4. Casestudy: København

Præsentation 106
Den valgte location 107
- Registrering 107
- Beregninger 110
- Begrønningspotentialer 116

Begrønningsscenarier 118
Scenarie 1: "Nul-alternativet" 119
Scenarie 2: Begrønning ud fra tagets bæreevne 121
Scenarie 3: Begrønning ud fra fremtidigt vandhåndteringsbehov 125
Scenarie 4: Begrønning ud fra arkitektonisk udtryk 129
Vurdering 133
- Kriterier 133
- Resultater 135
Scenarie 5: Optimeret alternativ m. supplerende tiltag 138
Opsamling 141
Bymæssige overvejelser 142
- Resultater 142
- Opsamling, byniveau 143

PRÆSENTATION

Figur 4.1: Vertikal begrønning er en historisk del af København og ses især i sommerhalvåret, hvor klatreplanterne blomstre frodigt. Egne fotos fra København

I forlængelse af ovenstående analyse udvælges her en konkret boligkarré med henblik på at afprøve den reelle virkning af de gennemgåede teknologier: Er der realistisk set mulighed for at implementere dem i tilstrækkelig grad i forhold til de forudsete klimakonsekvenser? Hvor meget kan man opnå med begrønning af bygninger alene, og hvor meget må man supplere op med andre teknologier? Hvad indikerer dette eksempel for potentialet på byniveau?

Vi har valgt at fokusere på de indre områder af København i denne undersøgelse, da det gerne er i den tætte by, at de befæstede arealer udgør den største andel, og at der således også er det største behov for klimatilpasning og det største potentiale for begrønning.

Endvidere har Københavns samlede borgerrepræsentation allerede udarbejdet en forholdsvis målrettet klimaplan, som bl.a. sigter efter at brande byen som "Verdens Miljømetropol" via en bred indsats i forhold til både forebyggelses- og tilpasningsinitiativer. Dette er godt i tråd med fordelene ved byforgrønnelse, som samtidigt er et meget synligt tilpasningsinitiativ og således har en stærk brandingeffekt.

Dermed er der også allerede nogle aktive kræfter sat i spil inden for emnet i kommunen, men foreløbigt fokuseres der hovedsagelig på lommeparker, hvilket fint kan suppleres med begrønning af bygninger.

Disse faktorer er med til at gøre casen aktuel. Københavns indre områder består i høj grad af historiske bygninger, og her er eksempelvis grønne vægge absolut ikke nogen ny ide.

Det vurderes således, at begrønningstiltag på bygningerne vil kunne udføres med respekt for byens arkitektoniske historie, samtidig med at det både visuelt og funktionelt bidrager med noget nyt.

Den klassiske københavnerkarré er en bygningstype, som går igen rigtig mange steder såvel i indre by som i alle brokvarterene. De er gerne bygget efter håndværksmæssig erfaring alene, og ofte følger dimensioner, materialer mm. nogle temmelig faste mønstre.

Potentialerne for begrønning af en typisk karré vil dermed danne et godt grundlag for vurdering af potentialet for byforgrønnelse som tilpasningsstrategi i København som helhed.

DEN VALGTE LOCATION

Figur 4.2: Den udvalgte karré, markeret med rødt ligger placeret på yder Nørrebro i et typisk bolig kvarter. Egen redigering, foto: Google Earth

Eksisterende forhold

Registrering

Den valgte karré ligger på Ydre Nørrebro imellem Hillerødgade, Lundtoftegade, Asminderødgade og Fredensborggade.

Området er et af Københavns brokvarterer og består mest af alt af typiske karréer fra tiden, da man byggede ud over søerne omkring begyndelsen af det 20. århundrede. Gaderne omkring denne bebyggelse har delvis synlig beplantning i skikkelse af små bede, der også benyttes som cykelstativer, samt mindre træer på grusede arealer.

Men gadebilledet bærer først og fremmest præg af de mange parkerede biler og de store volumener karréerne udgør. Især det overfor liggende sociale boligkompleks, Lundtofte, har en meget markant dimension i form af 15.etagers bebyggelser, som i et dominospil ligger på rækker efter hinanden. Med deres metalliske facadeudtryk stjæler de det meste af udsynet i den sydlige retning fra karréen.

Figur 4.3: Den udvalgte karre set i fugleperspektiv. Egen redigering, foto: krak.dk

Figur 4.4: En typisk Københavner karré bygget op af rød mursten har sin charme, selv i en lidt fattig urban kontekst. Eget foto

Det nærmeste offentlige grønne møderum er Nørrebroparken, der ligger et par gader derfra. Ellers består nærområdet hovedsageligt af beboelse med kun et fattigt udbud af andre funktioner, såsom Netto, Kina grill, OK tanken og Hillerødgade svømmehal. De få rekreative rum, der er i kvarteret, er i de tæt aflukkede private gårdrum, som er belagt med asfalt og græsarealer. De omkringliggende høje bygninger skaber et lidt mørkt og dunkelt lysindfald, som kun giver sollys til de øverste lejligheder, især i vinterperioden, hvor solen står lavt på himlen.

Sammenlagt har stedet et lidt upoleret og fragmenteret udtryk, hvor de befæstede overflader dikterer gadebilledet, og de mange parkerede biler skaber en synlig barriere for stedets stærkeste arkitektoniske karaktertræk – murstensbyggeriet. Et karaktertræk, der dog alligevel ikke umiddelbart er opsigtsvækkende nok til, at man ville gøre ophold uden et egentligt ærinde. Den udvalgte bebyggelse er en mellemstor karré og har et gårdareal, som er delvis indrettet til ophold med lidt fliser og grønt, men som hovedsagelig består af asfalt.

Figur 4.5: Det er mest det befæstede areal, som sjæler opmærksomheden i det lokale bybillede. Eget foto

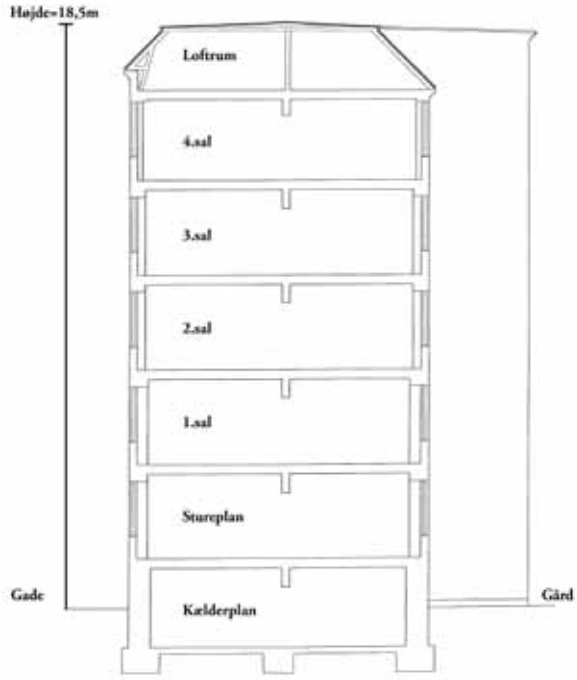
Figur 4.6: Gården til den udvalgte karré – kun de øverste etager nyder godt af solindfaldet. Facaden mister lidt af sin glans uden den røde mursten.Eget foto

Den vurderes at være meget gennemsnitlig – håndværkerne gad i forbindelse med et forestående byggeprojekt "nærmest ikke tage mål"(Maria Spon, bestyrelsesmedlem), fordi dimensionerne var dem så velkendte i forvejen . Dermed konkluderes det, at karréen egner sig til formålet. Ydermere har den en afgørende fordel i, at man uden større besvær kan komme op på taget, som i øvrigt er overvejende fladt og beklædt med tagpap. Deroppe fra er der udsigt til flere andre karréer af næsten samme slags.

Figur 4.7: Der er i forvejen lidt grønt, men kun i sporadiske arealer mellem de mange parkerede biler. Eget foto

Figur 4.8: Tagene i København består overvejende af de klassiske sorte tage beklædt med tagpap og de røde tegltage med højere hældning, også kendt som Københavner tag. Eget foto

Figur 4.9: Venstre: Facaden mod Lundtoftegade set fra Hillerødgade.



Figur 4.10: Snit af karréen. Arkitektens oprindelige tegninger

Boligkarréen består af 5 beboelige etager, samt loft og kælder. Dette giver sammenlagt en bygningshøjde på 18,5 meter. Den er bygget for lige knap et århundrede siden, i 1911, og blev opført direkte ud fra arkitektens simple tegninger – der foreligger ingen originale konstruktionsberegninger ved sagsmappen hos kommunens Center for Byggeri. Karréen har ikke været under nogen større renovering gennem dens levetid. I 2003 blev der bygget en tagterrasse for beboerne i Asminderødgade 5-13, og senere har nogle af beboerne fået en ekstra udestue ved omdannelse af bagtrapperne. Gårdarealet har også fået en mindre rekreativ omdannelse i nyere tid, som består af mindre græsarealer, en lille legeplads samt et par træer og bænke.

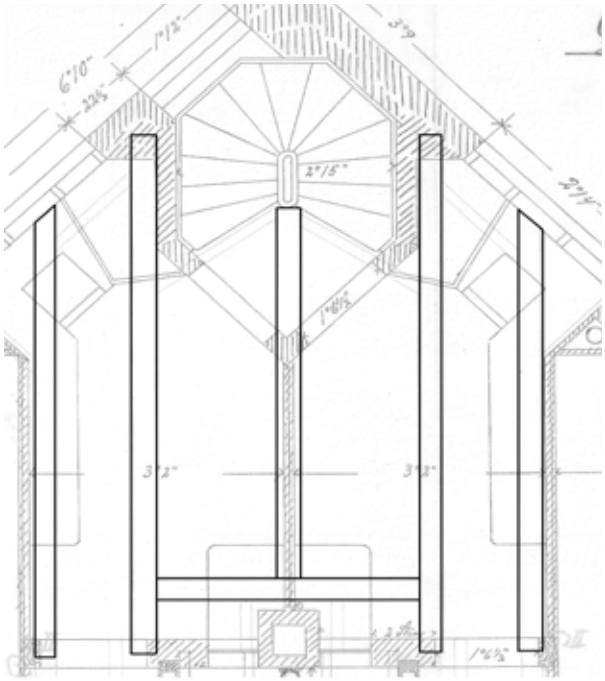
Væggene er opbygget som dobbeltmurede facader - udvendigt med den velkendte røde tegl, som har dannet rammen om dansk byggeskik i flere århundreder, særligt frem til 1950'erne. De indvendige facader er overvejende grå og generelt mere neutrale. På basis af tekniske tegninger og observationer vurderes bygningskroppen og fundamenterne til at være stabile, og det antages på det grundlag, at vægge og fundamenter som minimum kan bære den ekstra belastning svarende til vægten af ekstensiv tagbeplantning og begrønning af murene, 30 kg/m^2 – 120 kg/m^2.

Loftrummet og taget er opbygget af 130 mm x 130 mm træspær med en klimaskærm bestående af tagpap, krydsfiner og bræddebeklædning. Hældningen på tagets yderste del er 45^0. Det er således en let tagkonstruktion, som vurderes at være bygningens svageste punkt rent statisk. Der bør derfor laves en overslagsberegning over bæreevnen for det eksisterende tag med henblik på at klarlægge mulighederne for evt. at pålægge ekstra vægt i form af grønne tage.

Statiske overvejelser

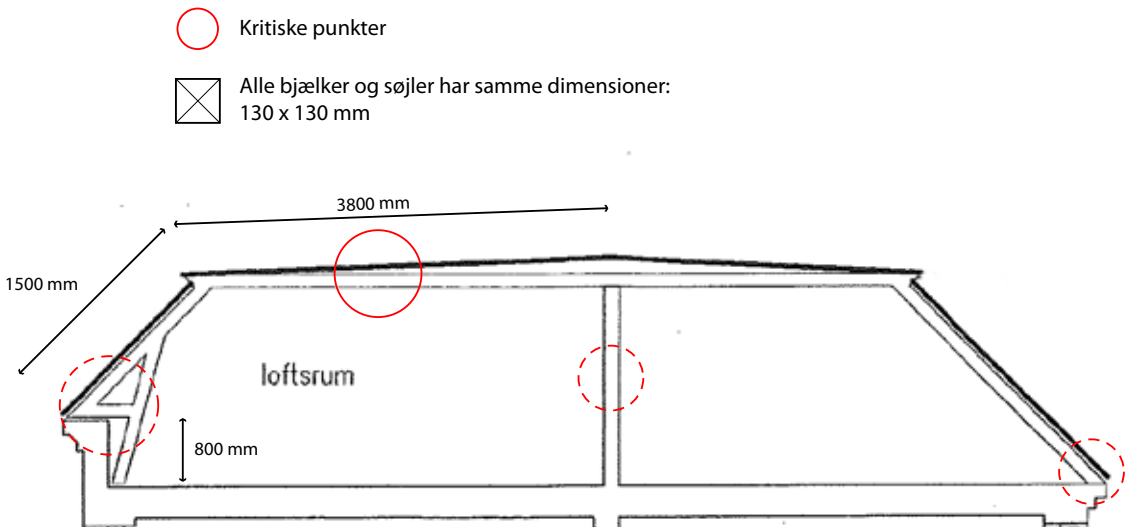
Der er regnet med DS normer i denne case, da vores kendskab til Eurocodes er begrænset.
De nye normer fra Eurocodes er dog en smule

Figur 4.11: Det eksisterende tag er et let tag og består af tagpap, krydsfiner, bræddebeklædning og spær. Afstanden mellem spærrene er ca. 0,85 m.



mere liberale i forhold til de gamle DS-normer. Der tillades højere spændinger, mod at nyttelasterne er sat højere. Dette betyder, at der faktisk er "frigivet" ekstra kapacitet, når der regnes på bæreevnen for tage, da nyttelasten ikke medtages i disse tilfælde. Der er overvejende 3 forskellige typer tage i København: Sadeltag, hanebåndsspær og Københavnertag, hvoraf sidstnævnte er den, der er

Figur 4.12: Det eksisterende tag set indefra. Eget billede



Figur 4.13: Tagfladen overfører kræfter til træspærene, som fører videre over dækket til den 5.etage. Træspærene er understøttet af flere træk og trykstænger. De røde cirkler indikerer de kritiske punkter. Tegningen er ikke målfast. Egen illustration og arkitektens oprindelige tegninger

repræsenteret i casen (se figur 4.13). I dag benytter man K18-træ til tagspær, men da karréen blev opført, benyttede man generelt en bedre kvalitet, K24-træ, ganske enkelt fordi træerne fik lov at vokse i et mere naturligt tempo.

Når der regnes på bæreevne i forbindelse med ombygning og renovering, tager man den del af bygningen ud, der skal ændres på, og analyserer sig frem til det svageste led herunder, som man herefter regner på. Denne del vil således være dimensionerende for resten af taget. For denne specifikke karrés tag befinder det svageste led sig på midten af tagets yderste halvdel, hvor udbøjningen vil være størst (markeret med en rød ring på det viste snit). Udover nedbøjningen er tagfoden mest kritisk – der hvor tagspærret møder muren (markeret med stiplet rød ring). Dér skal man undersøge, om det er nødvendigt at sætte en forstærkende vinkel eller et stormbånd, så ikke den øgede vægt får taget til at skride ud. Ved udkragninger, som på tagets ydre del, er denne risiko særligt stor, idet lasten ikke ledes direkte til de underliggende, bærende vægge. Overgangen er således vigtig at få formidlet hensigtsmæssigt – i nogle tilfælde kan det blive nødvendigt at lave en mindre understøtning. Dette problem vil sandsynligvis gå igen i mange ældre byggerier. Generelt skal man undersøge alle samlingerne i tagspæret, som kan variere relativt meget i kvalitet fra tag til tag, især ved gamle byggerier som denne karré. Disse indgreb kræver ikke større udfordringer eller økonomiske konsekvenser, men er punkter, som bør/skal undersøges nærmere, når der skal pålægges taget yderligere laster. Ifølge vores statiske beregninger (se bilag 3.1) kan det eksisterende tag uden yderligere understøtning maksimalt påsættes en vægtforøgelse på ca. 64 kg/m^2.

Hvis man i stedet regner med Eurocodes, med den større tilladelige spænding, og samtidig inddrager den overvejelse, at klimaforandringerne vil forårsage mildere vintre og deraf angivelig mindre sne, kan man forstille sig, at der er et endnu større potentiale i fremtiden. For at være på den sikre side, medregnes dette dog ikke i casen. I tilfælde af at man har behov for at tilføre taget endnu større laster end 64 kg/m^2, må man således påregne at skulle opsætte et nyt tag, hvor de eksisterende tagspær understøttes af opretninger (påsatte bjælker på de eksisterende tagspær). På den måde vil tagets bæreevne forøges betydeligt og vil f.eks. sagtens kunne bære det tungeste ekstensive tag. Hvis ønsket er et intensivt tag, skal der et langt større indgreb til. Udover at taget skal understøttes som førnævnt, skal fundamentet også forstærkes, så ikke bygningen kommer til at stå og sætte sig. Enten graves en meter ud langs fundamentet af gangen, som så fyldes op løbende, eller også presses ministålpæle ned igennem fundamentet pr. meter. Alternativ kan man benytte Uretek, en kemisk løsning som sprøjtes ind i fundamentet fra kælderen og gør jorden ekstra hård.

Figur 4.14: Det eksisterende tag, er belagt med sort tagpap som typisk har en levetid på 25 år afhængig af vejr og vind. Eget billede

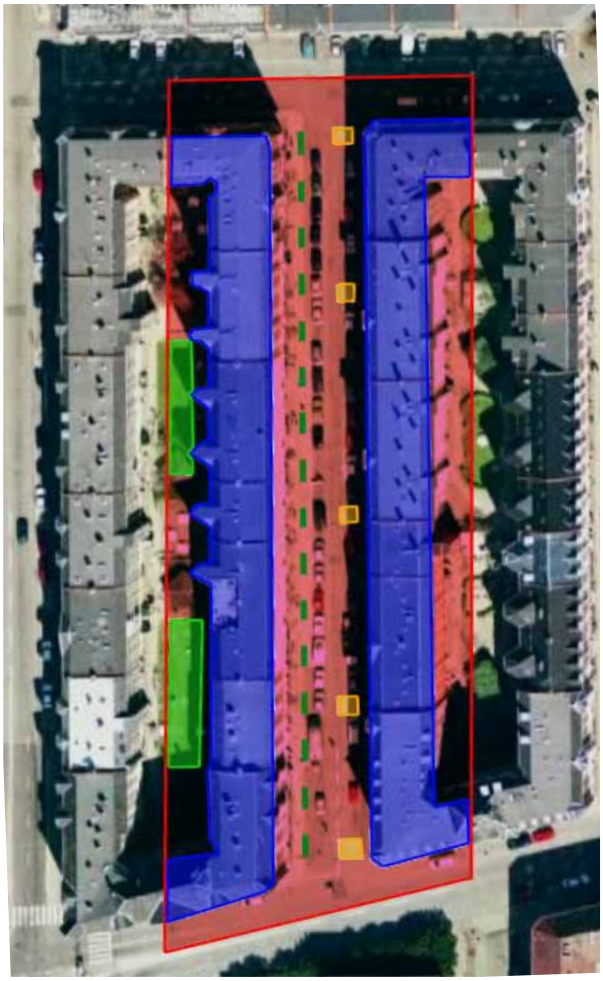
Afløbsforholdene

Formål med inddragelse af vandløbsforholdene

Hvis man skal undgå den konventionelle løsning, dvs. udbygning og omdimensionering af kloakken, er man nødt til at kende kapaciteten af de eksisterende kloakrør og sætte denne op mod de fremtidige dimensionsgivende regnintensiteter. Differencen mellem disse vil så give et begreb om, hvor mange procent af regnvandet, der i fremtiden bør afledes vha. byforgrønnelse og andre alternative teknologier. Regnvandet fra de uigennemtrængelige flader på tage og veje føres sammen med spildevandet til de omkringliggende kloakledninger, som ligger under vejen – men da spildevandet udgør en betydelig mindre mængde end den dimensionerende regn, er det ikke medtaget som en del af beregningerne (Ifølge anlægsingeniør Mushtaba Norestani). For at forsimple disse beregninger, som ellers kan blive utrolig omfattende pga. inddragelse af byens højdekvoter mm., fokuseres der udelukkende på kloakledningen under Asminderødgade. Karréen udleder reelt vand til kloakrør under flere af de tilstødende gader, men da oplandet til netop Asminderødgade er sammensat udelukkende af to "halve" karréer på ca. samme størrelse, vil dette svare ret præcist til den vandmængde, den valgte karré sammenlagt udleder alene. Denne beregning kan således antages at være dimensionsgivende for den udvalgte karré.

Arealer

Det udvalgte opland til beregning af regn-intensiteten består dels af selve gaden, dels af to bebyggelser på 5 etager langs gaden, dels af gårdarealer med både befæstede og ikke befæstede overflader i form af græs, grus og bede (se evt. bilag 3.2). Området har følgende arealinddeling:



Figur 4,15: Ved at isolere en enkelt gade, kan man dimensionere afledningsbehovet for karreen som vist på illustrationen.
Egen Illustration

Det samlede areal er 7752m^2 (ca. 0,78 ha.)

Bebyggede areal(befæstet areal):	2870 m^2
Græs areal:	250 m^2
Grus:	80 m^2
Bede:	32 m^2
Gadeareal(befæstet areal):	4520 m^2

Det befæstede areal er alle de "hårde overflader", dvs. bebygget areal og gadeareal. Med den valgte afgrænsning af karreen er det befæstede areal som udgangspunkt **ca. 95 %.**

Dimensionsgivende kapaciteter
De dimensionerende regnmængder for kapaciteten i kloakken måles i regn-intensitet over en afgrænset periode, givet ved liter pr. sekund pr. ha. [l/s/ha]. Normalt regnes med en varighed på 10 minutter. I dag er den dimensionsgivende regn-intensitet 140 l/s/ha (jævnfør bilag 3.2), hvilket svarer til en 2 års regnhændelse.

Ændringer i ekstremregn som følge af klimaændringerne
I forbindelse med klimaforandringerne vil størrelsen af de ekstreme regnhændelser stige ca. 30 % over de næste hundrede år (jf. afsnit om klimaforandringer). Derfor skal der regnes med en klimafaktor for at få den fremtidige dimensionsgivende regnintensitet. Da scenarierne indebærer en vis usikkerhed regnes der dog med en stigning på 40 % for at være på den sikre side:

	2 år	10 år	100 år
Klimafaktor	1,2	1,3	1,4

Forslag til klimafaktorer ved dimensionering og analyse af afløbssystemer i henhold til metoderne i Skrift 27 for en fremskrivningshorisont på 100 år:

I casen benyttes således faktoren 1,4, som ifølge spildevandskomiteens skrift 27 har et konfidensniveau på 97,5 %. Det betyder, at man dimensionerer for fremtidens nedbør ved at benytte regnintensiteten 196 l/s/ha.

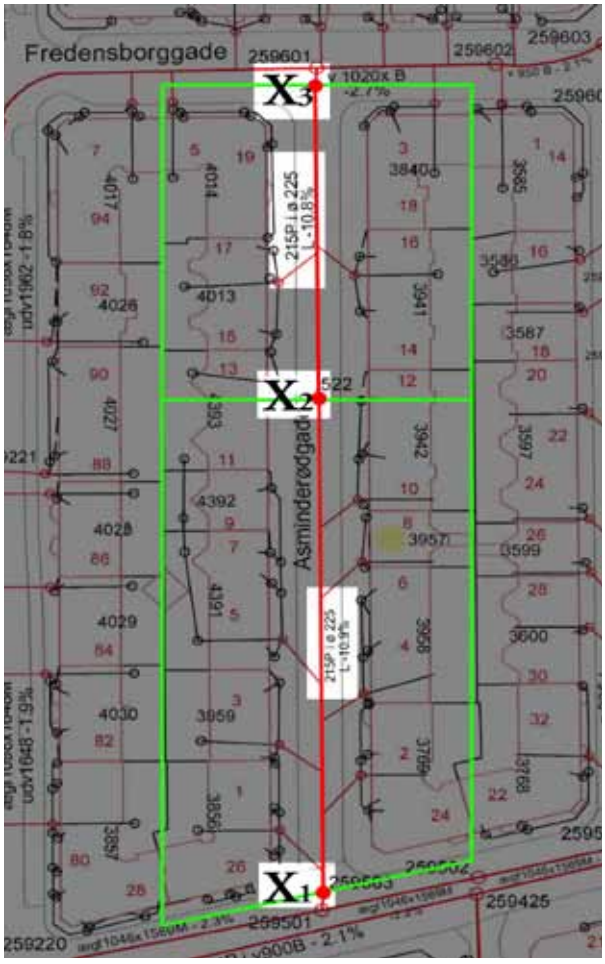
Eksisterende forhold – teknisk opdeling
Den indvendige diameter i kloakledningen under Asminderødgade er 215mm på begge strækninger, hvilket svarer til, at den kan håndtere en mængde på ca. 53,0 l/s. Omregning af denne kapacitet til regnintensiteten ved hjælp af oplandets vandrette areal giver 71 l/s/ha for spids-belastningen på strækning 2:(X_2 – X_3).

Dette betyder, at kloakledningerne på Asminderødgade allerede er overbelastede i forhold til nutidens dimensionsgivende regn-intensitet på 140 l/s/ha. Således vil de blive endnu mere overbelastede af fremtidens regn-intensitet på 196 l/s/ha.

Som beregnet i bilag 3.2 angående kloakkens kapacitet, betyder denne stigning i den dimensionsgivende regn, dvs. 2-årshændelserne, at **64** % af den nedbør, der falder på karréen og gaden, i fremtiden skal kunne afledes ad anden vej end den eksisterende kloakledning, hvis risikoen for oversvømmelser skal kunne nå ned på anbefalet niveau.

Den konventionelle klimatilpassede løsning vil på dette grundlag være en udgravning og en udskiftning af de eksisterende rør med en indvendig dimension på Ø 215 til nye rør med følgende dimensioner:

Strækning:	Diameter [mm]
1:(X_1 - X_2)	= Ø 270
2:(X_2 – X_3)	= Ø 320



figur 4.16: De to strækninger der regnes på, markeret med grønt. Neders: 1:(X_1 - X_2). Øverst: 2:(X_2 – X_3). Egen illustration

Jordbundsforhold

Figur 4.17: København set fra luften. Foto: grandts.dk

Karréen ligger ca. på grænsen mellem underlag af moræneler og ferskvandsgytje, hvilket betyder, at der sandsynligvis er bedre nedsivningsforhold end i det meste af København – se figur 4.18. Moræneler, som er den absolut dominerende jordbundstype i byen, har en meget lav porøsitet, hvilket betyder langsommere infiltrering. Den specifikke jordbundssammensætning må dog undersøges nærmere, og ligeledes højden af grundvandet, før man kan konkludere noget mere konkret angående nedsivningshastigheden.

Figur 4.18: Ole Fryds kort over jordbundsforholdene i København fra 2BG seminar Vilkår og strategier (se bilag 1.8) til venstre: Kvoter. Højre Jordbundsforhold, Brun: Moræneler, grøn: Ferskvandsgytje.

Figur 4.19: Det flade Københavnertag rummer masser af potentiale for pålæggelse af ekstensive tage. Egen illustration

Da andelen af befæstet areal er så høj, 95 %, rummer det udvalgte område mange forskellige begrønningspotentialer: Taget, murene, gaden og gården. Som i analysen tages der udgangspunkt i potentialerne på bygningen, for at se, hvor langt man kan nå med det alene, hvorefter andre muligheder inddrages som supplement.

Taget

Taget har en næsten horisontal flade som samlet måler et areal på 2175 m^2. Her vil det være en god tilgang at benytte de ekstensive tage som begrønnings-alternativ, da forholdene er næsten optimale – sedummåtterne vil kunne blive lagt næsten uden yderligere foranstaltninger, blot der er argumenteret for tagets bæreevne. I tilfælde af at taget er underdimensioneret til den valgte løsning, vil forslag til yderligere understøtning være en nødvendighed. Tagets yderste del hælder 45° og rummer et samlet vandret areal på 695 m^2. Det reelle areal er større, 983 m^2, men det er det vandrette areal, som er afgørende for den regnmængde, der lander på taget. Idet den stejle hældning på denne del af taget betyder, at vandet drænes hurtigere fra, antages det, at det ekstra areal udlignes i forhold til sugeevnen, således at det samlede tagareal har ca. samme afløbskoefficient pr. vandrette kvadratmeter. På den del af taget, vil det være mere oplagt at benytte præfabrikerede sedum-måtter med drænlag af mineraluld eller sedum-kassetter, som er særligt egnede til tage med stejle hældninger, da der er behov for et mere effektivt erosionslag (Louise Lundberg, bilag 1.7) og disse mindsker risikoen for udtørring i de tørre sommerperioder.

Figur 4.20: Tagets yderste del hælder 45^0 her vil det være oplagt at benytte de præfabrikerede sedum-måtter med drænlag af mineraluld eller sedum-kassetter, som er særligt egnede til tage med stejle hældninger. Egen illustration

Murene

De vertikale flader på bygningen rummer også et stort begrønningspotentiale, da disse udgør et stort areal på 7498 m^2, eksklusiv vinduer. Det vil dog være nødvendigt med et mere omfattende monteringsarbejde med opsætning af armeringsnet el.lign. for at bære de vertikale vegetationselementer. Rent vandhåndteringsmæssigt vil de ikke have samme effekt som de ekstensive tage: Netop i kraft af at de står lodret, vil der logisk set ikke falde lige så meget regn som på en vandret flade. Men hvis man leder det overskydende vand fra taget via tagrenden til toppen af den grønne væg, så denne skal gennemløbes, før det når kloakken, har man et effektivt system til at tilbageholde og forsinke vandet. Dette vil kræve yderligere systemudvikling, men er ud fra et praktisk perspektiv ikke en uoverkommelig opgave (bilag 1.6).

Som ved montagen af det ekstensive tag, vil det ligeledes være nødvendigt med en argumentation for væggens bæreevne. En yderligere understøtning af de eksisterende vægge i tilfælde af underdimensionerede konstruktioner er dog vurderet til at være ret omstændigt.

Gården

I gården er der i forvejen et mindre græsareal, mens resten udgøres af fliser og asfalt til stier, cykel- og barnevognsparkering, samt et par overdækkede affaldsskure – samlet set et areal på 1802 m^2. Her vil det være muligt at etablere forskellige SUDS-teknologier, i stil med de initiativer som også er benyttet i f.eks. Augustenborg: udgravning til infiltrationsplæner, faskiner eller åbne kanaler og damme med henblik på opmagasinering og gennemløb af regnvand. Dette vil kunne gøres på en måde, så der bringes ekstra kvalitet til gårdrummet, men kan dog muligvis medvirke komplikationer i forhold til frigivelse af forurening i undergrunden eller periodevis forsumpning (se afsnit om supplerende teknologier).

Udgravning af de eksisterende grønne arealer vil være det letteste, men sandsynligvis ikke nok. Disse arealer udgør et samlet areal på 250 m^2. Dele af det befæstede areal kan også inddrages, men i så fald under hensyntagen til deres funktion – affaldscontainere skal kunne transporteres ubesværet til tømning osv. Tagene på de små affaldsskure kan evt. også begrønnes om nødvendigt.

Figur 4.21: På de vertikale flader, kan man f.eks. plante Patrick Blancs vertikale haver,, Fibermatrixen eller Nykildes vegetations vægge. Egen illustration

Gaden

Asminderødgade har i forvejen et beskedent areal, 112 m^2, af grønne islæt i form af små bede og grusarealer med et par træer. Her er mulighederne for yderligere forgrønnelse stærkt begrænsede og består hovedsagelig i etablering af planter/græs på grusarealerne og græsarmering på parkeringsarealerne.

Gadens befæstede areal udgør sammenlagt 2968 m^2, hvoraf parkeringsarealerne er de 720 m^2.

BEGRØNNINGSSCENARIER

For at veje de mange faktorer op mod hinanden laves nogle forskellige scenarier for, hvordan den valgte karré kan begrønnes, og hvilke effekter det ville have.

Idet interessen for maksimal vandhåndtering er i konflikt med ønsket om strukturel bæreevne, anses disse to faktorer for at være nogle af de afgørende i beslutningsfasen. Derudover vil det æstetiske udtryk være meget afgørende for, hvor "spiselig" en strategi begrønning af bygninger anses for at være – for beslutningstagere såvel som for den brede befolkning. Med udgangspunkt i vores beregninger og arkitektoniske overvejelser opstilles derfor følgende 4 scenarier for begrønning af karréen:

1. Nul-alternativet, hvor der klimatilpasses konventionelt
2. Begrønning ud fra tagets bæreevne
3. Begrønning ud fra det fremtidige vand håndteringsbehov
4. Begrønning ud fra arkitektonisk udtryk

Disse scenarier er alle rendyrkelsen af ét perspektiv og vil derfor hver især blive vurderet efter en række kriterier for at afgøre deres samlede tilpasningskvalitet. På det grundlag søges flest muligt af fordelene forenet i et sidste scenarium:

5. Optimeret alternativ med inddragelse af supplerende teknologier

De fem scenarier vil kunne vejlede beslutningstagere på flere niveauer, i forhold til hvad man bør overveje i hvilke situationer, hvis man af en eller flere grunde planlægger at begrønne bygninger.

Figur 4.22

Scenarie 1: "Nul-alternativet"

Nul-alternativet er ganske enkelt det konkrete fremtidsscenarium for karréen, som den allerede ser ud. Man kan således uden videre beregning konkludere, at taget kan holde og har kunnet det i ca. 100 år. Det skal dermed ikke umiddelbart forstærkes yderligere.

Sugeevnen på selve bygningen er lig nul, og de tilhørende arealer er kun beplantet i begrænset omfang, som det ses af registreringen og beskrivelsen af afløbsforholdene. Det æstetiske udtryk kan klassificeres som klassisk og beskedent.

Det befæstede areal udgør i dette scenarium sammenlagt 95 % af det betragtede område. På det grundlag må også både CO_2-omdannelse og biodiversitet formodes at ligge tæt på et minimum.

Isoleringsevnen er ikke ligefrem imponerende, da taget slet ikke har noget isoleringslag ned mod loftsrummene. Man må dog gå ud fra, at etageskellet mellem loftet og de øverste boliger er isoleret til en vis grad. Til gengæld er der ringe mulighed for efterisolering indvendigt, idet loftsrummet ikke kan gøres lavere uden gene for den daglige brug af opbevaringsrum og tørreloft eller begrænsning af rumhøjden i de øverste boliger, hvorved de oprindelige stuklofter ville blive dækket til. Der bliver ekstrem varmt på loftet om sommeren, hvilket underbygger, at isoleringsgraden er utilstrækkelig. Ydermere er der på arkitekttegningerne ikke noget, der tyder på hulmursisolering, så heller ikke vertikalt er forholdene helt optimale.

Her-og-nu-prisen forbundet med dette scenarium er, modsat de næste scenarier, til gengæld lig nul, da der ikke ændres noget. Dog vil klimaforandringerne med tiden betyde høje indirekte udgifter over skat el.lign. for at få dækket de investeringer, der er nødvendige til opfyldelse af behovet for øget kloakkapacitet. Muligvis vil også elregningen stige, hvis der opstår behov for mekanisk køling. Det er overskuelige penge på den måde, at man ikke be-

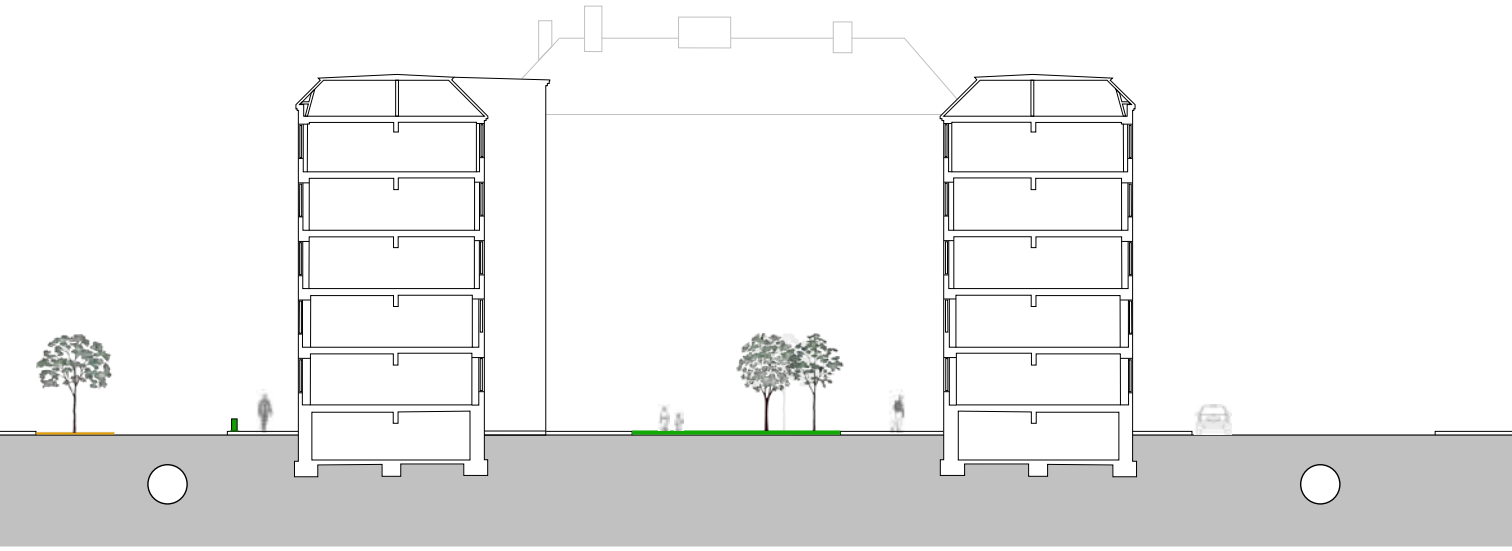
Figur 4.23: Med Nul-alternativet forbliver bybilledet uændret. Eget foto

høver at forholde sig aktivt til problemet, men kan få det løst blot ved at punge ud til løsninger, som andre har valgt for én. Samfundsmæssigt kræver det heller ikke noget teknologisk paradigmeskift – man kan fortsætte med velkendte systemer og teknikker, som man plejer.

Vurderer man karréen isoleret set, er montage ligeledes lig nul, og vedligehold minimalt i form af udskiftning af tagpap ca. hvert 25. år, udskiftning af samlinger, der ruster etc.

Der er ikke nogle ukendte faktorer udover klimaforandringerne i dette scenarium, men de medfører naturligvis nogle risici, som bygningen ikke er tilpasset efter. Dog udføres der intet risiko-genererende anlægsarbejde, og således vil forsikringsforhold og anlægsfejl ikke være et markant element. Men vandkvaliteten i byens å-løb og havne må fortsat forventes at blive oversvømmet med kombineret spilde- og regnvand i mange år fremover, indtil de har fået udbygget kloaksystemets kapacitet til de markant større regndimensioner.

Figur 4.24: Den røde mursten er områdets stærkeste æstetiske og historiske identitet, som der ikke vil blive ændre på.
Eget foto



Figur 4.25: Tværsnit. Nul-alternativet vil på sigt kræve, at kloakkerne omdimensioneres til de kommende klimaforandringer. Udbygningen kommer til at koste omkring 15 mia. kr. som borgerne i København skal betale. Egen illustration

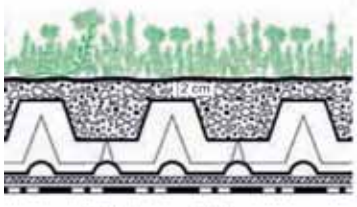
Figur 4.26

Scenarie 2: Begrønning ud fra tagets bæreevne

Dette scenarium udformes efter, at det eksisterende tag skal kunne holde til begrønning uden nogen form for ekstra forstærkning af konstruktionen. Der arbejdes derfor ikke med begrønning af facader, men alene med tagets umiddelbare effekt, for at afdække det specifikke potentiale, der ligger heri.

De 2.175 m^2 næsten fladt tagpap og 983 m^2 skrå skifer svarer til i alt 3.158 m^2 ekstensivt tag.
Da konstruktionerne ikke skal suppleres, og indgrebet generelt holdes helt simpelt, kan den økonomiske investering ligeledes holdes nede på ca. 450 kr./m^2, hvilket med det samlede tagareal bliver omkring 1,4 mio. kr. inklusiv montagen, som i øvrigt kan udføres forholdsvis simpelt af et par fagfolk uden stillads. I kraft af det sparsomme vækstlag bør det overvejes at bruge mineraluld som kombineret vækst- og drænmateriale på de stejle sider for at holde planterne mere resistente overfor tørke – på trods af at dette er et dyrere og mindre miljøvenligt materiale. Det kan samtidigt betyde, at man måske kan få vægten lidt længere ned, hvis det skulle vise sig nødvendigt.

Ifølge vores konstruktionsberegninger er der 0,64 kN/m^2 til rådighed (bilag 3.1), når man fratrækker tagets egenvægt samt vind- og snelaster, hvilket

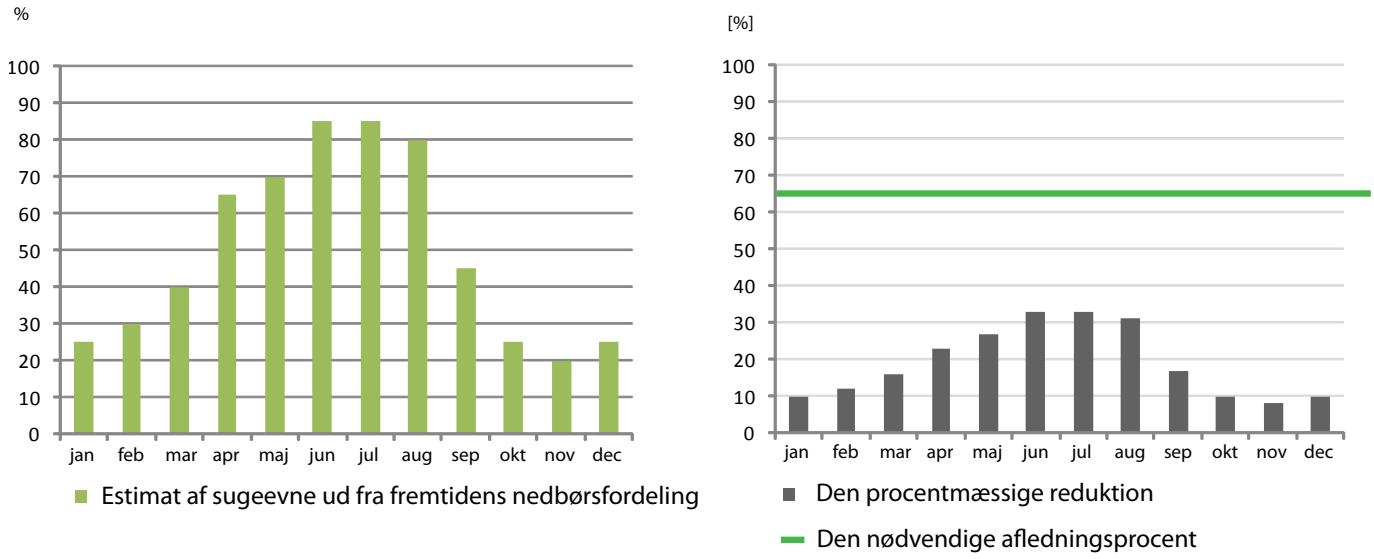


Dybde: 100mm
Vægt: 60kg/m2
Sugeevne: 21 l/m2

Figur 4.27: Ved scenarie 2 kan man passende benyttte Zincos ekstensive tag, hvis vægt overholder tagets bæreevne. Ill.: Zinco

svarer til en ekstra beklædning på 64 kg/m^2. Det betyder, at et udvalgt ekstensivt tag fra Zinco Tyskland (se figur 4.27) med en dybde på 100 mm og en vægt på 60 kg/m^2 burde kunne godkendes rent statisk. Dette giver den højest mulige sugeevne under disse forhold: 21 l/m^2. Hvis det fulde potentiale kunne udnyttes, ville denne kapacitet opveje hele den dimensionerende regn for tagets areal. Men da nedsivningen sker langsommere, end regnen falder, er dette urealistisk.

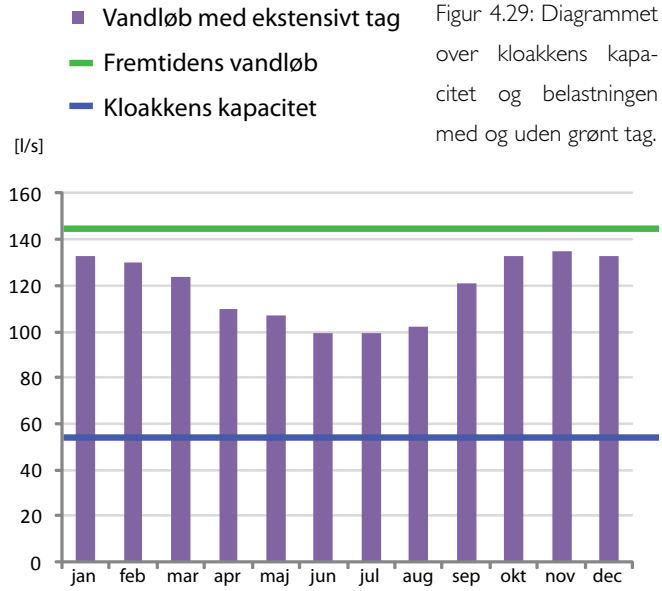
Da tagets sugeevne er afhængig af lufttemperaturen, regnhændelsernes hyppighed og den specifikke byges intensitet (mængde pr. tid), vil det på årsbasis snarere kunne optage 50 % i gennemsnit (bilag 3.3). Dette svarer til 19 % af det regnvand, der løber til kloakledningen på Asminderødgade.



Figur 4.28: Gennemsnitligt vil man kunne optage ca. 19,2 % af regnvandet på Asminderødgade, men reduktionen vil være forskellig afhængig af årstiden, som graferne viser (bilag 2.1). Den grønne streg illustrerer de 64 % som er den nødvendige afledningsprocent (se afsnit om afløbsforhold).

Ud fra analysen (se afsnit om byforgrønnelse) vides det dog, at sugeevnen varierer væsentligt henover året. Derfor er der her lavet nogle estimater på det ekstensive tags afvekslende vandhåndteringsegenskaber, som vurderer, at tagets sugeevne kan blive helt ned til 20 % på en våd novemberdag (se bilag 3.3 eller figur 4.28). Dette er kun 8 % af kloakkens samlede regn-opland, hvilket betyder, at andre tiltag er nødvendige på længere sigt for at undgå oversvømmelser. Figur 4.29 viser forholdet mellem kloakkens kapacitet og den fremtidige belastning med og uden grønt tag. Den reelle økonomi på samfundsniveau ser således helt anderledes og mindre opløftende ud ved dette scenarium, men hvad den konkret bliver, afhænger af det valgte supplement. Udførelsen af det ekstensive tag vil ikke påvirke bygningens energiforbrug markant, da det tynde vækstlag ofte bliver gennemvædet eller bundfryser i vinterhalvåret, hvilket nedsætter isoleringsevnen en del. Til gengæld vil temperaturen på loftet og i de øverste lejligheder om sommeren blive noget mere behagelig, da planterne giver en vis skyggeeffekt og omdanner solvarme til fordampning.

Det æstetiske udtryk vil heller ikke blive ændret meget nede fra gadeplan, men ændringen vil være mere tydelig, jo højere man kommer op. Man kan sige, at de lejligheder, der er uden for synsvidde af



Figur 4.29: Diagrammet over kloakkens kapacitet og belastningen med og uden grønt tag.

Figur 4.30: Fra gården i karren vil man dog nogen steder kunne se det ekstensive tag. Egen illustration

Figur 4.31: Plantetyperne på taget kunne f.eks. være den hvide stenurt eller den almindelig sankthansurt(se evt. afsnit om plantyperne, By-forgrønnelses afsnit). Egen illustration

de grønne islæt på jorden, får lidt grønt at se på foroven i stedet. Det vil give lidt mere mulighed for at følge med i årstidernes skiften for de øverste beboere, uden at karréens overordnede udtryk ændres markant.

Det befæstede areal er i dette scenarium reduceret til 58 % af det udvalgte område. Luftkvaliteten ser også lidt bedre ud end i det første (95 % befæstet areal). Hver 1 m^2 ekstensivt tag omdanner ca. 2-6 Kg CO_2 årligt svarende til i alt 11,5 Tons CO_2/år. Dette lyder måske af meget, når man tænker på, at det er en gasart, men set i forhold til hvor mange beboere, der bor i karréen og fører en vestlig livsstil, er dette tal dog forsvindende lille, idet danske husstande gennemsnitligt udleder 6 tons CO_2/år (klimakonsulentark).

Varme-ø-effekten afhjælpes dog også en smule, idet sorte overflader er erstattet med evapotranspirerende plantedække. De små planter med deres minimale rodnet optager desuden ekstra mange stoffer fra luften, herunder skadestoffer og forurenende partikler. Også biodiversiteten har her fået lidt bedre kår, selvom denne slags ekstensive tage ikke er det mest givende på dette punkt. Byrden forbundet med vedligehold begrænser sig til ca. en halv time hvert andet år, når først planterne har

Figur 4.32: Den udvalgte karre set i fugleperspektiv med ekstensivt tag. Egen illustration

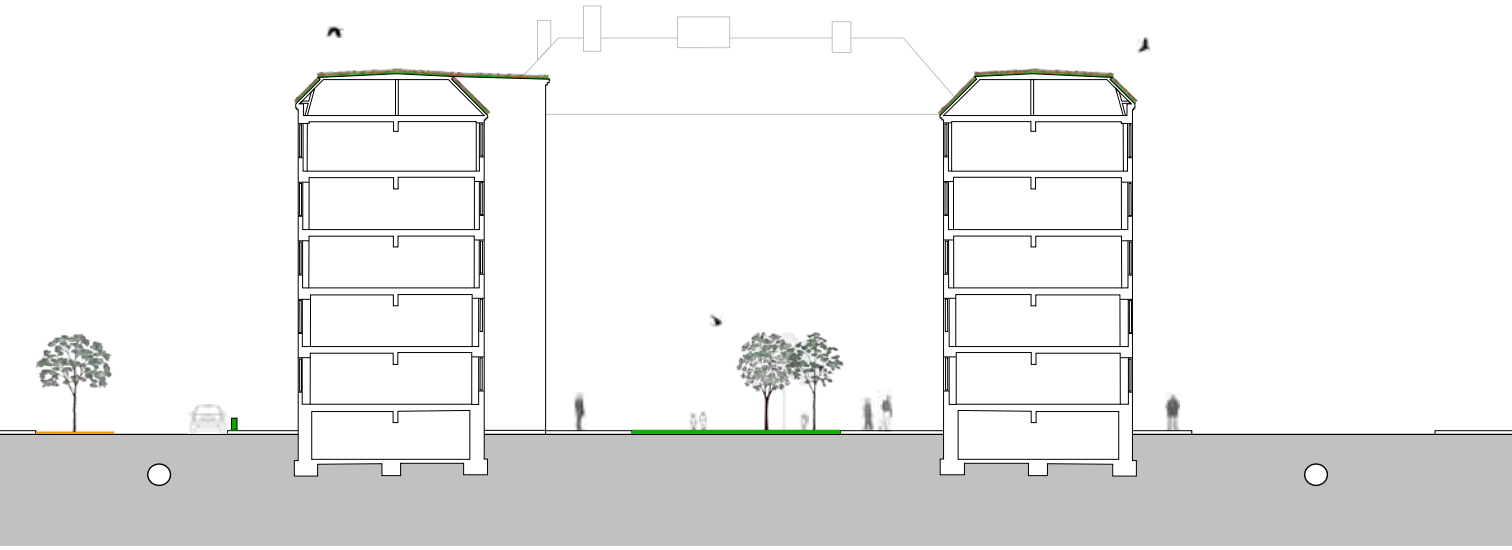
fået rigtigt fat. Hvornår dette sker afhænger af den specifikke løsning – om det er præfabrikeret eller skal gro frem efter montagen – men et godt bud vil være lidt mere de første to år. Altså ikke noget større problem, bortset fra hvis man lider af slem højdeskræk.

Under meget langvarig tørke, fra ca. 3 måneder og opefter, bliver der desuden behov for sporadisk vanding, men dette sker yderst sjældent i Danmark (Jesper Christensen, bilag 1.6).

Da den valgte teknologi er forholdsvis afprøvet, vurderes indgrebet ikke at involvere de store risici. Nogle forsikringsselskaber ville måske sætte gebyret lidt op, men hvis man ellers benytter kompetente fagfolk burde det fint kunne installeres uden problemer.

Mht. påvirkningen af vandkvaliteten er det en fordel, at noget af vandet holdes på bygningen, så der er mindre usikkerhed vedr. både kloak-kapacitet og nedsivning til grundvand. Men da det er en så forholdsvis lille del af vandet vil dette under ekstreme regnhændelser dog i højere grad afhænge af de valgte supplementer.

Figur 4.33: Close up af hvordan det ekstensive tag kunne komme til at se ud. Egen illustration



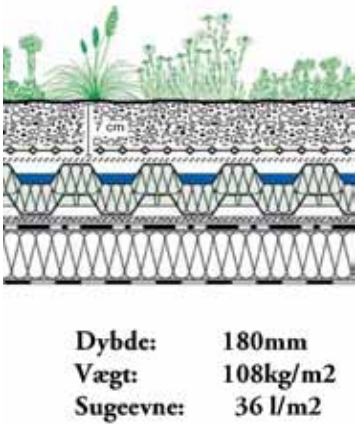
Figur 4.34: Tværsnit. I scenarie 2 er det grønne element kun delvist synligt fra gadeniveau. Egen illustration

Figur 4.35

Scenarie 3: Begrønning ud fra fremtidigt vandhåndteringsbehov

Dette scenarium tager udgangspunkt i, så vidt muligt, at undgå oversvømmelser under fremtidig ekstremregn via begrønning af bygningerne alene. Ifølge Spildevandskomiteen bør man dimensionere efter en regnintensitet på 196 l/s/ha. Tagets 3.158 m² bliver dermed bygget op med et ekstensivt tag, hvor sugeevnen er størst mulig. Her vælges en anden model fra Zinco Tyskland (se illustration til højre) med en dybde på 180 mm, en vægt på 108 kg/m2 og en sugeevne på 36 l/m².

På årsbasis vil dette tag gennemsnitligt kunne optage 60 % af det regnvand, der falder på taget

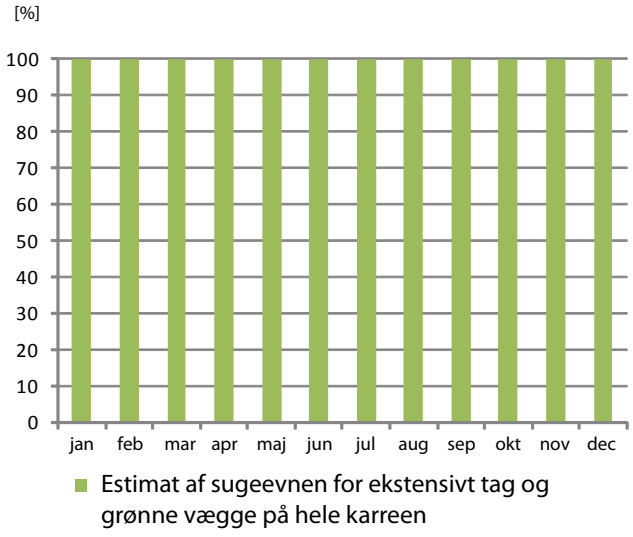


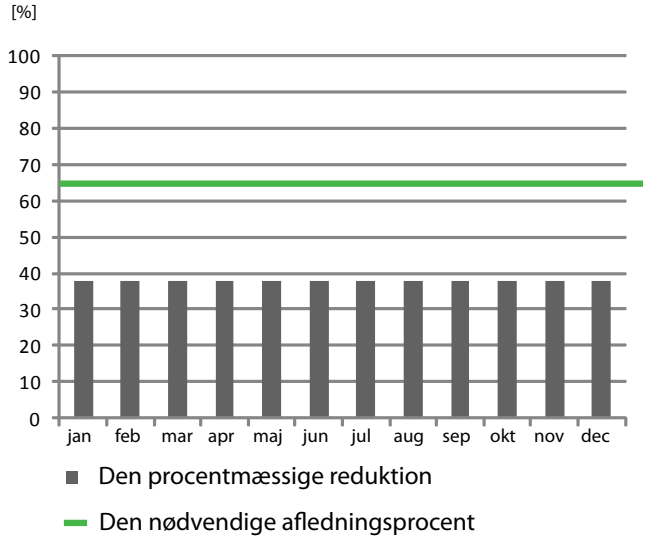
Figur 4.36: Ved scenarie 3 kan manf.eks. benyttte Zincos ekstensive tag, Illustration: Zinco

(Se bilag 2.1 eller LAR-kataloget). Dette varierer ligesom scenarie 2 henover sæsonen, men er dog meget mere stabilt. Gennemsnittet svarer til 23 % af det samlede opland til kloakledningen. For at kloakken ikke skal omdimensioneres, skal 64 % af det samlede opland afledes til anden side. Denne mere sugende tagbeklædning er således heller ikke nok i sig selv, og dermed projekteres der ligeledes grønne facader på karréen, hvortil tagrenderne leder den overskydende regn.

De vertikale flader på bygningen udgør 7498 m², hvilket er næsten lige så meget som arealet på hele det betragtede område på 7752 m². Ved brug af Nykildes vegetationsvægge kan man regne med en ekstra kapacitet på ca. 15 l/m², hvilket er rigeligt til at opsuge al den regn, der falder på tagarealet og evt. blæser ind på selve murene – også selvom man tager højde for en årstidsbestemt reduktion svarende til tagene (bilag 3.3). På denne måde fås således en sugeevne for det samlede tagareal på 100 %. Dette svarer til 38 % af det regnvand, der løber til kloakledningen på Asminderødgade.

Der mangler således stadig 26 % afledning, som skal løses på anden vis, hvis den mest kritiske del af kloakrøret ikke skal oversvømmes oftere end





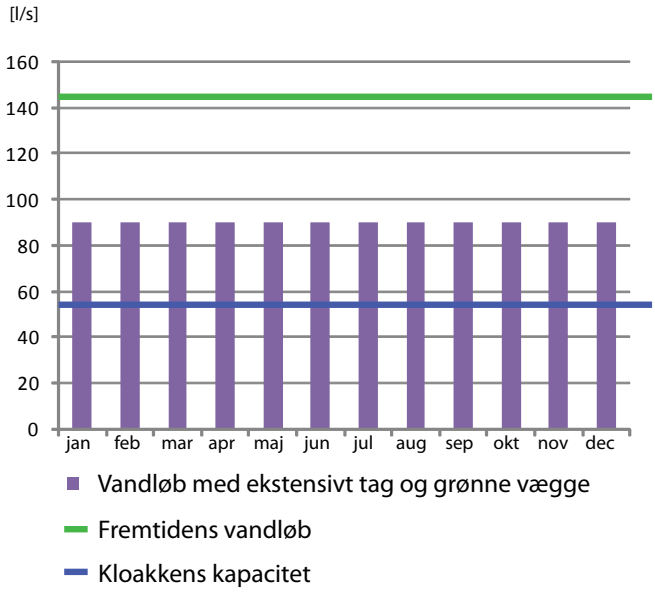
Figur 4.37: Gennemsnitligt vil man kunne optage ca. 38 % af regnvandet på Asminderødgade med ekstensivt tag (180 mm) og grønne vægge på hele karreens vertikale areal. Reduktionen i dette scenarium er vurderet til at være konstant hele året år som graferne viser (bilag 2.1), da alt vandet på bygningens areal bliver absorberet. Egne illustrationer

acceptabelt se figur 4.37. Ressourceforbruget ved denne løsning er noget øget for karréen i forhold til i scenarie 2: Det eksisterende tag kan ikke holde til vægten og må dermed suppleres ved opretning og evt. ekstra understøtning. Dette vil betyde, at det eksisterende tag skal tages af for at få de nye opretningsbjælker hele ind i bygningen, hvilket igen vil medføre, at brug af stilladser eller kran vil være uundgåeligt.

Alternativt må man forkorte knæklængden på spærene. Men de søjler, som i så fald skal opstilles kan komme til at stå i vejen for noget af pladsudnyttelsen på loftet. Da bygningen er dobbeltmuret, antager vi, at de bærende vægge vil kunne holde til den ekstra vægt, også selvom der kommer vertikale begrønningselementer på – ellers må der udtænkes en delvist selvbærende facadeløsning. Men problemet kan nok snarere opstå ved fundamenterne – ud fra 2BG's registrering lader det til, at karréen befinder sig tæt på skellet mellem moræneler og ferskvandsgytje, hvilket må undersøges nærmere.

Til det bymæssige overslag giver det dog mest mening at gå ud fra morænelerets bæreevne, da langt størstedelen af København befinder sig på denne

Figur 4.38: Den udvalgte karre set i fugleperspektiv med ekstensivt tag og vertikale haver på hele facadearealet Egen illustration

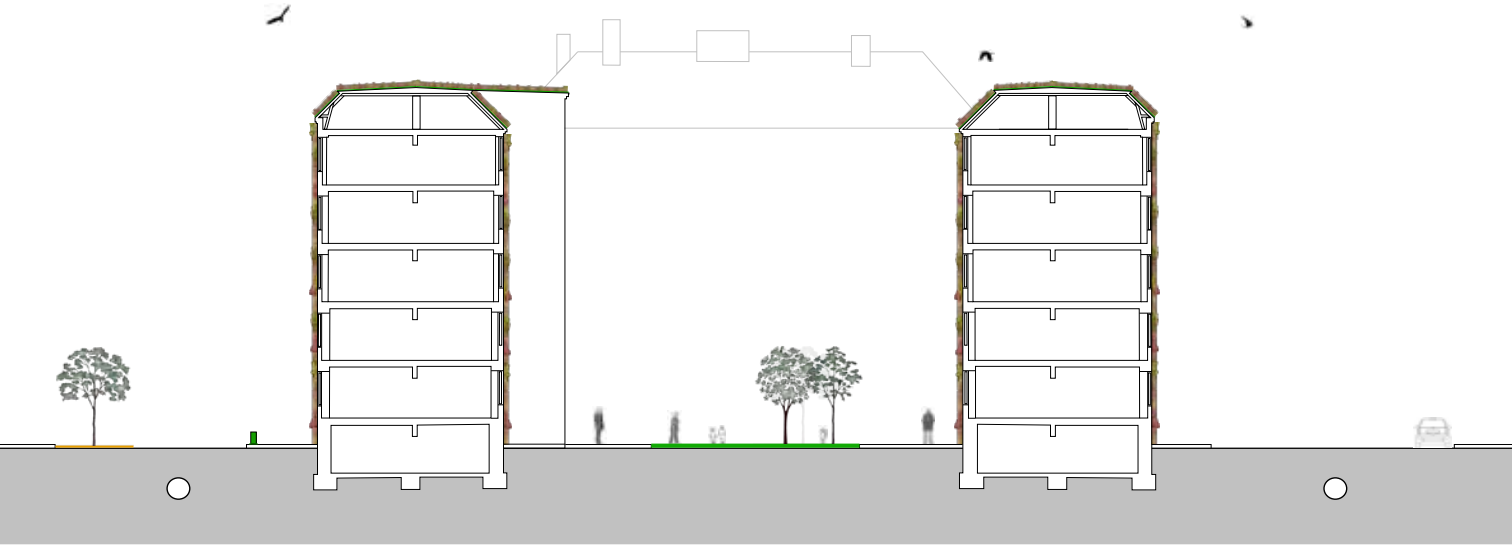


Figur 4.39: Diagrammet over kloakkens kapacitet og belastningen med og uden grønt tag og grønne vægge.

type undergrund (se afsnit om jordbundsforhold). Hvis fundamenterne skulle vise sig at være underdimensionerede, er der selvfølgelig også en løsning på det – Man kan eksempelvis sprøjte noget stabiliserende beton ned omkring dem eller banke supplerende pælefundamenter ned igennem (Rådgivende Ingeniør: Rolf Schiødt Pedersen). Men det er selvfølgelig noget, der trækker ekstra på kontoen. Behovet for vedligehold er dog igen forholdsvis minimalt.

Det befæstede areal udgør som i forrige scenarium ca. 58 %, da de vertikale flader ikke indgår som

Figur 4.40: For meget grønt kan også få karren til at ligne et udsnit af urskoven, hvilket kan højne biodiversiteten, men måske også virke lidt overvældende på nogen. Egen illustration



Figur 4.41: Tværsnit. I scenarie 3 vil det grønne element være meget tydeligt i bybilledet. Tegningen er ikke målfast. Egen illustration

en del af vandberegningen. Men hvis man indregner dem som en del af hele arealet, udgør det befæstede areal nu kun 30 % (bilag 3.3). Dette giver sammenlagt en høj varme-ø-reduktion pga. stort evapotranspirations-areal, markant nedsat bygningsenergi, i kraft af at man "pakker bygningen ind" og høj omdannelse af skadestoffer. Dette vil umiddelbart også give en høj biodiversitet og absorption af skadestoffer.

Æstetisk set kan karréen have en høj brandingeffekt i kraft af et markant udtryk, men det kunne også sagtens have den modsatte effekt – et alt for anderledes udtryk i forhold til byidentiteten. Det meget dominerende indgreb vil skjule den historiske røde tegl, som er områdets stærkeste præg.

Det sundhedsmæssige aspekt vil i dette scenarium også være lidt diskutabelt – nogle vil måske føle det meget overvældende, lidt klaustrofobisk, ukontrolleret, mens andre vil nyde naturen i byen.

Der er flere risiko elementer forbundet med dette scenarium: udover at vægten fra taget og væggene til sammen ville afgive et enormt pres på bygningsfundamentet, vil der antageligt også være forringede forsikringsforhold og stor risiko for anlægsfejl pga. behov for afprøvning af nye systemer/teknologier.

Figur 4.42: De grønne vægge kunne evt. være Nykildes vegetationsvægge eller Lars Kronborg Baks fibermatrix.
(se evt. afsnit om vertikal begrønning). Egen illustration

Figur 4.43

Scenarie 4: Begrønning ud fra arkitektonisk udtryk

Dette scenarium sigter efter så høj en arkitektonisk værdi som muligt. Men hvad der er pænt og grimt afhænger meget af øjnene, der ser det, så man risikerer som beslutningstager hurtigt at gøre sig til smagsdommer, hvilket i praksis kan munde ud i det modsatte af, hvad man havde ønsket: At beboerne føler fremmedgørelse og modstand i stedet for glæde og inspiration ved synet af deres nybegrønnede ejendom. Analysen peger på, at netop det arkitektoniske udtryk er vigtigt for de lokale brugere at have indflydelse på, hvis tilhørsforholdet og stedidentiteten skal bevares eller om muligt styrkes. Også den eksisterende arkitektur er med til at afgøre fra sag til sag, hvad der vil passe ind, hvor meget man bør ændre og hvilke dele af udtrykket, der helst skal respekteres.

For at give beboerne flere udtryksmæssige muligheder at vælge imellem, omdannes taget til et semi-intensivt grønt tag. Dette har et lidt dybere jordlag end det ekstensive tag, hvilket medfører større variationsmulighed i forhold til landskabsdesign og biodiversitet. Dermed kan det også gøres mere synligt nedefra, hvis man ønsker det. Fra

Figur 4.44: Billede af et semi-intensivt tag fra Sverige, Augustenborg, på et efterårsdag.. Eget billede

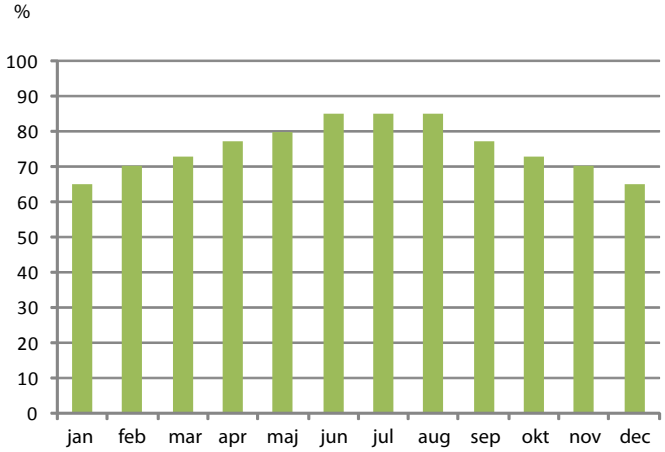
Figur 4.45: I Sverige, Augustenborg, kunne man gå rundt langs små stier på det semi-intensive tag. En facilitet beboerne i karreen måske ville finde attraktiv. Egne fotos

besøget i Augustenborg (Se illustrationer ovenfor og evt. bilag 1.7) blev det erfaret, at man kan nå ret langt visuelt med en vægt på 250 kg/m², hvilket der således tages udgangspunkt i.

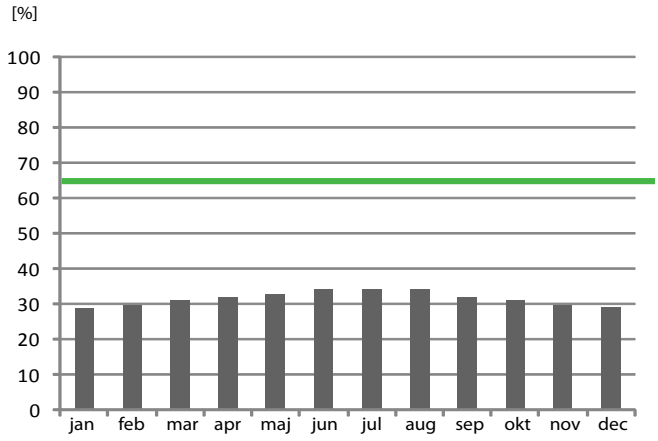
Vægten fra det semi-intensive tag vil kræve en udskiftning af det eksisterende tag, ligesom i scenarie 3. Dette vil betyde, at der med sikkerhed skal opsættes nye opretningsbjælker på tagspærrene i hele karréen, hvilket igen vil medføre, at brug af stilladser eller vil være uundgåeligt.

Den semi-intensive taghave har en bedre vandhåndteringsevne end de ekstensive tage fra scenarie 2 og 3. Den afhænger af den gennemsnitlige dybde, da man i højere grad kan variere dækket

Figur 4.46: Gennemsnitligt vil man kunne optage ca. 32 % af regnvandet på Asminderødgade med et semi-intensivt tag og 1/3 vertikal begrønning af det samlede facadeareal. Reduktionen vil være variere afhængig af årstiden, som graferne viser (bilag 2.1). Egne illustrationer

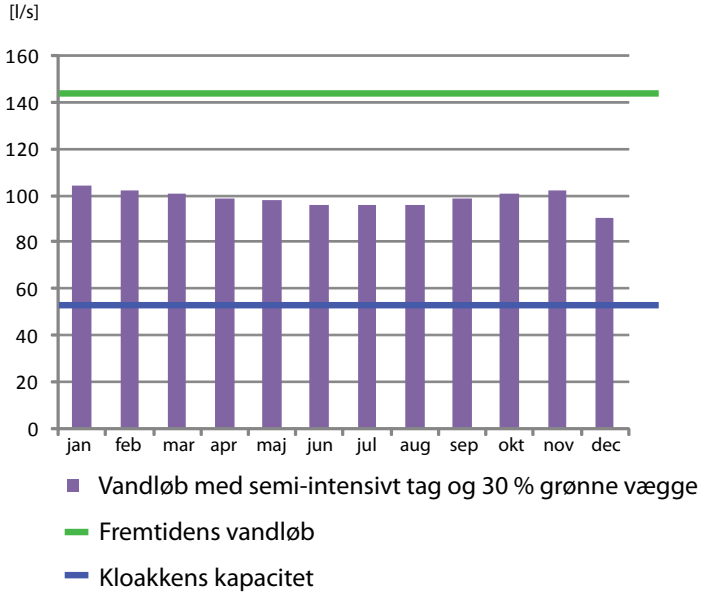


Estimat af sugeevne ud fra fremtidens nedbørsfordeling af et semi-intensivt tag med ca. 1/3 begrønning af væggene



Den procentmæssige reduktion

Den nødvendige afledningsprocent



Figur 4.47: Diagrammet over kloakkens kapacitet og belastningen med og uden grønt tag og grønne vægge.

med små forhøjninger og mindre uddybninger (se figur 4.44). Men som udgangspunkt kan de semi-intensive haver håndtere gennemsnitligt ca. 75 %, let varierende mellem 62 % efterår/vinter og 90 % forår/sommer (bilag 3.3).

Vurderingen i forhold til de vertikale arealer er, at der er gjort meget ud af de udvendige facader, særligt den røde murstensfacade, som derfor ikke rigtig ville komme til sin ret, hvis de blev dækket for meget til med grønt. Visse steder vil det dog godt kunne passes ind, så det grønne præg bliver synligt også udadtil. Facaderne mod gårdrummet er til gengæld lidt mere jævne og knap så udtryksfulde, så her kan der begrønnes mere uden arkitektoniske skrupler.

Den mest æstetiske facadeløsning vil være Patric Blancs vertikale haver, som dog er dyrere, idet den skal designes specielt til bygningen, og som desuden ikke har nær de samme vandhåndteringsegenskaber som Nykildes vegetationsvægge eller Baks fibermatrix (se afsnit om vertikal begrønning). Til gengæld har den et automatisk drypvandingssystem, som man kunne kombinere med en tank, hvor overskydende regnvand opmagasineredes. I dette scenarium vil de begrønnede arealer således være begrænset til at dække hele taget og ca. 30 % af de vertikale overflader, idet de helt grønne facader fra scenarie 3 vurderes at være for voldsomme rent æstetisk. Det betyder at vandhåndteringen i dette scenarie alligevel ligger en smule under scenarie 3, men højere end i scenarie 2 med en gennemsnitlig reduktion på 32 % af årsnedbøren.

De befæstede overflader udgør igen ca. 58 % af det vandrette areal. Medregnes de vertikale flader som en del af hele arealet, udgør det befæstede areal i dette scenarium 44 %. Altså lidt lavere end scenarie 2 og lidt højere end scenarie 3. Varme-ø-reduktion, bygningsenergi og CO_2-omdannelse vil derfor ligge et sted på middel imellem scenarie 2 og 3. Også både biodiversiteten og mikroklimaet vil ligge på middel. I

Figur 4.48: Den udvalgte karre set i fugleperspektiv med semi-intensivt tag og 30 % vertikal begrønning af det samlede facadeareal. Egen illustration

forhold til ressourceforbrug vil indkøbspris, montage og vedligehold alle være temmelig omfattende: Den semi-intensive have skal passes mere end de ekstensive, og væggene er patenterede og skal specialdesignes. Ydermere skal tagkonstruktionen som minimum udskiftes. Det vil samtidigt blive sværere end i scenarie 3 at opnå tilstrækkelig afkobling fra kloakken, så den langsigtede bymæssige udgift vil muligvis blive større, som i de første to scenarier. Til gengæld vil der angivelig være en værdistigning i ejendommen, som kan opveje noget af den udgift. Æstetisk set skulle dette scenarium til gengæld gerne ligge øverst på listen: Der er foretaget markante ændringer, som dog er afpasset efter bygningens arkitektoniske linjer, således at en vis brandingeffekt skulle være sikret, samtidig med at stedidentiteten og beboernes valgfrihed også er tilgodeset. Dette burde videre have effekt på nogle bonuseffekter i form af øget psykisk og sundhedsmæssig tilstand og velvære. Især for beboerne i karréen som er aktive spillere og i højere grad med til at udvikle deres nærområde. Dette kan i værste tilfælde selvfølge også have en negativ virkning, hvis der kommer større uenighed iblandt beboerne om, hvordan tingene skal udformes, da variationsmulighederne er større. Risikoelementerne vurderes til at være let forringende for forsikringsforhold, idet der optræder en moderat risiko for anlægsfejl og en vandkvalitet, der i høj grad afhænger af de valgte vandhåndterings-supplementer.

Figur 4.49: Patrick Blancs vertikal haver giver mange variationsmuligheder, som beboerne i karreen kan være med til at sætte sit præg på.. Foto: wired.com

Figur 4.50: Tværsnit. I scenarie 4 er det kun 30 % af de vertikale flader der bliver opført med grønne vægge. Tegningen er ikke målfast. Egen illustration

VURDERING

Da så mange faktorer spiller ind i beslutningsprocessen samtidigt, benyttes MCDM (Multi Criterial Decision Making) som redskab til at lave en samlet vurdering scenarierne imellem. MCDM er en systematisk tilgang, hvor man på forhånd opsætter succeskriterier for et aktuelt projekt. Det er vigtigt at kriterierne defineres, før man begynder at sammenligne de forskellige alternativer, så ikke subjektive præferencer farver resultatet.

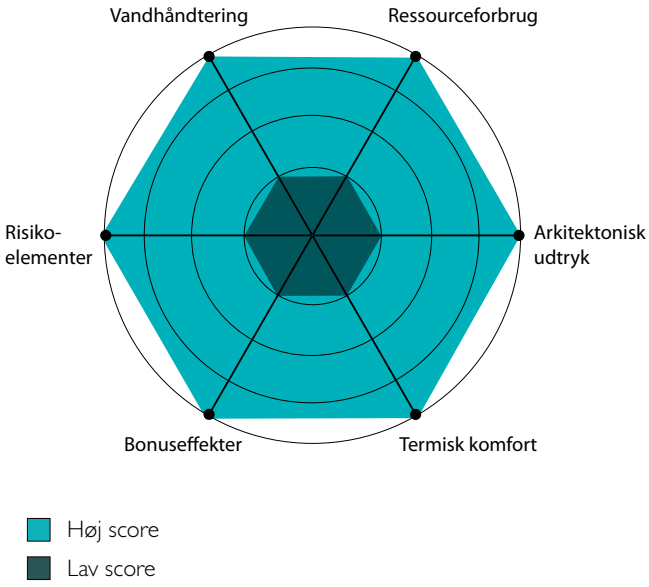
Da visse faktorer kan være svære at vurdere kvantitativt pga. manglende viden på området, bliver dette en relativ vurdering, hvor de forskellige scenarier holdes op mod hinanden under hvert kriterium og rangeres herefter. Kriterierne vægtes ikke, da prioriteringen vil være forskellig fra en aktør til en anden. Ud fra scenariernes placering i de forskellige kategorier kan interesserede således selv overveje, hvordan disse kriterier bør prioriteres.
Ved opsætning af kriterierne blev vi opmærksomme på, at det er meget afgørende for fokuspunkterne i denne vurdering, hvilke øjne man ser udviklingen med, og om man ser på lokalt eller på kommunalt niveau. Dette hænger meget godt sammen med, at vores analyse identificerer implementeringen i samfundet og kommunikationen mellem aktører som en af de største barrierer for byforgrønnelse som tilpasningsstrategi. Man må dog gå ud fra, at et tiltag skal fungere lokalt, hvis det skal virke i en større sammenhæng. Ydermere vil de bymæssige overvejelser knytte sig mere bredt til forskellige typer bygninger og byrum, ikke kun boligkarréer som den betragtede. MCDM-vægtningen udføres derfor ud fra bygningsniveau, hvorefter de bymæssige kriterier diskuteres i forhold til scenarie 5, det optimerede alternativ. Derved kan de potentielt modstridende interesser afdækkes, hvilket kan være et godt grundlag for udviklingen af en implementeringsstrategi.

Kriterier

Vi har på basis af vores analyse i foregående afsnit udvalgt følgende hovedkriterier på bygningsniveau, set fra beboernes synspunkt:

- Vandhåndtering, herunder begrønnet areal og sugeevne
- Ressourceforbrug, herunder Indkøbspris, montage og vedligehold
- Arkitektonisk udtryk, herunder tilhørsforhold, byidentitet og æstetik
- Termisk komfort, herunder varme-ø-reduktion, bygningsenergi og vind
- Bonuseffekter, herunder værdistigning, biodiversitet og luftkvalitet
- Risiko-elementer, herunder forsikringsforhold og anlægsfejl

Da MCDM vurderingen bygger på en sammenligning mellem de 4 scenarier, gives der point efter placering under hvert hovedkriterium, hvor 4 point er højeste score og dermed bedste placering, og 1 er laveste score og dermed dårligste placering.



Figur 4.51: MCDM diagrammets opbygning. Jo større figur jo bedre vurdering. Egen illustration

Sugeevnen afhænger af både regnhændelsernes frekvens og luftens temperatur, men den relative virkning forslagene imellem vil kunne vurderes alligevel. De økonomiske vurderinger er ligeledes relative overslag, idet den detaljerede totaløkonomiske udregning vil være alt for omfattende til, at vi kan have den med i dette projekt. Derudover vil arkitektonisk udtryk som nævnt ikke kunne vurderes objektivt, da dette i høj grad afhænger af iagttageren – men med de tre underkriterier har vi alligevel forsøgt at vægte andet end vores egen personlige smag. Vandhåndtering er ifølge vores analyse det vigtigste, idet oversvømmelser er hovedmotivation for overhovedet at overveje større bymæssige indgreb. Men hvorvidt ressourceforbrug, æstetik eller termisk komfort er mest afgørende er et spørgsmål om kontekst. De to førstnævnte skønnes at være afgørende for, hvorvidt løsningen overhovedet vil blive overvejet af beslutningstagerne, og om den er rentabel, mens den termiske komfort er en anden vigtig motivation i forhold til klimatilpasning af byen. "Bonuseffekterne" er egenskaber ved begrønning, der absolut ikke bør overses, men som ikke i sig selv er nok til at gøre tiltaget rentabelt. Indføres de gennemgående på byniveau, kan de dog alligevel gøre en forskel. Risiko-elementerne bør ligeledes overvejes ved valg af teknologi, da de kan få betydning for succesoplevelsen.

Vandhåndtering

Underkriterierne til dette punkt er hhv. begrønnet areal [m^2]og sugeevne[l/s/ha], som hovedsageligt afhænger af tykkelsen på vækstmediet og det samlede begrønnede areal. Tilsammen vil disse oplysninger danne grundlaget for beregningen af, hvor stor en del af oversvømmelsesproblematikken, der samlet set kan løses på den givne måde.

Ressourceforbrug

Underkriterierne her er hhv. Indkøbspris [Dkr], montage [timer] og vedligehold [timer/år], hvoraf de første to udover selve det grønne element også inkluderer evt. forstærkning af tagkonstruktionen, og den sidste inkluderer bygningernes generelle modstandsdygtighed i forhold til klimaet.

Arkitektonisk udtryk

Underkriterierne tilhørsforhold, byidentitet og æstetik er alle kvalitative vurderinger, som således ikke har nogle egentlige enheder. Hovedkriteriet vurderes således ud fra hvad man som beboer kunne forstille sig, ville være attraktive tiltag for ens karre. Dette er selvfølgelig en smagssag fra beboer til beboer og kan vurderes meget forskelligt, men forsøges så vidt muligt at vurderes objektivt set fra et procentmæssigt synspunkt [%] – vil flertallet af beboerne i karreen kunne lide tiltaget eller ej?

Termisk komfort

Her består underkriterierne af varme-ø-reduktion [°C], bygningsenergi [kWh/m^2/år] og vind [m/s], hvoraf de to førstnævnte skønnes ud fra skygge-effekt og fordampning, mens den sidstnævnte hovedsagelig afhænger af størrelsen af begrønnet areal, men også til dels af den valgte intensitet og plantesorterne - Jo frodigere begrønning på overflader, des bedre reduktion af vinden.

Bonuseffekter værdistigning

Underkriterierne til dette punkt afhænger af biodiversitet, luftkvalitet og værdistigning hvor de to første baseres på størrelsen af begrønnet areal og til dels plantesort. Der kan også være en effekt på det psykiske velvære, som i højere grad afhænger af synlighed, samt muligheden for at følge med i årstidernes skiften i kraft af farver og frodighed. Værdistigningen afhænger i høj grad af det enkelte scenarium. Her vurderes at begrønning af en karre som udgangspunkt øger den attraktive værdi, men for meget grønt har også har en negativ virkning og kan resultere i et decideret værdifald pga. for ekstrem æstetisk konvertering.

Risiko-elementer

Som pendant til bonuseffekterne kan der ligeledes være nogle mere negative følgevirkninger: Forsikringsselskaber kan muligvis finde på at hæve præmien pga. øget brandfare i forbindelse med beplantning, mens der nogle steder også har været dårlige erfaringer med fejl i realiseringsfasen, som kan medføre bygningsskader. Derudover kan det kombinerede afledningssystem bevirke risici for oversvømmelser indeholdende sort spildevand i ekstremtilfælde.

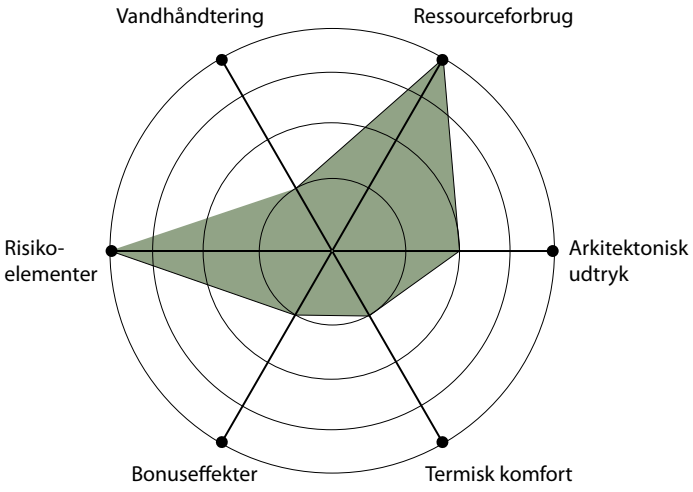
Resultater

Fordeling af pointene for hvert scenarium i MCDM:

Scenarie 1: "0-alternativet"

- **Vandhåndtering** = 1
- **Ressourceforbrug** = 4
- **Arkitektonisk udtryk** = 2
- **Termisk komfort** = 1
- **Bonuseffekter** = 1
- **Risiko-elementer** = 4

Dette giver samlet et vægtet resultat på 13 point af et maksimum på 24.

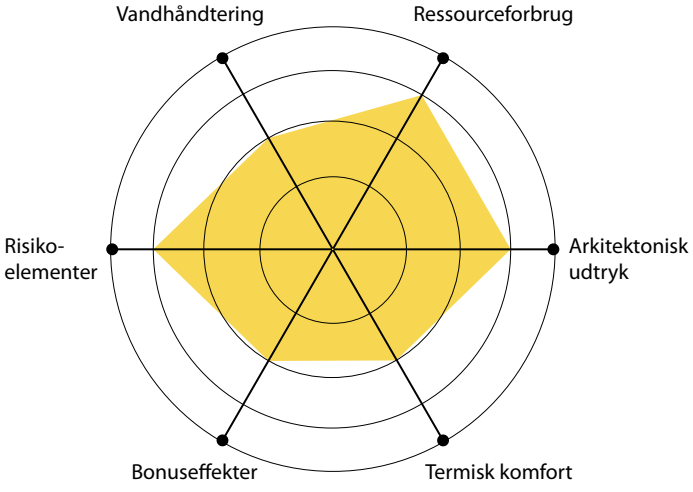


Figur 4.52

Scenarie 2: Begrønning ud fra tagets bæreevne

- **Vandhåndtering** = 2
- **Ressourceforbrug** = 3
- **Arkitektonisk udtryk** = 3
- **Termisk komfort** = 2
- **Bonuseffekter** = 2
- **Risiko-elementer** = 3

Dette giver samlet et vægtet resultat på 15 point af et maksimum på 24.



Figur 4.53

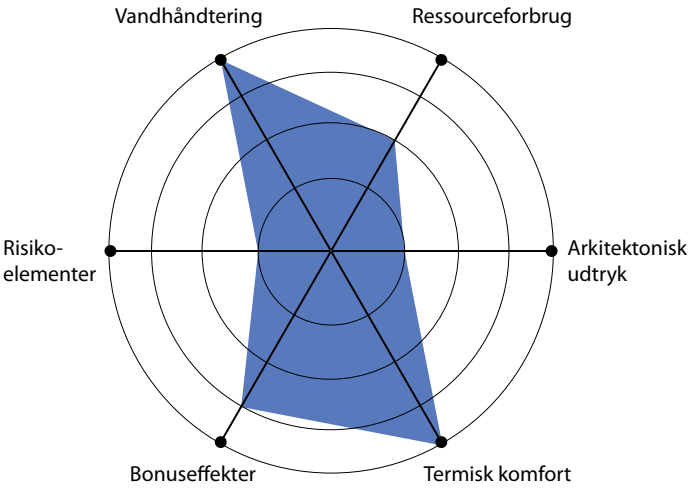
Fordeling af pointene for hvert scenarium i MCDM:

Scenarie 3: Begrønning ud fra det fremtidige vandhåndteringsbehov

- **Vandhåndtering** = 4
- **Ressourceforbrug** = 2
- **Arkitektonisk udtryk** = 1
- **Termisk komfort** = 4
- **Bonuseffekter** = 3
- **Risiko-elementer** = 1

Dette giver samlet et vægtet resultat på 15 point af et maksimum på 24.

Figur 4.54

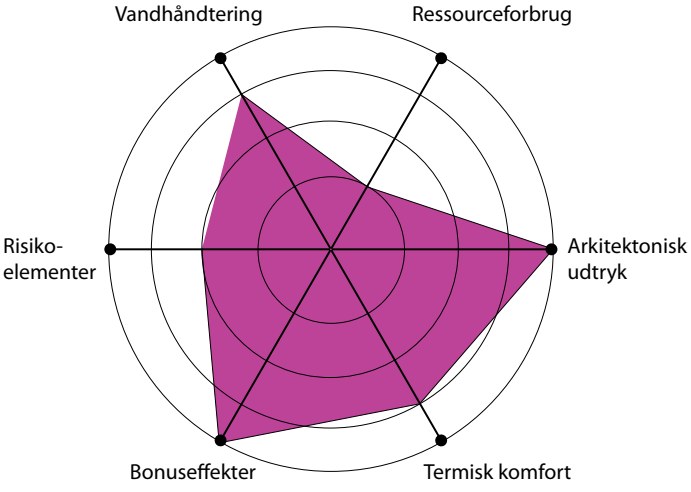


Scenarie 4: Begrønning ud fra arkitektonisk udtryk

- **Vandhåndtering** = 3
- **Ressourceforbrug** = 1
- **Arkitektonisk udtryk** = 4
- **Termisk komfort** = 3
- **Bonuseffekter** = 4
- **Risiko-elementer** = 2

Dette giver samlet et vægtet resultat på 17 point af et maksimum på 24.

Figur 4.55



Ud fra de fire stjernediagrammer ses det, at rangfølgen af scenarierne efter de opstillede kriterier er som følger:

1. Scenarie 4: 17 point
2. Scenarie 2: 15 point
3. Scenarie 3: 15 point
4. Scenarie 1: 13 point.

De samlede point giver et fint helhedsindtryk af de forskellige tiltag i forhold til hinanden, men alt efter prioriteringen af hovedkriterierne kan resultatet variere uafhængigt af den samlede pointscore.

Der er ikke umiddelbart nogen mirakelløsning, som giver et godt afkast på alle kriterierne (dvs. overmiddel = 3 eller 4 point). Det overordnede billede tegner sig således, at vil man have klare fordele på et bestemt hovedkriterium, skal man også gå på kompromis med nogle andre kriterier, som en slags trade off.

Scenarie 3 er et eksempel på dette, hvor vandhåndtering og termisk komfort er i top, men ressourcemæssigt er det omkostningstungt, og arkitektonisk set har det også sine konsekvenser: Karréen vil blive fuldstændig transformeret til uigenkendelighed, hvilket for nogle måske ville være et frisk pust, men for andre nok alt for ekstremt og anderledes. Risiko-elementerne stiger også i takt med størrelsen på forgrønnelsesindgrebet: udover at det kunne afføde en debat og uenighed blandt beboerne, vil der også være øget fare for anlægsfejl pga. omfattende montage og samtidig forsikringsstigninger som følge af de store forandringer. Hvis man omvendt vælger at skrue kraftigt ned for forgrønnelsesindgrebet, og gør et tiltag på det minimale plan som i scenarie 2, får man heller ikke et resultat, der batter på nogen af hovedkriterierne. Vil man have højnet æstetisk kvalitet samt gode termiske og vandhåndterings-mæssige egenskaber indbefatter det også en maksimal omkostning som i scenarie 4. Men det bør bemærkes, at Nul-alternativet ligger lavest – dvs. lidt grønt er bedre end intet.

Figur 4.56

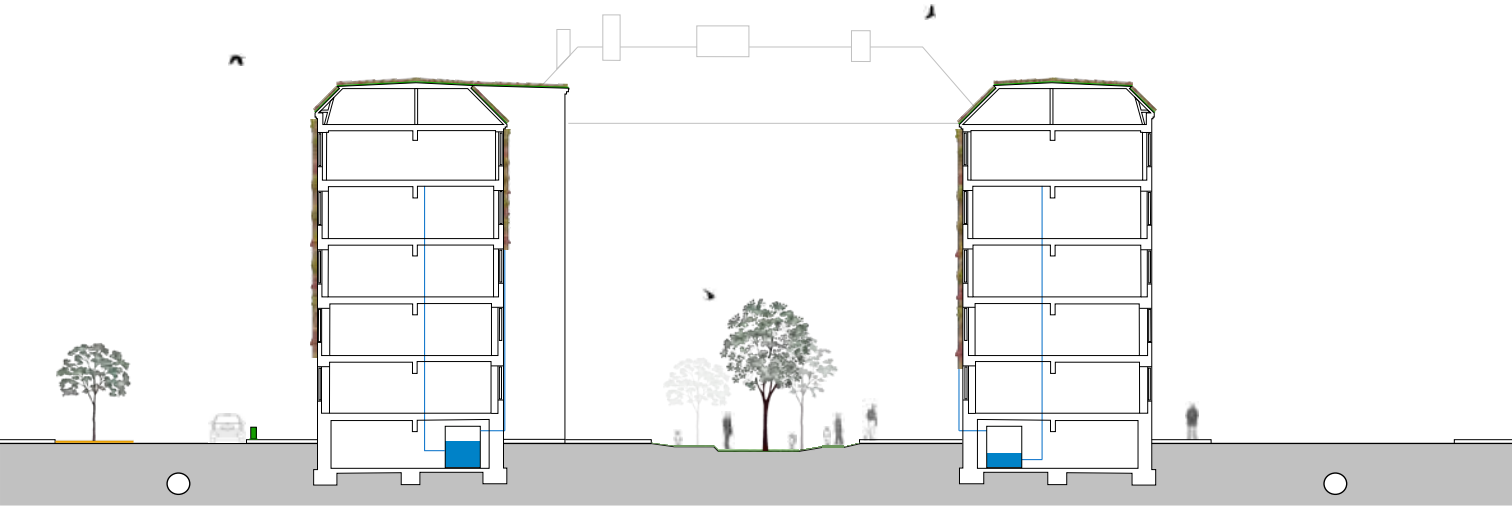
Scenarie 5: Optimeret alternativ m. supplerende tiltag

Dette sidste scenarium søger i første omgang at optimere forholdene ud fra de indsamlede erfaringer fra de foregående scenarier. Derudover skal der laves en samlet strategi for karréen og de tilstødende byrum med henblik på at kunne aflede tilstrækkelig meget af den fremtidige dimensionsgivende regn, så ikke kloakken skal udbygges. Dette kunne ingen af de forrige scenarier leve op til, selvom alt vandet fra arealet på bygningen i scenarie 3 absorberedes, og dermed ved vi, at der skal inddrages supplerende LAR-teknologier i gadeplan.
Karréens samlede areal inklusiv gårdrummet udgør 4.672 m^2, og det samlede opland til den udvalgte kloakledning udgør 7.752 m^2, hvilket betyder, at karréens samlede areal udgør 60 % af det betragtede område. Ifølge beregningerne af kloakkens kapacitet skal der kunne afledes 64 % af den dimensionerende nedbør, hvis man skal undgå at omdimensionere kloakken. Dette betyder i grove træk, at noget af det befæstede gadeareal, såvel som hele karréens areal, nødvendigvis skal kunne aflede på anden vis. De anbefalede tiltag for denne case vil således blive:

Bygningen:

Tag
En udskiftning af det eksisterende tag er vurderet til at være for omkostningstungt i forhold til udbyttet – forskellen i reduktion af vandafledning fra taget i scenarie 2 og scenarie 3 på årsbasis er kun 4 %, mens forskellen i forbindelse med ekstremregn i efteråret kan være lidt højere. Det semi-intensive tag virker mindre realistisk. Derfor benyttes her

Figur 4.57: Den udvalgte karre set i fugleperspektiv med ekstentivt tag og 30 % vertikal begrønning af det samlede facadeareal.
Egen illustration



Figur 4.58 Tværsnit. I scenarie 5 er det kun 30 % af de vertikale flader der bliver opført med grønne vægge. I gården kommer der en infiltrationsplæne der hvor der også er grønt areal. infiltrationsplænen kan opmagasinere og nedsive alt det vand der lander i gården.
Egen illustration

det samme tag som i scenarie 2 (dvs. max. 64 kg/m^2 ifølge de statiske beregninger i bilag 3.1).

Mure

Til begrønning af bygningens mure benyttes en afpasset mængde vertikal begrønning som i scenarie 4, således at det bliver synligt uden at virke for overvældende: rødstensfacaderne bevares som en vigtig del af byens arkitekturhistorie, og derfor begrønnes murværket mest indvendigt med ca. 40 % og kun i begrænset omfang udvendigt med ca. 20 % af væggenes areal – dvs. sammenlagt ca. 30 % af de vertikale flader bliver igen begrønnet, hvilket udgør ca. 2.250 m^2. Patrick Blancs vertikale haver er smukke, men set i et vandhåndteringsperspektiv er de desværre ikke så anvendelige. Her anses fibermatricen eller Nykildes vegetationsvægge som i scenarie 3 for bedre egnet. Disse kan også præfabrikeres, hvilket vil have indflydelse på prisen. Fibermatricen kan muligvis også få et mere levende udtryk, a lá Patric Blancs, hvis der forskes lidt mere i brugbare plantesorter og evt. brug af super-absorbent.

Supplerende tiltag

Infiltrationsplæner: Der er et par græsplæner i gården som fint og enkelt kunne gøres mere spændende ved at man omformer landskabet i forbindelse med etablering af infiltrationsplæner. Disse grønne arealer udgør 250 m^2. Da Karréen ligger ved grænsen til en jordbund af ferskvandsgytje, er der god chance for, at vandet vil kunne infiltrere ekstra effektivt ned gennem jorden, men dette skal undersøges nærmere. Alternativt kan plænerne laves til VADI'er, hvis man er bekymret for, at de ellers er våde for meget af tiden, og hvis man er villig til at ofre lidt extra.

Regnvandstanke: I kælderen er der plads til regnvandsstanke (til vanding eller husholdning) i nogle eksisterende rum med lavt til loftet. Dette ville være ideelt, da rummene ikke rigtigt udnyttes nu, og man dermed ikke kompromitterer andre af ejendommens funktioner og behov.

Ydermere gives der økonomiske incitamenter, som vil mindske udgifterne. Men da der kun er linjefundament under bygningens bærende vægge, kan det blive nødvendigt med etablering af mindre fundamenter under regnvandstankene hvis disse er for store – dog ikke under selve bygningen, hvilket er mere omfattende set i et anlægsmæssigt perspektiv. Derfor benyttes kun mindre kældertanke på 1000 liter. Disse kan placeres strategisk rundt i karreen, så alle beboerne kunne få gavn af regnvandet (se eks. www.regnvand.com/kaeldertank.htm).

Det overskydende regnvand fra bygningen, som ikke bliver opsuget af det ekstensive tag eller af de vertikale haver bliver således enten ledt ned til gården, hvor det bliver filtreret ned gennem jorden via infiltrationsplænerne eller ledt ned til regnvandstankene, hvor vandet bliver opmagasineret, indtil

det bliver brugt til husholdningsfunktioner, som i første omgang må antages at være udelukkende til toiletskyl, da "grønt" vand næppe vil blive benyttet til tøjvask. Muligvis ville det dog kunne ledes til fællesvaskeriet via et ekstra rensningssystem.

Græsamering: På den ene side af Asminderødgade mellem grusarealerne kunne man passende etablere græsarmering i stedet for asfalt, da disse arealer kun bruges til parkering.

Det pågældende areal udgør ca. 720 m^2 af det samlede befæstede areal. Græsarmering kan opsuge og infiltrere ca. 60 % af det regnvand, der falder på det (bygherrevejledning, 2005).

Træer: Plantning af større træer i gårdrummet og ved vejene giver effektiv køling under hedebølger og lidt ekstra forsinkelse af regnvandet. Samtidig har de et stort overfladeareal til omdannelse af CO_2 og absorption af skadestoffer.

Afrunding:

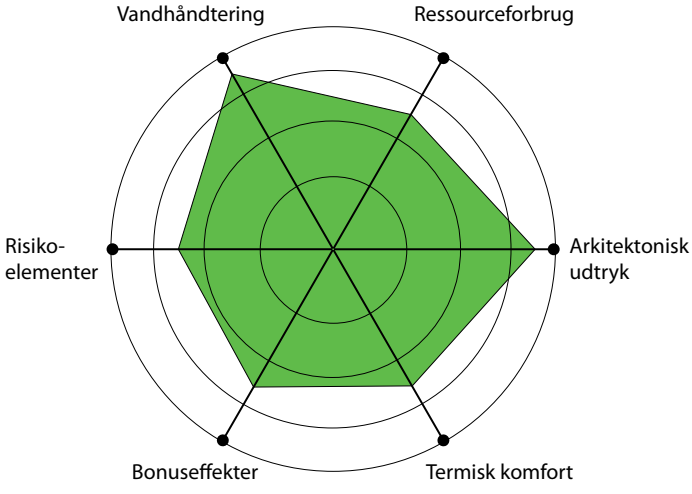
Dette scenarium kombinerer de forskellige fordele, uden at nogle faktorer er helt nedprioriteret. På denne måde afledes 65 % af vandet fra kloakkens opland, hvilket er nok til, at rørene overholder den dimensionerende kapacitet. Alt det vand, der falder på taget, 38 %, holdes på eller i bygningen, så der nedsives mindst muligt, samlet set 27 %. Der vil også være nogle mærkbare forbedringer for den termiske komfort. Dog kan der være komplikationer med nedsivning: Hvis det regner for meget i forhold til grundvandets højde, vil der opstå forsumpningstilstande. Tungmetaller, benzin-rester mm. kan trænge med vandet ned i jorden, særligt fra parkeringsarealerne, så evt. vil det blive nødvendigt med etablering af dobbeltporøs filtrering el.lign. Hvis jordbunden af disse årsager viser sig at være uegnet til nedsivning, vil det dog være muligt at klare en større del af behovet via regnvandstanke, idet der er plads nok.

Scenarie 5: Optimeret alternativ m. supplerende tiltag

- **Vandhåndtering** = 3.5
- **Ressourceforbrug** = 2.5
- **Arkitektonisk udtryk** = 3.5
- **Termisk komfort** = 2.5
- **Bonuseffekter** = 2.5
- **Risiko-elementer** = 2.5

Dette giver samlet et vægtet resultat på 15 point af et maksimum på 24.

Figur 4.59



Opsamling bygningsniveau

Der er ingen af scenarierne, som løser hele vandhåndteringsproblematikken på bygningen alene, hvilket betyder, at der for denne case under alle omstændigheder skal indføres andre tiltag end begrønning af bygningen – arealet af bygningen udgør simpelthen ikke en stor nok andel i forhold til kloakkens samlede opland. Selv ikke når man medregner arealet i gården er det nok i sig selv. Denne arealfordeling vil nok gøre sig gældende for mange bymæssigheder, idet denne type karré repræsenterer en forholdsvis tæt bymæssig kontekst.

På den anden side er det ret afgørende for resultaterne, at den pågældende kloakledning under Asminderødgade er voldsomt underdimensioneret som udgangspunkt: på det mest belastede sted er kapaciteten kun ca. halvdelen af, hvad den burde være ud fra nutidens dimensionerende regn, og dermed bliver det grangiveligt lidt svært, at leve op til en yderligere kalkuleret stigning på 40 % med alternative afledningsmetoder.

Bygningens grundareal udgør 37 % af det samlede opland til kloakken. 60 % af den dimensionerende regn, der rammer taget, kan i Scenarie 5 håndteres via grønne tage og vægge. Dette svarer således til en aflastning af kloakken på 22,2 % af den samlede regnmængde. Med en stigning på 40 % i forhold til den nuværende regn er det sammenlagt kun de 28,6 % af den fremtidige dimensionerende regnhændelse, der vil overbelaste en kloakledning, der er designet efter nutidens dimensionerende regn (40 udgør 28,6 % af 140. Dette passer meget godt overens med, at Niels Bendt Johansen kalkulerer med et overslag på 30 % afkobling).

Aflastningen på 22,2 % svarer altså til 77,6 % af de førnævnte 28,6 %.

Denne udregning giver et noget mere optimistisk billede af potentialerne ved begrønning af bygninger i forhold til resultaterne fra casen: omkring 77,6 % af det vand, der skal afledes udenom kloakkerne i fremtiden, kan i de tætte karré-områder nogenlunde realistisk klares på bygningerne.

Ydermere kan man ud fra analysen (figur 2.5) se, at de 40 % i sig selv er en overdrivelse for at være på den sikre side – den forudsete stigning ligger nærmere på 25 % af den nuværende ekstremregn. Dette betyder, at de foreslåede tiltag meget sandsynligt vil løse problemet i endnu højere grad i praksis.

Vi ved ikke, hvor mange andre underdimensionerede kloakledninger, der måtte være. Den aktuelle case er ikke valgt ud fra afledningsforholdene, men ud fra muligheden for at generalisere, så den ekstra udfordring er en tilfældighed. Man kan dog nogenlunde troværdigt estimere, at det beregnede potentiale, de indførte tiltag repræsenterer i dette casestudie, udgør en minimumssats for denne type byggeri.

Derudover ses det af scenarie 5, at der er rig mulighed for andre tiltag på den givne matrikel. Det var overraskende, hvor lille en fordybning der var nødvendig for at samle tilstrækkeligt vand op via infiltrationsplænerne – dette er et meget simpelt tiltag, som i mange tilfælde vil kunne udføres på kort tid af beboerne selv. Også den store kapacitet til vandtanke i kælderen var bemærkelsesværdig – hvis dette er typisk for karréer i almindelighed, ligger der et stort potentiale.

Bymæssige overvejelser

Da byen rent fysisk i høj grad består af bygninger, vil potentialet for en bygning være et lille udsnit af potentialet for en by. Derfor vil de mange overvejelser i forhold til begrønning af karréen være relevante også i byplan-sammenhæng. Men byen består af meget forskelligartede bygninger og byrum, så der er forhold, som ikke er overvejet i scenarierne, idet de tages for givet i den betragtede kontekst. Det vigtigste af disse må være:

- **Implementering**, herunder aktørnetværk og motivation

Hvor komplekst er det at implementere de forskellige teknologier i tilstrækkelig grad på byniveau? Hvor mange skal inddrages i beslutningsprocessen? Hvor svært er det at motivere til?

Kan man få overbevist investorer, politikere og ikke mindst befolkningen om, at denne tilgang er at foretrække, og inkluderet dem alle i udviklingen? Hvor meget skal borgerne selv lægge i det – økonomisk og arbejdsmæssigt? Giver det mest besvær eller kan det komme til at medføre øget tilhørsforhold og ejerskabsfølelse? Vil det hovedsagelig blive "tvangsindgreb" i form af lovmæssig regulering eller kan andre midler slå til?

Derudover er der nogle af hovedkriterierne, der har fået en suppleret eller modificeret betydning:

- **Ressourceforbrug,** herunder økonomiske incitamenter, arealanvendelse og forskning

En beslutningstager på byniveau vil nok i mindre grad gå op i indkøbspris, montage og vedligehold, bortset fra når det drejer sig om begrønning af kommunal ejendom. Det vil være vigtigere, om det kan betale sig at give nogle reelt brugbare incitamenter fra kommunens side? Om det påkrævede areal til hhv. produktion og tiltag er til rådighed? Og om det er en tilgængelig teknologi, eller den skal udvikles gennem videre forskning?

- **Arkitektonisk** udtryk, herunder brandingeffekt, bykvalitet og "spiselighed"

På bygningsniveau vægtes logisk nok de nære værdier i forhold til udtrykket, men arkitektur kan på byniveau have flere egenskaber: Brandingeffekten vurderes ud fra synlighed af tiltagene. Den skal i disse klimatider nok ikke undervurderes i forhold til turisme, attraktionsværdi for eksempelvis "den kreative klasse" og ønsket om en "grøn profil", mens visionerne om bedre bykvalitet også ofte bliver forbundet med noget rekreativt, samtidig med at CO_2-reduktion og absorption af skadestoffer kan være med til at fremme det. "Spiselighed" handler om, i forlængelse af implementering, hvorvidt et tiltag rent udtryksmæssigt kan overbevise aktører om den gode ide i implementeringen af det, eller det er for overdrevet til at folk vil have det.

Resultater

Implementering

Aktørnetværket i sammenhæng med karréen kan være forholdsvis kompliceret, idet der ikke er én, men en række boligforeninger. Den boligforening, kontakten er foregået igennem under projektarbejdet, består af 5 opgange ud mod Asminderødgade. Det vurderes, at der er i omegnen af 22 opgange i karréen, så antallet af boligforeninger i karréen er nok minimum 4 og sandsynligvis flere endnu – der alle skal blive enige om, hvilke tiltag, der bør implementeres på området. Med udgangspunkt i scenarie 5 er der også tale om en del forskellige leverandører og fagfolk - nogle med forstand på tage, nogle med grønne facadeløsninger (kunne måske være de samme), nogle vedrørende regnvandstanke og græsarmering. Hvis det ikke bliver for dyrt, kunne man dog forestille sig, at mange ville finde forslaget interessant, da det i høj grad kunne gøre gårdrummet mere attraktivt, spare beboerne for lidt på varme- og vandregningen, og give karréen et mere unikt udtryk. Således burde motivationen ikke være alt for svær at fremmane.

Ressourceforbrug
22 opgange med ca. 10 husstande i hver giver en pris for det ekstensive tag alene på 6.364 kr. Dertil kommer så indkøb og montage af de grønne vægge og vandtankene. Dette kan slet ikke dækkes med de eksisterende incitamenter, selvom de nedsatte vandpriser mm. for etablering af regnvandstanke vil give et godt bidrag på sigt. Muligvis ville investeringen kunne betale sig, hvis der alligevel skulle til at betales for vandafledning, som så også kunne spares.

Som bystrategi sætter produktionen af de ekstensive tage også krav til mulig arealanvendelse.
Da væg-elementerne endnu ikke er kommet i produktion vil der desuden være en udgift til forskning og produktudvikling, som nok mest hensigtsmæssigt burde dækkes af staten, i samarbejde mellem interesserede kommuner el. lign.

Arkitektonisk udtryk
Som på bygningsniveau giver det optimerede scenarium et forholdsvis godt arkitektonisk udtryk – Det er et synligt grønt indgreb på både mure og tag, og indergården er en lidt grønnere oase i fred og ro fra trafikkens larm. Branding-effekten burde dermed være sikret. Bykvaliteten bliver kun påvirket i mindre grad, da der ikke laves de store ændringer ude i det offentlige rum, men de grønne vægelementer, træerne, taget og græsarmeringen vil alligevel give et præg af natur, en vis CO_2-reduktion og absorption af skadestoffer. Da Scenarie 5 ydermere rangerer næsthøjest i forhold til tilhørsforhold, byidentitet og æstetik, må det vurderes at "spiseligheden" også er i orden.

Opsamling, byniveau

Der er ikke grundlag for at lave en ny sammenligning af de fire første scenarier ud fra de tilføjede bymæssige kriterier, idet den optimerede løsning i scenarie 5 i grove træk også er optimeret for disse. Således kan man antage, at uenigheden mellem de forskellige parter måske ikke er så stor som forventet, men at de opstillede kriterier nok også i høj grad vil variere meget alt efter, hvem man er, og hvilken bymæssig kontekst, der er tale om. Ydermere er der nogle lidt forskellige argumenter for, Hvorfor det optimerede scenarium skal se sådan ud. Der kan opstå modifikationer, hvis udvalgte af de bymæssige kriterier vægtes højt, eksempelvis:

- Et simplere indgreb, hvor færre teknologier løser problemet for at mindske aktørnetværket

- En kombination af udelukkende velkendte teknologier for at undgå yderligere forskning

- En prioritering af in situ teknologier for at reducere afhængigheden af ledige arealer