TRADITION
INNOVATION
INSPIRATION

En stærk dansk belægningsløsning

IBF Perma-Drain® system
- nedsivning af regnvand

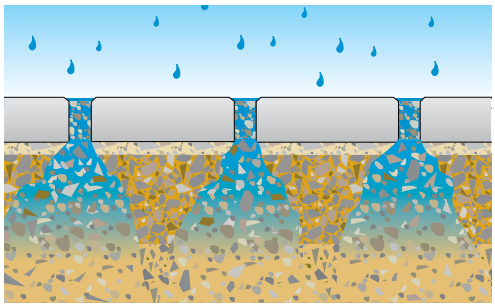
- når arkitektur, miljø og naturmaterialer forenes

SF-Økoloc®, 150 m² i Skanderborg.

Forside: SF-Økoloc®, 430 m² i Odense.

IBF Perma-Drain® systemet

Formålet med IBF Perma-Drain® er at nedsive regnvand i stedet for at aflede det til kloakken som normalt.
IBF Perma-Drain® er specielt konstrueret, så regnvandet ledes til nedsivningsfelter, der er fyldt med et meget groft materiale (DrænAf®) og derved kan dræne vandet væk. Afretningslag (DrænAf®) og bærelag (DrænStabil®) er vandgennemtrængelige, så vandet kan nedsives til underbunden. Afhængig af underbundens sammensætning ledes vandet videre ned i undergrunden og/eller videre i dræn.
IBF Perma-Drain systemet har vundet DI Bygs innovationspris, der gives til en særlig indsats, hvor innovation, samarbejde og værdi for kunden vægtes højt.
I det følgende forklares der nærmere om de forskellige aspekter i forbindelse med anvendelse af befæstelser med IBF Perma-Drain®.



IBF Perma-Drain® med vandgennemtrængeligt materiale i både fuger, afretningslag og bærelag. Vandet kan transporteres ned gennem befæstelsen, uden at den mister sin bæreevne.

Fordele ved brug af IBF Perma-Drain®

Flere og flere arealer befæstes, og det medfører, at mere og mere regnvand ledes til kloakken.
Det bevirker, at nogle kloakker løber over, når det regner.
Tilledningen til kloakken kan reduceres eller forsinkes ved at anvende IBF Perma-Drain®. Kan underbunden nedsive alt vandet, belaster det ikke kloakken. Kan underbunden ikke nedsive vandet, kan belægningen anvendes som forsinkelsesbassin, hvorved man kan mindske spidsbelastningen på kloakken ved et regnskyl med stor intensitet.

Da der ikke skal være afløbsriste eller render, kan man lave en vandret belægning, blot skal man sikre sig, at vandet ledes væk fra eventuelle bygninger og lignende.
Da alt vand nedsives på stedet, vil der ikke være problemer med vandpytter, selv om der med tiden skulle komme mindre lunker.

Når vandet nedsives, vil jorden rense vandet for flere typer forurening, der ellers ledes direkte ud i recipienten, se tabel.

Fjernelse af forureningstyper	
Suspenderet stof	60-95 %
Kulbrinter	70-90 %
Total fosfor	50-80 %
Total kvælstof	65-80 %
Tungmetaller	60-95 %

Kilde: Understanding permeable paving, Interpave, 2008.

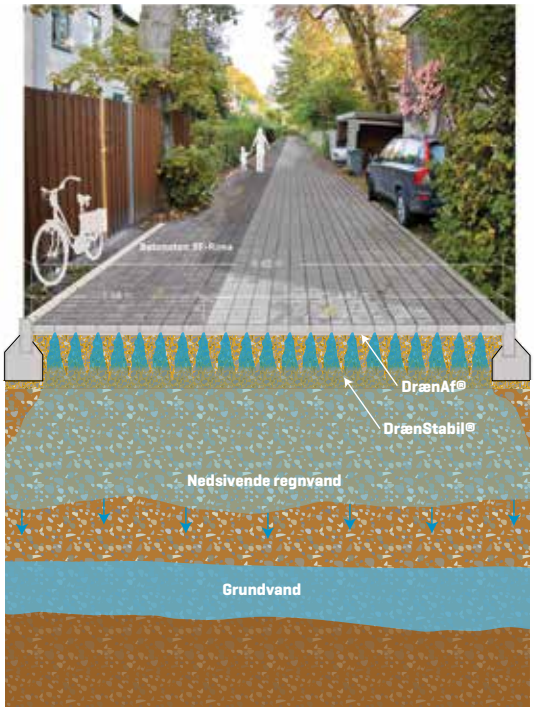
Her kan IBF Perma-Drain® anvendes

IBF Perma-Drain® kan anvendes mange forskellige steder. Store arealer som p-pladser, industripladser, lagerpladser og boligveje er oplagte steder at anvende IBF Perma-Drain®. Jo større arealerne er, jo mere vand skal der afledes, og des større bliver gevinsten ved at anvende IBF Perma-Drain® fremfor en traditionel tæt belægning.

Nedsivning i hele levetiden

Levetiden afhænger af flere faktorer som for eksempel arealets anvendelse og vedligeholdelse. Dette tages der højde for i dimensioneringen, hvor det vurderes hvor stor reduktion i permeabiliteten, der er risiko for. Herudfra sammensættes systemet så man i hele dimensioneringperioden har en tilstrækkelig nedsivningsevne. Som andre afløbssystemer dimensioneres der udfra en vis overskridelsessandsynlighed, f.eks. at kapaciteten overskrides én gang hvert femte år. Eftersom man her har at gøre med et system med aftagende kapacitet, betyder det, at det teoretisk først er sidst i levetiden, at kapaciteten overskrides f.eks. én gang hvert femte år. Er kapaciteten overskredet, betyder det blot, at der står vand på belægningen et kort stykke tid efter et kraftigt regnskyl.
Belægningen skal designes således at vandet, de gange hvor kapaciteten er overskredet, ikke kan skade bygninger eller andet. Det optimale er at sørge for, at vandet kan løbe af belægningen til f.eks. grønne arealer eller i et lille "nødafløbssystem", men det er også muligt blot at lade vandet stuve op på belægningen.
Det er vigtigt altid at have fokus på at forhindre tilsmudsning af fugerne med jord mv. for at opretholde nedsivningsevnen.

SF-Rima®, 500 m² i Nærum.



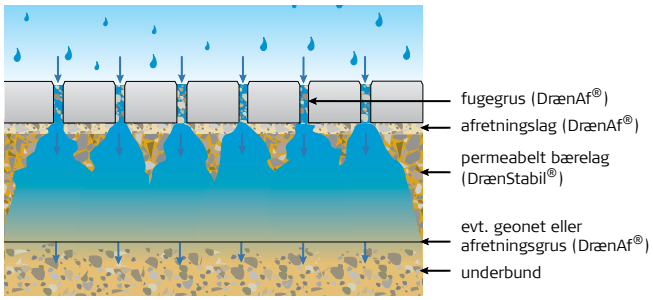
Principskitse af nedsivningsforløb.

Tre typer IBF Perma-Drain® befæstelser

Der anvendes 3 typer IBF Perma-Drain® befæstelser, afhængig af hvor velegnet underbunden er til nedsivning.

1. Nedsivning af alt regnvand

Består underbunden af sand og grus, kan alt regnvand normalt nedsives.

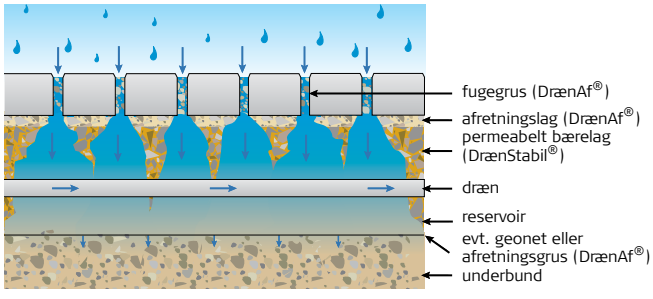


Denne løsning:

- Bør ikke anvendes ved vandindvindingszoner uden tilladelse
- Anvendes ikke på områder hvor der anvendes stoffer der er skadelige, hvis de tilføres grundvandet (tøsalt, pesticider og andre kemikalier)
- Anvendes ikke på arealer med meget intensiv trafik
- Forudsætter at afstanden fra råjordsplanum til grundvandsspejl er minimum 1 m
- Forudsætter at vandet ikke kan skade bygninger i nærheden ved nedsivning.

2. Delvis nedsivning af regnvand

Når underbunden ikke kan nedsive alt regnvand, kan den overskydende del ledes væk i dræn, enten til recipient, afløbssystem eller til nedsivning andetsteds.

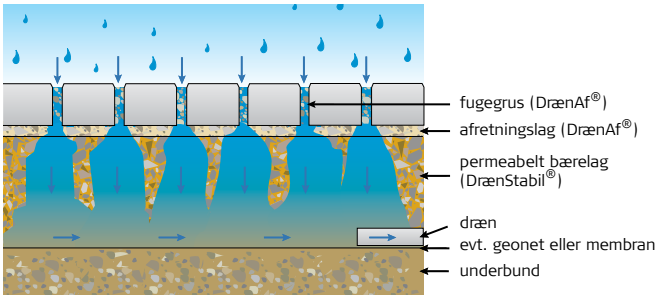


Denne løsning:

- Bør ikke anvendes ved vandindvindingszoner uden tilladelse
- Anvendes ikke på områder hvor der anvendes stoffer der er skadelige, hvis de tilføres grundvandet (tøsalt, pesticider og andre kemikalier)
- Anvendes ikke på arealer med meget intensiv trafik
- Forudsætter at afstanden fra råjordsplanum til grundvandsspejl er minimum 1 m
- Forudsætter at vandet ikke kan skade bygninger i nærheden ved nedsivning.

3. Ingen nedsivning af regnvand

Har underbunden kun minimal nedsivningsevne, kan befæstelsen benyttes som forsinkelsesbassin. Vandet ledes væk i dræn fra bunden af befæstelsen til recipient eller til et afløbssystem. Derved mindskes spidsbelastninger i afløbssystemet.
Denne opbygning kan også anvendes hvor det ønskes at benytte befæstelsen som regnvandsbeholder, for senere genanvendelse af vandet. Her skal afløbet blot kunne lukkes.



Denne løsning er der som udgangspunkt ikke nogen begrænsninger ved forudsat, at der anvendes en vandtæt membran under befæstelsen.

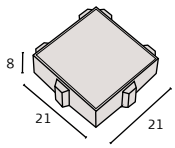
SF-Rima®, 550 m² i København. Foto: Frederiksberg Forsyning A/S.

Permeable IBF belægninger

IBF Perma-Drain® systemet består at flere forskellige belægningssten.

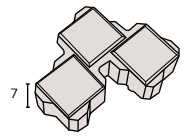
SF-Rima®

Format:	21 x 21 cm
Tykkelse:	8 cm
Vægt ca. pr. m²:	155 kg
Forbrug ca. pr. m²:	22,8 stk.



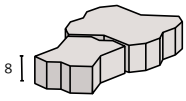
SF-Økoloc®

Format:	-
Tykkelse:	8 cm
Vægt ca. pr. m²:	167 kg
Forbrug ca. pr. m²:	26 stk.



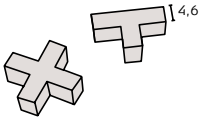
ØkoSuperloc

Format:	-
Tykkelse:	8 cm
Vægt ca. pr. m²:	155 kg
Forbrug ca. pr. m²:	15 sæt



Fugekryds

Format:	8 x 8 cm
Tykkelse:	4,6 cm
Fugebredde:	2 cm

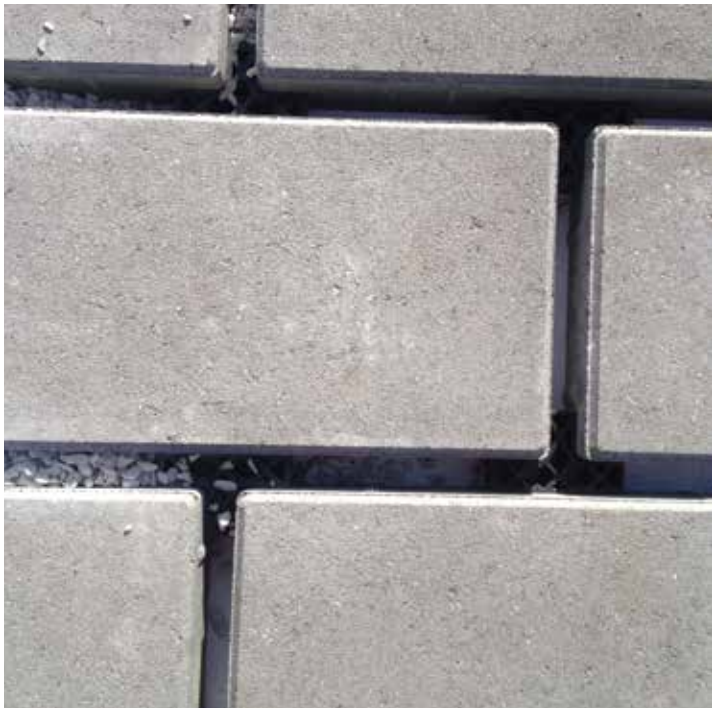


Udover de specielle belægningssten, kan der også leveres fugekryds, der kan anvendes sammen med almindelige rektangulære sten og fliser. Klodserne giver en breddere fuge, som afhængig af sten-/fliseformat giver et fugeareal fra ca. 10 %.

Projektering

Før en permeabel befæstelse kan anlægges, er der en del forundersøgelser der skal gennemføres.

- Det skal undersøges, om der er vandindvindingszoner i nærheden af lokaliteten. Er det tilfældet, må der ikke nedsives uden særlig tilladelse, men der kan stadig anlægges en type 3 løsning, hvor befæstelsen benyttes som forsinkelsesbassin.
- Den fremtidige anvendelse af arealet skal undersøges grundigt. På permeable arealer bør der ikke håndteres stoffer (f.eks. kemikalier) der er skadelige, hvis de tilføres grundvandet. Endvidere skal der ikke foregå håndtering af jord og grus eller andet, der kan tilstoppe fugerne.
- Permeable belægninger bør af flere grunde kun anvendes, hvor der er begrænset trafik, og det vil sige maksimalt i trafikklasse T2 jf. vejregel for dimensionering (maks. 75 lastbiler i begge retninger pr. døgn).



Rektangulære sten med fugekryds, klar til fugefyldning.

SF-Rima®, 550 m² i Lions Park, Søllerød.

Der skal sørges for, at vandet ikke kan skade bygninger i nærheden ved nedsivning, dvs. der skal minimum sikres en afstand på 2 m til bygninger fra den permeable belægning. Alternativt kan der anbringes en vandtæt membran under befæstelsen i disse områder.

- Afstanden fra planum til grundvandsspejl skal være minimum 1 m, både for at sikre tilstrækkelig nedsivningsevne, men også tilstrækkelig rensning af vandet. Er kravet ikke opfyldt, vil det stadig være muligt at anlægge en type 3 løsning.
- For at sikre tilstrækkelig nedsivningsevne, er det vigtig at undersøge tykkelsen af den permeable underbund. Tykkelsen af laget skal minimum være 1 m, for at nedsivningsevnen kan forudsættes opretholdt. Er kravet ikke opfyldt, vil det stadig være muligt at anlægge en type 3 løsning.

Forudsat at udfaldet af de ovennævnte undersøgelser er positivt, kan der nu laves en nedsivningstest, som endelig kontrol på om lokaliteten er egnet til en permeabel befæstelse. Der kan udføres en simpel nedsivningstest som angivet på bagsiden af dette hæfte. Ved testen fastlægges permeablitetskoefficienten k_f der angiver hvor hurtigt vand passerer gennem jordlagene:

- **Nedsivning af alt regnvand**
  $k_f > 3{,}8 \cdot 10^{-5}$ m/s
- **Delvis nedsivning af regnvand**
  $3{,}8 \cdot 10^{-5}$ m/s $< k_f < 3{,}8 \cdot 10^{-6}$ m/s
- **Ingen nedsivning af regnvand**
  $k_f < 3{,}8 \cdot 10^{-6}$ m/s

Bærelag, fuger og afretningslag

Bærelag og bundsikring skal også opbygges af tilstrækkelig permeable materialer. IBF har, i et tæt samarbejde med NCC Råstoffer, udviklet to specialprodukter som anvendes i forbindelse med opbygning af bærelag/bundsikring (DrænStabil®) og afretning/fugefyldning (DrænAf®).

DrænStabil® er eftervist at have et E-modul på 300 Mpa - svarende til stabilt grus.

Regnmængde

I Danmark har der været tradition for at dimensionere regnvandssystemer for 110 l/s/ha, der overskrides én gang hvert år. Men det vælges typisk, at have større sikkerhed i disse nedsivningssystemer da der vil være større udsving i vandføringsevnen af råjorden og de gruslag der udlægges end i et afløbsrør. Det vil derfor være fornuftigt at vælge en lavere overskridelsesfrekvens, f.eks. én gang pr. 5. år, svarende til en regnmængde på 190 l/s/ha i 10 minutter.

Nødvendigt magasinvolumen

Dimensionering af bærelaget skal foretages både med hensyn til bæreevne, men også med hensyn til det volumen der er nødvendig for at opmagasinere den mængde vand der tilledes, inden det nedsives eller afledes på anden vis.

Porevolumen i DrænStabil® er på ca. 30 %.

Ved dimensioneringen skal der både tages hensyn til, det vand der umiddelbart falder på arealet, men også eventuelt tilsluttede arealer der tilleder vand til det permeable areal. Det kan være andre belægninger eller tagnedløb. Der vil typisk kunne regnes med, at det permeable areal skal udgøre minimum 1/3 af det totale areal.

På arealer hvor underbunden kun delvis eller slet ikke kan nedsive vandet, skal placering og dimension på dræn- eller afløbsrør også fastlægges.

Placeringen af disse rør skal overvejes grundigt, således at vandet ikke løber direkte i disse og intet nedsives, eller forsinkelsen bliver for kort. En løsning er for eksempel at hæve rørene lidt over bunden af befæstelsen, så vandet først løber ind i rørene når det når et vist niveau. En anden løsning er at have afløbet i kanten af befæstelsen.

Husk at overholde rørproducentens krav til blandt andet lægningsdybde ved trafikerede arealer, og sørg for at dimensionen på rørene svarer til vandmængden - herunder skal der også være opmærksomhed på indløbsarealet (arealet af slidserne).

Ved løsninger hvor der er indbygget dræn, kan det vand der drænes bort nedsives andet steds.

Udlægning af DrænStabil®.

Udførelse

Udførelse af permeable belægninger foregår stort set som almindelige belægninger, men der er nogle enkelte væsentlige punkter man skal være opmærksom på for at få det ønskede resultat.

Underbunden

Det bør kontrolles efter udgravning, at underbunden besidder den forudsatte nedsivningsevne (3,8 x 10-5 m/s hvis der skal kunne nedsives et regnskyl på 190 l/s/ha).
Der skal være opmærksomhed på eventuel fare for opblanding af råjord i DrænStabil®, som er forholdsvist groft og åbent. Det vil derfor ofte være nødvendigt med et geonet for at holde lagene adskilt.
Skal vandet ikke nedsives, og er befæstelsen projekteret med en vandtæt membran, bør arealet gennemgås for sten og andet, der vil kunne beskadige membranen. Endvidere bør der udlægges og komprimeres 5-10 cm velgraderet 0-4 mm sand, under membranen.
Skal regnvandet nedsives i underbunden, må underbunden ikke bruges som kørevej eller på anden måde udsættes for trafik, der kan medføre at permeabiliteten nedsættes.

Bærelag

Der skal hele tiden være fokus på, at DrænStabil® ikke afblander eller forurenes med andre materialer. Materialet kan ikke udlægges og benyttes som kørevej, da der er stor risiko for, at det vil nedsætte permeabiliteten. Skal der være en kørevej, kan der udlægges asfalt ovenpå, som så fjernes eller perforeres (perforeringen skal svare til min. 15 % af arealet, og opfyldes med afretningsgrus) før belægningen udlægges.
Der skal heller ikke opbevares andre materialer på bærelaget.
Erfaringen viser, at bærelaget komprimeres bedst med pladevibrator.

Afretningslag

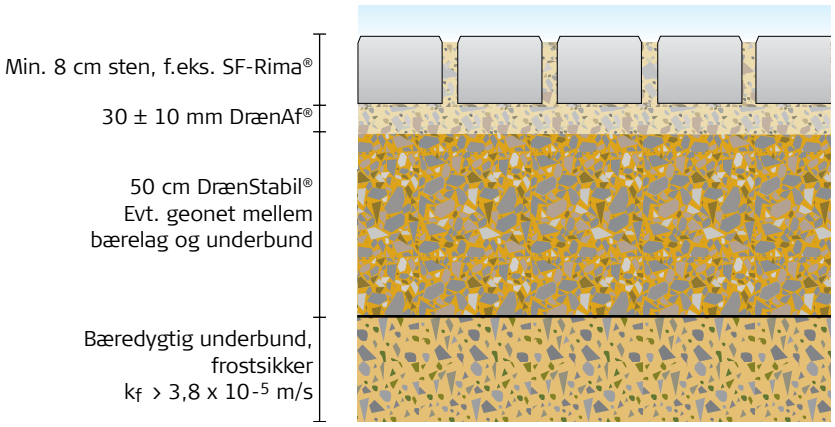
Det skal sikres, at DrænAf® ikke forurenes med andre materialer.
Det er vigtigt, at laget ikke bliver for tykt, da styrken ikke er lige så god som i bærelaget. Laget udlægges i 30 ± 10 mm tykkelse. For at kunne overholde dette krav, skal DrænStabil® være rettet meget præcist af.
DrænAf® skal ikke komprimeres, det bliver det, når belægningsstenene vibreres til sidst.

Belægningsstenslag

Belægningsstenene kan udlægges manuelt eller med maskine og lægges på modulmål.

Eksempel på opbygning

I det følgende ses et eksempel på opbygning af en permeabel befæstelse, hvor alt regnvand nedsives.
Det er vigtigt at pointere, at opbygningen ikke blot kan anvendes til alle befæstelser, men forudsætter at der kun er personbilstrafik og at underbunden er bæredygtig, frostsikker og kan nedsive alt regnvandet.
Andre forhold vil altid kræve sagkyndig vejledning, og dimensionering for hver enkelt lokalitet.



Udlægning af SF-Rima® på DrænAf®.

Oprensning af fuger med specialkøretøj.

Belægningen fuges løbende med DrænAf®.
Belægningen skal kantsikres som alle andre stenbelægninger for at være stabil.
Når hele arealet er udlagt, vibreres der inden fugerne fyldes helt, da det grove fugemateriale ellers nemt hopper op ad fugen og knuses af vibratoren.
Belægningen vibreres med en pladevibrator på min. 180 kg med en frekvens på min. 90 Hz og en slagkraft på max. 200 kN/m^2 (slagkraft/kontaktareal). Der køres én gang på langs og én gang på tværs med 50 % overlap. Der efterfyldes med DrænAf® og renfejes.
Det skal sikres, at DrænAf® ikke er forurenet med andre materialer, og det skal også sikres, at vand fra andre arealer ikke kan føre sand og grus med ind på belægningen. Specielt hvor traditionelle belægninger afvander til den permeable belægning, skal der være opmærksomhed på, at vandet ikke fører overskydende almindeligt fugegrus med ind på den permeable belægning.

Vedligeholdelse af IBF Perma-Drain®

IBF Perma-Drain® vedligeholdes som andre belægningsstensbelægninger, men der er nogle punkter, hvor vedligeholdelsen adskiller sig fra den traditionelle, fordi der hele tiden skal være fokus på at undgå tilslemning af fugerne.

Efterfyldning af fuger

Fugerne skal til stadighed være fyldt med korrekt fugemateriale. Halvtomme fuger samler væsentligt mere smuds og ukrudtsfrø, der er med til at nedsætte nedsivningsevnen. Desuden er det vigtigt af hensyn til stenenes stabilitet.

Rensning af fuger

For at være sikker på at opretholde nedsivningsevnen i hele belægningens levetid, kan der foretages en systematisk oprensning af fugerne. Normalt vil en overkørsel med en egnet feje-/sugemaskine være tilstrækkeligt.
Det afhænger af den enkelte lokalitet og omgivelserne, om det bør være én gang pr. år eller sjældnere.
Er fugernes nedsivningsevne blevet væsentligt nedsat, kan det være nødvendigt at anvende et specialkøretøj, der både spuler og suger.
Husk altid efterfølgende at tjekke fugerne med henblik på efterfyldning.

Glatførebekæmpelse

Af forureningshensyn, skal det undgås at benytte tøsalt. Glatførebekæmpelsen udføres bedst med grusning med DrænAf® som også anvendes til fugefyldning. Almindeligt grus må ikke anvendes, da det vil tætne fugerne.
Sne fejes væk med kost. Undgå brug af skraber/skovl, da de kan ødelægge overfladen på visse typer sten.

Gleerup RCI Form nr. perma-drain/01-15

Simpel nedsivningstest

En simpel nedsivningstest kan udføres som følger:

1. Der graves et hul på mindst 25 x 25 cm og 30 cm i dybden. Bunden af hullet skal være i den dybde hvor bunden af befæstelsen vil være.
2. Der lægges 5 cm grus i bunden af hullet.
3. Jorden skal nu vandmættes. Fyld vand i hullet til minimum 20 cm over gruslaget.
4. Hullet holdes fyldt i ca. 30 minutter.
5. Der måles nu hvor hurtigt vandet falder. Er 2 på hinanden følgende målinger ens, kan testen begynde. Ellers fortsættes med vandmætningen i 15 minutter mere.
6. Der tilsættes vand til vandspejlet er 10 cm over gruslaget.

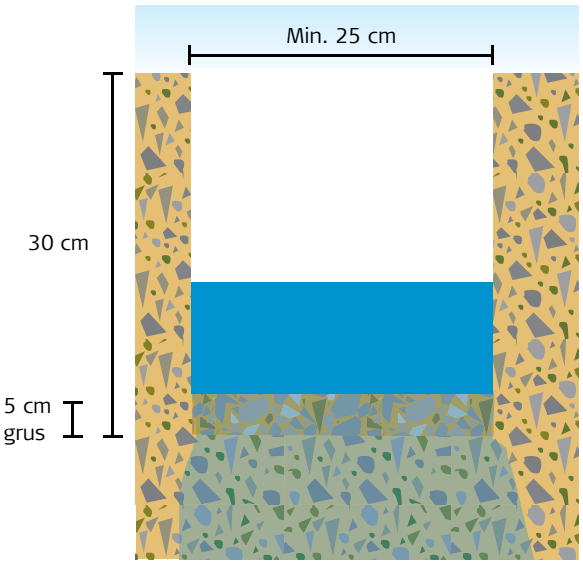
Efter 10 minutter måles hvor meget vandet er faldet:

Mere end 25 mm: alt regnvand kan nedsives ($k_f > 3{,}8 \cdot 10^{-5}$ m/s)

Mellem 5 og 25 mm: en væsentlig del kan nedsives
($3{,}8 \cdot 10^{-6}$ m/s < k_f < $3{,}8 \cdot 10^{-5}$ m/s)

Mindre en 5 mm: kun ubetydelige mængder kan nedsives. ($k_f < 3{,}8 \cdot 10^{-6}$ m/s)

Kilde: "Betonbelægninger", Belægningsgruppen, 2014.



IBF Ikast
Lysholt Allé 4
7430 Ikast
Tlf. 97 15 20 22
Fax 97 25 04 12

IBF Nørresundby
Stigsborgvej 34
9400 Nørresundby
Tlf. 98 17 10 55
Fax 98 19 10 81

IBF Holstebro
Hjermvej 3
7500 Holstebro
Tlf. 97 42 07 88
Fax 97 42 31 51

IBF Sunds
Drejervej 22
7451 Sunds
Tlf. 97 14 11 00
Fax 96 29 27 07

IBF Aarhus
Flintehøj 1
8520 Lystrup
Tlf. 86 22 11 07
Fax 86 74 17 67

IBF Horsens
Vrøndingvej 10, Lund
8700 Horsens
Tlf. 75 62 28 99
Fax 75 62 17 58

IBF Vojens
Betonvej 1
6500 Vojens
Tlf. 74 54 16 88
Fax 74 54 08 44

IBF Ejby
Industrivej 29
5592 Ejby
Tlf. 63 41 04 77
Fax 64 41 04 42

IBF Ringe
Stegshavevej 30
5750 Ringe
Tlf. 63 62 01 00
Fax 63 62 01 01

IBF Langeskov
Odensevej 39A
5550 Langeskov
Tlf. 63 41 04 77
Fax 64 41 04 42

IBF Hedehusene
Beredskabsvej 12
2640 Hedehusene
Tlf. 46 75 77 88
Fax 46 75 62 99

IBF Holmegaard
Lundebakkevej 18A
4684 Holmegaard
Tlf. 55 56 22 33
Fax 55 56 23 03

ibf.dk - ibf@ibf.dk

BÆREDYGTIG BETON