PartnerLandskab

Projekt: **Permeable befæstelser**
Involverede partnere: PLR, Byggros

Af Lektor, landskabsarkitekt Torben Dam, Skov & Landskab, Københavns Universitet, 22. april 2010

Permeabel befæstelse

En permeabel befæstelse er en konstruktion, hvor regnvand kan trænge ind og ned i en befæstelse, som en del af ønsket om at efterligne det naturlige vandkredsløb under forhold, som ellers ikke støtter infiltration og fordampning.

Terminologi

Befæstelse er hele konstruktionen fra komprimeret råjord til overfladelag.
Belægning er overfladelaget.
Bærelaget er det lag der fordeler kraftpåvirkningerne fra trafik og anden brug af befæstelsen (oplag, støtteben fra kraner, busstop)
Bundsikringslaget sikrer bunden af befæstelsen. Laget forhindrer vand i jorden at stige kapilært op i befæstelsen, og det kan rumme indtrængende vand uden frostrisiko indtil det dræner gennem drænrør, i grøfter eller gennem underliggende jordlag.
Permeabel betyder gennemtrængelig, inpermeabel betyder ugennemtrængelig.
Makadam har sin oprindelse i navnet på en walisisk vejinspektør, MacAdam, der i slutningen af 1700-årene eksperimenterede med at forbedre vejene for postdiligencerne i UK. I 1825 sendte han en lille bog til det Britiske parlament, hvor han foreslog en opbygning på ca. 25 cm med skærver med en sidelængde på ca. 5 cm. Stenmel fra knusning af sten blev vandet ned mellem skærverne. Konstruktionen, makadam, kom til Danmark gennem franske vejingeniører, som kombinerede de knuste skærver med den franske tradition *med bundsten i to eller tre lag.*
Afløbskoefficienten skønner, hvor meget regnvand der løber til kloak og dermed også hvor meget der forsvinder på anden måde (lagring i lunker og fuger, fordampning og nedsivning) 1.0 løber det hele til kloak, 0,0 betyder at intet regnvand når kloakken. Afløbskoefficienten er resultatet af et kollektivt skøn inden for afløbsområdet.

Permeable befæstelser som en del af fremtidens LAR-løsninger

Stabilt grus er befæstelsens bærelag

Mekanisk Stabilt grus er resultat af en analyse af Danmarks grus- og stenforekomster. Det blev introduceret i 1950'erne med tanke på en kraftig udbygning af de danske veje. Mekanisk stabilt grus er det vi i dag kender som stabilt grus. Introduktionen skete med et grundigt forarbejde og en række nødvendige justeringer af de faglige krav til opbygning af en vejkasse. Dengang da man traditionelt brugte makadam var det også svært, at ændre traditionen. Nu 50 år efter er stabilt grus normalen. Få tænker på forandringen der skete i slutningen af 1950'erne og starten af 1960'erne. Et af de vigtigste budskaber den gang var at stabilt grus i vejens bærelag skal holdes tørt. Det ved alle inden for vejbygning nu. Nedsivning, tilbageholdelse og oversvømmelse udfordrer denne viden.

Tørholdelse af befæstelsen

En tæt overflade belægning forhindrer vand at trænge ned fra oven. Veje ligger højt i terrænet med siderabatter. Grøfter eller dræn forhindrer vand at trænge ind i vejkassen fra siden, og et bundsikringslag forhindrer vand at stige op nedefra. Bundsikringslaget kan også magasinere vand, der trods alle de andre foranstaltninger alligevel har fundet vej ind i vejkassen.

Vanding af veje

I midten af 1980'erne opstod der tilsyneladende tvivl om bære- og bundsikringslag virkede, bl.a. fordi mange 2-sporede veje havde langsgående revner cirka en meter fra vejkanten. F.eks. er et forsøg på Holbækmotorvejen i 1988 beskrevet i statens vejlaboratoriums interne notater. Man vander en strækning af vejen med en kendt vandmængde og vandmålere registrerer vand i truget og i drænet. Figur 2. Det er ikke

alt vandet, der når truget og drænet, noget vand fordamper og nedsiver. I forsøget indgik også en række følere opstillet i en række på tværs af vejen. Følerne kunne måle vandprocenten i bundsikringslaget, og viste, at vandet fordelte sig i bundsikringslaget.

Vand trængte altså ind fra rabatten og truget, men bundsikringslaget virkede efter hensigten. Kun veje, hvor sidebredden var øget med andre vejbygningsmaterialer end resten af vejen opstod der problemer og langsgående revner. Forsøgene viser, at traditionen med tørholdelse af et bærelag af stabilt grus virkede. Usikkerheden ved LAR i vejenes nærhed kan håndteres på samme måde som de tidligere forsøg.

Kæden af kvalificerede skøn
I praksis er vejkonstruktionen blevet en kæde af kvalificerede skøn. Man skønner, hvilken trafik, der anvender vejen, og hvilken hastighed bilerne kører med. Man vurderer underbunden, altså jorden under vejen, i forhold til frost. Er jorden frostsikker, -tvivlsom eller –farlig. Ud fra disse skøn får man en samlet tykkelse på befæstelsen. Vand har ikke direkte indgået i skønnene, men frost hænger jo tydeligt sammen med vand. Hvis LAR skal indgå i traditionen skal man på samme måde skønne om regnvandet. Skøn kan kun lade sig gøre med et grundigt forarbejde og en alment anerkendt faglighed, og det findes endnu ikke inden for landskabsbaseret regnvandshåndtering.

Vandgennemtrængelige befæstelser
Det er altså med en befæstelse konstrueret af stabilt grus, at vi i Danmark åbner en diskussion om vandgennemtrængelige befæstelser. Diskussionen har været fremme før, i slutningen af 1980'erne. Idéen med at foreslå vandgennemtrængelige befæstelser er, at håndtere regnvand, der hvor det falder. Nogle permeable befæstelser sikrer en hurtig infiltration fra overfladen ved porøse materialer eller fuger. I forhold til det naturlige kredsløb kan vi tale om nedsivning og tilbageholdelse.

Flere typer permeabel befæstelse
Regnvand siver altså gennem hele befæstelsen og ned i jorden. Regnvand kan også sive gennem en del af befæstelsen, hvorefter et dræn leder det bort. Den længere vej gennem befæstelse og dræn udjævner spidsbelastninger. Andre, nye produkter kombinerer nedsivning og fordampning, ved at belægningsmaterialets porer holder noget regnvand tilbage og lade noget regnvand sive ned. Efter regn fordamper vandet på samme måde som fra en jordoverflade. Fordampning er især interessant i regioner med byer, hvor den såkaldte heat-island effekt er en del af klimaforandringen.

Udfordringer til vejens konstruktion
Det er selvfølgelig muligt at konstruere en vej hvor vandet kan sive ned. Udfordringen ligger i at stabilt grus ikke kan indgå som bærelag i sin nuværende form og med sig nuværende bæreevne.
Vandgennemtrængelige befæstelser kan hente inspiration i regioner i verden, hvor vejen bygges af sprængt klippe på fast grundfjeld. Der håndterer man vand i vejkonstruktionen. Mange af de ældre vejkonstruktioner som f.eks. makadam kan også bedre håndtere regnvand. Så hvis vandgennemtrængelige befæstelser skal være en del af fremtidens løsninger må hele konstruktionen med i diskussionen. Det er altså ikke nok at tale om at erstatte et asfaltlag eller fliser med en permeable belægnigner. Opblødning af underbunden øger konstruktionens tykkelse, jf. vejreglerne i dag hvor den samlede konstruktion øges med 10 cm med åbne overfladelag som f.eks. grus.

Vands stømning i jord og grus
Vands sumættede strømning i jord er et kapitel for sig. Forståelsen for vands strømning i jord kommer især fra dansk jordbrug, der har haft behov for at vide noget om bl.a. vanding. I jordbruget taler man om en mætnings-, transmissions- og fugtningszone. Figur 3 Vandet er i mellemporene i jord og grus. Vand flytter sig først fra et lag når mellemporerne er mættet med vand. Denne viden er vigtig, når man som i vejens konstruktion har tradition for mange forskellige lag af grus.

Grovporer hvor det primært er tyndgekraften der påvirker vandstrømmen sender derimod vandet direkte igennem. Grove porer finder man i de grove knuste bjergmaterialer og bundsikringsgrus. Fastholdelse af vand i et lag gælder også selv om lag neden for dræner godt og har mange grove porer. Den vandgennemtrængelige befæstelse må enten have lag med grove porer hele vejen fra toppen eller få

ensartede dybe lag. I begge tilfælde skal vandet kunne sive videre ned og væk i kombination med dræn eller faskiner.

Befæstelser i byen

I den tætte by består næsten hele byens areal af befæstede arealer. Tage og befæstelser samler store mængder af regnvand. Der er ikke mange steder, hvor vandet kan sive ned, hvor man kan holde vandet tilbage, og man kan øge fordampningen.
Byen har store værdier bundet i befæstelser og afløbssystem mm. Så lokal afledning af regnvand sker ikke, hvis der ikke samtidig skal ske andre forandringer af byens rum. Selv om man egentlig har gravet vejen op for at skifte fjernvarmerør skal man også tænke på regnvand. Udfordringen er, at få et urbant vandkredsløb til at fungere sideordnet med alle de kendte funktioner i byen. Det er også udfordrende, at en bred kreds både skal beherske deres eget speciale og samtidig rumme tankerne bag lokal afledning af regnvand. Initiativer som tilgængelighed, lednings- og kloakomlægninger, trafiksanering, byfornyelse og nybyggeri åbner samtidig muligheden for lokal afledning af regnvand. Sektorers samarbejde er kompliceret i forvejen, så alternativer som virker endnu mere komplicerede sker kun, hvis alle kan se værdien og forstå fidusen.

Ved siden af

Det er logisk nok, at vandgennemtrængelige belægninger er introduceret, men man kan også reducere det befæstede areal, og håndtere regnvandet i terrænet ved siden af. Det befæstede areal steget og steget siden 1960'erne. Det skyldes større hastighed og trafiksikkerhed. Vejregler og standarder har øget bredden hele tiden. Hvor meget plads har man egentlig behov for? Et mindre befæstet areal samler mindre vand, og der bliver plads til wadi'er, trug, og bredde rabatter.

Litteratur:

http://www.dmi.dk/dmi/index/klima/fremtidens_klima-2/aendringer_i_danmark.htm
Borch-Jensen J.E.(1986) Vand i veje, Vejdirektoratet, Statens Vejlaboratorium, notat 189.
Birck, Carl (1999) Vand i belægninger. Dansk Vejtidsskrift 1/1999.
Jensen, Henry & Jensen, Sv.E. (1999) Jordfysik og jordbrugsmeteorologi. DSR-Forlag.