



Permeable befæstelser

– begreber og definitioner

Permeabel betyder gennemtrængelig, dvs. at en permeabel befæstelse tillader, at vand siver igennem. I takt med øget nedbør, som følge af klimaændringer, er der voksende interesse for at bruge permeable befæstelser til lokal afledning af regnvand (LAR). Det udfordrer praksis for bygning af veje og pladser.

For bare 50 år siden var vejene i Danmark permeable. Et historisk tilbagekig kan derfor give nogle perspektiver på de udfordringer, vi i dag står overfor.

Et tilbageblik

I 1816 skrev den walisiske vejingeniør John Loudon McAdam (1756-1836) om en ny opbygning med terneformede knuste skærver. I Danmark blev makadam, efter McAdam, betegnelsen for en befæstelse, som blandede den franske og britiske konstruktion. Den danske makadam bestod af bundsten og håndsten (den franske konstruktion)

med ét eller flere lag skærver oven på (den britiske konstruktion). Hvert lag blev efterfyldt med grus, der blev vandet ned, mens stenlagene blev tromlet med tunge tromler. En makadam bevarer sin bæreevne samtidig med, at den er permeabel for regnvand.

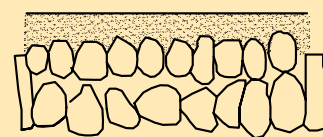
I slutningen af 1950'erne da bilismen tog til, medførte udbygning af veje, at danske sten blev en mangelvare samtidig med, at store forekomster af grus ikke blev udnyttet.

Dette førte til udvikling af mekanisk stabilt grus, der har en jævn og ubrudt kornkurve med en vis andel finpartikulært materiale. Stabilt grus, ofte kaldet stabilgrus, har en god bæreevne, når det komprimeres, og hvis det holdes tørt efter anlæg.

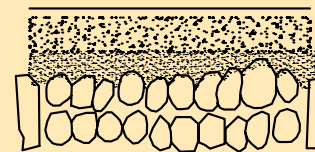
Komprimeringen af stabilt grus sker med vibrerende plader og tromler under optimalt indhold af vand, ofte svarende til 8 - 10 % af



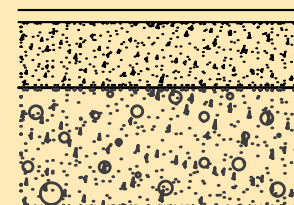
5 cm skærver i et lag på 25 cm
Engelsk postvej, J. L. McAdam - 1816



Bundsten og håndsten i flere lag
'Points & Chaussés' Fransk
romervej



Bundsten, håndsten og skærver
Dansk makadam, ca. 1850 - 1960



Dansk stabiltgrus på et lag af
bundsikringsgrus, 1960 - i dag

Vejtekniske begreber

overbygning / befæstelse	belægning
	bærelag
	bundsikring
underbygning	planum
	råjord

Permeabel befæstelse

permeabel befæstelse	permeabel belægning	
	bærelag med god hydraulisk ledningsevne	bærelag med stort magasinvolumen
underbygning	sandjord 1,7 g/cm ³	moræne 1,9-2,0 g/cm ³
	gennemsvellig	vanskeligt gennemsvellig

grusvægten. Vandet smører partiklerne, der pakker sammen, når de vibreres. For at partiklerne ikke sidenhen flytter sig med synlig sporskøjning og deformation til følge, skal bærelaget af stabilt grus efter anlæg holdes tørt. Tørholdelse indebærer, at såvel belægningen over som bærelaget under skal være tæt. Under stabilt grus anvendes derfor et bundsikringslag, der sikrer tørholdelse ved at bryde kapillært opstigende vand og dræne indstrømmende vand væk. Stabilt grus egner sig ikke som bærelag i permeable befæstelser.

Terminologi

Permeabel betyder gennemtrængelig.

Impermeabel betyder ugennemtrængelig.

Befæstelse er hele konstruktionen. Denne består af en overbygning, der er konstrueret med vejbygningsmaterialer, samt en underbygning, der er en bearbejdning af eksisterende terræn og jord på stedet.

Overbygningen består af overfladelag, bærelag og bundsikringslag, der kan være bundne og ubundne.

Bundne lag består af materialer, hvor materialerne bindes sammen af bindemidler som asfalt eller cement.

Ubundne lag består af materialer, der kitter sammen ved friktion eller kohæsion mellem partiklerne.

Overfladelaget er befæstelsens øverste lag. Centrale parametre er rullemodstand, trafikikkerhed, kørekomfort og hastighed. Derudover er slid, vejstøj og vandafledning vigtige emner. Jævnhed og skridsikkerhed skal være i hele befæstelsens levetid, og det forudsætter normalt et stabilt bærelag neden under. Når der i bærelaget anvendes stabilt grus, skal vand afledes på overfladen til et afløbssystem.

Bærelag er det lag der fordeler kraftpåvirkningerne fra trafik og anden brug af overfladen. Såfremt bæreevnen ikke er tilstrækkelig i forhold til belastningen, opstår sætninger, der ses som sporkøring og brud i overfladelaget.

Bundsikringslag sikrer bunden af befæstelsen. Laget forhindrer vand fra jorden i at stige kapillært op i befæstelsen, og det kan rumme indtrængende vand uden frostrisiko, indtil det dræner gennem drænrør, i grøfter eller gennem underliggende jordlag.

Makadam har sin oprindelse i navnet på en walisisk vejingeniør, McAdam, der omkring år 1800 eksperimenterede med at forbedre vejene for postdiligerne i UK. I 1816 sendte han en lille bog til det Britiske parlament, hvor han foreslog en opbygning på ca. 25 cm med terningformede skærver med en sidelængde på ca. 5 cm. Stenmel fra knusning af stenene 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.

Underbygningen er underlaget for overbygningen, og den består normalt af råjord. Udtrykket råjord bruges, fordi man forudsætter, at mulden altid er fjernet. Råjorden kan flyttes i vejens længde for afretning af planum.

Planum er underbygningens overflade og kaldes også for råjordsplanum. Ofte kan jord være kørt til eller gravet væk for afretning af planum. For at være sikker på at planum ikke sætter sig, stiller man krav til komprimering af planum. Komprimeringen skal for veje være større end 96 % Standard Proctor. 100 % Standard Proctor svarer til 1,8 - 2,1 t jord/m³, alt efter jordtype. Ved så høje komprimeringsgrader er der kun meget få grove porer tilbage i jorden. I Danmark vil det være en undtagelse snarere end en regel, at vand kan sive ned gennem jorden under en befæstelse.

Afløbskoefficienten, F, angiver, hvor stor en andel af regnen, der forventes at afstrømme fra arealet (overfladelaget). En afløbskoefficient på 1 svarer til at al regnen forlader arealet, mens en afløbskoefficient på 0 betyder, at al vand forbliver på arealet. 1 minus afløbskoefficienten angiver dermed, hvor meget vand der forsvinder på anden vis (lagring i lunger og fuger, fordampning og nedsviing). Permeable befæstelser forventes at have en afløbskoefficient tæt på 0. Afløbskoefficienten er resultatet af et kollektivt skøn inden for afløbsområdet.

Permeable befæstelser udfordrer den tradition som vi, af lokale ressourcemæssige årsager, har haft i Danmark siden 1960. Viden om opbygning af den permeable befæstelses bærelag kan derfor findes i historiske vejkonstruktioner, samt i internationale erfaringer, hvor stabilt grus ikke har været brugt i samme omfang som i Danmark.

Skov & Landskab arbejder i øjeblikket med at udvikle og teste forskellige permeable befæstelser, herunder permeable bærelag gennem partnerskabet Vandibyer.dk. Læs også Videnblad nr. 9.0-34 »Permeable befæstelser – vandets bevægelse i konstruktionen«.

Jan Luxhøj Støvring, Torben Dam og Marina Bergen Jensen

Kilder:

Holgersen & Dam (2002): *Befæstelser*. Grønt Miljø Forlag.

Vejreglerådet (2004): *Vej- og trafikteknisk ordbog*. Vejdirektoratet, april. pp. 129.

J.L. McAdam (1816): *Remarks on the Present System of Road-Making*

www.vandibyer.dk/29061: IP01