Levetiden for denne belægningstype er noget kortere end for øvrige slidlagstyper.

## Overfladebehandling

Overfladebehandling, OB, er en særlig form for slidlag, som adskiller sig fra asfaltslidlag ved ikke at være blandet på en asfaltfabrik. Bitumen og sten udlægges i flere arbejds gange og tromles.

OB er et tyndt slidlag med gode forseglende egenskaber og god friktion. Det er et alternativ til et traditionelt slidlag på let og middeltrafikerede veje samt pladser og stier.

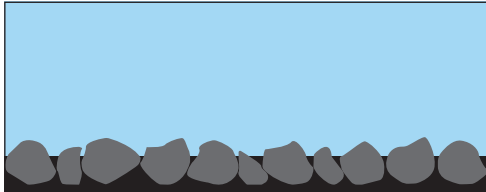
*Vej med nyudlagt overfladebehandling*





### Enkelt overfladebehandling, OB

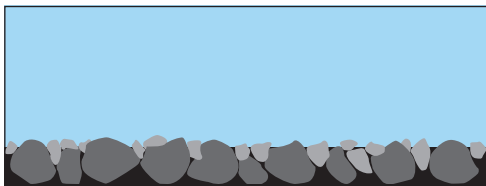
Enkelt OB omtales ofte blot som OB og består af ét lag bindemiddel, som afdækkes med ét lag enskornet stenmateriale i korntørrelse 2/5, 5/8 eller 8/11 mm.



### Halvanden overfladebehandling, 1½ OB

1½ OB består af ét lag bindemiddel, som afdækkes med to stenfraktioner. Der anvendes et grovkornet og et finkornet stenmateriale, enten 8/11 og 5/8 mm eller 5/8 og 2/5 mm.

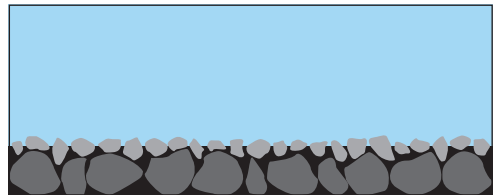
Denne type OB er velegnet på steder, hvor man ønsker en tættere overfladestruktur. Ved at anvende to stenfraktioner opnår man, at de mindre sten kiler sig fast i hulrummene mellem de større, hvilket gør belægningen mere tæt og modstandsdygtig over for vrid.



### Sandwich-overfladebehandling, SOB

SOB består af et lag grovkornet stenmateriale i fraktionen 8/11 eller 5/8 mm, som afdækkes med en større mængde bindemiddel. Derefter udlægges et finkornet stenmateriale i fraktionen 5/8 eller 2/5 mm.

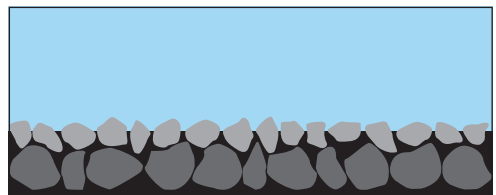
Denne type anvendes på veje med mindre stabil underbund og på veje med mange revner. Som følge af den store mængde bindemiddel er belægningen meget fleksibel.



### Dobbelt overfladebehandling, 2OB

I 2OB består første lag af bindemiddel, som afdækkes med et grovkornet stenmateriale i fraktionen 8/11 eller 5/8 mm. Andet lag består af endnu et bindemiddel og derpå et lag finkornet stenmateriale i fraktionen 5/8 eller 2/5 mm.

Denne type anvendes dels på stier og veje med let trafik uden et bundet bærelag i form af asfalt og dels på veje med mange revner eller krakeleringer. Som følge af den store mængde bindemiddel er belægningen meget fleksibel og har en tættere overfladestruktur end de øvrige typer af OB.



## Remix-metoden

Remix er en metode til at reparere og vedligeholde eksisterende asfaltbelægning med genbrugsmateriale fra den eksisterende belægning. Dette afsnit beskriver de belægningstyper, der opnås ved anvendelse af denne metode.

### Remix

I klassisk remix opvarmes det gamle slidlag, hvorefter det affræses og blandes på stedet med nye materialer. Den nye blanding udlægges, hvorpå der komprimeres.

Den remixede belægning forbedrer vejens funktionsegenskaber og forlænger levetiden.

### Remix plus

Ved Remix plus remixes den gamle belægning og tilsættes eventuelt nyt bindemiddel. Over den remixede belægning udlægges desuden et nyt slidlag i samme arbejdsgang, hvorpå der komprimeres. Denne metode forstærker vejen og skaber større sammenhæng, idet et nyt slidlag tilføjes.

### Remix-bindelag

Remix-bindelag er remix tilsat nyt asfaltmateriale tilpasset det oprindelige materiale. Metoden anvendes, hvor den eksisterende belægning behøver forstærkning eller større resistens mod sporkøring. Den remixede belægning udgør efterfølgende et regulært bindelag, der kan bygges videre på.



## Del 3

# Opbygning og dimensionering af asfalt



Første skridt ved anlæg af en vej er:

- Beskrivelse af underbunden
- Afvanding
- Dimensionering af de enkelte lag

## Opbygning

En belægning opbygges med det mål at virke som en kompakt enhed med tilstrækkelige trykfordelende egenskaber og elasticitet til, at vejen kan optage belastningerne uden at få skader.

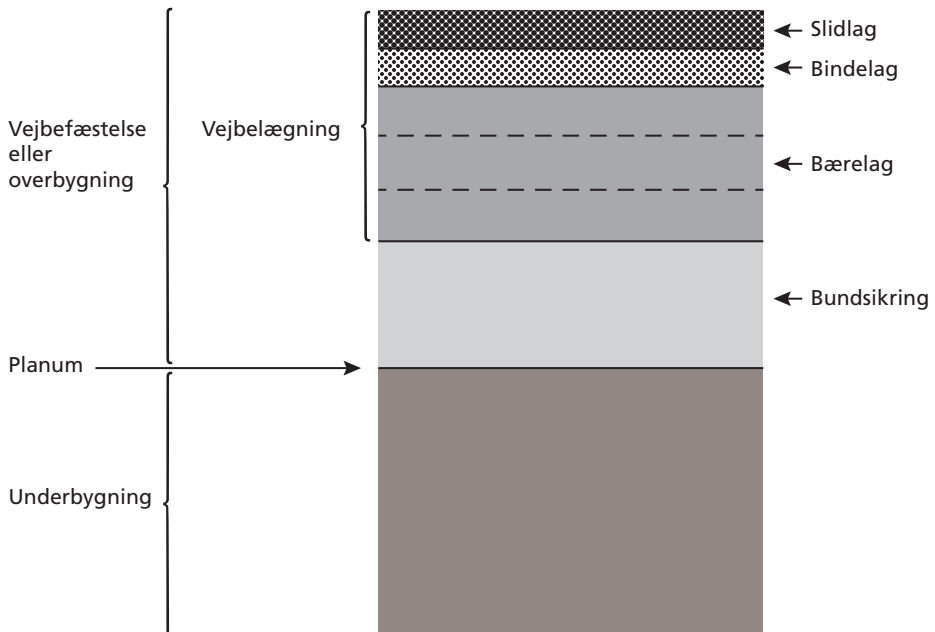
Elasticiteten sikrer, at eventuelle sætninger eller skred i underbunden kan optages. Derfor vurderes eller undersøges underbunden i forbindelse med projekteringen. Under udførelsen kontrolleres kvaliteten af materialerne og de enkelte lag i konstruktionen.

Jordbunds- og vandspejlsforholdene betinger tilsammen en vejbefæstelses fundering og varierer meget inden for landets grænser. Den øverste del af underbunden eller underbygningen kan stabiliseres, hvis bæreevnen er ringe.

## Bundsikring

Nederst mellem underbygning og bærelag lægges et lag bundsikring bestående af frostsikkert materiale. Dette er normalt sand eller grus, men også andre kornede, mineralske materialer kan anvendes.

Bundsikringslagets primære opgave er at forhindre frost- og tøbrudsskader. Det bidrager desuden til vejbefæstelsens bæreevne og virker som fladedræn og filterlag under vejbelægningen. Lagets tykkelse afhænger især af underbundens bæreevne.



*Principopbygning af en vej*  
 Kilde: *Vejbygning, NCC, 2001*

## Stabilt grus

Det nederste bærelag består som oftest af stabilt grus. Dette kaldes det ubundne bærelag. Gruset, hvis egenskaber er defineret i vejreglen Stabilt grus, lægges ud med gummiged eller lignende, hvorefter det komprimeres med tromler og afrettes med en grader.

Inden indbygningen undersøges vandindholdet nøje, så laget kan komprimeres med vandet som 'smøremiddel'. Lagtykkelsen varierer typisk mellem 15 og 25 cm. I vejreglen Stabilt grus findes krav til materiale og komprimering.

## Bærelag

Oven på de ubundne lag (bundsikring og stabilt grus) udlægges to eller flere asfaltlag afhængigt af den nødvendige lagtykkelse, som beregnes ved dimensioneringen. Nederst indbygges et bærelag af typen GAB II, GAB I eller GAB 0. Valg af type, bitumenhårdhed og lagtykkelse afhænger primært af trafikbelastningen.

Bærelagets primære formål er at fordele trykket fra trafikken på laget af stabilt grus, så dette ikke udsættes for større påvirkninger, end det kan holde til. Desuden skal det hindre vand i at trænge ned i det stabile grus.

*Produktion og sortering af grusgravsmateriale.*



## Bindelag

Ved små trafikbelastninger udlægges slidlag direkte på bærelaget. På andre anlæg udlægges et asfaltbindelag af typen GAB 0 eller ABB under slidlaget.

ABB anvendes til tung trafik og har et stort indhold af knuste stenmaterialer, hvilket giver stor resistens i forhold til sporkøring. Som bindemiddel anvendes standardbitumen eller ved ekstra store trafikbelastninger modificeret bitumen, der forbedrer sporkøringsmodstanden.

## Slidlag

Øverst udlægges slidlaget, der tilføjer vejen en række funktionsegenskaber. Disse funktionsegenskaber sikrer holdbarhed, sikkerhed og komfort på vejen.

### Funktionsegenskaber

- Jævnhed og komfort
- Friktion
- Vandafledning

- Slidstyrke
- Tæthed
- Holdbarhed
- Lyshed
- Støjreduktion

Inden udlægning af slidlag skal det beslutes, hvilke funktionsegenskaber der er vigtigst. Optimering af én funktionsegenskab kan svække andre. F.eks. vil en belægning med stor tæthed ofte have dårlige friktions- og støjegenskaber.

Stenstørrelser og bitumentype i slidlag vælges ud fra trafikbelastning og ønskede funktionsegenskaber. På veje med let trafik vælges oftest et slidlag med blødt bindemiddel med stor fleksibilitet, som kan følge bundens bevægelser. Sådanne slidlag indgår ikke i dimensioneringen, idet E-modulet er meget lavt.

På andre vejtyper vælges hårdere bindemidler. Slidlag med hårde eller modificerede bindemidler indgår i dimensioneringsberegningen.



*Udlægning af slidlag*



## Afvanding

At vejen kan komme af med vandet er vigtigt for trafikikkerhed og for asfaltens holdbarhed. Derfor planlægges en profil på vejbanen, som får vandet til at løbe af og (som regel) videre til en rabat eller grøft.

På veje med ringe længdefald er der risiko for stillestående vand på kørebanen, hvilket kan føre til akvaplaning.

Risikoen fjernes eller reduceres ved etablering af en passende stor profil. Profil angives i promille (‰) og er under normale forhold 25 promille, hvilket sikrer afvanding af vejen.

### Vejens afløbssystemer

Formålet med vejens afløbssystem er at sikre, at trafikken kan afvikles under regn, og at begrænse skader fra ophobning af vand i dræn, i bærelag, oven på vejen og på tilstødende arealer.

En såkaldt hydraulisk dimensionering af vejen sikrer, at overflade- og drænvand

kan komme væk. Dette begrænser hyppighed og omfang af skader som følge af opstuvet vand i vejens bærelag og på og omkring vejen. Amerikanske forsøg har vist, at når en vejkonstruktion har stort vandindhold (f.eks. under tøbrud i foråret), forbruger en standard-lastvognspassage fem gange mere af vejens levetid end normalt.

Det er vigtigt, at vandet til enhver tid kan løbe bort fra belægningen og ud i grøft, dræn eller afløb. Vandet kan eventuelt ledes vha. kantsten eller vulst. Hvor der ikke er kantsten, kan det være nødvendigt regelmæssigt at regulere rabattens højde ved afhøvling.

Der bør til stadighed være grus eller et tilsvarende materiale langs kanten. Dette sikrer, at vandet strømmer væk fra kanten. Stabilt grus i niveau med overfladen øger desuden trafikikkerheden og minimerer risikoen for, at trafikken knækker kanten af belægningen.

## Dimensionering

Dimensionering vil sige planlægning af vejbefæstelsens forskellige deles typer og lagtykkelser. Vejreglen *Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægnings* beskriver vejbygning og dimensionering af veje.

Der opereres med tre metoder til dimensionering:

**1. Katalogmetoden** – befæstelsen fastlægges ud fra et trykt katalog. Denne metode anvendes kun på mindre anlæg og kun for trafikklasserne T0 til T5.

**2. Analytisk-empirisk dimensionering** – befæstelsen dimensioneres på grundlag af prædefinerede eller brugervalgte trafik- og materialeparametre. Dette foregår i praksis vha. Vejdirektoratets program MMOPP.

**3. Dimensionering ved simulation** – befæstelsen dimensioneres på grundlag af forsøg med simulerede nedbrydningsforløb med det mål at sikre overholdelse af standardiserede eller brugervalgte krav til holdbarhed og pålidelighed.



Metodikken i metode 3 er endnu ikke så udviklet, at den kan betragtes som mere korrekt end metode 2. Derfor bør resultater af metode 3 indtil videre kun betragtes som retningsgivende.

Dimensioneringsmetoderne fastlægger tykkelsen af belægningerne for et givent vejprojekt, differentieret ud fra en række forhold. Ved det endelige valg af lagtykkelser skal der desuden tages hensyn til arbejdets praktiske gennemførelse samt de udførelsestolerancer, der beskrives i udbudsmaterialet.

Dimensionering forudsætter fastlæggelse af dimensioneringstrafik, samt at underbunden og de planlagte lags materialeegenskaber er kendt eller antaget. Det er en forudsætning, at god anlægsteknisk praksis følges, og at der ikke afviges mere fra lagtykkelsernes dimensionering, end udbudsforskrifterne tillader.

## Dimensionering med MMOPP

Den analytisk-empiriske dimensionering foretages med Vejdirektoratets dimensioneringsprogram MMOPP. Programmet fodres med en række oplysninger og udregner derefter tykkelser for belægningens forskellige lag. Der er brug for at kende:

- Underbundens elasticitetsmodul
- Den årlige trafikbelastning,  $\mathcal{A}_{10}$
- Den forventede årlige trafikstigning
- Trafikkens hastighed
- Dimensioneringsperiode
- Materialeønsker

### Underbundens elasticitetsmodul (E-modulet)

Underbundens elasticitetsmodul (E-modulet) beskriver dennes stivhed og måles eller skønnes ud fra analyser af materialet. Under planlægningen kan underbundens bæreevne skønnes ud fra analyser af prøver.

Efter afrømning af muld og udførelse af nødvendigt jordarbejde kan materialets bæreevne kontrolleres med mini-faldlod. Er materialets bæreevne meget dårlig, kan det stabiliseres gennem nedfræsning af kalk eller hydratkalk.

### Trafikbelastning ( $\mathcal{A}_{10}$ )

$\mathcal{A}_{10}$  er et tal, der fortæller om den belastning, en kørebane udsættes for af trafikken. Belastningen fra de enkelte typer af køretøjer omregnes til enheden ækvivalente 10-ton aksler, som forkortes  $\mathcal{A}_{10}$ .

Vejdirektoratet har gennem systematiske registreringer af akseltryk for forskellige køretøjer på en række målesteder i landet opgjort  $\mathcal{A}_{10}$  for en række køretøjer. De offentliggør og opdaterer løbende tabeller efter art af køretøj. Der skelnes mellem otte trafikklasser. Find tabellerne på [www.vd.dk](http://www.vd.dk)

Sommetider er kun årsdøgnstrafikken (ÅDT) kendt. ÅDT beskriver antallet af køretøjer per døgn opgjort som gennemsnit for hele året.

### Den forventede årlige trafikstigning

Ofte vil en ny vej blive brugt mere, efterhånden som trafikanterne ser fordelene ved den, eller efterhånden som den generelle trafikmængde stiger. Den forventede årlige trafikstigning kan være så stor, at det har betydning for dimensioneringen, og den skal derfor medregnes.

## Trafikkens hastighed

Ved en reduktion af kørselshastigheden til under 60 km/t vil asfaltens viskoelastiske karakter medføre en reduktion af E-modulet. MMOPP-programmet korregerer automatisk for dette.

## Dimensioneringsperiode

Vejen skal kunne holde til trafik i hele dimensioneringsperioden, som typisk er 20 år.

## Materialeønsker til de forskellige lag

- Der kan vælges forskellige materialetyper til såvel ubundne som bundne lag. Disse valg er styret af:
- Underbundens beskaffenhed
- Trafikbelastningen
- Tilgængeligheden af grusmaterialer
- Ønske om optimering af funktionsgenskaber i slidlaget
- Forventet levetid på slidlaget

MMOPP-programmet indeholder tabeller med forskellige materials E-modul, og disse tabeller er gengivet i dimensioneringshåndbogen, som findes i vejreglen *Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger*.

## Forstærkningslag

MMOPP-programmet er også i stand til at udregne den nødvendige tykkelse af et eventuelt forstærkningslag, som skal udlægges på svage eller udtjente underlag. Her vil der oftest være behov for at måle den eksisterende belægnings bæreevne, og til dette formål anvendes en faldlodsmåler.

Med faldlodsmåleren indsamles data, der anvendes til at beregne bæreevnen. Måleprincippet består i, at et lod falder fra en defineret højde og overfører sin faldkraft til et dæmpet fjedersystem på en belastningsplade, der er placeret på belægningen. Denne kraft simulerer belastningen fra en bil, som kører over belægningen, hvorved der sker en nedbøjning i belægningsopbygningen. Nedbøjningen omregnes til en E-værdi, der kan anvendes i dimensioneringsprogrammet.

*Faldlod til måling af bæreevne  
Foto: Sweco Danmark A/S,  
Pavement Consultants*



## Angivelse af lagtykkelse

Tykkelsen på de enkelte asfaltlag har stor indflydelse på kvaliteten af den færdige belægning, og dimensioneringsfasen giver kun et første bud på, hvor tykke lagene skal være. Disse bud er teoretisk beregnede, og det kan være nødvendigt at justere for at sikre, at tykkelsen på lagene ikke ender med at være utilstrækkelig.

Det er derfor vigtigt inden udbud at overveje følgende punkter, som alle kan give anledning til behov for tykkere lag end først beregnet:

### Udførelsestolerancer

Hverken de ubundne lag eller asfalten kan udlægges uden en vis udførelsestolerance eller margin. Både udførelsestolerancer og ujævnheder i underlaget kan føre til, at de planlagte lag ender med at være for tynde. Det er årsagen til, at Vejdirektoratet i sine anlægsprojekter altid lægger 20 mm til den tykkelse på det nederste GAB-lag, som dimensioneringsprogrammet MMOPP er nået frem til.

### Arbejdets praktiske gennemførelse

Tykkelserne af de enkelte lag skal tage højde for de fysiske forhold i det område, hvor asfalten skal lægges ud, og for de maskiner, asfalten skal udlægges med. Vær desuden opmærksom på, at minimumslagtykkelser forudsætter et jævnt underlag, samt at vejret er gunstigt under udlægningen.

### Maksimal kornstørrelse

De største sten i stenmaterialet (maksimal kornstørrelsen) er med til at begrænse, hvor tyndt et asfaltlag kan være (minimumslagtykkelsen). Det er nødvendigt med lagtykkelser, der er 2,5-4 gange den maksimale kornstørrelse i asfalten.

Dette sikrer, at udlæggerens strygejern ikke trækker de store sten med og giver rivninger i belægningen. De anbefalede lagtykkelser for de enkelte asfalttyper er beskrevet i vejreglen *Varmblandet asfalt – vejl*. Disse anbefalede lagtykkelser tager desuden højde for trafikforhold.

### Omregning til kg/m<sup>2</sup>

Dimensionerings-lagtykkelsen beskrives i cm, mens asfalt afregnes i kg/m<sup>2</sup>. Der er derfor brug for en omregning fra cm til kg/m<sup>2</sup>. Det tilrådes at udføre denne omregning inden udbud, idet angivelse af begge mål i udbudsmaterialet let fører til uklarhed.

Hvor tykt et lag (målt i cm) en given mængde asfalt udlagt i kg/m<sup>2</sup> ender med at blive, afhænger af flere faktorer. Densiteten af det aktuelle asfalmateriale, underlagets struktur og variation samt underbundens og asfaltens komprimering spiller ind.

Vejreglen *Varmblandet asfalt – vejl* angiver omregning ved almindeligt forekommende stenmaterialer. Vær opmærksom på, at der er stor forskel på stenmaterialer.

### Særligt om OB

OB bidrager ikke til bæreevnen og kan derfor ikke udbydes efter lagtykkelse. Lagtykkelsen af OB svarer til den anvendte stenstørrelse og afhænger af opbygning.

## Del 4

# Produktion og udlægning af asfalt



*Asfaltfabrik*

Del 4 beskriver produktion, transport og udlægning af asfalt.



## Produktion

Størstedelen af den asfalt, der udlægges i Danmark, er varmblendet og produceres ved temperaturer mellem 120 og 180 °C. Asfalt produceres som regel på stationære blandedanlæg (asfaltfabrikker) som består af fem dele:

- Råvaresektion
- Tørresektion
- Filterenhed
- Sigte- og blandesektion
- Færdigvaresektion

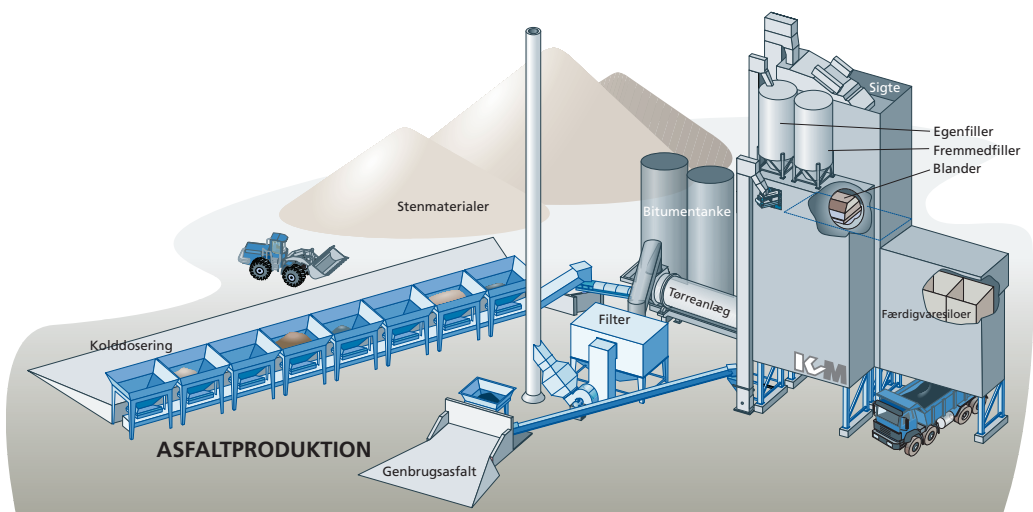
Hele produktionsprocessen er computerstyret. Computeren indeholder alle fabrikkens recepter, og operatøren vælger fra dette kartotek den ønskede recept. Herefter styrer og overvåger computeren hele processen, mens operatøren sikrer, at der reageres korrekt på eventuelle alarmer fra anlægget.

### Råvaresektion

Råvaresektionen består af et antal fødekasser eller siloer, hvorfra de forskellige råvarer til et givet asfaltmateriale doseres. Stenmaterialerne fyldes i fødekasser, og et gummibånd under kassen fører stenmaterialerne til et langsgående gummitransportbånd, der afleverer dem i en kopelevator (stålkopper på jernkæder) eller til en gummibåndstransportør, som fører dem op til tørretromlens indgang.

Fødekasser er kalibrerede til de enkelte råvarer, så den ønskede mængde af hver råvare kommer ud af kasserne ved hjælp af hastighedsregulering på gummibåndet under kassen. På denne måde sikres korrekt forhold mellem de enkelte råvarer ud fra den valgte recept.

### Produktion af asfalt, principskitse



Kilde: KVM og Løwener

## Tørresektion

---

Denne sektion består af en tørretromle i form af en stålcylander. I enden sidder en brænder, der genererer varme til opvarmning og tørring af stenmaterialet. På cylinderens indvendige side sidder skovlblade, der ved rotation løfter stenene og lader dem falde jævnt fordelt gennem en varm luftstrøm. Samtidig vandrer materialerne langsomt fremad, idet tromlen hælder let.

## Filterenhed

---

Vanddampe og røggasser suges ud af tørretromlens kolde ende. Den udsugede luft indeholder store mængder støv, som opsamles i meget store filterposer, der er fremstillet af kunststof og i stand til at tilbageholde selv meget fint støv.

Med regelmæssige mellemrum renses støvposerne for støv ved, at der blæses luft gennem dem i modsat retning. Det løsnede støv føres til en silo og anvendes derfra som egenfiller.

## Sigte- og blandesektion

---

Fra tørretromlen føres de varme og tørrede stenmaterialer med kopelevator op til toppen af blandesektionen. På de fleste asfaltværker er her anbragt en sigtesektion, som sigter og adskiller stenmaterialerne i fraktioner og samler dem i varmsiloer. Herfra afvejes og doseres stenmaterialer efter den pågældende recept og lukkes ned i blandekarret. Den nødvendige mængde filler afvejes fra siloer eller filteranlæg og tilføres karret.

Bitumen opbevares i store, velisolerede tanke, der normalt holdes opvarmede til konstant temperatur i hele asfaltsæsonen. Bindemiddelmængden afmåles eller afvejes og kommes i blanderen, der sørger for, at alle enkeltkorn omhylles af bindemiddel. Blandetiden skal sikre et homogent materiale.

Der blandes typisk 2000–4000 kg ad gangen, og kapaciteten vil afhænge af asfalttype samt af behovet for produktions skift mellem forskellige typer.

Den beskrevne produktionsproces gælder såkaldte batchanlæg, som i modsætning til kontinuerlige anlæg blander afmålte portioner asfalt. Hovedparten af anlæggene i Danmark er batchanlæg. De muliggør de hurtige receptskift, der er behov for i Danmark.

I kontinuerlige anlæg doseres bitumen, fillere og andre additiver kontinuert på basis af registreringer fra et vejebånd placeret umiddelbart inden materialernes indløb i tørretromlen. Den sidste del af tørretromlen fungerer som blander. Der kan dog være monteret en efterblander.

## Færdigvaresektion

---

Den producerede asfalt transporteres via en opræksbane til færdigvaresektionen, som består af et antal isolerede siloer, hvori de producerede asfaltmaterialer opbevares, indtil de afhentes. Det er vigtigt, at tiden fra produktion til udlægning ikke bliver så lang, at den varme asfalt hærder ud over det acceptable. Acceptabel lagringstid i færdigvaresiloen varierer fra produkt til produkt.



## Transport

Der er sket en stor udvikling inden for transport de sidste år. Blandt andet transporteres den varme asfalt i dag til udlægningsstedet afdækket på velisoleerede lastbiler. Det kan være med traditionelle ladvogne, med rundbundede lad eller med båndbiler.

Det vigtigste er, at ladet er rensset, så asfalten ikke forurenes eller afblandes væsentligt, samt at temperaturen i materialet kan holdes oppe, så det kan udlægges og komprimeres konditionsmæssigt. Dette sikres af tilstrækkeligt isolerede biler, som ankommer i en rytme, der er afpasset udlægningshastigheden.

*Læsning af asfalt fra rundbundet bil til udlægger*

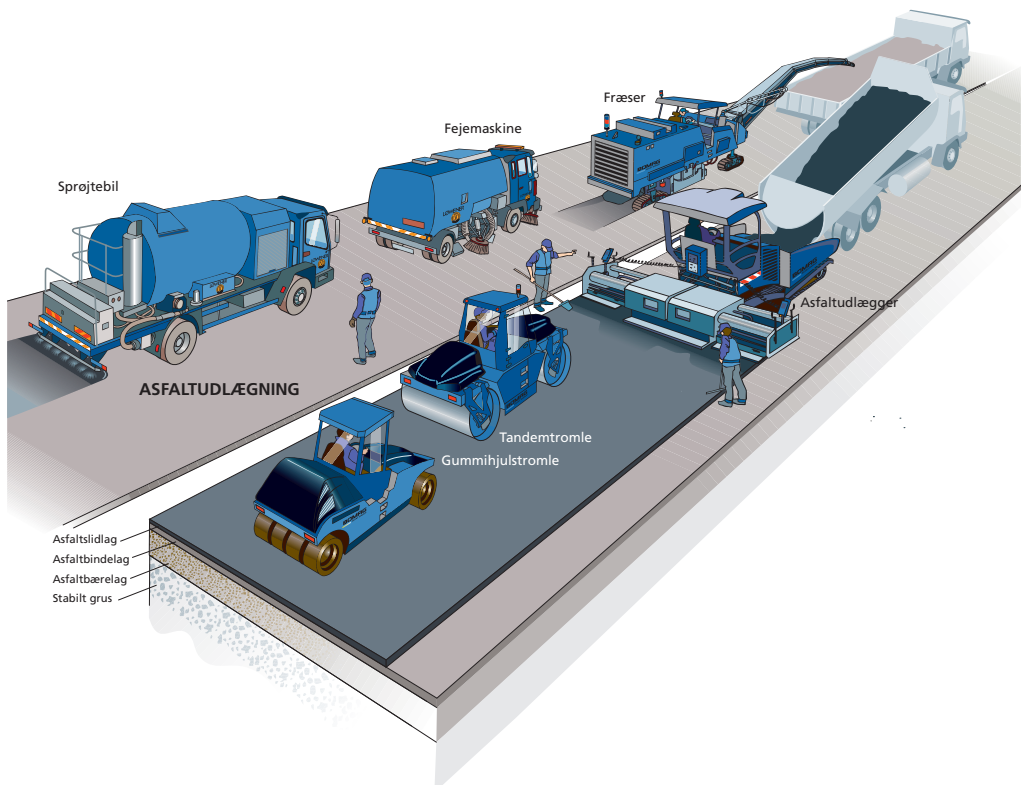


## Udlægning

Udlægning foregår normalt maskinelt, hvilket giver det bedste og mest ensartede resultat. Kun ved små arealer eller ved lapning eller opretning bør arbejdet udføres manuelt. Udlægningen af asfalt består af en række processer:

1. Fræsning
2. Fejning
3. Udsprøjtning af klæbemiddel
4. Udlægning af asfalt
5. Komprimering

*Udlægning af asfalt, principskitse*



Kilde: KVM og Løwener

## Fræsning

---

Inden udlægning af asfalt på eksisterende vej er der som oftest behov for at fræse overfladen af den eksisterende asfalt. Behovet kan variere fra en enkelt tilslutningsfræsning til en fuldstændig affræsning af et gammelt asfaltlag.

Hvis den eksisterende belægning er egnet som underlag for et nyt asfaltlag, rækker det med en fræsning på tværs af vejen på steder, hvor den nye belægning starter eller slutter. På denne måde kan det nye lag udlægges i fuld tykkelse ind mod den eksisterende belægning. Denne fremgangsmåde kan også anvendes i forbindelse med dagsstop.

Ved udlægning af ny asfalt oven på gammel skal den gamle belægning kontrolleres grundigt for skader i form af revner, krakeleringer og åbne partier. Skadede arealer og dårlig belægning skal bortfræses, da der ellers hurtigt kan opstå skader på den nye belægning. Derefter skal der fyldes ny asfalt i de fordybninger eller fræsebassiner, som er opstået.

Er vejen sporkørt, kan det være nødvendigt med en affræsning af eventuelle vulster. Vulster er asfalt, som trafikken har presset op i pølser langs køresporerne. Det kan også være en løsning at foretage en planfræsning for at få en korrekt tværprofil på vejen. Alternativt kan der foretages en profilopretning med en asfaltudlægger.

Nogle gamle slidlag er så hærdede eller udvaskede, at de ikke kan danne underlag for et nyt asfaltlag. Her er det nødvendigt at fræse hele det gamle slidlag væk. Efter fræsningen inspiceres bærelag eller bindelag for skader. Det kan være nødvendigt også at udskifte mindre eller større dele af dette.

## Fræsemetoder

*Fladefræsning* – bortfræsning af et enkelt lag i en belægning, ofte i belægningens fulde bredde eller i en større sammenhængende del af bredden til en specificeret dybde, med tvær- og længdefald tilpasset eksisterende belægning.

*Kantfræsning* – fræsning langs kanten af en belægning forud for tilslutning af ny belægning mod den eksisterende. Bredden på fræsningen er typisk 10-15 cm, og dybden tilpasses de lokale forhold.

*Fortandingsfræsning* – en serie af flere kantfræsninger med varierende bredde og dybde.

*Planfræsning* – bortfræsning af vulster og ujævnheder, så vejen får den ønskede jævnhed og profil. Foretages sædvanligvis over et større område og både på langs og tværs af vejen.

*Tilslutningsfræsning* – fræsning med henblik på at slutte ny belægning til eksisterende. Fræsedybden er ved tilslutningen samme tykkelse som den nye belægning og herfra jævnes ud til den eksisterende belægnings niveau.

*Bassinfræsning* – fræsning af et afgrænset areal eller bassin. Fræsebredden udgør kun en del af belægningens bredde, og fræsedybden udgør kun en del af den samlede belægnings tykkelse.

For yderligere information om fræsemetoder se vejreglen Asfaltarbejder, Vejledning til supplerende AAB.

## Fejning

---

Umiddelbart inden udlægning af asfalt foretages en grundig fejning af underlaget. Det er vigtigt at fjerne sand og snavs fra riller efter fræsning, så det ikke

ødelægger vedhæftningen mellem lagene. Har der været jordkørsel på vejen, kan det være nødvendigt at højtryksspule overfladen med vand.

## Udsprøjtning af klæbemiddel

Når vejen er fejjet, udsprøjtes et klæbemiddel, som skal klæbe den nye asfalt til den gamle overflade. Klæbemidlet er oftest en 50-procents bitumenemulsion, baseret på standardbitumen eller polymermodificeret bitumen. Emulsionen består af 50 procent bitumen og 50 procent vand. Udsprøjtningen foretages maskinelt med kalibreret udsprøjtningssystem.

Det er vigtigt, at den ønskede klæbemængde udsprøjtes i et ensartet lag i både tværetning og længderetning. Mængden afhænger af underlagets struktur og typen af asfalt, der efterfølgende skal udlægges. For lille mængde giver risiko for klæbesvigt, hvilket kan føre til manglende bærevne og dermed revner, krakeleringer eller slaghuller. For stor mængde giver risiko for gen-nemsvedning og instabilitet i det nye asfaltlag.

Efter udsprøjtningen vil bitumen løbe sammen og danne en sammenhængende bitumenfilm på underlaget, inden udlægningen påbegyndes. Man siger, at emulsionen bryder. Tiden for brydningen afhænger primært af temperatur, solindstråling og luftfugtighed, og det kan være nødvendigt at starte på udlægningen, inden emulsionen er brudt.

## Udlægning af asfalt

Det bedste resultat opnås med en asfaltudlægger. Håndudlægning giver som regel en mindre ensartet overfladestruktur. Det er dog næsten altid nødvendigt at håndudlægge større eller mindre arealer, som det ikke er muligt at komme til med en asfaltudlægger, eller hvor anvendelse af en udlægger ville føre til et unødigt stort spild af asfalt.

Asfaltudlæggere fås i forskellige størrelse, som passer til forskellige opgaver. På mindre stier anvendes helt små udlæggere, mens asfaltarbejderne på veje og pladser anvender større materiel. Der findes desuden meget store maskiner, som på motorveje kan udlægge flere baner på én gang. En udlægger består af tre dele:



*Fejning af fræset overflade*

- En traktorenhed, som sikrer fremdrift og energi til de forskellige komponenter
- En silo til asfalt (et trug)
- En udlægningsenhed, som sidder bag på maskinen (strygejern eller bagkrop)

Lastbilerne afleverer asfalten i udlæggerens trug, enten ved at tippe asfalten ned i truget eller ved hjælp af bånd eller grab. I bunden sidder et indtræksbånd, som transporterer asfalten hen til strygejernet. Dette er forsynet med et sæt stampere, som sammen med en vibrator på strygejernet giver en plan og jævn overflade.

Udlægningsenheden kan skydes ud og ind, så udlægningsbredden tilpasses udlægningsbanen. Den er desuden forsynet med følere, som styrer højden på strygejernet. På denne måde fås den ønskede tykkelse og bredde på asfalten.

Strygejernet kan låses i en vinkel, så vejen får en tværprofil, der sikrer

afvanding til den ene side. Det kan også knækkes, så vejen får tagprofil og vandafledning til begge sider. Under udlægningen overvåger asfaltarbejdere konstant strygejernets bredde, så det følger banens forløb. Hastigheden skal være så konstant som mulig og passe til tilførslen af materialer og tromlernes kapacitet.

## Komprimering

For at opnå en langtidsholdbar belægning er det meget vigtigt, at materialet er komprimeret til et ønsket niveau. Det indbyggede hulrum i den færdige belægning skal ligeledes ligge inden for et snævert interval, bestemt af det aktuelle materiale. Bliver materialet komprimeret for lidt, øges risikoen for langtids-hærdning af bindemidlet og nedbrud af vedhæftningen mellem bitumen og sten.

Udlæggerens strygejern komprimerer asfalten til et vist niveau, men det er altid nødvendigt at komprimere yderligere. Der findes fire typer af tromler:



*Aflæsning af asfalt i udlægger*



- Gummihjulstromle
- Tandentromle med vibration eller oscillation
- Kombitromle
- Statisk tromle

**Gummihjulstromler** – har et antal hjul på begge aksler, som er placeret forskudt i forhold til hinanden, så tromlen påvirker asfalten i hele tromlens bredde, hver gang den kører over et givent tværsnit. Gummihjulstromler masserer asfalten og har en god dybdevirkning på tykke lag. Gummihjulene masserer samtidig bitumen op i overfladen på belægningen, hvilket giver en tættere overflade. Omvendt bidrager de kun lidt til komprimeringen af tynde slidlag.

**Tandentromler med vibration eller oscillation** – har glatte valser på begge aksler. I valserne sidder et system af

excentrisk placerede vægklodser, som giver en lodret (vibration) eller vandret (oscillation) bevægelse på valserne. Denne bevægelse virker godt i dybden og sætter materialet i bevægelse, så også asfalt med store mængder af knust stenmateriale bliver presset sammen, og det indbyggede hulrum når ned på det ønskede niveau.

**Kombitromler** – har gummihjul på den ene valse og en glat tromle på den anden. Den glatte del kan vibrere eller oscillere. Gummihjulene kan give overfladen den ønskede finish. Dermed er det på en del mindre job tilstrækkeligt med kun en enkelt kombitromle.

**Statiske tromler** – komprimerer ved hjælp af et meget stort statisk tryk. De er gode på tynde belægninger og til afsluttende fjernelse af eventuelle striber efter andre tromlers valser.

*Komprimering af asfalt med tromle*





Tromler skal køre i et fastlagt mønster bl.a. bestemt af faldforholdene på stedet. Dermed sikres, at vandet løber væk fra vejen eller til nedløbsbrøndene, og en ensartet komprimering af hele overfladen.

## **Overfladebehandling – udlægning**

Udlægning af overfladebehandling (OB) foregår maskinelt, hvilket giver det bedste og mest ensartede resultat. Kun ved små arealer eller ved lapning udføres arbejdet manuelt. Processen indeholder følgende elementer:

Opretning af underlaget og demarke-  
ring af afmærkning, hvis det er nødven-  
digt

1. Fejning
2. Udsprøjtning af bindemiddel
3. Udlægning af stenmaterialer
4. Komprimering
5. Fejning eller sugning

### **Opretning af underlag**

Inden udlægning af OB skal det sikres, at underlaget er lige så jævnt som beskrevet eller ønsket. Overfladebehandling følger det eksisterende underlag, som forud for udlægning kan oprettes manuelt eller maskinelt. Eventuelle vejmarkeringer (hvide striber) skal demar-  
keres (fjernes) med en finvalset fræser.

### **Fejning**

Derpå foretages en grundig fejning af underlaget. Det er vigtigt for optimal vedhæftning mellem bindemiddel og underlag at fjerne sand, jord og snavs.

### **Udsprøjtning af bindemiddel**

Når vejen er rengjort, udsprøjtes bin-  
demidlet på det eksisterende underlag. Udsprøjtningen foretages maskinelt med kalibreret udstyr.

Det er vigtigt, at den ønskede bitumen-  
mængde udsprøjtes i et ensartet lag i både tvær- og længderetning. Mængden afhænger af underlagets struktur, trafikmængden, stenstørrelsen og om-  
givelserne. For lille mængde giver risiko for stentab, og for stor mængde giver risiko for gennemsvedninger.

Bitumenudlæggere fås i forskellige størrelser, som passer til forskellige op-  
gaver. På mindre stier anvendes helt små bitumenudlæggere, mens OB-arbejderne på veje og pladser anvender større materiel. En bitumenudlægger er et specielt konstrueret køretøj bestående af en bitumentank, der er monteret på en lastbil. Bagpå sidder en sprøjtebom med dyser, der kan lukkes og åbnes efter behov.

Håndudlægning er nødvendig på area-  
ler, hvor det ikke er muligt at komme til med en udlægger.

### **Udlægning af stenmaterialer**

Dette foregår med en stenspreder på-  
monteret en lastbil eller på mindre op-  
gaver med en selvkørende stenspreder. Stensprederne er kalibrerede, hvilket sikrer den rette dosering af stenmateri-  
aler.

### **Komprimering**

For at opnå en langtidsholdbar belæg-  
ning er det vigtigt, at overfladebehand-  
lingen bliver komprimeret med fire-fem overkørsler. Til overfladebehandling anvendes gummihjulstromle eller kom-  
bitromle.

### Fejning eller sugning

Efter overfladebehandling vil der forekomme løse sten, som kan fjernes efter behov. Vedhæftning af stenene sker efter få timer til et par dage, afhængigt af valg af bindemiddel, vejret og den efterfølgende trafik. Fejning eller sugning af overskydende sten sker iht. kundens anvisning, f.eks. i udbudsbetingelserne.

### Remix - udlægning

Ved klassisk remix opvarmes den eksisterende belægning i en dybde af 6-7 cm, hvorefter de øverste 3-4 cm asfalt svarende til 80 kg/m<sup>2</sup> rives af.

Det nye lag består af det affræsedede materiale blandet med nyt materiale. Det nye materiale udgør typisk 10-40 kg/m<sup>2</sup>, og belægningen bliver i alt typisk 90-130 kg/m<sup>2</sup>.

På grund af varmen i belægningen vil temperaturen være så høj, at det er unødvendigt med klæbning mellem det remixede materiale og underlaget. Remix udføres i en bredde mellem 3,0-4,5 m. Materialerne blandes, udlægges og komprimeres.

### Remix plus

Her tilsættes ikke nyt materiale, men eventuelt ekstra bindemiddel til det remixede materiale. Derudover udlægges i samme arbejdsgang som minimum 30 kg/m<sup>2</sup> som nyt ekstra slidlag.

### Remix-bindelag

Her tilsættes 20-80 kg/m<sup>2</sup> nyt materiale i stedet for 10-40 kg/m<sup>2</sup> som ved almindelig remix.

*Udsprøjtning af bindemiddel til overfladebehandling*





## Del 5

# Udbuds- og entrepriseformer



*Affræset belægning, klar til nyt slidlag*

Del 5 beskriver:

- De danske vejregler
- Rammerne for udbud
- De mest anvendte kontrakt- og entrepriseformer

## Vejregler

Vejreglerne er den overordnede betegnelse for en omfattende samling af publikationer, der har til formål at støtte hele den danske vejsektor i arbejdet med at planlægge, projektere, udbyde, anlægge og vedligeholde veje. Vejreglerne dækker også udbudsforskrifterne, der består af en række paradigmer og vejledninger til brug i forbindelse med udbud inden for vejområdet.

Vejreglerne medvirker til at sikre, at det danske vejnet er fremkommeligt, tilgængeligt og trafiksikkert med fokus på miljø, klima og bæredygtighed.

Dygtige fagfolk og eksperter fra hele vejsektoren står bag udarbejdelsen af Vejreglerne, som bliver til i en række

vejregelgrupper, der er sammensat med henblik på at varetage hvert deres område. Det brede samarbejde sikrer opbakning fra hele vejsektoren og dens hovedinteressenter.

Dette samarbejde danner samtidig grobund for udvikling og deling af know-how i branchen. Når udbudsforskrifterne anvendes, sikres bygherre og entreprenør smidige udbudsprocesser og begrænset risiko for indbyrdes konflikter.

Inden en vejregel offentliggøres, præsenteres den for Vejreglerrådet, som er vejregelorganisationens øverste faglige organ. Find de opdaterede vejregler her: <http://vejregler.lovportaler.dk>

## Det offentliges udbud

For det offentliges udbud af asfaltarbejder gælder udbudsreglerne herunder udbudsloven, tilbudsloven, forsyningsvirksomhedsdirektivet, og koncessionsdirektivet, som er de regler, der finder anvendelse for udbud på bygge- og anlægsområdet i Danmark. Tilbudsloven gælder for indkøb af bygge- og anlægsarbejder under tærskelværdien for EU-udbud.

Efter tilbudsloven er ordregivere som udgangspunkt forpligtede til at afholde licitation for opgaver med en samlet værdi på mere end 3 mio. kr. Disse udbud har betydelige lighedspunkter med udbud efter udbudsloven.

For opgaver med en værdi under 3 mio. kr. og i visse øvrige tilfælde kan ordregiver vælge i stedet at indhente underhåndsbud, som er en mere simpel ud-

budsform. Der kan som udgangspunkt kun indhentes tre underhåndsbud. Dog kan et fjerde bud indhentes uden for lokalområdet.

Hvis kontraktværdien overstiger 300.000 kr., skal ordregiver indhente mindst to underhåndsbud. Kontrakter til en værdi på mindre end 300.000 kr. er ikke omfattede af procedurereglerne i tilbudsloven, men kontrakten skal afspejle markedsvilkår, selvom der ikke er egentlige udbudsprocedureregler for indkøbet.

Udbudsreglerne og Konkurrence- og Forbrugerstyrelsens vejledninger kan findes på styrelsens hjemmeside: [www.kfst.dk](http://www.kfst.dk)

I samlingen af vejregler indgår vejreglen Håndtering af udbud, der både omhandler udbud efter EU's Udbudsdirektiv, Udbudsloven og Tilbudsloven.

## Kontrakt- og entrepriseformer

De almindeligste kontraktformer ved forskellige opgaver, hvor asfaltarbejde indgår i større eller mindre omfang, er beskrevet nedenfor.

### Fagentrepriser

I denne mest enkle kontraktform, udarbejder bygherren eller bygherrens rådgivere et fuldt færdigt projekt, som udbydes fagopdelt. Udførelsen af arbejdet deles således mellem flere entreprenører, der har ansvar for hver deres område.

### Hovedentrepriser

Også her udarbejder bygherrens rådgivere et fuldt færdigt projekt, men en enkelt entreprenør har det overordnede ansvar for alt arbejdet. Hovedentreprenøren kan anvende underentreprenører til en del af opgaverne.

### Totalentreprise

Ved en totalentreprise er totalentreprenøren både ansvarlig for alt arbejdet og for den væsentligste del af projekteringen. Totalentreprenøren kan anvende underentreprenører til en del af opgaverne og eksterne rådgivere til projekteringen.

### Rammeaftaler

Ved en rammeaftale forstås en løbende aftale indgået mellem bygherre og entreprenør. Formålet med en rammeaftale er at fastsætte vilkårene for indkøb i en given periode, typisk fire år. Rammeaftaler anvendes typisk ved gentagne og ensartede ydelser f.eks. asfalt (forskellige typer og mængder) OB, kørebane-afmærkning og tillægsydelser.

### Partnering

Typisk vil en partnering-kontrakt have samme indhold som en rammeaftale suppleret med en samarbejdsaftale baseret på dialog og åbenhed. Kontrakten løber typisk over fire år og er egnet til opgaver, der involverer elementer af udvikling. Bygherre og entreprenør etablerer fælles mål og samarbejder tæt.

### Funktionskontrakt

Entreprenøren har ansvaret for vedligeholdelse af vejnettet til et af bygherren fastsat kvalitetsniveau. Funktionskontrakter løber typisk i 15 år. Funktionskontrakter er bedst egnede til landeveje uden for bymæssig bebyggelse, hvor forholdene er relativt forudsigelige.

### Offentlig-privat partnerskab, OPP

Dette er en aftale mellem en offentlig myndighed og et OPP-selskab. Aftalen indebærer, at OPP-selskabet finansierer, projekterer og opfører bygge- og anlægsprojektet samt forestår vedligeholdelse og evt. drift i en længere årrække, eksempelvis 25 år.





# Del 6

## Anlæg af nye veje



*Nyanlagt motorvej på strækningen mellem Høgild og Brande*

Her følger eksempler på, hvordan en belægning kan opbygges i trafikklasserne T0-T5. Denne del er særligt rettet mod fagpersoner, der er involverede i projektering af veje og andre asfalanlæg.

Efter eksemplerne findes en oversigt over alternativer til asfaltbelægning. Asfalts funktionalitet sammenlignes med henholdsvis belægningssten, betonbelægning og HBB.

## Eksempler på opbygning af belægning

Når en vej eller en plads skal anlægges, er der i første omgang brug for at kende omfanget af trafik på strækningen eller pladsen.

I Danmark anvendes trafikklasserne T0-T7, hvor T0 er meget let trafik, og T7 svarer til en meget stor trafikbelastning. Ved dimensionering i trafikklasserne T6 og T7 anvendes Vejreglernes dimensioneringsprogram.

Her følger eksempler på, hvordan belægningsopbygning, tilpasset trafik, kan se ud i trafikklasserne T0 til T5. I eksemplerne anvendes ubundne lag af typerne bundsikringslag (BL) og stabilt grus (SG).

Der er kun tale om eksempler, idet der findes mange andre mulige løsninger inden for hver kategori. Hensigten er at give inspiration til, hvordan en vej kan opbygges. Eksemplerne supplerer de løsningsforslag, der nævnes i "Katalogmetoden", som er indeholdt i vejreglen: *Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægningslag*.


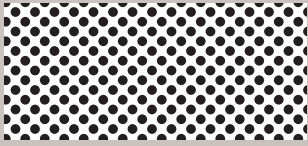
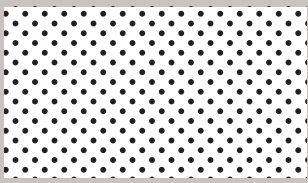
Læs om asfalttyper og deres egenskaber i Del 2.

Læs om trafikbelastning på side 40 og om lagtykkelser på side 42.

## Trafikklasse 0 (T0)

---



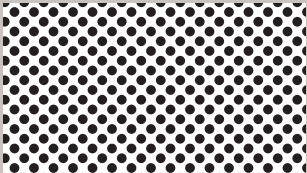
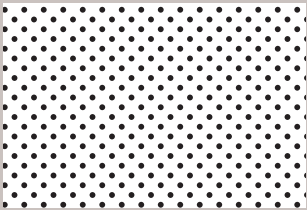
I trafikklasse 0 består trafikken kun af lette køretøjer.

	40 mm slidlag, med bitumentype 250/330  Alternativt 40 mm GAB 0, med bitumentype 70/100 med OB som slidlag
	120 mm SG II
	150 mm BL II
	Frosttvivlsom underbund, 40 MPa, f.eks. moræneler

## Trafikklasse 1 (T1)


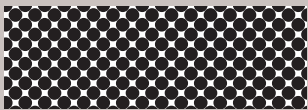
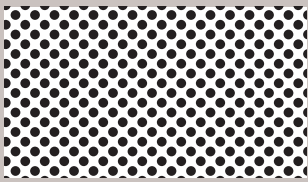
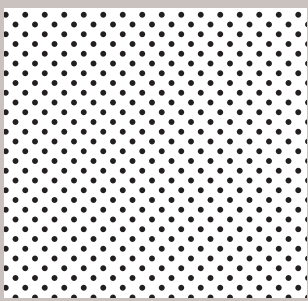
---

I trafikklasse 1 er trafikbelastningen 0,5  $\text{Æ}_{10}$  per spor eller under én lastbil i begge retninger per døgn.

	30 mm slidlag, med bitumentype 160/220
	55 mm GAB 0, med bitumentype 70/100 Alternativt 70 mm GAB I, med bitumentype 70/100 med OB som slidlag
	150 mm SG II
	180 mm BL II
	Frosttvivlsom underbund, 40 MPa, f.eks. moræneler

## Trafikklasse 2 (T2)





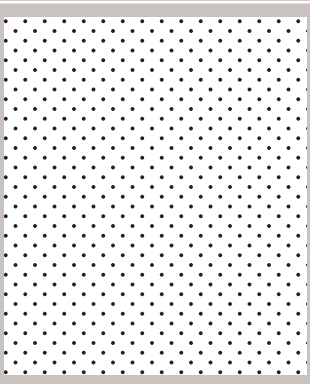
I trafikklasse 2 er trafikbelastningen 0,5-20  $\text{Æ}_{10}$  per spor, eller 1-75 lastbiler i begge retninger per døgn.

	25 mm slidlag, med bitumentype 160/220
	90 mm GAB I, med bitumentype 70/100 Alternativt 100 mm GAB I med bitumentype 70/100 med OB som slidlag
	150 mm SG II
	255 mm BL II
	Frosttvivlsom underbund, 40 MPa, f.eks. moræneler






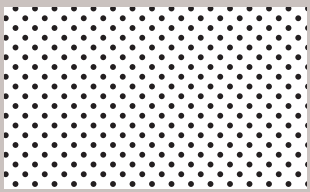
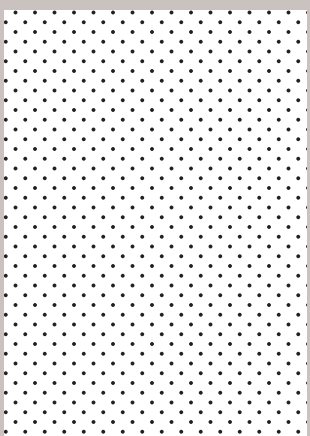
## Trafikklasse 3 (T3)

I trafikklasse 3 er trafikbelastningen 20-50  $\text{Æ}_{10}$  per spor eller 75-150 lastbiler i begge retninger per døgn.

	25 mm slidlag med bitumentype 70/100
	50 mm GAB 0 med bitumentype 70/100
	60 mm GAB I med bitumentype 70/100
	150 mm SG II
	315 mm BL II
	Frostvivilsom underbund, 40 MPa, f.eks. moræneler




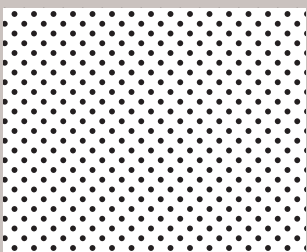
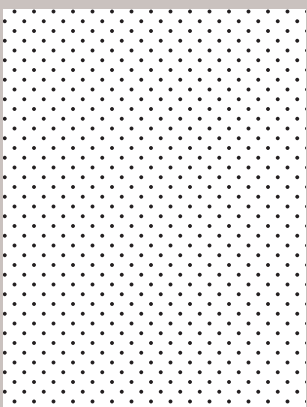
## Trafikklasse 4 (T4)

I trafikklasse 4 er trafikbelastningen 50-200  $\text{Æ}_{10}$  per spor eller 150-600 lastbiler i begge retninger per døgn.

	40 mm slidlag med bitumentype 70/100
	60 mm GAB 0 med bitumentype 70/100
	75 mm GAB I med bitumentype 70/100
	160 mm SG II
	375 mm BL II
	Frosttvivlsom underbund, 40 MPa, f.eks. moræneler

## Trafikklasse 5 (T5)

I trafikklasse 5 er trafikbelastningen 200-500  $\text{Æ}_{10}$  per spor eller 600-1400 lastbiler i begge retninger per døgn.

	40 mm slidlag med bitumentype 40/60
	60 mm ABB med bitumentype 40/60, modificeret
	80 mm GAB I med bitumentype 40/60
	215 mm SG II
	350 mm BL II
	Frosttvivlsom underbund, 40 MPa. F.eks. moræneler

## Alternativer til asfalt

Herunder fremlægges en række fordele og ulemper ved valg af henholdsvis asfalt og alternative belægninger. Det anbefales forud for materialevalg at tale med en leverandør, der kan afdække muligheder og begrænsninger ved forskellige materialetyper i forhold til konkrete projekter.

### Asfalt eller belægningssten

Når en plads eller et lignende område planlægges, kan valget stå mellem asfalt eller belægningssten.

Asfalt er ofte billigere på langt sigt, idet det er relativt billigt og ukompliceret at påføre et nyt asfaltslidlag efter en forudgående opretning. For betonstensbelægningen er processen mere kompliceret, idet den gamle belægning skal fjernes, inden en ny lægges.

Belægningssten er dog ofte at foretrække på små arealer, hvor det er svært at komme til med asfaltudlægningsmaskiner. Stor statisk belastning eller krav om et særligt udseende kan ligeledes tale for belægningssten frem for asfalt.

Til gengæld forårsager trafikken væsentligt mere støj på belægningssten end på asfalt.

### Asfalt eller betonbelægning

Når den statiske belastning er stor, kan valget stå mellem asfalt og beton.

En stor fordel ved asfaltbelægning er, at den kan udføres fugefrit, mens en betonbelægning indebærer regelmæssige fuger. Fuger formindsker kørekomforten og forstærker trafikstøjen betydeligt.

Vedligehold og reparation af asfalt er let at gennemføre, og asfalten er hurtig klar til brug igen efter reparation. Betonbelægning er mere kompliceret at reparere, og det tager længere tid, før betonen hærdner, og arealet kan genåbnes.

Mens asfaltbelægninger er velegnede som belægning ved dynamisk påvirkning fra trafik, modstår betonbelægning noget bedre store statiske belastninger. Der findes dog også stivere asfalttyper ved navn 'høj modul asfalt'. (HMA), der i nogen grad modstår store statiske belastninger.

Endvidere findes asfaltproduktet semifleksibel belægning, SFB. Dette produkt kombinerer styrken i beton med fleksibiliteten i asfalt.

### Asfaltbærelag eller HBB

Til motorveje og andre stærkt trafikerede strækninger kan valget af det nederste, bundne bærelag stå mellem asfalt og HBB. HBB står for hydraulisk bundet bærelag, tidligere kendt som cementstabiliseret sand eller grus.

HBB er kendetegnet ved stor stivhed, mens asfalt er mere fleksibelt. Fleksible belægninger er velegnede til dynamiske belastninger fra trafik, mens stive belægninger fungerer godt, hvor belastningen er statisk.

Der findes også stivere asfalttyper ved navn høj modul asfalt. (HMA). HMA er et godt alternativ til HBB. Mangel på god kvalitet af stabil grus i visse dele af landet kan tale for anvendelse af HBB. Risikoen for revner i belægningen taler for anvendelse af asfalt, evt. HMA.

Der bør tages en række forholdsregler ved anvendelse af HBB for at begrænse problemet med revner. Ikke mindst er det vigtigt at indføre regelmæssig revneanvisning, og der vil typisk være brug for en revneanviser for hver 3. meter af belægningen. For at forsinke revnegennemslag til de øvrige lag er det nødvendigt med en asfalttykkelse på minimum 10-20 cm oven på HBB-laget.

## Del 7

# Vedligehold og reparation

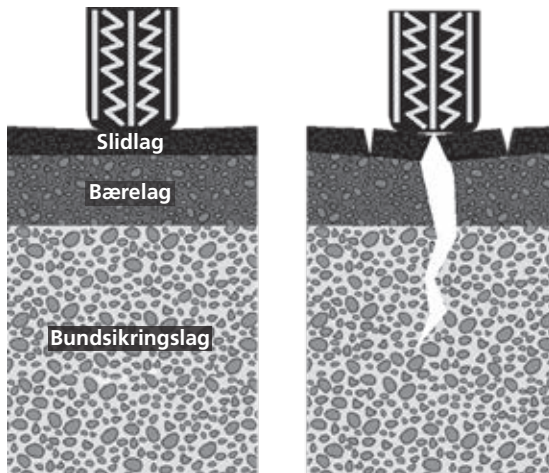


*Vej, der kræver vedligeholdelse*

Når veje skal vedligeholdes, er det for at gøre dem sikre og fremkommelige for trafikanterne, men også for at bevare samfundets investering. Vedligehold af vejen gennemføres efter to strategier.

- Det akutte vedligehold, der omfatter vejens daglige drift og trafiksikkerhed.
- Det planlagte vedligehold, der fokuserer på at opretholde vejens funktion og bevare den investerede kapital.





*En vej består af et tyndt slidlag øverst. Herunder et tykkere bærelag og nederst et bundsikringslag.*

*Slidlaget er vejens regnfrakke, og går det i stykker, trænger vand ned og ødelægger bærelagene.*

*Det er to-tre gange så dyrt at rette op på en forfalden vej som at vedligeholde slidlaget i tide.*

## Vejens fjender

En række faktorer er med til at nedbryde belægningerne.

### Tid og slid

Slitage og påvirkning fra vind og vejr sætter med tiden sit præg på en belægning. Overfladen ændrer efterhånden karakter og får f.eks. stentab, slaghuller og revner. Sådanne skader giver adgang for vand i belægningen og virker nedbrydende.

Hold øje med belægningen og sørg for hurtigt at udbedre opståede skader. Almindelig slitage kan ofte forsinkes med en forsegling af overfladen. Større reparationer af belægningen bør så vidt muligt ske med materialer, der svarer til de oprindelige.

### Varme

På varme sommerdage kan asfalten blive over 50 grader varm. Asfaltbelægning er på disse dage særlig følsom over for vridskader ved skarpe drejninger samt indtryksmærker fra parkerede køretøjer.

Dette er specielt kritisk for nyudlagte belægninger, der stadig er helt sorte og

kan være lidt klæbrige i overfladen. Her anbefales det at afstrø belægningen med et tyndt lag fint sand.

### Statisk belastning

Traditionel asfalt er ikke specielt egnet til at modstå statiske belastninger, idet materialet kan få blivende deformationer ved vedvarende tryk. Dette kan forårsage indtryksmærker i belægningen.

Tunge køretøjer eller skarpe genstande bør derfor placeres på et trykfordelende underlag, hvis de henstilles på asfaltbelægningen.

### Kemikalier

Asfalt består af sten og bitumen, som er et olieprodukt. Belægningen kan derfor opløses eller beskadiges af andre olieprodukter og kemikalier. Al spild af olieprodukter og andre kemikalier bør derfor undgås.

Hvis olieprodukter eller kemikalier er spildt, bør det fjernes. Dette sker bedst ved opugning med sand, kattegrus eller savsmuld.

## Det gode tilsyn

Belægningens tilstand registreres dels ved visuelle tilstandsregistreringer af skader på belægningsoverfladen og dels ved objektive tilstandsmålinger ved brug af måleudstyr.

Rutinemæssige eftersyn af vejnettet anbefales med henblik på akut vedligehold til opretholdelse af trafiksikkerheden.

Ligeledes anbefales periodisk eftersyn og tilstandsvurdering, der kan danne grundlag for en samlet vedligeholdelsesplan, både på kort og på længere sigt.

På de kommende sider findes oversigter over mulige årsager og reparationsmetoder ved diverse skader på asfaltbelægning.

## Lovgivning om vedligehold

I henhold til 'Lov om offentlige veje' påhviler det en vejbestyrelse at holde sine offentlige veje og stier i den stand, som trafikens art og størrelse kræver.

Tilsvarende foreskriver 'Lov om private veje', at de vedligeholdelsespligtige skal holde vejene i en stand, der er god og

forsvarlig i forhold til færdsels art og omfang.

Yderligere information om relevante love og bekendtgørelser samt om vedligeholdelsesplaner findes i vejreglen Vejvedligehold, Vedligehold af færdselsarealet.

## Skadestyper

I de følgende afsnit beskrives de vigtigste skadestyper og deres betydning for sikkerhed, komfort og belægningens levetid. Sikkerhed og komfort knytter sig hovedsageligt til belægningsoverfladen, mens belægningens levetid både afhænger af overfladens og de underliggende lags tilstand.

Typiske årsager til skaderne og forslag til reparation er ligeledes beskrevet.

### Revner

Revner er kortere eller længere linjer, der skiller en ellers sammenhængende belægning.

Uanset om revnerne går på langs eller på tværs af vejen eller er opstået i en samling, forårsager de, at belægningen nedbrydes hurtigere, idet de åbner for, at vand kan trænge ned.



### Mulige årsager

- Manglende sidestøtte
- Manglende bæreevne
- Opblødning af de ubundne lag – frost/tø
- Sætninger efter opgravninger eller i sideudvidelser
- Revner fra underliggende lag kan slå igennem til slidlaget
- Rødder eller anden vegetation

Samlingsrevner opstår som hovedregel som følge af utilstrækkeligt klæbede, opvarmede eller komprimerede længde- eller tværsamlinger i asfaltbelægningen. Revner fra underliggende lag ses typisk ved gamle og udslidte bærelag samt ved særligt stive bærelag som cementstabiliserede lag og beton.

### Reparation

Revner fjernes oftest ved bortfræsning af det revnede areal. Dette gøres typisk i bassiner (afgrænsede arealer), hvor belægningen udskiftes med nyt slidlag og/eller bærelag, hvis revnerne kommer nedfra. Alternativt kan arealet remixes.

Til sikring af de underliggende lag kan en billigere løsning med forsegling af revnerne vælges. Dette udføres med forskellige typer af revneforseglingssmasse som emulsion, fugebånd eller OB.

### Krakeleringer

---

Krakeleringer er mange revner i et netmønster, der består af langsgående revner med forbindende revner på tværs. Krakeleringer forårsager, at belægningen nedbrydes langt hurtigere, idet åbningerne gør det muligt for vand at trænge ned.



### Mulige årsager

- Mangelfuld bæreevne
- Sætninger i underlaget
- Frost/tø – manglende afvanding
- Klæbesvigt
- Glashård bitumen, som følge af ældning i meget gamle belægninger
- Rødder eller anden vegetation

### Reparation

Krakeleringer fjernes oftest ved bortfræsning af det krakelerede areal. Dette gøres typisk i bassiner, hvor belægningen udskiftes med nyt slidlag og/eller bærelag, hvis revnerne kommer nedfra. Alternativt kan arealet remixes.

Der vil typisk være behov for en samtidig forstærkning af laget og/eller sikring af afvandingen på stedet, for at krakeleringerne ikke kommer igen.

### Afskalninger og slaghuller

---

Afskalninger er større eller mindre områder, hvor flager af slidlaget er løsnet og fjernet fra underlaget. Slaghuller er dybere end afskalninger og kendetegnes ved, at asfaltmaterialet lokalt er revet helt væk af trafikken, hvorved det ubundne bærelag kan blive blotlagt.

Afskalninger og slaghuller er til gene for trafikken med risiko for beskadigelser af biler og kan være til decideret fare for motorcyklister, knallertkørere og cyklister. Støjniveauet øges, og der trænger vand ned i belægningen, med hurtigere nedbrydning af de underliggende lag til følge.

Bilers affjedring gør, at belægningen lige efter slaghullet belastes ekstraordinært, hvorved flere slaghuller hurtigt kan opstå.



### Mulige årsager

- Frost/tø
- Klæbesvigt – evt. pga. forurening af underlaget
- Mangelfuld komprimering
- Vandindtrængning i samlinger
- Bløde punkter i bærelag eller underbund
- Svage punkter i slidlaget
- Oliespild

### Reparation

Det kan være nødvendigt at reparere hullerne midlertidigt med vinterasfalt for at stoppe nedtrængning af vand og for at undgå huller, der skaber fare i

trafikken. Vinterasfalt er et vejmateriale, der kan anvendes til mindre reparationer uden opvarmning. Vinterasfalt har en begrænset holdbarhed.

Efterfølgende bør hullet repareres forsvarligt ved rengøring, klæbning og håndudlægning af varmblandet asfalt eller endnu bedre ved bassinfræsning og maskinudlægning af varmblandet asfalt. Afskalninger, som er mindre dybe, kan eventuelt fladefræsnes, eller der kan foretages en maskinopretning.

### Lunker og sætninger

Lunker er lokale, bassinformede fordybninger over et blødt område i underbunden. Sætninger er sammenhængende langs- eller tværgående fordybninger, der kan opstå, hvor der har været udført opgravning.

Lunker og sætninger kan give generende vandansamlinger og opsprøjt fra kørende trafikanten. Frosne vandansamlinger i fordybningerne kan oven i købet være til fare for tohjulede trafikanten og fodgængere. Lunker og sætninger kan desuden give en hurtigere nedbrydning af belægningen på grund af stødpåvirkninger.



### Mulige årsager

- Mangelfuld sidestøtte
- Mangelfuld bæreevne af underlag
- Frost/tø
- Efterkomprimering
- Mangelfuld retablering efter opgravning
- Utætte ledninger

### Reparation

Hvis den øvrige belægning tillader det, kan vejen planfræses. Alternativt kan lunken eller sætningen udbedres ved rengøring, klæbning og håndudlægning af varmblandet asfalt eller endnu bedre ved bassinfræsning og maskinudlægning af varmblandet asfalt. Sætninger kan også udbedres med maskinopretning.

### Sporkøring

Sporkøring er typisk to parallelle, langsgående fordybninger i vejoverfladen stammende fra trafikken. Særligt tung, langsomkørende eller kanaliseret trafik, kan forårsage sporkøring.

Sporkøring er plastiske deformationer 6-10 cm nede i belægningen eller deformationer i de underliggende lag. Der kan forekomme opskubninger af asfalten (vulster) langs disse fordybninger

Sporkøring kan give generende vandansamlinger og opsprøjt med risiko for akvaplaning ved høj hastighed.



### Mulige årsager

- Tungere trafik, end belægningsopbygningen kan klare
- Mangelfuld bæreevne
- Mangelfuld afvanding

### Reparation

Sporkøring kan udbedres ved opretning, ved planfræsning eller maskinopretning, men skal skaden repareres forsvarligt og med lang holdbarhed, må belægningen forstærkes.

### Dampbuler

Dampbuler opstår, når der er fugt til stede i de dele af belægningen, som ligger under et relativt tæt asfaltlag. Når overfladen på det tætte asfaltlag udsættes for en hurtig opvarmning fra solens stråler, vil fugten i de underliggende lag udvikle et forøget damptryk. Hvis dette tryk ikke kan udlignes hurtigt nok gennem de omkringliggende materialer, vil det øverste asfaltlag give efter og en dampbule opstår.

Dampbuler giver anledning til nedsat kørselskomfort og kan være til fare for cyklister og motorcyklister. Dampbuler giver ikke anledning til dramatisk nedbrydning af det øverste asfaltlag, men kan give adgang til, at vand med tiden trænger ned i de underliggende lag.



### Mulige årsager

- Fugt i de underliggende lag
- (Ny) tæt overflade, der lukker fugten inde

### Reparation

Dampbuler vil typisk falde sammen af sig selv, efter at den indkapslede fugt er undsluppet. Sker dette ikke, kan det undertiden hjælpe at punktere bulen. De opståede revner i dampbulen vil som oftest heles igen, og såfremt der ikke er trængt snavs ind i revnen, vil klæbnin-gen også reetableres.

Når bulen er punkteret, kan der med fordel hældes bitumenemulsion ned i hullet. Dampbulen opvarmes forsigtigt med en gasbrænder, og den tromles med en tromle. Herved gendannes sammenhængen til underlaget, og de opståede revner forsegles af emulsionen. Kommer der emulsion på overfladen, kan dette strøs af med stenmel.





## Del 8

# Kvalitet, miljø og arbejdsmiljø



*Vejarbejde, kør forsigtigt*

Del 8 fokuserer på:

- Hvordan asfaltens kvalitet sikres
- Hvordan asfalt kan anvendes til forbedring af miljø og klima
- Hvordan arbejdsmiljøet for asfaltarbejdere sikres

## Kvalitet

Her beskrives:

- Certifikater og kontrolsystemer

Desuden beskrives vejreglen for varmblandet asfalt - AAB's anbefalinger vedrørende:

- Mangelansvar
- Afhjælpningsforanstaltninger

### Certifikater og kontrol

Alle traditionelle asfalttyper betragtes som byggevarer og er derfor omfattede af den europæiske byggevarerforordning. Det betyder, at asfalt ikke må sælges, medmindre det er CE-mærket. Man skal derfor følge et kontrolsystem efter den europæiske standard for Factory Production Control DS/EN 13108-21.

Desuden har mange virksomheder valgt at følge et certificeret kvalitetsstyringsystem efter ISO 9001.

Derudover indeholder vejreglen Varmblandet asfalt – AAB og den tilhørende vejledning et system til kontrol af både produktion og udlægning. Det er opbygget, så entreprenørens egenkontrol lægges til grund for vurdering af materialets sammensætning og komprimering. Eventuel prøvning udført af en uafhængig tredjepart udgør alene grundlaget for at vurdere, om entreprenørens kontrol kan lægges til grund for denne vurdering.

Omfanget af specifikationer og kontrolkrav er tilpasset entreprisestørrelsen, så særlig kontrol kun udføres, hvor entreprisestørrelsen er tilstrækkeligt stor. Dette sikrer, at man ved mindre entrepriser ikke foretager vurderinger på grundlag af isolerede enkeltprøver

af tvivlsom værdi. På større entrepriser sikrer et stort antal prøver et rimeligt vurderingsgrundlag og hurtige afgørelser med henblik på produktionsstyring og begrænser økonomiske konsekvenser ved indbygning af fejl.

### Mangelansvar

For varmblandet asfalt ophører mangelansvaret efter fem år, dog med følgende undtagelser:

- Et år for belægnings jævnhed
- Et år for belægnings profil

Umiddelbart inden ophør af mangelansvarsperioden for jævnhed og profil besigtiges arbejdet i forbindelse med et-års eftersyn, jf. AB92 §§ 37 og 39.

Ved flerårige entrepriser afleveres delstrækninger, når disse er færdiggjort og åbnet for trafik.

Følgende forudsætninger for perioder for mangelansvar er gældende:

*ABB* – der påføres slidlag senest i kalenderåret efter udførelsestidspunktet.

*GAB 0* – der påføres slidlag inden udgangen af andet kalenderår efter udførelsestidspunktet.

*GAB I* – der påføres slidlag eller *GAB 0* senest i kalenderåret efter udførelsestidspunktet.

*GAB II* – laget forudsættes afdækket med *ABB*, *GAB 0*, *GAB I* eller tilsvarende bærelagsmateriale inden et halvt år efter udlægning, og før der åbnes for trafik.

## **Afhjælpningsforanstaltninger**

Reparation og udskiftning i perioden for mangelsansvar skal ske efter aftale med bygherren og i henhold til AB 92 §§ 32 og 36.

Reparationsmaterialer med sammensætning, som er forskellig fra de oprindelige, skal aftales med bygherren.

Arealer, hvor de stillede krav ikke er opfyldt, kan efter aftale henlægges mod forlænget mangelsansvarsperiode.

Hvis utilfredsstillende opfyldelse af krav er koncentreret om delstrækninger, og hvis udskiftning eller reparation på de pågældende arealer vil give belægningen som helhed tilfredsstillende egenskaber, herunder samme restlevetid som den øvrige belægning, skal bygherren acceptere en sådan retablering.

Såfremt det under indbygning eller inden for en mangelsansvarsperiode konstateres, at belægningen ikke er

konditionsmæssigt udført, kan den uden yderligere omkostninger for bygherren forlanges udskiftet. Dette gælder, hvis andre modydelse som forlænget periode for mangelsansvar, prisreduktion, forøgelse af slidlag etc. ikke er hensigtsmæssige og rimelige.

I tilfælde af uenighed tilbyder Asfaltindustrien en vurderingsordning, hvor en sagkyndig kan indkaldes for at foretage syn og skøn af et konkret stykke asfaltarbejde. Denne ordning er relevant, hvis en bygherre ønsker en neutral vurdering eller et bedre beslutningsgrundlag til overvejelser omkring anlæggelse af voldgifts- eller retssag. Bygherren betaler selv for vurderingen.

Er to parter enige om at få et strids spørgsmål afgjort af en neutral opmand, kan Asfaltindustrien hjælpe med at udpege en sådan. Det kan være en del af aftalen, at opmanden fordeler udgifterne til afhjælpning mellem de to parter. Læs mere på [asfaltindustrien.dk/Private/Syn-og-skoen/](http://asfaltindustrien.dk/Private/Syn-og-skoen/).

## Miljø



Foto: Colourbox.com

Her beskrives:

- Miljøcertifikater
- Miljøgodkendelse
- Genbrug af asfalt
- Warm mix asphalt (WMA)
- Indbygning af restprodukter i asfalt
- Miljøvenlige bindemidler i OB
- Støjreducerende asfalt
- Permeabel asfalt

### **Miljøcertifikater**

---

Mange virksomheder har valgt at anvende miljøledelsessystemer certificeret efter ISO 14001. Gennem systemerne forpligter virksomhederne sig til løbende at gennemføre miljøforbedringer og sikre overholdelse af gældende miljøkrav.



## Fabrikker og godkendelser

I Danmark opdeles virksomheder, der kan forurene omgivelserne, i to grupper. I den ene gruppe samles virksomhedstyper med mere komplicerede miljøforhold, medens den anden samler virksomhedstyper, hvor miljøforholdene er mere enkle at forholde sig til.

Asfaltfabrikker hører til den enkle kategori, hvor miljøgodkendelse foretages af kommunerne på baggrund af et sæt af standardvilkår udarbejdet af Miljøstyrelsen. Standardvilkårene sikrer, at fabrikkerne indrettes, så luft, jord og grundvand beskyttes mod forurening, og så støj til omgivelserne begrænses.

Det er ikke tilladt at opføre en asfaltfabrik, før der er udstedt en miljøgodkendelse. Under udarbejdelsen af godkendelsen undersøger kommunen mulige miljøpåvirkninger, og borgerne bliver hørt. Kommunernes miljøafdelinger fører løbende tilsyn med alle asfaltfabrikker.

## Genbrug af asfalt

Alle typer af gamle asfaltbelægninger kan i princippet genbruges 100 procent i ny, varmbladet asfalt. For selv om asfalten er gammel og nedslidt, er det muligt at kompensere for eventuelle mangler, så den færdige asfalt med genbrug får samme holdbarhed og kva-

*Oplagring af genbrugsasfalt*





litet som asfalt, der er produceret med nye materialer. Der findes ikke mange andre produkter inden for bygge- og anlægsområdet, der kan genbruges på en tilsvarende fuldgældig måde.

Den danske asfaltbranche har mange års erfaring med at anvende gamle, affræsede eller opbrudte asfaltbelægninger i ny, varmbladet asfalt. Inden for de senere år har asfaltfirmaerne øget anvendelsen af genbrug i varmbladet asfalt.

Genbrug sparer værdifulde, naturlige ressourcer og CO<sub>2</sub>, idet der spares transport af både bitumen og skærver. Derfor er det miljø- og samfundsøkonomisk en god ide at genbruge det asfaltmateriale, der bliver tilgængeligt på vejene, når gamle, udtjente belægninger fræses af.

Gammel, nedknust asfalt kan enten genbruges direkte på vejen (se remix på side 33), eller køres til en asfaltfabrik, hvor det sorteres, knuses og genbruges i ny, varmbladet asfalt.

### **Warm mix asphalt (WMA)**

En anden måde at begrænse CO<sub>2</sub>-udledningen på er ved at producere asfalten ved lavere temperatur. Dette kan opnås enten gennem tilsætning af additiver eller gennem skumning af bitumen, hvorved bindemidlets viskositet sænkes, så det bliver blandbart trods en relativt lavere temperatur.

### **Indbygning af restprodukter i asfalt**

Asfalts bestanddele, det vil sige stenmaterialer, bindemidler og tilsætningsstoffer, er alle begrænsede ressourcer. Sten og grus kommer fra grusgrave og stenbrud. Bindemidler og tilsætningsstoffer er baseret på råolie. Ved produktion

og transport af råmaterialerne indgår energi.

Ud over at genanvende gammel asfalt som erstatning for en del af disse råstoffer, er det også muligt at anvende biprodukter fra andre industrier. Derved bortskaffes overflødig materiale eller affald, samtidig med at de erstatter nogle af råstofferne til asfalt.

Ved røgrenning på de kulfyrede kraftværker opstår flyveaske, der kan erstatte kalkfiller i asfalt. Stålslagger fra fremstillingen af stål, skærver fra rensning af jernbanespor og sand fra fejning af veje kan oparbejdes og erstatte sten og grus. Gamle aviser kan forvandles til fibre, som kan anvendes til at stabilisere bindemidlerne. Disse restprodukter har gennem lang tid været rutinemæssigt anvendt i asfaltproduktion.

Der er endvidere gennemført forsøg med forskellige former for granulerede bildæk som tilsætning til asfalt, ligesom der er gennemført forsøg med granuleret tagpap som kilde til bitumen. Forskellige tekniske og arbejdsmiljømæssige forhold har indtil videre begrænset anvendelsen af disse restprodukter.

Ved udnyttelse af restprodukter er det vigtigt, at producenterne sikrer kvaliteten i alle led. Asfalt kan med andre ord ikke uden videre bruges som skraldespand for alle former for affald. Det er specielt vigtigt at sikre, at anvendelsen ikke fører til øget miljøbelastning, ikke skader arbejdsmiljøet, ikke reducerer belægningens levetid og ikke fører til vanskeligheder med at genbruge asfalten på et senere tidspunkt.

## Miljøvenlige bindemidler i overfladebehandling

---

Overfladebehandling kan udlægges med forskellige bindemidler: Emulsion (vandbaseret), biobitumen (biologiske olie) og cutbackbitumen (opløsningsmidler). Se mere herom på side 17-18.

Cutback er tilsat opløsningsmidler og er fortsat meget udbredt som bindemiddel til OB i Danmark. Opløsningsmidlerne i cutback belaster miljøet. Allerede under udlægning fordamper cirka halvdelen af opløsningsmidlet, mens den resterende halvdel frigives over tid.

I mange af Danmarks nabolande er cutback mere eller mindre udfaset til fordel for vand- og oliebaseerede bindemidler.

## Støjreducerende asfalt

---

Støj er en miljøfaktor, som påvirker mange mennesker, og trafikstøj tegner sig for en stor andel af det samlede støjbillede.

Gener fra trafikstøj kan bl.a. reduceres ved at opføre støjvolde, støjskærme eller støjmure, eller ved at facadeisolere boliger. Trafikstøj kan også bekæmpes direkte ved kilden gennem anvendelse af støjreducerende slidlag (SRS).

Støjreducerende slidlag gør nytte på veje, hvor trafikens hastighed er mindst 60 km/t. For veje med lavere trafikhastigheder vil SRS ikke have mærkbar effekt. Årsagen er, at køretøjets egen støj fra motor m.v. overdøver støjen fra dæk og vejbane.

Det er desuden væsentligt at gøre opmærksom på, at en gammel, nedslidt og stærkt lappet belægning forårsager en betydelig støjemission, hvorfor en markant støjreduktion kan opnås alene ved at udskifte slidlaget til et nyt.

## Permeabel asfalt

---

Bortledning af regnvand er en stor udfordring for kloaksystemerne. Dette gælder især i tæt bebyggede områder med mange arealer med tætte belægninger. Ved skybrud skal store mængder af regnvand bortledes hurtigt.

I det åbne land kan forsinkelsesbassiner og kanaler aflaste ledningssystemet, men i bymæssig bebyggelse er der sjældent plads til sådanne løsninger. Permeable asfaltbelægninger kan her være en del af løsningen. Enten kan overfladevandet ledes direkte til en faskine af permeabelt grusmateriale under belægningen, eller der kan opbygges et vandtæt magasin af tilsvarende materiale med forsinket afløb til kloaksystemet.

Valget af metode beror på jordbundsforhold, terrænforhold og forureningsgraden af det vand, der bortledes. Man skal huske, at vejvand og risikoen for spild ved færdselsuheld på vejarealer gør, at der her skal foretages andre overvejelser end i et rekreativt område.

Permeabel asfalt har en betydelig reduceret levetid i forhold til almindelige slidlagstyper.

## Arbejds miljø



Produktion og udlægning af asfalt har gennemgået en rivende udvikling, hvor både materialerne og den måde, arbejdet udføres på i dag, er helt anderledes, end da udbygningen af vejnettet for alvor tog fart for godt 50 år siden.

En række skadelige stoffer er blevet fjernet, og de tekniske hjælpemidler er blevet flere og bedre. Mange medarbejdere i asfaltindustrien gennemgår desuden en særlig uddannelse i varetagelse af sikkerhed og sundhed ved arbejde med asfaltmaterialer.

Herunder omtales:

- Arbejds miljøcertifikater
- Fup og fakta omkring arbejds miljø
- Sikkerhed ved vejarbejde

Arbejde med asfaltmaterialer er reguleret særskilt i bilag IV i Arbejdstilsynets bekendtgørelse om stoffer og materialer (bilag IV er tidligere kendt som Asfaltbekendtgørelsen). Her er f.eks. krav til maksimal udlægningstemperatur for forskellige materialer og processer.

Herudover er asfaltarbejde underlagt Arbejdstilsynets øvrige regler om f.eks. personlige værnemidler eller skiftende arbejdssteder.

## **Arbejds miljøcertifikater**

Mange af virksomhederne i asfaltindustrien har valgt arbejdsmiljøsystemer certificeret efter OHSAS 18001. Det betyder, at virksomhederne forpligter sig til løbende at gennemføre forbedringer af arbejdsmiljøet og i øvrigt at arbejde i overensstemmelse med lovgivningen.

## **Fup og fakta om arbejdsmiljø**

Herunder redegøres for en række almindelige misforståelser.

### **Er der tjære i asfalt?**

Nej, oprindeligt blev tjære brugt til vej-asfalt og overfladebehandling af veje, ligesom det blev brugt til tjæring af fiskegarn, både, bindingsværk mv. Tjære var et af de første stoffer, som man med sikkerhed definerede som kræftfremkaldende.

I Danmark var man hurtig til at få tjæren i asfalt udskiftet med bitumen, der har været anvendt som eneste bindemiddel i asfalt siden 1970'erne. I henhold til den internationale klassificering hører kræfttrisikoen for arbejde med vejasfalt nu til i samme kategori som at drikke kaffe og tale i mobiltelefon.

### **Er der andre skadelige dampe i asfalt?**

Nej, undersøgelser af dampe fra vejasfaltarbejder viste i 1980'erne, at damperne hovedsageligt indeholdt dieselolie, og kun i mindre grad stoffer fra selve asfalten. Dieselolien blev anvendt som slipmiddel.

Det blev derfor besluttet at erstatte brugen af dieselolie som slipmiddel med andre mindre skadelige produkter. I dag anvendes hovedsageligt vand, sæbe og vegetabiliske slipmidler. Dampene fra selve asfalten begrænses ved anvendelse af bitumener uden letfordampelige olier og ved at holde sig under de maksimum-temperaturer for asfalten, der er beskrevet i vejreglen Varmblandet asfalt – AAB. De maksimale udlægningstemperaturer er afpasset efter asfalttype og bindemiddel.

### **Er der opløsningsmidler i asfalt?**

Nej, der er ingen opløsningsmidler i varmblandet asfalt, men opløsningsmidler anvendes stadig i betydeligt omfang i Danmark i forbindelse med overfladebehandling (OB), mens det i mange andre lande er stort set udfaset. Metoden hedder cutback.

Halvdelen af opløsningsmidlerne i cutback fordamper under udlægning, og den anden halvdel over tid. Medarbejderne bærer åndedrætsværn eller befinder sig i kabine med friskluftforsyning under udlægning.

Asfaltvirksomhederne har i dag udviklet alternative metoder, og OB kan med fordel udbydes med opløsningsmiddelfri bitumen, det vil sige bitumenemulsion eller biobitumen.

### **Om støj og vibrationer**

Det er klogt at planlægge arbejdet, således at så få personer som muligt udsættes for støj og vibrationer fra maskiner og værktøj. Anvend fjernbetjente maskiner eller maskiner, der er støj- og vibrationslave. Det er klogt at bruge høreværn ved arbejde i nærheden af støj og undgå at arbejde længe ad gangen med vibrerende værktøj. Høreværn er et krav ved støjniveau over 85 dB.

## Om tunge løft

Asfaltarbejde er hårdt fysisk arbejde og indebærer en risiko for slid og skader. Det er klogt at have kraner, båndbiler og andet løftegrej til mandskabet. Heldigvis er tekniske løftehjælpemidler et område i stor udvikling.

## Sikkerhed ved vejarbejde

Ansvaret for sikkerhed i forbindelse med vejarbejde fordeles efter arbejdsmiljøloven mellem entreprenør, bygherre og projekterende. Den projekterende er således forpligtet til at sikre, at reglerne i arbejdsmiljølovgivningen kan overholdes i både projektets gennemførelse og vedligeholdelse.

Bygherren er ligeledes forpligtet til at medvirke til, at entreprenøren kan udføre arbejdet sikkerheds- og sundhedsmæssigt forsvarligt. Det betyder f.eks., at det i udbudsmaterialet skal fremgå, hvorledes de enkelte arbejder eller arbejdsfaser skal tilrettelægges i forhold til hinanden. Entreprenøren har i forbindelse med udførelse af arbejdet pligt til at sikre, at bygherrens tiltag virker efter hensigten.

I vejreglen Afmærkning af vejarbejder mm. kom der i 2013 konkrete forslag til, hvordan det nødvendige sikkerhedsniveau opnås – bl.a. ved anvendelse af fast definerede beskyttelsesniveauer. Anvendelsen af beskyttelsesniveauerne er beskrevet i lommebog for afmærkning af vejarbejder.

Desværre opleves høj fart og hensynsløs kørsel forbi områder med vejarbejder stadig som en stor arbejdsmiljøudfordring i vejbranchen. Ikke kun hasarderet kørsel, men også vrede tilråb generer vejarbejderne.

Selvom antallet af reelle trafikuheld i forbindelse med vejarbejde heldigvis er forholdsvis begrænset, er oplevelsen af potentiel fare og nærved-ulykker en arbejdsmiljøforringende faktor. Fagforbundet 3F og Asfaltindustrien arbejder derfor sammen med Branchemiljørådet for Bygge & Anlæg (BAR-BA) for gennem kampagner at øge respekten for asfaltarbejdere og afmærkningen.

Et eksempel er kampagnen "Pas på min far", hvor bygherrer og entreprenører som supplement til afmærkning påsatte plakater for at øge sikkerheden for både asfaltarbejdere og bilister.



Poster: BAR Bygge & Anlæg





# Del 9

## Asfalt – meget mere end veje

### Superkilen



Foto: Ursula Bach, Københavns Kommune

Asfalt er i manges bevidsthed næsten synonymt med veje, men materialet er med sine både solide og fleksible egenskaber også anvendeligt mange andre steder. Gennem valg af asfalttype og dimensionering styres det, hvordan disse egenskaber afpasses i forhold til hinanden.

På de næste sider ses eksempler på asfalt og overfladebehandling i parker, på pladser og stier, i forbindelse med leg og sport og færdselssikkerhed og i forbindelse med landbrug, erhverv, lufthavne og jernbaner.

### Hvad er fordelene ved asfalt?

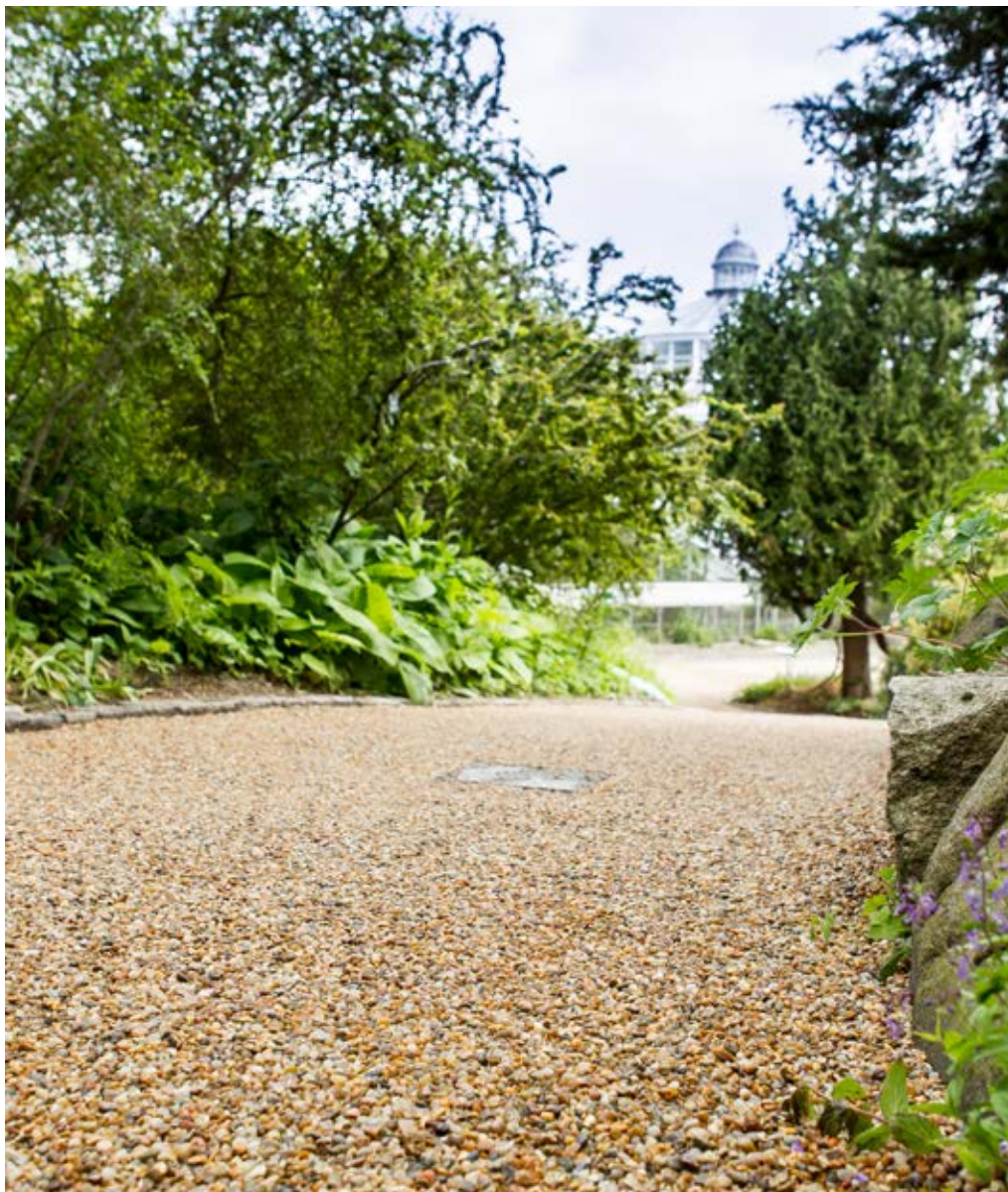
- Flexibelt og stærkt på en gang
- En relativt budgetvenlig og holdbar løsning
- Let og hurtigt at reparere
- God neutral baggrund for andre materialer
- Let at påføre markering eller dekoration

## Parker

I parker kan asfalt arkitektonisk fungere som kontrast til og baggrund for det grønne og kulørte. Ved at anvende smukke natursten i forskellige farve-

nuancer får belægningen et æstetisk udseende, der spiller op til træer, buske og blomster.

### Botanisk Have i København





## Kløften i Haderslev



## Pladser

Asfalt egner sig som belægning på store, ensartede arealer, hvor der er behov for at holde udgifterne nede og bevare stor frihed inden for valg af design. Det

er muligt at skabe en ensartet mørk eller lys belægning eller et mere broget udtryk med mønstre og farvespil.

### Musikkens Hus i Aalborg





**Wilhelm Werners Plads, Odense**



*LKF Vejmarkering AIS*



## Stier

Stier af asfalt er velegnede til alle former for trafikanter: Gående, cyklende, skatere, kørestols- og rollatorbrugere. Gennem valg af forskellige kombina-

tioner af asfaltslidlag eller overfladebehandling er det muligt at vise, hvor man henholdsvis må gå og cykle.

### Sørne i København



### Nørre Farimagsgade i København



Foto: Ursula Bach, Københavns Kommune

### Kokkedal Plejecenter



Foto: Marianne Levinsen Landskab APS



## Leg og sport

Asfalt med små stenstørrelser udgør et godt underlag til leg og sport.

Asfalt giver færre skrammer ved fald og er mere eftergivende og dermed mindre belastende for kroppen at hoppe

og løbe på end fliser eller sten. Det kan tilpasses ethvert areal og eksisterende underlag, hvilket gør materialet særdeles velegnet til baner med kurver og stigninger.

### Jægersborg Vandtårn



Foto: Marianne Levinsen Landskab APS

## Otterup Skole



## GAME Streetmekka i Esbjerg



Foto: Caroline Bohn, GAME

## Trafikregulering

Asfalt kan også anvendes til at regulere trafikanters adfærd. Farvet asfalt og asfaltbump kan dæmpe fart og anvis

kørselsbaner for forskellige typer af trafikanter såsom cyklister og bilister.

### Rundkørsel i Sølsted med rød asfalt





**Asfaltbump på landevej ved Randers**





## Landbrug

Asfalt anvendes i større og større omfang inden for landbrug. Her gør det ikke mindst gavn som bund i siloer med

ensilage. Specialudviklet og særligt tæt asfalt er i stand til at forhindre nedsivning af ensilage til grundvandet.

### Landbrug i Årre nær Varde



## Landbrug i Ribe

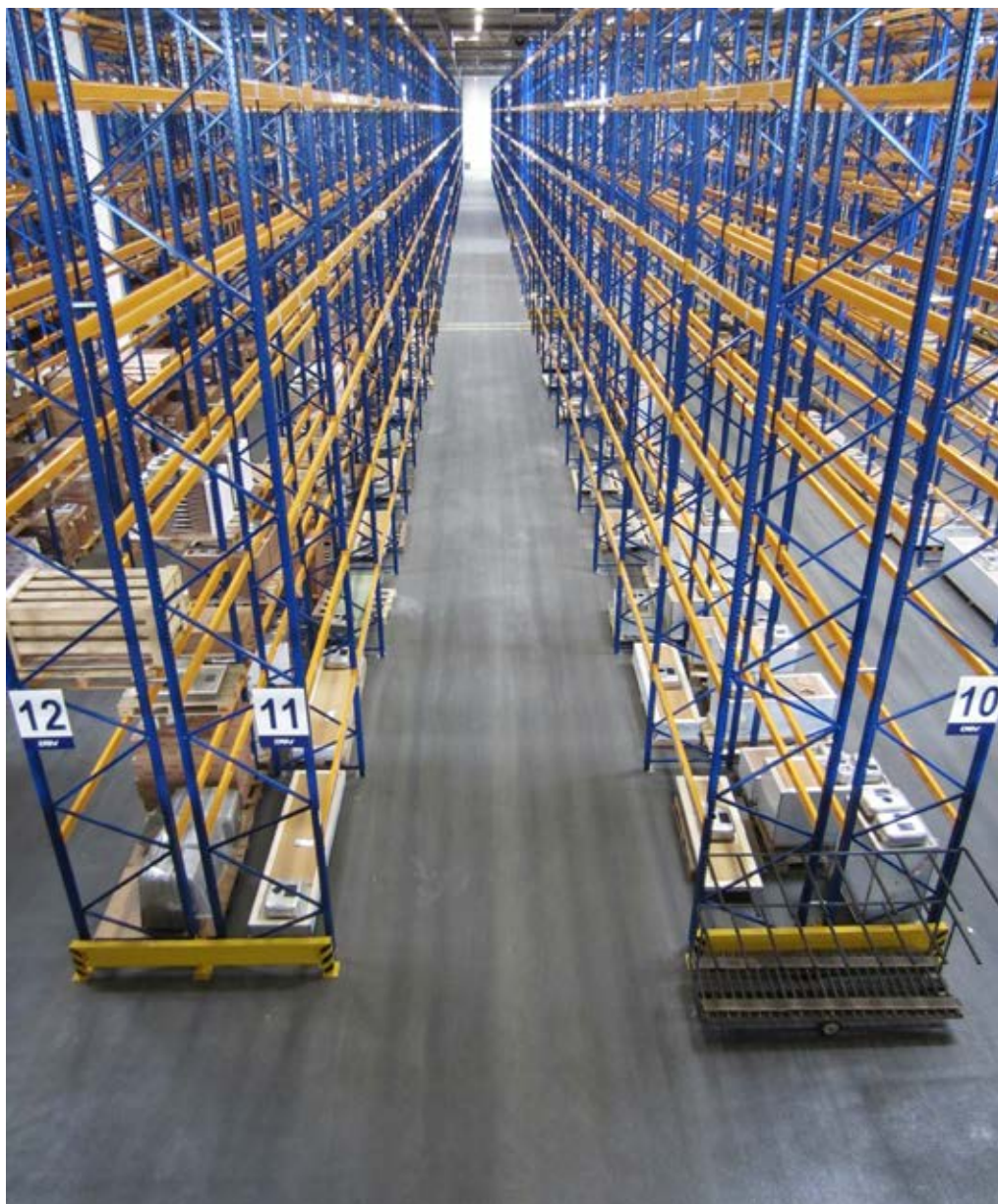


## Erhverv og industri

Asfalt er i særlige former ekstremt solidt og derfor anvendeligt til industrielle arealer, som skal kunne tåle meget høj dynamisk eller statisk belastning fra

f.eks. maskiner, lastbiler og containere. Her anvendes højmodulasfalt (HMA) eller semifleksibel belægning (SFB).

### DSV, Landskrona, Sverige





## Ikea, Odense



## Navitas Park, Århus



Foto af Navitas Park: Marianne Levinsen Landskab APS

## Lufthavne

I lufthavne er kravene til styrke og friktion meget høje. Samtidig skal belægningen være ekstremt holdbar. For at imødekomme disse funktionskrav vil asfalt til rullebaner, start- og landingsbaner ofte indeholde polymermodificeret bindemiddel.

Standpladser vil som oftest udføres med semifleksibel belægning (SFB), der kombinerer styrken i beton med fleksibiliteten i asfalt. SFB har desuden den fordel, at den er mere resistent over for deicing-midler (afisningsmidler), olie og brændstof.

### Sønderborg Lufthavn



## Aalborg Lufthavn



## Københavns Lufthavn



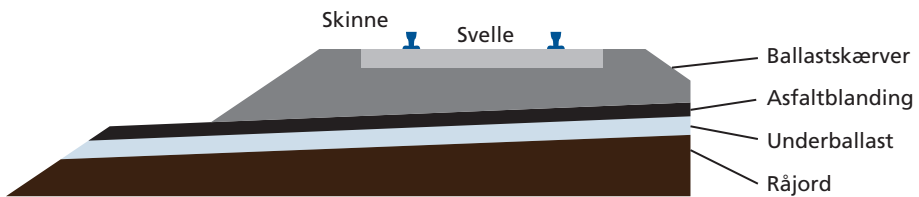
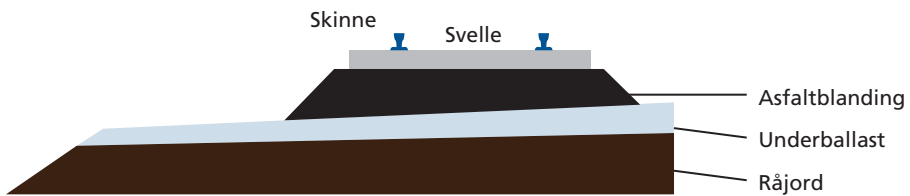


## Jernbaner

I Danmark har vi tradition for at anvende skærveballast i jernbaners sporkonstruktion. En del af denne ballast er i USA, Japan, Tyskland, Italien, Frankrig og Spanien med gode resultater forsøgt erstattet af asfalt.

I Tyskland, Italien og Japan har de gode resultater ført til, at to typer af sporkonstruktioner med asfalt bliver an-

vendt. I den ene er asfaltlaget placeret umiddelbart under svellen. I den anden er asfalten placeret under selve ballastskærverne.



Denne håndbog er udarbejdet af de organiserede virksomheder i Asfaltindustrien, der ønsker at tage et medansvar for, at den milliardstore kapital, der er bundet i vores veje, forvaltes bedst muligt.

Ved at vælge en organiseret leverandør i Asfaltindustrien sikrer du, at din virksomhed er med i Asfaltindustriens Vurderingsordning. Den kan du som kunde bruge, hvis du ikke mener, at den færdige asfaltbelægning lever op til alle krav og standarder. Asfaltindustriens vurderingsordning indebærer, at Asfaltindustrien kan udpege en syns- og skønsmand til at foretage en sagkyndig vurdering af et konkret asfaltarbejde og få løst en evt. tvist på en enkel, hurtig og billig måde for sagens parter. Asfaltindustriens medlemsvirksomheder er forpligtede til at følge afgørelsen.

Virksomhederne organiseret i Asfaltindustrien udgør også et bolværk mod kartel og snyd. Asfaltindustriens bestyrelse har klart internt og eksternt tilkendegivet, at en overtrædelse af kon-

kurrencereglerne ikke alene er ulovlig, men også uetisk og uacceptabel. Tilkendegivelsen understøttes af information til medlemmerne på Asfaltindustriens hjemmeside og af, at alle relevante medarbejdere og aktive personer i bestyrelsen og diverse udvalg gennemgår undervisning i konkurrencereglerne.

Asfaltindustrien sikrer, at alle medarbejdere løbende tilbydes uddannelse og efteruddannelse, idet vi sammen med 3F står bag Asfaltskolen samt Vejasfalttøruddannelsen. Endelig arbejder Asfaltindustriens virksomheder med at forbedre arbejdsmiljøet for medarbejderne, hvilket har betydet, at den organiserede branche i en årrække har haft en betydelig reduktion i antallet af uheld og ulykker. Alt i alt er der mange fordele forbundet med at vælge en organiseret asfaltleverandør.



# Forkortelser

En række forkortelser går igen på asfaltområdet. De mest almindelige er forklaret her:

AAB	Almindelig arbejdsbeskrivelse
AB t	Asfaltbeton, tætgraderet
AB å	Asfaltbeton, åbengraderet
ABB	Asfaltbetonbindelag
ABB HM	Asfaltbetonbindelag, højmodul
ABM	Asfaltbeton, modificeret
AB 92	Almindelige betingelser for arbejder og leverancer i bygge- og anlægsvirksomhed. Ministeriet for Offentlige arbejder, 1992
BBM	Vejdirektoratets afdeling for Befæstelser, Bygværker og Måling
BG	Bundsikringsgrus
BL	Bundsikringslag
BUT	Bestemmelser om udbud og tilbud
CEN	Comité Européen de Normalisation
DS	Dansk Standard
EN	Europæiske standarder
GAB	Grusasfaltbeton
GAB HM	Grusasfaltbeton, højmodul
HBB	Hydraulisk bundne bærelag
HMA	Højmodulasfalt
ISO	International Organisation for Standardization

MOB	Modificeret overfladebehandling
MMOPP	Mathematical Model of Pavement Performance
OB	Overfladebehandling
PA	Pulverasfalt
PMB	Polymermodificeret bitumen
SAB	Særlig arbejdsbeskrivelse
SB	Særlige betingelser
SBB	Særlige betingelser og beskrivelser
SBS	Polymer bestående af styren-butadien-styren
SFB	Semifleksibel belægning
SG	Stabilt grus
SMA	Skærvemastik
SRS	Støjreducerende slidlag
TAG	Tilbuds- og afregningsgrundlag
TB k	Tyndlagsbelægning
TBL	Tilbudsliste
UKP	Udbudskontrolplaner
VD	Vejdirektoratet
Æ <sub>10</sub>	Ækvivalente 10-ton aksler



# Læs mere

## Hjemmesider

Asfaltindustrien	<a href="http://www.asfaltindustrien.dk">www.asfaltindustrien.dk</a>
Vejdirektoratet	<a href="http://www.vd.dk">www.vd.dk</a>
Vejregler	<a href="http://vejregler.lovportaler.dk">http://vejregler.lovportaler.dk</a>
EAPA (European Asphalt Pavement Association)	<a href="http://www.eapa.org">www.eapa.org</a>
Information om asfalt	<a href="http://www.asphalt.advantages.com">www.asphalt.advantages.com</a>
Materialeplatform til AMU-kurser mm.	<a href="http://www.materialeplatform.emu.dk">www.materialeplatform.emu.dk</a>
Branchemiljørådet for Bygge & Anlæg	<a href="http://www.bar-ba.dk">www.bar-ba.dk</a>

## Bøger

- Lommebog for afmærkning af vejarbejder m.m., Vejdirektoratet, 2014
- Håndbogen – arbejdsmiljø i bygge og anlæg, BAR Bygge & Anlæg 2016
- Vejbygning: materialer, befæstelser, belægninger, NCC, 2001
- Veje og stier, redigeret af Bent Thagesen, Polyteknisk Forlag, 2000
- FAS Asfaltbok, Föreningen för asfaltbeläggnings i Sverige, 1995
- The Shell Bitumen Handbook, John Read m.fl., 2003

## Vejregler

I bogen omtales en række vejregler, som alle er at finde på Vejdirektoratets hjemmeside: <http://vejregler.lovportaler.dk>

Herunder findes de præcise angivelser for de i bogen omtalte vejregler. Vær opmærksom på, at alle vejregler er under løbende revidering og ændring.

*Afmærkning af vejarbejder mm.*

Anlæg og drift, Håndbog, oktober 2013

*Asfaltarbejder*

Almindelig Arbejdsbeskrivelse – supplerende, Vejoverbygning, juli 2010

*Asfaltarbejder*

Vejledning til supplerende AAB, Vejoverbygning, juli 2010

*Bindemidler og klæbemidler – Veje*

Udbud, Specifikationer for bituminøse bindemidler til vejformål, februar 2011

*Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger*

Anlæg og Planlægning, Håndbog, november 2013

*Håndtering af udbud*

Udbud, Vejledning, september 2015

*Semifleksibel belægning, SFB (SAB-P)*

Udbud, Paradigme for særlig arbejdsbeskrivelse, april 2013

*Stabilt grus*

Udbuds- og anlægfskrifter, Almindelig arbejdsbeskrivelse AAB, november 2003

*System for dokumentation af støjreducerende slidlag "SRS"*

Viden og dokumentation, Vejkonstruktioner, marts 2013

*Varmblandet asfalt – vej*

Udbud, Vejledning, februar 2012

*Varmblandet asfalt – AAB*

Udbud, Almindelig Arbejdsbeskrivelse, februar 2012

*Vejvedligehold, Vedligehold af færdselsarealet*

Veje, november 2009

# Stikordsregister

AB t 27  
AB å 28  
ABB 26  
Additiver 21  
Afhjælpning 79  
Afskalninger 72  
Afvanding 39  
Arbejdsmiljø 84  
Belægningseksempler 60  
Belægningsopbygning 36  
Belægningssten 67  
Betonbelægning 67  
Bindelag 26, 38  
Bindemidler 14  
Biobitumen 17, 83  
Bitumen 14  
Bitumentyper 15  
Blødhedspunkt 15  
Bundsikringsgrus 36  
Bærelag 24, 37  
Cement 21  
Certifikater 78, 80, 85  
Cutback 18, 83  
Dampbuler 74  
Dimensionering 39  
Drænasfalt 30  
E-modul 40  
Emulsion 17, 83  
Entrepriseformer 57  
Erhverv 102  
Faldlodsmåling 41  
Fejning 48  
Filler 21  
Flyveaske 21  
Forkortelser 109  
Forstærkningslag 41  
Fræsning 48  
FT-voks 16  
Funktionsegenskaber 38  
GAB 24  
Genbrug 81  
Granit 19  
HBB 67  
Historie 11

HMA 25, 67  
Hydratkalk 21  
Hydraulisk bundet bærelag 67  
Høj modul asfalt 25, 67  
Industri 102  
Jernbaner 106  
Kalk 21  
Katalogmetoden 39  
Klæbning 49  
Kombi 24  
Komprimering 50  
Kontrakter 57  
Kontrol 78  
Krakeleringer 72  
Kvalitet 78  
Lagtykkelser 42  
Landbrug 100  
Leg 96  
Lufthavne 104  
Lunker 73  
Mangelansvar 78  
Miljø 80  
Miljøgodkendelse 81  
MMOPP 40  
Modificering af bitumen 16  
OB, overfladebehandling 31  
Oxidering af bitumen 16  
PA t 27  
PA å 28  
Parker 90  
Penetration 15  
Permeable asfalt 30, 83  
Pladser 92  
Polymer 16  
Produktion af asfalt 44  
Remix 33, 52  
Reparationsmetode 70  
Revner 71  
Semifleksible belægninger 30  
SFB 30  
Sikkerhed 86  
Slaghuller 72  
Slidlag 27, 38  
SMA 28  
Sporkøring 74  
Sport 96  
SRS 29  
Stabilgrus 37

Stenmaterialer 18

Stier 94

Støjreducerende slidlag 29, 83

Sætninger 73

TBk 28

Tilsyn 71

Trafikklasser 40, 60

Trafikregulering med asfalt 98

Transport af asfalt 46

Udbud 56

Udlægning af asfalt 47, 49

Udlægning af Overfladebehandling 51

Vedligehold 70

Vejregler 56, 112

Viskositet 15

Vurderingsordning 107

Warm mix asphalt 82

Æ<sub>10</sub> 40







Linked 

ISBN 978-87-999326-0-3



9 788799 932603 >