

Fremtidens grønne by

Jensen, Marina Bergen; Backhaus, Antje; Fryd, Ole

Published in:
Når monsterregnen kommer

Publication date:
2012

Document version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):
Jensen, M. B., Backhaus, A., & Fryd, O. (2012). Fremtidens grønne by. I L. Thostrup (red.), *Når monsterregnen kommer: temahæfte 2012* (s. 14-15)

DET NATUR- OG BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET

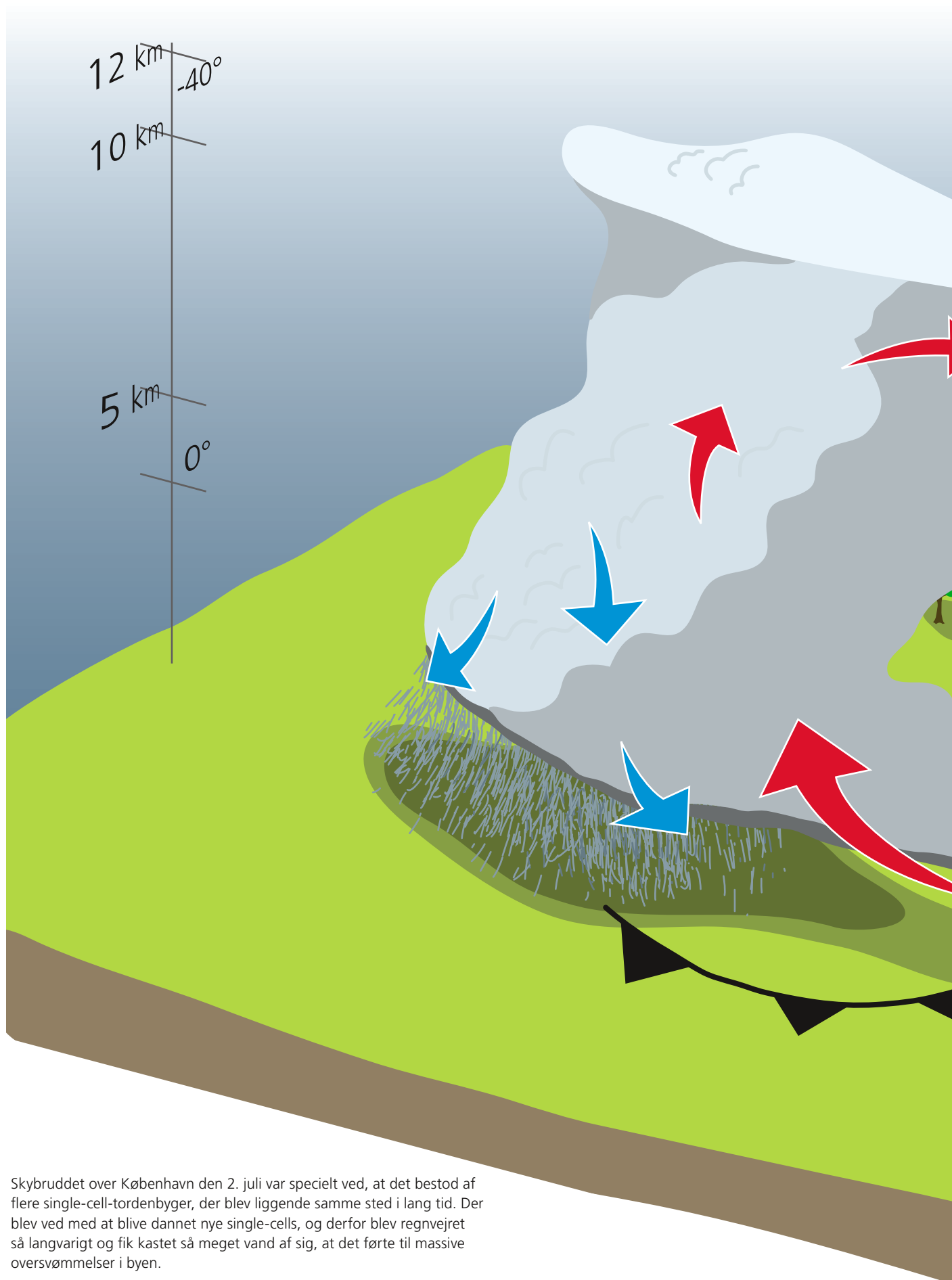


Temahæfte 2012

Når monsterrøggen kommer



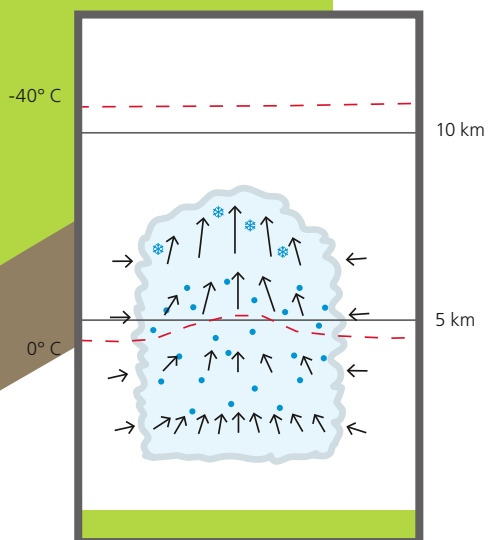
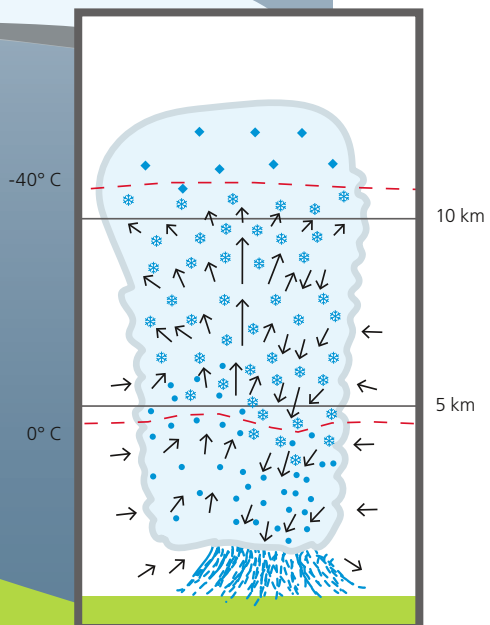
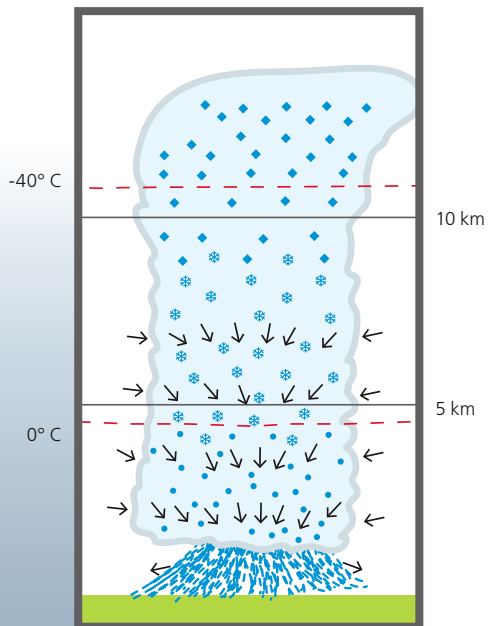
Sådan opbygges en monsterreg



Skybruddet over København den 2. juli var specielt ved, at det bestod af flere single-cell-tordenbyger, der blev liggende samme sted i lang tid. Der blev ved med at blive dannet nye single-cells, og derfor blev regnvejret så langvarigt og fik kastet så meget vand af sig, at det førte til massive oversvømmelser i byen.

gn

Single cells – en tordenbygges liv. Opbygningen af tordencellen er startet på det nederste billede. I midten er den veludviklet og mest intens, mens den på øverste billede er ved at uddø. Der er ikke længere opdrift i cellen, og det tordner ikke længere fra den. Toppen af cellen vil snart miste forbindelsen til bunden, hvorefter tordenbyggen uddør. Varigheden af en single-cell-tordenbyge er cirka en til to timer



● Regn ❄ Sne ◆ Is

Indhold

- 3 Når monsterregnen kommer**
Af Niels Elers Koch
- 4 Hvor monsterregnen kommer fra**
Af Aksel Walløe Hansen
- 6 Rismarker lækker drivhusgasser, især når de er oversvømmede**
Af Andreas de Neergaard og Proyuth Ly
- 8 Kvaliteten af byens regnvand – en udfordring**
Af Simon Toft Ingvartsen og Jakob Magid
- 10 Forsikringspriser – et spørgsmål om sandsynlighedsregning og solidaritet**
Af Mogens Steffensen
- 12 Hvordan forbereder vi os bedst til den næste monsterregn?**
Af Karsten Arnbjerg-Nielsen
- 14 Fremtidens grønne by**
Af Marina Bergen Jensen, Antje Backhaus og Ole Fryd
- 16 En grøn by er også en klimasikker by**
Af Lykke Leonardsen
- 18 Kan campus sikres mod oversvømmelse - tre studenterprojekter på Frederiksberg Campus**
Af Lærke Kit Nielsen, Louise Flach de Neergaard og Josefine Vedtofte
- 20 Grønne tage suger monsterregn**
Af Lars Jørgensen
- 22 Vandet væk fra markerne eller markerne væk fra vandet? Debat mellem Landbrug & Fødevarer og Danmarks Naturfredningsforening**
Af Ella Maria Bisschop-Larsen og Niels Jørgen Pedersens
- 24 Regnvand kan give byerne rekreativ kvalitet**
Af Marie Thing
- 26 Regnvand er en ressource**
Af Ole Münster
- 27 Kig dybt ind i naturen – og find løsningerne**
Af Charlotte Aabo

Udgiver

Det Natur- og Biovidenskabelige
Fakultet
Københavns Universitet
Bülowsvej 17, 1870 Frederiksberg C
Telefon 3533 2042
2012

Redaktør

Lykke Thostrup (ansvh.)

Redaktion

Lykke Thostrup
Gudrun Lau Bjerno
Charlotte Aabo
Nils Koudahl

Distribution

Science Kommunikation,
Det Natur- og Biovidenskabelige
Fakultet

Tryk

CasiCasi

Design

Kliborg Design

Forsidefoto

Jakob Helbig

Bagsidefoto

Jakob Helbig

Denne publikation er Svanemærke-
godkendt



Flere temahæfter kan bestilles gratis
på [www.life.ku.dk/forskning/bestil_](http://www.life.ku.dk/forskning/bestil_temahæfter)
temahæfter

Oplag: 10.000

ISBN 978-87-991224-8-6

Når monsterregnen kommer...

Skybrud og monsterregnen er noget, de fleste er enige om, vi bliver nødt til at leve med i fremtiden. På Københavns Universitet forsker vi i, hvordan vi gør det bedst muligt

Af dekan Niels Elers Koch, Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

Flere skybrud satte deres præg på den danske sommer i 2011. I København blev mange kældre sat under vand, veje var oversvømmede, og forsikringsselskaberne kom på overarbejde, da deres kunder kom hjem fra sommerferie og fandt deres kældre og ejendele ødelagte af vandet, der var væltet ned fra himlen, strømmet op af kloakker, ned ad gader og ind i huse. Regningen fra denne skybrud lyder foreløbig på mellem fire og fem milliarder kroner.

Men det var ikke kun i storbyen, vandet kunne mærkes. Landmændene på især Sydsjælland og Lolland-Falster var berørte – her stod marker under vand med tabt fortjeneste og usikre dyrkningsforhold fremover som konsekvens. På verdensplan opleves endnu voldsommere ekstremer i forhold til såvel nedbør som tørke.

På Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet arbejder en del af vores forskere med disse problemstillinger. I dette temahæfte kan du læse om deres arbejde blandt andet med at udvikle landskabsarkitektur, som kan klimasikre storbyer, med projekter som kan holde styr på vandkvaliteten efter monsterregn og med at udvikle vandingsystemer, som kan samle vand op, der kan bruges på et tidspunkt, hvor regnen mangler. Vores forskere samarbejder med kommuner, ministerier, private firmaer, lokale bønder og forskere fra andre universiteter – og flere af projekterne afprøves også i det virkelige liv. Nogle af de vigtigste forskningsprojekter er Vand i Byer (www.vandibyer.dk) og Byer i Vandbalance (www.byerivandbalance.dk).

Københavns Universitet gik heller ikke selv ram forbi ved skybruddet lørdag den 2. juli 2011. På Frederiksberg Campus stod der vand i de fleste kældre, da medarbejderne mødte på arbejde mandag morgen. Også her gik store værdier tabt, og der kom ekstraregninger til reparation af bygningerne efter de store vand-skader. Nogle af vores landskabsarkitektstuderende har derfor kigget på mulighederne for at klimasikre området i tilfælde af en ny monsterregn – deres spændende løsningsforslag kan du også se i hæftet.

Mange steder i landet eksperimenteres med nye måder at håndtere regnvandet på, og Danmark er på den måde i gang med en læreproces, der sandsynligvis vil medføre innovation, styrke eksporten og være jobskabende. Der er brug for dygtige folk inden for en række fagområder, for tilpasning til et ændret klima kræver samarbejde på tværs, både i den måde vi tænker på, og i de fysiske løsninger vi vælger at bruge.

God læselyst!



Niels Elers Koch, dekan ved Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet. Foto: Christoffer Regild



Foto: Scanpix/Bax Lindhardt

Hvor monsterregnen kommer fra

Kraftige tordenbyger og monsterregn er et resultat af særlige meteorologiske forhold. Her kan du læse, hvorfor vi fik den store monsterregn over København den 2. juli 2011.

Af lektor Aksel Walløe Hansen, Niels Bohr Institutet, Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

Lørdag den 2. juli 2011 blev København ramt af et meget kraftigt regnvejr i form af tordenbyger, der i perioden fra klokken 19 til cirka klokken 22 bevægede sig i et strøg fra Østerbro i nordøst til Valby i sydvest.

Nedbørsmængderne var meget store med et maksimum tæt ved Botanisk Have, hvor DMI's nedbørsradar registrerede en samlet regnmængde på cirka 177 millimeter den aften (figur 2). Intensiteterne var også store, nogle steder cirka 30 millimeter på 10 minutter! Derved kvalificerer hændelsen sig til at være ét af Danmarks mest intense, målte regnvejr. Den målte rekord er stadig fra et regnvejr den 9. juli 1931.

Dannelsen af tordenbygerne

Luften kom den 2. juli 2011 fra Sydsverige. Her var atmosfæren konvektivt ustabil, det vil sige, den havde en temperaturprofil med højden, der favoriserer dannelse af dybe tordenbyger. Luften ved overfladen var varm og fugtig, hvilket er baggrunden for de store nedbørsmængder (se også boks 1).

Tordenbyger (figur 3) udvikler sig, når luftpartikler hurtigt stiger op til store højder hjulpet på vej af varmen fra den udkondenserede* vanddamp (boks 2). I skytoppen omkring 10-12 kilometer er al vanddamp stort set udkondenseret. Skyen består her af iskrystaller, hvilket giver skytoppen den fibrøse struktur, man ser på billedet. En stor del af den udkondenserede vanddamp er faldet som nedbør.

Ved hjælp af en såkaldt TEMP (boks 2) kan man analysere dannelsen af tordenbyger i luftmassen og give en bedømmelse af nedbørsmængderne. Der findes desværre ikke en TEMP for

København, så vi må ty til en sondering* fra Visby på Gotland som den nærmeste, der repræsenterer luftmassen over København. Her kan man se, at der er mulighed for kraftige tordenbyger i luftmassen, der den 2. juli er på vej hen over København. Dette blev da også varslet i vejrudsigterne.

*Udkondenserede:

I en luftmasse på vej op i en sky sker der løbende kondensation af vanddamp på grund af faldende temperatur og tryk. Man siger populært, at luften kan indeholde mindre vanddamp, når den køles af. Men man mener i virkeligheden, at mættet vanddamp har et lavere ligevægtstryk med faldende temperatur. Den udkondenserede vanddamp er altså den mængde vanddamp, der er kondenseret på vej op i skyen.

*Sondering:

Man har opsendt en ballon med måleinstrumenter, der har registreret sammenhørende værdier af tryk, temperatur og fugtighed. Sondering refererer herefter til disse data, og/eller deres grafiske fremstilling.

Specielle forhold medførte særligt store regnmængder

Varm luft var i dagene forud blevet transporteret op over Ukraine og Rusland og lå den 2. juli over Finland og det østlige og sydlige Sverige (figur 4). Et lavtryk i en bane fra vest lige syd om Danmark førte til, at den varme luft satte sig i bevægelse sydvestover i løbet af lørdagen. Ved aftenstid havde varmfronten nået København, således at der var varmest mod øst i Skåne med lavere temperaturer ned over Sjælland til Nordtyskland, en lidt usædvanlig fordeling måske, men slet ikke umeteorologisk.

Hvad der skete i de tidlige aftentimer over København, var måske til gengæld noget mere specielt. Tordenbygerne ville forventes at udvikle sig i velordnede mønstre, kaldet multi-celler, hvor

Luftens indhold af vanddamp

Fysikerne Clausius og Clapeyron har påvist, at varm luft tillader højere ligevægtstryk for vanddamp i atmosfæren. Sammenhængen er progressivt stigende med temperaturen som vist i følgende formel:

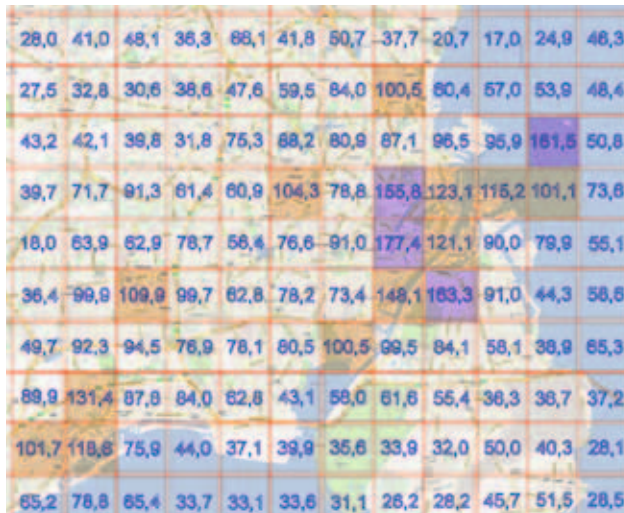
$$\ln \frac{e_s(\text{in hPa})}{6.11} = \frac{L_v M_w}{1000 R^*} \left(\frac{1}{273} - \frac{1}{T} \right)$$

e_s er ligevægtstrykket, T er temperaturen. Øvrige parametre er konstanter.

Populært siger man, at varm luft kan indeholde mere vanddamp.

Ved damptryk over ligevægtstrykket vil noget af vanddampen udkondensere.

I tropenerne vil der ofte være helt op til 20-25 g vanddamp pr. kg luft. I Danmark vil typiske tal være omkring 5-10 g/kg. Over Gotland den 2. juli kl. 14 lokal tid var indholdet ca 14-15 g/kg, svarende til et dugpunkt på knap 20° C.



Figur 2. Nedbørsmængder angivet som mm vand beregnet ud fra radarmålinger (Flemming Vejen, 'Tropisk styrtregn over København den 2. juli 2011', Vejret nr. 3, august 2011, figur 8, side 7).

Tak til Flemming Vejen, DMI, for tilladelse til brug af figur.

tordencellerne løbende skubber luften op i nye celler langs en bane styret af de generelle vindforhold. Med vind fra nordøst skulle byerne bevæge sig i en mere eller mindre sydvestlig retning. Men i den konkrete vejr situation dannedes de nye celler ikke nedstrøms, men opstrøms i forhold til luftmassen, der var på vej sydvestover. Og derved blev tordenbyerne liggende over byen i længere tid end ellers og smed deres vand over byen hele tiden. Ganske vist var byerne intense, men det helt specielle ved situationen den 2. juli var altså, at byerne blev liggende over København i to til tre timer.

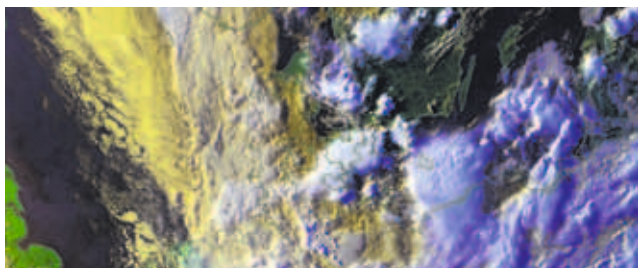
Skyldes det klimaforandringer?

Danmark har i de senere år oplevet flere vejr situationer med kraftig regn a la den 2. juli. I både medierne og den videnskabelige litteratur diskuteres det, om det skyldes den igangværende globale opvarmning, eller om det er "tilfældigt". I forbindelse hermed spørger man, om nedbøren kommer i mere ekstreme hændelser i de sidste årtier.

Kraftige og meget intense regnvejr situationer forekommer ved særlige vejr situationer. Så for at vi kan tale om en effekt af global opvarmning, skal vi kunne relatere disse særlige vejr situationer til den globale opvarmning. Og det synes svært i øjeblikket.

FN's klimapanel IPCC siger i sin sidste vurderingsrapport, at vi i Danmark i det varmere klima i fremtiden skal forvente øget tendens til mere ekstreme nedbørssituationer, men ikke nødvendigvis mere nedbør.

Man kan læse en mere dybtgående analyse i Dansk Meteorologisk Selskabs medlemsblad Vejret, nummer 3, august 2011, 'Skybruddet over København d. 2. juli 2011'. Her har Niels Woetmann Nielsen, DMI, givet en detaljeret gennemgang af situationen den 2. juli 2011.



Figur 3. Satellitfoto af Danmark den 2. juli 2011. Læg mærke til det kraftige område med skyer hen over København. Kilde: DMI

Nogle forskere mener baseret på hændelser som tordenbyerne den 2. juli 2011, at vi allerede nu kan se de tegn på den globale opvarmning igennem de registrerede ekstreme nedbørssituationer.

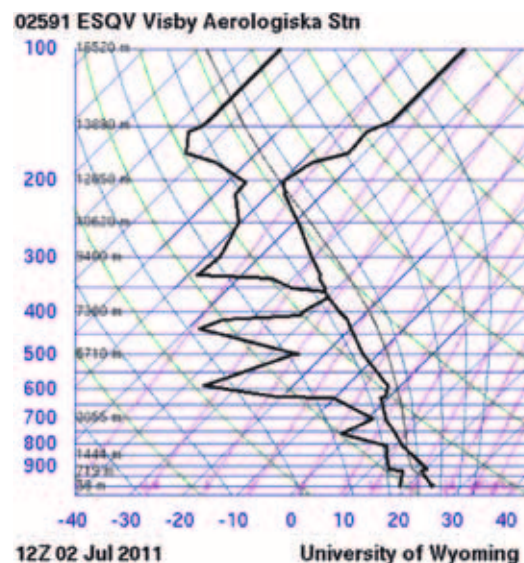
TEMP for den 2. juli 2011 (Visby kl. 14 lokal tid)

Meteorologer har klassisk set brugt såkaldte TEMP'ere til at afbilde temperatur- og fugtighedsforløbet med højden i en luftsøjle, kaldet en sondering. Data er traditionelt indhentet via radiosonder, men kan også indhentes fra fly. Endvidere kan man fra satellitdata beregne sammenhørende værdier af tryk og temperaturer.

I den viste TEMP er vist sonderingen (de to tykke streger) for Visby den 2. juli 2011. Endvidere er der også vist temperaturforløbet af en partikel, der fra overfladen tænkes ført op i atmosfæren (tynde streger).

Når partiklens temperatur er højere end selve luftsøjles, vil den accelerere opad. I den konkrete sondering kan man se, at bortset fra de nederste cirka 1,5 kilometer er dette tilfældet helt op til omkring 12 kilometer. Det vil sige, hvis partiklen af andre grunde gives et løft op over cirka 1,5 kilometer, vil den uhindret fortsætte til mindst 12 kilometer. Man siger, at en sådan luftsøjle er konvektiv ustabil. I højden 12 kilometer er stort set al vanddamp udkondenseret og faldet ned som regn. Det vil sige, for hvert kilo luft, der gennemfører denne tur op i atmosfæren, vil der falde i størrelsesordenen 12 gram regn.

(<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>)





En forsøgsmark med ris plantes til. Foto: Proyuth Ly

Det meste ris dyrkes på oversvømmede marker. Det giver risen en konkurrencefordel mod det meste ukrudt, og ris skal bruge meget vand – men den behøver ikke være oversvømmet hele tiden. I vores projekt ser vi på ris, som skiftevis bliver oversvømmet og drænet igen. På den måde er der mindre tid, hvor der kan dannes metan, og rødderne vokser bedre, når der ikke er iltfrit i jorden. Til gengæld er jorden ofte i en overgangsfase mellem iltet og iltfri – og det er der, hvor der kan dannes lattergas.

Et af spørgsmålene har derfor været, hvad det betyder for den samlede drivhusgasudledning. Et molekyle lattergas giver 297 gange så stor drivhuseffekt som et molekyle CO_2 . Metan giver 23 gange større drivhuseffekt end CO_2 , så det skal tages med i beregningen.

Let dræning gavner klimaet

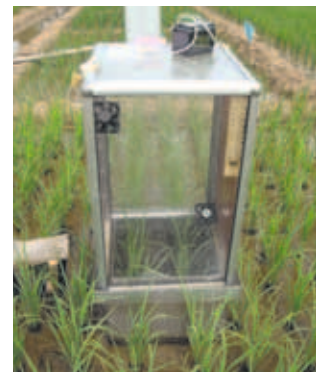
Vi har gennemført forsøg med kombinationer af vanddække, husdyrgødning og kunstgødning, både i drivhuse, og som de første i verden har vi også målt drivhusgasser fra markforsøg i Cambodja. Vores foreløbige resultater viser, at der ikke er udbytteforskelle på de ris, som var permanent oversvømmede, og de som var periodevis tørre. Til gengæld er metanfrigivelsen markant højere i de permanent oversvømmede marker – og navnlig når der er tilført husdyrgødning. I nogle af forsøgene ser vi en højere lattergasfrigivelse fra de periodevis drænedes marker, men ikke nok til at opveje den lavere metanfrigivelse.

Dræning kræver planlægning

Konklusionen er derfor, at det kan anbefales at dyrke ris med periodevis dræning af markerne – fra et drivhusgasperspektiv – og

især hvis man tilføjer gødning til markerne. For landmændene er der imidlertid nogle udfordringer ved denne dyrkningsmetode. Især fordi det kræver, at man kan blive enige om, hvornår der skal drænes, og hvornår der skal oversvømmes. Mange steder løber vandet fra en rismark til den næste, og landmændene er derfor afhængige af hinanden, hvis de enten vil af med vandet eller have noget nyt. Projektet indeholder derfor også undersøgelser af, hvilken dyrkningsmetode bønderne foretrækker, hvor stort deres tidsforbrug er, og hvordan de kan samarbejde om regulering af oversvømmelserne.

I 2011 var Sydøstasien plaget af kraftige regnskyl i slutningen af monsunen, og det resulterede i store oversvømmelser, og delvist ødelagte afgrøder. De steder hvor der ikke kom oversvømmelser, havde man til gengæld bedre udbytter på grund af den rigelige regn. Hvis vandet opmagasineres i reservoirer, kan man bruge det til vanding af en efterfølgende afgrøde i tør-sæsonen. Med stigende fødevarerbehov vil der i fremtiden være endnu større behov for at kunne opmagasinere og kontrollere vandet, der kommer under monsunen.



Et kammer måler frigivelsen af lattergas fra rismarken. Foto: Proyuth Ly



Kvaliteten af byens regnvand

– en udfordring

Regnvandet er rent, når det falder fra himlen, men efter det har været en tur hen over byens tage og gader, kan det indeholde mange forskellige former for forurening. Det er en udfordring, når vi skal finde nye løsninger til at håndtere overskudsvandet efter store regnskyl.

Af postdoc Simon Toft Ingvertsen og lektor Jakob Magid, Institut for Jordbrug og Økologi, Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

Hvis vi i fremtidens byer i stigende grad vil holde regnvandet væk fra kloakkerne og i stedet lade det sive ned til grundvandet eller løbe ud til søer og åer, stiller det os over for nogle nye udfordringer, hvis vi også skal sikre os et rent vandmiljø fremover. Ganske vist vil vi i høj grad undgå de hændelser, hvor kloakker løber over og sammen med regnvandet oversvømmer vores huse og arbejdspladser. Men selvom regnen i sig selv er en uforurennet vandkilde, så er sagen en ganske anden, når regnvandet har strømmet hen over byens overflader som for eksempel tage, bygningsfacader, veje og parkeringsarealer. Her kan det tilføres mange forskellige former for forurening, som kræver, at vandet skal renses, inden det ledes ud i vores vandmiljø.

Forurening af regnvand i byerne

På byens overflader ophobes løbende forureningsstoffer i tørvejrperioderne. Næsten alle former for forurening kan forekomme i byer, navnlig i tætte byområder med megen trafik, industri, store befæstede overflader og anden menneskelig aktivitet.

Kilderne til forureningen er mangfoldige og omfatter blandt andet partikler fra ufuldstændige forbrændingsprocesser, forvitring og slid af køretøjer, veje og bygningsmaterialer, benzin og oliedryp med mere. Hvor meget forurening, der ophobes på overfladerne, afhænger af flere faktorer, for eksempel mængden af menneskelig aktivitet, antallet af tørvejrsgage, luftforurening, vind og turbulens og så videre.

En af de vigtigste faktorer er mængden af motoriseret trafik i området, da slid på bremseklodder og dæk er betydelige kilder til tungmetalforureningen med kobber, bly og zink, mens udstødning og oliedryp primært bidrager med små partikler og tjæreforbindelser. Desuden kan rester fra sprøjtegifte, vaskemidler, undervognsbehandlinger, vej- og bygningsmaterialer med videre ofte være at finde i højere eller lavere koncentrationer.

Betydningen af skybrud

Stigningen i antallet af kraftige regnskyl er den største drivkraft bag en fremtidig ændring i den måde, vi kommer til at håndtere regnvandet i byerne. Men det er vigtigt at huske, at det ikke er i forbindelse med skybruddene, vi er bekymrede for kvaliteten af regnvandet, så længe regnvandet ikke ledes i kloakken og forårsager oversvømmelser eller overløb med kloakvand. Totalt set er der nemlig tale om samme mængde ophobede forurening fra byens overflader, uanset om der er meget eller lidt regn, og koncentrationerne i vandet fra skybrud bliver tilmed meget lave på grund af fortyndingen. Og så forekommer skybruddene tilpas sjældent til, at det urensede regnvand fra byerne ikke er noget stort problem for kvaliteten i vandmiljøet.

Rensning af regnvandet

Byen har en effekt på kvaliteten af regnvandet, men langt hen ad vejen har vi mulighederne til at rense vandet med simple midler, for eksempel ved kontrolleret nedsvivning, forsinkelsesbassiner eller mere tekniske løsninger i form af forskellige filtre og separatorer. Dog mangler der fortsat solid dokumentation for, præcis hvor godt de forskellige løsninger kan rense vandet, men det er noget, der arbejdes løbende med rundt omkring i landet, efterhånden som flere og flere anlæg etableres og overvåges.

Giftighed og vandkvalitetskrav

I forhold til menneskelig kontakt med regnvandet i byerne udgør forureningen ikke nogen nævneværdig fare, medmindre det er forurennet med sygdomsfremkaldende organismer fra efter-



ladenskaber fra fugle eller husdyr. Derimod stilles der i EU's Vandrammedirektiv meget skrappe krav til vandkvaliteten i vores søer, åer og kystvande. Disse krav er for mange stoffer langt skrappe end kravene til vores drikkevand. Det skyldes, at små vandlevende organismer som dafnier, alger og fisk tåler disse stoffer langt dårligere end os mennesker. Nogle af EU's vandkvalitetskrav er faktisk så lave, at det kan blive meget vanskeligt at leve op til kravene, hvis vi vil håndtere store mængder regnvand lokalt i byerne. Dette er et dilemma, lovgiverne må tage stilling til i den nærmeste fremtid, hvis vi for eksempel vil bruge vandet til at tilføre vore byer nogle af de nye attraktioner, du blandt andet kan læse om på side 14 og 24 i dette hæfte.

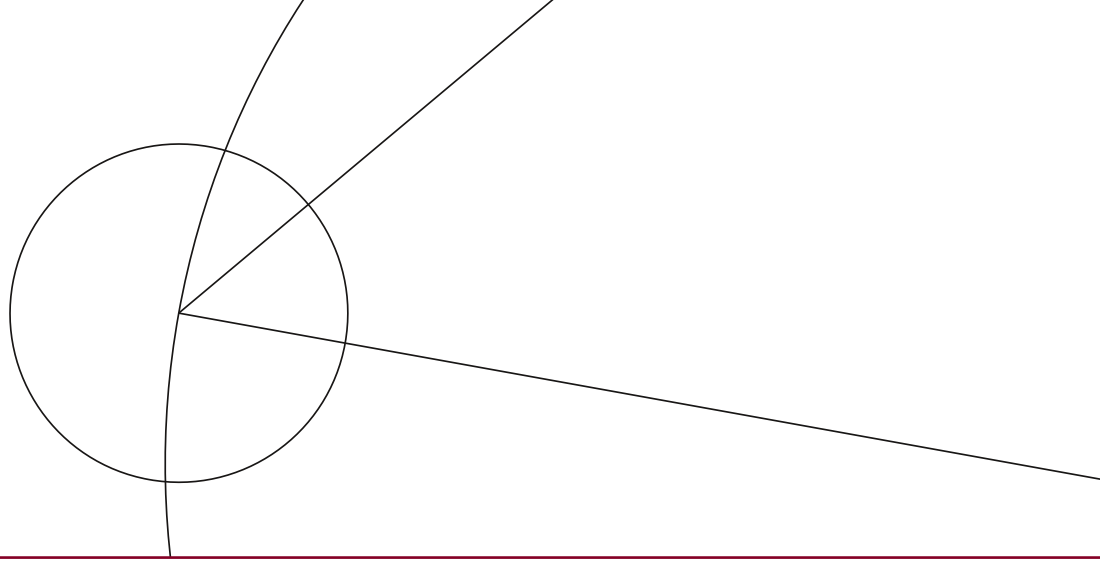
I tabel 1 ses en gruppering af forureningsstoffer, som er relevante for byområder, ligesom der er eksempler på de mest kendte parametre og de væsentligste kilder til stofferne.

Der findes efterhånden mange undersøgelser af regnvandets kvalitet på forskellige typer af overflader i byområder, og selvom der er meget stor variation i, hvor høje koncentrationer man finder, så peger analyserne på, at vejvand som regel er mest forurenet, og at forureningen stiger med mængden af trafik på vejen. Der er dog også eksempler på regnvand fra tagflader, som på grund af materialerne eller høj luftforurening er forurenet i samme grad eller værre end vejvand.

Der findes også områder i byen, hvor regnvandet uproblematisk kan nedsives eller udledes til overfladevand uden forudgående rensning. Det gælder typisk private parcelhusgrunde eller nye boligområder med spredt bebyggelse.

Tabel 1. Oversigt over forureningsstoffer og eksempler på kilder i byområder.

Grupper	Eksempler på parametre	Eksempler på kilder
Partikulært materiale	Partikelstørrelse kan variere fra < 0.45 – ca. 10.000 mikrometer	Slid på materialer, forbrænding, jord- og sandpartikler, planterester (blade), luftbåren støv
Tungmetaller	Cadmium, kobber, krom, bly, zink	Dækslid, bremseklodser, motorolie, forvitring af karroseri, autoværn, skilte, metal tage og -nedløbsrør, industri (for eksempel spild fra produktion eller ved oplagring)
Miljøfremmede organiske mikroforureninger	Polycykliske aromatiske hydrokarbon (PAH), phenoler, pesticider, phtalater (plastblødgørere), m.fl.	Forbrænding, industrier (for eksempel spild fra produktion eller ved oplagring), slid på materialer, fordampning og afsmitning fra biler og bygningsmaterialer, ukrudt- og algebekæmpning
Næringsstoffer og salte	Fosfor, kvælstof, organisk materiale, salt (ledningsevne)	Planterester, efterladenskaber fra dyr, atmosfærisk deposition (eller afsætning), gødning, glatførebekæmpelse
Sygdomsfremkaldende organismer	E. coli, enterokokker	Kæledyr, fugle, sjældent mennesker



Forsikringspriser

– et spørgsmål om sandsynlighedsregning og solidaritet

Forsikringselskaberne bruger sandsynlighedsregning, når de skal beslutte sig for, hvad deres kunder skal betale for forsikringer. Et skybrud kan ændre faktorerne i beregningen, så alt taler for at hæve forsikringspræmien, men der er mere på spil end statistik, når vi taler forsikringspræmier – solidaritet, købmændskab og politik er blandt de andre elementer, der også påvirker præmiernes størrelse.

Af professor Mogens Steffensen, Institut for Matematiske Fag, Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

Skybruddet i København i juli 2011 kostede forsikringselskaberne omkring fem milliarder kroner. Men hvorfra kom pengene? Nogle af dem har kunderne betalt i præmie forud, og nogle af dem må selskabets ejere selv betale. Men omkring 80 procent er udbetalt som erstatning fra forsikringselskabernes egne forsikringselskaber, de såkaldte genforsikringselskaber. Selskaberne videresender nemlig en del af de præmier, som kunderne betaler, til genforsikringselskaberne, mod at de til gengæld tager en stor del af udgiften, når monsterregnen kommer. Den løbende fastsættelse af dækninger og præmier i forhold til kunder og genforsikringselskaber kræver omhyggelig overvågning af skadeudviklingen, og det er selskabernes aktuarer (forsikringsmatematikere), der udfører dette arbejde med avancerede værktøjer fra sandsynlighedsregning og statistik.

Forudsigelse af fremtidens nedbør

Forsikringselskaberne reagerer på monsterregnen med forhøjelse af præmierne fremover. Men hvor meget? Det handler om at forstå, om skybruddet indtraf, fordi vi var uheldige, eller fordi risikoniveauet har ændret sig.

Selskaberne anvender sandsynlighedsregning og statistik for at danne sig et billede af fremtidens nedbørsforhold. Samtidig konsulterer de eksperter i nedbør.

Vi forestiller os, at selskabet starter med i 2009 at anslå en skybrudsrisiko i et geografisk område på $1/12$, det vil sige, området får et skybrud med omfattende skader hvert 12. år. Lad os sige, at selskabet beregner den årlige præmie til en husforsikring til 3.000 kroner. Nu kommer monsterregnen allerede i 2010 og så igen i 2011. Selskabet har hvert år store udgifter, som de sender videre til genforsikringselskaberne mod at aflevere en del af præmien på de 3.000 kroner. Spørgsmålet er nu: Var vi bare uheldige og oplevede de første to år en begivenhed, der indtræffer med sandsynligheden $1/12 \times 1/12 = 1/144$? I det tilfælde bør vi fortsat regne med kun én skade de næste 12 år og derfor fastholde præmien. Eller erkender vi, at der er et nyt risikoniveau? Vi beregner om og får måske det resultat, at regnen fremover indtræffer med sandsynligheden $3/12$ svarende til, at vi får skybrud hvert fjerde år. Dette fører til en markant præmieforhøjelse. Denne justering af præmien er i sig selv et vanskeligt matematisk spørgsmål.

Men matematikken bliver hele tiden udfordret af konkurrencesituationen. Det kan godt være, at "vores" forsikringselskab tror, at regnen kommer hvert fjerde år. Men konkurrenter, der tror, at den kommer hvert sytten år, kan opkræve en lavere præmie for deres forsikringer og erobrer derfor vores kunder. Konkurrenterne har erobret markedsandele, og moder natur afgør, om de har gjort en god forretning. Så selvom vores forretning umiddelbart så bedre ud, mistede vi vores kunder, der skulle være grundlaget for fremtidens forretning.

Mikrotariffering – risiko koster

Overvejelserne ovenfor handler om monsterregnens indflydelse på præmiernes udvikling i tid. En anden vigtig dimension er udviklingen i sted.

Hvis to kunder i Danmark har to ens forsikringer og ejer de samme ting, skal de så betale den samme præmie på 3.000 kroner? Umiddelbart ja. Men hvis data eller klimaekspertes kan se ud fra geografien, at den ene bliver ramt dobbelt så hyppigt af skybrud som den anden, hvad så? Skal den "dårlige" (dyre) kunde betale 3.500 kroner, mens den "gode" (billige) nøjes med 2.500 kroner? Hvis vi fastholder præmierne, kan den gode kunde måske få en billigere forsikring et andet sted, og vi sidder tilbage med en dårlig forretning. Så vi kunne finde på at differentiere præmierne efter geografisk detailinformation, et eksempel på såkaldt mi-

krotariffing. En sådan tendens drives af forsikringssekskabernes ønske om at erobre markedsandele og en generel individualisering i samfundet kombineret med, at det nu er praktisk muligt rent statistisk-datalogisk.

Men er det egentlig rimeligt, at en kunde, der bor i en kommune med et godt vedligeholdt kloaknet, skal betale mere i forsikring, end en kunde, der bor i en kommune med et dårligt vedligeholdt kloaknet? Det handler om mere end statistik. Det handler også om solidaritet, kommunal- og boligøkonomi – og om politik.



Her ryddes der op i Cafe Fremtiden efter skybruddet over København den 2. juli 2011. Cafeen ligger i kælderhøjde på Sankt Annæ Plads og har ligget der siden 1854. Under skybruddet stod vandet i 1 meter og 10 centimeters højde i cafeens lokaler. Alt inventar sejlede rundt og måtte efterfølgende kasseres. Det eneste, der ikke var beskadiget, var cafeens loft og nogle gamle billeder, som hang højt. Cafeen holdt lukket frem til midten af oktober og gik derfor glip af sommerens indtjening fra blandt andet de mange turister i København. Heldigvis var både ejeren af cafeen og udlejererne af lokalene godt forsikrede, så de fik erstatning for både tabt indtjening, bygningskader og ødelagt inventar, og man kan nu igen spise dansk smørrebrød i lokalene, der er bygget op, så de ligner sig selv før skybruddet. Foto: Polfoto

Hvordan forbereder vi os bedst til den næste monsterregn?

Titlen er et spørgsmål, endda et rigtig godt spørgsmål. Det allervigtigste er at gøre sig klart, hvem "VI" er. Er det en husejer, der er bekymret for, om huset bliver oversvømmet, er det kommunen, der gerne vil have et grønnere miljø, er det husejeren, der bliver pålagt at ændre på sin kloak på egen grund for egen regning, eller er det forsyningsselskabet, der skal sørge for at få vandet billigst muligt ud af byen, når det regner? Svaret afhænger i høj grad af, hvem der spørger.

Af lektor Karsten Arnbjerg-Nielsen, DTU Miljø, Danmarks Tekniske Universitet

Kloakker er en fantastisk opfindelse. Uden dem kunne vi ikke leve i byer; vi ville hurtigt blive syge af kolera, Roskilde-syge og alle de andre sygdomme, der transporteres fra menneske til menneske via vand. Kloakker blev oprindeligt bygget til at håndtere regnvand og vand fra køkkener. Senere kom toilet-vand til. Det eksisterende kloaksystem håndterer omtrent 99 procent af den årlige nedbør uden problemer. Selv i København i 2011 har kloaksystemet håndteret næsten 90 procent af vandet uden problemer. De sidste 10 procent gav dog store oversvømmelser den 2. juli, hvor der løb mere vand på gaderne end i kloaksystemet.

Virker som badekar

Det er udfordringen med de tekniske systemer, vi laver; de virker ligesom et badekar. Alt, hvad man hælder i et fyldt badekar, løber ud på gulvet. Hvis vi bruger det billede, har vi tre muligheder: Vi kan flytte vandhanen, så vandet ikke løber ned i badekaret, vi kan gøre afløbet større, eller vi kan sørge for, at gulvet kan tåle, at der bliver hældt vand på det. Teknisk svarer det til henholdsvis at holde vandet tilbage før stedet, der oversvømmes, bygge større kloakker eller gøre byen mere robust over for oversvømmelser.

Mange interesser indblandet

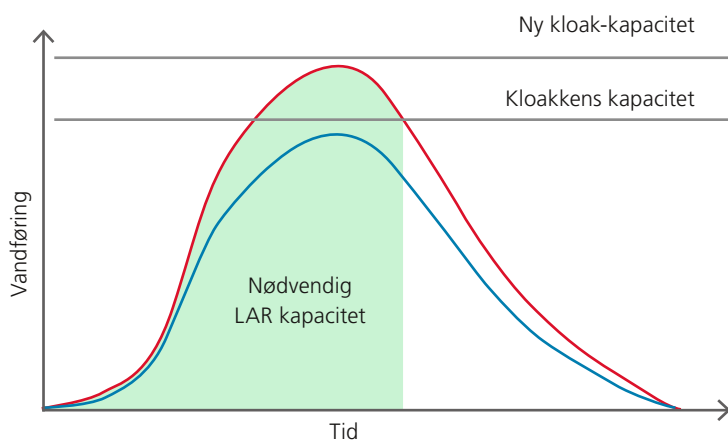
Det er vanskeligt at lave systemer, der kun virker på monsterregn. Derfor er mange løsninger baseret på at håndtere al den nedbør, der kommer. Så hvis kloakken skal gøres større, gælder det hele den strækning, der ligger neden for det område, der oversvøm-

mes. Ellers laver vi bare en ny oversvømmelse et andet sted! Tilsvarende med at holde vandet tilbage i LAR-løsninger*, der skal holde vandet tilbage. LAR-løsninger skal – hvis de skal virke på monsterregn – være mindst lige så store som kloakkerne, se figur 1.

Nu kommer de enkelte aktører på banen. Her er spillereglerne:

- Vi kan ikke bygge et teknisk system bestående af LAR og kloak, der kan håndtere en rigtig monsterregn. Det er for dyrt, og det vil kræve for meget plads.
- Selv ved en monsterregn som den i København var langt de fleste huse IKKE oversvømmet. En tommelfingerregel er, at under fem procent af alle bygninger er sårbare over for oversvømmelse – også efter klimændringerne. Så klimatilpasning til monsterregn handler om at vælge at beskytte nogle få husejere, der har valgt at bygge et udsat sted.
- LAR-løsningerne virker kun de steder, hvor der IKKE var oversvømmelser. Dem, der skal betale, har altså ingen glæde af løsningen.
- Samfundsøkonomisk er kloakker optimalt til afledning af regnvand.
- Økonomien for de forskellige aktører afhænger af den valgte løsning. Hvis hver enkelt husejer laver LAR-løsninger, er det gratis for kommunen. Forsyningsselskabet kan vælge at betale noget af udgiften. Det vil for forsyningsselskabet ofte være billigere end at skulle investere i nye kloakker. Men udgiften for borgeren er større, end den gevinst som kommune og selskab høster ved ikke at bygge kloakker i stedet for.
- Mange mennesker sætter pris på at bo i blå-grønne områder. Rigtigt udført giver LAR-løsninger en gevinst, som kloakker ikke kan give.
- Forsyningsselskaberne har ofte den største ekspertise i at håndtere skybrud og monsterregn. Men ifølge lovgivningen er monsterregn ikke deres problem.
- LAR-løsninger giver et mere naturligt vandkredsløb. Det gavner vandløb og søer, men giver risiko for forurenede grundvand.
- De bedste og billigste løsninger indebærer, at byen skal gøres mest robust over for klimændringer. Det er lokal beskyttelse eller nedrivning af særligt sårbare bygninger, cykelstier og veje,

Hvad vil det sige at skulle håndtere mere vand?



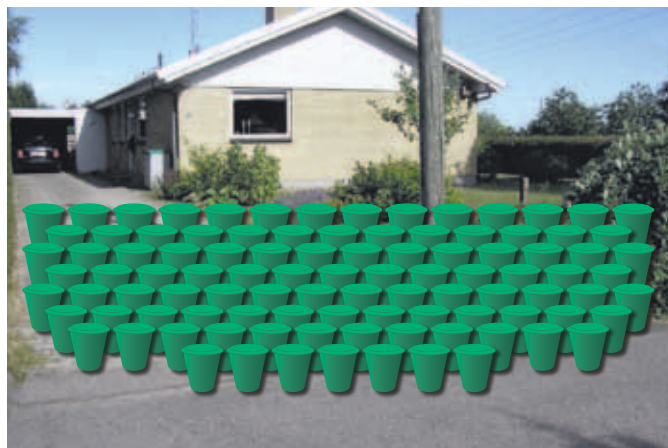
Den blå kurve repræsenterer den regn, der strømmer til kloakken fra et skybrud, som kloakken netop kan håndtere. Hvis et større skybrud (den røde kurve) skal kunne håndteres, skal kloakken gøres større eller alt vand ledes væk, ikke kun det lille ekstra volumen.

Grafik: Kliborg Design efter forlæg fra Karsten Arbjerg-Nielsen

der leder vandet andre steder hen, oversvømmelse af grønne områder og meget andet. Men alle udgifter skal finansieres over skatten. Der er sikkert mange år til næste monsterrregn og der er mange andre ønsker til at bruge pengene. Så løsning af monsterrregn bliver ofte nedprioriteret til fordel for investeringer i skoler, børnehaver, veje og plejehjem.

Hvilken løsning vil du vælge? Hvem taber, og hvem vinder?

Så mange regntønder skal der ofte til, hvis LAR-løsninger skal give samme serviceniveau som en kloak.
Grafik: Kliborg Design, baggrundsfoto: Karsten Arbjerg-Nielsen



LAR	<i>Lokal Afledning af Regnvand</i> er en fælles betegnelse for mange typer af løsninger, der holder vandet tilbage i stedet for at lede det til kloak. For den enkelte husejer kan det være for eksempel faskiner, regntønder og regnbede, på større skala kan det være for eksempel grøfter og vådområder.
Lovgivning	Kommunerne kan bestemme kloakeringsforhold jf. Miljøbeskyttelsesloven § 28-30. Det fremgår indirekte, at hvis engang man har givet påbud om at tilslutte sig kloakken, har borgeren fået en ret, som han/hun ikke kan miste, det vil sige, man kan ikke give påbud om at lave LAR-anlæg uden at blive kompenseret. Derfor skal kommuner, der ønsker at anvende LAR, indgå frivillige aftaler med husejerne. Kommunerne regulerer, hvad forsyningsselskaberne skal lave gennem en spildevandsplan. Indholdet af en spildevandsplan er fastlagt i Miljøbeskyttelsesloven §32. Lovgivning i Danmark kan ses på www.retsinfo.dk
Blå-grønt område	Et område, der er planlagt til at være et værdifuldt rekreativt område gennem anvendelse af vand og natur. Det behøver ikke at være et naturligt område, se for eksempel figur 3. LAR-anlæg kan anvendes til at holde mere vand tilbage og dermed gøre området mere grønt og blåt.
Samfundsøkonomisk analyse	Samfundsøkonomiske analyser kan bruges til at hjælpe med at vælge mellem forskellige løsninger ved at pege på, hvad der samlet set er den økonomisk optimale løsning på et problem. Men mange andre faktorer end samfundsøkonomi indgår i valg af den endelige løsning.
Værdi af kloakker	Der investeres i Danmark mere end syv milliarder kroner i kloakker og renseanlæg hvert år. Investeringen er ifølge verdenssundhedsorganisationen WHO den samfundsøkonomisk mest optimale investering, et samfund kan foretage, fordi kloakker forhindrer sygdomme. Men risikoen for smitte via regnvand er ikke stor, så kloakker er kun det foretrukne valg til regnvand, fordi de er (relativt) billige og lette at lave.

Fremtidens grønne by

I løbet af de seneste 25 år er sommerens regnskyl blevet cirka 20 procent kraftigere. Ofte kan kloakkerne ikke følge med. Resultatet er kældre fyldt med kloakvand, oversvømmede veje, og kloakvand, der sendes urensset ud i vandløbene og i havet. Danske byer har behov for klimatilpasning af deres regnvandssystemer, hvilket kræver investeringer i milliardklassen. Men der er også unikke muligheder for, at monsterregnen kan være en løftestang for udviklingen af fremtidens bæredygtige by.

Af professor Marina Bergen Jensen, postdoc Antje Backhaus og adjunkt Ole Fryd, Skov & Landskab, Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

Som alternativ til at bygge større kloakker kan den ekstra nedbør håndteres i byens grønne struktur. Det handler basalt set om, at man drejer nedløbsrøret væk fra kloakken og i stedet leder regnvandet til et grønt område, hvorfra vandet kan sive ned i jorden eller fordampe op i luften. Regnvand fra tage, veje og pladser ledes for eksempel til græsplænen, et regnbed eller en grøft. Desto flere tagflader og veje, der afkobles, desto bedre plads bliver der i kloakken, og jo mindre er risikoen for, at kloakkerne flyder over. Samtidig kan disse løsninger designes, så de styrker den overordnede byudvikling ved at gøre byen grønnere, sundere og bedre at leve i (se figur 1).

Visjoner for fremtidens by

Regnvand er en fantastisk ressource, der kan gøre byen mere grøn og levende. Ved at tænke nyt, kan vi skabe smukkere og mere oplevelsesrige byrum, forbedre vilkårene for leg, læring og rekreation (se tekstboks om grønne løsninger i Malmø), fremme biodiversiteten i byen og måske skabe en økonomisk merværdi, som er til gavn for samfundet som helhed. Det er nemt at tænke afvandsselementer ind i den private have, på etagebyggeriernes grønne arealer, langs cykelstier og så videre, og mulighederne for at koble med etableringen af vådområder, legepladser og flere grønne åndehuller i byen begrænses næsten kun af fantasien.

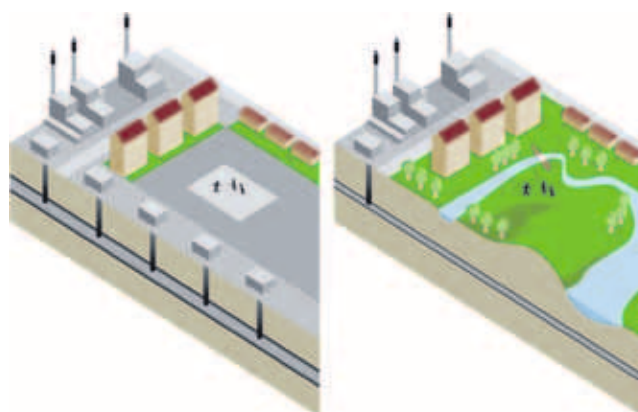
Måske har vi i fremtiden sammenhængende grønne parkstrøg igennem byen, der på den ene side fungerer som spredningskor-

ridorer* for dyr, og på den anden side som kanaler for regnvand, når monsterregnen rammer. Måske designer vi fodboldbaner og byens pladser, så de midlertidigt kan opmagasinere regnvand i tilfælde af skybrud – frem for at vandet ukontrolleret oversvømmer bygninger og gader med store økonomiske udgifter til følge.

*Spredningskorridorer:

Hegn, mure, veje og jernbaner danner barrierer for mange dyrearter, når de i deres søgen efter føde eller skjulesteder bevæger sig rundt i byen. Dels kan dyrene blive dræbt, når de forsøger at krydse vejene, dels kan dyrenes spredning fra ét grønt område til et andet blive forhindret. For at sikre dyrelivet er det nødvendigt at forbinde byens haver, parker og naturområder i et net af økologiske forbindelseslinjer (spredningskorridorer), som kan sikre dyrelivet fri bevægelighed i byens landskab.

Kilde: Frit efter J.C. Salvig, Faunapassager i forbindelse med større trafik anlæg, 1996, www.trafikdage.dk.



Landskabsbaseret regnvandshåndtering kan skabe synergi og merværdi i byen sammenlignet med traditionelle kloakløsninger.

Illustration: Grafisk Bureau. Kilde: Jensen, M.B. og Fryd, O. (2009), Den Blå By – muligheder og udfordringer, Arbejdsrapport Skov & Landskab nr. 88-2009. Skov & Landskab, Københavns Universitet, Hørsholm



Filterjord

- Filterjordlaget er cirka 30 cm tykt og dækket af græs eller anden vegetation
- Jordens surhedsgrad skal være mellem pH 6 og 8
- Jorden iblandes 1-3 procent humus eller kompost
- Op til 10 procent ler og silt kan eventuelt tilsættes for yderligere at forbedre jordens renssegenskaber.

Filterjord bruges blandt andet i Berlin til rensning af forurenede regnvand fra veje. Der er tale om en optimeret jordblanding, der sikrer hurtig infiltration og effektiv rensning.

Foto: Antje Backhaus. Kilde: Cederkvist, K. og Ingvertsen, S.T. (2010), Filterjord – en metode til håndtering af forurenede vejvand, Videnblade Park og Landskab 7.3-3. Skov & Landskab, Københavns Universitet, Frederiksberg

Behov for omtanke

En sådan forvandling af byen er dog ikke helt uproblematisk. Grundvandet kan i nogle områder komme til at stå for højt, hvis der indføres massiv nedsvivning, hvilket kan skabe sumpede områder. Derfor er der behov for at skrue maksimalt op for fordampningen. En anden bekymring er, om grundvandets kvalitet forringes, hvis der nedsives regnvand fra forurenede overflader, for eksempel fra veje. Det forventes dog, at hovedparten af de stoffer, der findes i regnvand, kan fjernes ved kontrolleret filtrering gennem en fornuftigt sammensat jord (se tekstboks om filterjord), og at vandet dermed kan opnå en kvalitet, der er betryggende i forhold til grundvandet.

Lad den blå bølge rulle

Klimaforandringerne omfang og hastighed er forbundet med usikkerhed. Der er derfor en stor risiko for at over- eller underdimensionere regnvandssystemerne. En fordel ved de grønne løsninger er her, at de kan implementeres gradvist, i takt med at behovet opstår og eventuelt i kombination med øvrig byomdannelse. Der er dermed fuld fleksibilitet i klimatilpasningen, og risikoen for en fejlinvestering er minimal.

Hvis det lykkes for danske byer at gennemføre tilpasningen til mere regn ved hjælp af lokale grønne løsninger, vil Danmark fremstå som et foregangsland.

Hvis du vil vide mere om forskningen i grønne regnvandsløsninger

www.2bg.dk
www.laridanmark.dk
www.vandibyer.dk
www.byerivandbalance.dk

Grønne løsninger i Malmø

Augustenborg-bydelen i Malmø i Sverige er et godt eksempel på, hvordan landskabshåndtering kan kobles til skabelsen af mere attraktive byrum og steder, hvor vand indgår som et lege- og læringselement.



Små søer giver karakter til boligbebyggelsen og er samtidig en del af regnvandssystemet i bydelen. Foto: Ole Fryd



Grønne kanaler skaber små lokale vådområder, der samtidig indbyder til leg. Foto: Rosalina W.-Torgard



Et amfiteater i en skolegård fungerer samtidig som regnvandsbassin i tilfælde af kraftig regn. Foto: Marina Bergen Jensen

En grøn by er også en klimasikker by

Københavns Kommune har vedtaget en klimatilpasningsplan, som skal være med til at sikre byen mod fremtidens vildere vejr – og det skal blandt andet ske ved at gøre byen mere grøn og blå!

Af områdechef Lykke Leonardsen, Center for Park og Natur, Københavns Kommune

Den 2. juli 2011 åbnede sluserne sig for alvor over København. I løbet af et par timer fik hovedstaden, hvad der svarer til over en måneds regn. Skaderne på byen var voldsomme. Det anslås, at skybruddet vil koste mere end seks milliarder kroner – alene i forsikringskader. Regnvejret var for mange en øjenåbner: Er det sådanne regnvejr, vi kan forvente os i fremtiden? Og hvad kan vi gøre for at sikre os imod det?

Radikale tiltag

I København havde man tænkt over, hvad der kommer til at ske i fremtiden – derfor har man lavet en klimatilpasningsplan, som har to helt centrale punkter:

- 1) København skal være klimasikker – også i fremtiden!
- 2) Vi skal bruge klimatilpasningen til at skabe en bedre og grønnere by!

Den mest akutte udfordring for København er netop de stigende regnmængder – især i form af skybrud. Vi ved, at det vil komme til at regne mere i fremtiden – cirka 30 procent mere, end det gør i dag.

Hvis byen skal kunne håndtere mere vand, er der brug for radikale tiltag. Det vil koste uforholdsmæssigt meget at udvide byens kloaksystem, og en stor del af byen ville skulle graves op. Derfor skal vi arbejde med løsninger, hvor regnvandet enten forsinkes eller nedsives lokalt. Hvis vi laver flere grønne løsninger, kan vi bruge de grønne arealer både til nedsivning og til midlertidig opbevaring af regnvand, når det virkelig øser ned.

Grønne løsninger i byens rum

Københavnerne skal opleve, at byen faktisk bliver et bedre sted at bo i. Det gør vi blandt andet ved at pege på grønne løsninger. Udfordringen for denne strategi er helt klart i den eksisterende tætte by. Her må vi derfor arbejde både med gårdrum, med arealerne langs vejene og i de små lommer rundt om i byen. Her skal der være færre faste belægninger, flere vandelementer, flere grønne tage og mere grønt på byens facader. Der skal plantes træer, som både kan give skygge og opsuge regnvand.

I byens parker har vi masser af muligheder for at håndtere mere regnvand og samtidig forbedre de grønne områders rekreative potentiale. Det kan blandt andet være ved at åbne nogle af de rørlagte åer, som ligger under København. Det vil gøre det muligt at skabe nye rekreative muligheder for borgerne – og samtidig få skabt nogle vandløb, som kan bruges til at aflede regnvand, så vi kan undgå spidsbelastning af kloakkerne.

Vende udfordringer til muligheder

Det handler om at vende klimatilpasningens udfordringer til muligheder. Byen bliver sjovere, mere spændende og sund at opholde sig i, når der er mere grønt i byens rum. Københavnerne efterspørger også de grønne områder tæt på deres boliger, så ved at tænke grønt i klimatilpasningen, kan vi skabe en bedre by. Klimatilpasning er så nyt, at det er svært at vise konkrete projekter, men der arbejdes i øjeblikket blandt andet på en løsning, hvor man på Sankt Annæ Plads skal kombinere en renovering af pladsen med en afvanding af dele af Frederiksstaden – hen over pladsen og ud i havnebassinet.

Sankt Annæ Plads i København danner en overgang mellem Nyhavn og Frederiksstaden. I Frederiksstaden ligger blandt andet Amalienborg og Marmorkirken, og de fleste ældre huse i kvarteret er fredede. Frederiksstaden er optaget i Kulturkanonen. Sankt Annæ Plads skal ved en kommende renovering indrettes, så den i tilfælde af skybrud kan afvande Frederiksstaden og lede regnvandet ud i havnebassinet. Foto: Scanpix





Kan Campus sikres mod oversvømmelse?

Den 2. juli 2011 blev Københavns Universitets Frederiksberg Campus også oversvømmet. I det følgende efterårsemester arbejdede tre grupper landskabsarkitektstuderende med forslag til, hvordan man kan sikre campusområdet mod lignende oversvømmelser i fremtiden. Læs deres forslag her.

'Den fleksible have' – en studenter- og professor-drevet have på Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet

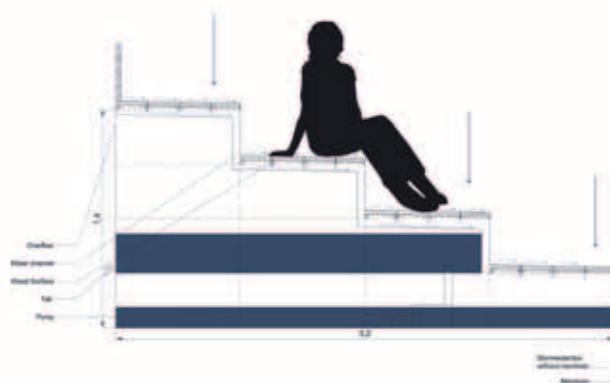
Af Anna Louise Flach de Neergaard

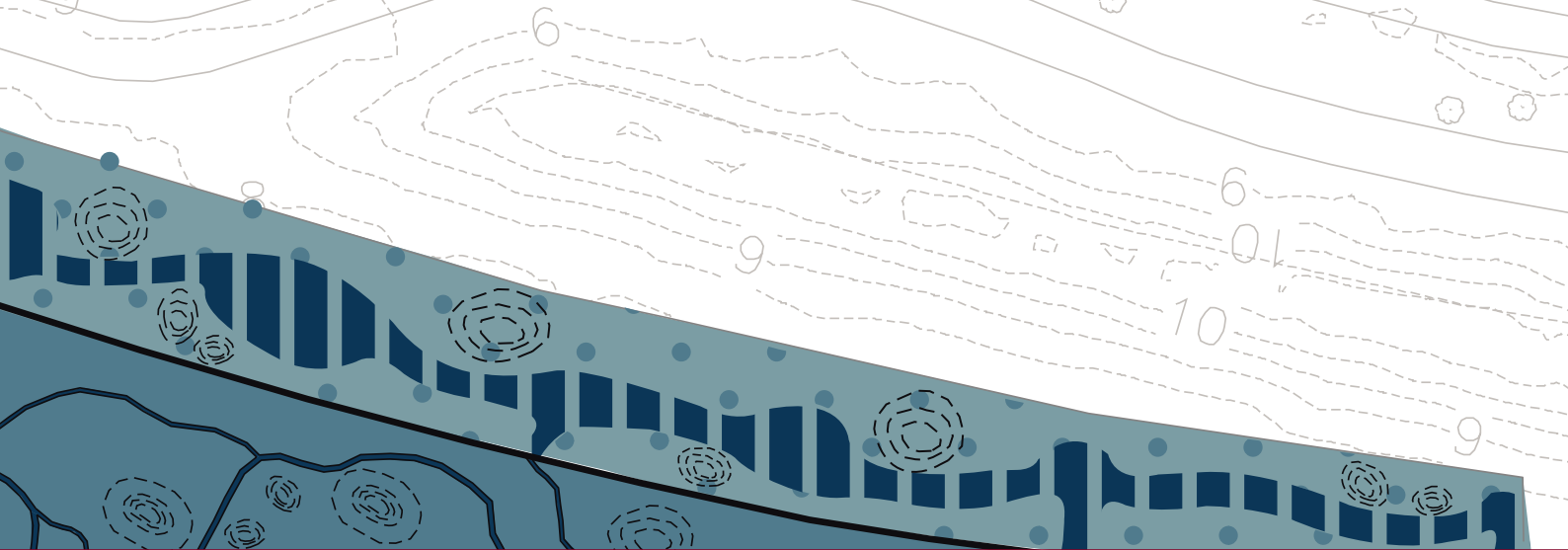
Kan urbant landbrug løse nogle af de problemer, vi i fremtiden får med mere intense nedbørsperioder og oversvømmelser? Det er et af de spørgsmål, som 'Den fleksible have' prøver at svare på ved at fokusere på, hvorledes man kan forsinke og reducere regnvandet, før det når kloakkerne, ved at opsamle og opbevare vandet.

'Den fleksible have' har tre hovedfunktioner og fungerer både som en grøntsagshave, hvor studerende, professorer og ansatte kan dyrke deres egne grønsager og mødes på tværs, som et fleksibelt byrumsmøbel, der kan sættes op rundt omkring på Frederiksberg Campus, og som et system, der kan opbevare regnvand til vanding af afgrøderne.

Haven er bygget op omkring et modulært trappekoncept, hvor man kan placere planteboksene og sidde på trappetrinnene. Alt det regnvand, der rammer trappetrinnene, bliver transporteret ind under trappen, hvor det bliver opbevaret i en stor tank. Her bliver regnvandet opbevaret, indtil det efterfølgende bliver brugt til vanding. Opbevaringstanken kan i alt indeholde 24,64 kubikmeter vand. Derfor rummer 'Den fleksible have', et potentiale i at tilbageholde store mængder regnvand, og man kan nemt forestille sig, at haven kunne blive gjort til virkelighed flere steder rundt omkring i byerne.

Projektet blev lavet sammen med Gabriel Barrioz, Maren Luger og Stina Andersson





Bio-drivers parkering

Af Lærke Kit Nielsen

Parkeringspladsen mellem Thorvaldsensvej og Rolighedsvej, der i dag er en asfaltørken, omdannes til et delta, som forsinker, fordampner og nedsiver vand fra arealet og de tætteste omgivelser i stedet for at sende det til kloakken. Delta vil opleves grønt, og stående vand vil kun ses efter kraftigere regnbyger.

De eksisterende parkeringspladser bevares ved at omdanne parkeringspladsen til en parkeringskælder med et grønt tag. Taget placeres i niveau med de omgivende arealer og opleves derfor som et grønt område. Det grønne tag udformes som et delta med

bakker og lavninger. Det varierede terræn med mere våde og tørre områder skaber mulighed for, at flere forskellige planter og dyr kan leve der.

Vand fra tage og belægninger ledes til det grønne tag, hvor det forsinkes, og en del fordampes. Det vand, der ikke tilbageholdes eller fordampes, vil løbe videre til et lavereliggende grønt område mellem cykelstien og parkeringspladsen. Vandet samles i dette delta, som på det grønne tag, i lavninger, og nedsiver, hvis det ikke fordampes.

Projektet blev lavet sammen med Chris Moir, Alicja Romaniak og Maxwell Owusu-Twum



Håndtering af monsterregn på Frederiksberg Campus

Af Josefine Vedtofte

Frederiksberg Campus kan med sin placering opstrøms fra København og med sine grønne områder være en del af en samlet indsatsplan med fysiske strukturer, der kan håndtere monsterregn.

Vores løsningsmodel tilbageholder alt regnvand, der falder på campus, ved at oversvømme kontrollerede områder, indtil kloakerne igen kan modtage vand efter 24 timer. De tre områder er internt forbundne via overløb. Hvis det samlede system fyldes, er der overløb til Åboulevarden, så campusbygningerne undgår oversvømmelse.

De fysiske strukturer bør være teknisk simple og autonome som for eksempel kanaler, da løbende vedligeholdelse er dyr, og stormvarslingen ofte er meget kort. Strukturernes bør designes multifunktionelt, da de vil være tørlagte det meste af tiden. Nedsænkede cykelstier kan for eksempel fungere som kanaler, og

bassiner kan bidrage rekreativt. Modellen kan tilbageholde 23.870 kubikmeter vand, svarende til en 500 års-regn som den i juli.

Projektet blev lavet sammen med Anaïs Lora, Yura Lotonenko, og Mark Wilson





Grønne tage suger monsterregn

Grønne tage kan være en del af løsningen på problemerne med oversvømmelser efter monsterregn. Grønne tage er tage, der består af små planter, som opsuger en del af regnen, og selv når de er mættede med vand, forsinker de regnen i at løbe i kloakken. Derfor kan de grønne tage være en del af en bæredygtig måde at håndtere regnvandet på. Hos AgroTech på Københavns Universitets campus i Taastrup forskes der i grønne tage som en del af grønne miljøer i byerne.

Af innovationskonsulent Lars Jørgensen, AgroTech A/S og ErhvervsPhD-studerende ved Institut for Jordbrug og Økologi, Det Natur- og Biomedicinske Fakultet, Københavns Universitet

Ved at lægge et grønt tag på en bygning er der en lang række positive effekter. Der har i de seneste år været meget fokus på, at de kan absorbere og tilbageholde regnvand, og hvis vandet opsamles, er der også mulighed for at udnytte regnvandet til andre formål, for eksempel toiletskyl. Grønne tage vil også mindske temperaturpåvirkninger på bygninger, da tagene slet ikke bliver lige så varme som et sort tag, hvilket dermed mindsker behovet for aircondition om sommeren og også øger tagenes levetid. Herudover skaber grønne tage biodiversitet i byerne, og så påvirker grønne omgivelser menneskers psyke positivt og giver øget livskvalitet.

Grønne tage testes

Siden foråret 2010 har AgroTech opbygget et testcenter, hvor forskellige typer af grønne tage, grønne vægge og andre bæredygtige løsninger til at gøre byerne mere grønne testes. Hvert minut måles der, hvor meget vand der er løbet af de grønne tage – og dermed også hvor meget af regnen, der er blevet tilbage i tagene. Set over en lang periode er det faktisk en stor del af regnen, der holdes tilbage, fra cirka halvdelen for de tyndeste tage og helt op til 90 procent af nedbøren ved de tykkere tage.

Men træerne vokser ikke ind i himlen, selvom de er lidt tættere på, når de står på et tag. Ved meget kraftig regn – monsterregn – bliver tagene hurtigt vandmættede, og så løber resten af vandet bare af.



Figur 3: Ekstensivt grønt tag på seks cm hos AgroTech i Taastrup. Foto: AgroTech

Ekstra gode i kombination

Selvom et grønt tag ikke alene er i stand til at løse de problemer, der opstår som følge af en monsterregn, kan det altså afhjælpe nogle af problemerne ved at optage en del af regnen – jo tykkere tag jo mere regnvand optages. Samtidig forsinker de grønne tage det overskydende vand i at løbe til kloakken. Således er grønne tage med til at gøre problemerne efter en monsterregn mindre. Hvis man oven i købet kombinerer de grønne tage med andre løsninger, som regnbede eller oversvømmelsesbassiner, kan de grønne tage på den måde være en del af en holdbar løsning.

AgroTech

AgroTech er et Godkendt Teknologisk Serviceinstitut (GTS), som på baggrund af den nyeste viden tilbyder uvildig rådgivning og teknologisk service.

Vores felt er jordbrug og fødevarer, og vores viden om biologi og teknologi sætter os i stand til at løse komplekse opgaver inden for hele værdikæden fra jord til bord.

Vi henvender os til fødevarerhvervet, gartnerier og landmandens samarbejdspartnere: forarbejdningsevirkomheder, maskin- og teknologileverandører samt leverandører af andre hjælpemidler.



Figur 4: Semi-intensivt grønt tag på 20 cm hos AgroTech i Taastrup. Foto: AgroTech

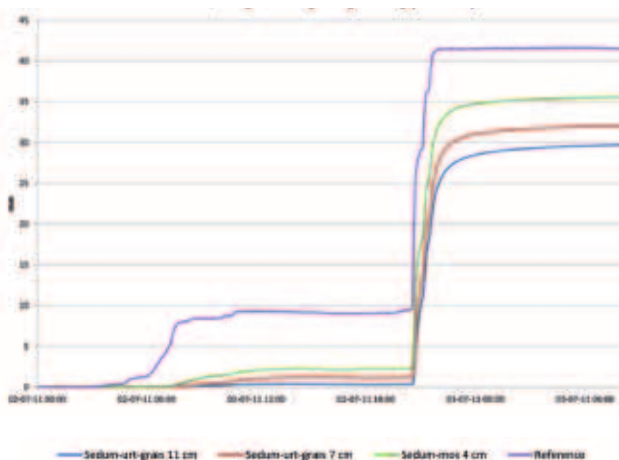
Om grønne tage

Grønne tage findes i mange forskellige tykkelser og opbygninger, fra tynde og lette tage, til meget tykke og tunge taghaver med store træer. Et grønt tag består af en række lag. Nederst er der en vandtæt membran, der også sørger for, at planternes rødder ikke kan trænge ned i bygningen. Herover ligger et drænlag, der fjerner overskydende vand, og et lag, der holder på vandet og virker som reservoir, så planterne ikke tørrer for hurtigt ud. Øverst er selve det lag, som planterne vokser i. Oftest vil man vælge at bruge en særlig letvægtsjordblanding.

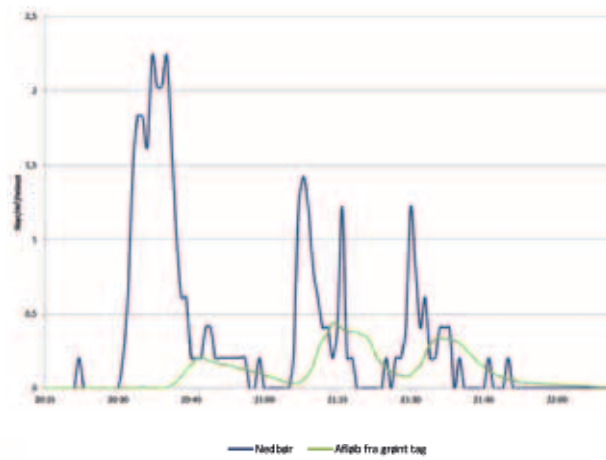
De deles op i tre typer, alt efter tykkelse og anvendelse:

- Ekstensive grønne tage er grønne tage med en samlet tykkelse på op til 10 centimeter. De er ofte beplantet med stenuartplanter, græs og mos. Tagene er oftest anlagt som en miljøgevinst og ikke som opholdssted. De vandes ikke, og der er normalt kun meget lidt vedligeholdelse (figur 3). Semi-intensive grønne tage er 10 til 30 centimeter tykke. På denne type tage kan der vokse lave planter som for eksempel løgvækster, stauder og småbuske (figur 4).
- Intensive grønne tage eller taghaver er mere end 30 centimeter tykke, hvor det er muligt at plante stauder, buske og træer. Både semi-intensive og intensive grønne tage kan bruges som opholdssted, men skal have vanding og gødning og kræver mere vedligeholdelse end i ekstensive tage.

Figur 1: Afstrømning fra ekstensive grønne tage i Taastrup den 2. juli 2011



Figur 2: Afstrømning fra semi-intensive grønne tage i Taastrup den 2. juli 2011



På graferne ses afstrømningen fra grønne tage under den monsterregn, der ramte København den 2. juli 2011. Den første graf (figur 1) viser afstrømningen fra tre forskellige tykkelser af ekstensive grønne tage (se faktaboks), målt som hvor mange millimeter regn der er faldet – og hvor mange der er løbet igennem de grønne tage. Som det ses, bliver de tynde tage hurtigt mættede, og efter 10-15 millimeter regn løber resten af, men vandet forsinkes stadig 10-15 minutter, før det løber til kloakken. Den anden graf (figur 2) viser, hvor mange liter vand der løber af per kvadratmeter hvert minut fra et semi-intensivt grønt tag (se faktaboks) på 20 centimeter. Konklusionen er, at jo tykkere taget er, jo mere regn opsluger det. Rent faktisk tilbageholder det tykke tag en stor del af regnen, og selv efter, det er vandmættet, ser man samme forsinkelse som på det tynde tag.

Vandet væk fra markerne eller markerne væk fra vandet?

Erhvervsorganisationen Landbrug & Fødevarer er bekymret for, at landmændene i fremtiden kommer til at opleve endnu flere oversvømmede marker på grund af de vandplaner, regeringen har vedtaget – vandplaner, de mener, vil forværre virkningerne af monsteregn. Dansk Naturfredningsforening mener, at markerne skal

væk fra vandet – ikke omvendt. Læs debatten i en email-korrespondance mellem formand for Landbrug & Fødevarer Niels Jørgen Pedersen og præsidenten i Danmarks Naturfredningsforening Ella Maria Bisschop-Larsen her.

Fra: Niels Jørgen Pedersen <info@lf.dk>
Emne: Vandet væk fra markerne
Dato: 13. mar. 2012 13.31.57 CET
Til: Ella Maria Bisschop-Larsen <dn@dn.dk>

Kære Danmarks Naturfredningsforening

De fleste har nok hørt landmænd klage sig over vejret. Enten er det for tørt, eller også er det for vådt. Men der er faktisk en rigtig god grund til, at landmænd går meget op i, hvor meget vand der kommer ned fra himlen. Vand er helt uundværligt for fødevarerproduktionen i Danmark, men for meget vand kan give oversvømmede marker. Og en oversvømmet mark ødelægger alt det korn, der ellers skulle bruges til mad til dyr eller mennesker. Sidste sommers ekstreme regnvejre var bestemt for meget. Billedet illustrerer det godt.

Vi er selvfølgelig ikke herre over, hvornår og hvor meget regn der falder over vores land. Derfor har danske landmænd siden 1800-tallet gravet 25 millioner kilometer dræn ned under danske marker. Dræne fører den dag i dag overskydende vand væk fra markerne og ud i vandløb, der i sidste ende fører vandet ud i farvandet omkring Danmark. I dag er 50-60 procent af Danmark drænet. Dræning betyder meget højere dyrkningsikkerhed, bedre udnyttelse af næringsstoffer, bedre bæreevne og jordstruktur. Dræning er ganske enkelt nødvendigt for at have en effektiv afgrødeproduktion.

Med ovennævnte in mente er vi i Landbrug & Fødevarer meget bekymrede for den kommende vandløbsindsats, som ligger i de endelige vandplaner, som regeringen har vedtaget. I vandplanerne er det planlagt, at der på mere end 4.000 kilometer vandløbsstrækninger skal ske en ændret vandløbsvedligeholdelse. Det betyder i langt de fleste tilfælde, at der bliver rensset mindre grøde og slam op i vandløbene. Så kan vandet i vandløbene ikke løbe nær så hurtigt, og det vil uden tvivl give massive oversvømmelser på markerne.

Løsninger

Landbrug & Fødevarer arbejder for et konkurrencedygtigt landbrug i balance med natur og miljø. Håndtering af de ekstreme nedbørshændelser – klimatilpasningen – er en samfundsopgave, og jeg er ikke i tvivl om, at der skal findes en løsning, hvor vi fortsat kan sikre, at vi kommer af med vandet på vores marker og samtidig løser regnvandsproblemerne i byerne. Derfor peger Landbrug & Fødevarer på en samlet planlægning, og landbruget skal selvfølgelig være en del af løsningen/klimatilpasningen. Vi ønsker at bidrage til løsninger, og vi har en del af den viden, som der skal til.

Nogle helt konkrete løsninger er for eksempel, at vi kunstigt graver vandreservoarer i det åbne land. Vi kan også genetablere nogle af de naturlige vådområder, der er blevet tørlagt igennem tiden, så de fungerer som naturlige vandreservoarer. Vi ved, at ådale både er gode til at undgå oversvømmelser på de omkringliggende områder og samtidig er gode for natur og miljø. Derfor er der god idé i at grave nogle vandløb dybere ned og dermed skabe kunstige ådale. Endelig mener vi i Landbrug & Fødevarer, at det kan være en idé at stoppe dræningen af visse lavbundsarealer. Her skal det selvfølgelig være mod erstatning. Det allervigtigste er, at vandløb fortsat får lov at lede vand væk. Konsekvenserne af at stoppe dræningseffekten på flere tusinde kilometer vandløb bliver massive. Både for danske landmænd, eksporten af danske fødevarer, men i høj grad også for tusindvis af hus- og sommerhusejere.

Hvordan mener I, naturen bliver gavnet ved at oversvømme i tusindvis af hektar jord på bekostning af landmænd og husejere?

Venlig hilsen

Niels Jørgen Pedersen



Fra: Ella Maria Bisschop-Larsen <dn@dn.dk>
Emne: Svar: Vandet væk fra markerne
Dato: 13. mar. 2012 16.37.12 CET
Til: Niels Jørgen Pedersen <info@lf.dk>

Kære Landbrug & Fødevarer

Når kraftige regnskyl oversvømmer marker og sommerhusområder, er det i høj grad noget, vi selv er skyld i. Over årene har vi drænet marker, opdyrket jorden tæt på vores vandløb og rettet 90 procent af vandløbene ud, og det betyder, at vandet løber hurtigere til vandløbene og hober sig op.

Når vi i fremtiden skal have 30 procent mere nedbør, er det klart, at der er områder, som vi bliver nødt til at give tilbage til naturen. Og hvis vi gør det, kan disse arealer faktisk være med til at forhindre oversvømmelser andre steder, som vi ikke kan flytte os væk fra, for eksempel i byerne.

Et oplagt sted at skabe plads til vandet i vores landskaber er på de 200.000 hektar lavtliggende arealer langs vores vandløb. Den del af landbrugsjorden giver i forvejen ikke det store udbytte, og det er her, landmanden oftest dør med oversvømmede marker.

Det er også de marker, som belaster vandmiljøet mest med fosfor og kvælstof, så der er mange grunde til, at netop de områder skal ud af den intensive landbrugsdrift, hvor man hvert år pløjer og sår jorden og kører gylle ud.

Den økologiske tilstand i vores vandløb skal forbedres. Ifølge vandplanerne skal kommunerne give vandløbenes dyr og planter bedre vilkår i 4.000 km vandløb. Set i forhold til at der er mere end 70.000 km vandløb i Danmark, er det faktisk ikke ret meget, og de marker, som vil blive mere våde og sumpede, er ofte de arealer, som alligevel bliver omsvømmet, når der kommer meget nedbør.

Vi kan gavne naturen utroligt meget, ved at markerne flytter sig væk fra vandet. Og der vil fortsat være rigtig meget plads til landbruget.

Venlig hilsen
Ella Maria Bisschop-Larsen

Fra: Niels Jørgen Pedersen <info@lf.dk>
Emne: Sv: Svar: Vandet væk fra markerne
Dato: 14. mar. 2012 10.14.32 CET
Til: Ella Maria Bisschop-Larsen <dn@dn.dk>

Kære Danmarks Naturfredningsforening

Vi er egentlig ikke så uenige med Ella Maria Bisschop-Larsen: Hvis vi ønsker at skabe bedre forhold for vandløbene, og det bedst sker ved at rense vandløbene mindre, så gør vi det. Men hvis landmanden skal tage ansvar i denne sag, så skal resten af samfundet også: Den landmand, der har købt jorden, skal have et tilbud om at få erstatning svarende til jordens værdi. Det må være rimeligt. Men det sker ikke i dag. Og det kommer heller ikke til at ske med den kommende vandløbsindsats. Her er tanken, at man får et årligt tilskud til arealer, der bliver våde. Men det tilskud står mange steder ikke mål med den forringede dyrkningsværdi. Og på længere sigt må landmanden måske helt opgive dyrkning. Der kan et årligt tilskud ikke hamle op med landmandens mistede indtjening. Og derfor er en engangserstatning helt på sin plads!

Venlig hilsen

Niels Jørgen Pedersen

Fra: Ella Maria Bisschop-Larsen <dn@dn.dk>
Emne: Svar: SV: Svar: Vandet væk fra markerne
Dato: 14. mar. 2012 11.14.43 CET
Til: Niels Jørgen Pedersen <info@lf.dk>

Kære Landbrug & Fødevarer

De berørte landmænd skal selvfølgelig holdes skadesløse. Det kan man for eksempel gøre ved, at de får noget andet jord, som i produktionsværdi svarer til det, de måtte afgive. Men det er vigtigt, at man sikrer, at de arealer, der tages ud af intensiv drift, bliver forvaltet på en måde, så det gavner naturen, for eksempel ved at de bliver afgræsset.

Venlig hilsen

Ella Maria Bisschop-Larsen



Regnvand kan give byerne rekreativ kvalitet

Den øgede regn giver nye muligheder for at tilføre vore byer og boligområder nye attraktioner. Samtidig betyder den øgede regnmængde også nye udfordringer, når det gælder planlægning og udformning af byerne.

*Af landskabsarkitekt Marie Thing,
Thing & Wainø Landskabsarkitekter Aps*

I takt med at byerne vokser, fortrænges naturen, og arealerne, hvor regnvandet naturligt kan sive ned i jorden, mindskes. Byerne rummer store belagte arealer* og tagflader, hvorfra regnvandet hovedsagelig ledes til kloak. På grund af den forøgede regnmængde, omfanget af de belagte arealer samt kloakkernes begrænsede kapacitet er resultatet, at der hyppigere, end det tidligere var tilfældet, kommer store oversvømmelser i byerne.

***Belagte arealer**

De arealer som for eksempel vej, pladser og andre udearealer, der er befæstet med asfalt eller fliser.

Biodiversitet og større variation

For at håndtere de store regnmængder i byerne skal vi dels genskabe de naturlige forhold for regnvandsnedrivning og dels bruge vandet i byrummene, så vi mindsker vandmængderne, der ledes til kloakkerne. Det kan vi gøre ved at tænke vandet ind i landskabets arkitektur.

Gør vi det, får vi en chance for at tilføre vore byer nye attraktioner, hvor vandet synliggøres og samtidig danner grundlag for øget biodiversitet, som giver byrummene en større variation.

Vandet drager både voksne og børn, og vi søger vandet for at få udfordringer, for at lege eller for at få ro, så mere synligt vand i byrummene kan være til stor glæde for mennesker i alle aldre.



Rende til regnvand i Freiburg. Foto: Niels Lützen

De gemte naturrigdomme i byerne

Åer og vådområder er de naturlige modtagere af regnvandet, men i byerne er åerne ofte rørlagte og engene drænede, så de har en begrænset kapacitet og ikke er synlige i bybilledet. Ved at åbne åløbene og lede regnvandet dertil, får vi en naturlig modtager af vandet. De åbne vandløb kan enten løbe som frodige blå/grønne forløb gennem byen og give grundlag for øget flora og fauna, eller de kan anlægges som mere arkitektoniske elementer med præcise kanter, hvor man kan opholde sig tæt på vandet.

Regnvandet, der afledes fra byerne, har forskellig kvalitet på grund af forurening, så regnvand skal i nogle tilfælde igennem en proces, hvor det renses, inden det udledes til et vandløb.

Grønne områder, hvor regnvandet opsamles for langsomt til at sive ned i undergrunden, giver grundlag for en stor artsrigdom af



Et byrum i tre situationer med forskellige regnmængder: normal regn, meget regn og ekstremt meget regn. Illustration: Thing & Wainø

planter og dyr. Dette bidrager til mere righoldige og oplevelsessige byområder.

Styring af regnvand i byrummet

På byens pladser og i gader kan håndtering af regnvandet blive et integreret arkitektonisk element, der er synligt i bybilledet og giver byrummene en ekstra kvalitet. Regnvandet skal holdes tilbage og forsinkes, så det ikke overbelaster kloaksystemet. Vandet kan ledes i åbne render og opsamles på arealer, hvor det kan stuves op og blive til bassiner med større eller mindre naturpræg. Strukturerne af render og bassiner tilfører byrummene et arkitektonisk element, der kan medvirke til at binde byen sammen. Render og bassiner kan formgives, så der leges med vandets bevægelser. Opsamling af regnvand i reservoirer kan give permanente vandspejl og anlæg med vand i bevægelse.

Byens pladser kan indrettes, så de er i stand til at håndtere såvel normale regnmængder, som de meget store regnmængder man forventer, der kommer hvert årti.

Visualiseringerne på figur 1 viser, hvordan et byrum forandres i situationer med forskellige nedbørsmængder. Styring af regnvandet i byrummet bliver pludselig en kvalitet for børns leg, for den rekreative oplevelse, for flora og fauna – "Juhuuu det regner, nu er der noget at lege med, og nu er der gang i springvandet".

Bevidstheden om værdien af at håndtere regnvandet synligt i byrummene spreder sig. Det har allerede udmøntet sig i flere

anlæg i byerne, hvor regnvand er tænkt ind i det arkitektoniske helhedsgreb og er dermed med til at give liv i byrum og de grønne anlæg. Denne udvikling må og vil fortsætte, så vi samtidig får håndteret vandproblemerne og øget byernes rekreative kvaliteter.



Landskab ved Fornebu i Oslo. Foto: Thing & Wainø



Rende i græs fra Stiftung Schloss Dyck i Jüchen Tyskland. Foto: Thing & Wainø



Lettest er det at lave et regnbed. Et regnbed er en lavning i haven, som regnvand fra tage og andre faste belægninger ledes hen til og nedsvives gennem. På grund af de forskelligartede fugtforhold kan regnbedet indeholde et varieret plantemiljø, som ikke kun er smukt at se på, men også er med til at skabe en øget biodiversitet i haven.
Foto: Erling Holm



En anden mulighed, der også er lige til, er at have belægninger, som vandet kan trænge igennem. I stedet for at lægge fliser på store arealer i haven, skal der kun være faste belægninger, der hvor man kører, og så kan man for eksempel have græs mellem fliserækkerne.

Regnvand er en ressource

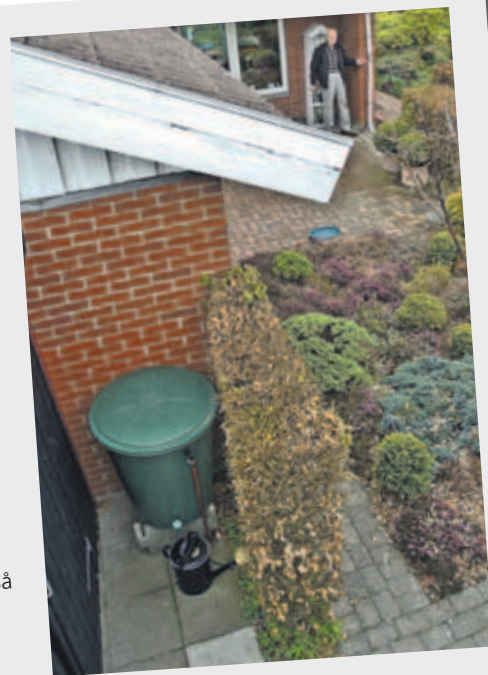
Regnvand skal ikke ledes i kloakken og gøres til et affaldsprodukt. For regnvandet er en ressource og skal nyttiggøres i haverne og skabe spændende haver. I dag ledes 70 procent af det regnvand, der falder på en parcelhusgrund, i kloakken. Når man bruger regnvandet i haven, kan den mængde reduceres til 15 procent. Haveejerne kan altså bidrage til, at vores kloakker belastes mindre.

Af Ole Münster, direktør, Haveselskabet



En fjerde mulighed er at lave faskiner, der er et regnvandslager under jorden. Her kan der være store mængder, men man får ikke den æstetiske glæde af regnvandet.
Foto: Lulu Jacobsen

Man kan også opsamle regnvandet. Her kan man på en god måde bruge de forbundne kars princip, så man kan placere sine regnvandstønder eller – kar på steder, hvor det ikke skæmmer haven. Man kan også bruge arealet under en hævet terrasse.
Foto: A. Jacobsen



En femte mulighed er at lave blomstertage. Det giver flotte huse, men husenes tage skal naturligvis være dimensioneret til det.
Foto: Jesper Carl Corfitzen





Mellem træer og planter finder du magiske fortællinger om naturen og det, vi kan bruge den til, når vi i fremtiden skal brødføde verden, huse en øget befolkning og overleve i monsterrgn. Foto: Ulrik Jantzen

Kig dybt ind i naturen – og find løsningerne

Oplev naturen i korte film og podwalks og lad dig rive med af stemningen i Universitetshaverne på Frederiksberg.

Af kommunikationsmedarbejder Charlotte Aabo,
Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

I den flotte, gamle universitetshave på Frederiksberg kan du få et oplevelsesbaseret kig ind i naturen. Med en smartphone scanner du en af QR-koderne i haven og får små, spændende film, der fortæller, hvordan vi kan bruge naturen til at skabe en bæredygtig fremtid. Projektet, der hedder, Hemmelighedsfulde Haver, krydser film, musik og viden og giver dig mulighed for at blive klogere på nye sider af naturen i dit helt eget tempo. Hemmelighedsfulde Haver er åbent fra solopgang til solnedgang året rundt.

Kan vi løse udfordringer bæredygtigt?

Naturen omkring dig kan blive løsningen på mange af de helt store udfordringer, vi står overfor. Hvordan finder vi plads i byerne til en stigende befolkning? Hvordan undgår vi at drukne i monsterrgn? Og hvordan skaffer vi mad til alle? Og måske vigtigst af alt: Hvordan gør vi det på en bæredygtig måde – økonomisk, socialt og miljømæssigt?

Svaret ligger for dine fødder

Man tænker ikke lige over det, når man står i Universitetshaverne på Frederiksberg. Men svarene på mange udfordringer ligger for vores fødder. I de 21 små filmfortællinger, som man kan opleve, hvis man scanner en af QR-koderne i haven på Frederiksberg, fortælles der om, hvordan træer kan bruges som huse. Hvordan særlige planter kan absorbere de store mængder regn, der følger i kølvandet på klimaforandringerne. Og hvordan vi kan designe afgrøder, så de kan modstå ex. tørke.

Tag en forsker i hånden

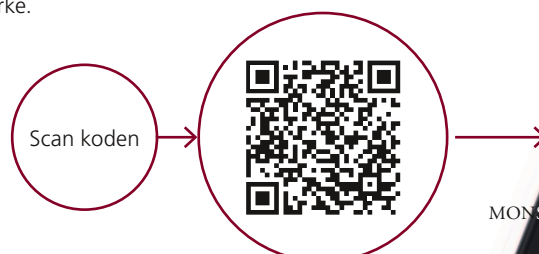
Er man på besøg i haven, kan man også vælge at få selskab af nogle af de bedste forskere fra Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet. I 12 forskerpodcasts fortæller de om de udfordringer, de ser, og hvordan vi kan løse dem. Man kan for eksempel høre professor Marina Bergen Jensen fortælle, hvordan vi kan tilpasse fremtidens byer til et anderledes klima. Hvad gør vi med det vand, der løber fra tage og veje, når det regner voldsomt? Kan vi skabe grønne boligområder, tænke regnvandsløsninger ind i vores byer og måske ligefrem få noget godt ud af de store mængder vand? Du kan også få et etisk perspektiv på naturopfattelse og bioteknologi, når lektor Mickey Gjerris diskuterer, hvor langt vi kan presse naturen og vores tekniske formåen i bestræbelserne på at udvikle, skabe vækst – og overleve.

Tag med på en sanselig rejse

Et besøg i Universitetshaverne på Frederiksberg giver dig mulighed for at få små sanselige fortællinger og ny viden om naturen – mens du står midt i den. Det kræver ingen forberedelse og kan med fordel kombineres med en af de øvrige besøgs muligheder på fakultetet, se eksempelvis www.science.ku.dk/besoeg

Et besøg i Hemmelighedsfulde Haver kan indgå i naturvidenskabelige eller kunstneriske fag eller i et AT-forløb.

Du kan også høre fortællingerne på www.gf.life.ku.dk/Haven/Hemmelighedsfulde-Haver.



Landskabsarkitektur Bacheloruddannelse

Landskabsarkitekter arbejder med at planlægge, formgive og forvalte byer og udearealer i bred forstand. Målet er at skabe stimulerende, velfungerende og miljørigtige omgivelser for mennesker.

Uddannelsen beskæftiger sig med både kunstneriske og naturvidenskabelige fag. Du lærer at forme byer og grønne anlæg ud fra for eksempel hensyn til miljøet.

Undervisningen veksler mellem de teoretiske og praktiske aspekter af by- og landskabsplanlægning. En bachelor i landskabsarkitektur giver adgang til flere kandidatuddannelser inden for planlægning og forvaltning af landskaber og miljøet. Du får viden om biologi og en samfundsmæssig forståelse, og du får praktisk undervisning i for eksempel tegning.

Med en bacheloruddannelse i landskabsarkitektur kan du læse videre på en kandidatuddannelse. Du vil have jobmuligheder inden for planlægning og forvaltning af grønne områder i privat og offentligt regi.

”Jeg kan godt lide, at man skal tænke design og være og kreativ samtidig med, at man skal tage stilling til både geologi, botanik og det kemiske”.

Mette Lindvig, førsteårsstuderende

Du kan se en film om, hvordan det er at læse landskabsarkitektur og bydesign her: www.life.ku.dk/uddannelse/bacheloruddannelse/landskabsarkitektur/SeFilmomLandskabsarkitektur.aspx

Kom direkte dertil
– scan koden med din smartphone

