

Grønne tage i København

- Klimatilpasning & opholdsrum

(Green Roofs in Copenhagen – Adaption to Climate Changes & Urban Spaces)

Den Humanistiske-Teknologiske Bacheloruddannelse, basisdel
Hus 6.2, 2. semester 2014
Gruppe 17
Vejleder Martin Severin Frandsen



Julie Lund Jeppesen
Kathrine Emely Isaksen
Sebastian Lund Saust
Thomas Brydenscholt Hansen

52183
52138
52127
52154

jlundj@ruc.dk
kei@ruc.dk
slsaust@ruc.dk
thbrha@ruc.dk

ABSTRACT

This report presents an analysis concerning the prospect of establishing green roof tops in Copenhagen in order to adapt to future climate changes through sustainable design solutions. The analysis examines the capabilities and constraints of multiple existing green roof top solutions, aiming to make the costs and benefits from these solutions transparent. Furthermore the report features our own green roof top design solution. The design is presented through a three-dimensional animated model, uniting environmental design principles and our own observations visiting green roof tops in Copenhagen. The main conclusion of the analysis is that the prospect of establishing green roof tops is determined by a number of not fully identified dynamics. With the intention of implementing additional green roof tops in Copenhagen, one must look to address the awareness of sustainability. We suggest taking further green roof top initiatives in the city of Copenhagen the potential of these solutions in mind.

Tak til

Vores vejleder Martin Severin Frandsen, som har hjulpet os igennem processen imod denne projektrapport. Også tak til de venlige sjæle, som har vist os rundt på og bidraget med informationer om grønne tage og andre bæredygtige initiativer i København – herunder Facility Manager Henrik fra STAY Copenhagen i A-huset, skoleleder Rene Schou fra Tove Ditlevsens Skole og Felix Christian Becker fra Træstubben Vesterbro.

INDHOLDSFORTEGNELSE

ABSTRACT	2
TAK TIL	3
INDLEDNING	7
Problemfelt	7
Problemformulering	8
Semesterbinding	8
Motivation	8
METODEAFSNIT	9
Designproces	9
Vores designproces	11
Cost-Benefit-analyse som metode	12
Observationsmetode	12
Delkonklusion	13
BÆREDYGTIGHED	14
Bæredygtighed som begreb	14
Klimatilpasningen	16
Lokal Anvendelse af Regnvand	19
Konsekvenserne af klimaforandringer og urbanisering	20
Hvornår er der tale om et bæredygtigt tag?	22
Delkonklusion	22
GRØNNE TAGE	24
Tre typer grønne tage	24
Det intensive grønne tag	25
Det semi-intensive grønne tag	26
Det ekstensive grønne tag	26
Betingelser	27
Grønne tage som en del af Klimatilpasningsplanen	28
Besøgte grønne tage i København	32
A-huset, STAY	32
Tove Ditlevsens Skole	33

Korsgadehallen.....	34
Det Grønne Strøg	35
Træstubben	36
Delkonklusion	37
GRØNNE OMRÅDER	38
Menneskets velfærd og grønne områder.....	38
Helbred.....	39
De grønne områder	40
Ophold.....	40
Komfort	41
Herlighed.....	41
Beskyttelse.....	42
Delkonklusion	42
Udbredelse af grønne tage	43
Tagtyper i København.....	43
Københavns tage	44
Tagdata.....	44
De indre bydele	45
Tagets konstruktion	45
Mulighederne	46
Bevidsthed og formidling som en del af udbredelse	47
Delkonklusion	49
COST-BENEFIT ANALYSE	50
Cost-Benefit analyse af grønne tage	50
Delkonklusion	53
DESIGNFORSLAG	54
Præsentation	54
Æstetiske	54
Brugervenlige	55
Miljømæssige	58
Inspiration	60
Delkonklusion	60
KONKLUSION	61

LITTERATUR- OG REFERENCELISTE..... Fejl! Bogmærke er ikke defineret.

BILAGSOVERSIGT **67**

Bilag 1 **67**

Bilag 2 **68**

Bilag 3 **68**

INDLEDNING

PROBLEMFELT, SEMESTERBINDING, MOTIVATION

Vi vil i denne rapport argumentere for udbredelse af grønne tage, som en løsning på de klimascenarier, København står over for i fremtiden. Hovedsagligt vil vi fokusere på håndteringen af den øgede mængde nedbør. Centralt vil vi i denne del undersøge, hvilke muligheder, der er, ved forskellige grønne tage som løsning på dette problem. Der vil desuden argumenteres for bæredygtighed som begreb, og grønne tages berettigelse som et bæredygtigt teknisk system. Analysen af de grønne tage, indeholder bl.a. et omkostnings- og udbytte perspektiv, der i sidste ende skal argumentere for, i hvor høj grad grønne tage kan og bør udbredes i København.

Udover denne del, indeholder rapporten en designdel, der supplerer den analytiske del af opgaven. Designdelen har til mål, at give et eksempel på den fysiske udformning af et grønt tag, med udgangspunkt i rekreative opholdsmuligheder. Med designet følger redegørelsen for en designproces, med baggrund i teori om grønne områder og opholdspsykologi, samt egne inspirationskilder forankret i eksisterende grønne tage i København, vi har studeret gennem feltarbejde.

Problemfelt

I løbet af de seneste årtier er debatten om de globale klimaudfordringer vokset qua den stadig voksende bevidsthed og viden inden for området. I den forbindelse er bæredygtighedsbegrebet blevet præsenteret, som værktøj til at kunne arbejde med initiativer, som skal håndtere og mindske udfordringerne. Udfordringerne vi i vores projekt arbejder med, er hovedsageligt den øgede nedbørsmængde. DMI regner med at der vil forekomme en nedbørsstigning i vintermånederne på 25-55 % og et nedbørsfald i sommermånederne på 0-40 %. Hertil kommer, at nedbørens intensitet stiger, og hændelser med kraftig nedbør forventes at stige med 20-50 % (Københavns Kommune 2011: 13). Dette er et stort problem, da Københavns kloaksystem ikke er gearret til at håndtere den øgede mængde nedbør. Københavns Kommune udarbejdede i 2011 en klimatilpasningsplan, som skulle være en strategi for kommende bæredygtige initiativer i byen. Et af mange løsningsforslag til klimaudfordringerne er udbredelse af implementering af grønne tage på de københavnske ejendomme. Grønne tage er nemlig i stand til at håndtere meget af de regnvand, som falder inden for dets areal. Antallet af tage i København er selvsagt højt, og flere af dem har potentiale til at få anlagt beplantning. På trods af dette, er grønne tage ikke et specielt udbredt fænomen i København. Grønne tage tager også hånd om en anden problemstilling i et tætbebygget bymiljø; manglen på grønne opholdsrum. Man finder en del grønne opholdsrum i København, men

placeringen af disse er ikke til, at alle byens borgere har lige mulighed brug af grønne opholdsrum. Tænker man grønne tage som taghaver, i den grad det er muligt, vil man kunne komme denne problematik til livs.

Problemformulering

Hvad er mulighederne for at udbrede grønne tage i København med henblik på en bæredygtig klimaomstilling, og hvordan skaber man rekreative opholdsrum i denne kontekst?

Semesterbinding

Vi vil opfylde den obligatoriske semesterbinding, Teknologiske Systemer og Artefakter, i forbindelse med analyse af data og tekniske undersøgelser af hvorledes, man mest hensigtsmæssigt kan håndtere regnvand ved en taghavekonstruktion. Vi opfylder denne dimension da vi har beskæftiget os med de tekniske systemer, indre mekanismer og processer der er forbundet med grønne tage. Rapporten indeholder arbejde med bæredygtighedsbegrebet og klimatilpasning af byer på længere sigt. Vi har i forlængelse af det forsøgt at sætte modellen i perspektiv, i forhold til energibesparelse, aflastning af kloaksystemet, samt generelle klimaudfordringer.

Den anden dimension er Design og Konstruktion. Denne dimension opfyldes ved brugen af analyseværktøjer på grønne tage, deriblandt deres arkitektoniske forhold og deres funktion. Ultimativt har vi gennem en iterativ designproces udarbejdet et animeret modelforslag.

Motivation

Klimaforandringerne har verden over skabt - og skaber stadigvæk - nye udfordringer som skal løses. I tråd med disse klimaændringer, er vi interesserede i, med udgangspunkt i Københavns Klimatilpasningsplan, særligt at fokusere på initiativerne til at håndtere de øgede mængder regnvand. Vores overordnede motivation, for at gå ind i dette projekt, var et ønske om at skabe et design, som bidrager til tilbageholdelse af den øgede mængde regnvand, samt at skabe et grønt område til ophold.

Vi mener, at det er bemærkelsesværdigt, at der forekommer mange måder og ideer til at udforme grønne tage i byen, uden at dette egentligt er udbredt i særlig høj grad i København. Andre byer – som f.eks Portland – er relativt længere fremme end i Danmark med udbredelse af former for grønne tage. Derfor undrer det os, at der ikke er flere af disse bæredygtige initiativer at finde på de Københavnske tage.

METODEAFSNIT

DESIGNPROCES, COST-BENEFIT, OBSERVATION

I dette afsnit følger en redegørelse for vores designproces og benyttede metoder. Der vil indgå en diskussion af valgte metoder, samt en refleksion over vores designproces med udgangspunkt i designprocesmodellen af Alan R. Hevner. Afsnittet rundes af med en Cost Benefit analyse.

Designproces

For at se på vores design proces, og dermed også vores designproblemer, bliver vi nødt til at træde et stykke væk og observere hvilke delprocesser og metoder vi benytter, for at komme frem til en hensigtsmæssig designløsning. Når vi, i en kort stund observerer vores designproces udefra, får vi imidlertid en ny forståelse for sammenhængen af vores arbejde med problemet, imod en designløsning. Når vi forstår designprocessen, kan vi samtidig give et bud på en designprocesmodel som billedligt giver os selv overblik over vores arbejde.

Før vi kan begynde at arbejde med at anskueliggøre vores designproces, er det relevant at se på de aspekter i vores designproblem der kræver speciel opmærksomhed. Ved vores projekt, har vi placeret os i en rolle meget lig en arkitekts. Vi har i vores projekt at gøre med et stort og komplekst felt, der omfatter adskillige fag. Man bruger i design videnskab en hierarkisk inddeling for forståelsen af kompleksiteten af et problemfelt (Lawson, 2006). Arkitekten, eller os, skal både se på problemet i et byplanlægnings størrelsesforhold, samt gå helt ned i dybden med de elementerne af det grønne tags udformning. Således skal vi anskue tingene i sammenhæng og gå dybt ned i hierarkiet for at undersøge problemet. Det er derfor en vigtig del af opgaven at begrænse sig visse steder i denne proces, da vi ikke fuldt ud kan sætte os ind i alle fag. Dette faktum, at vi har måttet begrænse os visse steder, har løbende derfor også omdefineret og formet designproblemet. Eksemplificeret ved at vi, ved valg af en standardiseret løsningsmodel, har kunnet ignorere specifikke konstruktionsmæssige forhold, der havde krævet beregninger af det specifikke hus' bæreevne. Når vi siger, at vi arbejder som arkitekter, betyder det at vi tillader os at undlade argumentation og bevis for specielle forhold, som umiddelbart er forbeholdt ingeniører og andre fagfolk.

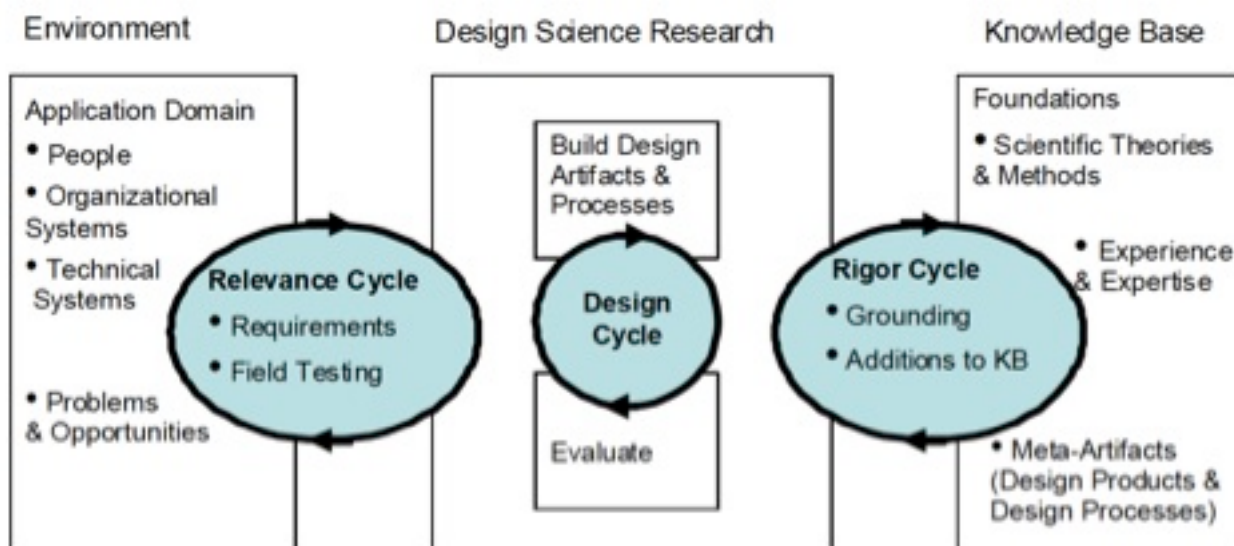
I kraft af at vores designløsning ikke er udelukkende teknisk, men ligeledes må betragtes som et *socio-teknisk system*¹, har vores designløsning krævet at vi har arbejdet med mennesket og dets

¹ Et system der omfatter både tekniske og sociologiske aspekter (Hansen et.al.)

adfærd. Denne del har hovedsagligt været på teoretisk plan, hvor vi i mindre grad, har kunnet observere og evaluere brugernes adfærd på grønne tage.

Når vi som studerende skriver et semesterprojekt, er vi tilbøjelige til at kræve en løsningsmodel meget tidligt i designprocessen, hvilket ligeledes har været en faktor for os. Der var meget tidligt i processen en klar ide om, hvilken løsningsmodel vi ønskede, uden at problemet har været fuldt ud identificeret. Set i det lys, har vi måtte erkende, at vi i for lang tid, har låst os fast på en ide om en løsningsmodel, som ikke var hensigtsmæssig for at omfavne vores problemfelt. Helt konkret har det været beslutningen om hvorvidt projektets designløsning skulle tage udgangspunkt i et specifikt tag, eller om der skulle laves en slags standardiseret modelløsning, eller flere. Der var imidlertid en masse problemer forbundet med at finde "det rigtige tag". Disse problemer noterede vi os igennem vores analyse af problemfeltet, men ligeledes også da vi ude i den rigtige verden, skulle finde en mulig samarbejdspartner.

For visuelt at kunne præsentere vores designproces, har vi valgt at anskueliggøre den ved brug af Hevners designprocesmodel, der viser forholdet mellem *vidensbasen* og *miljøet* i *designcyklussen* (Hevner, 2007: 88). Til venstre, i en boks, er miljøet. I vores tilfælde, er det her Københavns Kommune, brugerne og de tekniske systemer. Denne boks repræsenterer den virkelige verden. *Relevanscyklussen*, som det ses i den blå ring, supplerer designprocessen. Det er her i vores projekt, at vi ved input fra fx Københavns Kommune, brugere og tekniske systemer definerer problemet efter hvilken relevans det har i den virkelige verden. Modsat, i højre boks, har vi vidensbasen. Det er her vi har relevant teori og metoder til at understøtte designet, og generere løsninger på baggrund af den videnskab og ekspertise, der er på området. I midten, i spænd mellem vidensbasen og miljøet, har vi selve designdelen. Her har vi i den sidste fase kreeret idéer og prototyper igennem tegninger og modeller, og løbende evalueret dem i henhold til den teori og de erfaringer vi har gjort os, fra henholdsvis miljøet og vidensbasen.



Figur 1: Design Science Research Cycles (Hevner, 2007; 88)

Denne designprocesmodel kan visuelt præsentere vores projekt og de delelementer der indgår i designprocessen. Lige netop denne af Hevner er særdeles relevant for os, da den illustrerer både vidensbasen (videnskaben) og miljøet (den virkelige verden). Vi har i vores projekt, forsøgt at forholde os til den virkelige verden i designprocessen i så høj grad som muligt. Vi har undersøgt og analyseret eksisterende taghaver og talt med de mennesker der har benyttet dem. Denne erfaringsbaserede viden og de systemer vi har observeret i den virkelige verden, har vi brugt i vores designcyklus. Denne proces er vist i relevanscyklussen, hvor interaktionen mellem designet og miljøet foregår.

Overordnet placerer denne model designprocessen midt imellem den virkelige verden, og de metoder og teorier videnskaben benytter til at forklare den. For os er denne procesmodel nyttig, da den som udgangspunkt foreslår en lighed mellem disse felter. Vi har i projektet været fokuserede på at arbejde i relevanscyklussen og i *rigorcyklussen* lige delt, for dermed at opnå bedst mulig indsigt. Netop dette forhold mellem den virkelige verden og videnskaben er nødvendigt for godt design, så ingen af delene udelades. Såfremt vi ikke havde undersøgt miljøet tilstrækkeligt, ville vores opgave mangle overblik over den tekniske og sociale realitet. Såfremt vi ikke havde brugt vidensbasen mere, ville vores projekt mangle retning og konkret viden at støtte sig til. Lige netop denne problemstilling i en designfase diskuteres af Walter G. Vincenti. At udelukke, eller underminere den ene del, vil være at forsømme forståelsen af teknologiens kompleksitet (Vincenti, 1995: 120). Vi har altså forsøgt, i vores designproces, både at forholde os til relevant videnskabelig teori, men i lige så høj grad bygget vores designproces på erfaring og inspiration ude i felten. Det væsentlige ved at reflektere over netop denne problemstilling, i vores design, er at vi har været bevidste om de praktiske og fysiske forhold forbundet med grønne tage. Uden denne bevidsthed ville der være tilbøjelighed til, at kreere uholdbare designløsninger uden forbindelse til den sociale og tekniske kontekst. Dette gælder især i vores tilfælde, da vi har arbejdet med en animeret model.

Vores designproces

I starten af processen har researchfasen naturligt været dominerende for vores arbejde. I denne fase har vi hovedsagligt arbejdet i og omkring miljøet, samt ud fra vidensbasen. Det er først senere i designprocessen, at det reelle design har taget sin form. Efter vi vurderede, at vi havde indsamlet nok viden, begyndte vi at intensivere arbejdet i designcyklussen.

I begyndelsen af denne fase valgte vi at indramme designet ved, at lave en plantegning over tagets dimensioner. Herfra begyndte vi at skitsere og brainstorme de idéer vi løbende havde overvejet igennem projektet. Vi brugte metoder såsom skitsering og brainstorming til at starte med på papir,

hvor idéerne samledes. Det var denne fase hvor designet reelt tog sin form. Efterfølgende påbegyndtes arbejdet med en animeret model. Fordelen ved at arbejde med en animeret tredimensionel model er, at vi her kan få et realistisk og rummeligt billede af designets udseende. Eftersom den animerede model tog sin form, blev der lavet flere iterationer da vi kunne se designet i nyt perspektiv. En af de store styrker ved at arbejde med en animeret model var, at vi havde mulighed for at se modellen i førstepersonsperspektiv, og på den måde give et visuelt billede af hvordan taghaven fremstår for brugeren.

Cost-Benefit-analyse som metode

Vi benytter os i dette projekt af Cost-Benefit-analyse som metode, for at kunne forstå implementering af et grønt tags udbytte i forhold til hvilke omkostninger, der har været i forbindelse med dette. Man forsøger altså at opstille hvilke, og hvor mange, omkostninger det har haft at anlægge og vedligeholde. Her ses der eksempelvis på faktorer som økonomi, samfundsomkostninger, social værdi m.fl. Omkring udbyttet af grønne tage ser man igen på samme faktorer, for at kunne se dem i forhold til hinanden.

Samlet set synes metoden at kunne bidrage til, at opnå en kortlægning af fordele og ulemper, som derefter kan diskuteres.

Observationsmetode

Feltarbejdet har i vores proces fungeret som en stor del af vores research, ligesom det også har dannet inspiration og nyttig praktisk info til vores designdel. Vi har tidligt i processen været rundt på flere, vidt forskellige grønne tage, hvor vi har dannet os indtryk og overblik over emnet. Selve feltarbejdet har været systematiseret således, at vi inden observationen, har noteret os hvilke parametre vi ville evaluere de grønne tage på, og således bedømme deres virke i forhold til bæredygtighed, attraktivitet og brugsværdi. Observationen har rent metodisk fungeret som en slags evaluering af de elementer på tagene, vi fandt væsentlige at studere. Denne række af evalueringer af eksisterende grønne tage har været en aktiv del af vores designproces, eftersom vores eget design er inspireret og videreudviklet af andre designløsninger, der i et omfang forsøger at opnå samme funktion. Dette evalueringspunkt er det vi med bedst mulighed kan evaluere på, i henhold til evalueringsmålene foreslået i *A Comprehensive Framework for Evaluation in Design Science Research* (Venable, Pries-Heje, Baskerville, 2013: 425-426).

Som udgangspunkt havde en dybere brugerundersøgelse været nyttig for, at undersøge menneskers adfærd, samt deres oplevelse af rummet på et specifikt grønt tag. Vi har imidlertid, bevist, valgt at

underminere denne analyse, for i stedet at lægge større vægt på observationen som metode til at researche så mange grønne tage som muligt, indenfor tidsrammen. Fokus er dermed lagt på den større og bredere observation, ud fra et designmæssigt perspektiv. Det væsentlige argument for denne metodiske overvejelse er vurderet ud fra det faktum, at de grønne tage, der forefindes i København, varierer i sådan grad, at en dybdegående brugerundersøgelse ikke ville kunne være repræsentativ for kommende brugere. Kort sagt, ville brugerundersøgelsen have været tidskrævende og samtidig ikke givet fyldestgørende incitament alene, for valg i vores designløsning.

Delkonklusion

I dette afsnit har vi argumenteret for de valg, vi har taget igennem arbejdsprocessen. Et vigtigt fokus har fra starten været at møde og komme ud i miljøet og studere emnet, og på den måde supplere den teoretiske vidensbase. Vi har truffet dette valg med henblik på at skabe så holdbare designløsninger muligt, med fokus på den brede viden. Netop den brede viden har vi måtte sigte efter, da hele emnet omfatter flere fag, vi ikke har kunnet sætte os fuldt ind i. Designprocessen har løbende flyttet det indledende grundlag for designdelen, som researchfasen skred frem. Vores vurdering er, at vi bedre kan perspektivere en designløsning, der bygger på principper fra en bredere undersøgelse fremfor et dybdegående casearbejde.

BÆREDYGTIGHED

KLIMATILPASNING, KLIMAFORANDRINGER, ET BÆREDYGTIGT TAG

I dette kapitel vil vi redegøre for bæredygtighed – både som begreb og som grundlag for en række klimatilpassende og byfornyende initiativer. Der vil derfor fremgå en redegørelse for bæredygtighed og de forskellige dimensioner som er opstillet omkring begrebet. Udover dette vil kapitlet redegøre for Københavns Klimatilpasningsplan; de problematikker som ligger til grundlag for den, og de initiativer som den er bygget op omkring. I forlængelse af dette vil vi diskutere hvordan nogle af disse problematikker kan udnyttes som en del af løsningen i bæredygtige initiativer. Til sidst vil vi diskutere kravene for bæredygtighed i forhold til grønne tage.

Bæredygtighed som begreb

Til at definere og skabe forståelse omkring begrebet bæredygtighed, har vi valgt at tage udgangspunkt i Brundtlandrapporten fra 1987. Vi er klar over, at der senere er kommet andre forståelser til, men vi vælger at holde fast i Brundtlandrapportens. Dette var den første, som kom med en egentlig definition af begrebet bæredygtighed, og har senere hen dannet grundlag for fremtidige diskussioner og for fremtidige definitioner.

Brundtlandrapportens definition af en bæredygtig udvikling lyder således; *”en udvikling, som opfylder de nuværende behov, uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare.”* (Brundtlandrapporten, 1987: 14)

Bæredygtighed, ud fra Brundtlandrapporten, handler altså om at opfylde nutidens behov, samtidig med at sørge for at kommende generationer har de samme muligheder for at opfylde deres behov. Brundtlandrapporten opstiller bæredygtighedens tre dimensioner; *Det sociale, miljøet* og *Det økonomiske*. Når disse tre dimensioner mødes vil bæredygtighed i princippet opnås. De tre dimensioner behøver dog ikke at være ligevægtige, da forskellige projekter har forskellige fokusområder.



Figur 2: Brundtlands-kommissionens model for bæredygtighed, 1987.

De tre dimensioner kan beskrives således:

Miljømæssige

Miljømæssig bæredygtighed handler om kapacitet til at øge og vedligeholde værdien af miljøet, og samtidig sikre beskyttelse og fornyelse af naturressourcer og den miljømæssige arv. De nuværende energiresourcer, som f.eks. olie og kul er ikke uendelige ressourcer, da mængden er begrænset. Man kan derfor ikke tale om at beskytte eller forny ressourcen, da den opbruges hurtigere end den genereres. Samtidig tager miljøet i sig selv skade, og værdien af den miljømæssige arv vil dermed formindskes. Naturlige ressourcer som vand, vind og sol er bæredygtige da de både er uendelige, og kan udnyttes på en måde som ikke belaster miljøet hverken nu eller senere (Center for Idræt og Arkitektur, 2014).

Sociale

Social bæredygtighed handler om at kunne garantere lige velfærd og lige muligheder for deltagelse i samfundet. Det handler om at sikre forskellige sociale aktørers kapacitet til at interagere effektivt og sigte mod de samme mål (Center for Idræt og Arkitektur, 2014).

Økonomiske

Økonomisk bæredygtighed handler om et økonomisk systems evne til at generere en konstant forbedring af væksten og en vedholdende økonomisk stabilitet. Afhængighed af fossile brændsler er en høj samfundsudgift, og er dermed på økonomisk basis ikke bæredygtigt. Befolkningen og forbruget stiger, og de fossile brændsler udtømmes med en højere pris som resultat. En omlægning

til bæredygtige energiresourcer vil være med til at skabe økonomisk bæredygtighed (Center for Idræt og Arkitektur, 2014).

Derudover er der tre forskellige bindeled, som skal diktere forholdet mellem de forskellige hoveddimensioner. Forholdet mellem miljøet og det økonomiske beskrives som *det mulige*; forholdet mellem miljøet og det sociale beskrives som *det der er til at leve med*; forholdet mellem det sociale og det økonomiske beskrives som *det retfærdige*.

Det er altså vigtigt at forstå, at bæredygtighed er et samspil mellem flere forskellige faktorer, som alle er afhængige af hinanden. Er blot to ud af tre faktorer involveret, er der ikke tale om noget bæredygtigt – alle tre er nødt til at være til stede. Dog nødvendigvis ikke i et ligeligt omfang, da niveauet af faktorens relevans vil afhænge af det konkrete initiativ.

I bæredygtighed er nutiden og fremtiden altså ligevægtige. Er et initiativ gavnende på nuværende tidspunkt, men med problematikker for fremtiden, er der altså ikke tale om noget, som er bæredygtigt.

Klimatilpasningen

Vores projekt tager udgangspunkt i København, og de tagtyper, der er at finde i København. Vi tager derfor også udgangspunkt i de klimatiltag, som er blevet foretaget og besluttet af Københavns Kommune. Dette vil vi gøre med udgangspunkt i Københavns Klimatilpasningsplan fra 2011. I Klimatilpasningsplanen fremlægges der fire centrale punkter, for klimatilpasning i København.

- Udvikling af metoder til at aflede vand under kraftige regnskyl
- Etablering af grønne løsninger til at mindske risikoen for oversvømmelse
- Øget brug af passiv køling af bygninger
- Sikring mod oversvømmelse fra havet

Klimatilpasningsprocessen i København er i højere grad, bygget op omkring en strategi, end en fast plan. Prognoserne for klimaændringerne og risikobilledet er rimeligt sikre de første 30-40 år, men længere fremme er det sværere at forudse, hvilket også viser sig i Intergovernmental Panel on Climate Changes (IPCC) forskellige scenarier for, hvordan udviklingen vil være for klimaændringerne. Da risikobilledet hele tiden udvikler sig, er det vigtigt at Klimatilpasningsplanen også er fleksibel. Tendenserne i scenarierne er dog ens, og derfor er klimatilpasningen altså bygget op omkring en grundlæggende strategi, hvor de konkrete planer

udvikler sig løbende med risikobilledet. Københavns Kommune har valgt at arbejde ud fra IPCC's A2-scenarium, som også FN's klimapanel benytter.



Figur 3: Processen for klimatilpasning i Københavns Kommune. (Københavns Klimatilpasningsplan 2011)

Københavns Kommune inddeler klimatilpasningen i tre niveauer.

Niveau 1 har til formål, om muligt, at forhindre en ødelæggende hændelse, og hvis dette ikke er muligt mindske omfanget af denne så meget som det kan lade sig gøre. Dette niveau omfatter bl.a. etablering af diger, at bygge højere over havets overflade, lokal tilpasning af kloakkers kapacitet og lokal håndtering af regnvand. Kan dette niveau ikke gennemføres vil niveau 2 og 3 tages i brug.

Niveau 2 har til formål at mindske omfanget af en ødelæggende hændelse. Her ligger bl.a. varslingsystemer for regn, vandtætte kældre og sandsække.

Til sidst har niveau 3 til formål at mindske sårbarheden overfor hændelsen, ved at gøre det lettere og billigere at rydde op. På dette niveau ligger bl.a. en mere ekstensiv brug af kældre, samt beredskab med pumper, som kan pumpe vandet ud (Københavns Kommune 2011: 27).

Løsningsmodellerne inden for hvert tilpasningsniveau, ser forskellige ud alt afhængigt af hvilket geografisk niveau man befinder sig på. Derfor inddeles tiltagende inden for tilpasningsniveauerne, i forskellige geografiske niveauer – helt fra regionsbasis til bygningsbasis.

	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Geografi/Tiltag	Mindske sandsynligheden	Mindske omfanget	Mindske sårbarheden
Region	Forsinkelse af regnmængder i vandløbsopland, pumpning af vand til havet	Forsinkelse af regnmængder i vandløbsopland, pumpning af vand til havet	
Kommune	Diger, forhøjede byggekoter, forøget kloakkapacitet, pumpning af vand til havet	Beredskab Varsling Sikring af infrastruktur	Information, Flytning af sårbare funktioner til sikre steder
Bydel	Diger, "plan B", forhøjet byggekote/tærskel	"plan B" Sikring af infrastruktur	Flytning af sårbare funktioner til sikre steder
Gade	Styring af regnafstrømning, forhøjet byggekote/ tærskel, lokal håndtering af regnvand	Styring af regnafstrømning, forhøjet byggekote/ tærskel, sandsække	Flytning af sårbare funktioner til sikre steder
Bygning	Højvandslukke, forhøjet byggekote/tærskel	Sandsække	Flytning af sårbare funktioner til sikre steder

Tabel 1: Dette skema viser hvordan tilpasningen til de geografiske niveauer kan se ud. (Københavns Kommune, 2011: 12)

Geografi	Tiltag	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
		Mindske sandsynligheden	Mindske omfanget	Mindske sårbarheden
Region	Etablering af forsinkelsesbassiner på separate regnudløb i oplandet til Harrestrup Å og Søborghusrenden.	Sikring af sårbar infrastruktur, Metro, S-tog, tunneler, kulturværdier	Sikring af sårbar infrastruktur, Metro, S-tog, tunneler, kulturværdier	
Kommune	Afkobling af regnvand vha. LAR Etablering af pumper på udløb	Afkobling af regnvand vha. LAR Planlægning	Planlægning	
Bydel	Afkobling af regnvand vha. LAR Plan B-løsninger på centrale pladser/sportsanlæg/parker	Afkobling af regnvand vha. LAR Beredskab, sandsække o.l.	Flytte elskabe til lysregulering, pumpestationer o.l fra lavtliggende punkter	
Gade	Plan B-løsninger, afskæring af regnvand fra kloakken	Beredskab, sandsække o.l.	Flytte elskabe til lysregulering, pumpestationer o.l fra lavtliggende punkter	
Bygning	Afkobling af regnvand fra kloakken	Højvandslukker, tætte kældre, Beredskab, sandsække o.l.	Flytte sårbare funktioner væk fra kælderniveau (serverrum, eltavler o.l.)	

Tabel 2: Mere konkret for København kunne det se således ud. (Københavns Kommune, 2011: 27)

Den største klimamæssige udfordring i Danmark ansues at være den øgede mængde nedbør. Især i byområderne er der store problemer, da der her er færre muligheder for nedsivning og dermed større risiko for oversvømmelser. Dette gør sig i særdeleshed gældende i København. Dansk Metrologisk Institut (DMI) regner med at scenarium A2 vil medføre en nedbørsstigning i

vintermånederne på 25-55 % og et nedbørsfald i sommermånederne på 0-40 %. Hertil kommer, at nedbørens intensitet stiger, og hændelser med kraftig nedbør forventes at stige med 20-50 % (Københavns Kommune 2011: 13). Da nedsivningsmulighederne i København er relativt få, vil overfladerne lede vandet mod kloaksystemer og vandløb. Det nuværende kloaksystem i København kan ikke håndtere den øgede nedbørsmængde, hvor søer, kanaler m.fl. i byen i højere grad vil flyde over. Med den stigende nedbørsmængde vil de nuværende aftagere for regnvand bukke under for belastningen, og resultere i oversvømmelser. Oversvømmelserne vil i højeste grad forekomme i de laveste terræner, hvor vandet naturligt bliver ledt hen.

Lokal Anvendelse af Regnvand

God planlægning skal gøre det muligt at lede en del af vandet hen til steder, hvor de gør mindst skade. Denne metode kendes som LAR – Lokal Anvendelse af Regnvand. Grundlæggende handler LAR om at lede regnvandet udenom kloakken og i stedet lade det fordampe eller sive ned til grundvandet, men det dækker samtidig over en filosofi om, at den øgede mængde regnvand bliver opfattet som noget brugbart i stedet for et problem.

LAR-princippet har som hovedformål at reducere mængden af regnvand som løber til kloaker og rensningsanlæg. Dette kan ske ved håndtering af nedbør på flere forskellige måder. Hovedgrupperne her er nedsivning, forsinkelse, fordampning og genanvendelse.

Nedsivning kan både ske ved deciderede græs- og jordarealer, men også via render, regnbede, permeable belægninger² med nedsivning og faskiner³. Forsinkelse kan ske via bl.a. drosling af afløbene, samt ved opsamling af vand i bassiner. Fordampning kan ske ved bl.a. grønne installationer på tage og i gadeplan. Et beplantet tag vil optage en del af vandet, og fordampning vil ske. Sidst men ikke mindst kan man via opsamlingsinstallationer, f.eks. integreret i taget, også genanvende regnvandet til bl.a. vanding og toiletskyl (LAR i Danmark).

Genanvendelsesprincippet er utroligt vigtigt når man taler om en ændring af opfattelsen af nedbør, fra problem til noget brugbart. Også nye rekreative muligheder opstår ved håndteringen af den øgede mængde nedbør. Man vil kunne sikre badevand i byens havneområder, og derudover nå miljøkravene for byens søer, vandløb, mm. Ved nedsivning af rent vand vil grundvandsbeholdning også stige, og samtidig bruges færre grundvandsressourcer, ved at genanvende regnvandet til førnævnte formål, som alle er meget vandkrævende.

Projekter

² Belægning med væksthuller, med den funktion at vand kan nedsive

³ Et hulrum i jorden, stabiliseret med porøst materiale, dækket med jord og vegetation

For at opnå målsætningen for Københavns Kommunes Klimatilpasningsplan, er flere projekter allerede planlagt eller i gang. Et af disse er Klimakvarter Sankt Kjelds Kvarteret. Dette projekt indeholder ikke grønne tage, men arbejder med regnvandshåndtering og skabelse af nye byrum på en anden, rekreativ måde.



Billede 1: Rending af Tåsinge Plads-projektet – Tredje Natur 2014

Projektet, som er udarbejdet af Københavns Kommune, står for en massiv fornyelse af Sankt Kjeldskvarteret på Ydre Østerbro. Projektet har til formål, at håndtere en så stor mængde nedbør som muligt før det når kloakken, for dermed at undgå en overbelastning af kloaksystemet. Derudover vil man udnytte nedbøren i byrummet, ved at lede det igennem kanaler og bassiner, så det er med til at gøre området rekreativt. Et af de steder i kvarteret, som bliver begrønnet, er Tåsinge Plads. Pladsen vil være skrå, så den nederste del af den dermed vil fungere som et opmagasineringsbassin for regnvandet, hvor det løbende vil nedsive og fordampe. Pladsen vil samtidig fungere som en grøn oase i byen, med forskellige former for beplantning og opholdsinstallationer (Københavns Kommune, 2013). Klimakvarter-projektet er et godt eksempel på, hvordan klimatilpasning i byen samtidig kan skabe nye, rekreative byrum. Det gavner altså byens borgere miljømæssigt og socialt. Projektet åbner i August 2014.

Konsekvenserne af klimaforandringer og urbanisering

I sidste ende handler det om at tage en negativ ting og give det en positiv effekt. Klimaforandringerne har mange negative effekter, som betyder at vores nuværende levestil, ikke er holdbar. De bidrager dermed til, at øge den grønne omstilling. Vi er klar over at

klimaforandringerne er et globalt fænomen, og dermed og et globalt problem. Problemstillingerne ser forskellige ud i forskellige dele af verden, og løsningstiltagene vil derfor også have forskellige styrkeniveauer og fokuser. Vores bud på grønne tage som led i klimatilpasningsstrategien skal derfor ikke ses som en global løsning, men derimod en del af løsningen på de problematikker, som klimaforandringerne medfører i Danmark. Der er altså tale om et lokalt fokus på et globalt problem. I Danmark er det især den øgede mængde regn som skaber er del problemer, men også en generel forøgelse af vandstanden, de intensiverende vindforhold og de stigende temperaturer er problematikker. Sammen udgør de et spind af problemer, som er et resultat af menneskets udnyttelse af ikke-bæredygtige energiformer.

Men nogle af disse problematikker som Danmark står overfor, kan vendes om og blive en del af den bæredygtige omstilling. Et godt eksempel på dette er Tove Ditlevsens Skole på Vesterbro i København. De har installeret en grøn belægning på en del af taget, for at absorbere noget af nedbøren, samtidig med at forsinke dets nedløb. Vandet renses gennem nedsivningen og genbruges til toiletskyl – kun i perioder uden nedbør bruges grundvandet, som det er praksis i hele Danmark. Dermed kan man bruge den øgede mængde regnvand som ressource til noget af det forbrug, der ellers ville være dækket af grundvandet. Dertil har de på skolen opstillet en byvindmølle, som i teorien ville kunne forsyne dem med strøm. Da bygningsreglerne i Københavns Kommune ikke tillader at bygge møllen i en optimal højde, er effekten derfor ikke så stor. Overvinder man dog denne udfordring ville de intensiverede vindforhold også betyde en øget mængde energi, som dermed ville opnås uden brug af fossile brændsler.

Da antallet af solskinstimer ikke stiger, vil man ikke kunne tale om et større udbytte ved brug af solceller som ressource, end man har i dag. Den øgede temperatur skaber derimod et problem i tæt bebyggede områder – den såkaldte varme-ø-effekt, hvor de mørke og tætbyggede tage er med til, at holde på varmen og dermed skabe varmere forhold i byerne end i landområderne. Dette kan i sommermånederne udgøre et problem. Implementerer man grøn belægning på byens tage, vil en mindre del af varmen blive optaget, og varme-ø-effekten vil dermed formindskes.

Tager man udgangspunkt i byggeriet som en problemstilling, kan man argumentere for, at hver gang en boligkarre eller en kontorbygning bliver opført, mistes der et stykke opholdsrum for byens borgere. Implementeres opholdsvenlige grønne tage på byens bygninger, vil opholdsrum ikke gå tabt, men derimod bliver rykket. Det kan ske med den filosofi, at for hver kvadratmeter der tages af grønt areal fra jorden, skal genskabes på bygningen. Dermed rykker man ikke bare opholdsrummet, men skaber en helt ny type opholdsrum, på et helt nyt niveau i byen, som dermed giver borgerne helt nye muligheder. En forøgelse af byens bebyggelsesdensitet vil dermed i mindre

grad være en problematik i forhold til opholdsrum, men en mulighed for nye og anderledes rum, såfremt grønne områder skabes på disse bebyggelser.

Hvornår er der tale om et bæredygtigt tag?

Dorthe Rømø beskriver det grønne tags egenskaber som værende at *"forvandle uproduktive tagflader til grønne, livgivende, klimabeskyttende oaser"* (Rømø, 2012: 7). Ved implementeringen af et grønt tag, vil man opnå en øjeblikkelig virkning, som vil vare ved. Det kræver blot vand og sollys - altså kun uendelige, naturlige ressourcer. Man skaber altså de samme, bedre forhold for nutidige og fremtidige generationer. Grønne tage er bæredygtige, da de opfylder kravene til alle tre dimensioner i Brundtlandrapportens bæredygtighedsmodel. Vi vurderer, at de opfylder dimensionerne på følgende måder:

Det klimamæssige opfyldes ved regnvandshåndteringen, forbedringen af mikroklimaet og varme-ø-effekt reduktion. Disse tiltag tilpasser sig det eksisterende klima, og modvirker negative effekter på naturlige måder, og dermed er det bæredygtigt.

Det sociale opfyldes ved skabelsen af nye opholdsrum, samt et grønnere bymiljø og bybillede. Disse tiltag giver den enkelte beboer ens muligheder for benyttelse af et grønnere byrum. Det skaber også en ny platform for social integrering, forbeholdt alle.

Det økonomiske opfyldes ved forlængelse af tagets levetid og bedre isolering. Beboere, firma, kommune eller stat, vil på trods af finansieringen af taget, spare penge på temperatursregulerende udgifter, samt vedligeholdelse af taget. Disse besparelser vil på sigt tjene anlæggelsen ind.

Delkonklusion

Verden står over for globale klimaforandringer, og i København er der behov for lokale løsningsinitiativer. Disse initiativer skal både beskæftige sig med tilpasning og håndtering af de konsekvenser, som klimaforandringerne medfører, samt løsninger på de ikke-bæredygtige samfundsaspekter, som har bidraget til klimaforandringerne. Det er af afgørende betydning, at disse initiativer er bæredygtige, hvis det fremtidige samfund skal sikres. Initiativerne skal altså ikke blot kunne opfylde de miljømæssige krav for bæredygtighed, men også de sociale og økonomiske. Gennem en klimatilpasning af København er det muligt, at betragte nogle af de negative konsekvenser som ressourcer, som kan generere bæredygtig energi. Det grønne tag, som omdrejningspunkt i vores projekt, er en del af denne omstilling; først og fremmest som klimatilpasser men også som et eksempel på nytænkning i forhold til udnyttelse af naturressourcer.

Det kræver at taget lever op til økonomiske, sociale og miljømæssige krav, samtidig med at opfylde de klimatilpassende funktioner, for at kunne kaldes et bæredygtigt klimatilpasningsinitiativ.

GRØNNE TAGE

TYPER, KLIMATILPASNING, OBSERVATION AF EKSISTERENDE GRØNNE TAGE

I dette kapitel vil vi redegøre for de tre typer af grønne tage, som synes at være dem man arbejder med indenfor faget. Der vil derfor fremgå en redegørelse for ekstensive, semi-intensive og intensive grønne tage, samt en forståelse af deres egenskaber og de betingelser der er, i forbindelse med at anlægge grønne tage. Derudover diskuterer vi hvordan man kan se grønne tage som et led i klimatilpasningen, samt en beskrivelse af resultaterne fra vores observation af forskellige grønne tage i København.

Tre typer grønne tage

Teknik og Miljøforvaltningen i Københavns Kommune siger:

”Ved nybyggeri skal tage med en taghældning på 30 grader eller derunder så vidt muligt begrønnes. Ved reovering af eksisterende byggeri skal der også ske en begrønning, hvis forudsætningerne er til stede.” (Miljø i Byggeri og Anlæg, Teknik og Miljøforvaltningen, Københavns kommune, 2010: 40)

Som det fremgår i citatet, er planen om grønne tage tænkt ind i fremtidigt byggeri og ved reovering af eksisterende. Det er relevant for os at se på de tekniske og fysiske betingelser vedrørende anlægningen af grønne tage. Vi vil derfor i dette afsnit redegøre og specificere kravene samt forudsætningerne, for grønne tage i København. Afsnittet skal give et indblik i de fysiske, økonomiske, sociale og diverse andre betingelser som konstruktionen, et grønt tag er underlagt. Ved denne undersøgelse afsøger vi de tekniske rammer forbundet med vores design, der ultimativt skal danne incitament for at vores design kan konstrueres i virkelig kontekst.

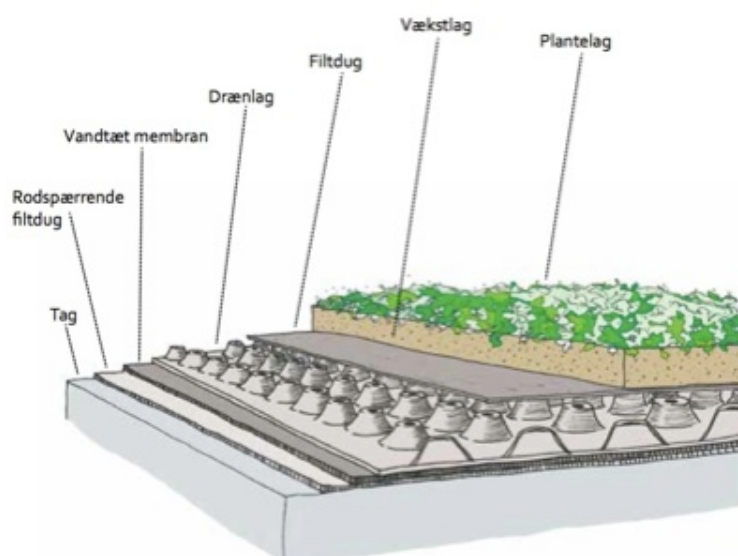
Igennem vores research af lignende projekter er vi faldet over en lang og uddybende analyse af grønne tage fra Frederiksberg kommune; ”Grønne tage og taghaver” fra 2013. Analysen adresserer i de mest væsentlige forhold for grønne tage.

Vi kan allerede, uden at have gået til bunds i alle forhold berette om mange betingelser, som anlægningen af en taghave er underlagt. Først og fremmest er der brug for, at uddybe og præcisere omfanget af det, vi refererer til, som et grønt tag (Frederiksberg Kommune, 2013: 9).

Det kræver en større renovation og forstærkning, for at gøre det muligt, at kunne gå rundt på - og evt. plante mindre træer og buske på toppen af nogle af de ældre bygninger, vi i dag ser i København. Derfor kan der med fordel, blive plantet et tyndere lag plantearter, som stadigvæk kan

medvirke til en fordampning og tilbageholdelse af vandet. For at få den største virkning, må man tænke grønne tage ind i fremtidige bygninger.

Det kræver et flerlaget system, for at bygningskonstruktionen kan holde til og tåle at få en have på taget (Skov og landskab, 2013). Et eksempel på disse lag, kan ses på skitsen herunder. Det er vækstlaget der kan variere i tykkelsen afhængig af, hvilken type grønt tag man vil anlægge.



Figur 4: Et eksempel på opbygning af et grønt tag. (Miljøpunkt Østerbro, 2014: 10)

For at kunne medføre den største effekt og indvirkning på regnvandsmængderne i København, kræver det, at store dele af København bliver beplantet. Derfor må der stilles flere scenarier op, så der er mulighed for, at flere forskellige typer af bygningskonstruktioner, kan få grøn beplantning på toppen.

Vi vil her beskrive de tre typer grønne tage, der typisk skelnes mellem inden for dette fag. Det er; det ekstensive grønne tag, det semi-intensive grønne tag og det intensive grønne tag.

Det intensive grønne tag

Den deciderede taghave, der i realiteten skal kunne fungere som en almindelig have, kaldes for det intensive grønne tag. En sådan have skal kunne tåle en del belastning fra daglig brug. Derfor kræver haven også typisk et tykkere vækstlag. Vækstlaget, altså jord, hvor græs, buske og planter skal plantes i, er særdeles tungt og belastende for taget. Selve vægten er i langt de fleste tilfælde for meget belastning for det gennemsnitlige tag i København. Man vil da typisk skulle lave større ombygninger for at forstærke bygningens fundament, for at kunne håndtere belastningen (Frederiksberg Kommune, 2013: 97).

Optimalt ser vi, at taget også kan benyttes som opholdsrum. Det vil have flere fordele med sig. Blandt andet i form af afstresningsområde, og derudover er det intensive grønne tag er også det tag, af de tre slags, som kan optage mest regnvand. Det intensive grønne tag vil kunne optage omkring 90 % af den årlige nedbør, der falder indenfor tagets areal.

Denne type tag har med større planter og bevoksning at gøre, hvilket betyder at denne slags grønt tag, vil kræve vedligeholdelse, som en normal have eller park (Miljøpunkt Østerbro, 2014: 12).

Det semi-intensive grønne tag

Det semi-intensive grønne tag er, som navnet antyder, en lettere og mindre komplet version af det intensive og deciderede haveanlæg. Denne type tag tåler ophold, men ikke hård belastning. (Frederiksberg Kommune, 2013: 97)

Det ekstensive grønne tag

Det ekstensive grønne tag kan med fordel anlægges på tage, hvor konstruktionen ikke kan klare større belastning. Denne slags grønne tage er ikke egnet til at gå rundt på, men det kan med fordel blandes med det semi-intensive grønne tag. Taget kan derfor beplantes over det hele, men kun betrædes og have større planter, hvor der er ekstra støtte. I København anlægges man som regel kun ekstensive grønne tage, såfremt at taghældningen er under 30 grader. Det vil sige, at ved stejle tage med en større hældning, vil det være svært at anlægge et ekstensivt grønt tag, da der er overhængende fare for, at den ekstensive taghave, blot vil glide af taget med tiden (Miljøpunkt Østerbro, 2014: 6).

Det ekstensive grønne tag beplantes ofte med mindre planter, såsom forskellige slags sedumplanter og sukkulenter. Disse planter kræver minimal pasning, og kan vokse i et mindre lag jord, hvilket gør det nemmere at anlægge (Miljøpunkt Østerbro, 2014: 12).

Det ekstensive grønne tag er særdeles effektivt, og den klart billigste løsning hvis opholdsmulighed ikke er et krav. Sedumplanter, som også kaldes stenurt, er særdeles hårdføre og kan modstå barske forhold i længere perioder. Den er derfor ideel i denne sammenhæng, da hustage som regel er meget udsatte for vind og vejr. Selvom vi, som optimal løsning, gerne vil designe et bud på en taghave med mulighed for opholdsrum, er den ekstensive løsning stadig værd at beskæftige sig med, da den qua de lettere og billigere konstruktionsmæssige betingelser, er mulig at anlægge i sektioner på taget, hvor intensivt grønt tag ikke er en mulighed (Frederiksberg Kommune, 2013: 97).

Hvis man skal forsøge at danne sig et overblik over disse tre forskellige grønne tages egenskaber, ses det gjort i en rapport fra Københavns Teknik- og miljøforvaltning "Green Roofs Copenhagen", hvor Dorthe Rømø præsenterer denne tabel:

Type of green roofs	Extensive	Semi-intensive	Intensive
Use	Environmental landscape	Gardens/ environmental landscape	Gardens/ parks
Type af vegetation	Mosses, herbs, grass	Grass, herbs, shrubs	Lawn, perennial plants, shrubs, trees
Watering	None	Periodically	Regularly
Depth of substrate	60-200 mm	120-250 mm	150-400 mm
Weight	60-150 kg/m	120-200 kg/m	180-500 kg/m
Costs	Low	Middle	High

Tabel 3: Skema over de tre typer af grønt tag (Rømø, 2012: 10)

Her ses de tre forskellige typer grønne tage, hvor man i henhold til Cost-Benefit tankegangen, kan argumentere for, danne sig nogle idéer om, hvilke omkostninger og udbytter de hver især har. Eksempelvis kan man se, at det ekstensive tag ikke skal vandes og ej heller har nogen omkostning som sådan. Derimod har det intensive tag iflg. Rømø høje omkostninger og skal vandes jævnlige.

Tabellen er om muligt ganske overfladisk, og synes heller ikke at beskrive en yderligere undersøgelse bag disse data. Ikke desto mindre, kan den ses som et redskab til at kunne forstå de tre typer grønne tages egenskaber set i forhold til hinanden.

Betingelser

Der er imidlertid en lang række forskellige fysiske, økonomiske, arkitektoniske, sikkerhedsmæssige og sociale betingelser som implementeringen af grønt tag er underlagt. De fysiske betingelser har vi allerede berørt let i ovennævnte præcisering. Udover selve bygningens evne til at holde vægten fra et grønt tag, er der også yderligere fysiske forhold man med fordel kan anskue. Ved et tag vil der som regel være flere steder hvor taget tåler højere belastning end andre steder. Under bygningens

bærende bjælker og vægge vil der f.eks. nødvendigvis være bedre bæreevne end andre steder. Der er derfor mulighed for at se på en kombination af de tre forskellige grønne tagtyper i vores design. Dette er i den virkelige verden, i mange tilfælde også praksis.

Af økonomiske betingelser skal nævnes forhold som vedligeholdelse og omkostninger ved at styrke bygningens fundament. Grønne tage er dyrere end almindelige tage, men deres brugstid er længere og de bidrager både til bygningens energieffektivitet og selve bygningens værdi (Frederiksberg Kommune, 2013: 10). Omkostningerne ved anlæggelse af grønne tage har i nogle tilfælde et betydeligt økonomisk incitament. Dette i særdeleshed ved ejerlejligheder, eftersom at et grønt tag vil øge lejlighedens areal og brugsværdi. Omkostningerne kan derfor hentes ind ved salg, både som lejlighedsejer og i boligforeninger (Frederiksberg Kommune, 2013: 98). Det kræver dog at der er tale om et intensivt, eller semi-intensivt grønt tag, da et ekstensivt grønt tag sjældent vil øge bygningens brugsværdi og dermed sandsynligvis heller ikke merværdien (Frederiksberg Kommune, 2014: 99).

Når man skal designe en taghave er det også væsentligt at kigge på de arkitektoniske forhold der gør sig gældende ved den konkrete bygning. Som udgangspunkt skal bygningens helhedsudtryk forbedres, man må derfor tage højde for, og respektere, at ikke alle bygningernes arkitektoniske forhold egner sig til at udstyre en taghave. Eksempelvis skelner man i Frederiksberg Kommune imellem bevaringsværdige bygninger i en 1-4 kategori (Frederiksberg Kommune, 2013: 9). Samtidig bør et taghaveprojekt, ud fra et æstetisk synspunkt, ikke blot tænkes i helhed med bygningen, men ligeledes med det generelle gadebillede.

Taghaver kan have flere anvendelsesmuligheder, og designet afhænger i høj grad af, om der ønskes en privat, fælles eller offentlig taghave. Af sikkerhedsmæssige årsager kræver eksempelvis offentlige taghaver, at der etableres mindst to flugtveje uafhængige af bygningen. Dette vil i de fleste tilfælde være i form af elevatorer på bygningens side (Frederiksberg Kommune, 2013: 98).

Grønne tage som en del af Klimatilpasningsplanen

”De valgte løsninger skal udformes i respekt for andre behov for anvendelse af tagarealerne samt væsentlige byggetekniske og arkitektoniske hensyn. Der skal desuden anlægges et helhedssyn på alle projektets tiltag, der sigter mod genanvendelse og lokal afledning af regnvand.”

Københavns Kommune om grønne tage i forbindelse med nybyggeri (Miljø i Byggeri og Anlæg, Københavns kommune, 2010:40).

Dominerende i Københavns Klimatilpasningsplan er håndteringen af den stigende fremtidige mængde nedbør og dermed presset på kloaksystemet, der i ekstreme tilfælde overbelastes og skaber lokale oversvømmelser. Det er derfor, i højere grad i fremtiden nødvendigt i tæt befolkede dele af København, at skabe systemer til at aflede og tilbageholde regnvandsmængden. Grønne tage er en særdeles nyttig løsning til denne problematik eftersom de, i de fleste tilfælde har mulighed for, at tænkes ind i byggeri, uden at skulle afgive byrum forbeholdt andre funktioner. Tværtimod er de ligeledes med til at skabe nye, små, lokale grønne opholdsrum.

Københavns Kommune og DMI anvender et udviklingsscenario, der tager udgangspunkt i det samme som FN's Klimapanel. Det forventes bl.a. at intensiteten af de kraftige byger vil stige med 20-50 % (Københavns Kommune, 2011: 13).

Grønne tage kan være en af mange løsningsmodeller til disse kommende udfordringer.



Billede 2: Oversvømmelse ved 100-årsregn i år 2110 (Københavns Kommune, 2011: 20)

Ovenstående er en model udarbejdet af Københavns Kommune, der viser oversvømmelsen ved en 100-års regn⁴ i år 2110 uden klimatiltag. De blå sektioner repræsenterer oversvømmelserne, og i de mørkeblå sektioner har vandstanden overskredet 1 meter. Kloaksystemets kapacitet er overskredet i store dele i København ved dette scenarium. Der er med dette ekstreme eksempel i mente, ingen tvivl om at der bør tages tiltag lokalt, for at man på en hensigtsmæssig måde kan håndtere den øgede mængde nedbør.

⁴ En regn med en intensitet der forventes kun at optræde en gang på et århundrede

Som tidligere nævnt er der forskel på de forskellige slags grønne tages evne til, at opmagasinere og tilbageholde regnvandet:

	Ekstensivt tag: sedum	Ekstensivt tag: sedum, urt og græs	Semi intensivt tag: stauder, græs	Semi intensivt tag: bunddække og mindre busker	Intensivt tag: mindre træer og større buske	Intensivt tag: store træer
ϕ	0,6-0,7	0,4-0,5	0,2-0,4	0,2-0,3	0,1	0,1
Tykkelse, cm	4-8	6-16	12-35 (og tykkere)	15-50 (og tykkere)	60-120 (og tykkere)	150-200 (og tykkere)

ϕ = afløbskoefficient. ϕ er et udtryk for, hvor meget vand der løber videre gennem taget. Ved et sedumtag løber f.eks 60-70% videre, mens der ved et intensivt tag løber 10% videre. Tegningerne på næste side 31 illustrerer dette. ϕ forekommer ofte i bilagene.

Tabel 4: LAR-effekt ved grønne tagtyper (Frederiksberg Kommune, 2013: 32)

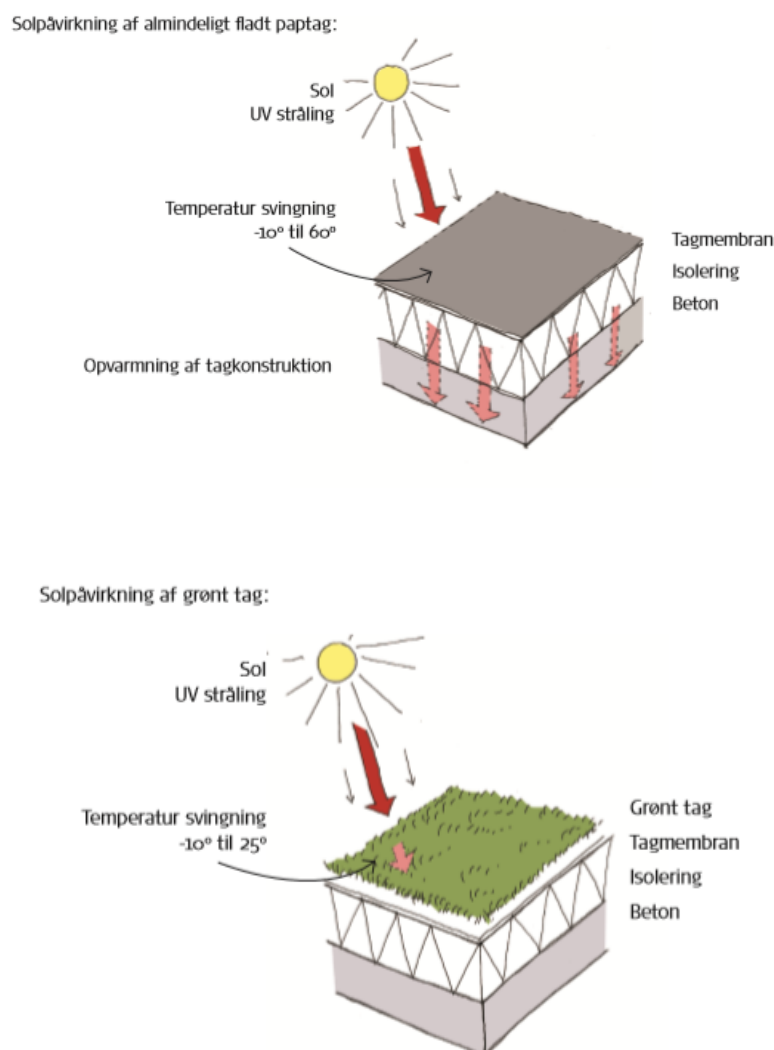
Den ovenstående model fra Frederiksberg Kommune viser forholdet mellem tykkelsen af vækstlaget og mængden af vand der tilbageholdes. Eksempelvis fremgår det, at det intensive grønne tag kan tilbageholde op imod 90 % af nedbøren, imens det tyndeste ekstensive sedumlag tilbageholder 30-40 %.

Nogle af nøgleordene mht. til LAR princippet var som tidligere forklaret bl.a. nedsivning, forsinkelse, fordampning og genanvendelse. Grønne tage har muligheden for at danne grundlag for hver af disse aktiviteter, både i direkte og indirekte forstand. Udover at der sker en naturlig fordampning og tilbageholdning af nedbørmængden, kan man med fordel ligeledes tænke flere løsningsmuligheder ind i det grønne tag. Eksempelvis kan man lede noget af den mængde nedbør, der ikke bliver tilbageholdt på det grønne tag, ned i en opsamlingsstank til genanvendelse, der så i tørre perioder kan vande taget, såfremt det skulle være nødvendigt.

”Klimaforandringerne vil også på længere sigt få betydning for temperaturen i byen. Det forventes, at vi vil komme til at opleve kraftigere og lægevarende hedebølger, der kan påvirke folkesundheden og skabe et større behov for afkøling. En række andre områder som grundvand, luftkvalitet og biologisk mangfoldighed vil også blive påvirket.” (Københavns Kommune, Klimatilpasningsplan, 2011: 84)

Som et andet led i Københavns klimaomstilling indgår også en estimeret gennemsnitlig temperaturstigning der skal håndteres. Prognoserne er dog meget usikre og fremtidens klima kan

ikke forudses ud fra historiske klimatendenser alene. Temperaturstigningerne og vandstanden i verdenshavene i fremtiden er, med meget stor sikkerhed, også påvirket af politiske tendenser og beslutninger. Sammenhængen mellem udslippet af drivhusgasser i atmosfæren, som konsekvens af menneskelig aktivitet, sammen med temperaturstigningerne, er blandt forskere bredt accepteret som eksisterende. Fremtidens klima er derfor også et spørgsmål om hvorvidt, at vi på globalt plan, lykkes med en mere bæredygtig klimapolitik. Det samme førortalte udviklingsscenario forudsiger en global gennemsnitstemperaturstigning på 2-3 grader (Københavns Kommune, 2011: 3).



Figur 5: Varmepåvirkningen af almindeligt paptag og grønt tag (Frederiksberg Kommune, 2013: 28)

Implementerer man grøn belægning på byens tage, vil en mindre del af varmen blive optaget, og varme-ø-effekten vil dermed formindskes. Når vand fordamper, vil der opstå en nedkøling på det pågældende sted. Man vil derfor i kraft af vandets opmagasinering og fordampling på hustaget opleve en kølende effekt, der vil aflaste airconditionssystemer i bygninger. Ovenstående model viser

dette princip, hvor vi kan se at solens UV-stråler opvarmer det almindelige tag ned igennem isoleringen, hvorimod der ved det grønne tag opnås en betydelig reduktion. Der vil også kunne opnås en minimal effektivisering af bygningens isolering mod kulde i vinterperioder, men denne effekt er ganske lille (2,5 %) og vil givetvis ikke betragtes som en gevinst, såfremt at bygningens tag er isoleret efter nutidig standard (Frederiksberg Kommune, 2013: 29).

Besøgte grønne tage i København

For at kunne forstå, hvordan grønne tage i praksis kan se ud og fungere, kontaktede vi forskellige instanser i København, som ifølge Københavns Kommunes hjemmeside er i besiddelse af et sådant.

A-huset, STAY

STAY huserer i A-huset på Islands Brygge og er et såkaldt lejlighedshotel, hvor beboerne kan bo fra en dag til flere år. I en rundvisning af hotellets Facility Manager så vi taget på den nævneværdige bygning. Taget er naturligvis som den resterende konstruktion, formet som et A set oppefra. Der er efter renoveringen af bygningen lavet nogle yderligere penthouselejligheder, som er placeret med jævn afstand fra hinanden. Dette gør, at det samlede tagareal har en bølgende overflade, da man kan passere over disse penthouseboliger. Mellem ”bølgetoppene” er anlagt store tagterrasser, som er meget opholdsvenlige. Der er altså her mulighed for at sidde og gå, da der ikke er nogle forhindringer eller barrierer på taget i betragtning af, at man befinder sig på et tag i en storby. På taget over penthouselejlighederne, er anlagt stenurt som sedum, som ifølge lejlighedshotellets Facility Manager er indkøbt som måtter, der er rullet ud over et lag tagbelægning. På disse grønne områder, er det også muligt at opholde sig, men har ikke nær så mange besøgende som de lavereliggende områder med tagterrasse.

Hvis man i henhold til ovenstående skal forsøge at beskrive, hvilken form for grønt tag, der på A-huset er tale om, synes det, at ligge nærmest, hvad der forstås som et semi-intensivt grønt tag. Der er anlagt beplantning i form af stenurt, som kan betrædes, og sammen med tagterrasserne udgør det en brug, som både en *have* samt et *miljømæssigt landskab*. Dette er kriterier, som blandt andre beskriver det semi-intensive grønne tag iflg. M.Sc. Biolog Dorthe Rømø (Rømø, 2012: 10).

Besøgende/brugere på taget, var der ikke mange af under vores rundvisning, hvilket øjensynligt skyldes det tidspunkt vi befandt os der. Det blev os dog fortalt, at beboerne ofte bruger tagterrasserne som opholdsrum og mødested, hvor de beplantede områder primært bruges som afstresnings- eller tilflugtssted, når der ønskes mere ro.



Billede 3: Ekstensivt grønt tag på A-huset og Billede 4: Tagterrassen på A-huset

Tove Ditlevsens Skole

Skolen på Vesterbro, som i dag er udbygget og af samme grund fordelt over to bygninger med forskellige beliggenheder i bydelen, har ifølge skoleleder Rene Schou fået særligt fokus på bæredygtighed. Skolen har bl.a. installeret en byvindmølle, som skal signalere institutionens øgede opmærksomhed på den bæredygtige udvikling. Der er ydermere anlagt et vandopsamlingsystem, hvor regnvandet ledes under jorden via nedløbsrør fra tagrenderne, hvor det derfra bruges som vand til toiletudskyl. Igen, for udadtil at bevise sit fokus på området, er sat et mindre bassin i skolegården, hvor børnene ifølge skolelederen bliver bevidste om skolens indsats. I den bæredygtige tankegang, er også anlagt en måtte af stenurt på en vandret del af taget på tilbygningen. Beplantningen her betrædes ikke, og har heller ikke behov for at blive vandet eller vedligeholdt i betydelig grad. Af samme årsag, kan man kategorisere det som et ekstensivt grønt tag.



Billede 5: Ekstensivt tag på Tove Ditlevsens Skole og Billede 6: Bassin i skolegården på Tove Ditlevsens Skole

Korsgadehallen

I Korsgade på indre Nørrebro ligger Korsgadehallen, der er en idrætshal, som synes ofte at blive brugt. Selve bygningen er placeret omkring en halv etage under jorden, hvor den resterende del er over. Den er omgivet af en mængde beplantet jord, som synes at få det til at ligne en bunker. Bakken om hallen er bestående af hvad der synes, at være en stor mængde jord, hvilket må formodes at være årsag til, at bygningen øjensynligt har en stærk konstruktion. Beplantningen er bestående af græs, og få andre ukrudtsplanter, som ikke kræver stor vedligeholdelse. Bakken er oplagt til ophold, men muligvis pga. den tid på døgnet, vi besøgte hallen, var der ikke mange brugere eller besøgende derpå.



Billede 7: Bakken over Korsgadehallen og Billede 8: Vinduesparti ud til bakken

Det Grønne Strøg

Fra enden af Bernstoffsgade på hjørnet af Kalvebod Brygge ved SEB kan man bevæge sig op ad trapper, som ender i cirka to etagers højde. Herfra går det såkaldte Grønne Strøg, langs Kalvebod Brygge mellem domiciler som DSB, SEB og Tivoli Hotel og Congress Center. I den ene del ses det grønne i udformning af afgrænsede områder af lav beplantning på begge sider af den stenbelagte sti, som danner vejen på Det Grønne Strøg. De grønne områder indbyder umiddelbart ikke til ophold derpå, da der udenom er stenbelægning som små stier. Dog synes der ikke at være problemer for væksten, hvis det betrædes. Der brydes med de anlagte beplantninger, hvor indrettede opholdsrum findes. Disse er indrammet i tre sammensatte træhegn, som er dækket af slyngplanter, hvor bænke er placeret langs hegnene. Det skaber altså en form for intimsfære, som indbyder til ophold, da man føler sig beskyttet (Gehl, 2010: 249). Da de grønne områder i denne del af taget primært er græs og forskellige former for sedum, synes man at kunne kategorisere det som et semi-intensivt grønt tag, som heller ikke ansues til at kræve stor vedligeholdelse – vel at mærke, hvis der ses bort fra slyngplanterne i de indrettede opholdsrum. Bevæger man sig videre ad den snorlige sti, kommer man til hvad man kan kalde den anden del af Det Grønne Strøg ved Tivoli Hotel. Her brydes med den lige struktur, da beplantningen findes i større bede, som dog igen indkredsnes af stenbelægningen. Disse bede er højere og synes at indeholde en mere eksotiskudseende vækst. De indbyder absolut ikke til ophold pga. højden på omkring en meter, hvilket dog ikke virker til at skabe problemer, da man bevæger sig langs stenbelægningen. I mange af de høje bede er der også placeret større træer, som naturligvis kræver en større mængde jord i forhold til den første del af taghaven. Dette er karakteristika, som gør at denne del synes at kunne defineres som et intensivt grønt tag. Beplantningen her, synes også at kræve mere vedligeholdelse, hvorimod der pga. de større mængder jord, øjensynligt kan tilbageholdes relativt meget regnvand.



Billede 9: Indrammet ekstensivt grønt område og Billede 10: Inddeling af opholdsrummet



Billede 11: Intensivt grønt område med høje bede og træer

Træstubben

Mellem de gamle Vesterbroejendomme, i hvad der ligner en åben baggård, findes et lille fristed, der kaldes Træstubben. Det er en stor have, som består af relativt meget forskelligartet beplantning. Mellem træer, buske, en lille å og små bakker ligger Træstubben, som er et tidligere offentligt toilet, som er blevet udbygget og nu fremstår som et lille hus. Felix Christian Becker, som er manden bag ud- og ombygningen, har haft stort fokus på bæredygtige løsninger i forbindelse med dette projekt. Indefra kan man se hvordan der er isoleret på forskellige måder – både med gamle mælkekartoner, hø mm. Taget er også blevet gjort ”grønt”, med en tagdug, hvorpå der er lagt søgræs. Søgræsset er placeret i et lag af cirka 20-30 cm, hvori der er sået græs og en enkelt rabarber. Taget i sig selv har en hældningen på mere end 30 %, men ifølge Felix Christian Becker har dette ikke skabt bemærkelsesværdige problemer. Vedligeholdelsen af taget består i, at fylde en smule mere søgræs på taget en sjælden gang imellem, da hældningen og de danske vejr, synes at få det til at falde sammen ned mod tagrenderne. Hvad angår regnvandet tilbageholder beplantningen og søgræsset noget af det, hvor det resterende falder ned i tagrenderne og løber ned i den lille anlagte å. Taget er ikke tiltænkt eller holdbart som opholdsrum, med hvilket det af samme grund, kan karakteriseres som et ekstensivt grønt tag.



Billede 12: Taget på Træstubben og Billede 13: Regnvandsopsamlingsstanke ved Træstubben

Delkonklusion

Et tag med beplantning kan både have en værdi af æstetisk karakter, men i høj grad også miljømæssig. Det kan tilbageholde regnvand og bidrager i lille grad, men ikke desto mindre til CO₂-neutrale mål. Observation af de besøgte grønne tage i København resulterede i, at se mulighederne for disse initiativer som forgangseksempel på en større bæredygtig omstilling. Der er mange fordele ved det grønne tag som en af mange løsningsmodeller, til de klimaudfordringer vi på globalt set står over for. Der findes tre typer af grønne tage; det ekstensive, det semi-intensive og det intensive. De har hver især forskellige fordele og ulemper, hvor konstruktionen af den grønne beplantning afhænger af tagets type. Det ekstensive tag kan på mange måder tænkes at være nemt at implementere flere steder, hvor det semi-intensive og det intensive synes at kræve mere. Implementering af de to sidstnævnte må man altså anskue til, at være afhængig af bl.a. konstruktionen af den pågældende bygnings tag, hvorfor man kan argumentere for, at nyopførte bygninger med flade tage vil være mere optimale til at kunne bære disse typer af grønne tage.

GRØNNE OMRÅDER

MENNESKETS VELFÆRD, HELBRED, FÆRDEN, ATTRAKTION

Vi vil i følgende kapitel kort redegøre for sammenhængen mellem menneskets velfærd og naturen. Dette gøres, for at danne baggrundsviden om hvorfor at det er så vigtigt, at der findes grønne områder i byen, samt hvornår en plads eller rum er opholdsvenligt. For at definere, hvad der er opholdsvenligt vil vi gennemgå en række kriterier for det gode opholdsrum, og mulighederne for deres opfyldelse.

Menneskets velfærd og grønne områder

Forskning inden for området omkring menneskets helbred i sammenhæng med naturen, benytter sig ofte af 3 teoretiske perspektiver: Evolutionsteori, moderne stress-teoretiske modeller og sundhedsfremmemodeller.

Når der tales om evolutionsteori menes der, at mennesket er uegnet til bylivet. Menneskets udvikling har en tæt forbindelse til naturen, hvilket gør at den travle by, kan have en negativ virkning på menneskets velfærd.

I de moderne stress-teoretiske modeller og sundhedsfremmemodeller, betragtes grønne områder, som en vigtig faktor, for at få dem vendt fra at være negative, til at blive positive.

De moderne bymiljøer vi lever i, hvor der er mangel på natur omkring os, kan medvirke til en negativ stressfaktor. Derfor er det vigtigt, at vi har let adgang og mulighed for, at komme ud i et grønt område (Statens Institut for folkesundhed, 2007: 348).

I en travl hverdag, prioriteres det højt, at man har grønne områder tæt på sit hjem, derfor ser vi det, som en god løsning, at skabe grønne opholdsrum på toppen af byens boligblokke.

Undersøgelser lavet af Skov og Landskab⁵ viser, at 93 % selv mener, at naturen har en positiv virkning på deres helbred og humør. Vi vil helst have, at naturen er rig på forskellige slags plante- og dyreliv, og vi sætter pris på, at de grønne områder er "naturlignende". Undersøgelserne viser også, at der hvor vi helst opholder os, er i vores egen have og at de uforstyrrede naturområder er at foretrække, hvilket gør den private taghave ekstra attraktiv (Skov og landskab, 2005: 6).

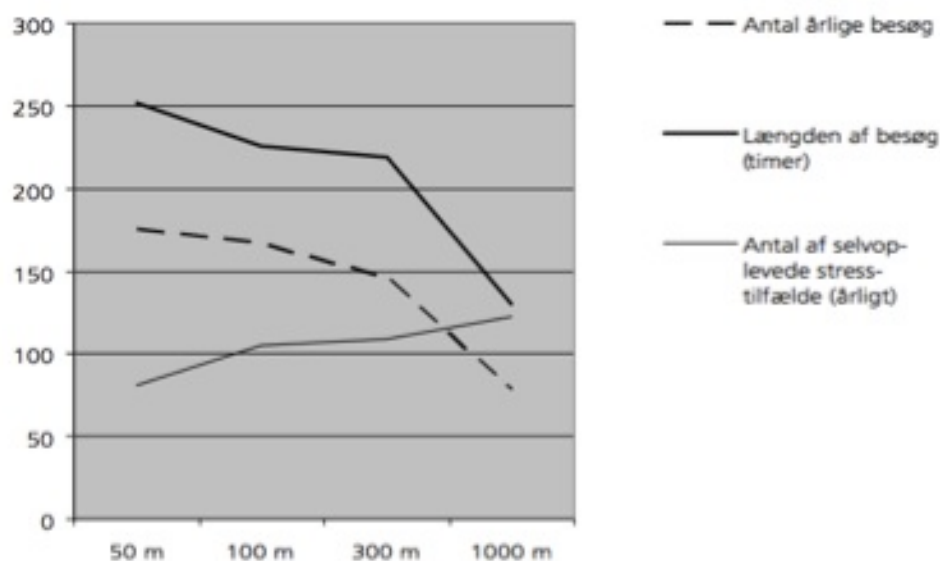
⁵ Skov og landskab er et nationalt center for forskning under Københavns Universitet

Helbred

Verdenssundhedsorganisationen WHO mener, at den mentale sundhed i fremtiden vil være den største trussel for mennesket levetid i den vestlige verden (Skov og landskab, 2008: 10). Derfor skal byen planlægges sådan, at det ikke kræver meget i en travl hverdag, at kunne komme til et grønt område.

Skov og landskab har forsket i sammenhængen mellem ophold i naturen og menneskets sundhed. Deres undersøgelser viser, at jo tættere på vores bolig der findes natur, og jo oftere vi befinder os i de grønne områder, jo mindre stressede vil vi være.

Mennesket gør oftere brug af de grønne områder, hvis man bor inden for en afstand af 50 meter. Tilsvarende er besøgstiden i det pågældende grønne område større, jo kortere afstand der er til det (Skov og landskab, 2008: 16). Her ser vi det, som den optimale løsning, at placere det grønne område på toppen af bebyggelserne, da det derfor ikke kræver større overvejelser og tid, at komme af sted og ud i grønne områder.



Figur 6: Her ses forholdet mellem, hvor længe besøget i det grønne områder vare, hvor mange besøgende der er og hvor mange der har følt sig stresset (Skov og landskab, 2008; 16)

Afgørende for, om de grønne områder bliver brugt, er også indretningen af dem og hvilken stemning og følelse, der skabes. For at gøre det grønne opholdsrum mest attraktivt, tales der om forskellige karakterer, som et grønt område skal indeholde for at blive benyttet. Hovedsageligt skal området skabe følelsen af tryghed og være fredfyldt. Støjen fra byen og de stressende elementer, der findes i hverdagen skal kunne lægges væk, når man befinder sig i et grønt område. Det grønne

opholdsrum skal medvirke til, at vi føler, at vi begiver os ind i en anden verden, modsat det travle byliv (Larsen, 2009: 6-7).

De grønne områder

Vi betragter det grønne opholdsrum som et sted, hvor man kan finde ro og fred fra hverdagen og den ellers travle og larmende by. Det kan være alt fra store parker til de små private haver, så længe at der er natur omkring en, når man befinder sig i det.

Der er flere fordele ved, at der er grøn beplantning nær dit hjem. Der lægges derfor stor vægt på grønne områder nær din bolig - især i storbyerne, hvor der kan være længere afstande til skov og vand. For at få integreret buske, træer og anden grøn bevoksning i byen, bliver man tvunget til at tænke i nye baner. Når pladsen slipper op på jorden, må man benytte sig af det, der er i byen.

Vi lever i en verden, hvor størstedelen af befolkningen bor i byer. Urbaniseringen medfører at byerne bliver større og større. Der bliver nedlagt skove og marker for at gøre plads til ny bebyggelse, og de grønne områder i byen bliver groft sagt omdannet til grå beton og asfalt (Jochumsen, 2011).

Byen fylder mere og mere i landskabet, og derfor bliver man under udviklingen af byen, nødt til at tage miljøet i betragtning. Derfor ses byen nu, som en integreret del af det naturlige kredsløb. Det er vigtigt at bevare de grønne områder i byen, så som parker og haver, og hele tiden skabe og udvikle nye grønne tilflugtssteder.

En anden side af problemet er, at naturen ikke kun er med til at påvirke miljøet, men også er med til at påvirke menneskets velfærd. Der er brug for de grønne områder både inden for fysiske og psykiske aspekter. For at få mere natur ind i byen, bliver man nødt til at finde alternative løsninger til, hvor der kan skabes disse grønne "åndehuller" (DAC, 2014).

Ophold

Når man taler om, at en plads eller et rum er godt til ophold er der nogle kriterier, som gør sig gældende. Jan Gehl og William Whyte beskæftiger sig begge med dette, og er gennem undersøgelser kommet frem til, hvilke forhold der er fordelagtige for, at folk synes om at opholde sig i et rum. Begge taler de om offentlige opholdsrum, men disse kriterier kan også bruges til at forstå andre rum – f.eks. private, indendørs m.fl. Der nævnes særligt tre punkter, som er centrale ift. et godt opholdsrum. Disse er; komfort, herlighed og beskyttelse.

Komfort

Dette punkt underbygger seks kriterier, i et fodgængerlandskab (Gehl, 2010: 249). I forhold til en taghave, er det derfor ikke alle, som synes at kunne være relevante. Dog kan nogle af disse bruges til at forstå, hvordan man kan skabe optimale forhold for ophold på en plads. Heriblandt findes muligheder for at sidde og stå, hvor der tales om både primære og sekundære siddepladser. Stå- og opholdsmuligheder findes ved kanteffekten og støttepunkter. Ydermere er muligheden for at se og have et godt udsyn, et komfortkriterium, da det skaber en form for overblik, tryghed og bevidsthed hos den opholdende/observerende. Muligheden for pladskrævende fysisk aktivitet synes dog at være svær at opfylde på et tag, da pladsen naturligvis er begrænset i et vist omfang.

Kanteffekt

Kanter spiller på flere forskellige måder en central rolle i et opholdsrum. Kanter kan man her både argumentere for er vægge, buske, ryglæn m.fl. Ifølge Jan Gehl og William Whyte søger mennesker naturligt ud mod kanterne når de skal opholde sig. Det at opholde sig, forstås både som at gå rundt uden et egentligt mål og stillestand, som at sidde og stå (Gehl, 2010: 249). Der er flere årsager til, at kanter ses som det mest attraktive opholdsområde. Det skyldes først og fremmest, at der her gives de bedste muligheder for at sidde og læne sig. Mange kanter fungerer nemlig også som sekundære siddepladser, og er dermed med til at opfylde det helt grundlæggende behov for siddepladser. Sekundære siddepladser er siddeområder, som umiddelbart ikke synes at have det at sidde, som primær funktion. Et eksempel herpå kunne være trappetrin. Kanter udgør også andre og vigtige funktioner. De besidder en beskyttende effekt, som mange mennesker, bevidst eller ubevidst, søger mod. Opholder man sig langs kanten, fremlægger både Whyte og Gehl, at man ikke er center for folks observation, men vil derimod selv, ofte opnå et vist overblik over opholdsrummet, og bliver dermed selv den observerende (Whyte, 2001). Mange typer af kanter kan også være med til at forbedre mikroklimaet. Forudsat at kanterne har en vis størrelse vil de fungere som en beskyttende faktor mod vejr; læ for vind og regn, skygge for sol, mm. Derfor ser man også tit, i både store og små opholdsrum, at densiteten af opholdende er højest i kanterne, hvilket understreger behovet for disse i et opholdsrum.

Herlighed

Herlighed har i store træk med udtrykket og udseendet at gøre. Det beskæftiger sig i høj grad med æstetikken og skala, og derfor hvordan rummet fremstår, og hvilke indtryk det efterlader hos de besøgende. Opholdsrummets mulighed for at nyde klimaet alt afhængig af hvilket vejr, der gør sig gældende, er særligt relevant for udformning af et godt opholdsrum. Det skal indbyde til, at kunne nyde de positive aspekter ved vejret, f.eks. plads i skyggen eller solen, når denne skinner og mulighed for overdække når det regner (Gehl, 2010: 249). Ydermere beskæftiger herlighed sig med

det skønne, hvor et smukt design med gode detaljer bidrager til den gode oplevelse af et opholdsrum. Herunder indgår også muligheden for en flot udsigt, hvilket i den grad synes at være gældende på et tag. Her opnås et overblik og en udsigt, som man kan argumentere for er attraktiv, da det ikke synes at være i den normale menneskelige adfærds skala. Naturlige elementer som beplantning og vand er også et kriterium, som ifølge Gehl er en del af rummets udtryk. For ophold på et givent område, gør det sig altså gældende, at herligheden øges, hvis der er udsyn til f.eks. træer, græsarealer, kanaler eller andre naturlige aspekter. Som et eksempel herpå, kunne parker nævnes.

Beskyttelse

Mht. beskyttelse taler Gehl her om tre kriterier. De første to er beskyttelse mod trafik og kriminalitet, hvilket dog ikke synes at være relevant, når man beskæftiger sig med ophold på et tag. Dog er beskyttelse mod negative sansepåvirkninger gældende, da disse i høj grad synes at være tilstede ved ophold på taget. Her benævnes de negative påvirkninger bl.a. vind, nedbør, temperatur, forurening og støj (Gehl, 2010: 249). Man forstår altså ved dette, at man opnår et godt opholdsrum, hvis der er mulighed for at bevæge sig et område, hvor man kan være beskyttet for disse faktorer. Dog synes det svært – om næsten umuligt – at et rum er udformet således, at der kan tages højde for beskyttelse for alle tænkelige faktorer, og man synes derfor at må gå på kompromis med nogle af disse i langt de fleste tilfælde. På et tag vil det højst sandsynligt være næsten umuligt at skabe fuldstændig læ for vind og nedbør pga. tagets placering. Man kan dog tale om et andet beskyttelseskriterium, som vil kunne gøre sig gældende i den højde, som et tag naturligvis er i. Beskyttelse for uheld ved ophold på pladsen, må derfor tages i betragtning, og man kan derfor argumentere for, at dette må være tilstede, for at skabe tryghed ved ophold derpå. Et eksempel her på kunne være et hegn.

Delkonklusion

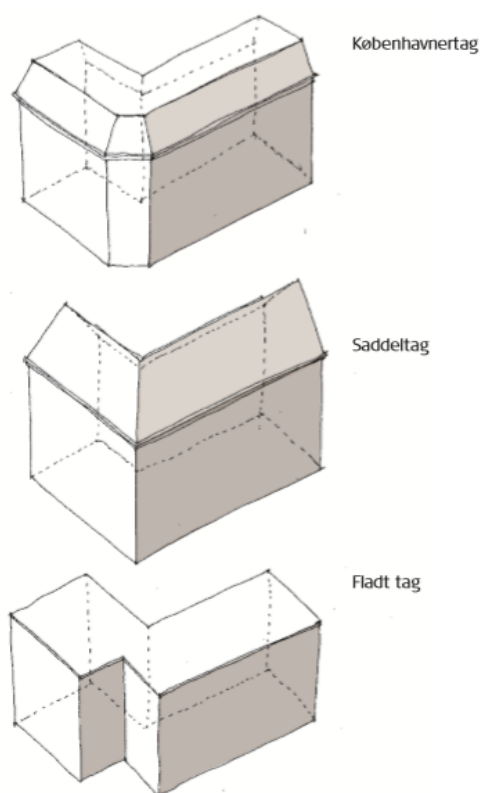
Grønne områder har en mærkbar effekt på den menneskelige velfærd. Grønne opholdsrum besidder nemlig nogle kvaliteter som mennesket naturligt søger og er forbundet til, og er dermed vigtige for menneskets velfærd. Da densiteten af disse områder ikke er så høj i bymiljøer, må man skabe grønne opholdsrum i den grad og under de forudsætninger det er muligt. De mange kvadratmeter tagflader i byen, er et oplagt sted til at gøre dette, da de stort set alle sammen er uudnyttede. For at skabe et så naturligt og samtidig opholdsvenligt grønt rum, må komfort-, herlighed- og beskyttelseskriterierne opfyldes så vidt det er muligt. Da vi har fravalgt semesterbindingen Subjektivitet, Teknologi og Samfund, er vi ikke gået yderligere i dybden med de sociale aspekter og menneskets forhold til grønne opholdsrum end gjort her.

Udbredelse af grønne tage

TAGTYPER, MULIGHEDER I KØBENHAVN, FORMIDLING OG BEVIDSTHED

I følgende kapitel tager vi fat i, hvordan og hvor mulighederne for udbredelse af grønne tage i København findes. Derfor redegør vi først for, hvilke tagtyper der findes i København, for med baggrund i dette, at undersøge hvordan man kan se implementering af grønne tage i København som en mulighed – i så fald i hvilket omfang. Til sidst nævnes formidling af den bæredygtige tankegang som et element, når man bestræber sig på en bæredygtig omstilling.

Tagtyper i København



Figur 7: Tagtyper. (Frederiksberg Kommune, 2013: 37)

Det københavnske bybillede er præget af tre forskellige tagtyper, som hver giver forskellige udfordringer mht. konstruktion af et grønt tag. De tre tagtyper omfatter: Saddeltaget, københavnertaget og det flade tag. Saddeltaget er et simpelt tag hvor siderne er skrå og mødes på toppen så de danner en trekant hvis vi forestiller os bygningen set i et tværsnit. Københavertaget har, modsat saddeltaget, ikke en spids top men en flad, således at de to skrå tagsider er forbundet

af et fladt stykke tag. Det flade tag er, som det siger sig selv, fladt uden yderligere kendetegn. Ved implementering af grønt tag på de to førstnævnte tagtyper, saddeltage og københavnertage, kræves visse ombygninger. Ombygningens omfang afhænger af hvilket slags grønt tag, der ønskes. I mange tilfælde vil der ikke være mulighed for, at anlægge deciderede intensive taghaver. Dette skyldes at disse bygninger typisk vil kræve meget store, dyre strukturelle ombygninger. Det vil ofte være uhensigtsmæssigt dyrt og besværligt (Frederiksberg Kommune, 2013: 97). Det er dog muligt at skabe ekstensive og mindre sektioner af semi-intensive grønne tage ved mindre ombygninger. Ved saddeltaget og eventuelt også københavnertaget, vil der skulle laves en såkaldt nedskæring i én, eller begge tages, skrå sider således man opnår et plant niveau.

Det giver næsten sig selv, at det flade tag er den mest oplagte mulighed for anlæggelsen af et semi-intensivt eller intensivt grønt tag, da vi ikke her kræver samme mængde ombygning i bygningens arkitektur. Hermed ikke sagt, at der kan anlægges en intensiv taghave uden et krav til forstærkelse af bygningskonstruktionen (Frederiksberg Kommune, 2013: 97).

Københavns tage

Mulighederne for anlæggelse af grønne taginstallationer afhænger i høj grad af tagets type. Når man taler om udbredelsen af grønne taginstallationer i København, er man derfor nødt til først at danne sig et overblik over, i hvilken grad de forskellige tagtyper er repræsenteret i København. Dette finder vi vigtigt fordi, at forskellige tagtyper giver forskellig basis for udbredelsen af grønne tage. Det er dertil vigtigt, at skelne mellem de kvarterer man ønsker at fokusere på, da bydelene kan have vidt forskellige udtryk i forhold til ejendoms-, tag- og områdetyper. Derfor vil relevansen og forudsætningerne for en grøn implementering se forskellig ud, hvis man kigger på København som helhed⁶ eller udelukkende på de indre bydele. Dette skyldes at København som helhed nødvendigvis vil have en mere ligelig fordeling af etageejendomme og villaer, samt af asfalt og fliser og grønne områder, end man vil se det hvis man fokuserede udelukkende på brokvarterene og indre by.

Tagdata

Da der umiddelbart ikke var data omkring, hvor stor en andel der er af hver slags tagtype tilgængelig for os, besluttede vi at tælle tage og notere tagtyper selv, ved hjælp af satellitbilleder. At gøre dette i hele københavns- og Frederiksberg Kommune var dog for omfattende, så vi udvalgte to områder som vi vurderede repræsentative for henholdsvis København som helhed, og for de indre bydele (brokvarterer og indre by). Her vurderer vi, at Frederiksberg Kommune i sin fordeling af

⁶ København som helhed menes som Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune

ejendoms-, tag- og områdetyper, er repræsentativ for København som helhed, og at Nørrebro på samme vis er repræsentativ for de indre bydele.

Frederiksberg Kommune er med sin relativt ligelige fordeling af villaer og etageejendomme, et godt billede på, den tagtendens som gør sig gældende i byen som helhed. Her blev der talt ca. 4000 tage; af disse var 70 % saddeltage, 18 % københavnertage og 12 % flade tage. Man ser generelt et overtal af saddeltage på de københavnske bygninger, både når man kigger på etageejendomme og villaer. Overtallet vil især gøre sig gældende i områder med mange villaer, da disse hovedsageligt består af saddeltage. De mange villaer på Frederiksberg er i høj grad grund til at overtallet i denne tælling er så massivt (se bilag 1).

Da implementeringen af grønne tage er et omfattende projekt, vil det være naturligt først og fremmest at fokusere på de dele af byen hvor behovet for den grønne implementering er størst.

De indre bydele

I byens ydre områder finder man en højere densitet af villaer og grønne områder, end i de indre dele. Man finder et større antal af haver og afstanden til grønne opholdsrum er mindre i disse bydele, som f.eks. Valby, Vanløse, Brønshøj/Husum, Emdrup og ydre Amager. De mange haver og den højere mængde beplantning langs vejene, giver bedre mulighed for håndtering af regnvand.

I den indre del af byen er de grønne områder langt færre og mere spredte, og størstedelen af overfladerne er tætbelagt af asfalt, fliser eller sten. Dette gør, at forudsætningerne for håndteringen af nedbør bliver mere problematisk, samtidig med, at borgerne i de indre bydele har længere mellem de grønne opholdsrum. Disse aspekter ligger til grund for at vi mener, at den grønne implementering, som klimatilpasser og grønt opholdsrum, først og fremmest er nødvendig i de indre bydele.

Da man hovedsageligt vil se etageejendomme, vil fordelingen mellem tagtyperne være anderledes end observeret på Frederiksberg; om end stadig med et overtal af saddeltage.

Her var Nørrebro udgangspunkt for taganalysen, og der blev talt ca. 2000 tage. Af disse var 57 % saddeltage, 27 % Københavnertage og 16 % flade tage (se bilag 1).

Tagets konstruktion

Som tidligere nævnt gælder det for saddeltage, at der er den bedste forudsætning for anlæggelse af grønt tag, på et tag med en hældning under 30 grader – optimalt set under 20 grader (Københavns Kommune, 2011). Men grønne tage kan anlægges på tage med en hældning op til omkring 50

grader. Overstiger hældningen 35 grader, har anlægningsforsøg foretaget af Blackdown⁷ vist, at en specielfremstillet måtte, samt et gitter ved tagets nedløb, forhindrer nedglidning af underlag og beplantning; et såkaldt anti-slip system (National Federation of Roofing Contractors Limited, 2014: 3). Det er altså muligt at begrønne selv stejle flader med succes. Dette er vigtigt i en by som København, da mange af byens saddeltage har en hældning over 30 grader, og der skal dermed i høj grad benyttes disse særlige anlægningsmetoder, hvis implementeringen skal udbredes så vidt som muligt. Det skal dog nævnes at LAR-gevinsten i disse tilfælde vil blive reduceret, i takt med hældningen øges på taget. Der vil desuden, især i de ældre bydele, være restriktioner på hvor omfattende ændringer man kan foretage sig, uden at det går ud over tagets arkitektoniske udtryk og værdi. Man kan dog med fordel, i visse tilfælde bruge gårdsiden af en ejendom, da den arkitektoniske værdi ikke vil være betragtet nær så vigtig at bevare.

Som tidligere nævnt, kan de fleste konstruktioner bære et ekstensivt grønt tag, mens semi-intensive- og i særdeleshed intensive grønne tage, kræver ændringer i konstruktionen. Det er svært at vurdere, hvor mange konstruktioner der er egnede til semi-intensive og intensive grønne tage, da disse vurderinger er individuelle fra projekt til projekt. Selvom et tag er af samme type, er det nemlig ikke givet, at konstruktionens styrke og udformning er ens. Man finder dog typisk at offentlige institutionsbygninger med flade tage er de bedst egnede til, at bære et intensivt grønt tag (Frederiksberg Kommune, 2013: 97). Ved saddeltaget skal der laves en nedskæring i taget for, at opnå et plant niveau (Se bilag 2). Den bedste mulighed, for at anlægge et intensivt grønt tag, næstefter på et fladt tag, er på københavertaget. På billedet ses et eksempel på muligheden for en blanding af et intensivt og semi-intensivt grønt tag. Københavertaget vil være en lettere løsning da man som regel ikke skal ændres på tagets fysiske form.

Mulighederne

Selvom der ligger nogle udfordringer i forhold til anlæggelse af grønne tage på saddeltage, er der stadig gode muligheder for delvis begrønning; i langt de fleste Københavnske gårdrum finder man cykel- og skraldeskure, med flade tage og mindre flader. Dertil finder man på mange bebyggelser udgående konstruktioner, hvor man typisk finder bagtrappen, som ofte vil have en mindre hældning end resten af saddeltaget. Et eksempel på dette kan ses i Svømmehalskvarteret på Frederiksberg, som fik begrønnet en stor del af cykel- og skraldeskurene, som led i byfornyelsen af kvarteret, som stod på gennem 90'erne og starten af 00'erne. Disse flader er mindre krævende at arbejde med, økonomisk og anlægningsmæssigt, og kan dermed fungere som første del af

⁷ Engelsk firma med speciale i grønne tag

målsætningen om implementeringen af grønne tage i byen. Mht. københavnertaget, er der som sagt rig mulighed for, at lægge et ekstensivt grønt tag ud på den øverste flade af tagkonstruktionen.

Da selve ejendommens tag på et tidspunkt helt naturligt vil have behov for udskiftning, kan dette fungere som seneste anledning til begrønnelse af taget – såfremt tagets vinkel gør det muligt. Et sådan initiativ koster mere, end hvis man udskifter igen med almindelig tagpap - til gengæld fordobles tagets levetid og isoleringen forbedres, og dermed er det med til, at spare penge på længere sigt. I det lange løb forventes det, at det totaløkonomisk vil kunne betale sig, at anlægge flere grønne tage pga. den forøgede levetid, merværdien samt det reducerede afløbsbidrag (Frederiksberg Kommune, 2010: 99). Der er dog brug for en særskilt vurdering fra projekt til projekt, for at afgøre hvor hensigtsmæssig en grøn tagløsning vil være. Der skal da en større, og yderst omfattende analyse til, før at man kan afgøre hvorvidt det totaløkonomiske incitament for udbredelsen af grønne tage, ser ud for hele bydelen. Med dette sagt, er kompleksiteten vedrørende det økonomiske aspekt mindre, når vi udelukkende kigger på det ekstensive grønne tag. Det ekstensive grønne tag kan vi med sikkerhed sige, vil kunne etableres på flade tage i næsten alle tilfælde uden komplikationer og meromkostninger. Pga. usikkerheden er det svært, at anslå i hvor mange tilfælde et ekstensivt grønt tag kan anlægges på tage med hældning. Vi kan derfor ikke give noget kvalificeret bud set over hele byen efter omstændighederne.

En løsning på de yderligere anlægningsudgifter kan være kommunale eller statslige tilskud til begrønning af ejendommen. I mindst 48 tyske byer gives der økonomisk tilskud til anlæggelse af grønne tage; f.eks. i Berlin og Stuttgart, hvor beboere har fået godtgjort omkring halvdelen af anlægningsomkostningerne. De mange initiativer i Tyskland er en del af grunden til, at man i dag finder omkring 86 mio. kvadratmeter grønne tage, svarende til omkring 14 % af landets samlede tagareal (Vegetated Roofs, 2013).

Københavns Kommune foreslår at alle nye bygninger for så vidt muligt skal begrønnes – det samme skal eksisterende bygninger ved renovation. Laver man en konkret lovgivning som dikterer begrønning af bygninger ved opførelse, og for så vidt muligt ved renovation, vurderer vi at man vil kunne opnå målsætningen om en grøn by inden for en relativt kort tidsperiode. Da det traditionelle tags holdbarhed er på 15-20 år vil dette fungere som en grænse for hvornår eksisterende bygninger senest skal være begrønnet. Skal målsætningen nås vil det kræve at lovgivningen også garanterer tilskud til begrønnelsen af taget, som man ser det i bl.a. Tyskland.

Bevidsthed og formidling som en del af udbredelse

Når vi taler om udbredelsen af grønne tage i København, er det vel at mærke, med forståelse for, at der kræves større initiativer for at kunne have en betydelig indvirkning globalt set på klimaet. Men

at starte i relativt små områder, som vi har valgt at gøre i København, vil være med til at skabe fokus på området, og dermed blive mere almindeligt i menneskets hverdag. Dertil kunne det senere sprede sig til flere dele af Danmark, og herefter give inspiration til andre lande, om at tage samme initiativer.

For at få udbredt fænomenet bæredygtighed, kræves der en længerevarig proces. Det gælder om, at skabe bevidsthed omkring emnet, så det bliver mere accepteret og normalt at tage bæredygtige initiativer og have fokus på klimatilpasningen. Det er de små initiativer, der skal være med til at skabe bevidsthed om bæredygtig omstilling, for dermed at udbrede fænomenet. Idet at det almindelige menneske kan være med gør, at bæredygtighedsfænomenet kommer ned på et plan, så det kan forstås, og dermed vil der kunne udrettes større ting, da mange små projekter tilsammen vil kunne formidle et større budskab.

Et bæredygtigt initiativ kunne bl.a. være et grønt tag. Her ser vi store muligheder i form af fornøjelse, brugbarhed og øget brugsværdi, samt opmærksomhed på den grønne omstilling og mulighed for udvidelse til andre bæredygtige initiativer. Det ser vi f.eks. ved at indføre vandopsamling og herefter genbruge det.

Som vi tidligere har nævnt, har de på Tove Ditlevsens Skole gjort meget for, at børnene bliver gjort opmærksomme på bæredygtighed, og på hvilke initiativer skolen selv har gjort. Dette ser vi som et fordelagtigt sted at starte med, at udbrede kendskabet til grønne initiativer. Børnene lærer her i en tidlig alder, at det er vigtigt at tænke bæredygtigt, og at de små initiativer også kan være med til, at gøre en forskel. Formidlingen af den bæredygtige omstilling og tankegang, eksemplificeres derfor iflg. skolelederen i vandbassinet i skolegården som repræsentant for regnvandsopsamlingsystemet, der befinder sig under jordens overflade. Derudover er byvindmøllen foran skolen og vandtankene i skolens kælder, igen et artefakt som formidler fokus på bæredygtighed.

Når man taler om formidling af og fokus på denne omstilling, synes det at være relevant med baggrund i større eller mindre initiativer at formå dette. Ved vores besøg på Træstribben fortalte Felix Christian Becker i høj grad om, hvordan denne formidling til de besøgende børn hænder. Da de selv var med til at isolere huset, se det grønne på taget blive anlagt mm., kunne man se hos dem en opmærksomhed og bevidsthed inden for feltet. Det er lige præcis denne slags initiativer, som vi vurderer at være særdeles relevante, når man arbejder med denne udvikling. Vi anskuer derfor, på baggrund af dette, at man med initiativer som formidlingsværktøj – samt bevidstheden om at dette er en nødvendighed – er i stand til på sigt, at øge den bæredygtige omstilling.

Delkonklusion

De forskellige tagtyper, som præger København fra oven, har alle nogle fordele og ulemper ift. at anlægge beplantning på disse. Sadeltaget synes at være det sværeste at anlægge beplantning på, og hvis dette skal muliggøres må det øjensynligt være et ekstensivt grønt tag, eller kræve en omstrukturering af konstruktionen. Mulighed for implementering af beplantning på københavertaget, kræver tilmed noget af tagets konstruktion, men synes ikke at udelukke, at kunne bære et semi-intensivt grønt tag derpå. Det flade tag er derimod oplagt – såfremt at konstruktionen tillader det – til implementeringen af både ekstensive, semi-intensive og intensive grønne tage. Vores egen dataindsamling har givet os et kvalificeret bud på, hvor udbredt hver af de tre tagtyper er i København, med ca. 12 % flade tage på Frederiksberg og ca. 16 % på Nørrebro er der teoretisk grundlag for anlæggelse af grønne tage uden større omkostninger. Samtidig kan vi tolke resultaterne således, at der i den indre bydel, hvor behovet som sagt er størst, umiddelbart forefindes de bedste muligheder. Når man ser på mulighederne for udbredelse af grønne tage, som en del af klimatilpasningsplanen, er det også relevant at se på hvilke faktorer, som også gør sig gældende, når man beskæftiger sig med bæredygtig omstilling. Vi vurderer, at mindre bæredygtige initiativer kan være med til at skabe en bevidsthed omkring emnet, hvor selv en implementering af et ekstensivt grønt tag – som vel at mærke er synligt – kan blive redskab for formidling af bæredygtig bevidsthed.

COST-BENEFIT ANALYSE

OMKOSTNING OG UDBYTTE

I dette kapitel analyseres det grønne tag i henhold til Cost-Benefit analysemetode. Dette gøres, da denne metode i høj grad afspejler faget Teknologiske Systemer og Artefaktors metodebrug. Ydermere kan det give en idé om og fornemmelse for, hvordan man kan forstå de omkostninger og udbytter implementering af et grønt tag resulterer i.

Cost-Benefit analyse af grønne tage

Et grønt tag er dyrere at etablere, end et almindeligt hustag, når man ser på selve omkostningerne ved at bygge det. Vi vil her komme ind på fordelene ved at etablere et grønt tag, og hvordan det i sidste ende vil være en besparelse på flere områder, i forhold til et almindeligt hustag.

Det kan anskues at være svært at lave en Cost-Benefit⁸ analyse over et grønt tag, da der er mange aspekter ved et grønt tag, som ikke kan regnes direkte om til penge. Jo større viden og jo mere udbredt, det bliver at etablere grønne tage – jo større forståelse vil der være, og derfor vil det blive nemmere at sætte et beløb på et grønt tag, og derved vil man nemmere kunne se og forstå de fremtidige besparelser et grønt tag kan give (Environmental Services City of Portland, 2008; 1). Der er naturligvis mange fordele ved at begrønne byens tage. Som vi tidligere har nævnt, har vi valgt at fokusere på at håndtere regnvandsmængden, således at risikoen for oversvømmelser mindskes.

Der er blevet udarbejdet flere eksempler på cost-benefit-analyser, hovedsageligt fra USA. De belyser den tilbagebetaling der er, ved den merinvestering det vil være, at etablere et grønt tag fremfor et almindeligt hustag. Vi tager udgangspunkt i to rapporter; *The Benefits and Challenges of Green Roofs on Public and Commercial Buildings*, udarbejdet af The United States General Services Administration og *Cost Benefit Evaluation of Ecoroofs*, udarbejdet af Environmental Services City of Portland.

Undersøgelser fra Portland, viser at de grønne tage er yderst velegnede til at bidrage til en tilbageholdelse af regnvandsmængden og dermed en mindskning af oversvømmelser. Hvor store mængder regnvand et grønt tag kan tilbageholde afhænger af, hvilken type grønt tag der er tale om, og dets størrelse (Environmental Services City of Portland, 2008; 5-6).

⁸ Cost-Benefit er en analyse af omkostning og udbytte

Nedenfor ses en tabel over hvor meget regnvand, der bliver tilbageholdt af et grønt tag fremfor et almindeligt hustag (alle tal er beregnet ud fra Portland, vi bruger udelukkende tabellen til at illustrere, at et grønt tag bidrager til en reducere af regnvand, som løber direkte til kloakkerne).

Roof Type	Runoff Quantity
<u>Volume² (gal/year):</u>	
Conventional Roof	877,000
Ecoroof	406,000
Annual Volume Reduction	471,000
<u>Peak Flow (cfs):</u>	
Conventional Roof	0.88
Ecoroof	0.03
Peak Flow Reduction	0.85

Tabel 5: Sammenligning af regnvand på et almindeligt hustag og et grønt tag (Environmental Services City of Portland, 2008; 5).

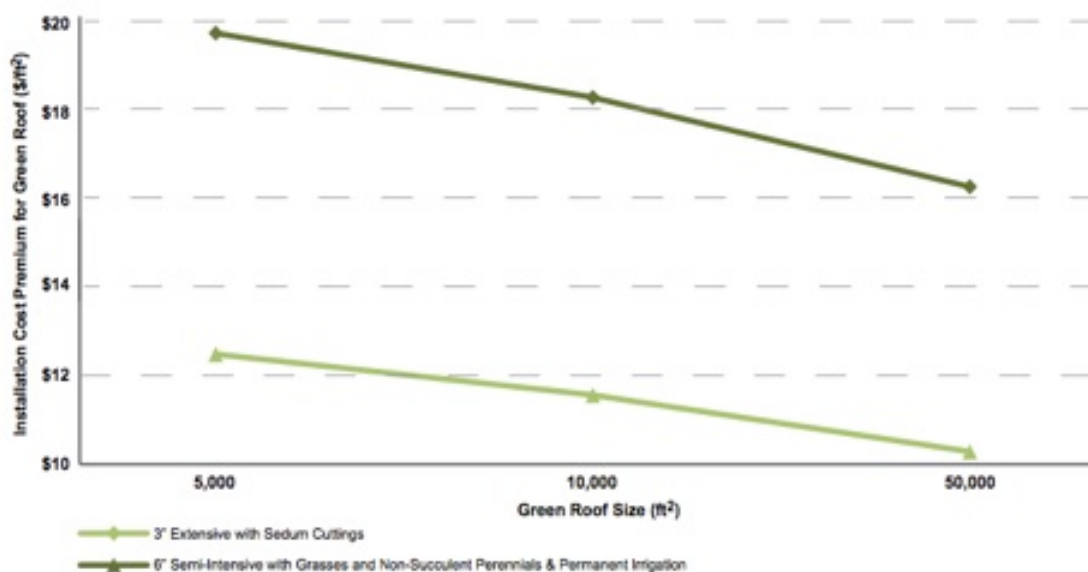
Et grønt tag vil kræve mere vedligeholdelse end et almindeligt hustag, da planterne skal passes. Det intensive grønne tag vil være det af de grønne-tagtyper, som er det dyreste at vedligeholde, da det er det, der har størst og flest planter.

De første år efter anlæggelsen af et grønt tag, kaldet *establishment period*, vil taget kræve mere vedligeholdelse, da beplantningen skal skæres til og tilpasses tag-miljøet. Derefter vil kravet til vedligeholdelsen falde, men aldrig helt forsvinde (The United States General Services Administration, 2011: 69-70).

Større grønne tage, vil være billigere at anlægge pr. m², end de mindre grønne tage.

Et intensivt grønt tag være det dyreste at etablere, hvor det billigste vil være det ekstensive grønne tag (The United States General Services Administration, 2011: 68). Dette skyldes det tykkere lag jord, der kræver mere af bygningskonstruktionen, som skal holde vægten og mere af selve lagene i opbygningen, af det grønne tag.

Nedenfor illustreres faldet i pris, afhængig af hvor stort det grønne tag er, på henholdsvis et ekstensivt og intensivt grønt tag. Tabellen er udarbejdet af The United States General Services Administration.



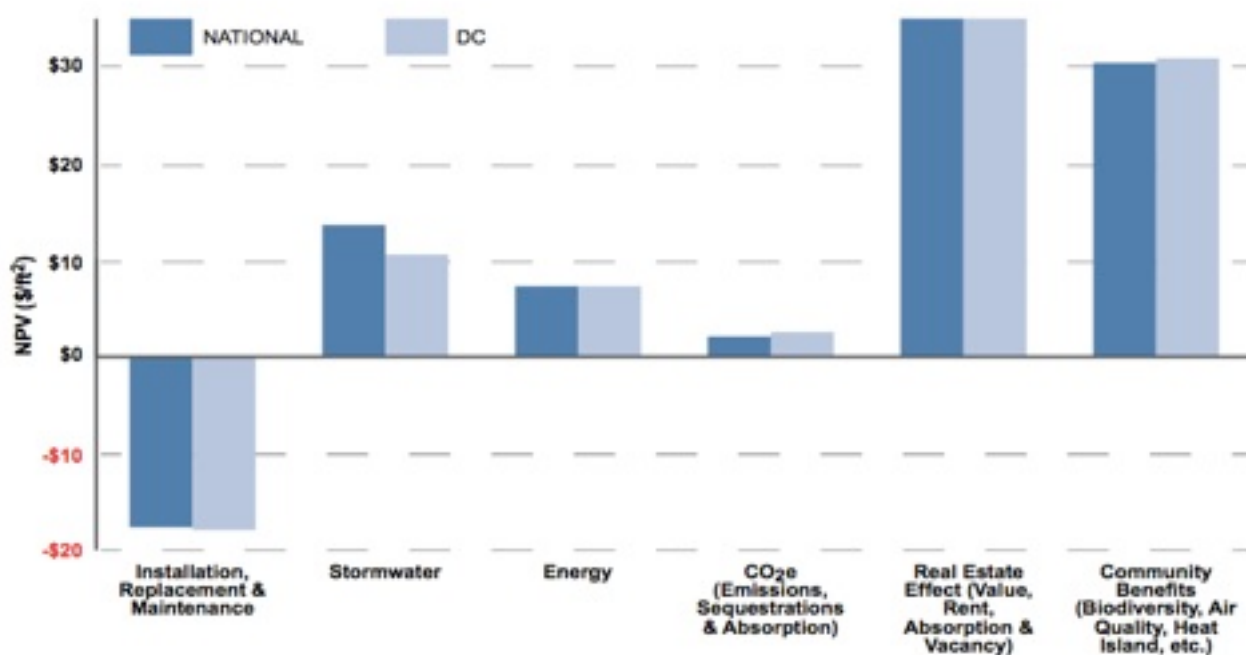
Figur 8: Omkostninger ved installation af henholdsvis et ekstensivt og intensivt grønt tag afhængig af størrelsen (The United States General Services Administration, 2011: 69).

Omkostninger og værdien af grønne tage, afhænger af det enkelte tag. Derfor vil yderligere undersøgelser og analyser være nødvendige, for at kunne afgøre fordelene ved et etablere et grønt tag på en specifik bygning, og dermed beslutte anlæggelsen af taget (The United States General Services Administration, 2011: 68).

Desuden vil det have betydning, hvor høj den bygning, hvorpå det grønne tag skal etableres, er. Da effekten på energibesparelserne vil være større på lavere bygninger (The United States General Services Administration, 2011: 74).

Nedenfor ses en oversigt, udarbejdet af The United States General Services Administration, over nutidsværdien⁹ på 6 områder; installation, regnvand, energi, CO₂, ejendomsværdien og samfundsfordele. Udgangspunkt er et almindeligt hustag, i henholdsvis Washington DC og nationalt. Figuren viser en periode over 50 år.

⁹ Nutidsværdien er udbyttet af en investering. Der opgøres de fremtidige omkostninger og fordele, ud fra værdien i dag, med hensyn til renten (The United States General Services Administration, 2011: 70)



Figur 9: Nutidsværdi over et grønt tag sammenlignet med et almindeligt hustag (The United States General Services Administration, 2011: 70).

Delkonklusion

Implementering af grønne tage kan i høj grad være fordelagtigt, når man taler om bæredygtighed. Dette skyldes at de kan tilbageholde noget af den øgede mængde regnvand, samt bidrage til mindskning af CO₂-udledning, forbedring af mikroklimaet, skabelse af nye opholdsrum mm. Dertil kommer det, at disse grønne tage tilmed har omkostninger ved anlæggelsen, som der naturligvis må tages højde for. De forskellige former for grønne tage, har forskellige værdier af omkostningen, hvilket må sættes i relation til, hvor meget man synes at kunne få af udbytte. Vi vurderer dog, at udbyttet synes at være relativt højt, hvad end man taler om et ekstensivt, semiintensivt og intensivt grønt tag.

DESIGNFORSLAG

PRÆSENTATION AF DESIGNET, BESKRIVELSE, INSPIRATION

I dette kapitel præsenterer vi vores design, der samler arkitektoniske, æstetiske og klimamæssige delelementer i ét. Ydermere argumenteres der for de krav vi har stillet til vores design i form af æstetiske, brugervenlige og miljømæssige betingelser. Som en del af vores designforslag indgår beskrivelsen af et teknologisk system til nedbørsgeanvendelse. Til sidst nævnes kort, til hvad vi har fundet inspiration i vores design ved de tage vi har besøgt.

Præsentation

Med udgangspunkt i dybdegående empiriske undersøgelser af grønne tage, samt relevant teori om grønne opholdsrum og opholdspsykologi, følger i dette afsnit en udarbejdet model. Modellen skal afspejle den teori og de observationer vi har præsenteret tidligere i rapporten. Designet har desuden fundet inspiration i de observationer, vi har gjort os i vores feltarbejde. Modellen tager udgangspunkt i et konkret tag på bygningen beliggende på Præstøgade 22. Taget er udelukkende valgt pga. dets dimensioner samt det faktum at det er fladt. Placeringen i byen, samt den sociale kontekst, har altså i dette eksempel været irrelevant for os. Vi har bevidst valgt i vores designproces ikke at lægge vægt på det konkrete eksempel i form af en case. Vi har i højere grad forsøgt at lave et standardiseret løsningsforslag, der tager udgangspunkt i vores undersøgelser samlet. Designprincipperne skal i idéen kunne virke overalt på lignende tagkonstruktioner i København, og deraf, er der ikke taget forhold for lokale omstændigheder. Det skal derfor pointeres at dette løsningsforslag skal tolkes som et design, der samler delelementer, hvor det muligvis ikke i alle tilfælde, vil være hensigtsmæssigt at implementere. Ultimativt er hensigten med designet, at det skal agere som et inspirerende eksempel, der på teoretisk grundlag danner retningslinjer for, hvordan man skaber et vellykket intensivt grønt tag.

Som en del af designprocessen har vi på baggrund af vores undersøgelser opstillet en række kriterier for, hvordan vores eget bud på en taghave kan udformes. Vores krav mht. til designet kan deles op i tre grupper af betingelser: æstetiske, brugervenlige og miljømæssige.

Æstetiske

Forskønnelsen ved de æstetiske elementer i designet, har fra starten af modelarbejdet været et vigtigt designkrav. Det æstetiske udtryk, er som tidligere nævnt i opgaven, en vigtig del af et opholdsrum. Det har derfor været helt logisk for os, at arbejde omfattende med taghavens udseende. De æstetiske udtryk og designelementer, har hovedsagligt været bygget på inspiration

gennem vores feltarbejde, hvor vi har gjort os erfaringer mht., hvilke naturligt forskønnende elementer, der gør sig gældende ved grønne tage og parker generelt.

Brugervenlige

Som et andet naturligt element i et opholdsrum, indgår overvejelser mht. brugsværdien af rummet. På baggrund af opholdspsykologi om brugen og opbygningen af grønne rum, har vi fokuseret hovedsagligt på tre centrale punkter fremstillet af Gehl og Whyte. Punkterne er komfort, herlighed, beskyttelse. Samlet er disse kriterier, for brugernes oplevelse af et godt opholdsrum.



Billede 14: Taghaven i fugleperspektiv

Komfort

Brugeroplevelsen af komfort handler som sagt om, at skabe en behagelig atmosfære hos brugeren. Dette er opnået gennem siddepladser, hvor der både er tænkt primære og sekundære siddepladser ind i designet. Centralt i haven er en ophøjning, hvor en del bliver belagt med træ, for at skabe en form for central og naturlig trappe/bænk. Ud over at danne en ramme og opdeling af taghaven, giver ophøjningen muligheden for et udsyn rundt til hele haven i form af en indtænkt sekundær siddefunktion. Ophøjningen er fleksibel i den forstand, at den ikke umiddelbart er en decideret siddeplads. Dets lige kanter skildrer konstruktionen ud fra resten af havens naturlige udtryk. Idéen er affødt af kanteffekt-princippet, hvor de lige trappetrinslignende kanter danner sekundære siddepladser. Placeringen og funktionen af konstruktionen skal give brugeren overblik og udsyn over arealet ud mod taghavens kant, igen for at øge følelsen af komfort samt herlighed.

Ophøjningen er placeret midt i taghaven, da midten på et tag, er der man vil føle størst tryghed, samt at give udsyn over byen og derved skabe overblik.

Herlighed

Brugeroplevelsen af herlighed opnås i vores design gennem fleksibilitet og æstetiske elementer. Det er muligt for brugeren at udnytte de positive aspekter ved vejret ved siddepladser hele vejen rundt i haven, alt efter vejrforhold. Træerne danner naturlig mulighed for at opnå skygge, og til dels også læ fra vind. Der er sørget for god mulighed for udsyn ud over byen i form af enkle siddepladser ud til tagets kant. Det er hovedsagligt de æstetiske elementer, der i denne sammenhæng påvirker oplevelsen af herlighed. Der er sørget for, at bringe træer og buske ind sporadisk, for dermed at opnå en illusion af et rent naturmiljø. Ligeledes er der anbragt en vandkonstruktion, som både opfylder en visuel- samt auditiv æstetisk funktion. Den er med til visuelt at illustrere og gøre opmærksom på opsamlingen og genanvendelsen af regnvand.

Desuden er der sørget for belysning, gennem små lanterner rundt i kanten af stien, hvilket er med til at gøre haven tryk at befinde sig i - også efter mørkets frembrud. Stien er med til at føre vej rundt i haven, men uden at påtvinge den besøgende at følge dens vej, dels pga. stiens snoede udformning og pga. at hele haven er anlagt med det formål at kunne opholde sig derpå.



Billede 15: Taghaven med udsyn til regnvandsopsamlingstanken

Beskyttelse

Det sidste af de nævnte punkter er beskyttelse. Som beskrevet før i rapporten, dækker begrebet over flere ting. Vi har forsøgt så vidt muligt at skabe beskyttelse mod vejret, uden at gå på kompromis med taghavens andre funktioner. Den største synlige konsekvens af dette punkt er tagkanten. Den er designet således, at den første del hele vejen rundt, er utilgængelig for brugerne. Helt specifikt, er der her blevet lagt én meter, fra hegn til tagkant, med et ekstensivt grønt tag. Dette er for at tage hensyn til sikkerhedsfølelsen på taget, hvor man altså ikke direkte kan komme i kontakt med tagkanten. Der er her valgt at lægge et lag af stenurt, således at man bevarer det grønne tag hele vejen ud, når brugeren ser ud over byen.

Parker og grønne områders indhold: "Top 50%" for meget vigtigt/vigtigt			
	Meget vigtigt	Vigtigt	I alt
Intet affald	57	35	91
Fugle	49	41	90
Områder med naturligt plante- og dyreliv	37	50	87
Store træer	33	50	83
Områder med fred og ro	29	51	80
Ingen trafikstøj	37	42	79
Mindre træer og buske	22	55	77
Områder som tåler, at man leger i dem	33	43	76
Pattedyr som egern og pindsvin	34	41	75
Søer, åer og grøfter	28	47	75
Regnorme og snegle, biller og sommerfugle	38	36	74
Områder der minder om skov	16	53	68
Siddepladser	23	44	67
Bevoksning, der må leges i	24	43	66
Områder, hvor man ikke kan se biler	28	35	63
Områder med lavt græs	15	46	61
Hundetoiletter	31	28	59
Steder med udsigt over området	14	45	59
Toilet	23	35	58
Områder med højt græs og blomstrende urter	17	40	57
Områder med læ	11	46	57
Steder, hvor flere mennesker kan samles	14	43	56
Stier med hård belægning som asfalt og fliser	21	34	55
Legeredskaber som sandkasser, rutschebaner og gynger	21	32	53
Koncertarrangementer o.l.	16	37	52
Blomster som roser, stauder, sommerblomster	19	33	52
Områder man kan besøge uden større kontakt med andre mennesker	17	35	52
Klatretræer	18	33	52
Store åbne græsarealer	11	40	51
Områder med bakker	10	40	50

Figur 7: Tabellen viser hvilket indhold der vurderes vigtigst i parker og grønne områder.
 Kilde: Holm 2001.

Tabel 6: Tabel over hvilke egenskaber der vurderes vigtigst ved grønne områder. (Holm, 2001)

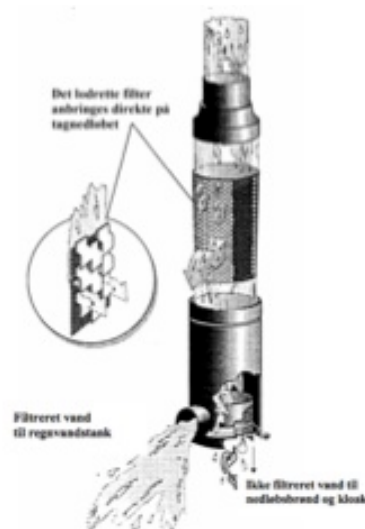
Som det fremgår af ovenstående tabel, figurerer elementer såsom intet affald, fugle, naturligt plante- og dyreliv, store træer, fred og ro højt i pågældende undersøgelse. En del af kriterierne her er på sin vis givet, når man snakker om grønne opholdsrum. Det er dog imidlertid nyttig information, og giver et specifikt indblik i, hvilke elementer, der er vigtige for indholdet af et grønt opholdsrum. Kort sagt, hvis vi tolker på de data, der er i tabellen, kan man sige, at det er de helt basale, naturlige elementer der vægtes højest. Opholdsrummet skal i så høj grad som muligt

afspejle et ægte naturligt miljø, og det er først længere nede på listen, at vi ser andre mere kunstigt opstillede kriterier, såsom siddepladser, toiletter samt mulighed for aktiviteter. Der er derfor også i vores modelløsning lagt vægt på at skabe et rum der, i høj grad, forsøger at efterligne et ægte naturmiljø, tilsat og sammensmeltet med menneskelige artefakter.

Miljømæssige

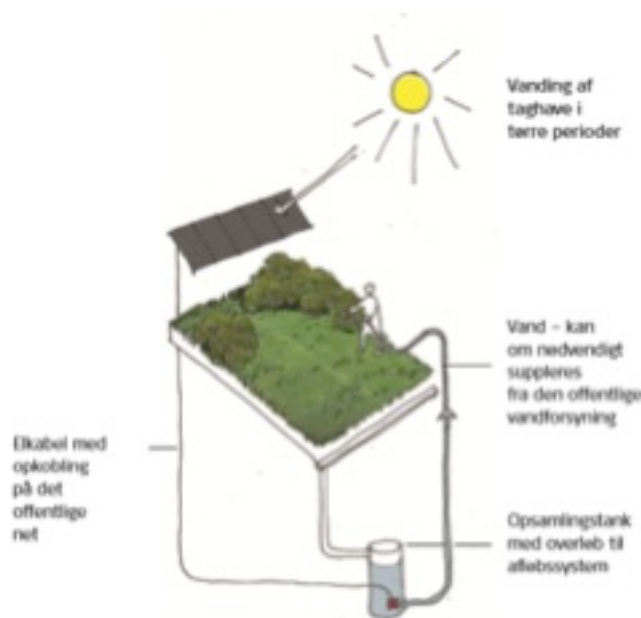
Taghavens design har flere miljømæssige tiltag implementeret, som optimering og supplement til nedbørshåndteringen. Regnvandet fra taget ledes ned i en lagertank via to forskellige systemer. Det regnvand som absorberes af beplantningen opsamles af et opsamlingsystem under jordlaget, som man ser det på f.eks. A-Huset på Islands Brygge. Herfra ledes vandet via rør ud i lagertanken på siden af bygningen, som man ser på f.eks. træstubben på Vesterbro. Dettets system vil ikke have behov for filtrering, da en filtrering vil ske ved nedsivningen gennem jordlaget. Da vandet udelukkende skal benyttes til vanding af taghaven vil kravene til filtrering ikke være så store, som forventet hvis vandet f.eks. skal bruges til toiletskyl og tøjvask. Det er dog stadig vigtigt at vandet filtreres inden det når ned i tanken; vand fra taget indeholder nemlig ofte urenheder såsom jord, støv, blade, insekter og fugleekskrementer. Filtreret vand ikke, giver det gode vilkår for slamdannelse og bakterietilvækst (Erhvervsstyrelsen, 2002: 28). Selvom dette ikke er en problemstilling i forhold til vanding af taghaven, vil slamdannelsen være at foretrække at undgå, da det ville højne behovet for vedligeholdelse af tanken. Her er det derimod nødvendigt med et filter i nedløbsrøret før vandet når lagertanken.

I vores design arbejder vi med et lodret filter. I sådan et filter løber vandet langs nedløbsrørets væg, hvor et finmasket net er placeret. Dette net har som standard en maskestørrelse på ca. 0,28 mm. Dette gør at tungere urenheder ledes til afløbssystemet, mens regnvandet ledes til lagertanken. Vandfordelingen i et lodret filter ligger i gennemsnit på omkring 90 % til opsamlingsstanken og 10 % til afløbssystemet. Det er vigtigt at filtret placeres let tilgængelig for vedligeholdelse. Eftersyn, rensning og tømning skal nemlig ske med jævne mellemrum (Erhvervsstyrelsen, 2002: 28).



Figur 10: Lodret filter (Erhvervsstyrelsen, 2002: 28).

Tanken skal i tørre perioder kunne pumpe vand op til vanding af taget. Dette er ikke direkte illustreret på vores visualisering. For at overskueliggøre, viser denne model fra Frederiksberg Kommune systemets princip:



Figur 11: Vandingsystem på en taghøve. (Frederiksberg Kommune, 2013: 13)

Samme system indgår i vores design.

Man kan som nævnt også udnytte regnvandet til toiletskyl og tøjvask. Her er dog flere krav som skal opfyldes. Her skal vandet være opsamlet fra tagflader, som er egnet og af ordentlig kvalitet. Opsamles vandet fra f.eks. et almindeligt tegltag, har et lodret filter den påkrævede rensningseffekt, som gør det muligt at udnytte vandet i husholdningen. Det kræver dog også at lagertanken i dette tilfælde placeres uden for sollys, og et sted som ikke overstiger 18 grader. Overstiger temperaturen i tanken dette giver det et godt grundlag for bakterietilvækst. Dette løses ofte ved at have lagertanken i en kælder, eller nedgravet (Nyrup Plast, 2013: 4). Tove Ditlevsens Skole på Vesterbro har en sådan installation, hvor vandet fra bebyggelsens tag bliver ledt ned på skolens stenurtstag, og derfra renses og ledt ned i en lagertank. Dette vand bliver brugt på skolen til toiletskyl.

Vi har valgt at placere solcellerne oven på udgangen til taget, hvor de dermed kan indgå uforstyrret ved brug af taghøven. Deres funktion er, at give strøm til vandingsystemet, og desuden har vi tænkt en yderligere funktion ind i form af strøm til pumpen, som skal få vandet i vandkonstruktionen, til at blive pumpet rundt, så der vil komme en beroligende rislende lyd.

Inspiration

Som en del af designprocessen, fik vi gennem observation af grønne tage i København inspiration og ideer til vores eget design. Vi vurderede hvilke elementer på de besøgte tage, som syntes at kunne være brugbare i mere eller mindre lignende form på et intensivt grønt tag. Disse elementer har dannet grundlag for nogle af vores designkrav. På baggrund af besøget på Tove Ditlevsens Skole, fandt vi det særligt interessant og relevant, at arbejde med vandet som et æstetisk visuelt element, der tilmed skaber bevidsthed om vandopsamling. Skolen havde i gården opstillet et mindre bassin, som bestod af opsamlet regnvand, hvor det resterende, var lagret under jorden. Bassinet fik derfor mere en formidlingsmæssig betydning, hvilket vi fandt, kunne være fordelagtigt for vores design, at beskæftige sig med.

Den relativt store mængde af beplantning, som indgår i designet, skyldes foruden ønsket om, at skabe et forslag til et intensivt grønt tag, vores besøg på Det Grønne Strøg. Her fungerede det som besøgende godt, at man kunne bevæge sig rundt mellem ca. en meters høje bede, hvortil større træer også blev en del af helhedsoplevelsen. Træer og buske er i vores design derfor skabt med baggrund i inspiration fra positive sanseindtryk særligt på det besøgte tag, men også ved andre udendørsoplevelser. Tilmed er vores forsøg på at inddele haven med konstruktionen i midtens form, inspireret af den første del af Det Grønne Strøg, hvor man oplever ”rum”, som synes at give bedre forudsætninger for at mødes og samtale i mere private sfærer.

Delkonklusion

Slutteligt er vores designmodel et løsningsforslag, der samler arkitektoniske, bæredygtige og æstetiske principper i en animeret model. Denne model skal fungere som et løsningsforslag, der præsenterer designprincipper specifikt tiltænkt et intensivt grønt tag. Modellen har flere bæredygtige systemer implementeret, der i sidste ende danner grundlag for, at skabe et bedre lokalt miljø, rustet til fremtidens klimaudfordringer.

KONKLUSION

I denne konklusion vil vi samle trådene fra rapportens afsnit, og med udgangspunkt i delkonklusionerne endeligt besvare vores problemformulering. I dette projekt påtog vi os selv rollen som arkitekten i et større omfattende byplanlægningsperspektiv. For vores designproces, har denne tilgang betydet, at vi har omfavnet et stort komplekst, teknologisk område og selektivt dykket ned i hierarkiet af undersystemer og underprocesser. For vores designproces alene, kan vi konkludere, at arbejdet med komplekse teknologiske systemer, i denne størrelsesorden, kræver afgørende til- og fravalg, da en dybdegående analyse af alle projektets berørte felter, ville være umulig.

Vores problemformulering lød:

Hvad er mulighederne for at udbrede grønne tage i København med henblik på en bæredygtig klimaomstilling? Og hvordan skaber man rekreative opholdsrum i denne kontekst?

Vores analytiske arbejde med byen og dets tage har vist os, at der er forholdsvis meget uforløst potentiale på netop dette punkt. Grønne tage fungerer som lokale klimatilpassere, der i bedste fald også kan skabe tiltrængte grønne opholdsrum i en tætbeholdt storby. Udbredelsen af grønne tage i København afhænger ultimativt af en række variabler, som kan være svære at forudsige. Det vil altid være en vurderingssag hvorvidt et grønt tag er en hensigtsmæssig løsning. Muligheden for anlæggelsen er underlagt en lang række betingelser, der varierer fra projekt til projekt. Vigtige er især de økonomiske og konstruktionsmæssige. Der er dog mulighed for, at disse betingelser ændrer karakter alt afhængig af, hvorvidt kommunale tiltag og sociale tendenser udvikler sig i en yderligere bæredygtig retning. København er i mange henseender en forgangshovedstad hvad angår grønne tiltag. Københavns Kommune fastslår at der skal ske en begrønning af tage, i så vidt et omfang det er muligt, ved fremtidigt byggeri. Da nybyggeri kun dækker over en minimal del af Københavns bybillede, er der nødvendigvis brug for flere kommunale tiltag, for at fremskynde processen. Ved renovering og udskiftning af almindelige hustage, bør der, hvis muligt, anlægges grønt tag. Øvrige kommunale tiltag, såsom tilskud til privatsektoren ved anlæggelse af grønt tag, kan ligeledes fremskynde processen, som det blandt andet ses i Tyskland. Begrønnelsen af de Københavnske tage vil hovedsagligt ske ved arbejde med den ekstensive taghave. Det flade tag, er som udgangspunkt mest oplagt at arbejde med, og det er primært her man bør se hen først. Vores egen datasamling har vist, at procentandelen af flade tage på henholdsvis Frederiksberg og Nørrebro er på henholdsvis 12 og 16 %. Vi mener at der, som minimum, er teoretisk og økonomisk incitament for at anlægge grønne tage på denne del i fremtiden.

Vi har igennem vores feltarbejde vurderet grønne tage til, hvis præsenteret rigtigt, at have en enorm signalværdi for bevidstheden om bæredygtighed. En øget ekstensiv begrønning af Københavns tage, vil foruden at imødekomme kommende klimaudfordringer, også visuelt skabe et bymiljø der kan danne eksempel for klimatilpasning i storbyer.

Som svar på den anden del af problemformuleringen indgår en animeret modelløsning af et intensivt grønt tag. Modellen tager udgangspunkt i relevant opholdspsykologi og bredere teori om grønne rum. Intensive grønne tage, bør så vidt muligt stræbe efter herlighed, komfort og beskyttelse for brugerne. De specielle forhold der eksisterer på et tag skal adresseres og udnyttes i æstetisk øjemed.

Muligheden for udbredelsen af grønne tage i København afhænger af en lang række faktorer, som der på nuværende tidspunkt ikke er fuld ud defineret. Fremtidens klimascenarier kræver at bæredygtige tiltag initieres i byerne. Grønne tage adresserer en stor del af disse klimaudfordringer. I sidste ende afhænger udbredelsesmulighederne af i hvor stort omfang, bæredygtige initiativer, såsom grønne tage, kan implementeres i praksis, samt hvordan bæredygtighedsbegrebet finder indpas i kommunal lovgivning og på bevidsthedsformidlingsplan i byen.

LITTERATUR- OG REFERENCELISTE

LITTERATUR, FIGURER, TABELLER, BILLEDER

Center for Idræt og Arkitektur. *Bæredygtighed*. 2014. Hjemmeside. Link:

http://www.aktivitetsrum.dk/t2w_824.asp

Tilgået d. 4. juni 2014

Dansk Arkitektur Center. *Grønt og bæredygtige byer*. 21. januar 2014. Hjemmeside. Link:

<http://www.dac.dk/da/dac-cities/baeredygtige-byer/baggrundsartikler/groent-og-baeredygtige-byer/>

Tilgået d. 27. april 2014

De Forenede Nationer. *Brundtlandrapporten*. 1987. PDF-fil. Link:

http://conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf. 14-23

Tilgået d. 4. juni 2014

Environmental Services City of Portland. *Cost Benefit Evolution of Ecoroofs*. 2008. PDF-fil. Link:

<https://www.portlandoregon.gov/bes/article/261053>

Tilgået d. 4. juni 2014

Erhvervsstyrelsen. *Brug af regnvand*. 2002. PDF-fil. Link:

http://erhvervsstyrelsen.dk/file/6053/brug_af_regnvand.pdf

Tilgået d. 4. juni 2014

Frederiksberg Kommune, By & Miljørådet. *Grønne tage og taghaver; kombineret med klimatilpasning i form af LAR og energibesparende tiltag*. 2013. Hjemmeside. Link:

<http://www.frederiksberg.dk/~media/Forside/Borger/Bolig-og-byggeri-for-borgere/Byggeri/PDF/Groenne-tage/Analyse.ashx>

Tilgået d. 4. juni 2014

Gehl, Jan. *Byer for mennesker. Kriterier*. 2010. Peoples Press. 1. Udgave. (249)

Hansen, Ole Erik og Bent Søndergård. Property of MIT Press: For Proofreading and Indexing Purposes Only. *Sustainable Transition*. Simonsen – Situated Design Methods. Udleveret til kursusgang 2 d. 26. marts 2014 i Teknologiske Systemer og Artefakter II). Kapitel 1, 317-319

Hevner, A.R. *A Three Cycle View of Design Science Research*. 2007. Scandinavian Journal of Information Systems, 19(2):87-92

Hevner, A. R & S. T March. *The information systems research cycle*. 2003. Computer, 36(11):111-113.

Holm, S. *Rekreativ brug af byens grønne områder*. 2006. Park- og Landskabsserien nr. 31, Skov & Landskab (FSL), Hørsholm. PDF-fil. Link: <http://videntjenesten.ku.dk/filer/rapporter/park-og-landskab/pogl31.pdf>
Tilgået d. 4. juni 2014

Jochumsen, Signe Cecilie. *Grønne elementer i den bæredygtige by*. 8. marts 2011. Hjemmeside. Link: <http://www.dac.dk/da/service-sider/nyheder/2011/marts/groenne-elementer-i-den-baeredygtige-by/>
Tilgået d. 27. april 2014

Københavns Kommune. *Klimakvarter*. 2013. Hjemmeside. Link: <http://www.klimakvarter.dk/byrum/tp/>
Tilgået d. 4. juni 2014

Københavns Kommune, Teknik- og Miljøforvaltningen. *Miljø i Byggeri og Anlæg*. 2010. PDF-fil. Link: http://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/684_u93mX48Rkx.pdf
Tilgået d. 4. juni 2014

LAR i Danmark. *Metoder og Vejledninger*. Hjemmeside. Link: <http://www.laridanmark.dk/generelt-om-metoder/26410>
Tilgået d. 4. juni 2014

Larsen, Mia Dalby. *Grønne pauser får os til at føle os mindre stressede*. Februar 2009. Hjemmeside. Link: http://naturstyrelsen.dk/media/nst/72492/MiljoeD_01_09.pdf. 6-7.
Tilgået d. 27. april 2014

Lawson, Bryan. *How Designers Think: The Design Process Demystified*. 2006. 4th Edition. Architectural Press. (3-4): 31-62.

Miljøpunkt Østerbro. *Grønne tage*. Januar 2014. PDF-fil. Link:
http://miljopunktosterbro.files.wordpress.com/2014/01/setup_hjemmeside__lav-oplc3b8sning.pdf

Tilgået d. 11. maj 2014

Nyrup Plast. *Skån miljøet, brug regnvand*. 2013. PDF-fil. Link:
http://www.nyrupplast.com/Doc/Brochurer/Brochure_nyrup%20oplast.pdf

Tilgået d. 4. juni 2014

Rømø, Dorthe. *Grønne tage i København*. 2012. PDF-fil.
http://www.fbbb.dk/Files/Filer/Dorthe_Roemoe_-_Groen_tagpolitik.pdf

Tilgået d. 4. juni 2014

Rømø, Dorthe. *Grønne tage internationalt*. Vegetated Roofs. 2013. Hjemmeside. Link:
<http://vegetatedroofs.dk/page17.html>

Tilgået d. 4. juni 2014

Statens Institut for folkesundhed. *Folkesundhedsrapport, Danmark*. 2007. (26). PDF-fil. Link:
http://www.si-folkesundhed.dk/upload/kap_26_naturen.pdf

Tilgået d. 14. maj 2014

Skov og landskab. *Grønne tage – typologi og opbygning*. Juli 2013. Bladnr. 4.9-3. PDF-fil. Link:
http://www.klimatilpasning.dk/media/672149/gr_nne_tage___typologi_og_opbygning.pdf

Tilgået d. 11. maj 2014

Skov og landskab. *Natur og grønne områder forbygger stress*. August 2005. PDF-fil. Link:
www.psykinfo.regionsyddanmark.dk/dwn283327

Tilgået d. 14. maj 2014

Skov og landskab. *Natur og sundhed*. 2008. PDF-fil. Link:
<http://naturstyrelsen.dk/media/nst/66759/NaturOgSundhed.pdf>

Tilgået d. 27. april 2014-06-04

The United States General Services Administration. *The Benefits and Challenges of Green Roofs on Public and Commercial Buildings*. Maj 2011. PDF-fil. Link:

http://www.gsa.gov/portal/mediaId/158783/fileName/The_Benefits_and_Challenges_of_Green_Roofs_on_Public_and_Commercial_Buildings.action

Tilgået d. 24. maj 2014

Venable, J., J. Pries-Heje & R. Baskerville. *A Comprehensive Framework for Evaluation in Design Science Research*. 2012. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 7286/2012, 423-438.

Walter G. Vincenti. The Technical Shaping of Technology: *Real-World Constraints and Technival Logic in Edison's*, i *Social studies of science*. 1995. Vol. 25, No.3, 553-574

Whyte, William H. *The Social Life of Small Urban Spaces*. Project for Public Spaces. 2001.

BILAGSOVERSIGT

Bilag 1

<u>Frederiksberg C</u>		<u>Indre Nørrebro</u>	
Saddeltage	: 1075	Saddeltage	: 528
Københavnertage	: 405	Københavnertage	: 321
Flade tage	: 167	Flade tage	: 108
<u>2000 Frederiksberg</u>		<u>Ydre Nørrebro</u>	
Saddeltage	: 1770	Saddeltage	: 566
Københavnertage	: 322	Københavnertage	: 199
Flade tage	: 321	Flade tage	: 202
<u>Frederiksberg i alt</u>		<u>Nørrebro i alt</u>	
Saddeltage	: 2845	Saddeltage	: 1094
Københavnertage	: 727	Københavnertage	: 520
Flade tage	: 498	Flade tage	: 310
<u>4.070</u>		<u>1.924</u>	
2845 / 4070 x 100 = 69,9 %		1094 / 1924 x 100 = 56,9 %	
727 / 4070 x 100 = 17,9 %		520 / 1924 x 100 = 27 %	
498 / 4070 x 100 = 12,2 %		310 / 1924 x 100 = 16,1 %	
Saddeltage på Erh	: ca. 70 %	Saddeltage på Nørrebro	: ca. 57 %
Københavnertage på Erh	: ca. 18 %	Københavnertage på Nørrebro	: ca. 27 %
Flade tage på Erh	: ca. 12 %	Flade tage på Nørrebro	: ca. 16 %

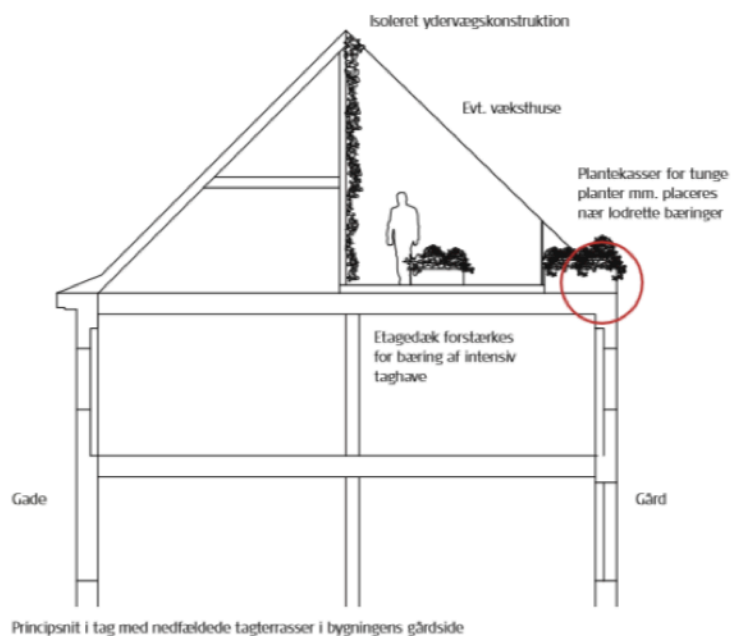
Data om tagtyper på Frederiksberg og Nørrebro af Thomas Brydesholt Hansen

Bilag 2



Eksempel på grønt tag på et Københavner-tag (Frederiksberg Kommune, 2013:49)

Bilag 3



Eksempel på nedskæring i Saddeltaget (Frederiksberg Kommune, 2013: 59)