



# Fremtidens belægninger

Mulighederne indenfor  
drænende- og luftrensende  
belægninger

# Potentiale og løsninger med drænende og luftrensende belægninger

## Oversigt

- 3 **Et klima og samfund i forandring kræver nytænkning...**  
– Også indenfor holdbare belægningsløsninger

---

- 4 **Hvorfor bruge permeabel (vandgennemtrængelig) belægning?**  
– I byen, på landet, i landsbyer og landdistrikter

---

- 5 **Forskellene på tæt/traditionel belægning og den drænende/vandgennemtrængelige belægning**  
– Hvordan fungerer det?

---

- 6 **Regnvandsproblematikken kan løses på stedet ved hjælp af drænende belægninger med eller uden faskiner**

---

- 7-8 **Permeabel belægning** – fire modeller af regnvandshåndtering

---

- 9 **Permeabel belægning** – rensningen, materialer og dimensionering

---

- 10 **Effekten af NO<sub>x</sub> (kvælstofoxider) og rensningen heraf**

---

- 11 **Drænende belægninger i tal** – rensning af forurening

---

- 12 **MHF Brolægning & Transport er klar til at udføre dit næste projekt**



## **Et klima og samfund i forandring kræver nytænkning... - også indenfor holdbare belægningsløsninger**

I takt med de tiltagende klimatiske forandringer er der blevet større fokus på levedygtige løsninger, som kan afhjælpe eksempelvis oversvømmelser og andre problemer indenfor vandsystemer i samfundet.

Drænende belægninger og faskiner er blandt disse løsningsmodeller. Siden midten af 90'erne er produktionen af fliser og belægningssten af beton steget markant.

Denne udvikling skyldes, at det er nødvendigt at tænke i drænende belægninger frem for hårde faste overflader. Det er klimaforandringerne og dermed det intensiverede nedbør der forvolder problemer, særligt i byer og landsbyer, hvor vandet ikke kan slippe væk. Desuden rummer denne form for stenbelægninger en række muligheder for at konstruere æstetiske konstruktioner. Klimaekspertter fastslår at den globale temperatur fortsat er stigende, hvilket vil medføre øget og mere intensivt nedbør. Ydermere koncentrerer befolkningen i byerne,

som dermed udvides. Byens udvidelse resulterer i endnu flere uigennemtrængelige og hårde overflader, som gør det svært for vandet at absorberes i belægningen. Belastning på kloakker og vandsystemer når bristepunktet med oversvømmelse som resultat. Det er derfor nødvendigt at tænke i holdbare løsninger som kan løse problematikken. Tilvæksten i trafikken er ligeledes et problem, idet den forårsager drivhusgasser og organiske miljøgifte. Dette betyder tiltagende forurening af luften og regnvandssystemet. Disse problemer kan delvist afhjælpes med miljørigtige løsninger og konstruktioner indenfor belægning.

I dette hæfte vil fire forskellige løsningsmodeller og konstruktioner indenfor drænende belægninger blive præsenteret. Fordele og ulemper ved de enkelte løsninger vil blive skitseret og deres funktionsmåde vil blive gennemgået.

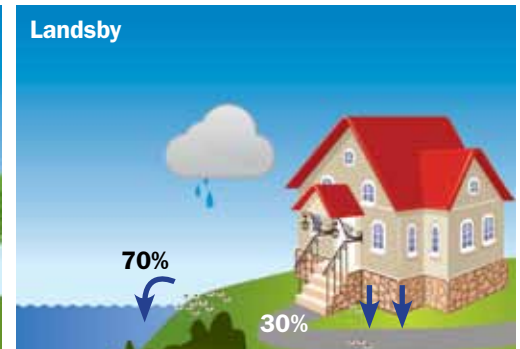
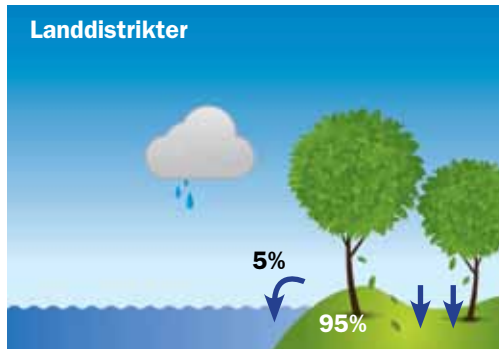
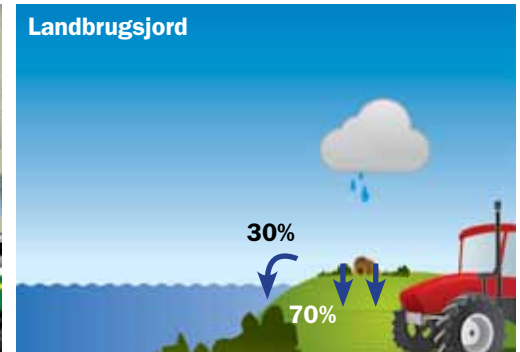
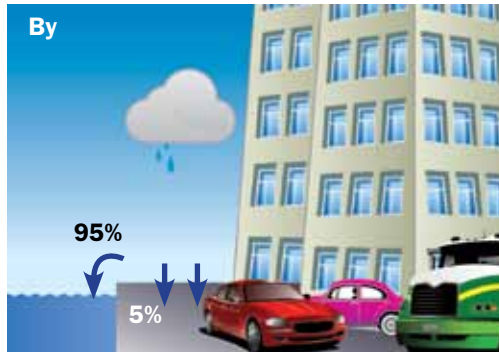
MHF Brolægning & Transport er specialister på dette område og er leveringsdygtige indenfor disse holdbare løsninger. Vi står klar til at rådgive og udføre belægningsarbejdet ligesom vi også er leveringsdygtige i de mere traditionelle belægninger.

## Hvorfor bruge permeabel (vandgennemtrængelig) belægning? - i byen, på landet, i landsbyer og landdistrikter

Her er fire eksempler på hvor stor vandbyrden er for modtageren af regnvand i forskellige områder.

Det er tydeligt at der i byer og landsbyer vil være de største vandophobninger ved intensiveret nedbør, hvorfor det er i disse områder at vandgennemtrængelige belægningsløsninger er nødvendige for ikke at overbelaste kloaknettet og for at undgå oversvømmelse.

Den permeable belægning sikrer at vandet hurtigt forsvinder fra overfladen via fuger og græs. Herved mindskes den overfladestrømning, som ellers ville være løbet direkte i kloakken. Kloaksystemet belastes derfor mindre og chancen for oversvømmelse formindskes.



## Forskellene på tæt/traditionel belægning og den drænende/vandgennemtrængelige belægning

### Med almindelig tæt og traditionel belægning

Formålet med den traditionelle belægning er at beskytte konstruktionens bæreevne ved eksempelvis nedbør, således at den ikke reduceres. Vandafstrømningen fra belægningen sker oftest til grøfter og kloaksystemer, som regel uden rensning. Belægningen koncentrerer dermed vand og forurening på overfladen, da det ikke kan komme væk og da der ikke er mulighed for oprensning af eventuel forurening.

### Med drænende belægning...

Formålet med den drænende belægning er netop at bortskaffe overfladevandet. Vandet infiltreres i belægningen ved høj hastighed og eksfiltreres via bunden ved lav hastighed. Vandrensning sker ved nedsivning (biologisk nedbrydning) og resultatet

er en formindsket belastning af vand og forurening på overfladen. Der findes mange varianter af permeabel belægninger.

### ... og med faskiner

Den vandgennemtrængelig belægning kan ligeledes konstrueres med regnvandsfaskiner, som kan optage mere vand i forhold til arealet. Denne løsning er yderst effektiv, hvor vandet ellers ikke kan slippe hurtigt nok væk. Herved undgås oversvømmelse.

### MHF giver råd og vejledning

For at opnå den mest optimale løsning for et givet projekt er det nødvendigt at samarbejde med kompetente folk med erfaring indenfor disse løsninger. Denne kompetence har MHF.

## Regnvandsproblematikken kan løses på stedet ved hjælp af drænende belægninger med eller uden faskiner

De drænende belægninger løser regnvandsproblematikken direkte ved kilden, hvilket er optimalt for såvel miljø som for de berørte mennesker.

Drænende belægninger rummer stor lageringskapacitet og ved intensivt nedbør sker der langsom eksfiltrering/nedsivning. Ved at tilføje faskiner i konstruktionen sikres en kontrolleret vandafvikling, således at kloakkerne ikke overbelastes. Der er ligeledes mulighed for at langtidsopbevaring af vandet, så det kan bruges i eventuelle tørkeperioder. Drænende belægninger formindsker ydermere mængden af forurening til regnvandssystemet, idet der sker en naturlig vandrensning ved nedsivningen til de nederste lag, idet de øverste lag deponerer forureningen. Organiske miljøgifte nedbrydes biologisk på samme måde som ved naturlig rensning af vandet i forbindelse med nedsivningen.

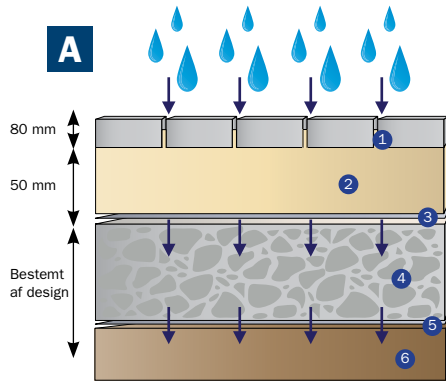
Der er ligeledes mulighed for rensning af trafikens NOx (kvælstofoxider) udslip/emissioner ved at benytte den rette belægning.



**Med en drænende belægning og faskine opnås en trinvis forsinkelse, nedsivning samt fordampning af regnvand, således at kloaksystemet ikke bliver overbelastet. Mængden af regnvand i de offentlige kloakker mindskes og vandet ledes væk så oversvømmelse undgås.**

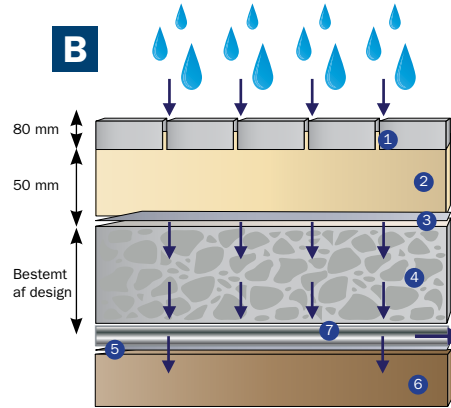
**Hvordan fungerer det?**

# Permeabel belægning – fire modeller af regnvandshåndtering



## Model A - Fuld infiltration

Forhindrer andet vand i regnvandssystemet. Omkostningseffektiv idet drænrør og grøfter ikke er nødvendige. Vejledende pris fra kr. 485,- pr. m<sup>2</sup>\*



## Model B - Delvis infiltration

Anvendes hvor undergrunden har lavere infiltrations kapacitet. Bibeholder undergrundens stabilitet, men giver en lavere ydelse og en længere forsinkelse til regnvandssystemet. Vejledende pris fra kr. 610,- pr. m<sup>2</sup>\*

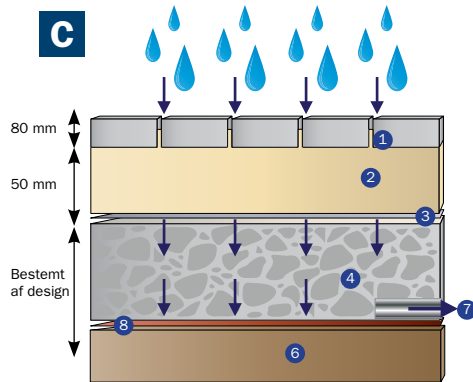
- 1 Fugegrus
- 2 Afretningsgrus
- 3 Øverste geotekstil (valgfrit)
- 4 Gennemtrængelige skærver
- 5 Nederste geotekstil (valgfrit)
- 6 Bunden
- 7 Drænrør
- 8 Impermeabel fleksibel membran
- 9 Faskine kassette

\* Prisseksemplerne tager udgangspunkt i en halv meters dybde og er eksklusiv moms.

## Skema over model A,B og C's egenskaber i undergrunden

	A	B	C
Permeabilitet i undergrund k (m/s)			
10 <sup>-6</sup> til 10 <sup>-3</sup>	Ja	Ja	Ja
10 <sup>-8</sup> til 10 <sup>-6</sup>	Nej	Ja	Ja
10 <sup>-10</sup> til 10 <sup>-8</sup>	Nej	Nej	Ja
Grundvandsniveau tættere end 1 meter på bunden	Nej	Nej	Ja
Forureninger i undergrund	Nej	Nej	Ja

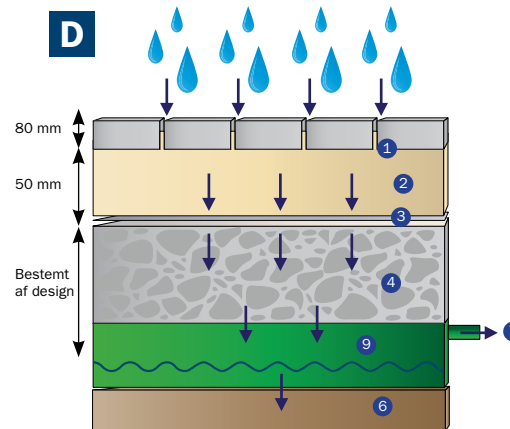
- 1 Fugegrus
- 2 Afretningsgrus
- 3 Øverste geotekstil (valgfrit)
- 4 Gennemtrængelige skærver
- 5 Nederste geotekstil (valgfrit)
- 6 Bunden
- 7 Drænrør
- 8 Impermeable fleksibel membran
- 9 Faskine kassette



### Model C - Ingen infiltration

Særlig anvendelig ved høj risiko for forurening eller hvor undergrunden har lav permeabilitet. Denne model anvendes også ved behov for opbevaring/langtidslagring af vandet.

Vejledende pris fra kr. 755,- pr. m<sup>2</sup>\*



### Model D - Faskine eller regnvandskassette

Sikre en kontrolleret nedsivning af tag- og overfladevand så oversvømmelse undgås. Regnvandet siver langsomt ud og ned i jorden fra faskinen. Fordelen ved faskiner er at de kan tage mere vand i forhold til areal. Der sker dermed en forsinkelse af regnvandet, da det først opsamles i faskinen som sikrer en langsom udstrømning til jorden og kloakken.

Vejledende pris fra kr. 1435,- pr. m<sup>2</sup>\*

\*Priseksemplerne tager udgangspunkt i en halv meters dybde og er eksklusiv moms.



# Permeabel belægning

## – rensningen, materialer og dimensionering

### Rensningen\*

Sediment og urenheder/  
forurening, såvel organiske  
som tungmetaller infiltreres

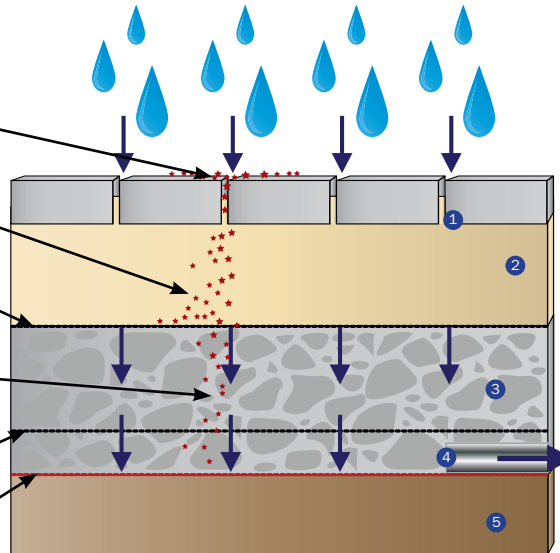
Sediment og tungmetaller  
fanges i sandet

Geotekstil skaber "biobed",  
og øger den biologiske  
nedbrydning af organiske  
miljøgifte (valgfrit)

Også biologiske nedbryd-  
ning af organiske miljøgifte  
i overbygningen

F.eks. geonet? / jordfor-  
stærkning/armering ved lav  
bæreevne i underbunden

F.eks. geotekstil til adskil-  
kelse af materialer og/  
eller ingen infiltration til  
undergrunden.  
Impermeabel fleksibel  
membran.



### Materialer & dimensionering

- 1 Fugegrus
- 2 Afretningsgrus
- 3 Gennemtrængelige skærvær
- 4 Drænrør
- 5 Bunden

Fugegrus dimension: 2-5 mm

Afretningsgrus: Lag på 2-4 cm

Den drænende bund består af skærvær på 45-60 mm. For at optage 1 m<sup>3</sup> vand kræver det minimum 10 m<sup>2</sup> areal med en bund på 0,5 meters dybde - afhænger dog af hvor hurtigt jorden under kan dræne det nedsynkende vand.

Ved lav bæreevne i undergrunden (<50MPa) bør geonet/jordarmring anvendes i nedre del af den bærende konstruktion.

Geotekstil og uigennemtrængelig membran vælges i samråd med leverandøren, idet der findes specielt udviklede produkter til dette formål.

\*Undersøgelser antyder at der sker en nedbrydelse af organiske urenheder på 40-90% samt en filtrering af tungmetaller på op mod 95% ved anvendelse af drænende belægning. Kilde *The SUDS Manual, CIRIA 2007*

## Effekten af NOx (kvælstofoxider) og rensningen heraf

NOx bidrager direkte til menneskers lidelser f.eks. astma- og lungeproblemer og til indirekte produktion af ozon ved jordoverfladen.

Ozon ved jordoverfladen forhindrer fotosyntese og skader vandbalancen hos planter og er samtidig årsag til at mennesker har problemer med luftveje og slimhinder.

Den højeste målte koncentration af kvælstofoxider er målt i områder med menneskelig beboelse og er forårsaget af emissioner fra trafikken.

### Rensning af NOx (kvælstofoxider)

Ved hjælp af nanoteknologi er der udviklet en speciel type belægning (EcoNox) som er medvirkende til at der kan skabes en bedre luft og renere belægning. Belægningen er selvrensendende, antibakteriel og forhindrer tilvækst af alger og bevoksninger samtidig med at den reducerer NOx.

NOx i luften reduceres og danner nitrater som skylles bort af regnvandet. Undersøgelser viser at der sker en rensning på op til 55% af NOx.

### NOx reduktion – internationale eksempler

Forsøg i Japan indikerer at 5000 m<sup>2</sup> belægningssten reducerer kvælstofoxider fra 900 biler pr. dag og forsøg i Italien viser en gennemsnitlig reduktion af NOx på 50%.

Et pilotprojekt i Antwerpen på 10.000 m<sup>2</sup> viste efter et år en formindskelse af NOx på 20-25%.

Ydermere viste et pilotprojekt i Malmø at 250 m<sup>2</sup> belagt med EcoNox (10% af vejbanen) kunne reducere NOx fra 200 biler pr. døgn.

### NOx reduktion – Forsøg i Danmark

Teknologisk Institut (DTI) laver et forsøg i København på Vesterbro. Nærmere betegnet på gasværksvej.

Forsøget løber fra juni 2012 til slutningen af 2013. Målet er at kunne optimere effekten fra 12% til 25-30% i vores klima.

## Drænende belægninger i tal - rensning af forurening

Filtrering /rensning af forureninger fra trafikken\*

LOD** op til	100%
Partikler (spredte)	60-90%
Organiske urenheder	70-90%
Fosfor	50-90%
Kvælstof	65-80%
Tungmetaller	60-95%

\*\*LOD - løsning af regnvandsproblemet direkte ved kilden

# MHF Brolægning & Transport er klar til at udføre dit næste projekt

## Faglighed, kvalitet og god service

Hos MHF Brolægning & Transport og sættes faglighed, kvalitet og god service i højsædet. Vores medarbejdere er højt specialiserede folk med flere års erfaring. Vi benytter de nyeste maskiner i vores arbejde og samarbejder udelukkende med leverandører som vi ved leverer kvalitetsprodukter hvorved resultatet bliver holdbart og optimalt.

## MHF og miljøet

Vi vil gerne være blandt de bedste indenfor vores fag, dette kræver at vi følger med behovet og udviklingen i samfundet, men det kræver også at vi er nytænkende i forhold til løsninger, arbejdsgange og materialer, således at miljøet skånes. Kort sagt vi leverer miljørigtige løsninger fra start til slut.

## Effektivitet og fleksibilitet

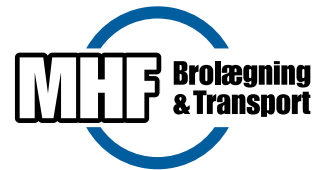
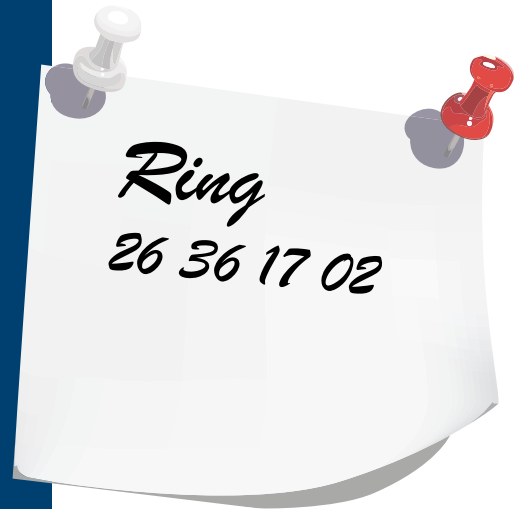
Vores dygtige folk sikre effektiviteten, men det gør få transporter også... For eksempel bestræber vi os på at udnytte lasteevne og returlæs på en hensigtsmæssig og miljøvenlig måde. Vi er fleksible og kan hurtigt omstille os hvis der er ændringer i et projekt.

## Kontakt os

Kontakt os gerne for mere information enten på mail eller telefon. Se vores hjemmeside for mere information.



Svanemærket tryksag  
541-826 LaserTryk.dk



MHF Brolægning & Transport  
v/Michael H. Frede  
Tlf. 26 36 17 02  
email: michael@26361702.dk  
Web: www.26361702.dk