

Permeable dekker:

prosjektering, dimensjonering og teknisk informasjon

Permeable dekker kan, når forutsetningene er riktige, erstatte alle andre overvannstiltak.

Permeable dekker kan være en del av en systemløsning for overvannsdiskonering.

Forutsetningene for bruk av permeable dekker som overvannsløsning er:

- riktig prosjektering
- riktig etablering
- riktig vedlikehold

Av disse er vedlikeholdet den enkleste biten. Den beskrives i vår [FDV for permeable dekker](#).



Før vi drenerer nedbør til grunnen må vi kartlegge grunnforholdene. Les om årsaken, samt den avgjørende oppbyggingen, på neste side.

Kartlegging av grunnforhold:

Målet med å kartlegge grunnforholdene, er å dokumentere at grunnen har kapasitet til å infiltrere nedbøren, og at overvannet som dreneres ned ikke fører til skade på egen eller annens eiendom.

Grunnforholdene kartlegges gjennom infiltrasjonstesting.

Dersom grunnforholdene viser seg uegnet for infiltrasjon, det kan være på grunn av høy grunnvannstand eller leireholdig masse, er det fullt mulig å likevel benytte permeable dekker. Forutsetningen er at disse da benyttes i sammenheng med andre tiltak.

Kompleksiteten i oppdraget definerer hvilken kompetanse det er behov for når det kommer til prosjektering. Det kan være alt fra entreprenørens egen kompetanse til geotekniker eller VA-ingeniør/konsulent, og må avgjøres i hvert enkelt tilfelle.



Oppbyggingen for permeable dekker:

Dimensjonering, oppbygging og materialbruk ved etablering av permeable dekker bør skje i tråd med prinsippene i Statens Vegvesens håndbok N200, for å sikre nødvendig bæreevne i dekket.

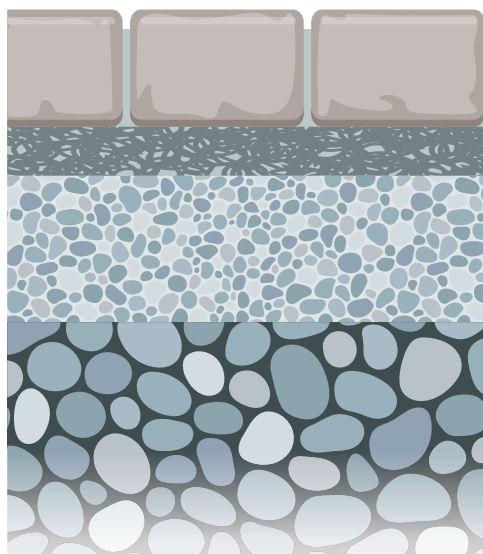
Vår anbefaling er å benytte knust fjell, siktet slik at det er fritt for finstoff.

Belegningsstein,
tykkelse 8-10 cm

Settelag, tykkelse 3 cm,
finpukk 2-11 mm

Bærelag, tykkelse 10 cm,
pukk 4-32 mm

Forsterkningslag, kult 20/120
Dimensjoneres stedlig



Figuren angir lagtykkelser for dekker med belegningsstein.

Dette vil også være utgangspunktet for oppbygging av et permeabelt dekke.

Massene som skal benyttes skal være uten 0-stoff for å gi tilstrekkelig permeabilitet i dekkets levetid.

Anbefalt oppbygging og forklaring på neste side.

Anbefalt oppbygging:

For permeabel belegningsstein og heller i tykkelse 7 - 10 cm.

- Settelag: tykkelse 3 cm, finpukk 2-11
- Bærelag: tykkelse <10 cm, pukk 4-32 mm
- Forsterkningslag: kult 20/120

Tykkelse på forsterkningslag er avhengig av:

- grunnforhold
- trafikkgruppe (trafikkbelastning)
- vannmagasin
- frostdimensjonering

Det brukes grovere materialer nedover i konstruksjonen. Fugene blir derfor dimensjonerende for dreneringsevnen til dekket.

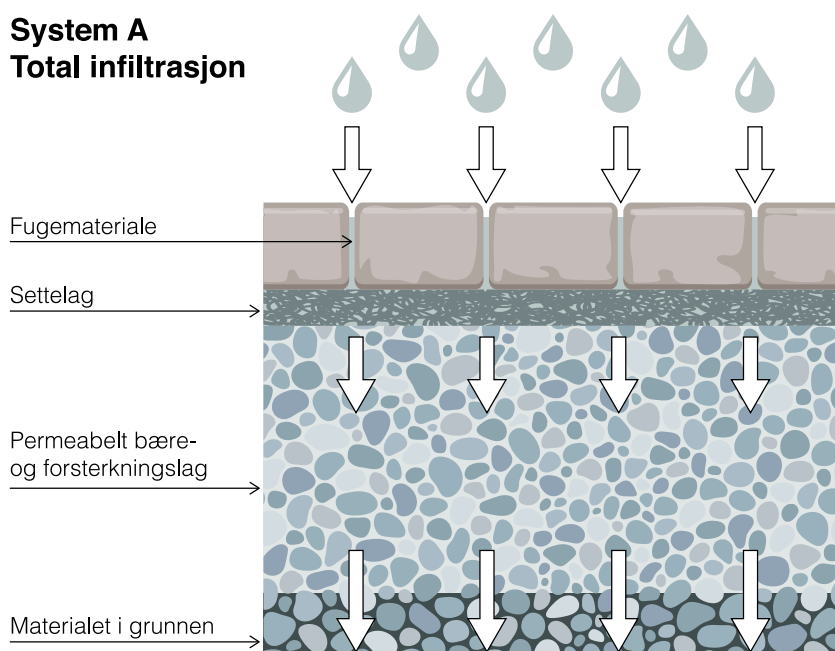
- Fug med knust finsingel, eks. 2 - 4 millimeter.
- Massene skal være velgraderte.
- Filterkriterier sjekkes for alternative masser.
- Fiberduk benyttes kun som separasjonsduk mellom fine og grove masser i bunn av trauret.

Tradisjonelt opereres det med tre systemer for permeable dekker:

- 1: Total infiltrasjon.
- 2: Delvis infiltrasjon.
- 3: Ingen infiltrasjon.

De ulike systemene henger sammen med grunnforhold som masser, grunnvannstand og topografi, samt mulig forurensing i grunnen. Ved å benytte nye løsninger for lokal overvannsdiskonering (LOD) lar det seg imidlertid gjøre å oppnå delvis eller full infiltrasjon, under de aller fleste forhold.

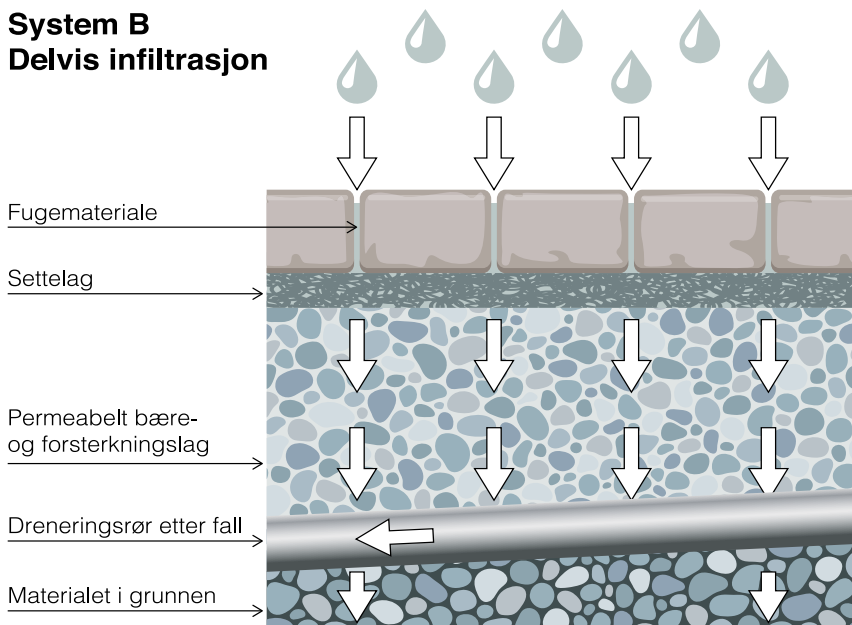
System A Total infiltrasjon



Når konstruksjonen har kapasitet til å magasinere tilført nedbør og grunnen under oppbyggingen er permeabel, kan all nedbør dreneres gjennom det permeable dekket, uten videre.

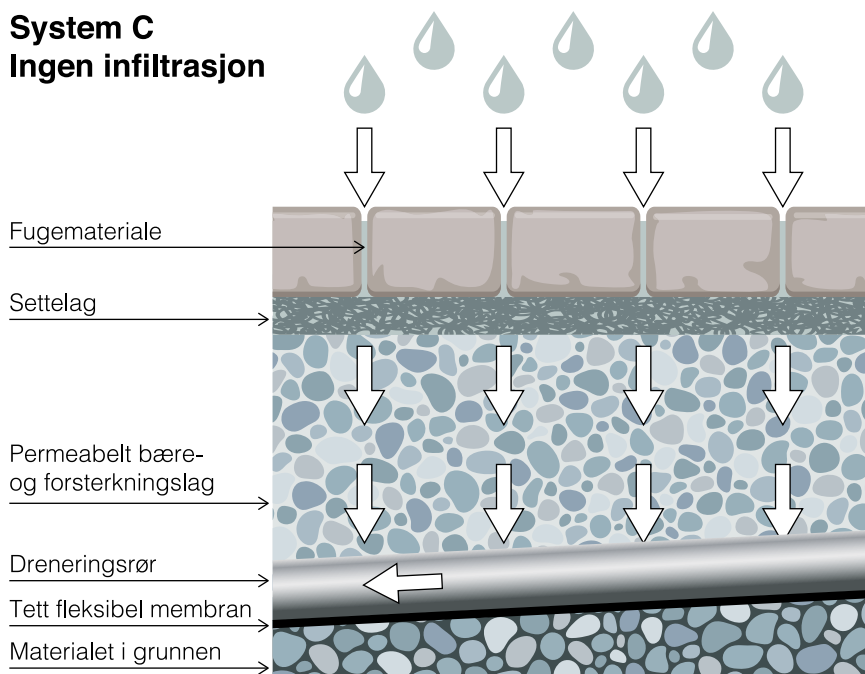
I slike tilfeller er kapasiteten på det permeable dekket knyttet til permeabiliteten i fugene. Den vil variere mellom de ulike typene permeabelt betongbelegg, fordi utformingen av fugene ikke er ens.

System B Delvis infiltrasjon



Ved høy grunnvannstand og/eller kompakte masser har grunnen ikke evne til å ta imot og vekkede nedbør. Da må permeable dekker benyttes i kombinasjon med andre tiltak. Det kan være forming av traubunnen, vekkledning av vann i oppbygging via rør samt rørkonstruksjoner for magasinering og tidsforsinking av vann.

System C Ingen infiltrasjon



Ved høy grunnvannstand, og/eller på masser som er så tette at de ikke drenerer nedbøren videre i tilstrekkelig grad, må det gjennomføres tiltak for bruk av permeable dekker.

Permeable dekker kan benyttes som en del av en systemløsning, for eksempel ved å fordrøye nedbørstoppe i oppbyggingen. Beregnet disponibelt hulrom er 20 - 30 prosent i pukk.

Nedbør kan transporteres via de permeable massene i oppbyggingen til magasin utenfor konstruksjonen. Nedbøren kan transporteres via rør, eller sive horisontalt.

Det er også fullt mulig å forme traubunnen slik at denne leder nedbøren, under det permeable dekket, til areal med tilstrekkelig infiltrasjonsevne.



På Tine Grannes i Sola ble det i mars - april 2018 lagt et permeabelt industridekke på 4200 kvadratmeter, på et areal hvor grunnen er lite egnet for infiltrasjon.

Permeable betongdekker: _____

Det finnes flere typer permeable betongdekker. Hovedskillet går mellom de som er utformet for maskinell legging, og de som legges manuelt. De tyngst belastede dekkene utføres alltid maskinelt. Permeabiliteten er knyttet til utformingen av åpningen i dekket, som ved de ulike steintyper ligger mellom 7 og 13 prosent.



Infiltrasjonskapasitet:

Avrenningskoeffisient, også kalt avrenningsfaktor, er forholdet mellom avrenningen fra et område og nedbøren over samme område. [Ref. Miljødirektoratet.](#)

Avrenningskoeffisienten er avhengig av overflatens permeabilitet og beskaffenhet, fallforhold, grunnvannsnivå, nedbørintensitet, nedbørvarighet, sesong og tid. [Ref. dr.ing, Kim H. Paus, Asplan Viak.](#)

I Norge har vi ikke tilstrekkelig samlet tallmateriale, men vi har etter hvert mye samlet erfaring knyttet til effekten av permeable dekker.

Dr. Sönke Borgwardt, Bureau BWB Norderstedt, har i flere tiår studert permeable dekker og deres infiltrasjonskapasitet over tid. I en oppdatert studie, [IN-SITU INFILTRATION PERFORMANCE OF PERMEABLE CONCRETE BLOCK PAVEMENT – NEW RESULTS](#), presentert ved den internasjonale belegningssteinskonferansen i Dresden, 2015, oppdateres hans hovedstudie fra 2006.

Dr. Borgwards arbeider danner grunnlaget for våre anbefalinger i Norge. Han viser at nye permeable dekker har en infiltrasjonskapasitet per prosent åpent areal, på 600 - 400 l / (s * ha), eller 216 til 144 mm/h.

Over de første 8-12 årene reduseres infiltrasjonskapasiteten per prosent åpent areal kraftig, til ca. 150 - 40 l / (s * ha), eller 54 til 14 mm/h (Jfr. Fig. 13).

Borgwardts forskning viser videre at den kraftig dalende kurven for infiltrasjon de første årene etter at dekket er lagt, flater ut etter 8- 12 år, og forblir relativt konstant i dekkets levetid.

De permeable dekkene som leveres i Norge har en åpenhet mellom 7 og 13 prosent. Nye permeable dekker har altså en ekstrem overkapasitet, så selv om infiltrasjonskapasiteten reduseres kraftig over år, vil det fremdeles ha tilstrekkelig kapasitet til å infiltrere kraftig stormregn. Overbygningen og kapasiteten i massene vil bestemme hvilken regnvarighet den totale konstruksjonen er i stand til å håndtere.

Selv om man har tilstrekkelig volum i oppbyggingen til å håndtere alt dimensjonerende regnvann, anbefaler vi alltid at man prosjekterer en sikker flomvei som «plan B». Det kan løses ved å legge svakt fall til regnbed eller drengroft, eller ved å legge drengrør eller fall på traubunnen som leder til et naboareal som kan oppta overskytende regnvann.

Avrenningskoeffisient

Permeabel belegningsstein vil som nylagt forventes å ha en avrenningskoeffisient på 0.00, der alt overvann umiddelbart trekker ned i grunnen under belegningssteinen. Eldre dekker vil ha en avrenningskoeffisient på samme nivå som gress (0,2 – 0,4) (SINTEF).

[SINTEF sier:](#)

Videre vil permeable dekker typisk ha en avrenningskoeffisient på nivå som vanlig gress.



Bildene over er fra samme gårdsplass, det første skrått ovenfra, det andre nedenfra. Gårdsplassen har en svak helling mot innkjørselen, hvor det bildet til høyre er tatt fra. Det lyseste, tørre arealet, er dekket med betongsteinen Plaza, lagt som permeabelt dekke. Det mørke arealet, med stående vann, til tross for fall, er lagt med ordinær belegningsstein og tette fuger.

Kantavslutning:

Ved alle dekker av belegningsstein og heller skal kantavslutningen sikre dekket mot utglidning, der dekket løper ut i løsmasser. Flere typer kantavslutninger kan benyttes, for eksempel kantstein av betong eller granitt, spesielle plastikklister med jordspiker, asfalt eller gatestein satt i mørtel. Man kan også plasstøpe en armert låsekant, som legges jevnt med dekket. Belastning over eller nær dekkekanten, vil lede den prosjekterende til valg av løsning.

Der belegningssteinen kan legges mot jevne murer eller stablemurer av betong, trengs ingen annen innspenning. Avslutning mot kummer avgjøres også av aktuell belastning. Ved lettere belastede dekker, er avslutning ved kapping en god løsning, så sant man kan unngå små tilpassingsbiter (de skal aldri være mindre enn 1/3 av steinens bredde og lengde). Et godt alternativ er å avslutte belegningsstein i firkant rundt kumløkk, og montere smågatestein i mørtel i overgangen.

Ved de tyngre belastede områdene, anbefaler vi alltid å avslutte belegningsstein med hel stein som ramme rundt kumløkk, og at kumløkket justeres og settes i asfalt. Dette gir den mest holdbare løsningen for de spenninger som oppstår mellom det elastiske dekket og den faste kummen.

Til portåpninger, betongplater og drenerer, anbefaler vi å avslutte dekket med presis tilpassing ved kapping eller bruk av hel stein. Overganger mellom faste konstruksjoner og belegningssteinsdekket, vil være sårbart for setninger, fordi man i oppbyggingen ikke får en homogen komprimering inntil den faste konstruksjonen. Vi vil alltid anbefale at belegningsstein legges med en overhøyde minimum 0,5cm ved lett belastede punkter og opp til 2 cm ved de tyngst belastede punktene.

Permeable dekker og standarder for belegningsstein

Permeabel belegningsstein produseres etter samme strenge krav som øvrig belegningsstein, og i tråd med NS EN 1338.

Norsk Standard 3420 kapittel K (2022) gir beskrivelsestekster til anleggsgartnerfaget, og den siste revisjonen inkluderer også permeable dekker av belegningsstein.

Standarden angir blant annet krav til materialbruk i settelag og i fuger. En angir aktuelle toleranser for overflatejevnheter og sprang mellom nabosteiner.

Rådene i vår veileder er i tråd med kravene i NS3420.

Ved å forankre en beskrivelse eller en bestilling i Norsk Standard, sikrer en forutsigbarhet både for bestiller og leverandør.