3. Byforgrønnelse

Generelle kvaliteter 46
Begrønning på eller mellem husene 48

Begrønning af bygninger 52
Klimatilpasning: Grønne tage 52
- Klassificeringer 52
- Ekstensive grønne tage 52
- Intensive grønne tage/taghaver 54
- Egenskaber 56

Delkonklusion 3: Klimatilpasning via Grønne tage 62
Klimatilpasning: Vertikal Begrønning 63
Typer 64
- Under udvikling i Danmark 68

Delkonklusion 4: Klimatilpasning via vertikal begrønning 71
Andre effekter 72
- Luftkvalitet og CO_2 72
- Urban biodiversitet 72
- Sundhed 73

Delkonklusion 5: Andre effekter 74

Supplerende teknologier 75
Permeable overflader 77
Afløbsrender 78
Infiltrationsplæner 79
Faskiner 80
VADI 81
Regnvandstanke 82
Delkonklusion 6: Supplerende teknologier 85

Implementering 86
Lavpraktiske forhold 86
- Ved begrønning af bygninger 86
- Ved begrønning af byrum og andre supplementer 89

Delkonklusion 7: Lavpraktisk implementering 90
Samfundsmæssige forhold 91
- Politik og lovgivning 91
- Økonomi 93
- Formidling 96
- Aktør/interessanter 99
- Tidsperspektiv 102

Delkonklusion 8: implementering 103
Opsummering på analysedel 104

"…It is important to acknowledge that the multifunctional nature of many of the adaptation strategies discussed below, for example expanding greenspace cover, have the potential to exert benefits beyond lessening the negative impacts of climate change. Indeed, climate change adaptation can help to progress other sustainable development objectives and goals, and can make urban areas more attractive places for people to live, work and visit." - ASCCUE, 2006

Byforgrønnelse handler i korte træk om at transformere nogle af byens befæstede arealer eller flader til små frodige miljøer, der tilsammen kan danne en grøn infrastruktur.

I dette afsnit vil vi lave en gennemgang af, hvilke grønne teknologier der findes, samt hvad deres potentiale er som klimatilpasningsinitiativ. Til dette formål har vi undersøgt, hvordan de er blevet benyttet og udforsket i forskellige urbane kontekster: Hvad har man af nyttige resultater fra andre lande med lignende vejrforhold og samme klimaudfordringer som Danmark? Kan de anvendes på samme måde herhjemme, eller skal der nye indfaldsvinkler til? Hvilke barrierer skal man være opmærksom på? Og er der nogle oplagte supplementer, i tilfælde af at effekten ikke er tilstrækkelig?

Det foregående afsnit angav mange nyttige egenskaber ved byforgrønnelse i forhold til de fremtidige udfordringer, danske byer imødegår – dette afsnit søger at klarlægge de mere faktuelle forhold bag myterne.

Generelle kvaliteter

Som tidligere nævnt findes der flere fordele ved at forgrønne byen. Det varierer meget fra område til område, hvad der anses for at være hovedmotivationen, men umiddelbart kunne man mene, at det netop er alsidigheden. Herunder følger en gennemgang af de vigtigste argumenter:

Håndtering af øgede nedbørsmængder:
En øget forgrønnelse af byen kan hjælpe til at opsuge, forsinke og fordampe regnvand, således at risikoen for oversvømmelser bliver reduceret. Denne egenskab bliver stadigt mere relevant i forbindelse med klimaforandringerne, idet størrelsen af de ekstreme regnhændelser øges gradvist. I Danmark, hvor vi i byerne generelt har kombinerede kloaksystemer, bliver det ekstra vigtigt, da en oversvømmelse potentielt kan komme til at bestå af ikke bare regnvand, men også spildevand fra bl.a. toiletter. Således anses dette nu i vores klimazone for en af de absolut vigtigste kvaliteter. (Se evt. et eksempel på dette i referatet af vores besøg på Augustenborg i Malmø, bilag 1.7)

Dog er de grønne områders vandhåndteringskapacitet årstidsafhængig, da den øgede hyppighed af regnhændelserne om vinteren, kombineret med en nedsat fordampning grundet lavere lufttemperaturer, betyder højere mætningsgrad og dermed lavere sugeevne. Københavns kommune har i samarbejde med bl.a. Rambøll udviklet et katalog over de grønne teknologier og deres vandhåndteringsevne, som er tilgængeligt på kommunens hjemmeside.

Varme-ø-effekt og energiforbrug:
Da den samlede termiske masse og de store befæstede arealer med mørke, impermeable overflader er hovedårsagen til, at tætte byer genererer øget varme i forhold til sine omgivelser, kan byforgrønnelse bidrage til at reducere varme-ø-effekten. Parker, træer og anden beplantning nedkøler

"Increasing greenspace cover by 10 % can potentially eliminate the effects of climate change on increasing surface temperatures. However, reducing greenspace cover by the same percentage could increase surface temperatures by up to 8,2 °C under the 2080s high scenario. The role of greenspace as a climate change adaptation strategy is therefore clear." - ASCCUE, 2006

luften via skyggeeffekt og omdannelse af solenergi til fordampning frem for varme. Temperaturen kan således være mellem 2-3^{0}C lavere i byens parker end i deres omgivelser om sommeren. I England har man målinger på helt op til 12^{0}C temperaturforskel mellem by og land. Dette kan endvidere medvirke til, at energiforbruget til nedkøling i bygninger bliver reduceret. Da temperaturerne forventes at stige, bliver også denne kvalitet stadigt mere betydningsfuld.

Mikroklima i byen

Grønne arealer kan være med til at nedbryde CO_2 og rense luften for forureningsstoffer vha. de kemiske processer, der foregår under fotosyntesen. Dette gavner byens mikroklima, bl.a. også da ilt bliver dannet ved samme proces. Træer kan absorbere og lagre mere CO_2 jo højere, jo større og jo mere tætte de er. COWI har i samarbejde med Københavns kommune regnet sig frem til, at plantning af 1000 træer af 8-16 meters højde vil kunne opveje over 7300 tons CO_2.

Øget biodiversitet:

Byforgrønnelse kan også vise sig at have en biologisk gevinst set i en urban kontekst. Stigende udvikling af byens befæstede areal kan medføre en mere fragmenteret opdeling af de naturlige arealer, hvilket kan resultere i, at nogle dyrearter, herunder især insekter og fuglearter, kan få sværere levevilkår og i værste tilfælde uddør. En systematisk begrønning af byens golde flader kan medvirke til at opretholde et mere stabilt levegrundlag for disse truede insekt- og fuglearter via en sammenhængende grøn infrastruktur.

Øget velbefindende i byen:

Undersøgelser af helbredsmæssige sammenhænge med det grønne aspekt i en urban kontekst indikerer, at mennesket kan have et behov for at være i fysisk eller visuel kontakt med naturen. Byforgrønnelse kan have en rekreativ effekt på vores velvære og sundhed - det kan modvirke stress, give anledning til flere udendørs aktiviteter og øget motion samt virke beroligende (Zubevich og Kipling, 2004). Nogle andre undersøgelser peger på, at udsigten til det grønne i form af parker, træer og lign. fra arbejdspladsen, hjemmet og/eller i byrummet kan have nogle positive effekter på mennesket og dets sociale adfærdsmønstre samt psykologiske tilstand (Kaplan , 1993).

Figur 3.1: High Line i New York er et eksempel på hvorledes grønne overflader kan skabes i eksisterende og tæt bebyggede områder. Foto: wordpres.com

Æstetik:

Det grønne element kan også have en æstetisk virkning i bybilledet, som kan være med til at højne den visuelle kvalitet af byens bygninger, gader og

Figur 3.2: Et eksempel på en grøn væg af kunstneren Patrick Blanc. Foto: Tilsendt af Patrick Blanc fra Paris

opholdsrum. Bl.a. kan byforgrønnelse bidrage med mange forskellige farve/nuancer i byen, som kan variere året rundt. I nyere tid har den franske botanikker og kunstner Patrick Blanc bl.a. skabt begejstring verden over med sine vertikale grønne haver på murene i adskillige storbyer.

Men der er også mange eksempler på historiske bygninger, der er forskønnet med alt fra klatreplanter til taghaver, mens alléer og boulevarder ligeledes hovedsagelig kendetegner de mere fornemme byområder. Byens parker og små oaser benyttes og værdsættes desuden af mange for deres skønhed.

Reduktion af støj:
Byens koncentration af trafik, mange mennesker, byggepladser og aktiviteter er bl.a. årsagen til et forhøjet støjniveau i forhold til de rurale omgivelser. De mange hårde overflader fremkalder en akustik, hvor lydbølgerne bliver kastet rundt i byrummet, som blot forstærker larmen. Dette høje støjniveau kan have en negativ effekt på vores koncentration og i sidste ende på vores velvære. Bløde, brudte overflader som grønne arealer kan derimod absorbere de høje lyde til en vis grad og samtidig decelerere og sprede lydbølgerne, således at lydene modtages i en mere behagelig form.

Begrønning på eller mellem husene

Byforgrønnelse kan realiseres på mange forskellige måder og er allerede blevet praktiseret flere steder i verden. Eksempelvis Canada, Tyskland, Holland og Sverige er langt fremme med, hvilke virkemidler der fungerer – lande som vi ofte sammenligner os med herhjemme, men i Danmark halter vi alligevel noget bagefter. Det kan være svært for ikke-eksperter at få et overblik over udbuddet af grønne teknologier samt hvilke positive og negative egenskaber, de hver især har. Dette bevirker, at det ofte forekommer lettere at lade helt være. Der er mange kriterier, som skal opfyldes – økonomi, holdbarhed, vedligehold, vægt, effektivitet, æstetik og funktion er blot nogle af de punkter, som vil blive overvejet.

Der er kommet mere fokus på grønne tiltag igen det seneste år, så udviklingen er så småt skudt i gang (Bilag 1.6), men der er lang vej endnu, og hvis de skal inddrages som klimatilpasningsstrategi, er der behov for mere viden angående de konkrete effekter, således at offentlige og private aktører har et troværdigt beslutningsgrundlag. Der er to grundlæggende steder i byen, man kan begrønne: på

bygningerne eller i diverse byrum. Mange af fordelene er de samme i begge tilfælde, jf. ovenstående generelle kvaliteter, men der er alligevel nogle forskelle, som bør fremhæves.

Byrum

Begrønning mellem husene handler i høj grad om at begrænse mængden af befæstede arealer i gadeplan til fordel for flere rekreative tiltag. I mange tætte byområder, herunder i København, er der stadig mange områder mellem husene, som rummer potentialer for konvertering til grønne arealer – lommeparker, grønne gårdrum, beplantning langs fortove, brandveje, rabatter mm.

ByhaveNetværket, som blev dannet i 1995 med inspiration fra Green guerillas i New York, har gjort en stor indsats for at få skabt flere smukke og rekreative mellemrum i byen. De udgav i 2002 bogen "Gør byen lidt vildere! Økologiske byhaver – fra idé til virkelighed" med vejledning og gennemgang af en række inspirationsprojekter.
Kolonihaver er også et vigtigt element i mange storbyer, hvor byboerne får mulighed for at have et lille stykke natur til dyrkning af alt fra blomster til grøntsager og samtidigt kan opleve en pause fra byens intense livsstil. Men de kan være svære at få markant indflydelse på for offentlige beslutningstagere, da kolonihaveejerne gerne værner om deres fristed med stædig ildhu (bilag 1.8).

Det er altså ikke nyt, at begrønning af byrum forbindes med bæredygtig byudvikling og positive kvaliteter. Dog bidrager klimaforandringerne med nye argumenter for dette – nogle ret afgørende argumenter i form af potentielle økonomiske fordele og modvirkning af mulige katastrofer som følge af ekstremregn og hedebølger.

Mht. håndtering af regnvand er der dog nogle problematikker i den tætte by: Da undergrunden kan være sårbar over for intensiveret nedsivning, er det afgørende, at overfladearealet er så stort som muligt, så der gives reel mulighed for fordampning. Dette kan mange steder kollidere med de eksisterende funktioner i byrummene – i eksempelvis Augustenborg i Malmø udtrykte beboerne bekymring for, at etablering af regndamme ville omdanne "brugbare" arealer til "uudnyttelige" vandoverflader. Hvis nedsivningsarealet bliver for småt i forhold til regnmængden, bliver der risiko for forsumpning, især i områder hvor grundvandet ligger højt, eller

Figur 3.3:Byhavenetværket igangsætter selv eller støtter igangværende projekter der bidrager til flere grønne områder i byerne. Her er en gårdhave, men også gadehjørner eller firmahaver kan omdannes til vigtige brikker i byens grønne struktur. Foto: byhavenetværket.dk

Figur 3.4: Harrestrup Å er udgangspunktet for forskningsprojektet 2BG. Foto: Fra 2BG seminar (bilag 1.8)

hvor jordkvaliteten har en meget lav porøsitet. I forbindelse med 2BG-casen Harrestrup Å vurderes det dog, at minimum de første 10 % af området kan afkobles uden bekymring over dette.

Et andet problem ved nedsivning især i historiske byområder er mængden af forurening på vejarealer og i undergrunden – fra tidligere industribrug, trafik mm. Det er svært at kortlægge, hvor disse forureningslagre befinder sig, da de kan bevæge sig i jorden, og da visse historiske aktiviteter ikke er tilstrækkelig kendt. Men der arbejdes på at løse dette problem vha. dobbeltporøs filtrering (se bilag 1.8).

Vedrørende den termiske komfort i fremtidens byer kan beplantning af byrum være afgørende. Byrummene er dér, hvor man færdes mest, og effekten på mikroklimaet er derfor meget mærkbar. Især store træer i gadeplan gør en forskel i kraft af deres tætte bladhang:

> *"Mature trees are particularly important in terms of shade provision and water capture!" - ASCCUE, 2006*

Der er også en rigtig stor effekt at hente i større parker og bynære skove, men da vi hovedsagelig arbejder med begrønning i den tætte by, er det potentiale ikke så relevant i denne sammenhæng – det er sjældent, der er mulighed for at etablere nye parker af betydelig størrelse i de indre byområder, og dette emne behandles således ikke videre her. Blot anbefales det, at eksisterende parkområder så vidt muligt ikke inddrages til yderligere bebyggelse i tætte byområder, da dette vil forstærke varme-ø-effekten. Nedenfor behandles endvidere en række teknologier til vandhåndtering i byrum, som også kan benyttes til at optimere kapaciteten i eksisterende parkområder.

Bygninger

I tæt bebyggede områder ligger husene som regel placeret langs trafikårer, hvor muligheden for at forgrønne i byrummene er begrænset. De høje bygninger giver desuden dårligere levevilkår for beplantningen pga. reduceret sollys. Det er derfor oplagt at undersøge, hvilke andre flader der optræder på byens forskellige niveauer: Bygningernes overflader udgør i tætte byområder et meget større overfladeareal end de omkringliggende byrum. Alene tagene kan udgøre omkring 32 % af de horisontale flader i de tættest bebyggede områder (Frazer, 2005). Men trods dette er det som regel hovedsagelig byrummene, man forbinder med mulighed for begrønning. Således bør potentialet for begrønning af bygninger afklares nærmere. Allerede i forbindelse med miljøbevægelsen i 70'erne og 80'erne, hvor de første mere alvorlige spørgsmål om klimaet kom frem, udvikledes en stigende in-

Figur 3.5: Samir Kassir Square i Beirut er bygget op omkring to gamle cypresser der giver skygge på varme dage.
Foto architecturelist.com

Figur 3.6: Taghaven på Danmarks Nationalbank er tegnet af Arne Jacobsen. Foto: nationalbanken.dk

teresse for at bringe naturen tilbage til byen. Især Tyskland tog konsekvensen deraf og udviklede incitamenter for grønne tiltag på tage og mure. Dette spredte sig dog ikke rigtig videre til det øvrige Europa dengang, og mens Tyskland er blevet teknologisk forgangsland for begrønning af bygninger, har udviklingen i Danmark stået næsten stille i en årrække (Köhler, 2008).

En af fordelene ved at inddrage bygninger frem for byrum i forbindelse med byforgrønnelse og klimatilpasning er, at disse arealer sjældent er udnyttet aktivt på forhånd – man kompromitterer således ikke nogle af de andre funktioner i byen på denne måde.

Der er få risici ved principperne for vandhåndtering på bygninger, da tiltagene fungerer som et mere "lukket" system: Vandet absorberes så vidt muligt af den grønne beklædning og tilbageholdes derved på selve bygningen, hvorfra det fordamper igen via evapotranspiration (Toft, bilag 1.8 og Johansen, bilag 1.5). Overskydende vand rinder af bygningen og kan ledes videre i den ønskede retning.

Effekten på den termiske komfort vil afhænge af både størrelsen og typen af teknologi: Væggene vil i reglen være tættere på opholdszonen og således virke mere direkte på luftkvaliteten, vindhastigheden og temperaturen. Dog er tagfladerne oftest mere direkte udsat for solstråling, og en høj andel har desuden sort/mørk beklædning, der absorberer varmen, hvilket bevirker, at de er en central brik i udviklingen af varme-ø-effekten.

Ydermere kan begrønning af bygninger i højere grad end byrum have indflydelse på indeklimaet, da planterne danner et beskyttende lag, hvorved varmeudvekslingen mellem ude og inde nedsættes i begge retninger. Derved styrkes også bygningernes modstandsdygtighed.

Til gengæld er der på bygninger et spørgsmål om bæreevne, som kan nedsætte potentialet, idet de grønne tiltag, især når de fyldes med vand, kan have en afgørende vægt.

Prioritering

På baggrund af disse overvejelser kan man konkludere, at det umiddelbart er mindst kompliceret og risikabelt at aflede regnvand via grønne tiltag på bygningerne. I forbindelse med klimatilpasning bør man således håndtere mest muligt her, før man leder vandet ned i jorden. Ydermere er det dette felt, hvor man især mangler et overblik over det faktiske potentiale. Fokus for det videre arbejde i dette projekt er derfor at afdække potentialerne ved grønne tage og vægge, hvorimod grønne teknologier i gadeniveau kun inddrages som mulige supplementer, i erkendelse af at begrønning af bygninger i mange tilfælde ikke vil være tilstrækkeligt til at løse problemerne med klimatilpasning.

Figur 3.7: Eksempel på et ekstensivt grønt tag fra Augustenborg, Sverige. Eget foto fra Augustenborg

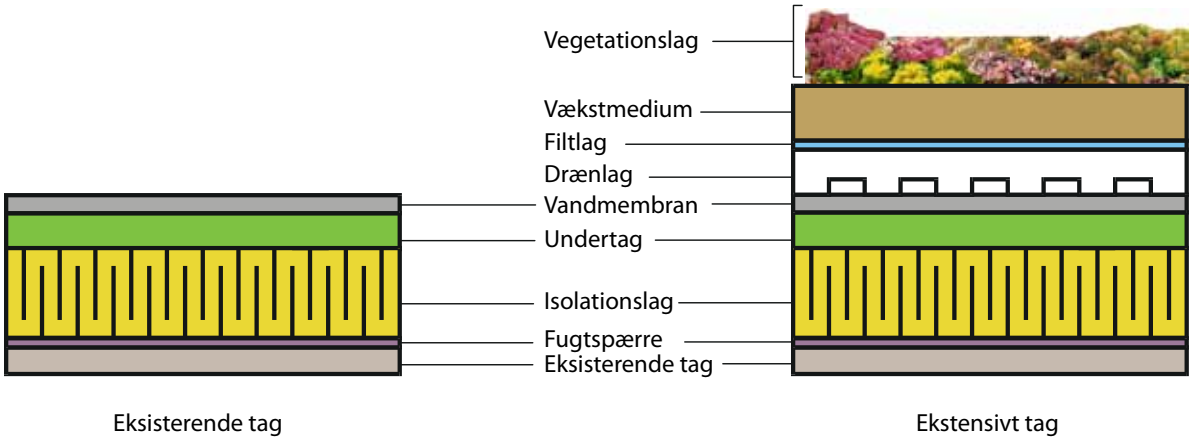
Klimatilpasning: Grønne tage

Kombinationen af det byggede miljø og det naturlige miljø er reelt en mulighed på byens top. Vegetation på tage er en kendt metode til at forgrønne byen, og der skelnes ud fra vækstlagets og vegetationens beskaffenhed mellem to kategorier: intensive og ekstensive tage. De bruges meget forskelligt, og valget afhænger især af det eksisterende tags karakter, samt den ønskede funktion og effekt. Nogle steder arbejdes der desuden med en "gylden mellemvej" kaldet semi-intensive tage.

Klassificeringer

Ekstensive grønne tage

Det ekstensive grønne tag er en lavtgroende måtte eller kassette, hvori planterne hovedsageligt består af tørkeresistente arter såsom mos, sedum-urter, græs eller andre mindre plantetyper med minimum behov for vedligeholdelse. Tykkelsen på det ekstensive tag kan variere fra 20 mm til 200 mm og det vejer mellem ca. 35 - 170 kg/m^2. Det betyder bl.a., at det eksisterende tag som regel ikke skal



Eksempel på opbygning af et ekstensivt grønt tag Figur 3.8- egen illustration

understøttes yderligere, da mange tage allerede er dimensioneret til at kunne bære et tegltag (Jesper Christensen, bilag 1.6). Vegetationslaget består af meget vejrresistente planter, og behovet for vedligehold er således minimalt. Dette gør ekstensive tage ideelle til f.eks. tagarealer, som er mindre tilgængelige eller synlige. Almindeligvis er det opbygget af et vegetationslag groende på et vækstmedium af jord el.lign. over et filtlag, samt et underliggende drænlag, som fører det overskydende vand videre til de nærmeste tagrender. Filtlaget holder mudder og andre partikler væk fra drænlaget, således at det ikke bliver stoppet til.

Drænlaget ligger, alt efter valget af planter, enten direkte på tagpappet eller på en rodfast vandmembran, som sørger for at planternes rødder eller overskydende vand ikke trænger ned og forårsager skade på det eksisterende undertag(Louise Lundberg, bilag 1.7).

I nogle tilfælde er det desuden nødvendigt med et vandholdende lag, for at vegetationen ikke skal udtørre. Dette kan især være afgørende ved høj taghældning eller mindre resistente arter.

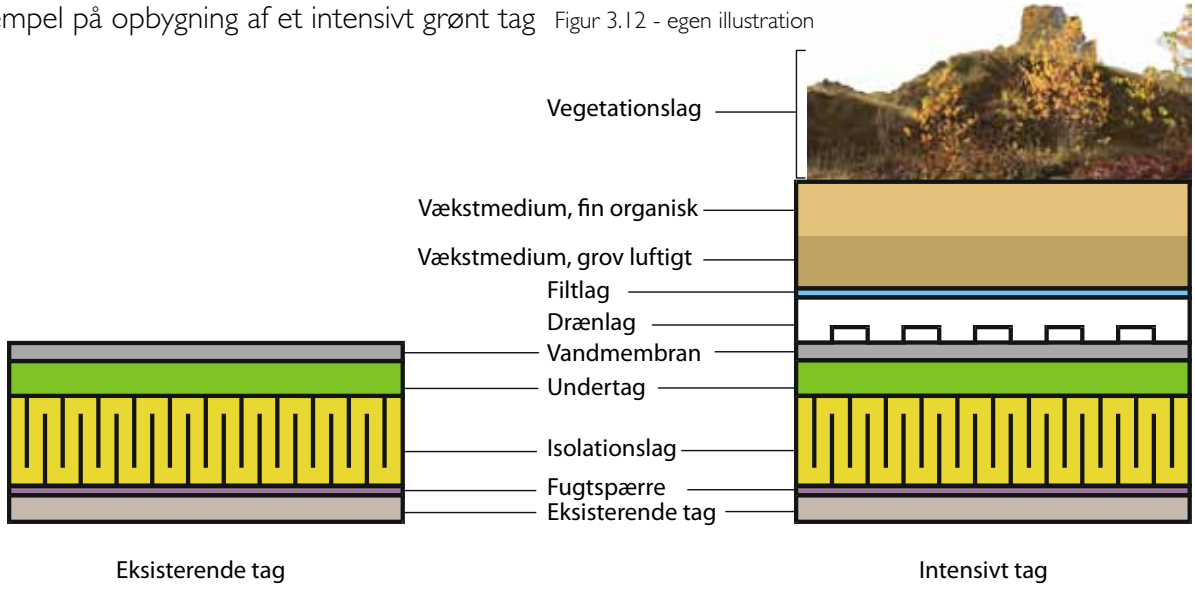
På udsatte beliggenheder er det desuden afgørende med et erosionslag, for at sikre at resten af lagene ikke blæser af(Louise Lundberg, bilag 1.7).

Figur 3.9: I Augustenborg, Sverige viser Louise Lundberg Sedumlagenes beskaffenhed - her med underlag af polstring fra gamle bilsæder. Eget foto fra Augustenborg

Figur 3.11: Nykildes baghave og de omkringliggende marker er tilgroet med Sedum-måtter. Eget foto fra Slagelse

Figur 3.10: Hos Nykilde Frø anvender de mange forskellige Sedumplanter. Eget foto fra Slagelse

Eksempel på opbygning af et intensivt grønt tag Figur 3.12 - egen illustration



Intensive grønne tage/taghaver

Intensive grønne tage er taghaver med større og tungere vegetation såsom planter, buske og mindre træer. Teknisk set er det intensive tag opbygget på nøjagtig samme måde som det ekstensive, bortset fra at vækstmediet er betydeligt dybere pga. den tilsvarende større vegetation. Vækstmediet kan variere fra 200 mm op til 400 mm og består af et fint organisk jordlag med et underliggende groft jordlag. I princippet er det bare de haver, som vi kender fra mindre lommeparker og grønne områder i gadeplan, der er lagt op på byens tag – hvilket faktisk også til tider kan være i gadeplan, da denne teknologi gerne bruges oven på parkeringskældre og lign. Selvom forskellen mellem det ekstensive og det intensive tag synes at være minimal, er der væsentlige forskelle mht. fordele og ulemper. Forskellen ligger fortrinsvis i vækstmediet og vegetationslaget, som i grove træk er dikterende for karakteristikken. Det intensive tag vejer mellem 290 – 970 kg/m^2, hvilket betyder, at den pågældende bygnings (tag-)konstruktion som regel kun kan bære det, når det er dimensioneret herefter på forhånd (Dunnett og Kingsbury, 2004). Intensive tage kræver dermed væsentlige anlægsudgifter og også mere vedligeholdelse i kontrast til de ekstensive. Derimod kan man ofte aktivt benytte de inten-

Figur 3.13: Eksempel på et Intensivt grønt tag fra Augustenborg, Sverige. Eget foto

Figur 3.14: Et intensivt tag kan formes således at man kan benytte som var det en have med stier og større blomster, planter og små træer. Nederst til højre: Her har en landskabsarkitet designet en stålinstallation på det intensive tag. Egne fotos

sive taghaver til ophold og lign, da det eksisterende tag er dimensioneret derefter. Dette betyder også at intensive tage mest egner sig til forholdsvis vandrette flader, hvorimod ekstensive tage også kan benyttes på meget skrå flader.

Semi-intensive

Blandingen af de to ovennævnte kategorier udmunder i et såkaldt semi-intensivt tag med en vægt og en tykkelse derimellem. Den ekstra tykkelse giver større variationsmuligheder i udformningen og plantevalget end det ekstensive tag, men de grundlæggende egenskaber er dog stadig begrænsede i forhold til det intensive. Udtrykket kan varieres vha. eksempelvis polystyren, som har meget lav vægt i forhold til rumfanget. (se bilag 1.7)

Fokus

Intensive tage er mere effektfulde som klimatilpasningsmiddel end ekstensive tage pga. vækstmediets tykkelse og vegetations størrelse. De kan håndtere større mængder vand, er bedre CO_2-nedbrydere, da vegetationen er højere og mere frodig, er bedre isolatorer og er tilmed mere synlige i bybilledet. Men intensive tage vejer også betydeligt mere. Der er ikke mange bygninger i København, som er dimensioneret til at kunne bære en mervægt svarende til et intensivt tag. Selv ved en statisk understøttelse af et eksisterende tag vil der være risiko for, at selve fundamentet til bygningen vil bukke under. Dette kan have en afgørende betydning for anlægsøkonomien. I Augustenborg var det muligt at lave små semi-intensive haver på ned til 250 kg/m^2. Den eksisterende tagkonstruktion skulle dog stadig understøttes statisk (Augustenborg, bilag 1.7). Derfor kan man godt forestille sig, at der er nogle få tage i København, som kan få installeret et intensivt tag. Men set i et større bymæssigt perspektiv vurderer vi, at intensive tage generelt er urealistiske som klimatilpasningsmiddel. Derfor retter vi vores fokus mod de ekstensive tage, som kan etableres på tage med rejsning op til 45^0 og endnu stejlere hvis teknologien bliver udviklet yderligere (Jesper Christensen, bilag 1.6). Dette gør de ekstensive tage mere anvendelige i en by som København med mange stejle tage, som statisk er bedre egnet til en egenvægt, der svarer til et tegltag, ca. 45 kg/m^2. Dette betyder, alt efter det eksisterende tags beskaffenhed, at der minimalt eller slet ikke skal laves statiske understøtninger.

Figur 3.15

Egenskaber

Regnvandshåndtering

En vigtig egenskab ved grønne tage er evnen til at kunne tilbageholde eller reducere afstrømningen af regn til kloaksystemet. Det meste af regnvandet bliver optaget i vegetationslaget eller i vækstmediet. Alt afhængig af opbygningen af det grønne tag, vil regnvandet umiddelbart fordampe, tilbageholdes eller forsinkes i højere eller mindre grad.

Flere indgående undersøgelser har tidligere fremvist, at med et velinstalleret og frodigt ekstensivt tag, kan man opsuge store mængder regnvand, hvorved noget langsomt bliver frigivet over tid til enten kloakken eller ved fordampning – i modsætning til konventionelle tage, hvor regnvandet bliver ledt direkte til kloakken.

I Københavns kommune katalog om grønne tage fra 2009, har man lavet en oversigt over de ekstensive tages vandhåndteringsevne ud fra dybden på vækstmediet (se figur 3.16) Disse procenter er angivet som et gennemsnit over hele året. Dog angiver andre kilder, at vandhåndteringsevnen varierer væsentligt henover hele sæsonen.

I rapporten Environmental Benefits and Costs of Green Roof Technology har man således gjort sig nogle yderlige undersøgelser, som kan konkludere følgende: Et ekstensivt tag kan alt efter opbygning, dybde på vækstmediet og regnintensiteten absorbere eller tilbageholde 60 % -100 % (Thompson et al. 1998). Ekstensive tage er imidlertid sæsonafhængige og kan ifølge Zincos planning guide tilbageholde 70 % til 90 % i sommerhalvåret, afhængig af frekvensen på regnen og tørkeperioderne, og i vintermånederne kan de ekstensive tage tilbageholde mindre mængder, 40 % - 50 %, da det ofte er fugtigere i vejret, og planternes fordampningstid derved er længere (Zinco Roof Gardens, 1997).
Dette kan dog variere alt efter de lokale vejrmæssige betingelser. Mængden, der kan opsuges, afhænger af nogle helt bestemte faktorer, som groft kan opdeles efter fem punkter (se næste side):

Beplantning	Tykkelse af vækstlag mm	Afløbskoefficient
Mos og stenurt	20 - 40	0,60
Mos, stenurt og andre mindre planter	60 - 100	0,50
Græs og mindre planter	150 - 200	0,40
Græsplæne og større planter / mindre træer	> 500 mm	0,10

Type of green roofs and vegetation	Depth required for growing medium (cm)	Water retention – annual average (% of total rainfall)
Extensive green roofs		
Moss-sedum	2 to 6	40 to 45 %
Sedum-moss-herbaceous plants	6 to 10	50 %
Sedum-herbaceous-grass plants	10 to 15	55 %
Grass-herbaceous plants	15 to 20	60 %

Figur 3.16: Estimater på ekstensive tages vandhåndteringsevner ud fra tykkelsen på vækstmediet. Øverst: Københavns kommune LAR katalog og nederest: Fra Report on the Environmental Benefits and Costs of Green Roof Technology for the City of Toronto.

1) Dybden på vækstmediet - angiver hovedsageligt opsugningsstørrelsen, da det er her, vandet bliver opmagasineret.

2) Opbygningen af det specifikke grønne tag – bl.a. hældning, materialer og design

3) Vegetationens beskaffenhed - da planterne har en afgørende betydning for fordampningsprocessen.

4) Størrelsen og intensiteten af nedbøren - da regnvandet til sidst mætter det grønne tag. Størst om sommeren.

5) Frekvensen mellem nedbørshændelserne - kan betyde at det grønne tag allerede er helt eller delvist mættet. Frekvensen er højest om efteråret.

Bl.a. har man i Tyskland lavet forsøg med forskellige dybder på vækstmediet ved ekstensive tage, hvor resultater har vist at et 20 – 40 mm. dybt grønt tag kan tilbageholde 40 – 45 % af regnen, og 100 – 150 mm grønt tag kan tilbageholde op til 60 % (Liesecke, 1998).

I varme sommerperioder hvor vegetationen og vækstmediet er tørrere, sker der en yderligere fordampning og opsugning(absorption), som bevirker en forøgelse på 11 % på det ekstensive tag.

Ved længerevarende regnperioder uden afbrydelser bliver det ekstensive tag gradvist mættet og mister evnen til at absorbere og delvist evnen til at kunne tilbageholde vandet. Regnvandet vil da løbe af på oversiden af vegetationslaget og fungere som et konventionelt tag (Liesecke et al. 1993).

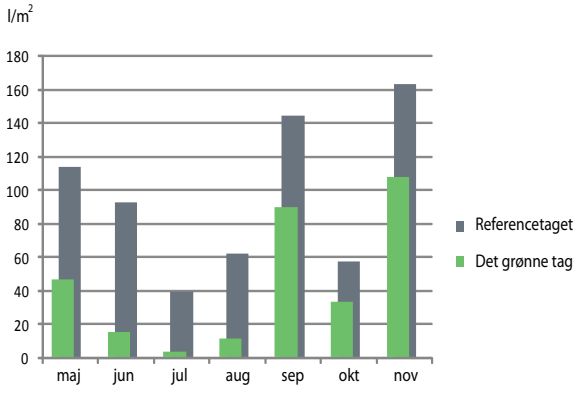
Noget vand vil dog stadig filtrere ned gennem vækstmediet og skabe en lille forsinkelse (Jesper Christensen, bilag 1.6).

Andre studier med ekstensive tage har vist lignende resultater med målinger foretaget over en tidsperiode på 15 måneder, hvor det samlede resultat var en reduktion på 69 %. Men hvor det i december til marts kunne tilbageholde en middelværdi på 59 %, kunne det fra april til november tilbageholde 92 % (Liptan et al. 2003).

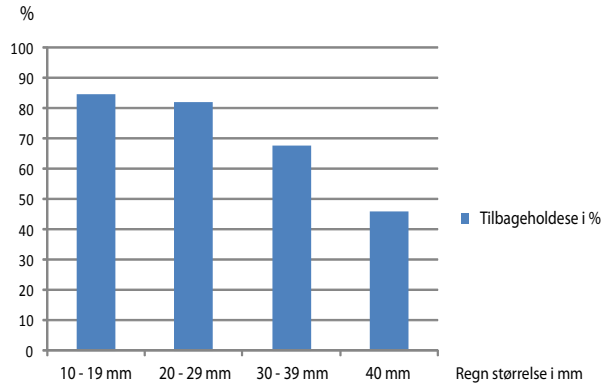
I North Carolina har man kunnet påvise, at ekstensive tage kan tilbageholde op mod 100 % henover sommeren. Men dog ikke i tilfælde af gentagne, længerevarende regnperioder, hvorved det ekstensive tags vandhåndteringsevne langsomt blev reduceret fra 75 % til 32 %. Ud fra disse studier kunne man konkludere, at opmagasineringsevnen er afhængig af størrelsen, intensiteten og tiden mellem nedbøren (Jennings et al. 2003).

Et andet studie viser at ekstensive tage kan tilbageholde 61 %. Men hvis det regner dagligt mere end 6 mm, falder reduktionen til 50 % og hvis det dagligt regner mindre, er reduktionen 98%. Studiet viste ligeledes, at det grønne tag i forhold til et konventionelt tag kan tilbageholde en maksimal vandløbsmængde i mellem 2 og 4,5 time (Rowe et al. 2003).

Referenceprojektet fra Toronto (bilag 2.1) viste også, at det ekstensive tags evne til at tilbageholde regnvandet gradvist dalede i takt med øgede nedbørsmængder. I disse målinger opdelte man regnen i 4 forskellige grupper efter mængde: 10-19 mm, 20-29 mm, 30-39 mm, samt over 40 mm. Resultatet var, at det ekstensive tag kunne tilbageholde regnvandet med henholdsvis 85 %, 82 %, 68 %, og 46 %. Se figur 3.18.

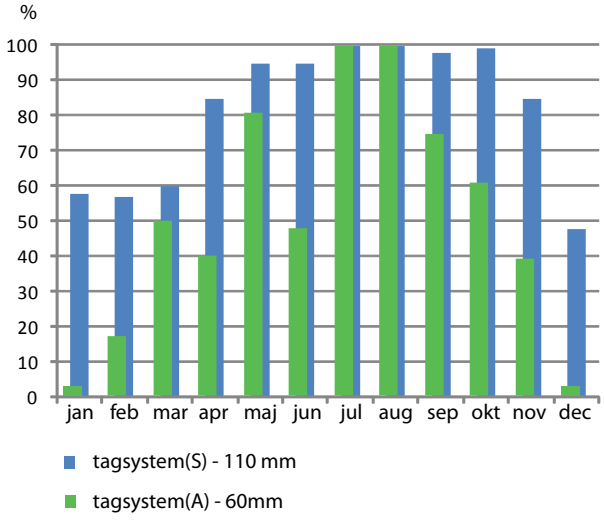


Figur 3.17: Diagrammet viser forskellen i afløbsmængden mellem det grønne tag og referencetaget. Egne diagrammer ud fra målingsresultaterne i Referenceprojektet (bilag 2.1)



Figur 3.18: Diagrammet viser en tendens til at det grønne tag gradvist mister evnen til at håndtere regnmængder jo større nedbøren er. Egne diagrammer ud fra målingsresultaterne i Referenceprojektet (bilag 2.1)

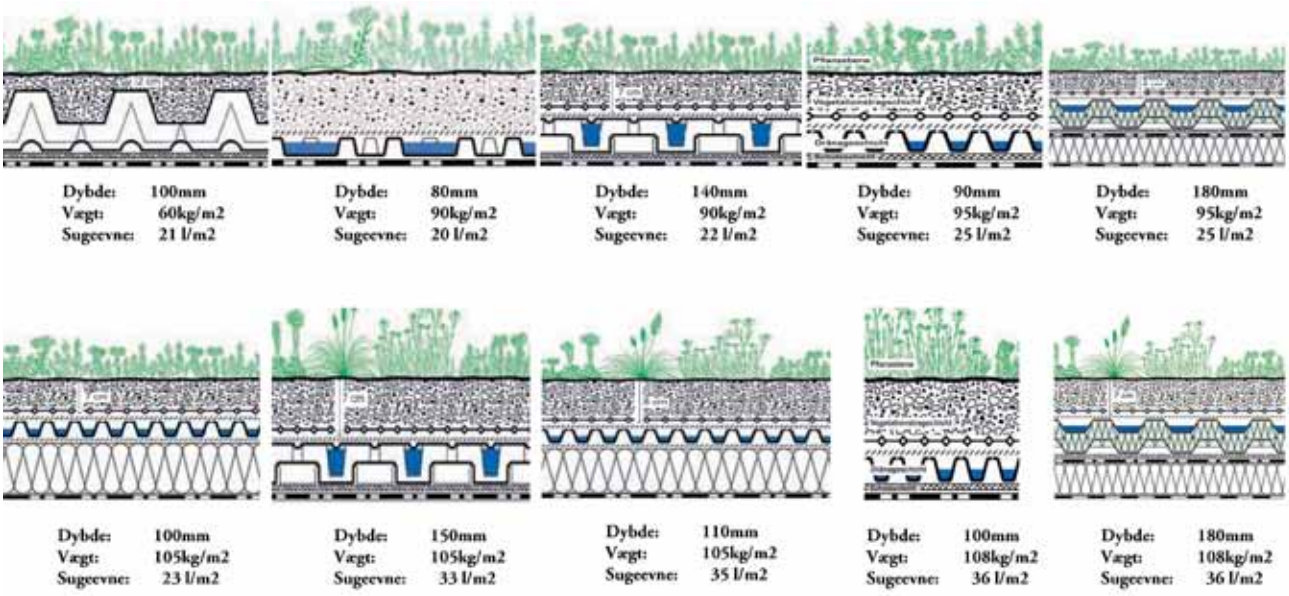
Refererenceprojektet fra Portland (bilag 2.2) gav også en indikation af, hvor stor betydning dybden på vækstmediet har for vandhåndteringsevnen. Selvom byen ikke har de helt samme vejrforhold som Danmark, kan man godt overføre nogle af observationerne. Portland er en kystby ligesom København og dens vejrforhold kan godt minde om, hvad vi imødegår af vejrforhold i Danmark i fremtiden, især om efteråret og om vinteren. Under mere ekstreme klimaforhold, hvor der alene falder ca. 860 mm regn i vinterhalvåret, kunne et 60 mm ekstensivt tag i nogle måneder næsten miste vandhåndteringsevnen, mens et 110 mm ekstensivt tag var mere stabilt gennem vinterhalvåret. Ud fra dette kunne man konkludere, at større dybde betyder mere effektivitet og stabilitet (Doug Hutchinson et al. 2005) se figur 3.19.



Vækstmediets dybde er dog langt fra den eneste afgørende faktor for sugeevnen. Man må undersøge de specifikke egenskaber for den enkelte teknologi – opbygning, drænmateriale, hældning osv. spiller alt sammen ind. Se figur 3.20:

Hældningen på det pågældende tag kan have en indflydelse på graden af afstrømningen, hvor nogle forsøg viser, at jo mindre hældning, des bedre tilbageholdelse (Jeffrey A. Andresen et al. 2007) mens andre studier konkluderer, at der ikke nødvendigvis er nogen forskel (Lars Bengtsson et al. 2004). På nuværende tidspunkt kan man producere ekstensive grønne tage med op til 45° hældning, mens 30° er mere standard (Christensen og Lundberg, bilag 1.6 og 1.7). I sammenligning med konventionelle tage viser det sig, at ekstensive tage ikke kun

Figur 3.19: Diagrammet viser den procentmæssige tilbageholdes fordelt over månederne for to ekstensive tage med forskellige tykkelser. Egne diagrammer ud fra målingsresultaterne i Referenceprojektet (bilag 2.1)



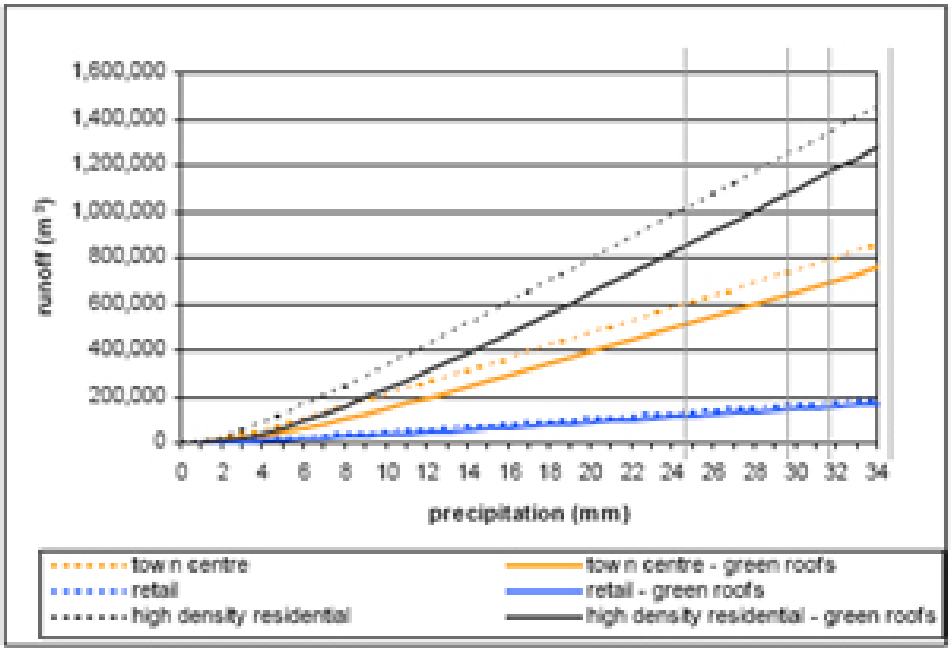
Figur 3.20: Illustrationen viser en samling af forskellige ekstensive tagsystemer som Zinco udbyder. Illustration: Zinco Roof garden.

kan tilbageholde større mængder af regnvand, men også filtrerer nogle urenheder fra, som ligger på byens tage, når regnvandet løber gennem vækstmediet (Dramstad et al. 1996).

I England har en undersøgelse af ekstensive tages potentiale for forskellige typologier af byområder givet afløbsresultater for hhv. bycentre, handelsområder og tæt beboelse, se figur 3.21.

Det ses, at virkningen er størst i de fortættede beboelsesområder, hvor de grønne tage kan optage næsten 200.000 m³ regnvand, hvilket svarer til 1/7 af det samlede regnfald i disse områder.

Dette underbygger således, at det giver god mening at implementere ekstensive tage især i tætte byområder.



Figur 3.21: Grønne tages tilbageholdelse af regnvand i forskellige bymæssigheder.
Illustration: ASCCUE

Ekstensive tage kan potentielt reducere behovet for at nedkøle bygninger i sommerperioden, da planterne giver skygge og samtidig omdanner solens stråler til fordampning frem for varme, mens vækstlagene kan virke som en isolator på taget og dermed forhindre solens direkte stråler i at opvarme bygningen. Afhængig af vegetationstypen og dybden på vækstmediet kan dette have betydning for varmereduktionen.

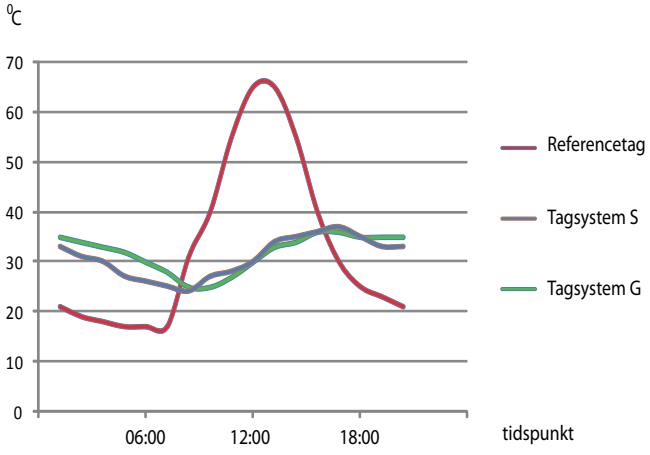
Ifølge referenceprojektet fra Toronto (Bilag 2.3) kan det på en varm sommerdag på ca. 30^{0}C blive omkring 66^{0}C på oversiden af et konventionelt tag. Se figur 3.22. Med henholdsvis et ekstensivt tag på 70 mm og 100 mm kan dette reduceres til 36^{0}C - 38^{0}C Set gennem hele året reducerer de ekstensive tagsystemer den gennemsnitlige varmeledning i forhold til et konventionelt tag. Om sommeren mellem 70 – 90 % og mindre om vinteren mellem 10 – 30 % (Liu, K. og Minor, J, 2005).

Cowi har bl.a. lavet nogle vurderinger og beregninger på den potentielle akkumulerede fjernvarmebesparelse ved etablering af ekstensive tage, som svarer til 2 KWh om året pr. m^2. (Klimaplan 2015 – virkemiddelkatalog for byudvikling)

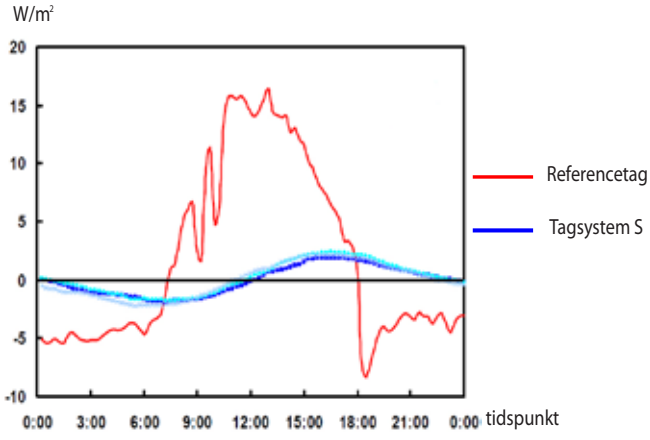
Også for vind og kulde kan de ekstensive tage danne en buffer mellem ude og inde, som dog mindskes af det faktum, at tagkonstruktioner som regel har et ventileret hulrum mellem tagbeklædningen og isoleringen. Ydermere udlignes denne funktion når jordlaget bundfryser i frostvejr (Liu, K.; Minor, J, 2005).

Sol, vind, vejr og skiftende temperaturer medvirker også til en forringelse af tagets levetid. Især bitumen-baserede vandmembraner mørnes når udsat for solens UV stråling, hvilket gør taget skrøbeligt. Men med en fysisk beskyttelse og en reduktion i temperaturvariationen kan grønne tage medvirke til at beskytte og forlænge tagets levetid. Nogle grønne tage i Berlin har holdt i over 90 år uden større behov for reparationer (Porsche and Köhler, 2003). Til sammenligning kan tagpap under optimale forhold holde i 40-50 år (ICOPAL), mens man nok i praksis nærmere regner med 25-30 år (Pedersen Rådgivende Ingeniør, 2009).

Figur 3.22: Sommer: Temperaturen på tagoversiden på de forskellige tagsystemer. Heraf ses at temperaturen på referencetaget er langt højere end to to øvrige ekstensive tage. Egne diagrammer ud fra målingsresultater i Referenceprojektet Liu, K.; Minor, J. (bilag 2.2)



Figur 3.23: Sommer: Varmeflowet gennem taget på en typisk sommerdag. Heraf ses at flowet er meget mere stabilt på det ekstensive tag(blå linje) end på et almindeligt tag.
Illustration: Fra Liu, K.; Minor, J. Rapport (bilag 2.2)



Æstetik

Ekstensive tage kan bestå af flere forskellige farverige plantetyper, såsom græs, mos og Sedum-urter.

De fleste mos-arter egner sig til at stå i meget nærringsfattig jord og kan derfor overleve under lange tørkeperioder uden at få næringstilførsel. Meget af den næring, de behøver, kommer enten fra regnvand eller andre stoffer i luften. I vinterhalvåret bliver de mere fremtrædende end eksempelvis sedum, som vokser bedst i sommerhalvåret, hvilket gør mosset til et godt supplement til sedum på et ekstensivt tag. Mos er ofte godt til at dække mellem eller under den øvrige vegetation og kan samtidig give tagfladen flere forskellige grønne nuancer. Sedum er det latinske navn for en familie af planter med forskellige slags "fedtknopper/-blade". Det er sukkulentstauder med lav vækst og tykke blade, hvor blomsterne er 5-tallige. Stenurt (Sedum) er en slægt med ca. 50 forskellige arter, som gror på store dele af den nordlige halvkugle. I naturen finder man sedum f.eks. på åbne og tørre, stenede marker eller på klipper og stenmure/klippesider. I ekstreme miljøer trives sedum bedst i veldrænede lette minerale jorde. (VegTech, Sverige, 2008)

Ifølge Jesper Christensen fra Nykilde er der lidt diskussion om, hvilke Sedum-arter, der naturligt er hjemmehørende i Danmark. Men der er tre forskellige sedum planter, der med sikkerhed vokser naturligt i Danmark, se figur 3.25.

Figur 3.25: Øverst til højre Set fra venstre: Bidende stenurt, Hvid Stenurt og Almindelig Sankthansurt. (Thomas Schmitz-Günther, 2000) Figur 3.24: Foto fra en af Nykildes produkter, Eget foto

Figur 3.25

De miljømæssige betingelser

De forskellige plantetyper kan have vidt forskellige egenskaber i forhold til overlevelse og derved også helbredstilstanden for det grønne tag. Planter, der kan modstå strenge miljøer, kan også bedre modstå invasion af ukrudt og bibeholde det æstetiske udtryk. Undersøgelser af forskellige sedum-arter viser, at planterne har de bedste overlevelsesmuligheder, hvis dybden på vækstmediet er større en 70 mm. Et tegn på, at det grønne tag lever sundt og rigt, er, hvis taget er fuldstændig tildækket med høj vegetation, typisk mellem 100 mm og 120 mm. Sedumplanterne kan overleve med mindre dybder end 70 mm, dog ikke lavere en 30 mm. Men konsekvensen af dette kan være et grønt tag med pletter uden vegetation – dette vil samtidig påvirke tagets egenskaber negativt. Sedum lever og fungerer bedst under de forhold, som de naturligt vokser i, men kan godt plantes i egne, hvor de almindeligvis ikke hører til (Edgar L. Villarreal, Lars Bengtsson , 2004).

Isoleret set er det den bidende stenurt og den hvide stenurt, som er mest vejrresistente, men den bedste overlevelsesmulighed for et tag opnås ved at blande de forskellige sedum-arter (Kristin L. Getter og D. Bradley Rowe, 2008). Dette bekræftes af Nykilde, som ligeledes har bedst erfaringer med at benytte flest mulige plantearter, hvis nogle planter ikke kan klare klimaet, vil de andre og mere vejrresistente planter tage over. Eksempelvis er det kun bredbladede plantearter, der kan leve i solsvage områder som tagflader på skyggesider. Typisk kan et Sedumtag leve mellem 40 og 100 år alt efter vejrforhold. Ekstensive tage under hårde vindforhold, f.eks. ved kyster, har sværere betingelser, da vinden med tiden kan blæse dele af jordlaget væk, som er essentielt for planterne (Christensen, bilag 1.6).

DELKONKLUSION 3

Klimatilpasning via grønne tage

Grønne tage kan have en positiv virkning ved både ekstrem regn, hedebølger og vind. Den største effekt opnås i alle tre sammenhænge med et intensivt tag, hvilket derfor bør overvejes i de få situationer, hvor det kan lade sig gøre, hovedsagelig ved nybyggeri. Som bystrategi er det imidlertid de ekstensive tage, der giver det største potentiale.

Dybden på vækstmediet er afgørende for egenskaben til at opmagasinere og tilbageholde regnmængder: Jo større dybde, des mere effektivitet og stabilitet. Dog er vækstmediets dybde langt fra den eneste afgørende faktor for teknologiens effekt. Trods samme dybde kan der være stor variation mellem forskellige designs, mens også både taghældningen og drænlagets materiale kan have en betydning.

Vegetationen absorberer ikke så meget vand øjeblikkeligt, men er effektiv i fordampningsprocessen, hvilket betyder at vækstmediet hurtigere tørrer ud og igen kan absorbere mere vand. Intensive og hyppige nedbørshændelser forøger fugtindholdet i vækstmediet, hvilket fører til, at det grønne tags evne til at håndtere vand gradvist forringes, men uden dog at blive fuldstændigt elimineret. Potentialet for regnvandshåndtering via ekstensive tage er således også årstidsbestemt, modsat regnvandshåndtering via eksempelvis kloakker, idet hyppigheden af kraftige regnhændelser er langt større i efteråret, hvor fordampningen samtidig er meget nedsat. Derfor bør der regnes med forskellige faktorer for sommer og vinter og ikke en middelværdi over hele året, hvilket på nuværende tidspunkt er den gængse dimensionerings-tilgang.

De letteste og tyndeste ekstensive tages sugeevne kan være ustabil under ekstreme vejrforhold. Anbefalingen må derfor være, at hvis man skal dimensionere grønne tage til vandhåndtering i fremtiden, bør det være med et dybere vækstmedie, mindst 60 mm og helst 100 mm eller derover, for at sikre sig den nødvendige stabilitet i vinterhalvåret. Dette har dog nogle andre konsekvenser, idet vægten samtidig øges på det eksisterende tag.

Det ekstensive tag kan også have en stor positiv effekt på nedkølingsbehovet om sommeren, og en mindre på opvarmningsbehovet om vinteren, idet vækstmediet ofte er vådt eller frossent og dermed mere kulde-transmitterende. Denne egenskab udgør således især et stort potentiale ved erhvervsbyggeri, hvor nedkølingsbehovet allerede med nutidens klima ofte overgår opvarmningsbehovet.

Også varme-ø-effekten nedsættes i kraft af både begrænset absorptionsbidrag fra de færre sorte tagoverflader og øget fordampning fra planter og vækstlag.

KLIMATILPASNING: VERTIKAL BEGRØNNING

Figur 3.26: Kunstneren Patrick Blanc har designet mange forskellige vertikale haver verden over. Her fra Paris er dækket mere end 1400 m^2 gavl. med brug af ca. 250 forskellige plantearter. Foto venstre: Tilsendt af Patrick Blanc. Foto højre: wired.com

Introduktion

Som det fremgår ovenfor, rummer bygninger et stort potentiale for begrønning af de skrå og horisontale flader på tagene, men der er imidlertid også et stort areal med mulighed for inddragelse på byens vertikale flader, murene. Selvom de fleste bygningsfacader har store vinduesarealer, som naturligvis ikke hensigtsmæssigt kan begrønnes, må disse ifølge bygningsreglementet højst optage 22 % af arealet. Derudover findes der også mange tomme gavle og bagmure overalt i den tætte by, som typisk ikke er særligt arkitektonisk bearbejdede, og som man således med fordel kan transformere til grønne vægge.

Dette vil samtidig tilføre byen bedre miljømæssige betingelser og styrke den bygningsmæssige modstandsdygtighed: Bygningsfacaderne bliver konstant påvirket af miljøet og vejret – sol, vind og regn – hvilket er med til at forælde og gradvist nedbryde dem over længere tid. Som med grønne tage kan vertikal begrønning være beskyttende over for disse miljømæssige udfordringer, samtidig med at de kan holde bygningerne varmere om vinteren og køligere om sommeren (Köhler, 2008), hvilket kan give en bedre termisk komfort og en besparelse i energiforbruget. Som tagene renser de også luften og mildner byens mikroklima ved at modvirke varmeø-effekten. Derudover opnås en blødere akustik og en nedsat vindhastighed i byrummene (Hvass, 2005). De grønne vægge beriger byen oplevelsesmæssigt og er mere synlige i bybilledet end f.eks. de fleste grønne tage. Dette kan således have en større betydning for vores psykiske velbefindende og endda en stærkere branding-effekt.

Kigger man lidt tilbage i historien, vil man opdage, at grønne vægge ikke er nogen ny teknologi, men allerede blev benyttet for mere end 2000 år

siden ved middelhavet og senere i det centrale Europa, hvor formålet var at høste de grønne vægges frugter – en ide som i dag er blevet genoptaget og forsøgt implementeret i bl.a. New York og Sydkorea under begrebet vertical farming.

Også i Danmark har det været brugt længe, men kun sporadisk. Selvom der i kølvandet klimadebatten nu igen er kommet langt mere fokus på grønne elementer i byerne herhjemme, handler det overvejende om grønne tage og byrum, og det er stadig meget begrænset, hvad man kan finde af konkret tilgængelig viden om potentialerne ved netop grønne vægge. Flere rapporter dokumenterer, at der er miljø- og klimamæssige fordele ved dem, men der mangler stadig kortlægning og mere grundig dokumentation for deres faktiske effekt (Attwell, 1993). Især deres egenskaber til vandhåndtering lader generelt til at være dårligt bearbejdet, hvilket sandsynligvis bunder i, at problemerne med underdimensionerede og nedslidte kloakker først nu begynder at vise sig for alvor i Central- og Nordeuropa.

Rundt omkring i København findes der dog alligevel en del facadebeplantninger, hovedsagelig med klatreplanter som efeu og vin, der er fint integrerede i byen og beriger det æstetiske udtryk for bygningerne og deres omgivelser. Der er også nogle få igangværende projekter, bl.a. på Vesterbro ved Skydebanehaven, hvor man har etableret en innovativ vertikal have ned langs en af de tilstødende gavle. Formålet er dels at forgrønne og dels at håndtere vand i en opmagasineringstank under jorden og via en lille dam, hvorfra vandet nedsiver langsomt, mens det filtreres. Vandet fra tanken udnyttes desuden til vanding af den vertikale have kombineret med vandkunst på muren mellem planterne.

Figur 3.27: Eksempel på ideerne bag vertical farming.
Illustration: http://groundswellblog.wordpress.com

Typer

Der er flere forskellige typer af grønne vægge, som man bør skelne imellem, og der er yderligere nogle under udvikling. De rummer alle de samme egenskaber, men i forskellig grad. Producenten Nykilde Frø arbejder f.eks. på et grønt facadesystem, som efterligner teknologien bag hvis ekstensive tage, og hvor målet er så vidt muligt at opnå tilsvarende egenskaber. Derudover arbejder franskmanden Patrick Blanck udelukkende med udvikling af sit koncept "le Mur Vegetale", eller "Vertical Garden", som et kunstnerisk udtryk og middel til mikroklima inde og ude. De klassiske klatreplanter, som vi genkender fra København, benyttes hovedsagelig pga. deres æstetiske værdi, men rummer faktisk også mange nyttige egenskaber (Attwell, 1993).

Nedenfor gennemgås de forskellige alternativer og deres potentiale i forhold til klimatilpasning.

Klatreplanter – de historiske

Klatreplanter eller facadeplanter er fællesbetegnelser for alle klatrende, slyngende og rankede planter som anvendes i forbindelse med bygninger. Klatreplanterne slår deres rødder for foden af facaden, hvorfra de langsomt slynger sig op langs overfladen og i nogle tilfælde kan blive enorme og dække store flader på op til 5-6 etagers højde. Dette tager dog oftest adskillige år.

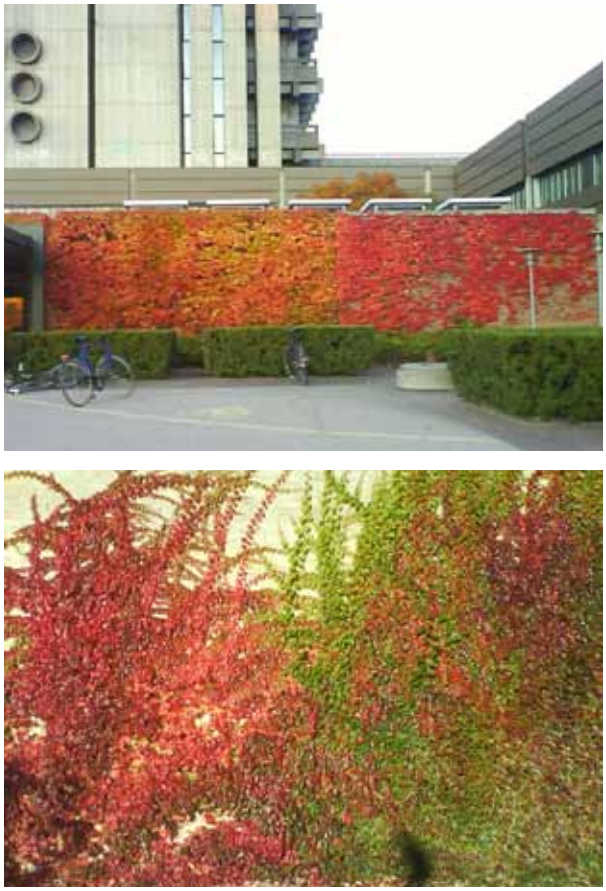
Der eksisterer mange forskellige klatreplanter, men ikke alle arter, der vokser lige godt under alle omstændigheder. Nogle er ikke modstandsdygtige over for fuld sol, mens andre kun blomstrer dårligt i meget skyggefulde omgivelser. Vilkårene i den tætte

Figur 3.28: En af de få initiativer og eksempler på implementering af facadebeplantning i København, Dannebrosgade. Den grønne del af facaden er dog ikke udvokset endnu. Eget foto

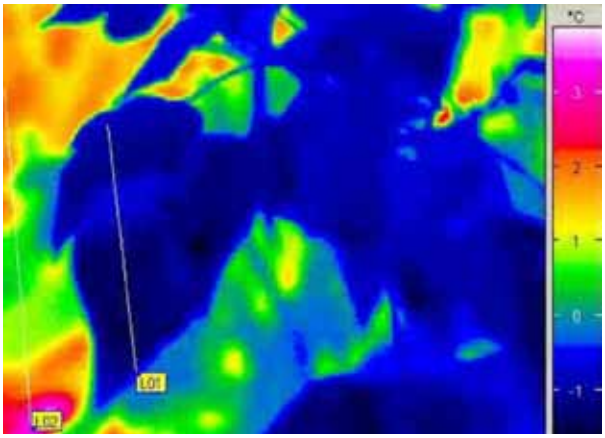
by kan give facadeplanterne svære betingelser og er ikke helt uproblematiske. De mange aktiviteter, som hører byen til, tærer på facadeplanterne. Jorden er tit hårdt komprimeret af tung trafik og/eller forurenet. Tilførsel af naturligt regnvand er afskåret fra de omkringliggende befæstede arealer, der fører vandet direkte til kloakken, mens saltning af fortove og veje om vinteren også kan medføre barske betingelser for overlevelse. Men hvis klatreplanterne når at etablere sig gennem et par år, bliver de som regel mere stabile og dermed modstandsdygtige over for de mange udfordringer fra byen. Så kan holde sig i mange år (Hvass, 2005).

Der eksisterer dog stadig mange fordomme om, at facadebeplantning ødelægger murværket, de gror på. I 1993 blev bogen "facadebeplantning – en undersøgelse af fordele og ulemper" publiceret, som i sin konklusion kunne afvise de mange skeptikeres fordomme. Det blev derimod pointeret, at et dækkende plantelag faktisk har en beskyttende effekt over for bygningen. Det blokerer ikke fugttransporten ud gennem murværket, og oftest opstår der et tørt klima med moderate temperaturudsving bag planten, der således også beskytter facaden mod slagregn. Således er en mur med facadebeplantning oftere tør, end den er våd. Vintergrønne beplantninger modvirker ligeledes risiko for frostsprængninger. Teoretisk kan der ske en forværring af eksisterende revner eller skader på murværket. F.eks. kan selvhæftende planter ved fjernelse efterlade små visuelle skader på facaden, som dog generelt kan fjernes med et pudslag. Planter, der kan slå rødder i muren har ingen overlevelsesmuligheder på en intakt murflade og er derfor ikke en trussel, hvis murværket er velholdt, når begrønningen foretages. Er der derimod på forhånd fugtige sprækker, hvor rødderne har noget at komme efter, kan det på lang sigt betyde, at de breder sig (Torben Dam, 2006). Men potentielle negative virkninger kan undgås ved jævnlige tilsyn (Attwell, 1993).

Valget af planteart har betydning for egenskaberne og det visuelle udtryk: Jo kraftigere vækst, des større og mere effektiv virkning, men størrelsen øger også behovet for tilsyn og pleje.



Figur 3.29: Der findes adskillelige slags klatreplanter, som alle vokser forskelligt afhængig af nærmiljøets betingelser. Egne fotos fra København



Figur 3.30: Infrarøde målinger viser at den termiske forskel kan variere 3°C fra facade til beplantning. Illustration: Köhler, 2005

Facadeplanternes varmeisolerende egenskaber skyldes, ligesom normal isolering, at den mellemliggende luft forbliver forholdsvis stillestående. Eksempelvis kan en isoleret og en ikke isoleret væg mindske varmetabet med hhv. 10 % og 30 %. Ydermere kan et tæt plantedække mindske vindafkølingen, især på store gavle, som udgør op mod 50 % af en bygnings varmetab (Minke, 1989). I Tyskland har man lavet nogle infrarøde målinger af beplantningens termiske egenskaber, som viser at temperaturforskellen mellem facaden og beplantningen kan variere op mod 3°C (Köhler, 2005).

Vertikal have, Patrick Blanc

Et andet spændende initiativ er den franske botanikker og kunster, Patrick Blanc, som i en årrække har specialiseret sig i vertikale haver og har skabt markante kunstneriske udtryk på kontorbygninger, i indkøbscentre, museer og andre offentlige rum både indendørs og udendørs verden over.

Koncepter

Et af hovedkoncepterne bag Patrick Blancs vertikale haver er, at ikke alle planter har brug for jord til at slå rødder og vokse. Faktisk eksisterer der mere end 2500 plantearter i f.eks. Malaysia, som vokser uden jord. Selv i mere tempererede dele af verden lever der planter, der vokser på klipper og andre steder, hvor jorden ikke er tilgængelig. Dette viser, at det er muligt, også fra naturens side, at planter vokser på lodrette flader, så længe der ikke er mangel på vand.

Et andet vigtigt koncept er at forhindre rødderne i at gribe fat og forårsage skade på den eksisterende bagmur. Et meget berømt, og faktisk smukt, eksempel på dette er Angkor Wat, det enorme historiske tempel i Cambodia, som går under tilnavnet "Verdens 8. vidunder".

Rod-skader i den størrelsesorden tager dog uendelig lang tid, og de kan desuden helt forbygges, hvis planterne jævnligt bliver forsynet med vand, hvilket bevirker, at de ikke skal "lede" efter det ved at slå rødder på den bagvedliggende bagmur. (Blanc, 2006)

Opbygning

Patrick Blancs vertikale haver er opbygget af en metalramme på facaden, hvori der anbringes et syntetisk stof, som planternes rødder kan hæfte sig ved. Blanc benytter sig af automatisk vanding og gødning med næringsstoffer, som via et netværk af rør kontrolleret af ventiler løber fra toppen og ned gennem den vertikale have vha. tyngdekraften. Rødderne optager på den måde de nødvendige næringsstoffer, og overskydende vand opsamles i bunden med en tagrende, inden det igen føres til nettet af rør gennem et lukket kredsløb.

Figur 3.31: 15.000 forskellige planter er benyttet til en 800 m^2 stor bygningsfacade i Paris. Foto: worldisaround.com

Figur 3.32: 600 m² vertikal have i Paris fungerer her også som en synlig installation ved mørkets frembrud. Foto: Flickr.com. Foto til højre: wired.com

Figur 3.33: Bolig fra London på 12.etager med vertikal have.

De historiske klatreplanter og Patrick Blancs vertikale haver indeholder mange gode energimæssige og luftrensende egenskaber, men set fra et vandhåndterings synspunkt kan de ikke bidrage afgørende til opmagasinering af regnvand – kun yde en vis forsinkelse.

Dette skyldes det manglende vækstmedie, der er nødvendigt for absorption. Indtil videre er vertikale haver med vandhåndteringsmæssige egenskaber ikke rigtig udbredt som færdigt produkt. De er stadig under udvikling og i Danmark kun på pionerniveau.

Figur 3.34: Patrick Blanc designede sin første have i Spanien, der dækker hele gavlen over indgangen til museet, Caixaforum, i Madrid. Foto: Tilsendt af Patrick Blanc

Under udvikling i Danmark

Nykildes facadeelementer

Nykilde Frø, som er producent af ekstensive tage og frø til prydplanter i byrum, på enge mm., arbejder også med vegetationsvægge, der er opbygget stort set som deres sedummåtter og derfor har ca. samme egenskaber. Monteringen er en smule anderledes og består af et armeringsnet mellem to indspændte stolper, som fastholder sedummåtterne lodret. Ideen er, at der i fremtiden skal udvikles et facadesystem, hvor den grønne væg kan hægtes på nogle skinner el.lign. nærmest som en ekstra klimaskærm på bygningen.

Figur 3.35: Forsøgsmodel af Nykildes grønne vægge.
Egne fotos fra Nykilde Frø i Slagelse

Væggene har dog ikke lige så stor effekt rent vandhåndteringsmæssigt som tagene. Der vil logisk nok ikke falde lige så meget regn direkte på dem, som på en vandret flade. Til gengæld kan man få mere ud af nogle andre sideeffekter, såsom en reduktion af støjniveauet på ca. 8 dB, mere tydelige æstetiske egenskaber samt yderligere beskyttelse af husets eksisterende ydermure mod slagregn, vind og sol.

Selvom vegetationsvæggene ikke har samme vandhåndterings-potentiale som det ekstensive tag, kan man let forestille sig, at der kan udvikles et system, hvor vandet fra taget ledes via åbninger i tagrenden til toppen af vegetationsvæggen. Så skal det sive hele vejen igennem den, før det når kloakken. På den måde kan vegetationsvæggen komme til at supplere eller erstatte det grønne tag ved at virke som en nedløbsbuffer, så store dele af nedbøren fra taget aldrig ledes til kloaknettet, og resten forsinkes betydeligt. Hvad enten drænlaget består af BioDrain (skum af genbrugsmaterialer med indbygget næring) eller stenmateriale, kan det suge ca. 15 l/m^2 (bilag 1.6), hvilket er mindre pr. enhed end tagene, men kan udgøre et lige så stort samlet potentiale på mange bygninger, da murarealet ofte er markant større end tagfladen.

Nykilde er gået i gang med et udviklingsprojekt i samarbejde med arkitekter, plast- og metalindustrien samt nogle forskningsinstitutter om at finde nogle bæredygtige og holdbare løsninger vedr. grønne facader. Løsninger som omhandler andet end de sædvanlige klatreplanter og stålwires (Nykilde nyhedsbrev nr. 9).

Fibermatrix

Et andet interessant initiativ under udvikling er landskabsarkitekt Lars Kronborg Baks grønne vægge af fibermatrix. Som tidligere industrilaborant med viden inden for fiberteknologi kombineret med en interesse for det grønne element i byen har han udviklet et produkt af bl.a. stenuld som alternativ til de andre vertikale beplantningsteknologier.

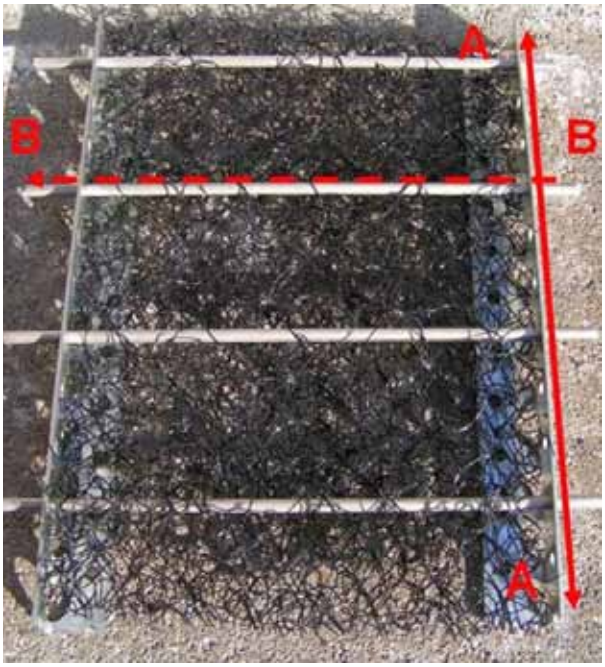
Funktionen og den anvendte teknik

Produktet er en facadeløsning, der er designet efter kravet til funktion og fremstilling med en enkel og effektiv teknik. Ifølge Lars Kronborg Bak imødegår den behovet for skygge og afkøling i mange moderne byer om sommeren grundet varme-ø-effekten. På baggrund af de ønskede egenskaber har Lars Kronborg Bak udviklet en grøn væg med fokus på to grundelementer: Høj trækstyrke og bæreevne samt et vækstmedie af høj kvalitet.

Konceptet er et bærende element, som kan klare lasten fra beplantningen og muliggør montering vertikalt. Det bærende element er indstøbt i en såkaldt fibermatrix som en erstatning for vækstmediet. Ved kombinationen fås en høj trækstyrke gennem hele vækstmediets udstrækning.

Også her er en anden vigtig egenskab muligheden for at håndtere og opmagasinere regnvand som en slags nedløbsbuffer. Der er endnu ikke målt på den specifikke vandmængde, men som med tagene vil den også afhænge af tykkelsen. Fremstillingsmetoden bygger på samme principper som produktionen af hygiejneprodukter som toiletpapir og bleer, der jo netop skal have en høj sugeevne, og da vi ved fra de ekstensive tage, at mineraluld suger og holder bedre på vandet end andre drænmaterialer, må dette også gælde her. Et forsøg med en

Figur 3.36: nederst til højre: Profilskinne (A) monteres lodret på den vertikale facade. Tværgående profiler (B) af rustfrit stål skubbes gennem profilskinnerne og nettet. Selve nettet, og antallet af stænger på tværs har indflydelse på den endelige ophængningsstyrke.
Foto: Lars Kronborg Bak



Figur 3.37: nederst til venstre: Færdig fibermatrix med internt net og bundne stenuldsfibre. Foto: Lars Kronborg Bak

Figur 3.38: Øverst: For at kunne teste fibermatrixen fremstillede Lars Kron-borg Bak prøveholdere som kunne rejses til vertikal stand. Nederst: Forsøg ved påhæftning af Fibermatrixen på en Verner Panton stol. Fotos: Lars Kronborg Bak

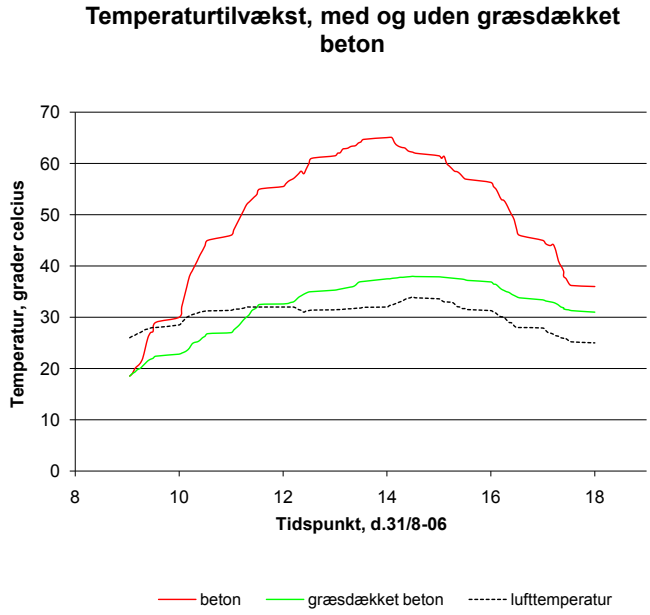
Figur 3.39: til højre: Figuren viser temperaturtilvæksten i facade (betonelement) med og uden facadebeplantning. Prøvemne af stenuldsfiber er anvendt til målingen. Illustration: Lars Kronborg Bak

tilføjelse af superabsorbent til fibermatricen øgede vandholdigheden markant, men betød samtidig, at græsset "druknede".

Altså kan også dette produkt anvendes som en del af løsningen på overbelastede kloaksystemer, men sugeevne og plantesort skal afpasses efter hinanden, hvis udtrykket og evapotranspirationen skal opretholdes. En tredje interessant vinkel, som Lars Kronborg Bak påpeger, er muligheden for rensning af brugsvand: Den vertikale beplantning kan fungere som en form for rodzone anlæg – en lokal rensning af bygningens gråvand før nedsivning eller afledning til kloak.

Under sine forsøg med vertikale haver har Lars Kronborg Bak lavet forskellige termiske målinger, hvor konklusionen er, at facadebeplantning af fibermatrixtypen kan reducere energiforbruget for en bygning op mod 50 % (Kronborg Bak, 2007)

Han opfordrer på sin hjemmeside til, at der laves yderligere studier, undersøgelser og optimeringer af facadebeplantning og har, i erkendelse af at der i Danmark desværre ikke eksisterer de nødvendige udviklingsmiljøer, bl.a. offentliggjort sine resultater, i håb om at andre vil blive inspireret og videreudvikle på ideen (Kronborg Bak, 2007).



DELKONKLUSION 4

Vertikal begrønning

Der eksisterer mange energi- og klimarelaterede potentialer indenfor facadebeplantning, som stadig ikke er forløst eller udforsket i tilstrækkelig grad. Litteraturen om facadebeplantning er derfor også stadig begrænset. Dette kan være årsag til, at egenskaberne generelt bliver underkendt, samt at der stadig er uklarhed omkring fordele og især formodede ulemper, hvilket igen modvirker videre udbredelse.

De mest udbredte grønne facader er klatreplanter, som har en vis termisk effekt, men dog ikke har et markant potentiale indenfor vandhåndtering.

Det lader til, at kun få ildsjæle og mindre firmaer i Danmark for alvor har taget initiativ til at udvikle videre på grønne vægge som klimatilpasningsmiddel.

Både Nykilde Frø's og Lars Kronborg Baks bud på vertikal begrønning har en effektivitet, som i grove træk kan sammenlignes med de ekstensive tage. Potentialet er stort, da de vertikale flader i den tætte by udgør et langt større areal end de horisontale flader, hvilket vil øge effekten af de termiske og vandhåndteringsmæssige egenskaber betydeligt. Også produktionsmetoderne er principielt nogenlunde på plads og kan blive forholdsvis effektive. Men indtil videre har interesse og især viden på området desværre ikke været på et niveau, der kunne hæve de vertikale haver til et kommercielt plan på fod med de grønne tage.

"The potential of green facades to improve urban microclimate and buildings' ecological footprint is high, but they have not developed a widespread presence outside of Germany because they are not as well known as green roofs and there is a lack of implementation guidelines and incentive programs in other countries. There is a great need for more research into all aspects of this technology and its applications in other parts of the world." – Manfred Köhler, 2008

Andre effekter

Begrønning af bygninger, herunder ekstensive tage og vertikal begrønning, besidder således nogle meget anvendelige vandhåndteringsmæssige og termiske egenskaber. Men de har imidlertid også andre positive effekter, som bør overvejes i den samlede argumentation for og imod denne løsning på klimaforandringerne:

Luftkvalitet og CO_2

En sideeffekt ved begrønning af bygninger er egenskaben til at nedbryde CO_2 i luften. Dette sker ved en fotosyntese, når solens stråler rammer planternes blade. Der opstår således en kemisk proces i blades grønkorn, som omdanner vand (H_2O) og kuldioxid (CO_2) til glukose($C_6H_{12}O_6$) og ilt (O_2): fotosyntese: 6 CO_2 + 6 H_2O + 2,83 kJ = $C_6H_{12}O_6$ + 6 O2. Ved 100 % lysindfald er det dog kun de 5-20 %, som indgår i fotosyntesen – resten bliver reflekteret, fordampet eller omdannet til varme (Jens Hvass, 2007). Begrønning af bygninger kan ca. nedbryde 2-6 kg CO_2 pr. m^2 pr. år. Hertil kommer, at det også absorberer 0,2 kg luftforurenende stoffer såsom metaller og polycykliske aromatiske kulbrinter pr. m^2 pr. år, hvilket resulterer i renere afstrømning (Jesper Christensen, 1,6).

Denne egenskab har givet forgrønnelse af bygningerne et øget fokus i forhold til forebyggelse af klimaforandringerne og indgår i nogle lande som et positivt CO_2-regnskab (Hvass, 2007). I Københavns klimaplan fra 2009 har man en vision om at reducere CO_2-udslippet med 20 % fra 2005 til 2015.

I den forbindelse har Cowi lavet nogle beregninger på hvor stort CO_2-nedbrydningspotentialet er for København (Københavns kommune, 2009). Hovedsageligt går Cowis undersøgelser ud på at skabe et fysisk planlægningsværktøj, der har til mål at reducere CO_2-udledningen ved planlægning af nye tætte byområder. Her er et af punkterne forgrønnelse, og undersøgelserne peger på, at den største egenskab ved f.eks. ekstensive tage er CO_2-nedbrydning. Det samlede potentiale blev vurderet og beregnet ud fra arealrumligheden for alle nye byområder. Ifølge beregningerne kan eksempelvis de ekstensive tage reducere CO_2-udslippet med 57,2 kg pr. m^2 pr. år ved interpolering. Det fremgår ligeledes af beregningerne, at større grønt areal bevirker højere effektivitet.

Årstal	m^2 grønt tag	fjernvarmebesparelse KWh/år	Akkumuleret fjernvarmebesparelse i 2015, MWh/år	Akkumuleret CO_2 reduktion, tons/år i 2015
2011	65.000	130.000	130	24
2012	130.000	260.000	390	73
2013	195.000	390.000	650	121
2014	260.000	520.000	910	169
2015	325.000	650.000	1170	218

Figur 3.40: Cowis skema over CO_2-nedbrydningspotentialet i København.

Men samlet set udleder vi i København ca. 2,5 mio. tons CO_2 pr. år (Københavns miljø-regnskab, 2008), hvilket betyder, at denne samlede procentmæssige reduktion i Cowis beregninger for 2015 svarer til kun knap 0,1 ‰ af byens udledning. Dette må umiddelbart siges at være forsvindende lille.

Urban biodiversitet

Forskellige studier af begrønning af bygninger har dokumenteret, at der efter et par år kan leve et varieret liv af forskellige insekter, herunder nogle mere enestående og truede edderkopper samt biller. Under et eksperiment over en hel sæson i USA, Dearborn, indkapslede og dokumenterede man 29 forskellige insekttyper på et ekstensivt tag (Coffman RR og Davis G, 2005).

I Basel, Schweiz, har man observeret, at dyrelivet på et ekstensivt tag også kan afhænge af nogle designkriterier for at skabe de bedst mulige levevilkår: Ekstensive tage har ikke et dybt vækstunderlag (< 200mm), hvilket gør levevilkårene for insekterne svære, især i lange tørkeperioder. Men dette kan forbedres hvis dybden på vækstlaget varierer henover taget i en mere bølget struktur. Hvis jordlaget samtidig består af de jordtyper, som passer med dyrelivets naturlige omgivelser, vil dette også forbedre levevilkårene. Et varieret planteliv betyder også en præsentation af et mere

rigt og forskelligartet insektliv (Stephan Brenneisen, 2001). Andre observationer i Schweiz indikerer, at begrønning på bygninger også kan have positive følgevirkninger for truede fuglearter. Implementeringen af begrønning på bygninger har i nogle urbane områder betydet, at nogle truede fuglearter igen er begyndt at yngle stabilt (Nathalie Baumann, 2006).

Sundhed

Det kan have en større positiv betydning for vores mentale tilstand, at vi fra vores vinduer kan se noget grønt i form af vegetation, træer eller andet landskabeligt. Den visuelle kontakt med det grønne kan på nogen have lige så stor betydning som social interaktion og kan være medvirkende til nedsættelse af stress-symptomer eller skærpe fokus i arbejdsrelaterede situationer.

Især ved indendørs færden kan udsigten have betydning for vores mentalitet. Vinduer er kilden til naturligt lys i bygninger, solskin samt information om vejret og aktiviteter i verden udenfor. I princippet behøver der ikke at være udsigt fyldt med skove og store vidder, det kan være nok med enkelte træer. Formentlig har det ingen betydning, at der samtidig er udsyn til bebyggelse og parkeringsarealer, så længe det grønne er repræsenteret. Dog kan det omvendt have en negativ betydning, hvis der kun er udsigt til befæstede elementer, selvom det naturlige lys ikke bliver blokeret udefra eller udsigten til verden udenfor er reduceret (Zubevich og Kipling, 2004).

Mange byboer, som af årsager er forhindret i at være i kontakt med naturen i dagligdagen, søger tilflugt på landet eller i byens grønne arealer i weekenden. Dette kan give en form for ro, klarhed eller virke regenererende for dagligdagens stress. Selv under støjende forhold kan kontakten med det grønne virke beroligende. Andre virkninger kan være anledning til social interaktion og fysisk aktivitet (Kaplan, 1993). Skov og Landskab har bl.a. foretaget en skemaspørgeundersøgelse på landsdækkende plan i Danmark om naturen, sundheden og dens påvirkning. 93 % af tilbagemeldingerne var positive og indikerede, at det grønne element har en større betydning for vores humør og helbred. Naturen eller grønne arealer i byen kan være motiverende i forhold til at foretage forskellige slags aktiviteter. Jo tættere folk bor på grønne områder, des mindre stressede er de. Dette gælder især dem, som bor i lejligheder og tætte byområder. Selvom folk ikke bruger naturen eller de grønne arealer aktivt/fysisk, har det en positiv virkning, at nærområdet har en grøn karakter (Skov og Landskab , 2005).

Der kan dog også være ulemper. Mange mennesker i dagens Danmark lider af høfeber og allergi, som bliver værre, jo mere natur de omgiver sig med. For dem er den befæstede by en symptomfri oase, og flere er allerede begyndt at brokke sig ved udsigterne til mere natur i byerne:

"Cykelferie på landet er udelukket for mange af os på grund af det uslåede frøbærende græs og ukrudt langs med veje og cykelstier. Af samme årsag må man søge "tilflugt" i byen, fordi det ligeledes er udelukket at bo på landet. Men hvis der nu skal til at blæse pollen ned i hovedet på os allergikere fra byens tage, så har vi ikke længere nogen steder at være." – kommentar på www.ing.dk af Carsten Thomsen til artiklen "København: nu skal der græs på storbyens tage", 28.08.2009

De mest allergifremkaldende planter er dog græsarter, birketræer mm.(netdoktor, Flemming Andersen) Her vurderes det, at netop ekstensive tage og vægge med sedum-beplantning er mindre kritiske, da sedum og mos ikke er kendt for samme effekt. Dog er det en faktor, som bør medregnes i planlægningsfasen.

Figur 3.41: Grøn park på Vesterbro. Eget foto

DELKONKLUSION 5

Andre effekter

Effekterne på CO_2-regnskabet fra begrønning af bygninger må konstateres at være forsvindende lille, i forhold til hvad andre tiltag som livsstilsændringer og især omlægning af energiproduktion kan betyde. Den opdagelse får dette argument til at blegne markant.

Absorptionen af tungmetaller og andre skadestoffer forbedrer mikroklimaet i byen - Jo mere grønt des bedre nedbrydningseffekt og bedre grundlag for højnet biodiversitet i byen. Dog er det essentielt for dyrenes levegrundlag, at begrønningen bliver anbragt således, at planterne får bedst betingelser for overlevelse. Dette gøres bedst ved at variere plantelivet og jordtyperne, samt skabe variation i udformningen. Skabes de rigtige forhold for plantelivet, vil en mere synlig effekt være muligheden for at bibeholde nogle truede fuglearter i byen.

Selvom begrønning på bygninger har mange andre målbare effekter, er den vigtigste egenskab måske netop den, man ikke kan måle - nemlig betydningen af den visuelle kontakt med de grønne elementer, som kan give ro og virke stressnedsættende. Sundhed er et vigtigt element og en nødvendighed for det moderne samfund og dets virke. Dette har det grønne i byen en positiv virkning på, og derfor bør sundhedselementet i byen være en vigtig faktor ved implementering af byforgrønnelse i planlægningen. Set i det perspektiv vil især de vertikale begrønningstiltag være nyttige, da disse er mere synlige i bybilledet, end eksempelvis de ekstensive tage.

Sammenlagt må det vurderes, at jo mere grønt der kommer i byen, des flere positive effekter kan man opnå. Denne sammenhæng er dog baseret på det faktum, at der er mange steder i byen, hvor der mangler grønt, og den kan ikke forventes at gælde ud i det uendelige – mange af de bymæssige funktioner kræver befæstede overflader for at fungere effektivt, og der vil også være en grænse for, hvor meget man kan begrønne uden at behovet for vedligeholdelse stiger til det uoverskuelige.

Ydermere er nogle af de byboere, der lider af høfeber, allerede oppe på barrikaderne for at forsvare deres befæstede tilflugtssted, selvom de mest brugte planter ikke er høfeberfremkaldende.

SUPPLERENDE TEKNOLOGIER

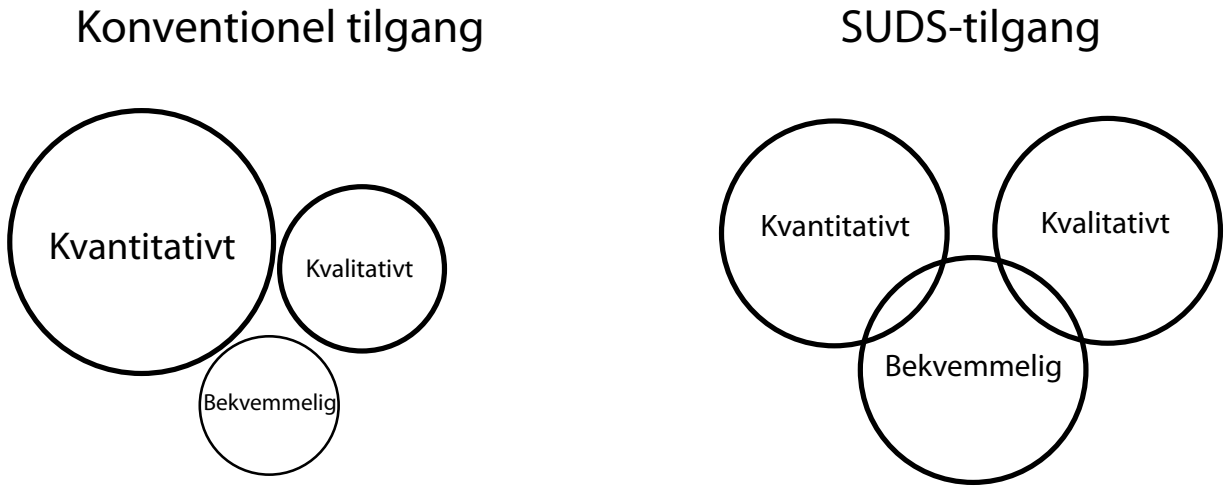
Introduktion

Når begrønning af bygninger ikke er nok til at imødegå tilpasningsbehovet, må man supplere med andre tiltag, hvis denne fremgangsmåde skal kunne bruges. I dette afsnit vil vi dermed lave en kort oversigt over de mest kendte og brugte teknologier, deres individuelle egenskaber og deres urbane kontekst. Afsnittet bygger især på viden opsamlet fra samtaler med aktører, samt en forelæsning med Antje Backhaus, som er ekspert og 2BG PhD-forsker på området under KU LIFE. Der er adskillelige eksempler på arealer i København, som enten er eller kan blive designet med vandhåndteringsperspektivet og/eller de termiske egenskaber for øje.

Vandhåndtering

SUDS, sustainable urban drainage systems, er en samling af best practice-teknologier, der inkluderer mere langsigtede og miljømæssigt bæredygtige faktorer i planlægningen af urbane afvandingssystemer i forhold til konventionelle løsninger i det byggede miljø. SUDS bygger på ideen om ligelig fordeling mellem bekvemmelighed, kvantitativ og kvalitativ vandafledning i bymæssige områder, hvor den konventionelle tilgang i høj grad bygger på kvantitative aspekter og mindre på kvalitative og bekvemmelige egenskaber. (ciria.org) Kvaliteten af vandet er blevet mere aktuel grundet højere mængder forurening fra urbane områder, som bliver skyllet ud i floder, i havet og i grundvandet. Når vandet først er forurenet, er det utrolig svært at rengøre igen. Konventionelle afvandingssystemer, herunder kloakledninger, kan ikke kontrollere eller frasortere det forurenede vand og er derved indirekte impliceret i den øgede forurening. Hvis man fortsætter tendensen med at aflede vandet med begrænset formål for øje og ignorere det bredere bæredygtige perspektiv, vil det have nogle negative konsekvenser på såvel det landlige som det vandige miljø i fremtiden.

SUDS bygger på en masse forskellige konkrete og lavpraktiske løsninger som alternativer til den konventionelle kloak. Dvs. at SUDS ikke er tænkt som en fuldstændig erstatning, men mere som et supplement, der kan benyttes i de lokale områder, som er hårdest ramt i form af store regnmængder eller høj forurening. SUDS-løsninger fokuserer overordnet på regnvandet i fire forskellige faser (næste side):



Figur 3.42: Konventionel vægtning af fokus overfor SUDS-tilgang.

• **Tilbageholdelse**
I tilfælde af kraftig nedbør skal vandet kunne tilbageholdes, således at det eksisterende kloaksystem ikke overbelastes og risikoen for oversvømmelser opstår.

• **Transport**
Idet regnvandet rammer jorden er det essentielt, at området er designet til at kunne lede vandet frem til de etablerede SUDS.

• **Fordampning**
Det handler ikke kun om, at regnvandet kan nedsive, men også om at der skal være gode fordampningsmuligheder. Hvis f.eks. regnfrekvensen er høj, kan SUDS'ene også være mættede eller fyldte. Fordampningen er med til at lette afløbsprocessen.

• **Behandling og Infiltration**
Et af de vigtigste grundprincipper ved SUDS er, at regnvandet bliver renset for forureninger, inden det kommer ned til grundvandet. Dette kan enten ske ved behandling i selve SUDS'en eller ved videre infiltration i de forskellige jordlag.

Termiske effekter

I forhold til varme-ø-effekten og påvirkninger på mikroklimaet i nærområdet, har de supplerende teknologier ikke i sig selv den store målbare effekt på f.eks. temperaturen. Men ved indsættelse af træer eller fjernelse af termisk masse, eksempelvis de befæstede arealer, kan overflade-temperaturen på det specifikke sted relativt nemt påvirkes vha. skyggevirkninger og fordampning, som kan føles kølende eller som en let brise. Et studie af det grønnes kølende effekt i mindre byrum (Shasua-Bar & Hoffman, 2000) indikerer, at omkring 80 % af den temperatursænkende effekt skyldes, at træer på området skyggede for solen.

Hvis lufttemperaturen skal ændres, kræver det derimod større tiltag. Et grønt område skal være over 3,5 ha for at kunne skabe sit eget mikroklima med lavere lufttemperaturer og højere luftfugtighed, og skal lufttemperaturen i området sænkes bare 1 °C skal arealet være min. 10 ha. (Horbert , 2000. cf. Stülpnagel, 1987. Gomez et al. 2001, fra Grøn by rapport, 2009).

Teknologiske alternativer

Permeable overflader

En reduktion af byens befæstede arealer kan forekomme på flere forskellige måder og med relativt simple metoder. De mest enkelte tiltag handler grundlæggende om at konvertere de uigennemtrængelige flader til gennemtrængelige flader.

Overordnet er disse metoder ikke særlig effektive vandhåndteringsløsninger, da nedsivningsprocenten ikke er særlig høj, men et supplement til de andre SUDS-systemer. De kan bl.a. implementeres ved såkaldt:

- Græsarmering og belægninger med græssamlinger
- Græs- og grusplæne
- Porøse- og belægninger med drænsamlinger

Disse belægningstyper kan benyttes ved mindre gader, parkeringsarealer, brandveje, fortov, stier, gårdarealer eller vejrabatter, hvor det ellers er svært tilgængeligt at indpasse andre forgrønnelses metoder. De primære fordele ved disse belægningstyper er, at de har et højt fordampningsniveau og således er medvirkende til at tilbageholde en del af det vand, der løber ned til kloakken.

Målinger fra Ontario, Canada, viser, at alt efter design og opbygning af de gennemtrængelige belægningstyper kan de forsinke den maksimale vandføring mellem 5-35 % (Toronto and Region Conservation, 2008).

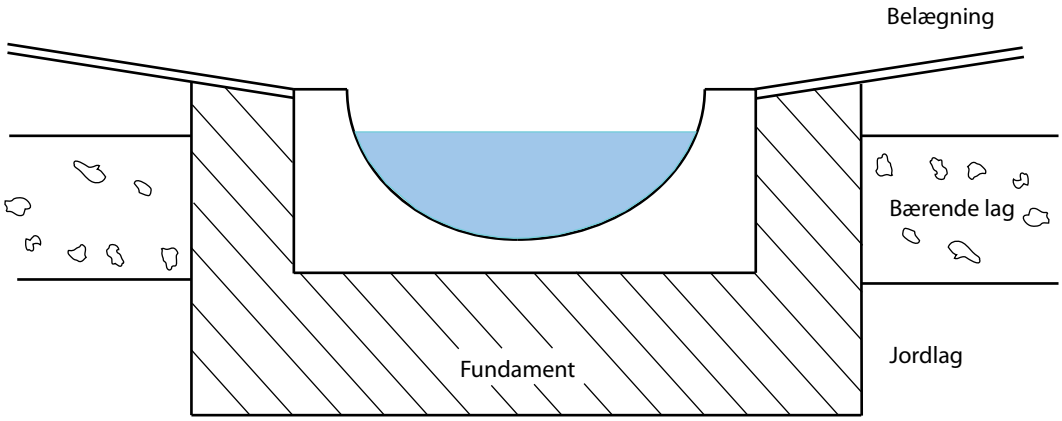
De gennemtrængelige overflader har ikke nogen særlige termiske egenskaber, men indirekte påvirker de mikroklimaet, da nogle af de ugennemtrængelige overflader skal konverteres. Dermed fjernes termisk masse fra området.

Figur 3.42: Eksempler på forskellige belægningstyper. Egne billeder fra Lyngby nord

Figur 3.43: Eksempler på åbne afløbsrender og hvordan man kan indpasse dem forskelligt i et et område, Augustenborg i Malmø. Egne fotos

Afløbsrender

Er åbne og synlige kanaler hvor vandet ledes rundt i gadebilledet – udformet på forskellige måder dikteret af funktionalitet og æstetisk indpas. I forhold til de gennemtrængelige overflader, kan de åbne afløbsrender opmagasinere større mængder vand og er dermed mere effektive set i et vandhåndteringsperspektiv. Kapaciteten afhænger af afløbets indvendige volumen, og formålet er grundlæggende at opmagasinere, cirkulere og forsinke den maksimale vandføring dvs. ikke at nedsive, infiltrere eller virke som fordampningsplatform. En mindre fordampning vil dog ske. Afløbsrender har imidlertid også andre nyttige sideeffekter og funktioner, idet cirkulationen af vandet er med til at afkøle omgivelserne og derved skabe et bedre mikroklima. Signalværdien i et synligt, åbent afløb kan også være med til at skabe opmærksomhed omkring vandet og dets begrænsede ressourcer og kan give anledning til leg og rekreation. Derudover kan de benyttes som trafikal barriere i områder hvor der er behov for minimal kørsel f.eks. i børnevenlige boligområder.



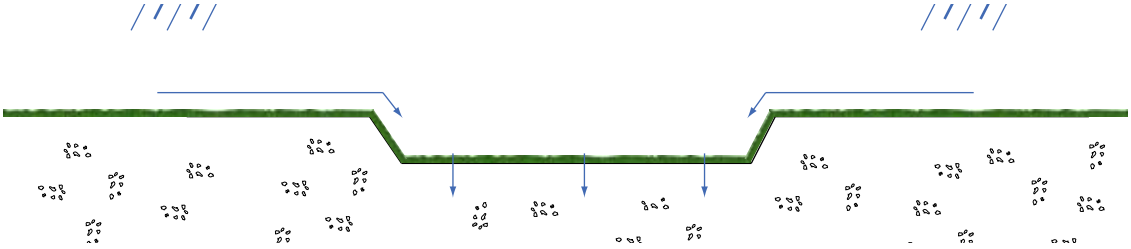
Figur 3.44: Teknisk opbygning på en afløbsrende. Egen illustration med inspiration fra Antje Backhauses foredrag.

Figur 3.45: Forskellige former for Infiltrationsplæner fra Augustenborg, Sverige. Et tilsyneladende helt normalt rekreativt grønt område, men med den forskel at arealet ligger ½ til 1 meter under gadeniveau, hvortil regnvandet kan løbe til, opmagasineres og reducere maksimalvandløbet under ekstreme regnhændelser. Egne fotos

Infiltrationsplæner

Infiltrationsplæner, eller på engelsk swales, kan beskrives som en uddybning i landskabet, der kan udformes forskelligt: Lav, dyb, lang eller bred, men som overordnet mål indbefatter et større rumfang end afløbsrenden. Infiltrationsplæner er grøfter, der ikke forekommer naturligt, men er designet til at kunne håndtere regnvand i større mængder ved opmagasinering eller ved øget infiltration gennem jorden. Infiltrationsplæner kan opmagasinere, hvad der svarer til det samlede rumfang af uddybningen, da infiltrationen gennem jorden og fordampningen derfra foregår relativt langsomt. Infiltrationsplæner kan nemmest anlægges i eksisterende grønne områder som i byparker, grønne gårde eller haver. F.eks. udgraver man i dag boldbaner ½ til 1 meter under niveau for at skabe det nødvendige rumfang, hvortil man leder vandet hen fra det nærmeste opland under ekstreme regnperioder. Dvs. at ved implementering af infiltrationsplæner i eksisterende grønne områder bibeholder man den landskabelige og rekreative værdi, idet man stadig kan benytte udearealerne - blot naturligvis ikke under kraftige regnskyl. Det er økonomisk let og nemt at konstruere, da man i princippet kun skal lave udgravningen og sørge for transport af jord, som i de fleste tilfælde bliver benyttet til grøftekanten langs plænen. Dog kan infiltrationsplænerne være svære at indpasse der, hvor der er mest brug for dem i den tætte by, da de tager en del plads. I Augustenborg har man haft stor succes ved implementering af infiltrationsplæner på de fælles udearealer, hvor ophold, interaktion og leg stadig er en mulighed (Louise Lundberg, bilag 1.7).

Hvis infiltrationsplænen kombineres med store træer (Københavns kommune, 2009) eller indpasses steder, hvor der tidligere har været befæstet areal, kan det også have en positiv effekt på mikroklimaet. Som udgangspunkt skal der dog ret store grønne arealer til at ændre temperaturen, og dermed mikroklimaet, markant i et nærområde (Horbert , 2000. cf. Stülpnagel, 1987. Gomez et al. 2001, fra Grøn by rapport, 2009).

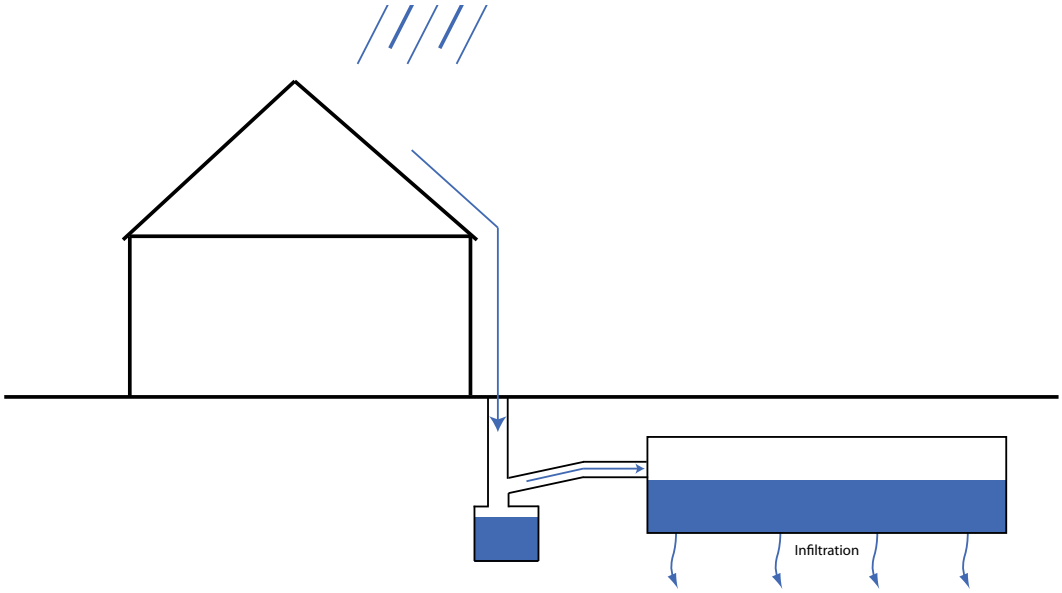


Figur 3.47: Princip for Infiltrationsplæner – en uddybning i landskabet til opmagasinering af store vandmængder . Egen illustration med inspiration fra Antje Backhauses foredrag

Faskiner

Er en mindre kasse eller et hulrum, som er placeret ca. ½ - 1 meter under jorden. Faskinen er fyldt med småsten, letklinkesten eller perforerede plastrør og fungerer som et midlertidigt depot for det regnvand, der løber ned fra omkringliggende tage og belægninger. Gennem faskinen filtreres regnvandet videre ned gennem jorden til grundvandet uden om det eksisterende kloaksystem. Oven på faskinen lægges jord, hvorved der kan sås græs eller etableres en anden type gennemtrængelig overflade. Faskinen er en slags infiltrationsplæne, blot i en mindre målestok og med den forskel at infiltreringen foregår i et skjult system under jordoverfladen. Dette har imidlertid også sine ulemper under vedligeholdelse, da det kan være besværligt at fjerne urenheder og andre genstande, som kan forårsage tilstopning. Det gennemløbende vand bliver desuden ikke renset markant under filtreringen, hvilket kan få konsekvenser for grundvandet.

Faskiner er mest passende til mindre miljøer, hvor det er svært at tilslutte afløbet til det eksisterende kloaksystem, og hvor manglen på åbne arealer begrænser andre tiltag. Mange faskiner i samme område kan være med til at reducere risikoen for oversvømmelser, men kan samtidig være med til at påvirke og forhøje grundvandsspejlet. Dette er, ifølge Niels Bent Johansen fra Københavns E, faren ved lokal nedsivning . Hermed kan man risikere, at oversvømmelsen ikke forhindres, men bare sendes videre til nogle andre . Ydermere kan en kombination af hævet vandspejl og overdreven nedsivning medføre, at eksempelvis faskiner kommer under vand og dermed begynder at dræne grundvand fra jorden. I disse tilfælde kan de ikke bruges til håndtering af regnvand, før grundvandet er drænet tilbage ud i jorden. Dette gør virkningen lidt utilregnelig.
Faskiner kan være svære at designe helt korrekt og afhænger i høj grad af jordens beskaffenhed. De kræver oftere inspektion og vedligeholdelse, hvilket ikke egner sig så godt til den bymæssige kontekst. Vandopmagasineringskapaciteten afhænger ligesom infiltrationsplænen af det indvendige rumfang, fordi infiltrationen foregår relativt langsomt, i forhold til, hvor meget vand faskinen optager under større nedbør. Faskinen har ikke nogen termiske eller visuelle påvirkninger på det omkringliggende miljø, da der ikke forekommer nogen egentlig begrønningsproces ved etableringen.



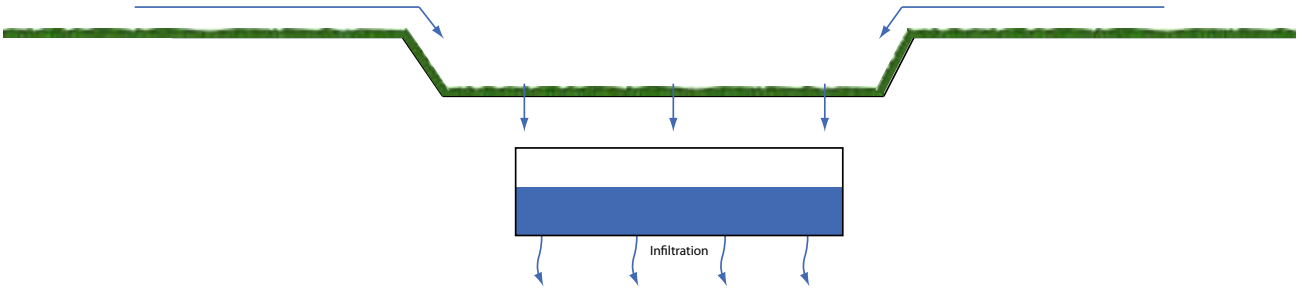
Figur 3.48: Ved etablering af faskiner er det vigtigt at der også bliver anlagt afløbsrør, som leder vandet fra tagene til faskinen. Ligeledes skal der etableres et sandfang(geotekstil) som forhindrer smågrene, blade og jord mm. at tilstoppe faskinen. Egen illustration

VADI

Er i princippet blot Infiltrationsplæner og faskiner kombineret under ét optimeret system og kan logisk nok håndtere endnu større regnmængder end de to øvrige. Ligesom infiltrationsplænen er VADI'en en begrønnet fordybning i landskabet, hvorfra vandet opmagasineres og filtreres ned gennem jordlagene gennem et mikslag af sand og muldjord, som har til formål at frasortere urenheder.

I bunden af VADI'en er yderligere tilkoblet rør/render der fører ned til nogle opmagasineringstanke a la faskiner, som ligeledes opmagasinerer og infiltrer regnvandet. VADI'en tørrer hurtigere ud end infiltrationsplænen, da infiltrationen er større. Dette giver umiddelbart også nogle arealmæssige fordele, som kan være ønskværdige i et tæt bymæssigt kvarter med begrænset adgang til grønne områder. VADI'en kræver desuden mindre overfladeareal, da denne nedsiver mere effektivt end de øvrige supplerende teknologier.

Figur 3.49: I Holland, Enchede, har man eksperimenteret med VADIer som en integreret del af landskabet.
Billeder: Fra foredraget af Antje Bakhaus, KU.LIFE.



Figur 3.50: VADIen er et effektivt og velfungerende behandlingselement til vandhåndtering, som er en optimeret teknologisk kombination af de forskellige SUDS systemer. Egen illustration med inspiration fra Antje Backhauses foredrag

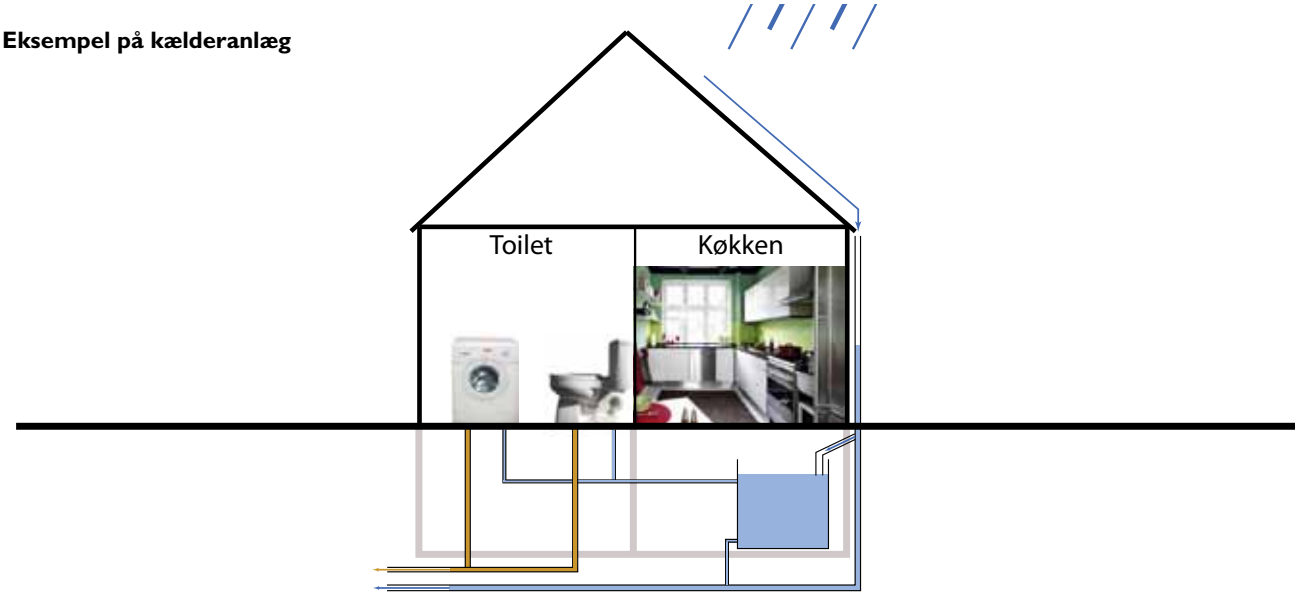
Regnvandstanke

Regnvandstanke er en anden supplerende teknologi, som ikke blot har til formål at opmagasinere regnvandet, men også at udnytte det senere til de vandkrævende områder i have- og husholdningen, der ikke nødvendigvis har behov for vand af drikkekvalitet. Dette kan f.eks. være til toiletskyl, tøjvask, havevanding eller bilvask. Teknologien virker på den måde, at regnvandet opsamles fra de omkringliggende tage på huse, skure eller anden bebyggelse og passerer igennem et regnvandsfilter, inden det løber ned i regnvandstanken. Herfra pumpes vandet op til de områder i bygningen, hvor der er behov for det.

Regnvandstanken er elektronisk styret, så der hele tiden er vandressourcer til rådighed i tanken – eksempelvis i tørre perioder vil regnvandstanken således blive opfyldt automatisk, så der ikke opstår episoder, hvor man f.eks. ikke kan skylle ud i toilettet. Størrelsen på regnvandstanken kan variere meget, men bør anlægges efter behovet. Gøres dette med omtanke, kan man spare omkring 40 % af vandforbruget i en enkelt bygning (Nyrup plast).

Regnvandstankene har ligesom faskiner ingen afkølende eller visuel virkning på sine omgivelser, da disse hverken er synlige eller bidrager med begrønning. Samtidig kræver de, at man har god plads eksempelvis i kælderen eller under en plæne. Der eksisterer grundlæggende fire forskellige systemer af regnvandstanke: Kælderanlæg, husanlæg, fællesanlæg og havevandsanlæg.

Eksempel på kælderanlæg



Figur 3.51: **Kælderanlægget:** Anlægges i en bygningskælderen. Der f.eks. mange ubenyttede kældre, hvor en regnvandstank kunne gøre mere gavn.

Husanlægget: Benyttes mest i forbindelse med mindre bygninger og parcelhuse. Regnvandstanken graves ned i jorden, hvor selve styringssystemet er placeret i husets teknik eller bryggers.

Fællesanlægget: Er en kombination af en større regnvandstank, som ligger placeret nede i jorden uden for bygningen og en mindre regnvandstank inden i bygningen, hvor vandet bliver pumpet fra til der, hvor behovet i bygningen er. Denne anlægsteknik kan med fordel benyttes der, hvor behovet er stort, og hvor de tilstødende arealer ligger placeret langt fra forbrugsstedet.

Haveanlæg: Er en kombination af regnvandsfilter med en nedgravet regnvands tank, hvilket giver de bedste betingelser for at opsamle rent og lugtfrit vand, som passende kan benyttes til havevanding. Egen illustration

Problematisering

Selvom brug af grønne teknologier i byrum er en fordelagtig og effektiv tilgang til håndtering af større regnmængder, er det ikke alle initiativer, som er lige nyttige set i en bymæssig kontekst. F.eks. kan for mange faskiner i et lokalområde forårsage øgede grundvandsstigninger, hvilket vil give risiko for forsumpningstilstande. Dette afhænger også af den underliggende jords beskaffenhed: Jo lavere porøsitet des mindre nedsivning. Jorden under København består hovedsageligt af moræneler, som netop har en lav porøsitet(Jeppesen, 2BG. Bilag 1.8).

VADI'er og infiltrationsplæner er pladskrævende og kan derfor være svære at indpasse, hvor der i forvejen er etableret befæstet areal eller opført bygninger. Disse teknologier er lettest at tilføje i eksisterende grønne områder, hvilket dog er knap så effektivt, da de arealer allerede er med til at absorbere og filtrere regnvand udenom det eksisterende kloaksystem. Således opgraderer VADI'er og infiltrationsplæner ofte blot allerede fungerende vandhåndteringsarealer. Når de etableres på tidligere befæstet areal, vil de til gengæld, udover at lede vandet mindre direkte til kloaksystemet, også forebygge varme-ø-effekten ved øget fordampning og reduceret termisk masse.

Græsarmering er mere direkte bestemt for konverteringen af uigennemtrængelige flader på veje og kørselsrelaterede områder og øger her også nedsivning og fordampning .

Men der er dog også andre problemstillinger forbundet med lokal nedsivning af regnvand i urbane områder. Jordlagene under byen har gennem flere århundreder lagret forurening fra industriområder og lignende funktioner. I dag har man svært ved at kortlægge, hvor forureningen egentlig ligger, og hvor store mængderne reelt er (Berit Haahr Hansen, 2009). Dette er således problematisk i forbindelse med nedsivningsinitiativer, da det ligeledes kan være svært at få et overblik over, hvor det infiltrerede regnvand ender henne, og ikke mindst hvor det kommer til at gøre skade på naturen. Ifølge Simon Toft fra 2BG har EU´s direktiv til nedsivning af regnvand også virkelig skrappe krav. Så skrappe at de er meget vanskelige at overholde med de undersøgelser vi har lavet ind til videre i Danmark(bilag 1.8). Dette kan imidlertid virke lidt paradoksalt, da SUDS hovedprincip netop er at spare naturen for yderligere forurening ved lokal nedsivning frem for gennem det fælles kloaksystem. Men med tiden kan der måske komme en løsning på forureningsproblemet, som Marina Bergen Jensen fra KU LIFE forsker i, også omtalt som den dobbeltporøse filtrering.

Afløbsrenderne er mere anvendelige i forureningsmæssige sammenhænge, da denne teknologi ikke nedsiver og infiltrerer, men blot opmagasinerer og forsinker regnvandet. Derudover anbefaler de fra 2BG, at man anvender de overfladenære løsninger som VADI, da muligheden for at kontrollere kvaliteten er bedre. Det er tilgængeligt at montere og udskifte jorden, hvis ikke den opretholder forureningskravene (Toft, 2BG bilag 1.8).

De nævnte supplerende teknologier kan altså fungere som både supplement og alternativ til begrønning af bygninger alt efter det stedspecifikke potentiale, men det må konkluderes at mest mulig afledning bør ske vha. begrønning af bygninger, som ikke giver risiko for forsumpning eller forurening pga. af nedsivning.

Men ved de helt ekstreme regnhændelser er det nok landskabsbaseret opbevaring og langsom nedsivning via oversvømmede enge mm. der skal løse problemet, som man i 2BG projektet prøver at få implementeret omkring Harrestrup Å (Bilag 1.8).

DELKONKLUSION 6

Supplementer og alternativer

Brug af grønne teknologier i byrum er en effektiv måde at håndtere større regnmængder lokalt, og visse af dem har også en positiv virkning på den termiske komfort. Dog skal de bruges med omhu. For mange faskiner kan give risiko for forsumpning, især i områder med lav porøsitet i jordbunden. VADI'er og infiltrationsplæner kan være svære at indpasse hensigtsmæssigt i tætte byer, men kan absorbere og filtrere store mængder regnvand og forebygge varme-ø-effekten ved øget fordampning og reduceret termisk masse.

Græsarmering er velegnet til forøgelse af nedsivning og fordampning på kørselsrelaterede arealer.

Der er potentielle problemer med nedsivning af regnvand i urbane områder, idet jordlagene under byen har lagret forurening, som er svær at kortlægge: Man kan ikke kontrollere, hvor det infiltrerede vand bevæger sig hen, og dermed heller ikke, hvor det kommer til at gøre skade på naturen.

Derfor kan det blive svært at leve op til EU's krav om øvre grænser for skadestoffer, hvilket hænger dårligt sammen med ønsket om bæredygtighed ved disse indgreb. Men med tiden kan der måske komme en løsning i form af dobbeltporøs filtrering – her foretrækkes overfladenære løsninger, da jordkvaliteten bedre kan kontrolleres og udskiftes, hvis ikke den opretholder forureningskravene.

Regnvandstanke og afløbsrender er mere anvendelige ved forurenet jord, da de ikke infiltrerer vandet, men blot opmagasinerer og forsinker det. Herved opnås dog ingen videre termisk effekt.

De omtalte teknologier kan alle fungere som enten supplement eller alternativ til begrønning af bygninger alt efter det stedspecifikke potentiale, men det må konkluderes, at mest mulig afledning bør ske vha. begrønning af bygninger, som ikke giver risiko for forsumpning eller forurening.

Ved de helt ekstreme regnhændelser er det imidlertid landskabsbaseret opbevaring og langsom nedsivning, der skal løse problemet.

Som det indikeres i de foregående afsnit, er det let nok at blive enige om de kvalitative egenskaber ved begrønning af bygninger, mens kvantificeringen af de egenskaber er sværere at opgøre med overbevisning. Dermed bliver folk i almindelig usikre på, hvor godt givet ud en eventuel investering i dette vil være, samt hvor stor risiko, der er forbundet med det, sammenlignet med de konventionelle løsninger. Dette er dog ikke den eneste grund til, at vi stadig har så mange ubeplantede overflader i vores byer: Selve den samfundsmæssige implementeringsproces kan vise sig at være temmelig omfattende, da disse tiltag kræver meget bred tilslutning for at have en afgørende effekt. Her har de konventionelle løsningsmodeller en klar fordel, idet ansvarsfordeling, processtyring og realiseringsfaser allerede er rimelig fast fordelt på forskellige aktører. Befolkningen har desuden allerede på forhånd accepteret de velkendte teknologier og sætter derfor ikke spørgsmålstegn ved deres effektivitet, som de vil gøre i forbindelse med et evt. teknologisk paradigmeskift, der oven i købet indbefatter indgreb i privat ejendom.

Dette afsnit omhandler de faktorer, der spiller ind i forbindelse med realiseringsfasen for byforgrønnelses-initiativer – fra de helt lavpraktiske overvejelser til de samfundsmæssige mekanismer, som på godt og ondt vil få en betydning for resultatet.
Herunder fokuseres hovedsagelig på tiltag for aflastning af kloaknettet, hvilket anses for at være det aktuelt stærkeste planmæssige argument for byforgrønnelse i Danmark (jf. evt. hovedafsnit 2) og det mest komplicerede mål at leve op til. Dog skal det ikke undervurderes, at de andre argumenter for byforgrønnelse i høj grad er med til at danne grundlaget for, at idéen er blevet så populær blandt beslutningstagere. Endvidere vurderes det, at stort set hele det realistiske potentiale for byforgrønnelse skal udnyttes, i hvert fald i den tætte by, for om muligt at leve op til det forudsete fremtidige vandafledningsbehov. Mange af de andre egenskaber vil således automatisk komme i spil – herunder nedbringelse af varme-ø-effekten, bedring af luftkvaliteten og bidrag til byens attraktionsværdi (sidstnævnte naturligvis under forudsætning af, at det udføres attraktivt i praksis).

Lavpraktiske forhold

Ved begrønning af bygninger

En bygnings stand kan have stor betydning for succesoplevelsen: Det nytter ikke noget at lægge grønt tag direkte på et mørnet lag tagpap – levetiden for en ubeskadiget tagmembran kan forlænges med grønt tag, men hvis der fra starten er revner, kan fugten trænge igennem. Det samme gælder for murene: velholdt murværk ødelægges ikke af klatreplanter, men beskyttes i stedet mod Uv-strålingen. Hvis murværket derimod er mørt og hullet, kan planterne finde vej ind i sprækkerne, og deres rodnet kan bidrage til nedbrydningen (Torben Dam, 2006).

Der hersker ifølge Dorte Rømø fra Københavns Teknik og Miljø Forvaltning en del usikkerhed i den brede befolkning vedr. risikoen for vandskade ved installationen af eksempelvis grønne tage. Jesper Christensen fra producenten Nykilde Frø har da også oplevet nogle ret grelle tilfælde i forbindelse med dårlig udførsel (bilag 1.4 og 1.6). Men som de begge argumenterer, kan man også opleve vandskade med et konventionelt tag, der er dårligt udført – ligegyldigt hvilket tag man får lagt, er det af afgørende betydning, at der er en vandtæt membran, som er ordentligt tætnet i kanterne og ikke perforeret nogle steder. Men for at give yderligere tryghed for de interesserede udbydes der nu, fra bl.a. producenten ZinCo Danmark, deciderede taggartner-kurser, hvor fagfolk oplæres i de specifikke karateristika og faldgruber ved implementeringer af grønne tage – fra tagmembranen og opefter. Man

kan således hyre en autoriseret installatør af grønne tage, selvom de stadig udgør et fåtal i Danmark. Undertaget kan man dog ikke regne med, at de udfører, selvom det heller ikke er uden betydning: Hvis det er en gammel bygning, hvor taget er begyndt at bøje ned nogle steder, skal der opretning på, så ikke der er risiko for, at vandet står i fordybningerne i fugtige perioder og ved snefald, hvor snedækket kan risikere at smelte indefra. Dette øger risikoen for fugtskader og drukner planterne. Derudover er tagets, og de resterende bærende konstruktioners, statiske egenskaber naturligvis afgørende for, om det er en god idé at lægge ekstra vægt på, samt om der skal tilføjes ekstra bærende elementer.

Valg af teknologi

Noget af det afgørende er som tidligere nævnt, at man vælger en teknologi, der passer til den pågældende situation. Der er for det første forskel på, om begrønnings-elementerne købes i præfabrikerede enheder eller dyrkes på stedet. For kunden er det enklest med den præfabrikerede løsning, som stort set er vedligeholdelsesfri og også generelt får et tættere og mere dækkende udtryk (Christensen, bilag 1.6, og Lundberg, bilag 1.7). Men som strategi for en storby som København kræver dette naturligvis, at der er tilstrækkelig store dyrkningsarealer til rådighed. Derudover må man overveje en aktuel bygnings karakteristika:

- Intensive tage kan kun installeres på meget flade arealer på bygninger med gennemgående høj bæreevne, og de kræver meget vedligeholdelse

- Ekstensiv tagbeplantning kan implementeres på de fleste tage og kræver minimum vedligeholdelse, men bæreevnen skal stadig kontrolleres, og for stejle hældninger bør der tages forbehold for øget udtørringsrisiko.

- Klatreplanter, wire- og gittersystemer til vertikal begrønning kan etableres på de fleste mure, hvis der bare er jord til rødderne nedenfor.

- Facade-beklædninger med vækstmedie er tungere og kræver dermed en robust ydermur og nogle veldimensionerede fundamenter

Figur 3.52: Eksempel på et intensivt tag. Foto: brownstoner.com

Figur 3.53: Sedummarkerne i Slagelse, Nykilde. Eget foto

Figur 3.54: Klatreplanter fra en gård i København. Eget foto

Intensive grønne tage kan ikke rigtig præfabrikeres med fordel og må opbygges på stedet – selvom enkelte dele som for eksempel rullegræs, drænkassetter og lign. selvfølgelig godt kan være præfabrikeret, ligesom i en almindelig have på gadeniveau.

For de ekstensive tage er det mest almindeligt at bruge færdige plantemåtter. Disse gror i de første måneder på marker og tager dermed en del plads. Men teknologien med plante-kassetter kunne måske optimeres til at tage mindre plads i landskabet ved at lave et hyldesystem el.lign. – dog alligevel med det for øje, at planterne skal have dagslys for at gro jævnt og pænt. Hvis man ikke har den fornødne plads til rådighed, er det også muligt at installere grundbestanddelene, og lade planterne gro direkte på taget. Dræn- og vækstlaget er det mest afgørende for sugeevnen, så der opnås en forholdsvis god regnvandshåndtering, også inden planterne er groet ud (Hutchinson et al. 2003).

Men denne løsning betyder meget mere vedligeholdelse de første år, og i den høje, tætte by kan dette jo godt være en smule problematisk, da ikke alle tage er lige tilgængelige. Ydermere går der noget tid før den ønskede visuelle effekt gør sig gældende, og indtil planterne er vokset ud kan taget måske se lidt trist ud.

De grønne facade-elementer fra Nykilde Frø kan til gengæld kun præfabrikeres. De gror lodret og kan opsættes på begge sider af en væg, så de tager halvt så meget plads, mens de forberedes til opsætning.

Også Lars Baks fibermatrix til etablering af grønne facader skal præfabrikeres, men dette er ifølge ham selv netop en af dens fordele: formningsteknikken sker på basis af "nonwoven airlaid" – tørre fibre, der spredes ovenfra og suges an på en wire underneden, hvorved laget af fibre opstår. Da denne teknik primært anvendes til fremstilling af hygiejne produkter som toiletpapir og babybleer, er den tilpasset en meget høj produktion og elementerne kan således produceres med relativ høj hastighed. Dette gør teknologien velegnet som del af en bystrategi, hvor efterspørgslen kan stige pludseligt, og giver desuden gode forudsætninger for kommerciel succes.

Montage

Hvordan man opsætter et grønt tag eller en grøn væg afhænger også meget af den valgte teknologi. Noget af det afgørende for anlægsprisen er, hvorvidt der skal opsættes stillads eller ej.

Under alle omstændigheder bliver det nødvendigt at have en lift eller en anden form for hejsesystem for at få begrønnings-elementerne op i den påkrævede højde – men størrelsen af denne kan være afgørende for prisen og afhænger af både bygningens højde, adgangsforholdene i gadeplan mm. (Se evt. eksempelvis www.antonpetersen.dk)

Tage

Tagkassetterne kan godt bæres op manuelt, da de er dimensioneret efter, at en person skal kunne installere dem alene (Jesper Christensen, bilag 1.6), men dette vil være uhensigtsmæssigt i den tætte by, da det vil kræve alt for meget arbejdstid, når man har med bygninger på flere etager at gøre. Som vist på nedenstående figur fra Zinco Tyskland kan montagen af ekstensive tage godt sikkerhedsmæssigt foregå uden stillads, hvis man i stedet benytter den illustrerede "sikkerhedssele" på figur 3.55.

Inden der tages stilling til sikkerhedsforanstaltningerne, bør man dog undersøge tagets stand: Hvis det alligevel skal skiftes, eller hvis supplerende bjælker er påkrævet og således skal kunne komme ind i bygningen et sted, bliver det sandsynligvis under alle omstændigheder nødvendigt at opsætte

Figur 3.55: Illustration fra Zinco Tyskland: arbejdssikkerhed uden stilladser

stilladser til det formål, og i så fald vil det være mest effektivt også at benytte disse ved montagen af det grønne tag (Petersen, Rådgivende ingeniør, 2009). Antallet af betalte arbejdstimer ved montagen vil også være afgørende for prisen, men ifølge Jesper Christensen fra Nykilde Frø, kan måtter og kassetter godt monteres af ikke-fagfolk med lidt teknisk sans – der vedlægges en skriftlig vejledning, når man køber produktet, selvom det desværre ikke er alle, der tager sig tid til at læse den grundigt nok. Han anbefaler dog alligevel, at grønne tage over beboelsesformål udføres af professionelle.

Mure

Også montagen af den vertikale begrønning afhænger af, hvilket system der vælges: I forbindelse med wire-systemet kan planterne fastgøres på jorden, hvorefter toppen af wiren hejses op og fæstnes ved taget (bilag 1.7). Her vil en sikkerhedsline som den førnævnte også være nødvendig, mens et stillads ville være i vejen. Nykildes og Baks endnu ikke færdigudviklede facadeelementer vil få en større vægt, og må nok forventes at skulle monteres med en lift el. lign. I den forbindelse kan det blive afgørende at investere i udvikling af et optimeret ophængningssystem.

Ved begrønning af byrum og andre supplementer

Byrummene er generelt lidt mere tilgængelige end bygningernes flader, men til gengæld er det ikke nok at rulle en måtte ud. Arbejdsbyrden forbundet med etableringen af nedsivnings- og forsinkelsestiltag afhænger meget af den ønskede kapacitet, idet denne er nogenlunde proportionel med størrelsen af udgravningsarbejdet. Flere af tiltagene kan godt udføres af ufaglærte (faskiner, infiltrationsplæner, afløbsrender), men der kræves en autoriseret kloakmester til at frakoble nedløbsrøret til regnvandet fra kloaksystemet. Det er nødvendigt at kende de lokale koter, grundvandsstanden, jordbundsforholdene mm., hvis man skal være sikker på den ønskede effekt. Særligt i tætte byområder bør man være opmærksom på ikke at sende vandet uovervejet videre, idet man kan komme til at forårsage oversvømmelser andetsteds. Der kræves således en mere eller mindre omfattende stedsanalyse, inden implementeringen finder sted – alt efter om det pågældende område ligger højt eller lavt, i et åbent eller lukket byrum, med kobling videre eller nødvendighed af fuld sikring osv. (2BG-seminar, bilag 1.8)

Størrelsen af arealet til rådighed kan være afgørende for, hvilken af teknologierne, der vælges: På bydelsniveau giver afløbsrenderne god mening, men ikke på matrikelniveau, medmindre den pågældende matrikel er temmelig stor. Infiltrationsplæner skal have et relativ stort åbent areal i forhold til eksempelvis faskiner, der graves ned og bare skal være minimum et par meter fra bebyggelse. VADI'er kræver også et vist åbent areal, selvom de er mere effektive end infiltrationsplænerne, og bedst er det, hvis de kan være langstrakte. Regnvandsudnyttelse til husholdningsbrug er ikke teknisk svært at gennemføre, og den ekstra rørføring, der er nødvendige for at adskille regnvand fra drikkevand, kan i store dele af indre by og brokvarterene installeres i forbindelse med snarlig udskiftning af de eksisterende, nedslidte vandrør. Men der kan i den tætte by ofte opstå pladsmangel i forhold til opbevaring af de nødvendige, temmelig store regnvandstanke. Tankenes høje vægt kan desuden ofte betyde nødvendighed af styrkede eller supplerende fundamenter, dér hvor de skal stå (bilag 1.1). Ydermere kan der være overvejelser vedr. vandets kvalitet – eksempelvis kan vand fra grønne tage være misfarvet og dermed uegnet til tøjvask.

DELKONKLUSION 7

Lavpraktisk implementering

Det er vigtigt, at der vælges teknologi på baggrund af de stedspecifikke karakteristika:

På bygninger har intensive tage og facadebeplantning med drænlag størst effekt, men deres vægt er også højere, hvilket stiller skærpede krav til bæreevne, og tagene kræver desuden mulighed for jævnlig vedligehold. Ekstensive tage og klatreplanter kan derimod implementeres mange steder uden yderligere konstruktionsmæssige foranstaltninger og med minimalt vedligehold. Det bør dog kontrolleres, at muren er intakt, inden planterne får lov at klatre. Etableringen af væksterne sker for intensive tage og klatreplanter som regel på selve bygningen, og det tager dermed tid, inden de er groet ud.

Ekstensive tage og facadebeplantning med vækstlag præfabrikeres som regel og kan monteres i færdig udgave ved brug af en lift og/eller et sikkerhedslinesystem. For facaderne skal der dog udvikles videre på et facadesystem.

Det vil give mening at udføre arbejdet i forbindelse med, at taget alligevel skal renoveres, hvorved man vil kunne opnå nogle besparelser.

For byrum gælder, at pladsbehovet skal være dækket og koterne skal være kortlagt for at undgå dårlig afledning eller oversvømmelser længere nede ad vejen. Etableringen vil i sig selv være mere tilgængelig, men der kræves dog en grundigere stedsanalyse.

Montering af regnvandstanke er ikke teknisk svært, men gøres også smartest ved renovering af eksisterende rør, da det ellers er kompliceret at komme til. I den forbindelse kan den største udfordring i den tætte by blive den høje vægt kombineret med pladsmangel, da dette betyder, at eksempelvis plads tage ikke kan bruges til formålet.

Samfundsmæssige forhold

Selv når/hvis alle de praktiske forhold bliver afklaret, og ifald det konkluderes, at klimatilpasning via byforgrønnelse teknisk, økonomisk og miljømæssigt set er den rigtige løsning, er der stadig nogle vigtige udfordringer forbundet med fordeling af ansvar, investeringer og initiativ. Hvem skal gøre hvad, hvornår og for hvis penge? Hvem hæfter for dét, der går galt?

Vi har foreløbig et dårligt beslutningsgrundlag i Danmark mht. ukonventionel vandafledning, og dermed i høj grad også klimatilpasning, idet vi ikke med sikkerhed ved, hvad det koster at anlægge det og at drive det, men dette arbejder bl.a. folkene fra 2BG på at ændre (Marina Bergen Jensen, 2BG-seminar, bilag 1.8). I mellemtiden bør den samfundsmæssige implementeringsproces overvejes nøje.

Nytænkning nødvendigt

Man kan sige, at byforgrønnelse rent planmæssigt er et forandringsledelsesprojekt som eksempelvis udbredelse af energieffektivitet i byggeriet, hvor en proaktiv planmæssig tilgang er nødvendig. Rapporten "Municipalities as promoters of energy efficient buildings – idea catalogue for proactive planning practices" (Maj-Britt Quitzau et al. 2009) konkluderer, at det eksisterende plansystem i denne sammenhæng ikke er tilstrækkeligt i sig selv, og at der er et presserende behov for modernisering af plansystemet, hvis kommuners gode hensigter og anstrengelser skal komme til deres ret. Det er en kompleks opgave at mobilisere lokale aktører med henblik på fremme af bæredygtige tiltag, og for at gøre den mere overkommelig bringes derfor to anbefalinger:

- At eksisterende planlægningsværktøjer gøres mere umiddelbart anvendelige og virkningsfulde

- At nye procesorienterede planlægningsværktøjer indføres for at gøre mobilisering af lokale aktører mere overskueligt for planlæggere at håndtere i praksis.

Selvom disse anbefalinger i rapporten retter sig specifikt mod fremme af energieffektive bygninger, vurderes det, at de planmæssige problemstillinger forbundet med bæredygtig klimatilpasning på mange punkter er de samme. Blandt andet er der i begge sammenhænge tale om nødvendighed af både indgreb på privat ejendom og etablering af et omfattende teknologisk vidensgrundlag. Herunder vurderes mulighederne ved disse to tilgange derfor i forhold til implementeringen af klimatilpasning i kommunerne.

Politik og lovgivning

Når plansystemet indtil nu ikke har taget højde for klimatilpasning, er det til dels fordi konsekvenserne af den globale opvarmning er et nyopstået problem i danske byer. Ligesom med energiforbruget i bygninger er det derfor noget, der skal arbejdes med for at skabe planredskaber, som virker i praksis. Planloven siger ikke meget – under statslige interesser i kommuneplanlægningen nævnes det eksempelvis ikke (Lars Bodum, bilag 1.1). Så hvad er der af muligheder til rådighed, hvis man som kommune gerne vil gennemføre en lokalt baseret regnvandsstrategi eller lignende tilpasningstiltag?

Flere af vores kilder (Ex. Dorte Rømø, bilag 1.4, og "København går glip af milliarder: Private kobler ikke regnvand fra kloak", ing.dk d.7/12) nævner nødvendigheden af større fokus på problemerne og mere opbakning til de bæredygtige løsninger forbundet med klimatilpasning fra regeringens side. Ifølge fagbladet Ingeniøren er det i miljøministerens øjne heller ikke umuligt, at private, der ikke afkobler sig, på længere sigt skal til at betale for det (Artikel: ing.dk 10/12/09). Men det er spørgsmålet, om planloven overhovedet skal nævne klimatilpasning, eller om det som med meget andet bare skal kunne tages op efter aktualitet og behov? Den danske plantradition bygger ikke på tvang, men dette betyder samtidig, at det kan være ret svært at planlægge sig ud af visse problemer, hvis løsningen er ubekvem (Lars Bodum, bilag 1.1).

"Selvom bæredygtigt nybyggeri er positivt og har en signal-værdi, er det ikke det, der batter. Hvis vi derimod ikke gør noget ved den eksisterende bygningsmasse, får vi ikke bæredygtige byer!" – Holger Bisgaard, 2009

Regulering – eksisterende vilkår

Lovmæssig regulering af byudviklingen er et af de meget stærke planlægningsmidler, da det er direkte bindende for investorer og developere (Maj-Britt Quitzau et al. 2009).

Men for at styrke nærdemokratiet ønsker man at begrænse top-down-styring, hvilket nedlæggelsen af amterne eksempelvis er resultat af. Lokalplanerne er et af kommunernes stærke kort. Derigennem kan der fastlægges bestemmelser for flere brugbare emner i forhold til klimatilpasning: bebyggelsesprocent, byggematerialer, arealudnyttelse ubebyggede arealers udformning, terrænregulering, beplantningsforhold, og endelig bevaring af landskabstræk i forbindelse med bebyggelsen.

Men disse virker alle kun indirekte og kan f.eks. forebygge, at eksisterende potentiale omdannes uhensigtsmæssigt. De senere år har det også været muligt at sætte standarder for energiniveau – men altså endnu ikke klimatilpasning.

Der er således vide rammer for hvad lokalplanen kan regulere, men ingen krav om hvad den skal regulere. Det er dog i god overensstemmelse med planlovens karakter af rammelov (Rosenbak og Jørgensen, 2009).

Noget af det afgørende er dermed samspillet mellem staten og kommunerne: Som det er nu, formulerer regeringen nogle prioriteter, direktiver og målsætninger, som kommunerne har til opgave at efterleve i hver deres geografiske område. Men samtidig har kommunerne gerne en egen agenda, blandt andet styrket af den indbyrdes konkurrence kommunerne imellem – klimavenlig branding kunne være et eksempel, som begreberne "klimakommuner", "kurveknækkere" og "energibyer" indikerer (nitiativer af hhv. Danmarks Naturfredningsforening, Elsparefonden og Klima- og Energiministeriet). I den forbindelse kan for meget regulering fra regeringens side komme til at virke hæmmende for kommunernes målsætninger, idet kommuneplanerne skal efterleve regeringens retningslinjer. Men samtidig er der mange forhold, kommunerne ikke må stille krav til uden lovmæssigt grundlag, hvilket kan trække visse implementeringsprocesser i langdrag. Ifølge rapporten "Den grønne by – udfordringer og muligheder" (Rosenbak og Jørgensen, Skov og Landskab, KU 2009), som er udarbejdet for By- og landskabsstyrelsen, er de mest relevante regelværker i forbindelse med klimatilpasning via byforgrønnelse hhv. fredning, skovloven, planlovens bestemmelser samt bygningsreglementet. Men rapporten konkluderer samtidigt, at de rekreative og grønne områder på trods af deres mange funktioner står relativt svagt i lovgivningen om byudvikling, planlægning og byggeri: "Der findes ingen retningslinjer eller anbefalinger omkring mængden eller kvaliteten, og der er kun få redskaber, som kan være med til at sikre de grønne områder på sigt."

Til gengæld vurderes det i samme rapport, at kommuneplan og lokalplan er velegnede redskaber til at udvikle og fastholde en grøn struktur, hvilket også benyttes i mange kommuner. Disse planer giver større fleksibilitet, men samtidig også mindre beskyttelsesværdi, idet grønne områders status kan ændres eller inddrages til andre formål.

Men det er et stort problem, at reguleringsbaseret planlægning hovedsagelig virker ved udvikling af nye projekter i byen, hvorimod der er få kontrolmuligheder over den eksisterende bygningsmasse (Dorte Rømø, bilag 1.4). I øjeblikket er mange byggeprojekter gået i stå på grund af finanskrisen, og der er af samme årsag heller ikke nær så mange nye under udvikling, som der har været tidligere. ¾ af det danske byareal er opført siden 1945 (seminar: Benspænd for bæredygtige byer), og da bygninger samtidig har en levetid på op til 100 år eller mere, står det således klart, at det er nødvendigt med en alternativ planmæssig tilgang, hvor fokus er på udvikling af eksisterende byområder.

Regulering - udviklingsmuligheder

Ifølge Dorte Rømø fra Teknik- og miljøforvaltningen i Københavns Kommune er der i øjeblikket stor diskussion om, hvorvidt kommunerne kan stille krav til grønne tage (bilag 1.4). De ved ikke helt, hvad de må, og hvad de ikke må. En mulighed for forbedring af planredskaberne kunne være at formulere et generelt krav til udvikling og kortlægning af klimatilpasningsstrategier i alle kommunerne – dette ville være tilstrækkeligt til, at der kunne sættes specifikke krav til eksempelvis byforgrønnelse, mens kommuner med andre behov ville have mulighed for at vælge anderledes tilpasningsstrategier.

Gertrud Jørgensen, forskningschef i afdelingen for By- og Landskabsstudier på Københavns Universitet, vurderer, at det mest fordelagtige indgreb i regulativerne, hvis man aktivt vil ind og gøre en forskel, ville være tilføjelse af klimatilpasning som tema under kommuneplankataloget.

Her gives rammerne for, hvilke temaer kommunerne skal behandle, mens kommunerne selv vælger hvordan. Hvis regeringen vurderer, at der er gyldig argumentation for, at det er en nødvendighed i forhold til fremtidsscenarierne, kan man forestille sig, at der kan implementeres et nyt punkt mht. forgrønnelse/klimatilpasning (bilag 1.3).

Andre mulige regulerende tiltag kunne være indførelse af minimumskrav til andelen af permeable overflader på en matrikel eller krav til en vis nedsivningskoefficient eller grønfaktor som benyttes i eksempelvis Sverige. Sidstnævnte går ud på at klassificere de forskellige overflader efter tilpasningskvalitet og gøre fordelingen på det samlede areal op (Jens Hvass, 2007).

Et sidste alternativ er, at der bliver opstillet krav til grundejere om anskaffelse af regnvandstanke eller lignende tiltag. Dette kunne gøres på linje med eksempelvis det nyligt gennemførte krav til anskaffelse af postkasser i etageejendomme. Niels Bendt Johansen fra Københavns Energi har regnet lidt på dette: ”Man kunne jo sagtens forstille sig, at alle husstande havde en standard regnvandstønde på 200 liter. Med de 250.000 husstande giver dette 50.000 m3, hvilket set i forhold til den nuværende opmagasineringskapacitet på 220.000 m3 ville være et afgørende bidrag” (bilag 1.5).

En læser på fagbladet Ingeniørens hjemmeside konkluderer i den sammenhæng:

”Husejerne ved hvad de har, men ikke hvad de får. Der skal ikke mere end et enkelt stort regnskyl til før en besparelse på få tusinde kroner er væk. Derfor kommer man nok ikke udenom at bruge tvang, hvis man vil have husejerne til at nedsive regnvandet.” (Af Nikolaj Rasmussen, 07.12.2009)

Økonomi

Et andet planlægningsværktøj er brugen af økonomiske incitamenter til fremme af en kommunal interesse. Her er det spørgsmålet, om der i en given sammenhæng skal benyttes gebyrer (pisk) eller tilskud (gulerod). Det giver logisk nok en mere positiv indstilling i befolkningen, hvis der benyttes tilskud, men problemet med dette er, at nogen skal stille disse penge til rådighed, og at kommunerne som oftest ikke har det påkrævede finansielle råderum herfor (Quitzau et al, 2009). I forbindelse med eksempelvis oplandet til Harrestrup Å, som er Københavns kommunes mest belastede ved ekstremregn, er mange af løsningsplanerne lavet i kommunen, men der afsættes bare ikke nok penge til at fuldføre dem. Den politiske opbakning er stadig for svag, så udviklingen går langsomt, og selvom bl.a. 2BG-deltagerne flere gange har søgt midler, har det blot resulteret i afslag (Jan Burgdorf Nielsen, 2BG-seminar, bilag 1.8).

Dermed afhænger resultatet til dels af puljer udefra – staten, private fonde eller EU kunne være nogle muligheder. Men brug af disse kan kompromittere en kommunes autonomitet, idet der ofte følger ret-

ningslinjer eller krav med fra bidragsyderen. Ydermere kan der stilles spørgsmålstegn ved, hvorvidt økonomiske incitamenter kan generere det ønskede teknologiske paradigmeskift, eller om de blot fremelsker nogle få pilotprojekter, som ikke løser problemet alene (Quitzau et al, 2009).

Et af argumenterne for at nytænke vandafledningssystemerne er, at det (antagelig) indebærer en samfundsøkonomisk gevinst, samtidig med at flere af de andre klimarelaterede problemer også delvis afhjælpes (Niels Bendt Johansen, bilag 1.5). Men det er i denne sammenhæng ikke nok, at løsningen er rentabel på samfundsniveau – den skal også forekomme attraktiv for borgerne, hvis opbakning er afgørende for succesen. For at indføre nogle meningsfulde gebyrer eller tilskud til fremme af grønne tiltag i byen er det derfor nødvendigt med et sammenligningsgrundlag, som i dette tilfælde ganske enkelt er: Hvad er alternativet? Der er tale om merudgifter for borgerne under alle omstændigheder – uanset om de er forårsaget af skader på det byggede miljø, finansiering af et større kloaksystem eller implementering af grønne og blå tiltag – hvilket må anses for at være en "fordel" i denne sammenhæng, idet alternativet kan forekomme endnu værre. Således vil gennemsigtighed i forhold til baggrunden for incitamenterne også være afgørende for, hvordan disse bliver modtaget i befolkningen.

Københavns Kommune dækker et areal på 89,78 km2 med omkring 277.125 husstande, hvis man definerer en husstand som en beboet bolig (beregnet ud fra statistik opgivet på kommunens hjemmeside). De cirka 15 mia. kroner, som Københavns Energi vurderer, det vil koste at tilpasse alene kloaknettet til fremtidige klimaforhold (jævnfør afsnit om klimatilpasning), svarer således til et beløb pr. husstand på 54.127 kr. i alt. Hvis man regner med en tidshorisont på 20 år, altså frem til år 2030 som er den første nuværende deadline hos København E (bilag 1.5), giver dette en årlig udgift på 2.706 kr/husstand eller en månedlig på 225 kr/husstand. Disse tal bidrager i grove træk med et billede af, hvilken økonomisk størrelsesorden de alternative tilpasningsinitiativer kan komme op på for den enkelte husstand uden at blive urentable i sammenligning med den konventionelle tilgang. Dog tager de ikke højde for, at størrelsen på husstande og deres bidrag af regnvand til afledningssystemet kan variere markant, ligesom erhvervslivets ansvar heller ikke er medregnet.

Det er afgørende, at sammensætningen af incitamenter afføder en motivation hos den rette målgruppe, i forhold til hvor det som udgangspunkt er vigtigst at afkoble.

Det faktiske regnestykke vil være noget mere kompliceret end det ovenstående, da typen og størrelsen af en bolig, men også karakteren af de tilhørende udearealer – befæstede eller permeable – bør medregnes ved tilrettelæggelse af incitamenterne. Ydermere er det vigtigt at delagtiggøre og motivere virksomheder, idet erhvervs- og industribygninger ofte har særligt store tagflader, tungere energiforbrug til mekanisk køling og samtidig gerne omgives af betydelige befæstede arealer til parkering, transport, opbevaring o. lign.

Eksisterende incitamenter

Problemet er bare, at man foreløbigt ikke har tilstrækkelig konkret viden om, hvad realiseringen af en LAR- eller byforgrønnelsesstrategi koster – til dels fordi prisen i høj grad afhænger af, hvordan den udføres, og hvad fordelingen mellem de forskellige teknologier bliver.

Som det er nu, refunderes 40 % af tilslutningsbidraget til alle husstande i Københavns fælleskloakerede områder, hvis de afkobler deres regnvand fra kloakkerne ved brug af en faskine. Dette er et engangsbeløb på 21.794 kr. Resten af tilslutningsbidraget tilbageholdes, idet spildevandet stadig skal afledes. Derudover halveres de løbende vandafledningsudgifter fra 17.95 kr/m3 til 8,97 kr/m3 ved installation af regnvandsanlæg med henblik på udnyttelse af regnvand i husholdningen (www.ke.dk). Til sammenligning brugte en gennemsnitsborger i

København 42 m3 vand i løbet af 2008, men da en afgørende del af det samlede forbrug går til formål, hvor regnvand af hygiejniske årsager ikke må benyttes, vil denne besparelse ligge på højest et par hundrede kroner pr. person pr. år. Til gengæld sparer man selvfølgelig også selve udbudsprisen for vand på de kubikmeter regnvand der udnyttes i stedet for postevand, dvs. 45 kr/m3, som jo giver lidt mere (Tal oplyst af Center for Miljø).

De første resultater

Københavns E har måttet sande, at det er sværere end forventet at videregive begejstringen for afkobling til borgerne. Efter næsten et års annoncering og opslag om tilskud til afkobling fra den centrale regnvandsafledning i fælleskloakerede områder med en ambition om 500 henvendelser og 50 færdige aftaler, står de nu med et resultat på 170 henvendelser og 12 færdige aftaler. Yderligere 19 husstande er godt nok blevet godkendt, men den endelige aftale for disse er endnu ikke i hus. Ifølge fagbladet Ingeniøren (Artikel: ing.dk, 07/12/09) erkender sektionslederen hos Vand & Afløb i Københavns Energi, Allan Broløs, at de nok har været for optimistiske, samt at den manglende interesse fra borgerne givet vis skyldes, at der ikke er mulighed for at give dem tilstrækkeligt gode incitamenter. Kommunens betalingsvedtægt for spildevandsanlæg foreskriver, at der kan tilbydes en refusion på max. 40 procent af tilslutningsbidraget, hvilket åbenbart ikke er tilstrækkeligt. »Selve afkoblingen fra kloaknettet skal foretages af en autoriseret kloakmester. Så man skal selv stå for nedgravningen og tilslutningen af faskinen, ellers bliver der ikke meget til overs,« fortæller han.

En faskine koster omkring 500-1000 kr. pr. 25 m^2, alt efter om man selv graver den ned eller får det gjort professionelt i forbindelse med købet (www.kloak.nu, www.billigvvs.dk). Det fremgår således tydeligt, at incitamentet forbundet med installation af faskiner langt bedre kan betale sig for etagebyggeri end for enfamilieshuse, da det baserer sig på antallet af husstande, mens prisen baseres på fladeareal. Hypotetisk vil en matrikel på 250 m^2 sammenlagt kunne indeholde enten 1 husstand i form af et hus eller 10 husstande i form af lejligheder, mens prisen for faskinen vil være den samme: ca. 7.500 kr. I dette tilfælde vil husejeren få et overskud på kun omkring 14.000 kr., mens hver lejlighed vil få et overskud på omkring 21.000 kr. Heraf skal desuden betales for den autoriserede kloakmester, der skal foretage afkoblingen fra kloaknettet, hvilket igen bliver 10 gange dyrere for husejerne. Men kommunen opnår til gengæld ikke 10 gange mere aflastning af kloaknettet ved den pågældende tidobling af tilskuddet. Dog afspejler forskellen til en vis grad, at det ofte er mere kompliceret at afkoble sig i den tætte by.

Incitamenter - udviklingsmuligheder

Et af de afgørende argumenter for at give tilskud til faskiner er, at man ønsker grundvandsbestanden sikret (Danny Rasmussen, Københavns E). Derfor gives der foreløbigt ikke tilskud til begrønning af bygninger. Men deltagerne i 2BG-projektet fremhæver VADI som den foretrukne infiltrationsteknologi, idet den har en mere effektiv nedsivning end infiltrationsplæner, og samtidig har et større samlet volumen og bedre vandfiltreringsegenskaber end faskinerne. I ekstremregnssituationer, som jo er dem man især gerne vil imødegå, kan infiltrationsplæner desuden også i mange tilfælde være mere effektive end faskinerne. Da begge disse teknologier nedsiver samme mængde vand til grundvandet som faskinen, kan man derfor undre sig over, at tilslutningsbidraget kun ved brug af netop faskiner gives delvis retur.

Ydermere bør man overveje konsekvenserne af, hvis faskinen ikke er nok til at undgå oversvømmelser i længden. Grunden til indførsel af incitamenter, den stigende regn, kan meget vel også være grunden til, at folk ikke tør vove pelsen. Det giver usikkerhed, at der ikke er nogen "fortrydelsesret" i forhold til afkobling – man kan ikke regne med at blive koblet på nettet igen, hvis løsningen skulle vise sig at være uholdbar. En art økonomisk ansvarsdeling mellem grundejeren og kommunen/Københavns

E kunne måske løse dette – at der i fællesskab kunne udvikles yderligere tiltag, hvis de indledende initiativer viste sig at være utilstrækkelige.

På længere sigt må man gå ud fra, at grundlaget for økonomiske incitamenter i forbindelse med begrønning af bygninger styrkes i kraft af stigende energiforbrug til mekanisk køling og nye udfordringer for mikroklimaet i de tætte byområder.
Prisen for præfabrikerede sedummåtter er ifølge producenten Jesper Christensen ca. 250 kr/m2 plus moms, men varierer med type og mængde, så det ville være billigst, hvis kommunen eller Københavns E fik lavet en samlet aftale, som borgerne kunne gå med under. Dertil kommer anlægsudgiften, som ligger på omkring 100-150 kr/m2 inklusiv leje af maskiner (lift mm.) (Jesper Christensen, bilag 1.6). Dette er noget lavere sat end vurderingen i Rambølls LAR-katalog, hvor den samlede kvadratmeterpris for ekstensive tage skønnes til 550 kr. som udgangspunkt med mulighed for op til 20 % nedslag for store arealer (LAR). Prisen vil naturligvis også afhænge af den specifikke sag – kan man komme til med en almindelig lift, eller er der en port eller andet i vejen, så man skal bruge en større kranvogn osv. Sådanne særlige behov kan koste dyrt, da kranvogne og -udstyr udlejes på timebasis, og de største af slagsen koster over 1000 kr/time (www.antonpetersen.dk). En grov beregning ud fra disse tal giver en pris på mellem 35.000-100.000 kr. for et nogenlunde standard enfamilieshus, 900.000-1.400.000 kr. for en boligbebyggelse og 1-3 mio. kr. for et større kontorbyggeri, alt afhængig af størrelsen og det aktuelle tilbud. Hvis boligbebyggelsen har omkring 220 lejligheder giver dette ca. en husstandsudgift på 4000-7000 kr.

Disse noget højere priser sammenlignet med faskinerne betyder, at der nok vil blive brug for en stærkere drivkraft for at få folk med på idéen. Men til gengæld er der mindre risiko forbundet med dette tiltag, idet der ikke nedsives vand i jorden, og da det også er et mere synligt tiltag end faskinen, kan det give flere fordele for både borgerne, byen og regeringens grøn-by-vision, hvilket absolut bør indregnes i tilrettelæggelsen af eventuelle incitamenter.

Men selvom argumenterne og velviljen er på plads, står problemet med, hvor pengene skal komme fra, stadig klart. Skal ekstra afgifter på regnvandsafledning finansiere tilskud til alternative løsninger? Dette kan muligvis lade sig gøre, indtil et vist punkt hvor for mange har afkoblet sig og for få betaler afgifterne. Men når dette punkt er nået, hvis det kan nås, vil det selvfølgelig være tegn på, at incitamenterne allerede har virket.

På Klima Camp DK 08, som var en "innovationslejr" for ledende beslutningstagere fra kommuner, interesseforeninger og erhvervsliv, blev der stillet forslag om, at folketinget udbygger lov om betalingsvedtægt med en særskilt afledningstakst på regnvand, som herefter skulle administreres af kloakforsyninger og bygningsmyndighed i fællesskab. Herved ville man opnå en "forureneren betaler"-virkning.

Derudover blev der i samme forbindelse udviklet et forslag om etablering af kommunalt afgrænsede klimafonde finansieret af både offentlige og private bygherrer. Fondenes midler skulle stamme fra kapitaliseringen af en øget byggeret hos de pågældende bygherrer, og disponering af midlerne tænkes at tage afsæt i en lovpligtig kommunal kortlægning og strategi for klimaindsatsen, som den ovennævnte. Dette skulle sikre en bedre mulighed for realisering af klimatiltag i den eksisterende, tætte by. Herunder nævnes bl.a. belønning af forsøg med grønne tage og facader. (http://www.ktc.dk/index.php?id=16092)

Formidling

Udover regulering ved lov og incitamenter kan offentlige interesser fremmes ved hjælp af etablering og udbredelse af information. Der kan ligge flere lag i dette: Regeringens formidling af målsætninger og retningslinjer til både kommuner og borgere, kommunernes formidling til regeringen af systemiske barrierer i forhold til planlægningen, samt kommunernes formidling til borgere og developere vedrørende generelle forhold og gevinster ved de pågældende tiltag.

I rapporten "den grønne by – udfordringer og

muligheder" (Rosenbak og Jørgensen, 2009) anses bedre formidling fra regeringens side for at være et af de meget centrale behov i forbindelse med grønne islæt i byudviklingen. Trods den konstatering, at de grønne områder er et svagt reguleret emne, er det i højere grad opmærksomhed, der efterspørges:

"Frem for at råbe på mere regulering, er det mere relevant at tale om muligheden for en mere præcis sprogbrug omkring den grønne struktur (særligt i planlov og bygningsreglement), om værktøjer og incitamenter, der balancerer passende mellem beskyttelse og fleksibilitet, om opmærksomhed på hvad de eksisterende værktøjer hver især kan, samt om vejledning og opmærksomhed på området fra statens side" – Grøn by rapport

Den opfattelse bekræftes af Dorte Rømø (bilag 1.4). Ifølge Lars Bodum, Lektor på institut for samfundsudvikling og planlægning på AAU, gik meget viden tabt ved kommunalreformen, da amterne nedlagdes – de havde fået udviklet en del materiale, som ikke har fundet en ordentlig plads i kommunerne endnu, herunder bl.a. mange GIS-relaterede oplysninger (Klimatilpasningsseminar, bilag 1.1). Det er derfor nødvendigt at hjælpe planlæggere og beslutningstagere med at klarlægge, hvor byforgrønnelsen vil være mest værdifuld/vigtig, samt hvor tiltag er mest nødvendige for at beskytte grønne islæt fra klimaforandringernes påvirkninger, således at investeringerne ikke er forgæves.

Nogle af 2BG-projektets undersøgelser afslører også et behov for bedre formidling, men hovedsagelig fra kommune til borgere: Der er konstateret modstand over for afkobling hos befolkningen, som bunder i manglende opmærksomhed og viden. Denne modstand styrkes nok af det faktum, at der kræves en investering – selv ved brug af incitamenter, idet incitamenterne virker bagud – men hvis man kunne etablere en større forståelse for de omkostninger, der følger klimaforandringerne under alle omstændigheder, ville denne investering komme til at virke relativt mindre.

I forbindelse med nedsivning er noget af denne modstand dog ikke helt ubegrundet, idet der kan opstå forsumpning, og der mangler viden mht. miljøkemiske risici. Her er etableringen af mere viden afgørende, så man i højere grad kan give en fyldestgørende vejledning omkring håndtering af faldgruber mm., hvilket kan øge tilliden til de anbefalede initiativer. Dette leder videre til en anden type formidling: Udarbejdelse af normer/standarder og vejledninger vedrørende de pågældende teknologier. Dette kan man sige, at Københavns Kommunes LAR-katalog allerede har taget hul på, selvom visse dele godt kunne tilføjes eller uddybes. Informationskampagner er ofte gennemført via de lokale agenda 21-centre, men har sjældent været i forbindelse med udbredelsen af specifikke byggetekniske løsninger. Man kan sige, at tilgængelig information, både for kommunale planlæggere og befolkning, er en nødvendighed for at undgå modvilje, men ikke en tilstrækkelig motivation i sig selv (Quitzau et al. 2009)

Den gode historie

Et sidste vigtigt redskab i forbindelse med formidling er videregivelse af den gode historie, så man sikrer et overvejende positivt indtryk af de foreslåede initiativer hos målgruppen.

Dorte Rømø pointerer, at realiseringen af grønne tage i høj grad handler om at formidle dem til borgere, politikere, bygherrer, arkitekter etc. – at sætte de rigtige billeder på: Hvilken association får de, når man nævner grønne tage? Det har ændret sig til en mere positiv holdning i forhold til tidligere, hvor mange så billedet af en bjælkehytte med græs på taget for sig, og dermed ikke kunne forestille sig, at det ville passe særlig godt ind i en storby (bilag 1.4). Den gode historie kan også formidles via pilotprojekter, men her er det af største vigtighed, at de bliver symbol på succes frem for fiasko. Londons første store vertikale have blev til et uønsket skræmmeeksempel:

Figur 3.56: Londons første store vertikale have blev til et uønsket skræmmeeksempel. Illustration: www.apartmenttherapy.com

Det kom for nylig frem, at der er opstået en strid om, hvorfor projektet til en værdi af ikke mindre £ 100.000,00 gik galt. "Der blev installeret et vandingssystem...eller gjorde der? Eller er det overhovedet slået til? Eller har nogen slået det fra? Ja, det kommer selvfølgelig an på hvem man spørger; arkitekt, bygherre, leverandør, entreprenør."
(Citat fra Nykilde.dk, nyhedsbrev nr. 9)

Her kan man komme meget i tvivl om, hvorvidt dårlig omtale virkelig er bedre end ingen omtale – et tilfælde som dette kan tage modet fra enhver entusiast.

Vellykkede pilotprojekter kan derimod være meget effektive som inspiration – hvis folk kan føle og opleve, gør det gerne større indtryk, end hvis de blot ser nogle billeder. Det bør således overvejes at fokusere på gennemførsel af nogle flere mindre projekter, hvor man løbende kan samle mere erfaring, frem for at satse stort og risikere at tabe det hele på gulvet. Her er ByhaveNetværkets førnævnte projekt fra Skydebanehaven et godt eksempel (se evt. figur 3.28).

Processtyring

De ovennævnte værktøjer kan alle være nødvendige for at opnå en effektiv implementering af byforgrønnelse, men de er alligevel ikke altid nok. Idet der ikke kan laves en teknologisk standardløsning, der matcher alle byens bygninger og byrum, er det nødvendigt med nye procesorienterede planlægningsværktøjer for at gøre mobilisering af lokale aktører mere overskueligt for planlæggere at håndtere i praksis:

"…policy makers should acknowledge that technical transfer represents a contextual, localized and temporally specific process and hence design more process-oriented planning approaches that facilitate changes by addressing the specific preconditions of the involved local context" (Quitzau et al 2009)

Der skal samarbejdes mellem forvaltningerne indbyrdes, mellem det offentlige og det private, mellem beslutningstagere og vidensinstitutioner, og det er en udfordring og en stor barriere i planlægningen. Dette er ifølge det engelske ASCCUE-projekt blevet særlig vigtigt i kraft af, at der er sket og løbende sker en udlicitering af kommunale opgaver i byen til private virksomheder (ASCCUE, 2006).

Der har i forhold til energirigtigt byggeri været observeret en stigende tendens til at kommunerne er villige til at skifte rolle fra "passive formidlere af regeringens regulering til aktive forandringsagenter" (Quitzau et al, 2009) gennem ledelse af forandringsprocesser. Dette kræver, at kommunen påtager sig noget ansvar, som ikke normalt påhviler den, hvilket vil være af stor betydning for, hvorvidt den ønskede forandring kommer til at ske: "Without leadership, it is difficult to imagine that changes will occur, especially because of the resistance towards these changes" (Quitzau et al, 2009). Netop viljen til at tage ansvar er noget af det, de nuværende initiativer til begrønning som tilpasningsstrategi mangler. Det er kritisk, at incitamenterne indtil videre bygger på, at man som borger skal afkoble sig fuldstændig fra den centrale regnvandshåndtering – det forekommer usikkert og risikofyldt, da man jo ikke kan koble sig på igen, hvis regnens størrelse skulle overgå den pågældende matrikels afledningskapacitet. På den måde risikerer man, at de, som er idealister og gerne vil bakke op om de bæredygtige løsninger, kommer til at fortryde dette, når det så virkelig gælder. Hvis først den type situationer opstår, bliver det begrænset, hvor mange andre der tør tilmelde

sig. Hvis kommunen skal kunne påtage sig dette ansvar, der er forbundet med rollen som procesleder, bliver det imidlertid nødvendigt med kommunal kompetenceudvikling i forhold til tekniske forhold såvel som sociale og organisatoriske.

Aktører/interessenter

I forbindelse med aktør-netværks-teori understreges også betydningen af en mægler mellem de forskellige aktører for at katalysere en forandring i de eksisterende netværk (Michel Callon and Bruno Latour). Teorien er ikke behandlet videre i denne rapport, men der er herunder alligevel inddraget nogle overvejelser omkring, hvor stort et netværk der kan være tale om, og hvem det indebærer. Dette kan give et indblik i, hvor kompleks implementeringsprocessen kan forekomme, og dermed hvorfor der er behov for denne tovholder til at lede den.

Alt efter hvor man vil implementere byforgrønnelse, og hvilke teknologier man drager nytte af, kan det pågældende projekt involvere mange eller få aktører. 2BG-gruppen har lavet en "kompleksitetspyramide", som illustrerer hvilke steder i byen, man bør starte implementeringsprocessen for LAR-løsninger med henblik på at afprøve teknologierne i mere overskuelige sammenhænge, inden man overvejer at sætte ind, hvor det er mest kompliceret. Kompleksiteten er en vurdering af kombinationen mellem aktørerne og de tekniske udfordringer.

Logisk nok er det mest overskueligt at starte med de offentlige institutioner, idet der ikke er nogle private interessenter indblandet. Grønne, åbne områder og byomdannelsesområder ligger også nogenlunde lige for, mens enfamilieshuse og den tætte by er noget af det mere komplicerede, næsten på højde med hovedveje.
I ASCCUE-projektet konkluderes det:

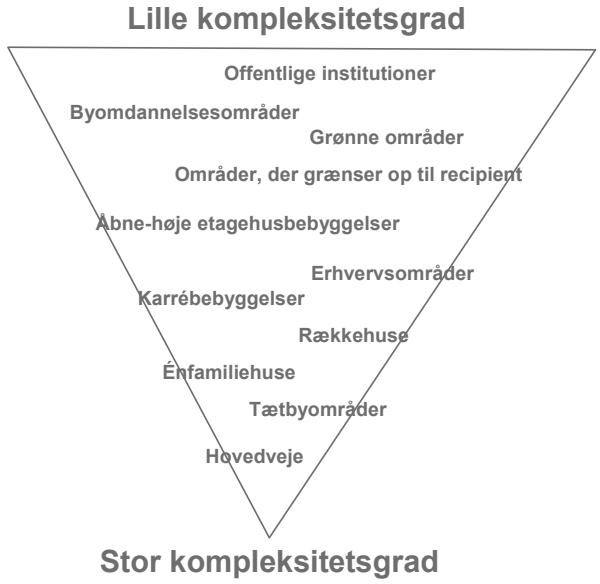
"…it is vital that areas such as schools, hospitals, high density residential areas and urban cores are furnished with adequate greenspace cover… There is a need for the strategic planning of greenspace via the planning system from national to local level and at the level of individual projects."

Nogle af de steder, der er svært tilgængeligt for planlæggerne og samtidigt har mest gavn af byforgrønnelsestiltag er således den tætte by og områder med høj koncentration af boliger.

Men udover overvejelser omkring, hvor det er mest kompliceret, bør man overveje, hvordan det giver mest mening: Hvis man skal bruge LAR-løsninger som alternativ til udbygning af kloak, frem for bare som supplement, hvilket umiddelbart ville indeholde det største spare-potentiale, nytter det ikke noget at "klat-begrønne" hist og her over hele byen.

Det giver mere mening at udvælge nogle meget afgrænsede områder og sætte koncentreret ind med implementeringsarbejdet der. Herved kan man måske opnå en samlet effekt lokalt, som er tilstrækkelig til, at kloakkerne uden udbygning kan klare fremtidens regn. På den måde kan man også bedre få et billede af, hvor meget det egentlig kræver, og dermed også hvor realistisk eller rentabel en løsning, det er. Både Augustenborg og Harrestrup Å casestudiet er eksempler på denne fremgangsmåde. Således kan man dog alligevel komme til at ramle ind i et mere omfattende aktør-netværk. Den viste oversigt giver et hurtigt billede af, hvor mange, der kunne have interesse i en byforgrønnelsesstrategi for København. Dette behøver dog ikke nødvendig-

Figur 3.57: kompleksitets-pyramide



Figur 3.58: Aktørnetværket

vis at være tilfældet, og man skal således ikke lade sig slå ud af dette billede – blot gøres opmærksom på, hvor man muligvis kan støde på enten støtte eller barrierer i forbindelse med implementeringsprocessen.

Borgerinddragelse

Mange af de steder i byen, der kan forgrønnes, er privatejede og derfor sværere at få indflydelse på for de kommunale beslutningstagere. Et af de meget afgørende spørgsmål for gennemførslen af et evt. skift fra fælleskloakeret til decentral regnvandshåndtering er derfor, hvordan vi kan få motiveret borgerne til selv at deltage aktivt i processen? Niels Bendt Johansen, udviklingsleder for spildevand og regnvand hos Københavns E, som har ansvaret for drift og vedligehold af hovedstadens vandafledningssystemer, pointerer, at det er langt vigtigere at fokusere på borgernes interesser, hvis LAR-strategien skal lykkes (2BG-seminar, bilag 1.8): De er meget sværere at motivere end teknikerne, fordi de ikke jubler over det store billede alene, men gerne skal have en mere personlig fordel og tryghed ved løsningen for at støtte op om en så markant ændring. Dette er et emne, som der ifølge både Marina Bergen Jensen og Niels Bendt Johansen foreløbigt ikke er arbejdet nok med (Bilag 1.2 og 1.5). Især når det handler om økonomiske investeringer er nytænkning gerne forbundet med usikkerhed. Undersøgelser har vist, at private interessenter og boligejere har en meget større opfattelse af risici forbundet med afkobling af regnvand end den faktiske, fordi de ikke ved nok. Især kolonihave-ejere er ofte konservative og kritiske (Chiara Fratini på 2BG-seminaret, bilag 1.8).

Det nærdemokratiske potentiale

I forbindelse med borgerinddragelse har byplanlæggere ofte en skjult dagsorden om, at folk i en by eller et lokalområde, udover at tilkendegive deres mening og deltage i lokale beslutningsprocesser, skal interagere aktivt med hinanden på tværs af smagsfællesskaber, kulturelle forskelle og social status for at styrke forståelsen og demokratiet. Dette afspejler bare ikke altid et tilsvarende behov i befolkningen: Mange mennesker har det fint med hovedsageligt at færdes blandt ligesindede med velkendte sociale koder og få uforudsigeligheder (Junker et al.:"Metro møder mennesker", LFB 2007, Københavnerlivsformer). Dog kan en sådan tilgang ifølge nogle byteoretikere styrke social segregation og medføre misforstået fjendskab mellem grupper, ubegrundet angst og generaliserende fordomme (Fogtmann, forelæsning på LFB 11.10.07):

> *"The confrontation with different meanings associated with the same physical space is important for developing social intelligence and forming a judgment" - Hajer og Reindorp, 2001*

Netop i borgerinddragelsesprocesser oplever man gerne, at mange grupper ikke deltager – etniske minoriteter, travle danskere, unge – og det er en udfordring, hvordan de inkluderes, så også deres interesser og bidrag tilgodeses i udviklingen (Agger og Hoffmann, 2008).

Man kan dog godt forestille sig, at borgerinddragelse ved netop implementeringen af en byforgrønnelses-strategi ville kunne udføres på en måde, så den tværkulturelle interaktion og de nærdemokratiske beslutningsprocesser opstod automa-

Figur 3.59: Fra venstre: Augusteborg, "Autoparken" på Theklavej i Nordvest. Egne fotos

tisk som en sideeffekt heraf: Hvis de økonomiske incitamenter bliver forbedret som anbefalet, vil dette kunne tiltrække folk som udgangspunkt, hvorefter de aktiviteter, der skal lede op til realiseringsfasen kan danne grundlag for interaktion via fælles deltagelse i eksempelvis kurser, workshops, debatmøder mm. Netop hvis der gives et tilstrækkelig fristende økonomisk incitament til afkobling af regnvand for boligforeninger og private grundejere, kan man forestille sig, at man kan nå ud til andre og flere end den ofte for lille andel af lokalt engagerede borgere. Forskellen fra mange andre borgerinddragelses-situationer er her, at man har en fælles "ydre fjende": klimaforandringerne. De kommer ligegyldigt hvad, og som sådan er vi også nødt til at forholde os til dem. Så hvis først det kan tydeliggøres, at afkobling er en enklere og billigere løsning end alternativet, vil mange sandsynligvis også foretrække at have indflydelse på, hvilke af de forskellige teknologier, der skal indføres hos dem selv – særligt i kraft af at visse af disse teknologier er meget synlige (her tænkes især på begrønning af bygninger), mens andre ændrer på noget så intimt som hygiejneforhold (udnyttelse af regnvand eller modvirkning af spildevand i tilfælde af oversvømmelser). Derudover vil mange forhåbentlig se potentialerne for øget attraktionsværdi ved disse investeringer. Ved forgrønnelsen af Augustenborg i Malmø, hvor borgerinddragelse var et bærende element, opnåede man et markant socialt løft og en stor stigning i både tryghed og stolthed hos beboerne i området. En af de bekymringer, der viste sig, var, at brugbare uderum skulle omdannes til "uudnyttelige vandoverflader" i form af fontæner og damme (Edgar L. Villarreal, 2001) – her har begrønning af bygninger en fordel over LAR-teknologier i gadeplan, da de hovedsagelig installeres på flader, der ikke som udgangspunkt er aktivt udnyttet. Dog var beboerne i hvert boligkompleks med til selv at designe de blå elementer i deres uderum, hvilket øgede ejerskabsfølelsen.

Identitet, ejerskabsfølelse og indflydelse giver motivation hos borgerne, som er det, der efterspørges af beslutningstagere.

Endnu et eksempel på dette er opførslen af "Autoparken" på Theklavej i Nordvest, hvor en stor gruppe lokale folk på eget initiativ har indtaget en tom matrikel, tidligere autohandler, og omdannet det til en lille park – deraf navnet. Selvom de ikke ved, hvor længe det får lov at blive bevaret, har de investeret både tid og penge på at gøre området til deres eget: De spredte murbrokker er pyntet med havemøbler og potteplanter, der er lagte adskillige kvadratmeter rullegræs ud med tilhørende gyngestativ og små lanterner, der er bygget en sandkasse med form som et lille skib osv. Over indgangen hænger et skilt med påskriften "Velkommen til Autoparken – brug den, byg den, pas på den!" Dette af-

Figur 3.60: Forskellige eksempler på arkitektoniske variationsmuligheder.

slører en trang i befolkningen til flere fælles grønne områder og en vilje til handling og deltagelse, hvis bare mulighederne gives. På den baggrund må man konkludere, at det er afgørende, at de enkelte brugere/grundejere selv kan præge funktionen og det æstetiske udtryk. Man skal således som planlægger passe på med at gå ind fra oven og prøve at styre, hvad der er "arkitektonisk korrekt". Hvis folk præsenteres for inspirationsbilleder fra helt forskellige typer begrønnede bygninger og byrum, kan man ramme en bredere målgruppe – ikke kun "de langhårede øko-hippier" med vilde græsarter på taget, men også "de konservative nostalgikere" med trimmede græsplæner og liguster, "de grøntvaskende kapitalister" med kombinationen af solceller og sedum, samt måske en række eksempler på den gyldne mellemvej. Ingen af disse tilgange er mest rigtige eller forkerte,

for som Dorte Rømø påpegede: "Branding-effekten kan være et fint nok argument, hvis bare den betyder, at man rent faktisk gør noget – at man faktisk forgrønner!" (Bilag 1.4). Det samme kan man jo sige om de andre argumenter, der måtte være – det vigtigste er, at byen forgrønnes i en grad og på en måde, så klima-konsekvenserne imødegås i tide.
Ironisk nok konstaterer Dorte Rømø, at der foreløbigt kun er ét planmæssigt ben at stå på for de kommuner, der gerne vil stille krav om grønne tage, og at det er arkitektoniske retningslinjer for nye byområder – paradoksalt, da retningslinjer basalt set går ud på at ensrette. "Det ville være bedre, hvis også der var mulighed for mere konsekvent implementering, men i så fald skal det komme fra By og Landskabsstyrelsen", konkluderer hun.

Tidsperspektiv

Målet for kloakkerne er, at de i første omgang skal være færdigt udbygget inden år 2030, hvor de øgede regnmængder forventes at blive en realitet. Så hvis byforgrønnelse skal være et egentligt alternativ, må det leve op til samme deadline. Det betyder, at der er 20 år til gradvist at overbevise befolkning, grundejere og investorer om, at byen skal blive mere grøn og blå, og til at få det gennemført. Dog vil udbygningen af kloaknettet naturligvis starte længe før, da det tager tid at gennemføre, og det er billigst at øge kapaciteten i takt med den gængse vedligeholdelse. Der skal således ikke gå alt for lang tid, før man med forholdsvis høj troværdighed kan sige, om problemerne kan løses ved hjælp af LAR-løsninger, eller i hvor høj grad det lader sig gøre.
Marina Bergen Jensen, den projektansvarlige for 2BG-projektet, udtrykker problematikken som følger:

"At bevæge sig fra en kloakbaseret afvandingsstrategi til en strategi baseret på byens landskab kræver ikke blot samarbejde på tværs af discipliner. Det er også nødvendigt med en god portion mod til at prøve ideer af – for ingen kan se hele vejen fra situationen i dag, hvor stort set alle afleder regnvand til kloak, til en evt. fremtidig situation, hvor afkoblinger er gennemført massivt og vandet håndteres overfladenært og decentralt. Udfordringen er derfor at gå fornuftigt frem, og hverken satse så lidt, at de landskabsbaserede løsninger aldrig når at komme i spil, før alle pengene er brugt på konventionelle løsninger, ej heller så voldsomt, at vi ikke når at lære af vores erfaringer" 2BG, koblede afkoblinger, 2009

I forbindelse med 2BG's Harrestrup Å-case er tiden endnu mere knap end for resten af København. Dette er det aktuelt mest belastede område i kommunen mht. overløb grundet heftig regn, og derfor er det fra kommunens side vedtaget, at de nye vandplaner for området skal ligge færdige i år 2015. Men 2BG-holdet vurderer, at det er for stram en tidshorisont til at lave en LAR-baseret strategi, der kommer til sin ret og samtidig lever op til den ønskede kvalitet. Planen er, at 10 % afkobling skal ske via LAR-løsninger, men hvis ikke datoen rykkes længere frem er 5% nok mere realistisk. Der kan altså blive tale om et tidsmæssigt kompromis, hvis man vil holde sig til de bæredygtige løsninger på problemet (Jan Burgdorf Nielsen, bilag 1.8). Men det er lettere at forudsige tidsperspektivet for den konventionelle tilgang end for den foreslåede, da erfaringerne her er begrænsede. Det er meget vigtigt, at de første praktiske erfaringer bliver positive, så flere indbydes til at støtte op om projektet. Ydermere kan det blive afgørende, hvorvidt der kommer øget politisk fokus på og evt. lovgivning bag LAR-strategien.

DELKONKLUSION 8

Samfundsmæssig implementering

Klassiske planlægningsprocedurer er ikke nok til at skabe effektiv implementering, da der er tale om et teknologisk paradigmeskift, som kræver forandringsledelse. Derfor bør eksisterende værktøjer gøres mere umiddelbart anvendelige og virkningsfulde, mens nye procesorienterede planlægningsværktøjer indføres for at gøre mobilisering af lokale aktører mere overskueligt for planlæggere at håndtere i praksis.

Der bør benyttes en kombination af regulering, incitamenter, formidling og processtyring for at opnå en tilpas stor virkning inden for den lidt stramme tidsramme. Balancen mellem forskellige interesser skal afvejes, således at udgifter, ansvar og risici fordeles rigtigt mellem hhv.:

- Statslige/kommunale institutioner
- Private investorer
- Borgere
- NGO'ere
- Forsikringsselskaber
- Producenter
- Entreprenører

Der skal etableres bedre samarbejde og kommunikation på tværs af offentlige forvaltninger og puljer – mange har fordele ud af denne udvikling på en eller anden måde. Erfaringstal for anlæg og drift skal indhentes, samt bedre pejledata vedr. vandkvalitet og forsumpning.

Der bør tages udgangspunkt i offentlige ejendomme, da de indbefatter det mindst mulige netværk. Men samtidig bør implementeringen ske områdevis for at få en brugbar effekt i forhold til modvirkning af behovet for større kloakker.

Et af de store spørgsmål er, hvordan vi får kommunikeret budskabet ud til befolkningen. Borgerinddragelse vurderes at være af særlig stor betydning i denne sammenhæng og vil måske kunne generere andre byplanmæssige fordele. Eksempler på brugbare redskaber i den sammenhæng er:

• Incitamenter i form af reguleret afledningsbidrag og/eller øget mulighed for tilbagebetaling af tilslutningsbidraget

• Oplysningskampagner både om mulighederne ved byforgrønnelse, konsekvenserne ved manglende vandhåndtering og omkostningerne ved konventionel tilpasning

• Udstillinger med mockups eller pilotprojekter af teknologierne, så folk får forståelse for og bliver mere trygge ved et teknologisk paradigmeskift

• Støtte til eksisterende initiativtagere (Autohaven på Theklavej o. lign.)

Det er vigtigt at lægge vægt på her-og-nu-effekten ved at få fremhævet mulighederne i stedet for problemerne: en smukkere og rarere by med flere udfoldelsesmuligheder og plads til årstidsbestemt omskiftelighed. Inspiration giver mindre modstand end tvang, selvom tvang giver det største resultat, så det kan være svært at finde den gyldne middelvej.

OPSUMMERING PÅ ANALYSEDEL

Klimaforandringerne vil bevirke stadigt flere oversvømmelser, hedebølger og storme i Danmark, hvilket skaber et behov for tilpasning især i byerne. Der er i den forbindelse identificeret en række fordele ved at etablere øget plantedække og flere træer, især i de tætte byområder, hvor varme-ø-effekten er størst og infiltrationen af regn mindst.

Det må bemærkes, at vand er både problemet og en del af løsningen: Hvis vandet i højere grad får mulighed for at nedsive i jorden eller opsamles i bylandskabet under ekstrem regn, hvorved kloakkerne aflastes, vil det også bedre kunne fordampe igen under hedebølger og tørke, hvorved mikroklimaet holdes mere behageligt. Plantedækkede overflader har ydermere en række andre fordele, herunder at bygningernes modstandsdygtighed over for det fremtidige vejr forbedres, samt at de til en vis grad modvirker høje vindhastigheder, idet friktionen i byrummene øges.

Men byforgrønnelse er ikke den konventionelle tilgang til denne type problemer, og der er dermed brug for et teknologisk paradigmeskift, hvis potentialerne skal udfris. Dette indebærer først og fremmest indsamling af mere konkret viden på området via analyse og sammenligning af de forskellige teknologiske alternativer, og derudover skaber det et behov for systemiske modifikationer i forbindelse med implementeringsprocessen.

Der er to steder, man kan begrønne i byen: på bygningerne eller i byrummene. I den tætte by er der en meget stor andel af det samlede overfladeareal, som befinder sig på bygningerne, mens mulighederne for begrønning af byrum er både færre og mere komplekse end i mere spredte bymæssigheder.

Der er tre typer grønt tag: Intensivt, ekstensivt og kombinationen, semi-intensivt. De intensive er mere effektive mht. klimatilpasning end de ekstensive i kraft af deres større volumen, men da de af samme grund vejer betydelig mere og i højere grad skal vedligeholdes, er det på byniveau mest realistisk at regne med implementering af ekstensive tage som strategi. Disse kan absorbere i omegnen af 50 % af den regn, der falder på dem over året, men deres kapacitet er varierende grundet højere vandmætning om vinteren.

Grønne facader kan også have en virkning på både termisk komfort og regn, og de udgør ofte et rigtig stort areal i byen, men hvis de skal have en afgørende klimatilpasningseffekt, er de nødt til at have et drænlag omtrent som de ekstensive tages. Herved kan de suge omtrent 15 liter vand pr. m^2. Disse teknologiers potentiale er dog ikke undersøgt i tilstrækkelig grad, og det vides således ikke, hvor stor en del af problemet, de faktisk kan løse. Grønne tiltag i byrum og på bygninger kan dog supplere hinanden, hvis det ene ikke er nok i sig selv. På dette grundlag undersøges en konkret case for at afdække tilpasningsmulighederne ved grønne tiltag på bygninger, suppleret af de nødvendige tiltag i de tilstødende byrum.