

DILEMMAER OG OVERVEJELSER I DET BÆREDYGTIGE BYGGERI

Udarbejdet for InnoBYG



Dilemmaer og overvejelser i det bæredygtige byggeri, august 2014

Udarbejdet for InnoBYG af
Amdi Schjødt Worm, Teknologisk Institut
Kasper Lyng Nielsen, Teknologisk Institut
Søren Nielsen, Vandkunsten

Rapporten indeholder en række fotos og illustrationer, der alene er tænkt som eksempler. Der er således ikke tale om anbefalinger eller anprisninger af bestemte produkter eller løsninger.

Layout: KommunikationKompagniet

Rapporten kan hentes som pdf på www.innobyg.dk.
Vedrørende trykt eksemplar rettes henvendelse til InnoBYG.

ISBN 978-87-996246-4-5

© InnoBYG

Citater fra og/eller brug af uddrag af rapporten er tilladt med tydelig kildeangivelse.

Bogen er udarbejdet af Innovationsnetværket InnoBYG med økonomisk støtte fra Uddannelses- og Forskningsministeriet.

INDHOLD

Forord	4	Naturlig eller mekanisk ventilation	59
Indledning	5	Renovering eller nedrivning / nybyg	66
Læsevejledning	8	Automatik eller brugerstyring	74
Beskrivelse af dilemmaerne	12	Funktion eller udseende	82
DILEMMAER		Certificering eller uden certificering	90
Langt eller kort perspektiv	18	Specifik eller fleksibel anvendelse	99
Lette eller tunge konstruktioner	26	Materialeenergi eller driftsenergi	106
Adskillelige eller uadskillelige komponenter	34	Referencer	114
Naturlig eller kunstig belysning	42		
Vedvarende energi eller energibesparelser	50		

FORORD

I de senere år har bæredygtighed som begreb inden for byggeriet indtaget en stadig mere fremtrædende rolle. Denne rolle er tydeliggjort i alle lag af byggeriet lige fra det ministerielle over brancheorganisationerne og til den enkelte rådgiver, entreprenør og producent. Da begrebet i byggeri-sammenhæng stadig er relativt nyt, er disciplinen at designe det bæredygtige byggeri tilsvarende ny. Tidligere har der i mange sammenhænge været lighedstegn mellem byggeri med lavt energi- forbrug og det bæredygtige byggeri, men særligt med det stigende marked for bæredygtigheds-certificering og med indførelsen af bæredygtighed som en del af CE-mærkningen på byggematerialer er den bredere bæredygtighed kommet mere og mere i fokus, og der er kommet en forståelse for, at det er vigtigt at opfatte bæredygtighed i byggeriet ud fra det miljømæssige, det sociale og det økonomiske

aspekt. Det stigende fokus ses også på de nationale strategier og blandt de udgivelser, der i disse år kommer om emnet. Blandt strategier og udgivelser kan nævnes Arkitekturpolitikken fra 2014 - Mennesket i centrum samt den kommende byggepolitiske strategi, der blandt andet skal fremlægge initiativer til fremmelse af bæredygtighed i byggeriet. Desuden "Afprøvningen af certificeringsordninger" fra 2010 (Birgisdottir, et al., 2010) og "Kortlægning af bæredygtigt byggeri" (Aggerholm, Mortensen, Hansen, & Birgisdottir, 2013). Ambitionen med denne udgivelse er ikke at distancere sig fra de tidligere udgivelser, men i stedet at konkretisere og uddybe, hvilke dilemmaer det bæredygtige byggeri kan føre med sig, og hvilke overvejelser disse dilemmaer bør medføre i relation til både økonomi, det sociale og det økonomiske område.

INDLEDNING

Titlen 'Dilemmaer og overvejelser i det bæredygtige byggeri' kan synes at antage, at det bæredygtige byggeri er særligt problemfyldt eller udfordrende. Det er absolut ikke hensigten. Det bæredygtige byggeri stiller ganske vist nye krav til branchens faglighed og samarbejdsevner inden for visse områder, men denne udgivelse søger netop at skabe opmærksomhed om og overblik over nogle af de overvejelser, man bør gøre sig i de tidlige faser for derigennem at opnå et mindre problemfyldt eller udfordrende byggeri. Ved gennemgang af dilemmaerne vil man derfor også erfare, at mange af disse ikke kun henvender sig til bæredygtigt byggeri, men også til byggeri og renovering i almindelighed. Målgruppen er alle parter, der beskæftiger sig med bæredygtigt byggeri, men dog primært rettet mod bygherrerne, der ofte sammen med deres bygherrerådgivere udstikker retningslinjerne for den bæredygtige målsætning med de enkelte byggerier.

I byggeriets idé-, design- og projekteringsfase udstikkes rammerne for store dele af bygningens fremtid både i relation til det arkitektoniske og funktionelle, og i lige så høj

grad i forhold til bygningens miljømæssige, sociale og økonomiske fodaftryk. De enkelte fodaftryk afhænger i høj grad af, hvilke tilvalg og fravalg der gøres i disse og senere faser. Denne udgivelse sigter mod at gøre byggeriets parter opmærksom på de emner, der behandles i forbindelse med design og projektering af bæredygtigt byggeri, og placerer sig som en opfølger på udgivelsen "Hvidbog om bæredygtighed i byggeriet" (Larsen & Birgisdottir, 2013). Emnerne beskrives i denne udgivelse som dilemmaer. Et dilemma kan i denne sammenhæng være eksempelvis tungt eller let byggeri. Dilemmaet beskrives ud fra de overvejelser, som valget mellem tung eller let konstruktion kan føre med sig. De nævnte dilemmaer og de overvejelser, der knytter sig til disse, er udvalgt ud fra branchens egne input og er således ikke nødvendigvis udtømmende. Der kan således let knytte sig andre overvejelser til de enkelte dilemmaer end de nævnte. Overvejelserne tjener til at øge opmærksomheden omkring de nævnte forhold og ikke mindst vise kompleksiteten og de mange facetter, som indgår i hver beslutning frem mod et bæredygtigt byggeri. Det er således ikke sigtet at fremhæve bestemte

”En bæredygtig udvikling er en udvikling, som opfylder de nuværende behov uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare.”

byggemetoder eller komponenter frem for andre, men blot gennem information at højne bevidstheden omkring konsekvenserne af de valg, der træffes. Dilemmaerne i bogen målretter sig ikke mod nogen bestemt bygningstypologi (boliger, kontorer, institutioner, erhverv osv.), men nogle dilemmaer vil naturligt være mere relevant for bestemte bygningstyper.

Definition af bæredygtighed

I løbet af 1980'erne blev der i stigende grad sat spørgsmålstejn ved antagelsen om, at hensynet til udvikling og miljø var uforenelige. Synspunkter om, at en fremtidig udvikling baseret på bæredygtig udnyttelse af naturressourcerne var en mulighed, vandt efterhånden frem. Det blev derfor i 1983 i FN besluttet, at der skulle nedsættes en Verdenskommission for miljø og udvikling. Denne kommission kom til at bestå af 21 internationalt anerkendte personligheder med den tidligere norske statsminister Gro Harlem Brundtland som formand. I 1987 afleverede kommissionen sin rapport til FN's generalforsamling. Rapportens originaltitel er ”Our Common Future” (Brundtland, 1987).

På dansk blev den i 1987 udgivet i et samarbejde mellem FN-forbundet og Mellemløst Samvirke og fik titlen ”Vores fælles fremtid - Brundtland-kommissionens rapport om Miljø og udvikling”. I daglig tale benævnes den ofte som Brundtland-rapporten.

Brundtland-kommissionens rapport satte for alvor begrebet bæredygtig udvikling på den internationale dagsorden såvel som på den mere lokale dagsorden. I rapporten gennemgås side for side og i meget stærke vendinger den forarmelse, der var sket af såvel menneskelivet som naturen, og det blev slået fast, at udviklingen var både uacceptabel og ikke-bæredygtig.

Kommissionen ønskede i stedet at sætte bæredygtig udvikling på den internationale dagsorden. Bæredygtig udvikling definerede de som:

”En bæredygtig udvikling er en udvikling, som opfylder de nuværende behov, uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare.”

Brundtland-rapporten foreskriver otte vigtige internationale målsætninger som retningslinjer for dette arbejde:

- Genskabelse af økonomisk vækst
- Forbedring af vækstens kvalitet, så man sikrer miljømæssig og social fornuft og får dækket behovene for arbejde, mad, vand og sanitære forbedringer
- Bevaring og forbedring af det naturlige ressourcegrundlag
- Stabilisering af befolkningstallene
- Omdirigering af teknologi og forbedret risikostyring
- Integrering af miljø og økonomi i beslutningsprocessen
- Omskabelse af de globale økonomiske forhold
- Styrkelse af internationalt samarbejde

Disse retningslinjer har udmøntet sig i bæredygtighed beskrevet ud fra tre dimensioner: Den miljømæssige, den sociale og den

økonomiske dimension. Arbejdet hermed for byggeri og byggevarer har på fælles europæisk plan ledt til CEN/TC350-standarden - Sustainability of construction works samt de efterfølgende standarder gældende for såvel byggevarer som for bæredygtighedsvurdering af bygværker.

Denne udgivelse tager udgangspunkt i de tre dimensioner ved at opdele de enkelte overvejelser omkring dilemmaerne i de miljømæssige, de sociale og de økonomiske forhold. Et eksempel herpå kan ses i afsnittet ”Læsevejledning”.

Når der slås op på et dilemma, ses dilemmaet på en dobbeltside som illustreret på forrige side med "langt eller kort perspektiv". Overvejelserne omkring det enkelte dilemma skal altså læses ud fra en samlet læsning af opslaget.

På det efterfølgende opslag er der dels udarbejdet et afsnit omkring "dilemmaet i praksis" og dernæst en afsluttende sammenfatning. "Dilemmaet i praksis" indeholder uddrag fra de afholdte workshops og interviews, hvor igennem branchen har bidraget med viden om, hvordan de hver især konkret møder dilemmaet i deres daglige arbejde, og hvilke overvejelser de gør sig omkring dilemmaet i en bæredygtig kontekst. Som en del af beskrivelsen indeholder afsnittet citater fra deltagerne. Deres citater er gengivet i anonymiseret form og er grafisk kendetegnet ved, at de er skrevet på en farvet baggrund.

Dernæst er der udarbejdet en sammenfatning med en illustration, der viser sammenhængen mellem det aktuelle dilemma og de øvrige dilemmaer. Ligeledes er de sammenfaldende overvejelser i forbindelse med dilemmaerne uddraget. Linjerne mellem det aktuelle dilemma og de øvrige dilemmaer markerer, at der her er "fælles" overvejelser. Overvejelserne er beskrevet ud for det enkelte dilemma. Netop disse sammenfald spiller en nøglerolle i forbindelse med læsningen af

denne udgivelse, idet man her som læser skal være særlig opmærksom på, at ændring af en parameter inden for ét dilemma også vil have indvirkning på en række andre forhold i det bæredygtige byggeri. Som eksempel kan det lange perspektiv have indflydelse på, om der vælges let eller tung konstruktion. På samme måde kan langt eller kort perspektiv have indflydelse på, om der skal designes for specifik eller fleksibel anvendelse.

Anvendelse

Udgivelsen er først og fremmest tænkt som en vejledning til bygherrerne i forhold til at skabe opmærksomhed omkring dilemmaer og overvejelser, man kan blive mødt med i design og projektering af bæredygtigt byggeri. Men også andre aktører i den danske byggebranche som rådgivere, entreprenører og leverandører kan have glæde af publikationen. Under udgivelsesudarbejdelse har dilemmaerne og de tilknyttede overvejelser med succes været anvendt til facilitering af workshops omkring bæredygtigt byggeri. Det har vist sig, at en præsentation af dilemmaerne og de tilknyttede overvejelser danner en god basis for diskussion, afklaring af prioriteter, begreber og ikke mindst de konsekvenser, som et givent valg kan medføre. Udgivelsen kan naturligvis læses selvstændigt, men egner sig i lige så høj grad som oplæg ud fra præsentation af illustrationerne.

BESKRIVELSE AF DILEMMAERNE

Dilemmaerne i denne udgivelse er fastlagt via inddragelse af repræsentanter fra forskellige brancheorganisationer. Som nævnt i indledningen kan der givetvis opstilles flere og andre aktuelle dilemmaer. Dilemmaerne er efter udvælgelse forelagt branchen i workshops, hvilket ikke gav anledning til tilføjelse af yderligere dilemmaer. Det er i øvrigt vigtigt, at beskrivelsen af dilemmaer overordnet og senere i mere uddybet form ikke læses som en facitliste og ej heller som en anbefaling af den ene del af dilemmaet frem for den anden del. Dilemmaerne skal i stedet læses som en metode til overvejelse, opsat for at bringe fokus på de overvejelser, man som part i det bæredygtige byggeri nødvendigvis må tage stilling til og inddrage i sin beslutningsproces.

Det følgende er en kort introduktion til dilemmaerne. Dilemmaerne i denne udgivelse er:

- Langt eller kort perspektiv
- Let eller tungt byggeri
- Adskillelige eller uadskillelige komponenter
- Naturlig eller kunstig belysning
- VE eller energibesparelser

- Naturlig eller mekanisk ventilation
- Renovering eller nedrivning/nybyg
- Automatik eller brugerstyring
- Funktion eller udseende
- Certificering eller uden certificering
- Specifik eller fleksibel anvendelse
- Materialeenergi eller driftsenergi

Dilemmaerne skal hver især forstås ud fra følgende definition:

Dilemma - langt eller kort perspektiv

I dette dilemma ansues langt eller kort perspektiv primært ud fra dilemmaets relation til den økonomiske bæredygtighed. Valget mellem langt eller kort perspektiv bliver dermed i høj grad et valg mellem det anlægsøkonomiske fokus og det totaløkonomiske fokus. Dette valg fører imidlertid mange konsekvenser med sig, ikke mindst i forhold til, hvorledes man betragter og indregner forhold som brug, vedligehold, udskiftning, bortskaffelse/genanvendelse og levetid. Som bygherre og rådgiver bør man være opmærksom på disse begrebers forskellige vægtning afhængig af perspektivet - ikke mindst fordi beslutninger helt i de tidligste faser i de enkelte projekter omkring eksempelvis udbudsform kan

have stor betydning for, om bygherrens ønsker til langt eller kort perspektiv kan indfries.

Dilemmaet omkring langt eller kort perspektiv kalder også på et paradigmeskift i byggeriet. Hidtil har der primært været fokus på anlægsomkostningerne, men de afholdte workshops via dette projekt har vist, at der er en opblødning på vej og dermed en stigende tendens til et mere helhedsorienteret totaløkonomisk fokus. Dette fokus drives af både rådgivere og bygherrerne og er kommet højere i disses bevidsthed bl.a. gennem øget fokus på bygningscertificeringsordningerne herhjemme.

Dilemma - let eller tung

Traditionelt har valget mellem en tung eller en let bygning været begrundet med enten et arkitektonisk udtryk eller med økonomiske årsager, hvor det energimæssige aspekt dog har fået mere fokus igennem de seneste år. En let bygning kan have nogle umiddelbare økonomiske fordele, da f.eks. fundamentet kan laves mindre, materialerne kan være billigere, byggeprocessen lettere osv. En let konstruktion giver ligeledes nogle andre arkitektoniske frihedsgrader end en tung. Styringsmæssigt

og indeklimateæssigt er den tunge bygning ofte betragtet som værende at foretrække, da den termiske masse fungerer som buffer for temperaturudsving. Bæredygtighedsmæssigt i forhold til livcyklusanalysen af materialerne har det en stor betydning, om det er lette eller tunge materialer, samt under hvilke forhold (energi og miljømæssigt) materialerne er produceret. Lette materialer kræver som udgangspunkt mindre energi at producere end tunge materialer, da der er mindre masse. Her tænkes især på træ og visse former for beklædning. Til gengæld vurderes levetiden af lette materialer ofte kortere end tunge materialer, hvorfor bygningens levetid også har betydning.

Dilemma - adskillelige eller uadskillelige komponenter

Dilemmaet omkring adskillelige eller uadskillelige komponenter omhandler, hvorvidt man i projekter designer og projekterer byggeriet med henblik på mulig adskillelse (og senere genbrug/genanvendelse), eller om man ikke har fokus på dette forhold eller ikke ser relevans i det og derfor let kan ende op med uadskillelige komponenter. I forbindelse med dette dilemma er udtryk som separation af bygningsdele,

genanvendelsesniveau og -grad samt "den lagdelte byggeteknik" relevante, og dilemmaet skal således ses i sammenhæng med de fordele, barrierer og incitament, der ligger i at arbejde med disse forhold i byggeriet.

Dilemma - naturlig eller kunstig belysning

Oftest er det ønskværdigt at have så meget naturlig belysning som muligt i vores bygninger. Enkelte bygningstyper kan dog have et ønske om reduceret naturlig belysning (f.eks. butikker, laboratorier, arkiver o.lign.), hvor sollys, varme, sikkerhed ved indkig osv. ikke er en fordel. Naturlig belysning har nogle åbenlyse fordele, men også nogle medfølgende udfordringer, som skal håndteres. Balancen mellem naturlig belysning og kunstig belysning samt fordele og ulemper berøres i dette dilemma.

Dilemma - vedvarende energi eller energibesparelser

Såfremt det er formålet, at man som bygherre vil være med til at understøtte regeringens (SR-regeringen 2014) mål omkring udfasning af fossile brændsler som energikilde, kan dette gøres ved ikke at bruge så meget energi eller

ved at bruge vedvarende energi. Men hvad skal man vælge? Og hvad er konsekvenserne ved at vælge det ene eventuelt frem for det andet? Det er det, dilemmaet omkring vedvarende energi eller energibesparelser handler om.

Dilemma - naturlig eller mekanisk ventilation

Traditionelt vil de fleste større byggerier i en eller anden grad indeholde både naturlig og mekanisk ventilation. Dette dilemma skal derfor ikke forstås som et enten-eller, men vil i højere grad omhandle de overvejelser, der må gøres, når ventilationsmetoden skal fastlægges. Det er også en reminder om de forhold, branchen typisk lægger til grund for en beslutning omkring naturlig eller mekanisk ventilation.

Dilemma - renovering eller nedrivning/nybyg

I de seneste år er fokus på renovering i byggeriet steget markant. Hvert år renoveres private og offentlige bygninger for knap 100 mia. kr. gennem professionel byggeaktivitet, og særligt blandt kommuner og boligforeninger ses stor aktivitet inden for bygningsrenovering (Havelund & Simonsen, 2013). Men er

renovering altid løsningen, eller burde man nedrive større dele af bygningsmassen og bygge nyt i stedet? Dette dilemma retter fokus mod overvejelserne bag, om man vælger at renovere eller at nedrive og bygge nyt. Til grund for beslutningen ligger naturligvis økonomiske overvejelser og herunder mulighed for økonomisk tilskud til renovering, men samtidig er ønsker til fremtidig funktion, energimæssig ydeevne, iboende arkitektoniske kvaliteter, kontekst, evt. bortskaffelse og kulturarv også forhold, man bør tage i betragtning.

Dilemma - automatik eller brugerstyring

Dette dilemma vil i nybyggeri aldrig blive enten eller - men mere et udtryk for, i hvilken grad brugerstyring ønskes eller tillades. Ved nybyggeri vil der altid blive installeret en eller anden form for automatisk styring - ofte som et CTS-anlæg. Men mængden af automatik, der bliver installeret, afgør for det første, hvad der måles og styres, men også i hvilket omfang brugerinvolvering tillades. I eksisterende byggeri er der stadig mange bygningerne uden nogen form for automatik. Oftest ved omfattende renoveringer vil der blive etableret en

eller anden form for automatik for at kunne styre og regulere installationerne og komponenterne. De fleste installationer kommer i dag som standard med et automatik-modul, der gør, at man automatisk kan styre eller regulere installationen. Brugerstyring skal forstås som brugernes egen adgang til at styre installationerne og evt. komponenterne. Det kan i den simpleste form være en radiator-termostat eller at åbne et vindue. Modsætningen imellem automatik og brugerstyring er, at man som udgangspunkt har "styr" på det med automatik, hvorimod man ved brugerstyring overlader styringen til brugeren, som ikke nødvendigvis har den samme viden om og de samme ønsker til indstillinger af systemer, der gør, at bygningen som helhed bliver drevet mest optimalt.

Dilemma - funktion eller udseende

Når der udarbejdes forslag til løsning af byggeprojekter, sker det traditionelt ud fra et byggeprogram med fokus på at opstille krav til det funktionelle i form af arealkrav, krav til rumtyper, anvendelse samt krav til de tekniske installationers funktionalitet og virkemåde. For projekt-teams består en del af opgaven i at løse

disse funktioner og samtidig tilbyde et byggeri med et indbydende og til anvendelsen tilpasset udseende. Funktion eller udseende skal ikke ses som modsætningsforhold; dilemmaet er blot opsat som sådan, idet det giver mulighed for at beskrive de konkrete overvejelser, der må gøres for at opnå en afbalanceret vægtning til gavn for bygherre, brugere og omgivelserne.

Dilemma - certificering eller uden certificering

Dilemmaet beskriver nogle af de overvejelser, der ligger til grund for, om der vælges en certificering eller ikke. Aktualiteten i dilemmaet består i efterspørgsel for at gøre bæredygtighed målbart og den mulighed, der samtidig er for at gøre bæredygtigt byggeri tilgængeligt for alle.

Dilemma - specifik eller fleksibel anvendelse

Dilemmaet skal ses i lyset af, at et byggeris anvendelse er afgørende for arbejdet i design- og projekteringsfasen. Ofte efterspørges mulighed for fleksibel anvendelse, hvilket kan være fordelagtigt også i et bæredygtigt perspektiv. Ønsket om fleksibilitet medfører overvejelser og formgivning og indretning og til tider forøgede krav i forhold til både materialer og

installationer. Muligheden for at efterleve disse krav er således også afhængig af økonomiske forudsætninger. Det er ud fra denne tilgang, dilemmaet skal læses.

Dilemma - materialeenergi eller driftsenergi

Materialeenergi eller driftsenergi er ikke som sådan udtryk for et enten-eller-dilemma, men skal i stedet ses opstillet med henblik på at skabe opmærksomhed omkring, hvorvidt der i det bæredygtige byggeri primært er fokus på materialer eller drift. De senere års stramninger i energirammen for nybyggeri har medført, at materialernes indlejrede energi nu har en mærkbar betydning over en bygnings livscyklus. Samtidig advokeres der fra mange sider for, at bæredygtigheden med rette ikke kun skal omhandle en reduktion af driftsenergien, men i stedet bør have fokus på hele bygningens livscyklus - og dermed også opførelsen (herunder også byggeenergi-/anlægsenergi). Det til trods er driftsenergien stadig den fremhærskende parameter for bæredygtighed i mange udbud. Dilemmaet kan derfor også anskues som en pejling af, hvordan denne vægtning behandles i byggeriet i dag.

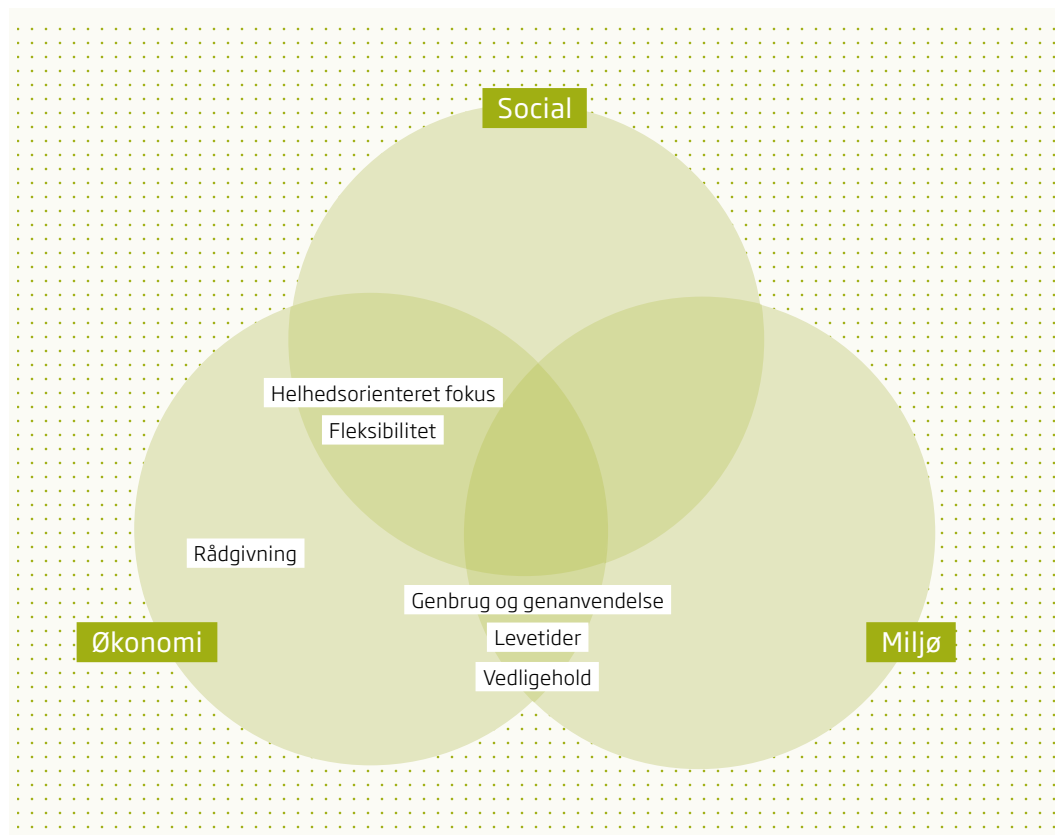
DILEMMA: LANGT ELLER KORT PERSPEKTIV



LANGT PERSPEKTIV

Bygninger, der bygges med et langt perspektiv, er bygninger, der skal holde i mange år. Dette medfører nogle overvejelser i den tidlige designfase for at sikre, at design, valg af materialer og installationer, fleksibilitet osv. også er aktuelt efter mange år. Der kan være nogle miljømæssige og totaløkonomiske fordele ved at tænke langsigtet. Dog kan der være nogle ulemper rent anlægsøkonomisk,

som f.eks. det at skulle klargøre et byggeri til en fremtidig brug (detaljering af profiler, montagesystemer, flere varme/ventilationszoner, automation osv.). Overvejelserne generelt er dog primært af økonomisk karakter, ofte sammenholdt med miljømæssige forhold, hvilket kræver forskellige totaløkonomiske scenarier for at belyse de forskellige konsekvenser og træffe de rigtige valg.



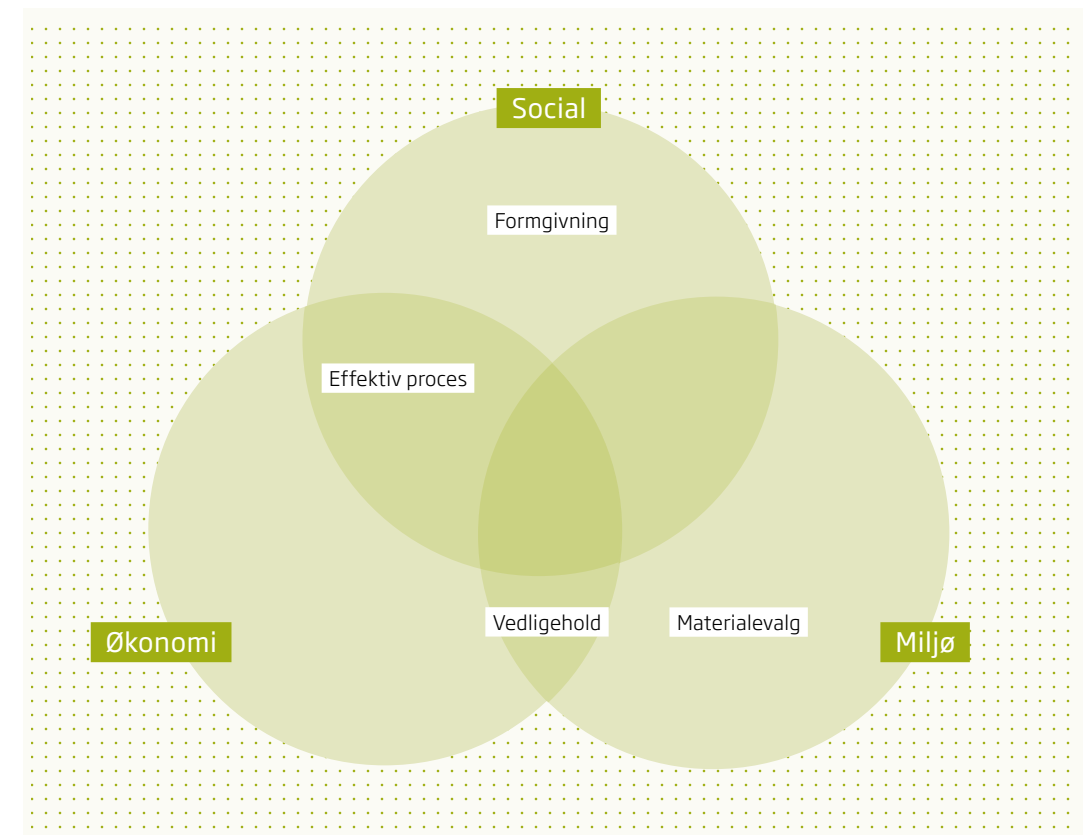
KORT PERSPEKTIV

At bygge kortsigtet har nogle anlægsøkonomiske fordele. Der behøver ikke vælges dyrere, holdbare materialer, og byggeriet kan også opføres hurtigere.

Overvejelserne går især på de økonomiske konsekvenser.

Dilemmaet i praksis

Dilemmaet langt eller kort perspektiv har en umiddelbar økonomisk karakter - altså om man ser byggeriet ud fra et langt (totaløkonomisk) eller kort (anlægsøkonomisk) perspektiv. Det økonomiske perspektiv fordrer imidlertid også, at materialernes



”Et større fokus på totaløkonomien kræver, at bygherrerne laver andre udbud, hvor prisen ikke udgør 75 % af beslutningsgrundlaget”

levetid og sammensætning indgår i overvejelserne. Det materiale-mæssige område behandles mere specifikt i dilemmaet ”materialeenergi eller driftsenergi” og vil derfor have mindre vægt i dette dilemma.

Der er blandt branchens interessenter enighed om, at der er bedst totaløkonomi ved at tænke langsigtet. Det kan imidlertid være en udfordring at indarbejde totaløkonomi som gældende beslutningsgrundlag i de nuværende rammebetingelser i byggeriet. Som et konkret eksempel herpå angiver rådgiverne og entreprenørerne, at de udvælgelseskriterier, der stilles op, ofte har hovedvægten lagt på byggeudgiften.

Et andet konkret eksempel er udfordringen omkring, hvorvidt opførelse og den efterfølgende drift finansieres fra samme ”kasse”. Der er en tendens til, at de to typer af udgifter ikke finansieres i én samlet ramme. Såvel rådgivere som entreprenører nævner her OPP-opgaver som en mulig løsning. Her tænkes drift og vedligehold normalt ind i projektet i en 20-30-årig periode.

Der er i øvrigt enighed om, at det er en forudsætning for bæredygtighed, at der tænkes i totaløkonomi, da mange tiltag set med kort perspektiv kun vil være en udgift for bygherren. I det korte perspektiv har argumenter for den forøgede værdi, en bygning kan få via totaløkonomisk rentable tiltag, ingen vægt.

I den sammenhæng findes der endnu en markant barriere for det totaløkonomiske fokus - nemlig værdisætning af bæredygtigheden. Konkret oplever rådgiverne, entreprenører og producenter en udfordring med at værdisætte de mere bløde områder inden for bæredygtigheden. For den vedvarende energi og energibesparelserne er det muligt at opstille rimelige modeller for totaløkonomien, men eksempelvis på indeklimasiden og i forhold til andre mere bløde arkitektoniske forhold opleves kvantificering som en stor udfordring. Dermed kan det lange perspektiv ikke tillægges sin fulde merværdi, og ”rentabiliteten” forringes.

I det korte perspektiv er der fokus primært på anlægsudgift og den simple tilbagebetalingstid. Det lange perspektiv fordrer, at der tages højde

”Vi vil gerne prøve at indarbejde totaløkonomiske modeller i projekterne, men når tiltagene handler om indeklima, materialer og æstetik, er det svært at sælge”

for inflation, renter og betragtningsperiode. Netop renteforholdene og særligt realrenten er afgørende for det totaløkonomiske resultat.

Blandt deltagerne i de afholdte workshops er der derfor samstemmende et ønske om, at der med henblik på at styrke incitamenterne til det lange perspektiv udvikles modeller for og forskes i en værdisætning af bæredygtigheden i byggeriet samt en tilpasning af de totaløkonomiske værktøjer, så disse værdier kan indregnes.

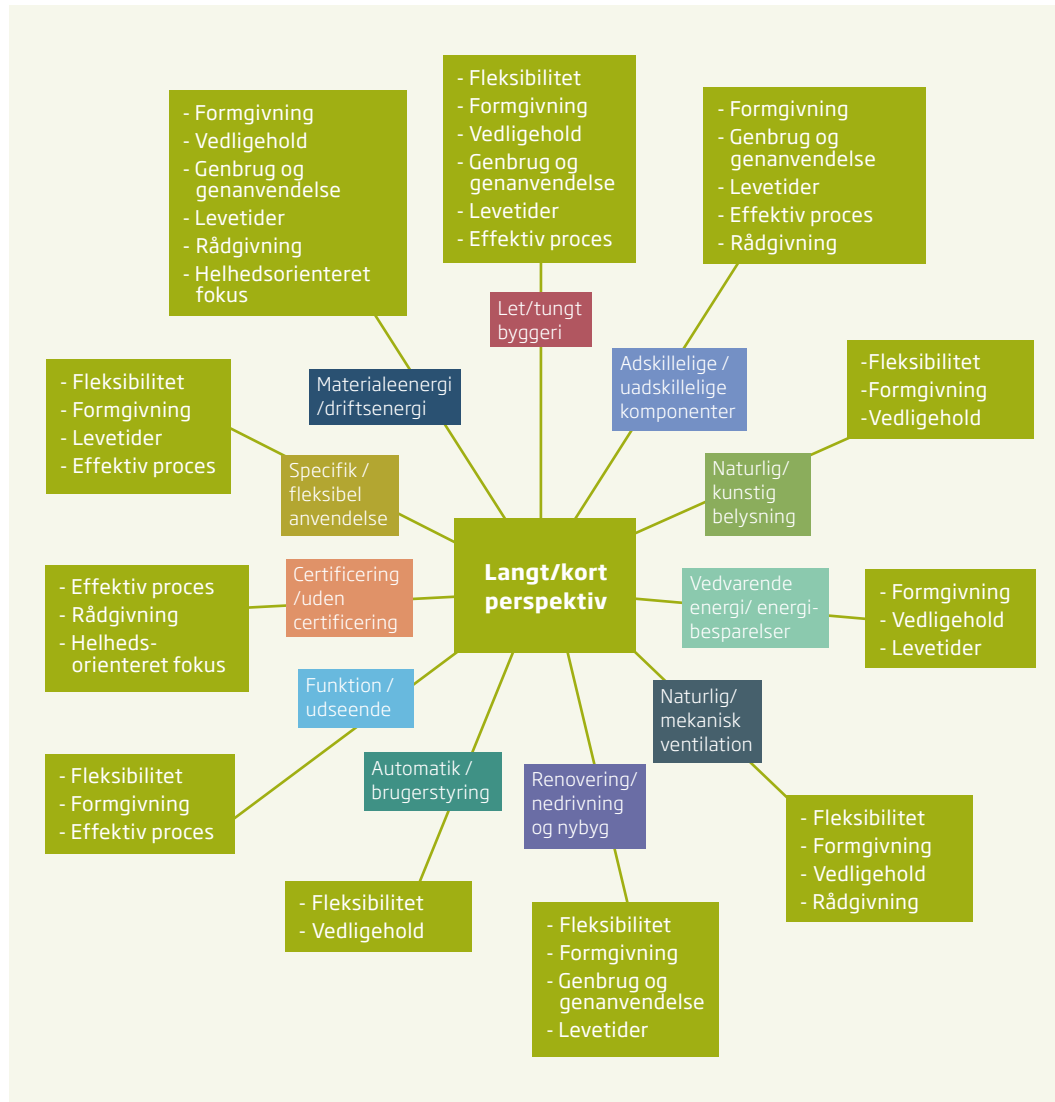
Sammenfatning

Om en bygning fra starten har et langt eller kort perspektiv, er primært en økonomisk overvejelse. Historisk set er mange bygninger opført med kortere levetid for øje, hvorefter bygningen bliver brugt i flere år end den oprindelige intention, hvilket kan medføre nogle bygningsmæssige udfordringer. Skal der motiveres til at se byggeriet i et langt perspektiv, så udfordringerne undgås, skal en værdisætning af flere totaløkonomiske parametre, herunder indeklima, materialer

og æstetik, gøres mulig. Samtidig skal udbudsformer og tildelingskriterier i højere grad motivere til det langsigtede perspektiv.

Samfundets krav til fleksibilitet, f.eks. med den hastige udvikling i brug af moderne teknologi, gør fleksibiliteten i vores bygningsmasse vigtig, og dette vil kunne øge fokus i byggeriet på et mere langsigtet perspektiv.

Der er flere sammenfald mellem dilemmaet langt eller kort perspektiv og mange andre dilemmaer i det bæredygtige byggeri, hvor det især er overvejelser omkring formgivning, vedligehold og fleksibilitet, der skaber et sammenfald. Dette kan ses på den efterfølgende figur.



”Med OPP-opgaver er der begyndt at komme mere fokus på det langsigtede perspektiv, fordi bygherren selv skal drifte byggeriet efterfølgende”



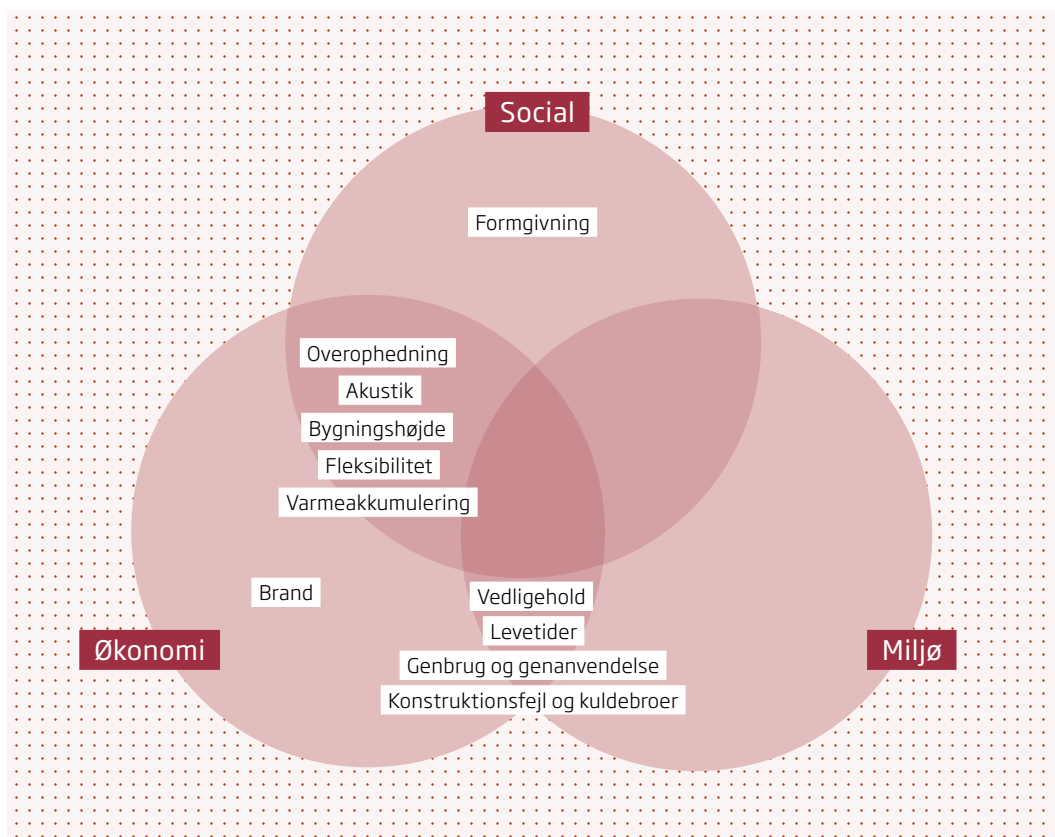
DILEMMA:
LETTE ELLER TUNGE
KONSTRUKTIONER

LETTE KONSTRUKTIONER

At bygge med lette konstruktioner, især i klimaskærmen, er en relativt ny metode i den danske byggeskik. Udviklingen af facade-partier, vinduer, arkitektur m.m. har været en medvirkende årsag til, at lette konstruktioner ofte bliver brugt i moderne byggerier (herunder også renoveringer). Nedenstående figur viser de forskellige typiske overvejelser, der forekommer ved at bruge lette

konstruktioner i byggeriet. De enkelte overvejelser er placeret i de tre bæredygtighedsparametre.

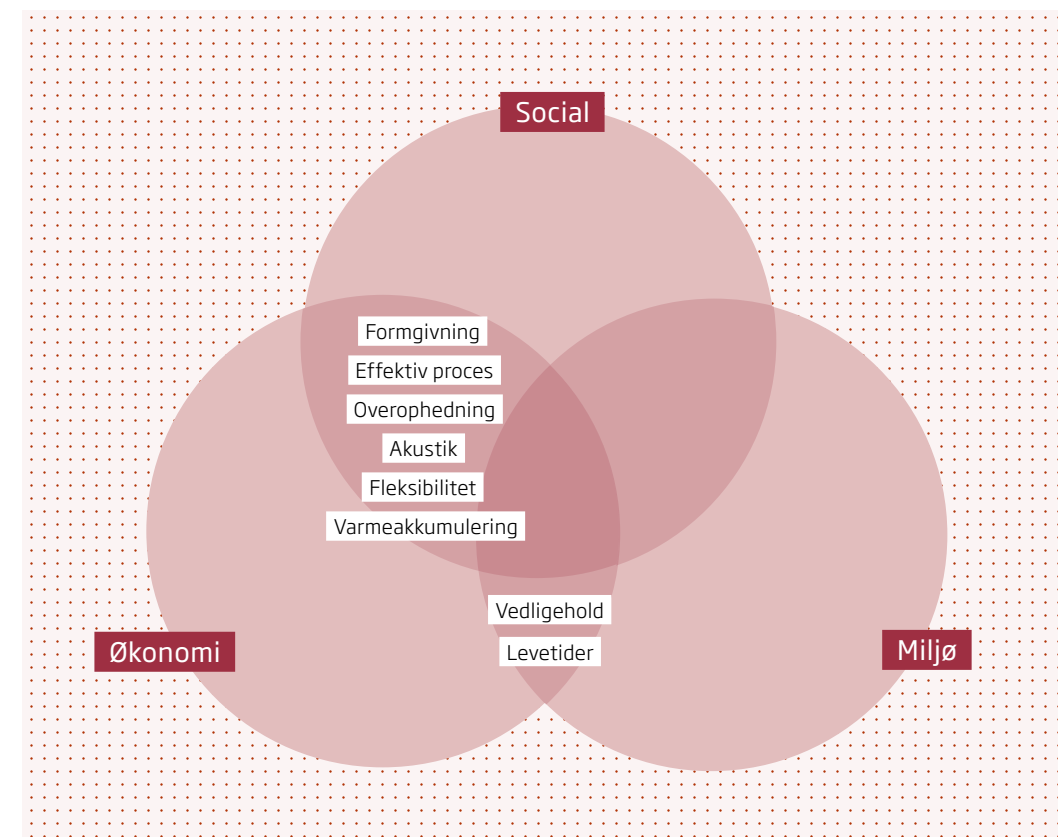
"I totalentrepriser eller konkurrencer kan man som ingeniør i mindre grad være med til at bestemme facadeopbygningen"



TUNGE KONSTRUKTIONER

I Danmark har man traditionelt bygget med en tung klimaskærm (især tegl) og med lettere konstruktioner indvendigt som etagedæk og indervægge af træ. I dag er der en større tendens til, at massen i de større bygninger tilvejebringes som betondæk samt evt. en betonbagvæg eller sandwich-betonelementer. Udfordringen med en tung for- og bagmur er,

at kravene til energiforbrug ofte medfører, at tykkelsen af væggene bliver stor, hvilket reducerer nettoarealet af bygningen. På den anden side har de tunge konstruktioner nogle varme- og indeklimamæssige fordele. Andre fordele er betons gode brandmæssige egenskaber og evnen til at fungere som fugtbuffer til sikring af et stabilt indeklima.



“Den tunge facade bliver ofte brugt i Danmark, fordi entreprenørerne er sikre på at kunne opføre et sandwichelement billigt og sikkert”

Dilemmaet i praksis

Dilemmaet mellem tungt eller let byggeri kan umiddelbart synes som et dilemma, hvor arkitekter og ingeniører med hver deres faglighed omkring konstruktioner, indeklima og formgivning må have de primære argumenter i forhold til valg af løsning. Workshops har imidlertid vist, at såvel arkitekterne som ingeniørerne ser, at argumenter som tidsplan, udbudsform, byggekultur og pris og bygbarhed ofte bliver de tungest vejende. Til tider er der dog også mulighed for at påvirke beslutningen.

Entreprenørerne peger på, at beslutningen mellem et tungt eller let byggeri i forbindelse med totalentreprisekonkurrencer, beror på kendskabet til, hvilke præferencer bygherren har. Endelig peges der samstemmende på, at byggelovgivningen – og særligt forhold omkring brand er bestemmende for valg af konstruktivt princip – særligt ved byggeri over flere etager.

Et konkret eksempel på argumentation i forhold til valg af tung eller let konstruktion kan være, at man med en let konstruktion kan opnå bedre isoleringsværdi (U-værdi), uden at

konstruktionerne bliver så massive. De senere års udvikling af effektive isoleringsmaterialer i kombination med højstyrkebeton eller tegl har slanket konstruktionerne og dermed mindsket denne forskel.

En anden argumentation kan være de tunge konstruktioners evne til at virke termisk regulerende. Denne egenskab kan resultere i lavere energibehov til ventilation og/eller køling. En forudsætning herfor er, at den termiske masse kan aktiveres, og varmen fjernes eller kulden tilføres over et døgn. Der er udgivet flere publikationer omkring konstruktioners akkumulerende evne, se blandt andet (Teknologisk Institut, 2014). For de lette konstruktioners vedkommende kræves der PCM-materialer (phase changing materials), hvis lignende effekt skal opnås. PCM kan være en dyr løsning, men workshop-deltagerne nævner, at priserne herfor på det seneste har været for nedadgående.

I de senere år er LCA-analyser (livscyklus-analyser) også blevet en del af valget mellem de tunge og lette konstruktioner. Eksempler på disse analyser ses i (SBI Aalborg Universitet;

Henning Larsen Architects; Rambøll, 2014). Hvis betragtningsperioden er 50 år, tegner der sig et billede af størst miljøpåvirkning fra de tunge konstruktioner, men betragter man konstruktionerne over en 120-årig periode, reduceres forskellen i miljøpåvirkning grundet de tunge konstruktioners (beton og murværk) holdbarhed. Tilbage står, at argumenterne omkring bygningskultur og ønsket om anvendelsen af gennemprøvede metoder og produkter vejer tungt, når den endelige konstruktion skal vælges. I den forbindelse nævner arkitekterne, at netop de kan være med til at skubbe til udviklingen i brugen af nye materialer ved at foreslå disse i udbud og ved at forelægge evt. nye krav til udførelse for håndværkerne, så de bliver i stand til at håndtere materialerne efter hensigten.

Sammenfatning

Om byggeriet bliver med tunge eller lette konstruktioner, viser sig ofte som et ubevist valg, der foretages på grund af arkitektoniske ønsker, tradition, eller økonomiske ønsker mere end ud fra et bæredygtighedsmæssigt fokus. Dog belyser overstående dilemma, at der er mange bæredygtighedsmæssige konsekvenser forbundet med valget. Generelt kan man sige, at des mere fokus der er på at reducere driftsenergien med en velisoleret og tæt klimaskærm og energieffektive installationer, jo mere betyder den indlejrede energi, som bruges til at producere materialerne. Ud fra en livscyklustankegang bliver valget af materialer dermed stadig mere relevant. Som bygherre er det vigtigt at have det rigtige


beslutningsgrundlag. Hvis intentionen er, at man gerne vil bygge bæredygtigt, og man igangsætter et byggeri, hvor der bliver brugt mindst ligeså meget energi på at producere materialerne, som der bliver brugt på at drifte bygningen i bygningens levetid, er det så det, man vil igangsætte?

Det bæredygtige argument for at bygge et tungt byggeri er til tider, at bygningen er varmeakkumulerende. For at man kan få en reel effekt af de tunge konstruktioner, er det vigtigt at få aktiveret disse enten i form af luft, der bevæger sig over overfladen, eller væske, der bevæger sig inde i materialerne. Skjules de tunge konstruktioner af f.eks. gipsplader eller loftplader, mistes en stor del af den varmeakkumulerende evne. Argumentationen omkring valg af tunge eller lette konstruktioner er således komplicerede og kræver indsigt i materialernes egenskaber, men i lige så høj grad i indbygningsforhold og økonomiske konsekvenser. Samtidig viser det sig, at en generalisering omkring “det rigtige valg” ikke er mulig og derfor netop kræver tilstedeværelse af de rette fagligheder i hvert enkelt byggeprojekt.

Overvejelserne i nærværende dilemma har mange sammenfald med andre dilemmaer, hvilket ikke bare ses i antallet af dilemmaer, men også i antallet af overvejelser. Især overvejelser omkring overophedning, fleksibilitet, formgivning og vedligehold er der sammenfald på.



“Som rådgivere skal vi være dygtige til at introducere nye ideer, så bygherren ikke bare vælger det sikre valg. Det handler også om, at håndværkerne skal kunne håndtere nye teknikker”



DILEMMA:
ADSKILLELIGE
ELLER UADSKILLELIGE
KOMPONENTER

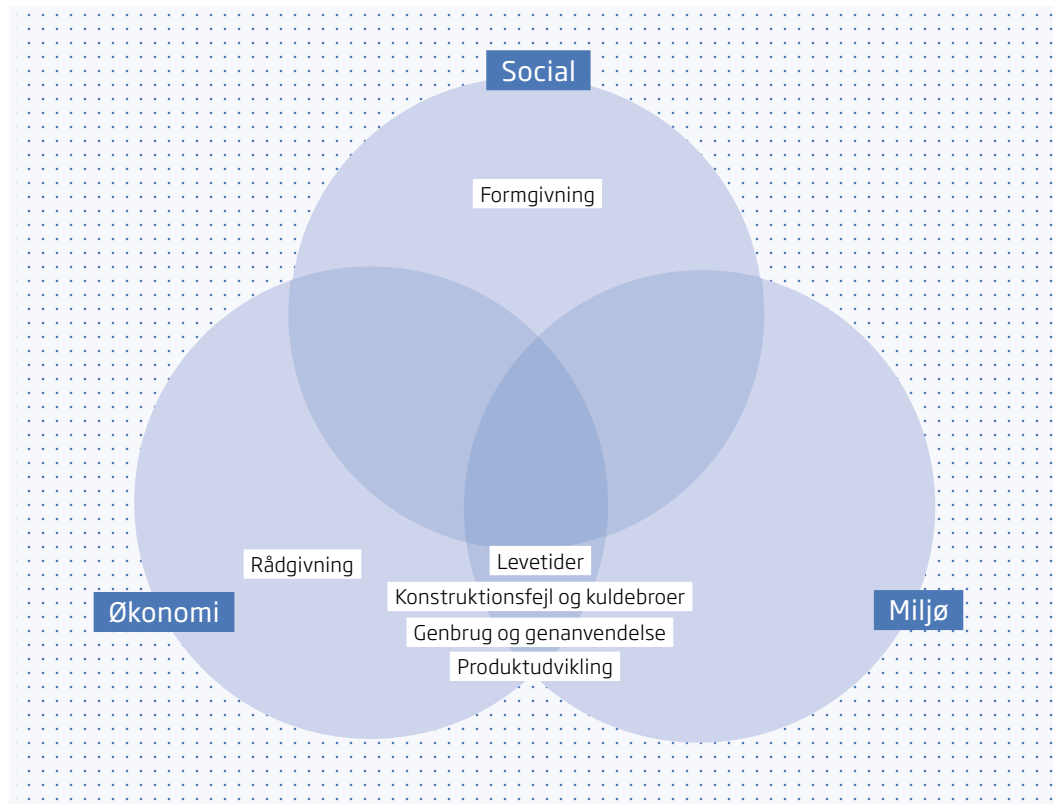
ADSKILLELIGE KOMPONENTER

For at kunne adskille bygningsdele og komponenter må samlingerne være udført reversible, dvs. at adskillelsen er forudset i designfasen, sådan at der er redegjort for såvel samling som separation, for montering såvel som for nedtagning. Almindelige retningslinjer for reversibel byggeteknik indebærer:

- mekaniske samlinger, f.eks. bolte, skruer, click-on systemer

- ingen støbte samlinger
- ingen limede samlinger
- ingen malede overflader
- let adgang til samlinger
- indbyrdes uafhængige elementer (parallel montage frem for seriel)

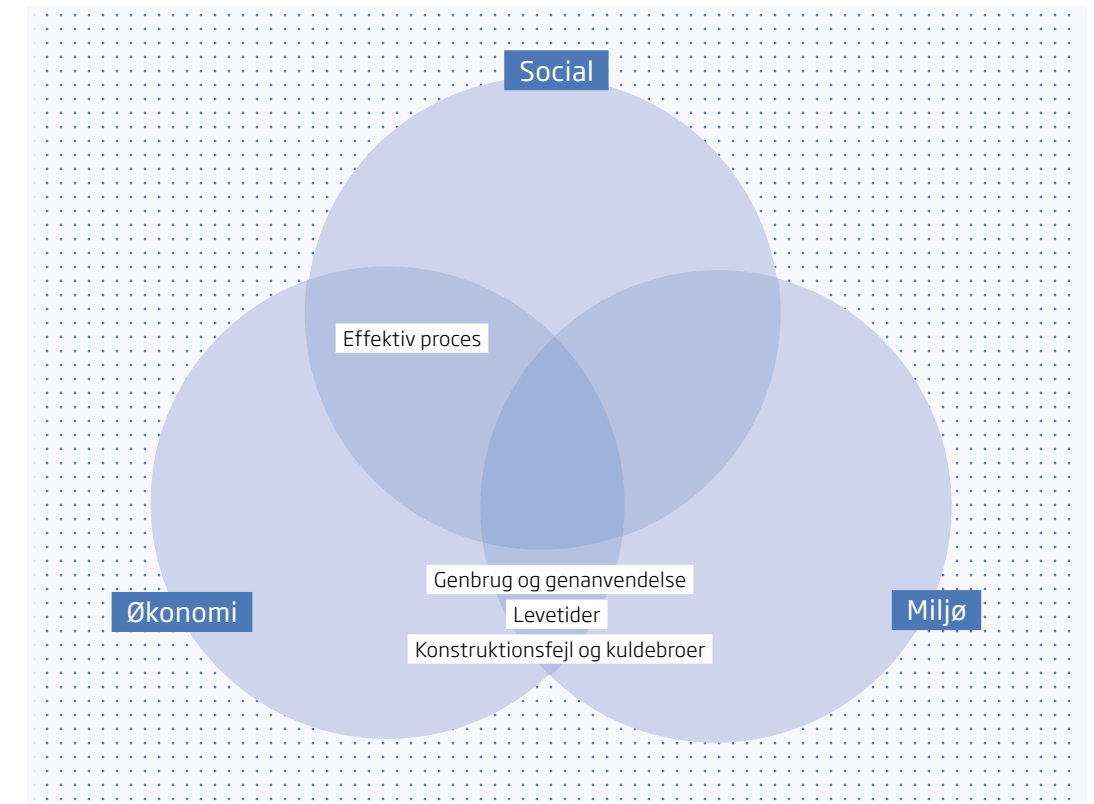
Dette medfører nogle overvejelser, man skal gøre, såfremt fokus skal være på adskillelige komponenter.



UADSKILLELIGE KOMPONENTER

Ved uadskillelige komponenter kan man effektivisere processen, da komponenter kan produceres mere effektivt. Komponenter kan til tider laves mere holdbare, og dermed opnås der på komponentniveau i den aktuelle bygning basis for længere levetider. At gøre komponenter uadskillelige kan ligeledes medføre mere homogene komponenter, som

dermed kan indbygges med færre konstruktive problemer. Der vil dog ofte være nogle miljømæssige overvejelser, da komponenterne vil være svære at genanvende og genbruge, hvilket set i et livscyklus-perspektiv kan reducere komponenternes bestanddele (materialernes) levetid og værdi.



“De mange års fokus på tæthed har gjort, at vi har klistret vores bygninger sammen”

Dilemmaet i praksis

Valget af byggetekniske samlings- og montage metoder er helt afgørende for, i hvilket omfang og på hvilken måde enkeltdele kan genanvendes efter nedtagning. Dilemmaet er ofte økonomisk, idet der i dansk byggeri i vid udstrækning praktiseres irreversibelt byggeteknik i kraft af, at den altdominerende råhus-type af historiske grunde består af præfabrikeret beton med støbte samlinger.

Mere adskillelige alternativer har vanskelige vilkår, fordi prisen først kan bringes ned med et stort volumen. Volumen kræver en stærk efterspørgsel, som udebliver pga. af den høje pris. Markedsmekanismerne bidrager således til at cementere status quo. En anden typisk anke mod de adskillelige komponenter er, at indarbejdelse bredt i byggeriet kræver større udgift til rådgivning, idet der skal udformes specielle samlingsdetaljer og udarbejdes meget specifikke komponentbeskrivelser.

Et af formålene med at bygge med uadskillelige komponenter er at øge potentialet for genanvendelse. En forudsætning herfor

er muligheden for separation af forskellige bygningsdele og materialer, så der efterfølgende kan ske enten direkte genbrug eller genanvendelse gennem forarbejdning af materialet.

De afholdte workshops har vist, at et konkret eksempel på tilgangen til dilemmaet kan være styret af den tilgang til bæredygtighed, som det enkelte projekt underlægges. I DGNB-sammenhæng gives der point for adskillelige komponenter, hvilke både giver anledning til overvejelser omkring dilemmaet hos særligt arkitekter og bygherren.

Et andet eksempel er anvendelsen af Cradle to Cradle (C2C)-komponenter i bygninger. Som et af fem temaer arbejdes der med “Material reutilization” eller genanvendelse. Genanvendelsesgraden afspejles for et givent byggemateriale af, om det inden for dette team opnår basic, bronze, sølv, guld eller platin svarende til en genanvendelsesgrad fra <35 % til 100 %. At en komponent kan adskilles er ikke i sig selv pointgivende, men øger som nævnt potentialet for genanvendelse. Blandt rådgiverne nævnes det dog som

“Dilemmaet er kun aktuelt, hvis man skal opnå nogle point i forbindelse med certificeringsordninger”

en udfordring, at kun meget få komponenter er C2C-mærkede og endnu færre (ca. 15 % af produkterne) i guld eller platin (Cradle to Cradle Products Innovation Institute, 2014).

For konkret at mindske udgifter og materialespild i forbindelse med udskiftning af bygningsdele bør det i designfasen sikres, at bygningen er konstrueret, så en komponent kan udskiftes uden indgreb i et bygningslag med længere levetid. F.eks. skal et vindue kunne skiftes uden indgreb i facadebeklædningen. Dette kan sikres gennem etablering af et montage diagram for bygningens komponenter. Diagrammet afslører, hvis der er kortslutninger i laghierarkiet.

Sammenfatning

På den ene side er der store miljømæssige problemer i den nuværende praktiserede byggeteknik, der som nævnt altovervejende er irreversibel. Alt for mange ressourcer går tabt i nedbrydnings- og oparbejdningsprocesser eller ved, at der frembringes restaffald. På den anden side er der ikke færdigudviklede systemer, der kan anvendes sikkert i en reversibel byggepraksis. Udviklingen af en mere

ressourcebevarende byggeteknik tager tid, og effektiv separation af bygningsaffald med henblik på anvendelse til materiale fremstilling (re-cycling, down-cycling, up-cycling) kan derfor udgøre den mindst ringe løsning i den nuværende omstillingsperiode, hvis varighed ikke kendes.

Sammenfaldet med de andre dilemmaer er primært på de økonomiske og miljømæssige overvejelser som effektiv proces, genbrug, levetider og formgivning.



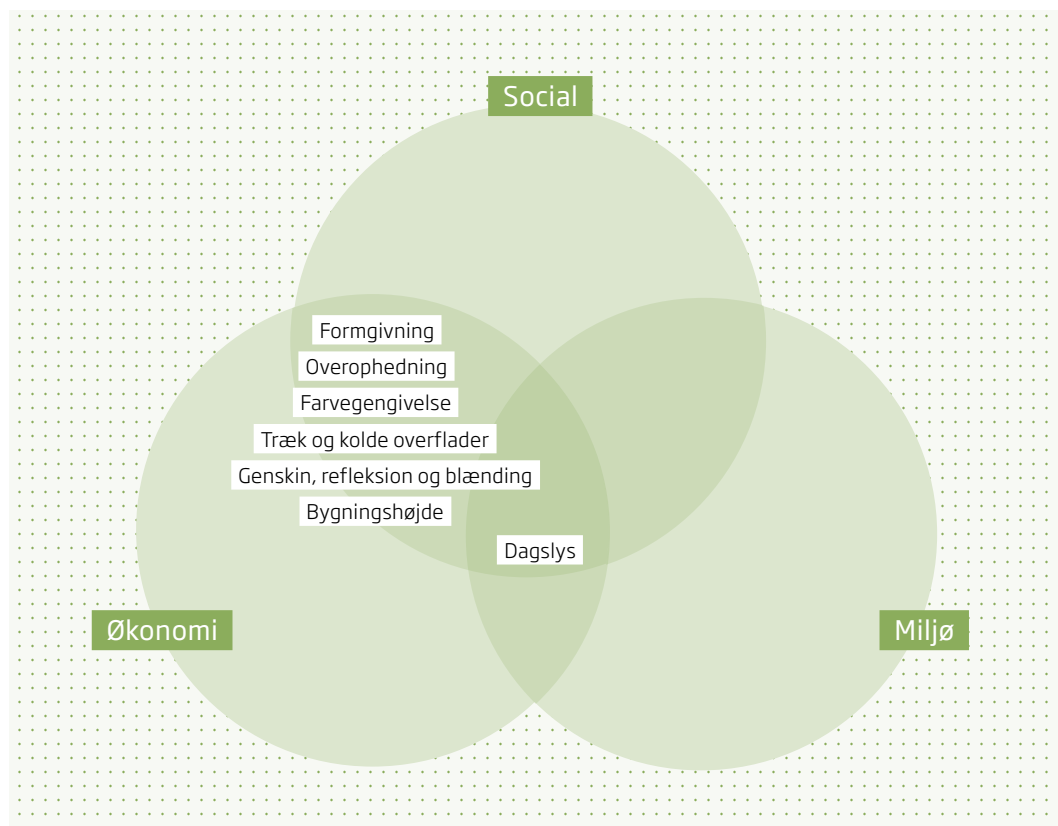
A photograph of an interior space, likely a hallway or office area. On the left, a white wall features a window with three panes. On the right, a dark grey ceiling has a track lighting fixture with a single illuminated lamp. A large, solid green diagonal shape cuts across the image from the bottom left towards the top right, partially obscuring the wall and ceiling. The text 'DILEMMA: NATURLIG ELLER KUNSTIG BELYSNING' is printed in white, bold, sans-serif font on the green background.

DILEMMA:
NATURLIG ELLER
KUNSTIG
BELYSNING

NATURLIG BELYSNING

Naturlig belysning er den belysning, vi får igennem transparente materialer som f.eks. glas og polycarbonat. Et stort transparent areal vil medføre en øget naturlig belysning. Den naturlige belysning bringer dagslyset og de periodiske svingninger ind i bygningen, og eksempelvis kan det aflæses, hvordan ændrede vejrforhold og årstider påvirker dagslyset.

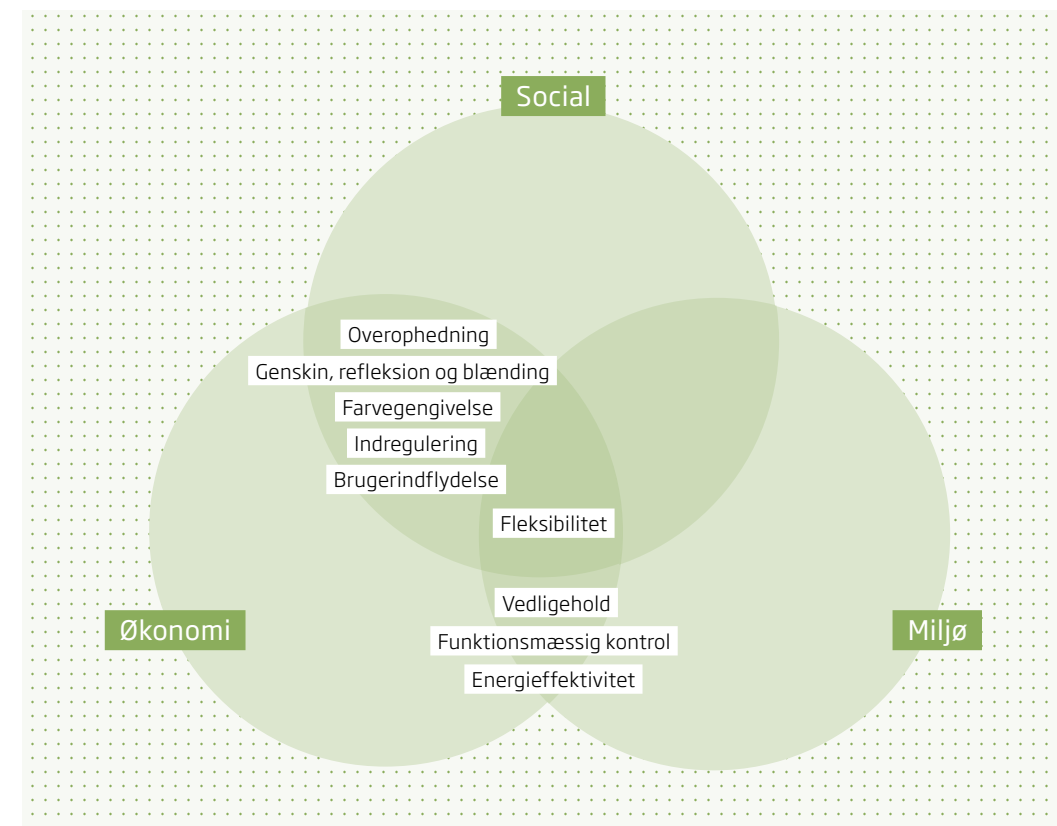
Mange af overvejelserne vedrørende naturlig belysning har et socialt eller økonomisk islæt. Naturlig belysning har en positiv effekt på menneskerne i bygningerne, men hvis bygningen er designet uhensigtsmæssigt, kan der opstå problemer, som påvirker brugerne negativt. Meget dagslys vil dog have en positiv effekt på elforbruget til kunstbelysning.



KUNSTIG BELYSNING

Kunstig belysning er den belysning, der kommer fra belysningsarmaturer i bygningen. Typisk vil det være belysning fra loftslamper, pendeller, spots, kunstbelysning mm. Kunstig belysning designs ofte med henblik på at sørge for, at de respektive funktioner i bygningerne til hver en tid kan udføres. Dette kan udføres ved at have en grundbelysning fra loftarmaturer samt arbejdsbelysning til funktioner, der kræver

mere specifik belysning. Dekorativ belysning bruges til at fremhæve og understøtte en stemning i bygningerne. Overvejelserne i forbindelse med kunstig belysning fordeler sig mere ud over de tre bæredygtighedsbegreber. Generelt har man mere kontrol over kunstig belysning end naturlig belysning, hvilket gør, at et godt design bør være nemmere at opnå og konsekvenserne ikke så omfattende.



”Dagslyskravene er en parameter, som er med til at danne den ramme, man kan designe inden for.”

Dilemmaet i praksis

Behandling af emnerne dagslys eller kunstlys er et af de mest markante eksempler på behovet for tidligt samarbejde, idet projekteringen af dagslys og kunstlys i høj grad involverer alle parter omkring et byggeprojekt. For arkitekten er dagslyskravene en parameter blandt mange, der danner rammerne, indenfor hvilke en bygning kan designes (Henning Larsen Architects, 2012). Rammerne udstikkes ofte i form af krav til dagslysmængden (dagslysfaktor). Samtidig er dagslyset med til at definere formgivning, rum og aktivitet og kan dermed være et redskab for arkitekten i forhold til at animere til og facilitere en bestemt anvendelse af bygningen. Dokumentation af dagslysmængder er ofte en ingeniørdisciplin. For ingeniøren kræver dilemmaet mellem dagslys og kunstlys dog en langt bredere faglig tilgang, idet indflydelsen på andre parametre som indeklime og energiforbrug er uundgåelig.

Et konkret eksempel på overvejelserne omkring dagslys ses i spændingsfeltet mellem ønsket om høje dagslysniveauer, transparens i bygningskroppen, styrket relation mellem ude og inde og kravene til blanding, termisk

indeklime og energiforbrug til ventilation og eller køling. Udformes en bygning ud fra et ensidigt fokus på enkelte af disse parametre, og kommunikeres de indbyrdes påvirkninger ikke tilstrækkeligt mellem aktørerne, vil det uundgåeligt få konsekvenser både for brugernes oplevelser og for driftsomkostningerne (Henning Larsen Architects; Arkitektskolen København; Algreen Arkitekter, 2012).

For den kunstige belysnings vedkommende er valg af systemer og armaturer i høj grad også områder, der både implicerer arkitekt- og ingeniørfaglighed. Armaturer fås i mange visuelle afskygninger, og disses effektivitet og reguleringsmulighed afspejler sig i høj grad også i indeklime og energiforbrug. I forhold til særligt energiforbruget er muligheden for at tilpasse den kunstige belysning efter dagslysforholdene afgørende. Det kræver dels overblik over dagslysforhold, rummenes anvendelse og ikke mindst zone- deling af lysarmaturer og den tilhørende regulering. Et forkert valg af armaturer og regulering kan medføre højt energiforbrug og ringe lyskvalitet i de perioder, hvor den kunstige belysning anvendes. Igen er der altså tale om en kompleks problemstilling,

”Dilemmaet er større end dagslys og kunstbelysning, idet begge parametre har indflydelse på bygningens energiforbrug og indeklime.”

der i høj grad kalder på tidligt samarbejde og inddragelse af alle nødvendige fagligheder.

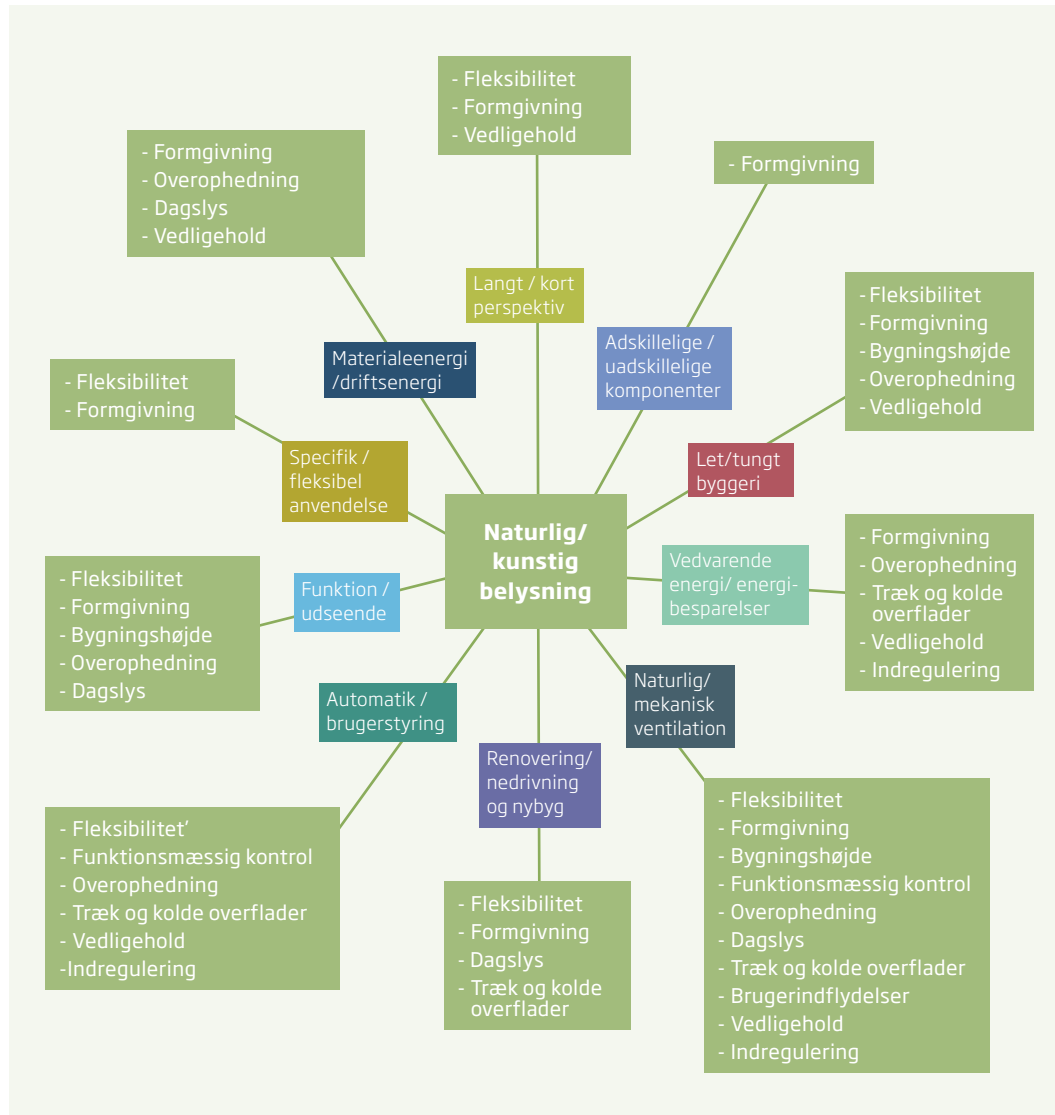
Et konkret eksempel på de komplekse problemstillinger er LED-belysning. Denne belysningsform opfylder kravene om at være energieffektiv og har dermed også minimal negativ indflydelse på det termiske indeklime. Samtidig har teknologien lang levetid. Der er dog stadig udfordringer omkring dæmpning og farvegengivelse, særligt når de to forhold kombineres. I mange typer af bygninger – eksempelvis skoler og erhvervsbyggeri – ønsker man ofte mulighed for dæmpning. Har man samtidig krav til en vis farvegengivelse, kan andre teknologier vise sig at være mindst lige så kapable.

Sammenfatning


Som det især ses på de to bæredygtighedsfigurer, er overvejelser om naturlig og kunstig belysning primært placeret imellem den sociale og den økonomiske bæredygtighed. I den sociale kontekst er det primært de indeklime-mæssige konsekvenser, som belysning har for brugerne. De positive: Æstetisk, komfort, glæde, dekorativ. De negative:

Ubehag, irritation, forstyrrende. Den økonomiske konsekvens er primært, at brugerne ved mangelfuld dagslystilgang eller dårlig udformet kunstig belysning bliver påvirket negativt og ikke kan præstere optimalt. Figuren på næste side viser sammenhængen imellem de forskellige dilemmaer, som har sammenfaldende overvejelser. Det ses af figuren, at der er mange andre dilemmaer, der har sammenfaldende overvejelser. F.eks. Naturlig eller Mekanisk Ventilation. Dette dilemma og Naturlig/Kunstig Belysning har samme forudsætning, nemlig kontrol over for dynamik. Dynamikken i den naturlige belysning medfører en større grad af kompleksitet og flere overvejelser, når dette ønskes implementeret i det bæredygtige byggeri, hvori- mod den kunstige belysnings konsekvenser i højere grad kan kontrolleres gennem en velovervejet design- og projekteringsfase.

”Man bør designe for bedst mulig udnyttelse af dagslys og dernæst supplere med den kunstige belysning”



"At holde konceptet for formgivning af en bygning på alle facader kan medføre, at de forskellige ønsker til dagslys ikke altid er aflæselige på bygningens facader. Her kan der være potentialer for forbedring"

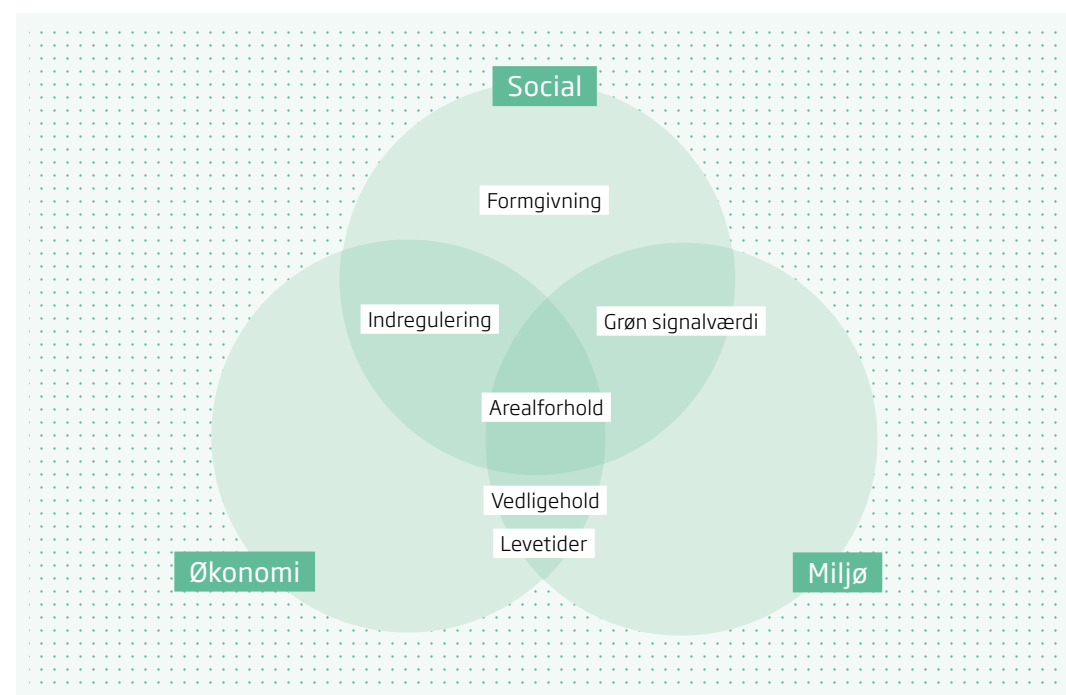
The image is a composite graphic. On the left, a low-angle shot shows a grid of solar panels on a roof against a blue sky. On the right, a close-up shows a hand turning a white, ribbed energy-saving plug on a wall outlet. A large green diagonal shape separates the two images and contains the text.

DILEMMA:
VEDVARENDE ENERGI
ELLER ENERGI-
BESPARELSER

VEDVARENDE ENERGI

Vedvarende energiproduktion i relation til bygninger har traditionelt set været produktion af varmt vand fra solvarmeanlæg på enfamilieboliger dog uden at det har kunnet tilskrives en ret stor andel af den samlede vedvarende energiproduktion. Solenergi (solvarme og solceller) står for knap 1 % af den samlede energiproduktion fra vedvarende energikilder, på trods af det markante solcelleboom de seneste år. Dog står solceller for knap 3 % af den samlede el-produktion. El-produktion fra solceller er typisk karakteriseret ved at produktionen ofte foregår med direkte

tilknytning til en bygning. Produktion af energi vil kunne substituere køb af central produceret energi. Etablering af vedvarende energiproduktion vil dog medføre øget drift- og vedligeholdelsesomkostninger. Se desuden (Worm, Andersen, & Simonsen, 2014). Der vil være en del overvejelser der skal gøres i forbindelse med etablering af vedvarende energiproduktion. Der er nogle miljømæssige fordele, men det er i den kontekst også vigtigt at se på hvor mange ressourcer der er blevet brugt på at producere de vedvarende energiinstallationer.

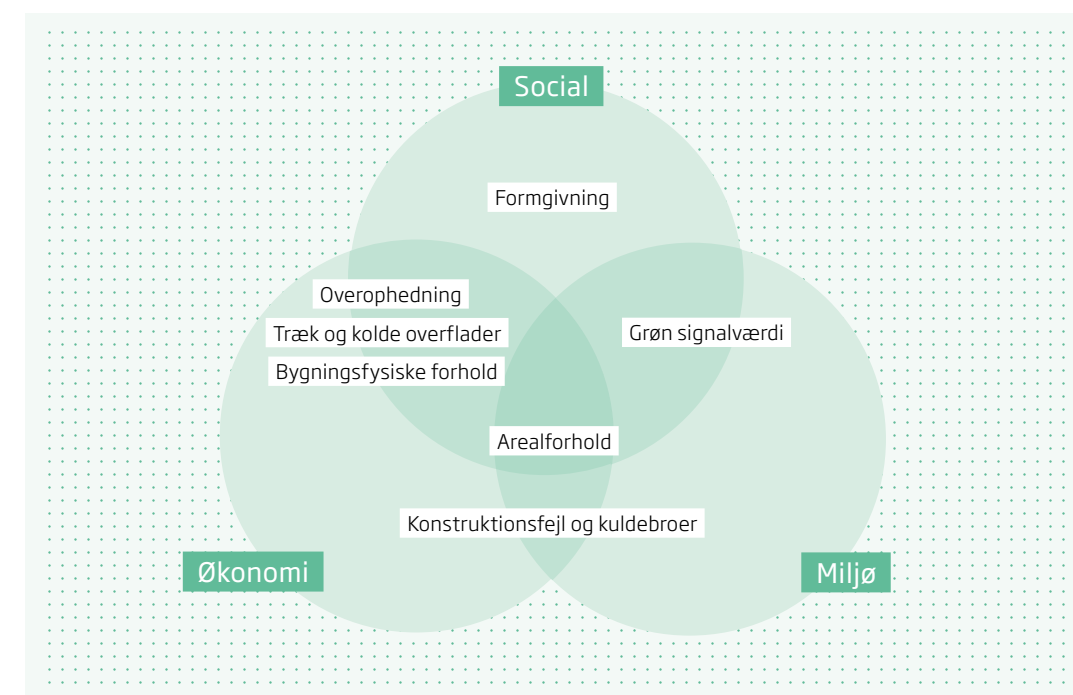


ENERGIBESPARELSER

Ca. 40 % af det samlede energiforbrug i Danmark bliver brugt i bygningerne, hvilket medfører et stort potentiale ved energibesparelser i bygningerne. Energibesparelser er ofte defineret som en positiv ting. Fra myndighedernes side opfordres der til at igangsætte projekter, hvor der spares på energiforbruget. Men som bygherre skal man gøre sig klart, at energibesparelser også medfører nogle overvejelser og konsekvenser.

Ofte vil de første kWh energi, der spares være de billigste, og større energibesparelser kræver

større investeringer. På et tidspunkt vil det ikke længere være rentabelt at spare på energien i forhold til den investering, energibesparelsen koster. Der kan også være overvejelser omkring de æstetiske ændringer, energibesparelser i bygninger kan medføre. F.eks. udvendig efterisolering af eksisterende bygninger kan ændre udtrykket af bygningen. Ligeledes kan energibesparelser ofte medføre en ændring af indeklimaet f.eks. ved tætning af klimaskærmen og efterisolering af tag og ydervægge. Ved disse ændringer kan man risikere overophedning som så skal håndteres efterfølgende.



”Ved at foreskrive, at et byggeri skal opføres efter BR2015 uden aktive tiltag, kan man risikere en negativ virkning, idet ingeniøren tvinges til at flytte kommaer på papiret for at overholde energirammekravet. Jeg kunne godt forestille mig, at den bedste løsning er en robust bygning med solceller”

Dilemmaet i praksis

Dilemmaet mellem vedvarende energi eller energibesparelser er et eksempel på, at dilemmaer ikke nødvendigvis er et enten-eller-valg. Blandt alle workshop-deltagere er der enighed om, at man først bør spare på energien og/eller reducere energiforbruget og dernæst indarbejde vedvarende energi, såfremt det er nødvendigt for at nå det enkelte byggeris specifikke målsætning inden for området. Dilemmaet er dog stadig meget aktuelt, idet den vedvarende energi kan anvendes med forskelligt sigte.

Konkret ses dilemmaet f.eks. i de udbuds-krav, der stilles til nybyggeri. Stilles der for stramme og ensidige krav i forhold til bygningens performance uden vedvarende energi, kan det medføre en uforholdsmæssig dyr suboptimering.

Andre ser en udfordring i, at der bliver bygget standard BR2010-byggeri, og at man så blot anvender solceller til at komme i en lavere energiklasse, uden at de øvrige krav hertil nødvendigvis er opfyldt. Denne tilgang

nævnes primært i forbindelse med udbudsprojekter, hvor pris er det eneste afgørende tildelingskriterie.

For at sikre energieffektive bygninger foreslås det derfor at udelade de energiproducerende tiltag af energirammen, så den kun behandler bygningers energibehov, og så resultatet dermed ikke afhænger af mængden af vedvarende energi som solceller og solvarme på bygningen.

Dilemmaet ses også konkret i debatten om, hvorvidt energibesparelser er relevante til lavenergiklasse 2015-niveau eller bygningsklasse 2020-niveau, når en større og større del af energiforsyningen herhjemme kommer fra vedvarende energikilder. I den sammenhæng peger branchen samlet på, at selv om energiforsyningen bliver vedvarende, vil udgiften til energiforsyningen stadig være der, og den bør man først og fremmest ”forsikre” sig imod via en reduktion i energibehovet (for nybyggeri) eller ved at prioritere energibesparelser i de eksisterende bygninger.

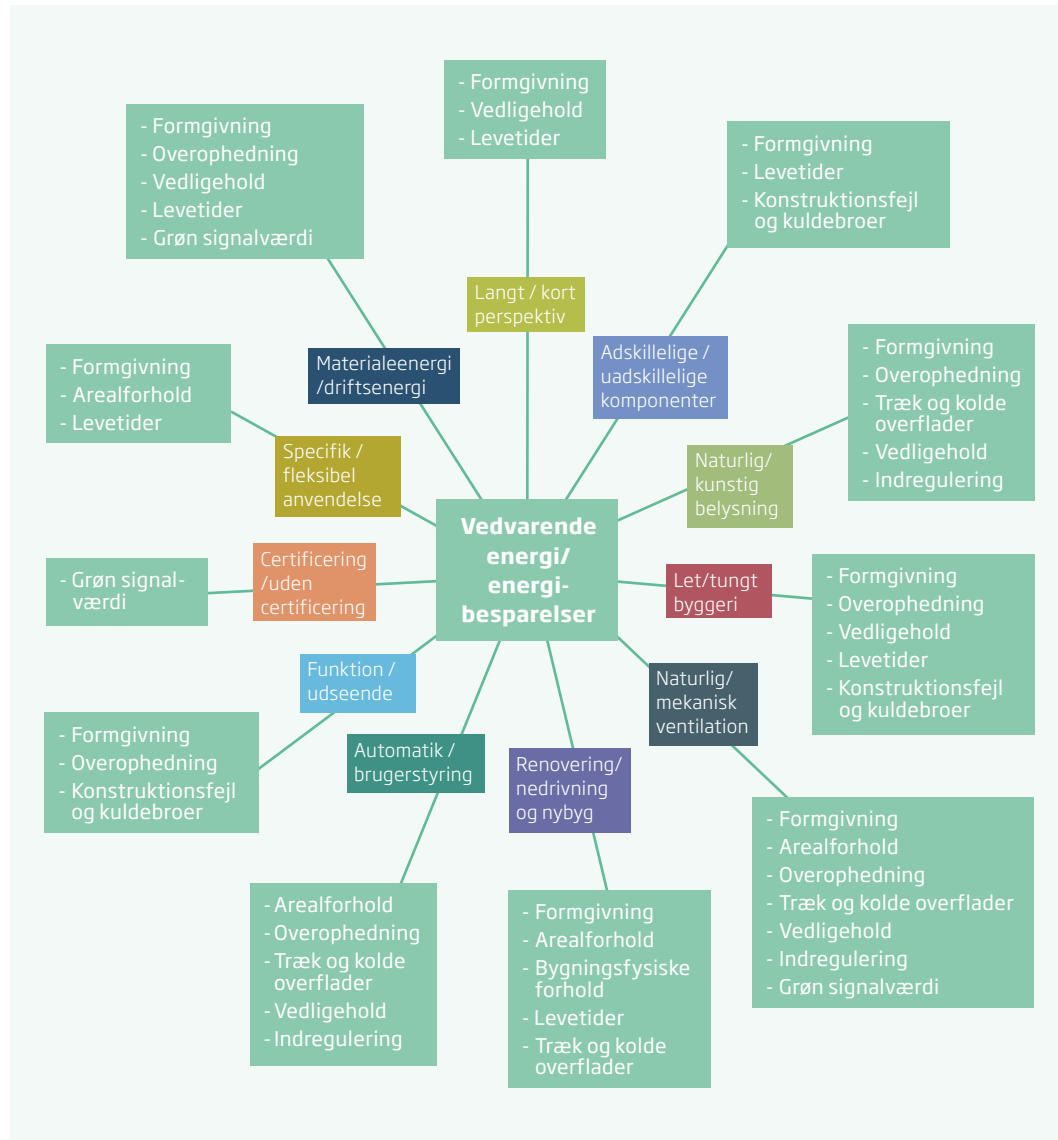
”Det ultimative er at lade energirammen være et udtryk for, hvad der samfundsmæssigt er et fornuftigt niveau for energibesparelser i bygninger. Så er energiproduktionen noget, som kommer ved siden af. Det gør, at man ikke er i tvivl om, hvor langt man skal gå på energibesparelsessiden”

Endelig nævntes det også, at dilemmaet både i forhold til vedvarende energi og energibesparelser har stor betydning for arkitekturen. Blandt arkitekterne er der et udpræget ønske om flere og pænere VE-løsninger. Samtidig opleves der også et dilemma mellem arkitektur og energibesparelser, idet man i den eksisterende bygningsmasse har så stort et fokus på målbare energiforbedringer, så de æstetiske forbedringer og potentialer ikke udfoldes i tilstrækkelig grad.

Sammenfatning

Forventeligt besvares spørgsmålet om vedvarende energi eller energibesparelser ikke med et ensidigt valg, der enten udelukker vedvarende energi eller energibesparelser, men i stedet ud fra en faglig afvejning mellem de to områder i et konkret projekts kontekst. Dette dilemma afspejler også i høj grad en kompleksitet, der viser sig i de mange forhold, der skal tages i betragtning,

inden den ”rigtige” afvejning mellem VE og energibesparelser kan findes. Disse forhold forgrener sig til både den økonomiske, den sociale og den miljømæssige bæredygtighed. Der er bred enighed blandt byggeriets aktører om, at energibesparelser bør prioriteres før vedvarende energi – i hvert fald så længe det er totaløkonomisk forsvarligt. Men afvejningen skal også gøres i spændingsfeltet mellem ønsker til profilering gennem synlig bæredygtighed, de æstetiske muligheder og de energimæssige krav til den enkelte bygning. Rådgiverne oplever også, at der til tider stilles krav omkring energibesparelser eller bygningers passive performance, der kan blive ødelæggende for totaløkonomi, æstetik eller indeklima. Det gælder f.eks. ved krav om lavenergiklasse 2015-byggeri uden brug af vedvarende energi eller krav til passivhus-standard på byggeri, der ikke egner sig til denne type certificering.



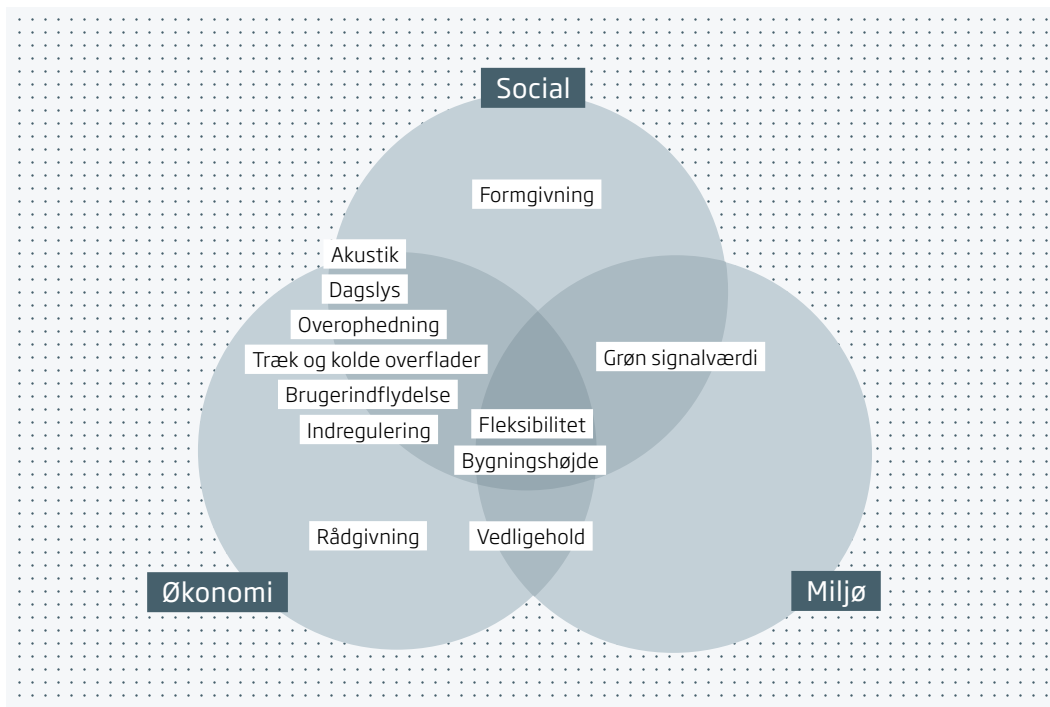


DILEMMA:
NATURLIG
ELLER MEKANISK
VENTILATION

NATURLIG VENTILATION

Mange eksisterende bygninger og en del nybyggeri bruger naturlig ventilation som metode til at få frisk luft ind i bygningerne og få fjernet eventuel overskudsvarme. Naturlig ventilation har umiddelbart nogle energimæssige og arkitektoniske fordele. De energimæssige fordele hænger primært sammen med, at der i Danmark ofte ventileres for at fjerne overskudsvarmen, der normalt vil forekomme om sommeren, hvor udeluften direkte kan føres ind i bygningerne. Det medfører, at et mekanisk ventilationsanlæg ikke er nødvendigt, og den energi, der skulle

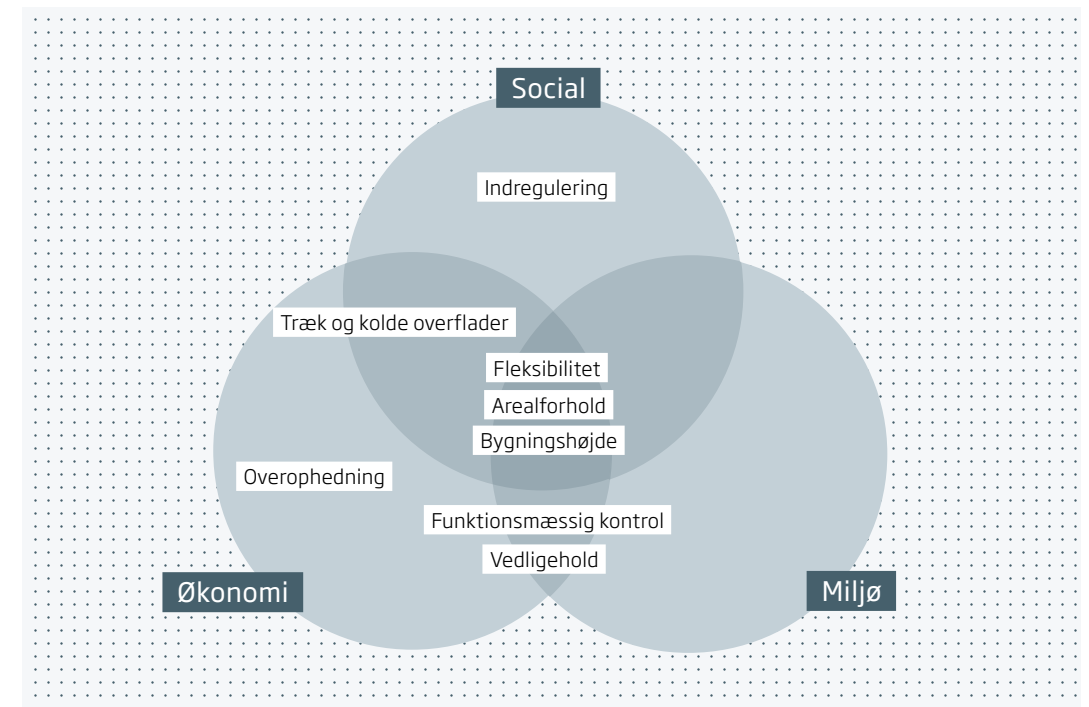
bruges hertil, bliver sparet. Arkitektonisk er der ligeledes nogle fordele, fordi der er større frihed til at formgive, da der ikke skal tages hensyn til installationerne. Dog er der også en del overvejelser omkring ikke mindst formgivningen, der skal gøres, såfremt naturlig ventilation vælges som den eneste ventilationsløsning. Styringsmæssigt er systemerne ofte mere komplekse og usikre, fordi ventilationen er afhængig af temperatur og vindforhold i og omkring bygningen. Desuden kan der ved uhensigtsmæssig implementering være nogle komfortmæssige udfordringer om vinteren.



MEKANISK VENTILATION

Brugen af mekanisk ventilation er den primære metode til ventilering af nybyggeri. Nyere anlæg varmegenvinder en stor del af luften, så der skal bruges relativt lidt varme til at opvarme udeluften. Med et mekanisk ventilationsanlæg sikres også en styring og fordeling af den friske udeluft. Og skulle udeluften ikke være frisk, så kan der installeres forskellige filtre, der filtrerer

urenheder fra. Dog skal der også være overvejelser i forbindelse med energiforbruget fra et mekanisk ventilationsanlæg samt drift- og vedligeholdelsesomkostninger hertil. Et mekanisk ventilationsanlæg medfører også nogle arkitektoniske overvejelser, da ventilationsanlæg ofte kræver et nedhængt loft.



”Udfordringen er, at reducerer man størrelsen på den mekaniske ventilation og introducerer naturlig ventilation om sommeren, kan det være svært at sige med sikkerhed, at man overholder indeklimakravene”

Dilemmaet i praksis

Naturlig eller mekanisk ventilation som dilemma vil i større eller mindre grad være aktuel i langt de fleste byggeprojekter. Om hovedvægten lægges på den naturlige eller mekaniske ventilation kan have stor betydning for bygningens indretning, form, facade, regulering og ikke mindst det oplevede indeklima. Workshops afholdt som led i udarbejdelsen af denne udgivelse har vist, at såvel arkitekter som ingeniører gerne arbejder med den naturlige ventilation – ikke mindst om sommeren. En række hindringer som meget specifikke krav til indetemperatur i byggeprogrammer, ønske om høj grad af fleksibilitet i forhold til fremtidig indretning samt usikkerheder i forhold til krav om træk reducerer i praksis antallet af projekter, hvor der primært anvendes naturlig ventilation, til et minimum.

Særligt ingeniørerne peger på, at naturlig ventilation både blandt dem selv og bygherrerne ofte opfattes som en ”usikker” ventilationsform med mange risici i projekteringen og den efterfølgende drift. Mekanisk ventilation opfattes som den ”sikre” løsning.

Dilemmaet naturlig eller mekanisk ventilation har som nævnt stor betydning for andre valg i design og projekteringsfaserne. I de tidligere faser, hvor bygningsform, indretning, fremtoning og byggehøjde bestemmes, vil valget af naturlig ventilation kræve grundige overvejelser vedrørende en række parametre. Disse er nævnt i SBI-anvisning 202 (Andersen, Heiselberg, & Aggerholm, 2002) og dækker alt fra omkringliggende støj til bygningens højde-dybdeforhold. I den forbindelse nævner rådgiverne også, at valget af naturlig ventilation stiller større krav til en integreret designproces, idet det har langt større implikation med de arkitektoniske discipliner.

Som følge heraf nævner arkitekterne, at valget mellem naturlig eller mekanisk ventilation bestemmes af forhold omkring projektet som f.eks. bygherrens ønske til etageareal – og dermed etager og etagehøjde samt den anlægsøkonomiske ramme. Den bedst tænkelige løsning foreslås som værende en hybridløsning med automatiseret mekanisk og naturlig ventilation. Denne løsning kræver en anlægsramme, der sjældent er til stede, og

fravælges derfor ofte, til trods for at man her ville opnå størst reduktion i energiforbruget. Netop krav til energiforbruget er også med til at definere ventilationssystemet. Det nævnes, at stramme krav til energiforbrug kan medføre øget fokus på muligheden for naturlig ventilation.


Sammenfatning

Uanset om valget står mellem naturlig eller mekanisk ventilation, skal der under alle omstændigheder gøres en del overvejelser i den forbindelse. Ventilation er en af de primære måder at sikre et godt indeklima på – både termisk og atmosfærisk. Der kan være

store komfortmæssige og energimæssige konsekvenser ved ikke at have dimensioneret og projekteret det naturlige eller mekaniske ventilationsanlæg korrekt. Sammenspillet mellem de andre dilemmaer illustreres i figuren på næste side. Og her ses det, at der er sammenfald mellem mange dilemmaer og mange overvejelser, hvilket indikerer, at overvejselsen omkring, hvilken ventilationsmetode der vælges, og hvordan den håndteres, er meget vigtig. Samtidig indikerer de mange sammenfald, at det tværfaglige samarbejde er vigtigt for design af en god løsning både i forhold til indeklimaet, æstetikken og ikke mindst den fremtidige driftsøkonomi.

”I de projekter, hvor vi kan bruge den naturlige ventilation som en del af historien og som et designelement, vil vi det gerne, men udfordringen er ofte økonomiske, arealmæssige og lovmæssige krav til byggehøjden”



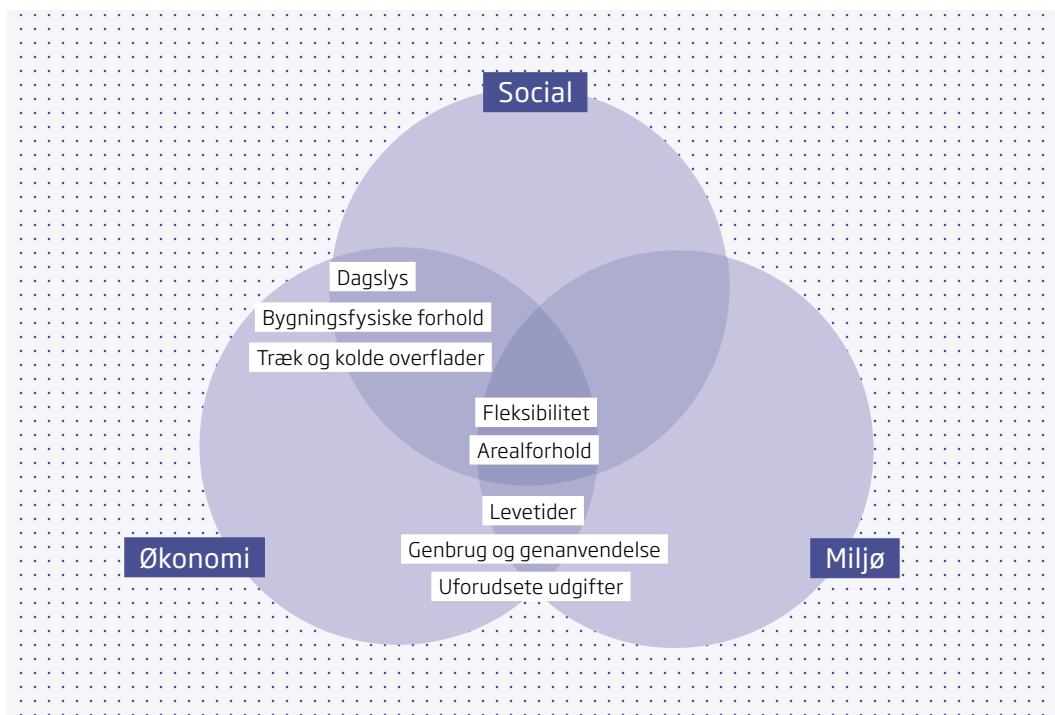


DILEMMA:
RENOVERING
ELLER NEDRIVNING
/ NYBYG

RENOVERING

Hvert år renoveres der for knap 100 mia. kroner i professionel byggeaktivitet - men undersøgelser viser, at der stadigvæk er et efterslæb på ca. 180 mia. kroner (Havelund & Simonsen, 2013). SBI har lavet en scenarieundersøgelse, hvor der blev opstillet tre energibesparelses-scenarier. Det mest vidtrækkende scenarie vil give en samlet energibesparelse i de eksisterende bygninger i 2050 på 73 % i forhold til nuværende forbrug. Dette vil kræve en investering på omkring 430 mia. kroner (Kragh & Wittchen, 2010).

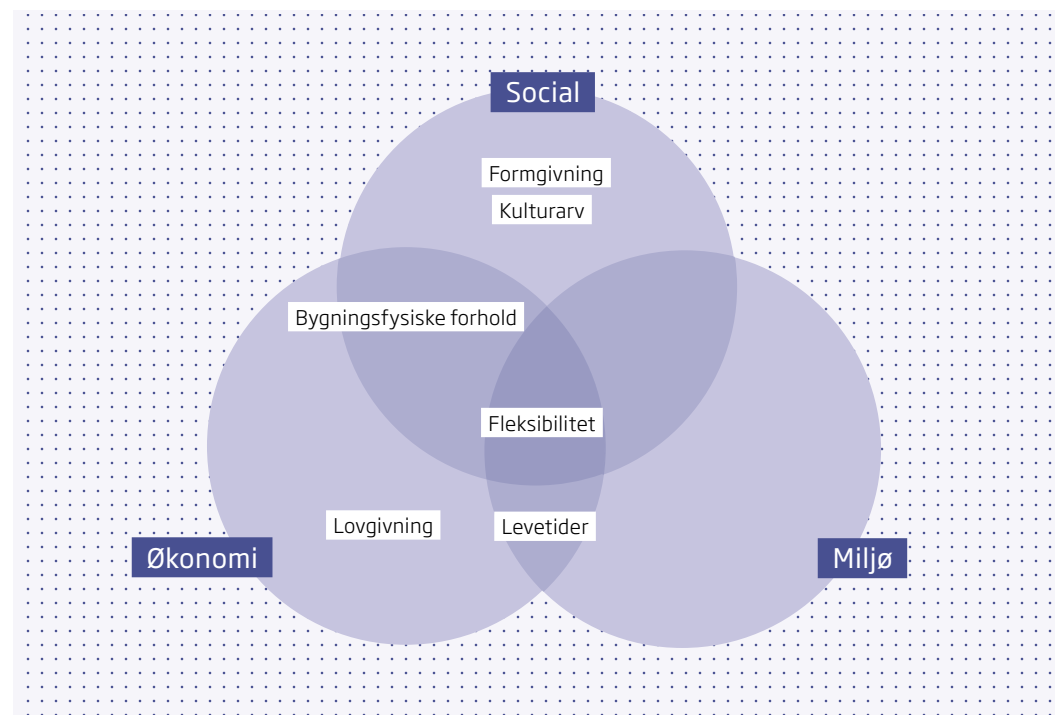
Der er mange overvejelser, der skal gøres, såfremt man vælger at renovere fremfor at nedrive og bygge nyt. Miljømæssigt kan det være en fordel, fordi man genbruger materialerne og dermed ikke bruger energi på at producere nye materialer. Den eksisterende arkitektur vil også kunne beholdes, såfremt den har en vis arkitektonisk kvalitet. Men renovering kan også være omkostningsfuldt. Der kan være mange uforudsete udgifter ved at begynde at renovere. Nogle af overvejelserne er vist i nedenstående figur.



NEDRIVNING / NYBYG

Alternativet til at renovere er at nedrive og bygge nyt. På papiret er det ofte den "lette" løsning. Man får en nybygning med opdateret funktionalitet og mindre energiforbrug i driftsfasen. Overvejelsen imod er, at det ofte vil koste mere at bygge nyt end at renovere en del af bygningen. Miljømæssigt vil det ofte heller ikke være en fordel at bygge nyt, fordi energiforbruget til produktion af materialer i et lavenergi-byggeri ofte overstiger det bygningsmæssige energiforbrug i bygningens

levetid. Men at nedrive på grund af nogle bæredygtighedsmæssige overvejelser har også nogle store arkitektoniske konsekvenser. Den eksisterende arkitektoniske bygningsarv er vigtig at fastholde, og mange bygninger har en arkitektonisk kvalitet, som medfører, at bygningerne ikke skal nedrives, men derimod renoveres. Dog er det vigtigt at have fokus på "fortidens syndere" som f.eks. PCB, som kan medføre, at det er nødvendigt at nedrive et eksisterende byggeri.



“Det er ofte kulturarven, som taler for renovering, hvorimod nedrivning og nybyggeri ofte viser sig at være det mest økonomisk fordelagtige.”

Dilemmaet i praksis

I disse år ses stadig flere og større renoveringsprojekter. Behovet for renovering er stort, og denne type byggeaktivitet er udbredt, mens nybyg kun bidrager til en ændring eller opgradering af bygningsmassen med ca. 1 % pr. år. Ofte vil man dog i forbindelse med renovering skulle overveje, om det bedre kan betale sig at nedrive og bygge nyt. Overvejelsen om netop dette emne “at kunne betale sig” viser sig dog hurtigt ikke kun at have økonomisk karakter. En lang række andre parametre må tages i betragtning. Blandt disse kan nævnes fredning, bevaringsværdighed, bevaring af materialer eller genbrug, arkitektonisk kvalitet, kulturarv samt opfyldelse af nutidige bygningskrav.

Kulturarven og genkendeligheden ved bevarelse af en bygning kan for renoveringen være en kvalitet og et argument i sig selv, men der er også eksempler på, at en renovering kan skabe højere arkitektonisk værdi end den oprindelige bygning.



Figur 3: Adam Khans forslag til renovering af Ellebo, som vandt konkurrencen Nordic Built, er et eksempel på, at renoveringen kan have højere arkitektonisk værdi end den oprindelige bygning. Kilde: Nordic Built.com

Arkitekterne peger på, at dilemmaet mellem renovering og nybyg også medfører de overvejelser, der gør sig gældende for dilemmaet funktion eller udseende. En renovering kan betyde, at kompromiser mellem de ønskede funktioner og det tilstedeværende areal er nødvendige. Samtidig stilles der større krav til arkitektens faglighed.

Et konkret eksempel, hvor man ofte vil stå i dilemmaet mellem renovering og nybyg, er skoleområdet. Nye krav til areal, indeklima, arbejds- og læringsformer samt medarbejderarbejdspladser fører ofte til nedrivning og dermed nybyg, eller som kompromis tilbyg. Blandt deltagere i de afholdte workshops nævnes det, at beslutningen om, hvad der gøres, ofte udelukkende ligger hos bygherren. Samtidig fornemmer rådgiverne, at ved flere projekter er det en totaløkonomisk vurdering i forbindelse med konkurrencen, der afgør, om det enkelte team vil anbefale renovering eller nybyg.

Blandt andre eksempler nævnes de mange renoveringer af etageboliger, der finder sted. Nogle udføres nænsomt uden større indgriben i arkitekturen, men mange steder ses gennemgribende renovering, hvor en overvejelse omkring renovering eller nedrivning og nybyg naturligt vil indgå. I den forbindelse nævnes det, at den støtte, der kan hentes til renovering fra forskellige side, i mange tilfælde er med til at præge beslutningen i retning af en renovering. Dermed skabes der bedre økonomiske forudsætninger for en renovering. Herudover nævnes bevarelse af materialeenergi, mulighed for genbrug, bevarelse af områdets arkitektoniske genkendelighed og særpræg, bevarelse af tilknytning samt bevarelse af eksisterende kvaliteter som argumenter for renovering. Samtidig nævnes imidlertid også risiko for en række kompromiser inden for dagslys,

temperatur, indretning, funktionalitet og arkitektur, der ikke vil kunne behandles med samme frihedsgrader som ved nybyggeri. Særligt i disse projekter nærer branchen et ønske om implementering af totaløkonomiske beregninger som en del af beslutningsgrundlaget. Investerings- og vedligeholdelseshorisonterne for denne type byggeri er lange, og derfor nævnes det, at det totaløkonomiske perspektiv vil resultere i bedre prioritering af det økonomiske råderum.

Sammenfatning

At renovere eller nedrive og nybygge kræver mange overvejelser, som fordeler sig over de sociale, økonomiske og miljømæssige konsekvenser. Vælger man at renovere, skal man være klar over usikkerheden og de udfordringer, der vil være ved at “åbne” en eksisterende bygning op. Vælger man at rive ned og nybygge, er der nogle miljømæssige overvejelser, der skal gøres. Nedrivning og nybyggeri i et eksisterende område kan ligeledes medføre nogle æstetiske overvejelser, i og med at områdets identifikation igennem bygningernes arkitektur bliver ændret, og tilknytningen til et område hermed kan blive reduceret. Dilemmaet har sammenfald med mange af de andre dilemmaer, fordi beslutningen om at renovere eller nedrive og nybygge fører naturligt over i de andre bæredygtighedsdilemmaer.



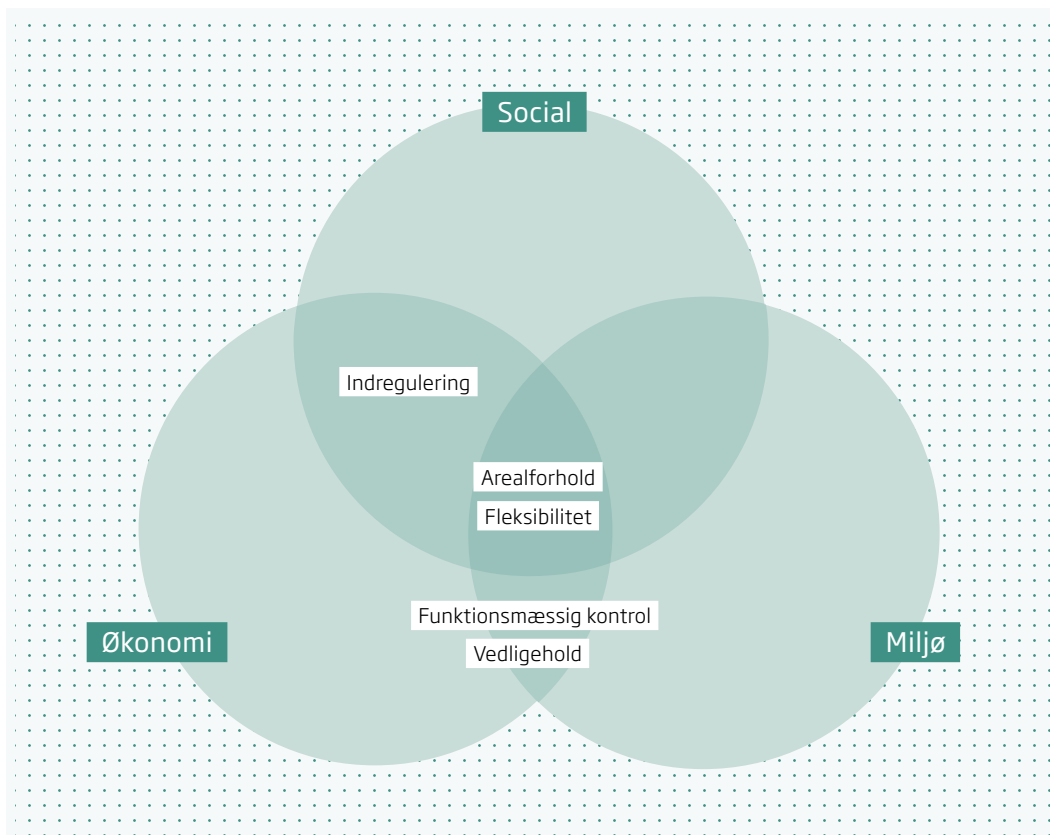
A photograph of an industrial control panel with various buttons and a hand reaching towards a window. The control panel is grey and features several buttons with labels: SERVICE, DRIFT, LAMPTEST, OPSTART, NØDSTOP, BEGER IND, STREGKODE, INDEKS, HALV INDE, VEJNING, TARER, SEND, and KASSE. A small digital display shows 'VIL DU FORLAD'. A hand in a dark suit sleeve is visible on the right, reaching towards a window with sheer curtains. A large teal diagonal graphic is overlaid on the image.

DILEMMA: AUTOMATIK ELLER BRUGERSTYRING

AUTOMATISK STYRING

Automatisk styring sker i nybyggeri enten i form af et CTS/BMS-system (centrale regulerings- og styringssystemer), et stand-alone-system eller en kombination. Det vil være usandsynligt, at et nybyggeri af større karakter ikke har en eller anden form for automatisk styring. Den automatiske styring vil typisk være af komfortmæssig karakter, såsom styring af varme- og kølesystemet,

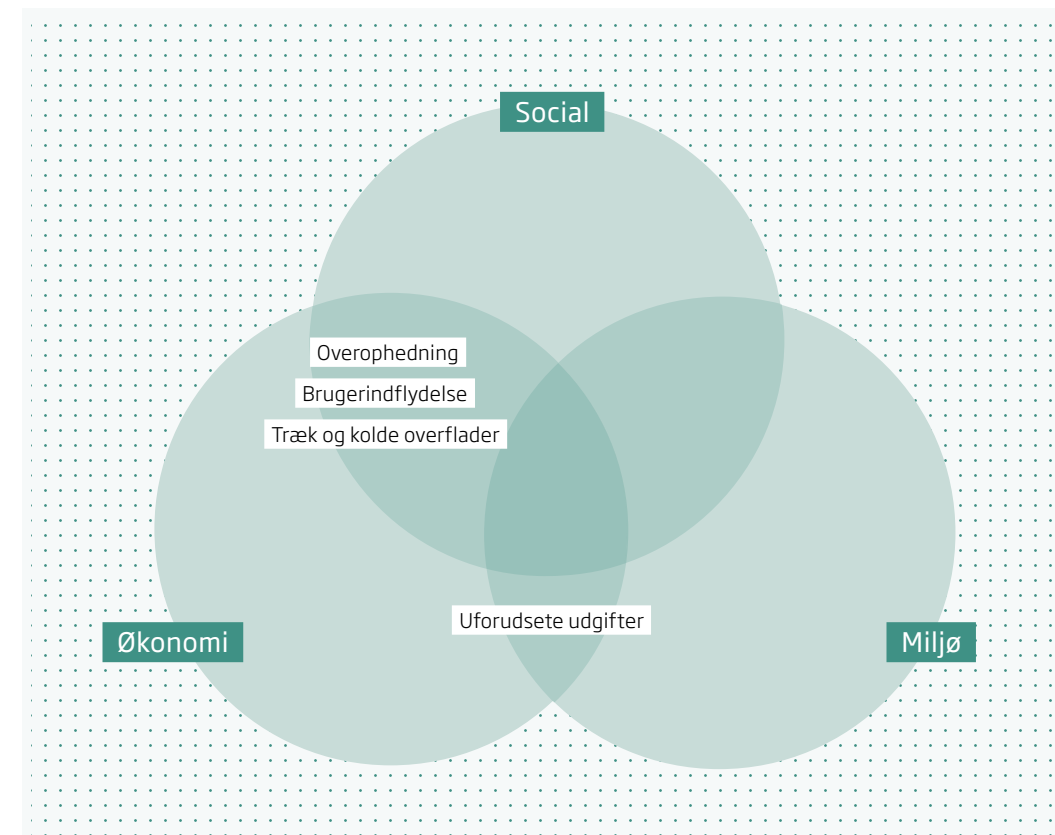
ventilationssystemet, belysningsystemet og solafskærmning. Sikringssystemer (adgangskontrol, overvågningen, alarmer osv.) er også en del af de automatiske styringer, men vil ikke blive berørt her. Optimeringen af de automatiske systemer kan ske på baggrund af energiforbrug og komfort, så systemerne hele tiden leverer den ønskede komfort for brugerne med mindst muligt energiforbrug.



BRUGERSTYRING

Brugerstyring er her defineret som brugerens egen mulighed for at påvirke komfortniveauet. Muligheden for brugerstyring kan f.eks. være begrænset til kun at have kontrol over en termostat i et rum, hvor der er mulighed for at hæve eller sænke temperaturen med f.eks. 3 °C, eller være udvidet til at have fuld kontrol over ens komfort (åbning af

vinduer for ventilation, kontakter til belysning, radiatortermostater for temperaturkontrol). Oftest vil der i moderne bygninger være en eller anden form for automatisk styring, men i mange eksisterende bygninger vil der ikke nødvendigvis være installeret nogen form for automatisk styring af komfortniveauet.



“Vi skal nå så langt vi kan med de passive midler.

Derefter kan vi anvende automatik til at få resten til at fungere”

Dilemmaet i praksis

Dilemmaet mellem automatik eller brugerstyring kalder som mange af de øvrige dilemmaer på en tværfaglig tilgang. Igen vil der som oftest være tale om en afvejning mellem de to former for styring. Særligt blandt arkitekterne ønskes i udgangspunkt en bygning, der i sig selv via bygningens orientering, formgivning og materialernes egenskaber kan regulere uden indblanding fra automatik. Man oplever dog også, at dette ønske ikke kan opfyldes – i hvert fald ikke i moderne byggeri. Kravene til små udsving i temperatur og luftkvalitet må nødvendigvis modsvares af en løsning med automatisk regulering.

Dilemmaet mellem automatik eller brugerstyring kommer forskelligt til udtryk afhængig af, om der er tale om enfamiliehuse eller erhvervsbyggeri. I mange nyere lavenergi-boligbyggerier ser man mere og mere automatik i form af avanceret regulering af varme, ventilation og solafskærmning. Konkret ses der eksempler på brugere, der har meget svært ved at forstå formålet med automatikken, hvilket betyder, at automatik og brugerstyring ofte modarbejder hinanden.

I forhold til overvejelser omkring den automatiske regulering på erhvervsbygninger nævner ingeniørerne, at automatik i sig selv ikke er et problem, men at brugerinteraktion med og opfølgning på systemerne kan være en udfordring. Der peges på, at intentionerne i design- og projekteringsfasen let kan gå tabt under udførelse og ikke mindst i den efterfølgende driftsfase.

Endelig har dilemmaet også en fremtrædende rolle i forhold til opfyldelse af byggeriers økonomiske ramme. Ingeniørerne peger på, at den automatik, som er med til at opretholde f.eks. indeklima og lysforhold, til tider spares væk, så overholdelsen af kravene hertil bliver udfordret og mere overlades til brugeren. Brugerstyringen har også flere aspekter. Konkret vil der ofte være ønske om mulighed for brugerinteraktion med automatiske systemer eller blot manuel betjening af visse funktioner – f.eks. vinduer. Ingeniørerne nævner, at brugerne ofte ikke har overblik over konsekvenserne af den betjening, de foretager, og dermed ikke kender konsekvensen for energi eller indeklima. Den manglende viden kan også føre til irritation, når den

“Hvis det kommer som en overraskelse at et vindue åbner, så bliver

man irriteret. Hvis man derimod har en viden om at det er for mit

eget bedste, så kan man bedre acceptere denne styring”

automatiske styring igangsætter regulering af f.eks. vinduer eller solafskærmning.

Samstemmende nævner workshop-deltagerne, at en afbalanceret vægtning mellem automatik og brugerstyring kræver, at bygherrens ønsker og holdning kendes, samt at rådgiverteamet i et tidligt samarbejde formår at designe en bygning, hvor automatik og brugerstyring fungerer intuitivt og passer til bygningens funktion og anvendelse. Endelig angiver ingeniørerne en efterfølgende commissioning-proces som nøglen til forståelse for og dermed også udnyttelse af de tekniske anlæg.

Sammenfatning

Dilemmaet omkring automatisk styring i forhold til brugerstyring går ofte på, at automatisk styring sikrer nogle driftsmæssige fordele (lavt energiforbrug, godt indeklima,

overblik, dokumentation mm.) Konsekvensen er ofte, at brugerne mister indflydelse og derfor ejerskab, og der er en tendens til større utilfredshed. Stor brugerstyring sker ofte på bekostning af mindre automatik. Dette ses især i eksisterende ældre bygninger. Fordelen er, at brugerne kan få det, som de vil have det, og at styringen ikke bliver et kvalificeret gæt på, hvordan brugerne gerne vil have det. Der er også en økonomisk fordel ved et meget brugerorienteret styringsystem. Fordi kravene til bygningerne omkring indeklima, energi og bæredygtighed igennem de seneste år er skærpet, er konsekvensen også, at bygningen bliver mere og mere automatiseret. Det giver en udfordring, idet brugerne ikke skal kobles helt af, fordi eksempelvis indeklimaet opfattes forskelligt fra person til person, og de forudindstillede set-punkter i et automatisk styringsystem ikke nødvendigvis tilfredsstiller denne forskellighed.



“Hvis vi ønsker en bygning uden de mindste udsving, så vil de aktive løsninger være at foretrække ift. de passive løsninger. Den passive romantiske forestilling lever kun, hvis vi kan acceptere nogle udsving”

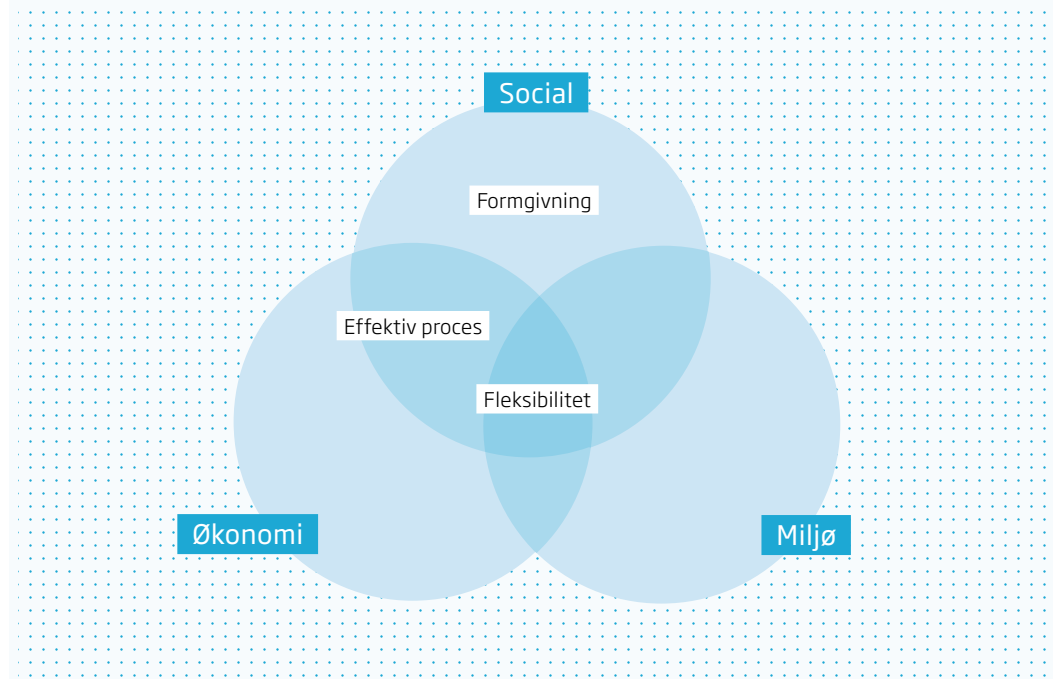


DILEMMA:
FUNKTION ELLER
UDSEENDE

FUNKTION

Ofte benyttes funktionsbegrebet til at betegne en rent mekanisk operation, altså som et tandhjul i et urværk, hvor alle mekaniske dele arbejder på et fælles projekt. Der er imidlertid tale om, at bygninger og deres bestanddele tjener adskillige formål ud over deres umiddelbare funktionelle rolle, f.eks. en dør, hvis umiddelbare funktion er at regulere adgangen til bygningen. Funktionsbegrebet bliver komplekst, når der opstår dobbeltfunktioner, f.eks. et vindue, der både giver udsyn og indblik, eller når begrebet udvides til at omfatte sociale og økonomiske funktioner, f.eks. sortglaserede

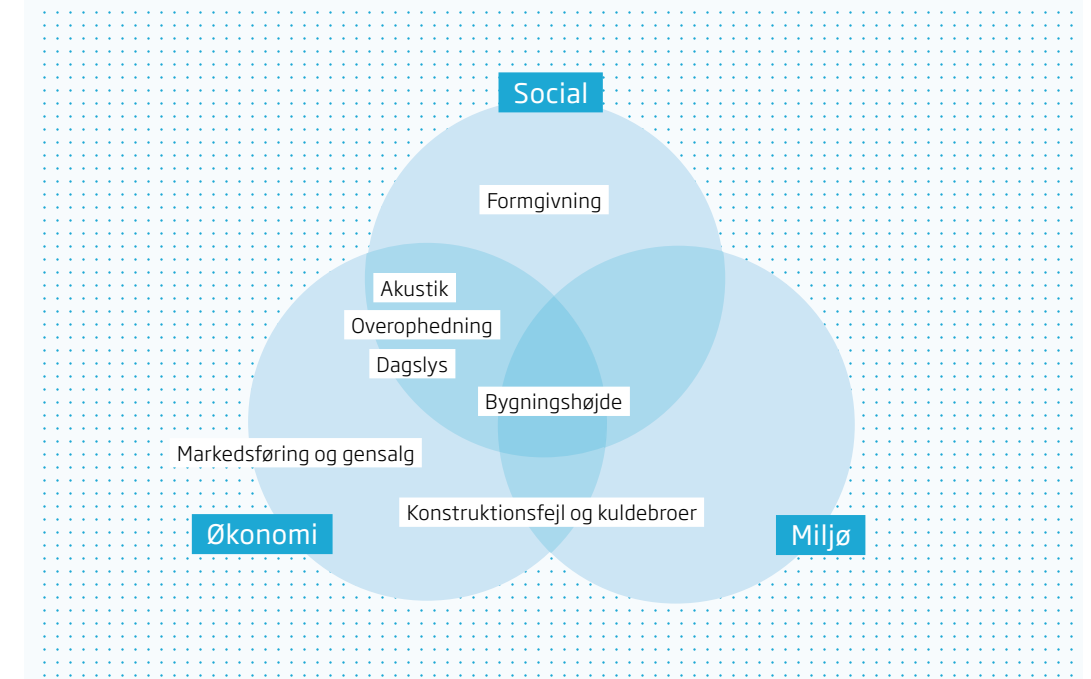
tagsten som reference til patriciervillaen. Udseendet kan derfor meget vel rumme en social eller økonomisk funktion, hvorved modsætningsforholdet bliver svært at opretholde, da funktionen og udseendet sammen danner en fortælling. Såfremt arkitektfaget praktiseres på højt niveau, indlæses der bevidst social betydning i de tekniske og funktionelle løsninger. I det omfang omgivelserne er i stand til at aflæse den indkodede betydning, kan brugsværdien af bygningen forøges, og den arkitektoniske bearbejdning har dermed skabt en forøgelse af bygningens sociale brugsværdi.



UDSEENDE

Udseendet af en bygning eller en bygningsdel er en del af bygningens funktionelle spektrum – en del af den service, som ydes brugeren. I samspillet mellem teknologi og design er det arkitektens opgave at lade udseende og den funktionelle nødvendighed smelte sammen til en samlet fortælling om byggeriet. Hertil kan anvendes kompositioner af rum, flader og materialekvaliteter, der skaber betydning i afkodning af fortællingen. Det er således en særskilt arkitektonisk disciplin at benytte bygningens konstruktioner til at skabe poetisk udtryk, også kaldet tektonik.

I forbindelse med teknologi, der indføres for at øge byggeriets bæredygtighed, er det således et anliggende for arkitektfaget at skabe nye fortællinger med udgangspunkt i de nødvendige vilkår, f.eks. en kraftigt forøget tykkelse af facadevæggen eller mekaniske samlinger til sikring af genbrug. Herved skabes en enhed mellem funktion og udseende. Man kan endda sige, at udseendet står i gæld til den funktionelle nødvendighed, som har leveret et uundværligt alibi for at frembringe fortællinger og identitets-skabende motiver.



“Vi er efterhånden der stilmæssigt, hvor et hus, der udtrykker, at det kan håndtere vind og sol, bliver en del af det arkitektoniske koncept.”

Dilemmaet i praksis

En bygnings funktion og udseende er således ofte sammenhængende størrelser og dermed igen ikke nødvendigvis et modsatrettet dilemma. Gennem workshops har det imidlertid vist sig, at netop dette dilemma spiller en nøglerolle for særligt arkitekten i design- og projekteringsfasen. Arkitekterne nævner, at vægtningen mellem funktion og udseende er en klassisk problemstilling i ethvert projekt. Bygningstypen kan være afgørende for vægtningen. Hospitaler har hovedvægten på det funktionelle, mens ikoniske domiciler, kulturbyggeri og til tider boliger snarere vil have hovedvægten på fremtoningen.

I praksis er funktionen bestemt af byggeprogrammet. Lokalplaner, brandmyndighed og regulativer kan også stille krav til bygningens funktion. Så længe disse opfyldes, kan arkitekten inden for de økonomiske rammer af projektet arbejde med udseendet. Netop økonomien nævnes af arkitekterne som en vigtig faktor i de konstante bestræbelser på at skabe god arkitektur ud fra funktionen. Konkret opleves det, at funktionen i visse projekter er så dyr at opfylde,

at kompromiset i udseendet bliver tydeligt aflæseligt. Ingeniører betragter bygningens funktion ud fra et ønske om at opretholde et godt indeklima med et samtidigt lavt energiforbrug i bygningens forskellige funktionelle scenarier. Indeklima og energiforbrug ønskes dog ikke optimeret på bekostning af, men i sammenspil med det arkitektoniske udtryk. Såvel arkitekter som ingeniører og entreprenører nævner, at det tidlige samarbejde er afgørende for at nedbryde de modsætninger, der kan opstå mellem funktion og udseendet.

Kun derigennem kan man sammen designe en bygning, hvor udseende og funktion i forening skaber kvalitet for bygherren. Til trods for et gensidigt ønske om samarbejde og derigennem opløsning af dilemmaet ses der alligevel konkrete eksempler på, at dilemmaet stadig er aktuelt. Det kan være ringe integration af tekniske løsninger i arkitekturen, hvor teknikken tydeligt fremstår som add-on, og hvor funktion og udseende dermed tydeligt fremstår som modsætninger. Som andet eksempel nævnes blandt workshop-deltagerne de projekter, hvor udseende og funktionalitet for

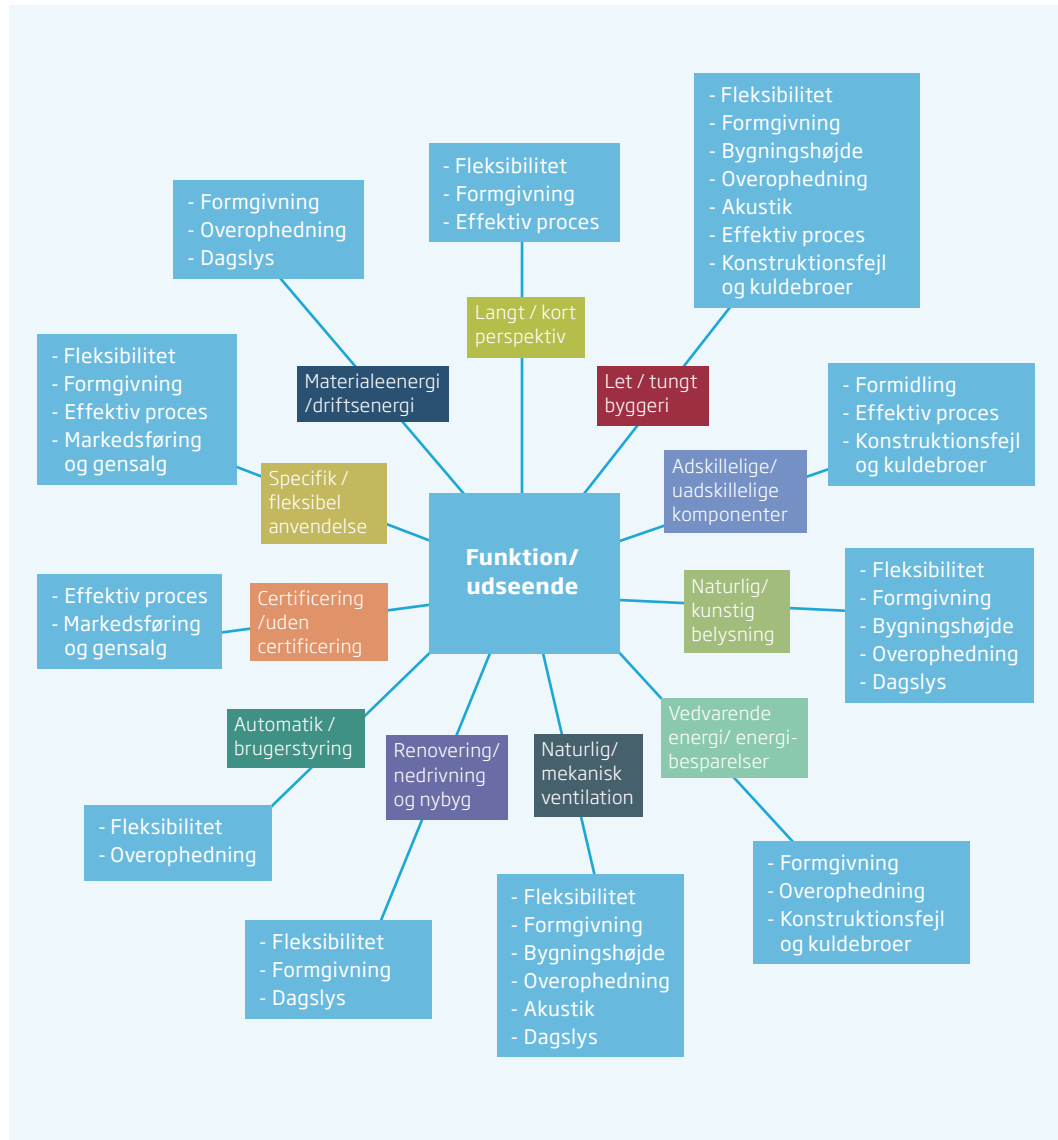
energi- og indeklimaperformance har været svært forenelige størrelser. Både ingeniører og arkitekter nævner, at ringe integration kan forekomme, hvis der ikke har været tilstrækkelig gensidig faglig respekt, eller hvis man ikke har sammenholdt funktion og udseende med de økonomiske forudsætninger.

Sammenfatning

Det måske lidt søgte forsøg på at udpege overvejelser ved prioriteringen af henholdsvis funktion og udseende munder ikke overraskende ud i en konstatering af, at det optimale vil være en passende afbalancering af de to hensyn. Således har en vægtning af funktionalitet nogle klare fordele, når det kommer til robusthed. Fordelen er dog kun til stede under den udtrykkelige forudsætning, at der er tale om et anonymt bygningsudtryk. Billedet vil ændres drastisk, hvis der er tale

om en decideret eyesore, hvilket kan være anledning til at erindre, at et højt prioriteret udseende faktisk kan svække både økonomisk værdi og social holdbarhed, hvis det skiller sig negativt ud, f.eks. et vulgært udformet firmadomicil eller en pinagtigt prangende velhaverbolig. Arkitektkonkurrencer med udpegede fagdommere udgør ofte en vis sikkerhed for, at f.eks. offentlige bygningsanlæg får et acceptabelt udseende til sikring af investeringen. Den ekstreme situation, at udseendet konsekvent prioriteres på bekostning af funktionen, vil være absurd i de fleste tilfælde, men har dog en særlig niche, f.eks. i visse typer udstillingsbyggeri, besøgscentre og forlystelsesparker, hvor arkitekturens vigtigste opgave er at tiltrække opmærksomhed. Det er således et spørgsmål, om det i virkeligheden ikke er funktionen, der er prioriteret

“Jeg er imod, at alle bygninger skal have så lavt et energiforbrug som muligt, hvis det går ud over arkitekturen. Der er altså også noget, som hedder arkitektonisk bæredygtighed. Jeg vil hellere have en mangfoldighed i byggerierne, hvor hver bygning er optimeret ift. dens udseende, frem for at alle bygninger er optimeret ift. deres funktion. Ellers ender det bare med, at vi anvender typehuse, som vi skalerer op og ned i størrelse”



“Der skal stilles krav fra bygherrens side om en tidlig samarbejdsproces mellem arkitekter og ingeniører”



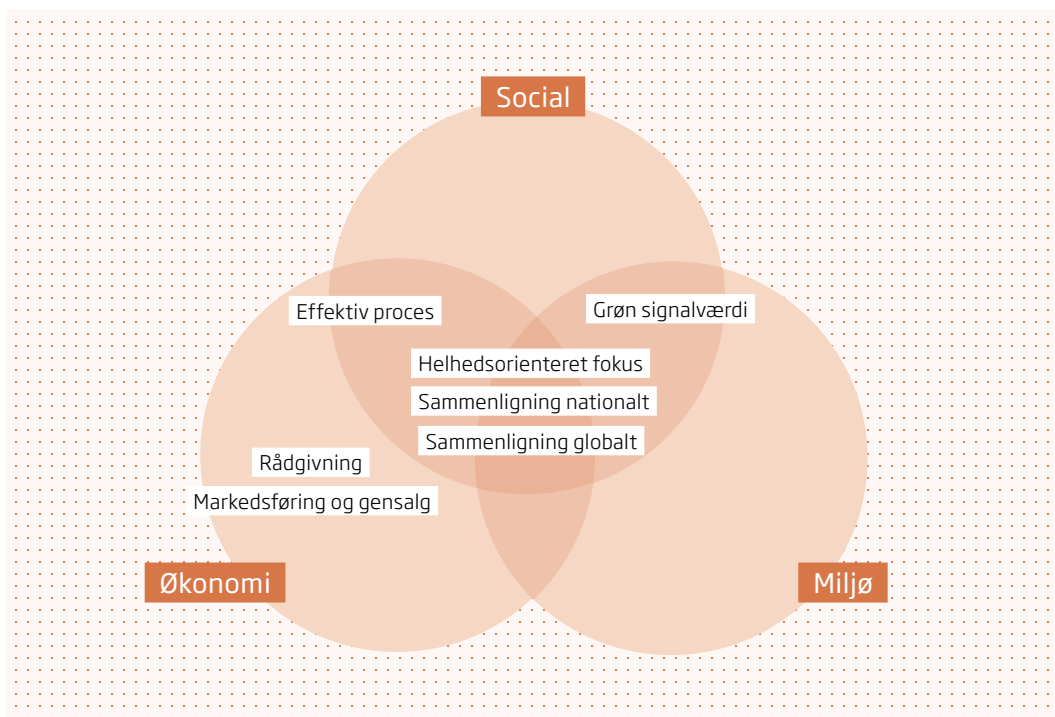
CERTIFICERET

DILEMMA:
CERTIFICERING ELLER
UDEN CERTIFICERING

CERTIFICERING

Bæredygtigheds certificering af bygninger har i det senere år fået større og større udbredelse. Blandt de mest kendte ordninger er LEED, BREEAM, DGNB og Active House. Til forskel fra de tre andre ordninger skiller Active House sig lidt ud, idet der her er tale om en light version til vurdering af bygningers bæredygtige performance. Samtidig er der heller ikke tale om en egentlig certificering, men i højere grad en vurdering med efterfølgende mulighed for inddeling af performance i forskellige klasser. Certificeringssystemerne pointgiver forskellige

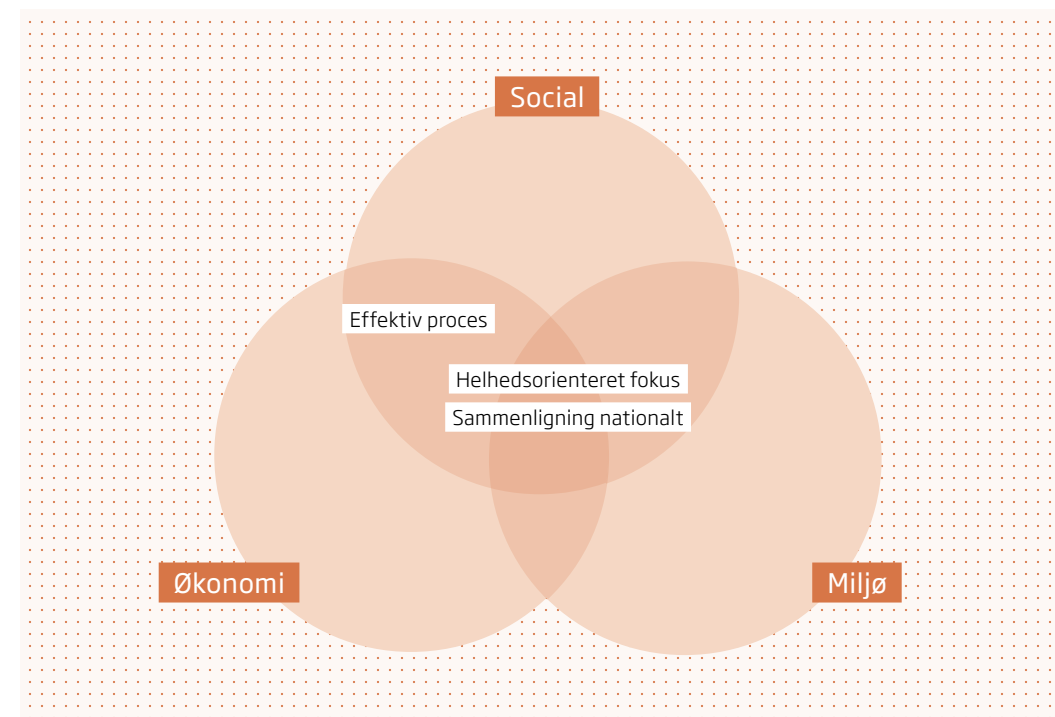
bæredygtighedsparameter, som bliver inddelt i underkategorier. F.eks. hører miljøpåvirkninger relateret til byggematerialer og drift under miljømæssige bæredygtighed, og termisk og atmosfærisk indeklime under social bæredygtighed. Certificering sker på baggrund af projekt materialet fra design- og projekteringsfasen samt nogle målinger i løbet af eller efter udførelsen. Der er flere fordele ved at certificere en bygning -f.eks. fokus, struktur, sammenligning og formidling. Ulemperne kan være en øget udgift til rådgivning i forhold til ikke at certificere.



UDEN CERTIFICERING

Vælger man at opføre sin bygning uden samtidig at udføre en bygningscertificering, bør man i højere grad have fokus på at beskrive de dele af bygningens bæredygtige performance, man ønsker skal være toneangivende. Det gælder f.eks. inden for driftsenergi, materialer, indeklime, dagslys osv.

som generelt beskrevet i dilemmaerne. Det er dermed også muligt at lave et bæredygtigt byggeri uden brug af certificeringsordninger, men det vil kræve, at processen og overvejelserne er struktureret og fokuseret hen imod bæredygtighed.



“Certificeringer giver en sikkerhed for bygherren, og de sikrer, at man kommer omkring mange vigtige parametre i byggeriet”

Dilemmaet i praksis

Certificering af bæredygtigt byggeri er et relativt nyt fænomen i Danmark. Gennem de seneste år er der sket en tilpasning af DGNB-systemet til dansk kontekst for en række forskellige bygningskategorier. De mest kendte øvrige systemer, LEED og BREEAM, er ikke tilpasset dansk kontekst, men kan stadig anvendes i dansk byggeri. Active House er også tilgængelig og tilbyder en lightudgave primært rettet mod boliger, men stadig med tilhørende energi, indeklimate og LCA-vurderinger på bygningsniveau.

Under de afholdte workshops peger såvel arkitekter som ingeniører og entreprenører på, at fordelene ved at vælge certificeringssystemer er, at man sikrer gennemgang af en række parametre med tilknytning til bæredygtighed inden for de enkelte systemers afgrænsning. Samtidig opnår man inden for de enkelte systemer en grad af sammenlignelighed. Samtidig nævnes muligheden for at gøre bæredygtigheden målbar - og dermed tjene point for bæredygtige tiltag - som en fordel.

Som den største barriere for certificering og dermed også baggrund for at bygge uden certificering nævnes merudgiften til rådgivning og dokumentation. Blandt både rådgivere og bygherrer nævnes også manglen på muligheden for at værdisætte gevinster ved certificeringen og derved opveje den nævnte udgift. Det nævnes også, at nogle af de byggerier, der er blevet certificeret, er blevet det efter udførelsen og alligevel med bronze som resultat. Det kan for nogle virke uambitiøst, men kan også være et udtryk for, at bæredygtig projektering allerede er en indgroet del af branchen og projekterne, ikke mindst hjulpet på vej af certificeringsordningerne og det fokus og den viden, de har bidraget med.

Endelig påpeger deltagerne, at der kan være områder i certificeringsværktøjerne, der kan nedprioriteres, men hvor man stadig vil kunne opnå en god klassificering. Her nævnes særligt commissioning som et område med stor indflydelse på bygningens drift og dermed også bæredygtighed over hele levetiden. Desværre oplever rådgiverne, at denne betydning ikke afspejles i pointgivning og dermed ej heller altid i prioriteringen.

“Fordelen ved certificeringerne er, at man får gjort bæredygtigheden målbar”

Der er dog bred enighed om, at muligheden for bæredygtigheds-certificering af byggeri har medført øget fokus på bæredygtighed i byggeriet og i øvrigt været medvirkende til at skabe et fælles sprog på området, som kan udnyttes, uanset om der vælges certificering eller ej. Samtidig har man med bæredygtigheds-certificering fået skabt en kvalificeret samlet beskrivelse af bæredygtighed i byggeriet. Der nævnes et ønske om en mere tilgængelig lightversion, der i højere grad retter sig mod de mindre byggerier.

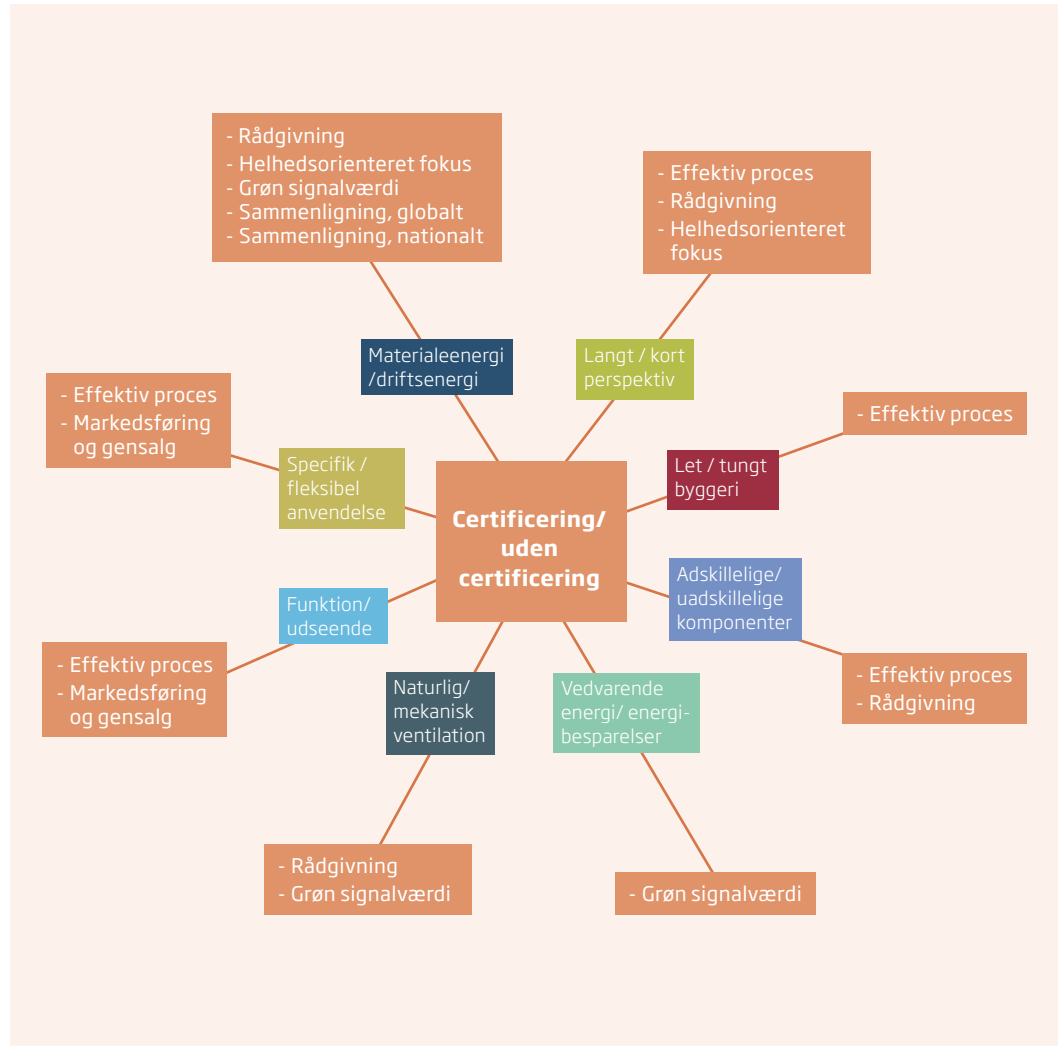
Sammenfatning


En certificering inden for bæredygtighed giver en struktur og et overblik over, hvad der skal fokuseres på for at sikre bæredygtigheden i et byggeri. Som figuren på næste side viser, er der relativt få sammenfald med de andre dilemmaer, og det skyldes primært, at f.eks. certificeringer vil kræve, at konsekvenser fra de andre dilemmaer (f.eks. materialeenergi eller tungt byggeri i forhold til overophedning) dokumenteres som en del af certificeringsordningen. En certificeringsordning sikrer, at overvejelserne fra dilemmaerne bliver gransket og vurderet.

Det er muligt langt hen ad vejen at bygge bæredygtigt uden brug af en certificeringsordning, men certificeringsordninger tilbyder en færdigredigeret struktur med vægtning og pointsystem, hvilket med god grund kan virke tillokkende.

Hverken certificeret eller ikke-certificeret byggeri kan dog undsige sig de klassiske udfordringer med energiforbrug og dårligt indeklimate - ikke mindst fordi performance for beregninger stadig beror på forudsætninger i design- og projekteringsfasen. Hvorvidt den beregnede og virkelige performance er ens, afhænger stadig i høj grad af kvalitet i udførelse, indregulering og ikke mindst forholdet mellem forventet brugsmønster og faktisk brugsmønster.

“Certificeringer er lidt som at være forsikret - de er dyre, men giver sikkerhed”



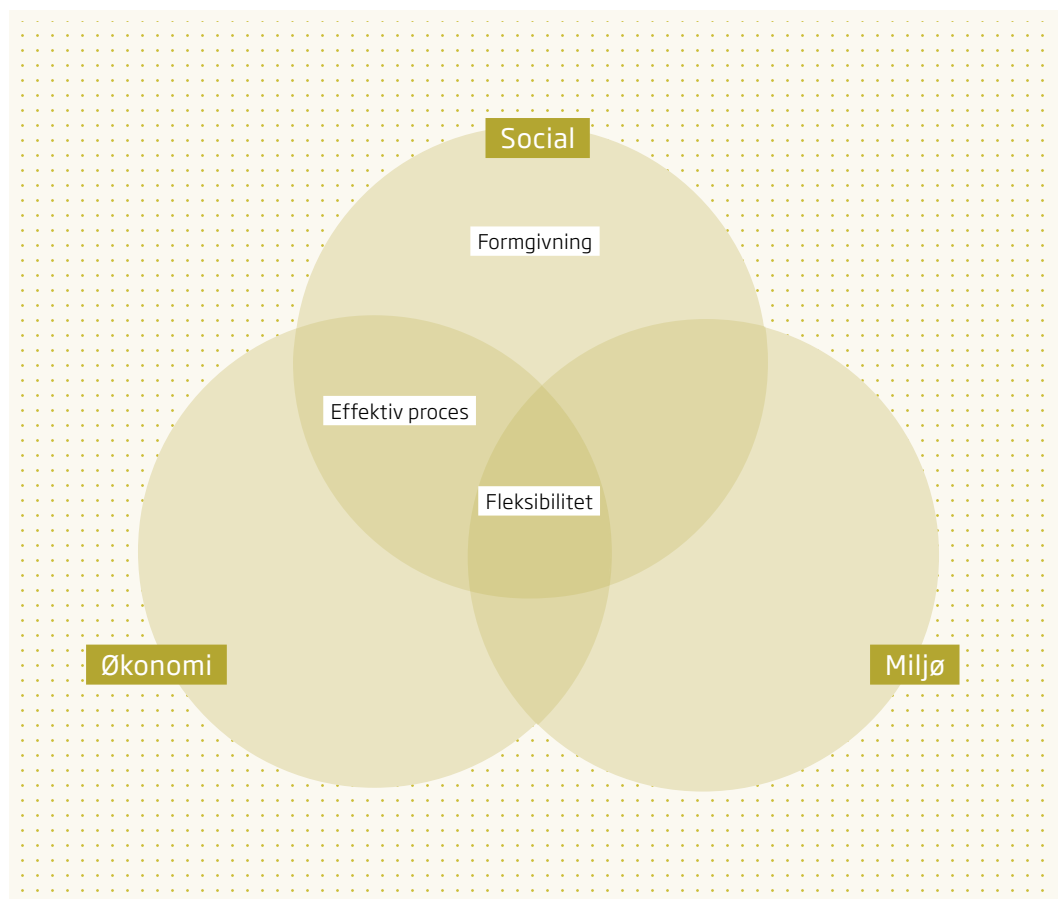


**DILEMMA:
SPECIFIK ELLER
FLEKSIBEL
ANVENDELSE**

SPECIFIK ANVENDELSE

Specifik anvendelse er, når bygningen skal designes og bruges til en bestemt funktion. Hermed kan der optimeres på formgivningen, så unødige tiltag ikke implementeres. Der er især nogle økonomiske overvejelser, der kan gøre sig gældende, idet der ikke kræves flere

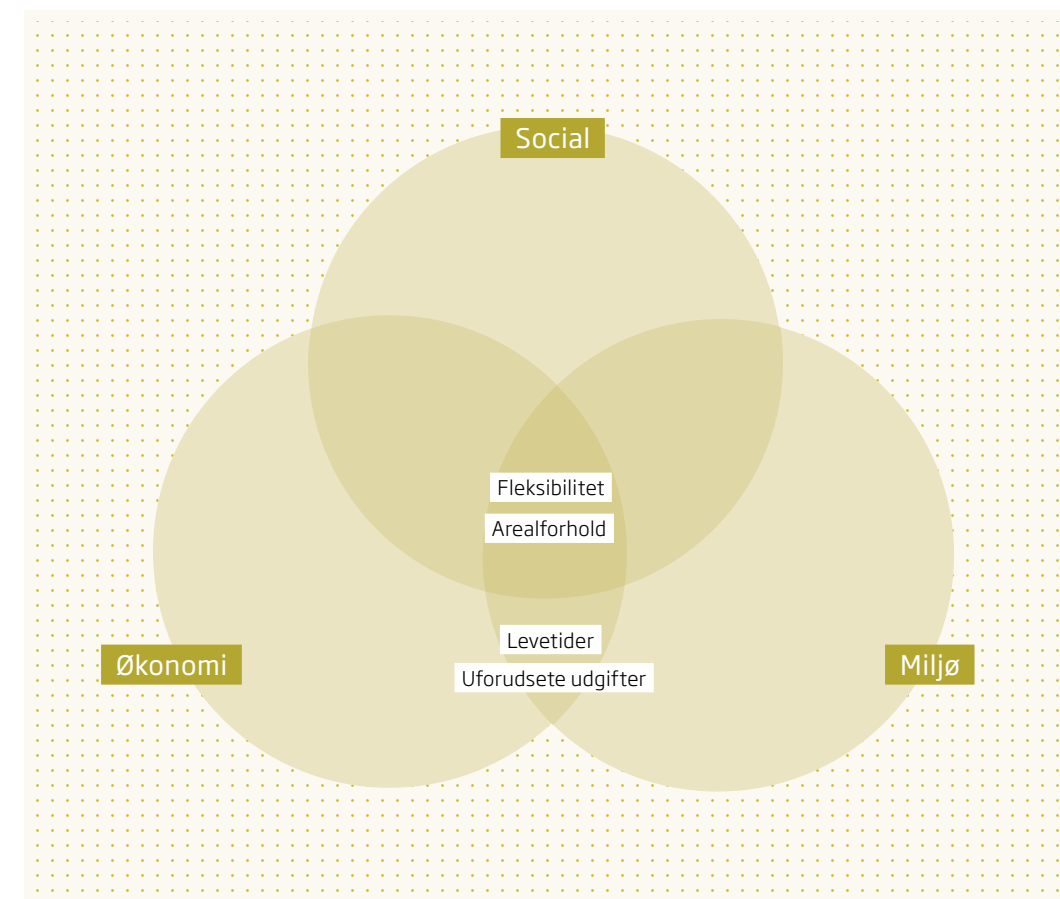
funktioner tænkt ind i byggeriet. Der vil være mulighed for igennem designet at understøtte og optimere i forhold til brugskulturen, f.eks. en specifik pædagogisk strategi i en institution.



FLEKSIBEL ANVENDELSE

At bygge fleksibelt er at tænke langsigtet. Kan bygningen bruges til noget helt andet om 20 år, og kan det indtænkes i designfasen? Dette vil også have nogle økonomiske konsekvenser. På den korte bane kan det være lidt

dyrere at opføre byggeriet, men til gengæld kan byggeriet måske holde værdien i længere tid. Miljømæssigt er der også fornuftigt at tænke langsigtet, da bygningen kan genanvendes, og nedrivning undgås.



Dilemmaet i praksis

Dette dilemma opstår hyppigt i forbindelse med programmeringen i samarbejde med bygherre, investorer og driftspersonale. Der er i reglen tale om at afveje meromkostningerne i forhold til den besparelse, der kan opstå senere ved lette ændringer i bygningen eller udskiftning af elementer i forbindelse med vedligeholdelse. Der kan også være salgs- eller udlejningsmæssige overvejelser, f.eks. hvis fleksibilitet i et boligprojekt giver mulighed for at nå en større målgruppe af købere/lejere, fordi der kan præsenteres flere valgmuligheder. At fleksibilitet også kan være nøglen til ressourcebesparelser, er et forholdsvist nyt perspektiv.

Konkret ser workshop-deltagerne dilemmaet i mange byggeprogrammer. Der er som oftest et ønske om fleksibilitet i form af muligheden for at ændre ruminddeling og til dels også rummenes funktion. Denne fleksibilitet på mikroniveau kalder for arkitekternes vedkommende på krav til byggematerialer og mulig omkalfatring af det disponerede areal.

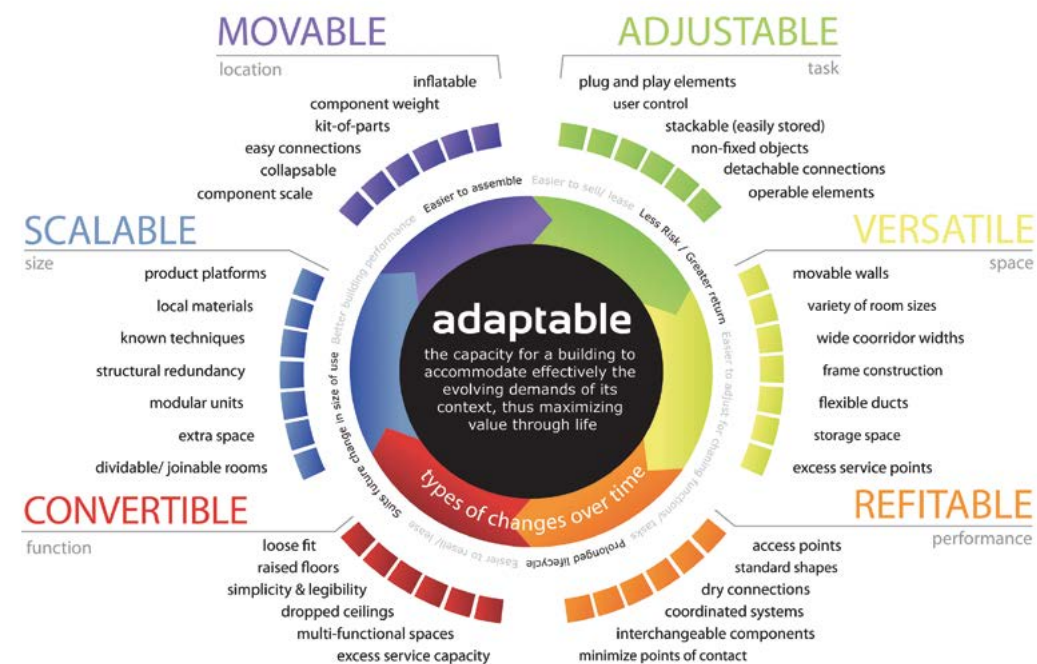
For ingeniørernes vedkommende medfører kravet, at installationer som varme og ventilation skal forberedes til de forskellige brugsscenarier.

Dilemmaet optræder dog også på makroniveau, hvor en bygnings anvendelse ændres fra f.eks. erhverv til boliger. At forberede dette i en design- og

projekteringsfase kræver en helt anderledes tilgang og har en række indbyggede barrierer. Der findes lovgivningsmæssige rammer for bygninger, der har væsentlig indflydelse på valget af strategi for fleksibilitet og for den mulige grad af fleksibilitet. Lokalplaner regulerer således traditionelt, hvilke funktionskategorier der er tilladt for bebyggelsen. Med funktionskategorierne følger ofte etagehøjder og maksimale bygningshøjder. Det betyder, at det ikke altid er muligt at planlægge for konversionsscenarier, f.eks. hvis boliger ikke kan udføres med ekstra rumhøjde. Endvidere er bygningsreglementet forskelligt for forskellige kategorier af bygninger. Regler for brand, indretning og energiforbrug er således ikke ens for f.eks. boliger og erhverv; to funktionelle kategorier, som det ofte er relevant at konvertere imellem.

Ud over de rent praktiske forhold omkring disponering af areal og installationer nævnes vigtigheden i, at materialerne er tilpasset ønsket om fleksibilitet i form af et lavt aftryk i fremstilling og bortskaffelse eller i form af umiddelbar mulighed for genbrug. Som nævnt er det miljømæssige mindset relativt nyt i denne sammenhæng, og hvorledes det i praksis kan udfoldes, er derfor ikke undersøgt til bunds.

I diagrammet på næste side sammenfattes de forskellige mulige tilpasningsstrategier, som man kan inddrage i programmerings- og designfasen.

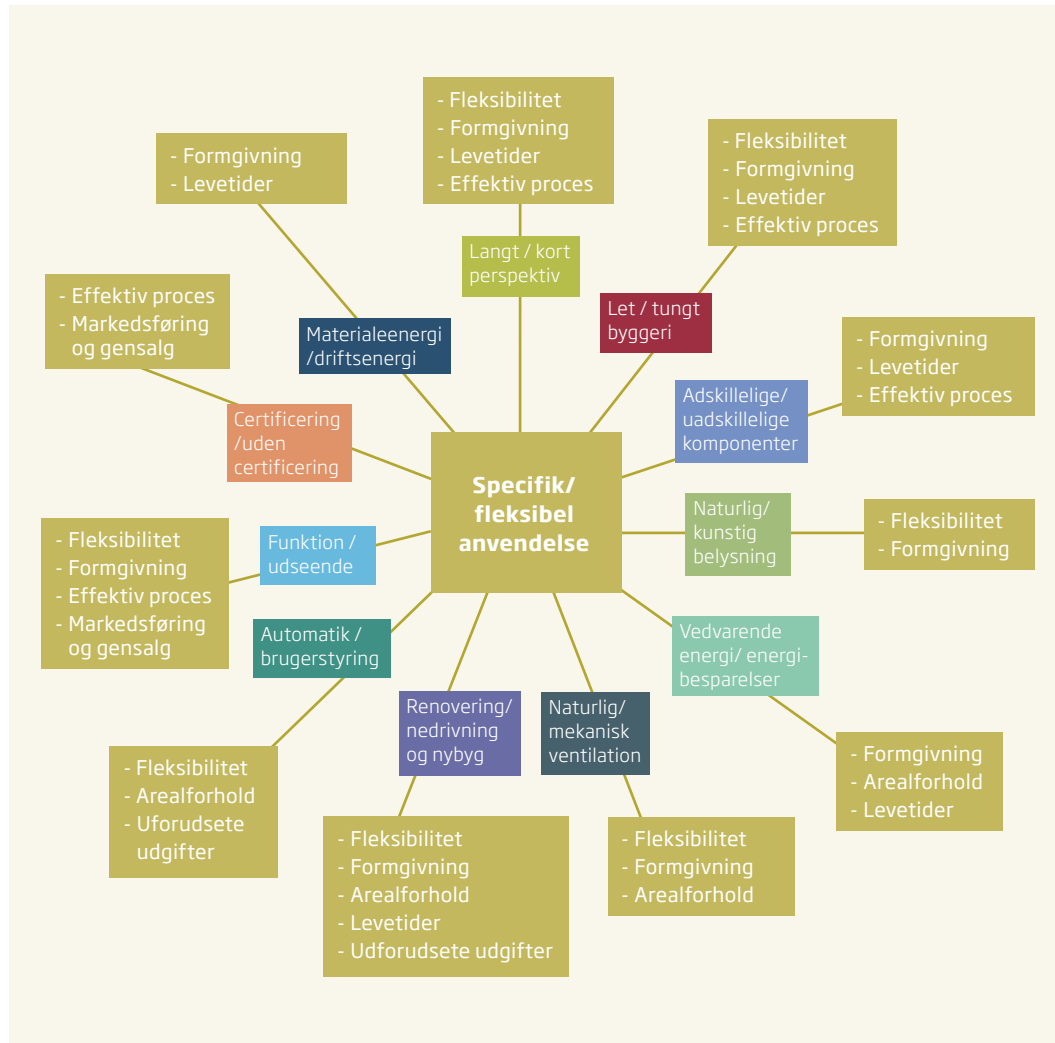


Figur 4: Forskellige tilpasningsstrategier i programmerings- og designfasen. Kilde: Loughborough University Adaptable Futures Research Group, 2014

Sammenfatning

Afvejningen af overvejelser ved fleksibilitet og funktions specifikt bygningsdesign er helt afhængig af tidshorisonten. Den korte planlægningshorisont tilsiger anvendelse af optimeringer på kort sigt. Særligt er der et økonomisk rationale i at prioritere det velkendte og dermed de nutidige behov. Det kræver en ekstra indsats i programmerings- og projekteringsfasen at planlægge

langsigtet, og den langsigtede økonomiske fordel ved fleksibilitet høstes ofte af andre ejere end den bygherre, der afholder anlægsudgiften. Ved langsigtet ejerskab, f.eks. offentlige bygninger eller pensionskassebyggeri, er der dog et incitament til at vælge fleksible løsninger. Flexibiliteten har en del sammenfald med de andre dilemmaer, som det ses i figuren på næste side.





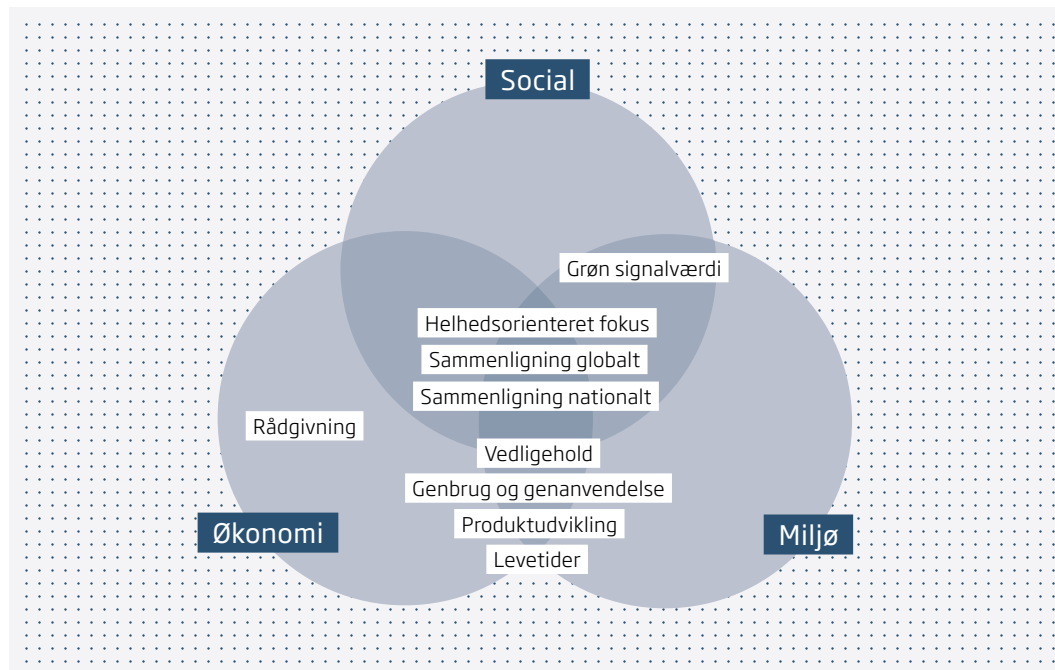
DILEMMA:
MATERIALEENERGI
ELLER DRIFTSENERGI

1.41/0.43

MATERIALEENERGI

Materialeenergi er ment som den energi, der bruges på at udvinde, producere og transportere materialer til et givent byggeri samt vedligeholdelse, nedrivning og bortskaffelse. At tænke i materialeenergi er relativt nyt for den danske byggebranche. Men det er et område, der har fået mere fokus inden for de seneste år - især i forbindelse med certificeringsordningerne og overvejelserne omkring, at det bæredygtige byggeri er mere end bare lavenergi-byggeri. Men også fordi driftsenergidelen bliver mindre, hvilket relativt betyder større andel for materialeenergidelen. Der er en

stigende forståelse for, at materialeenergi er en vigtig brik i det helhedsorienterede bæredygtige byggeri, og at materialeenergi vil give en bygherre et reelt oplyst grundlag om det totale energiforbrug i forbindelse med et byggeri. Der er mange overvejelser, der skal gøres, når man ser på materialeenergi. Det er vigtigt at have det rigtige datagrundlag for beregningerne, så forskellige materialer og byggekomponenter kan sammenlignes. På nuværende tidspunkt er datagrundlaget ikke specielt stort, og der skal forventes en merudgift til rådgivning for at få belyst de materialemæssige konsekvenser.

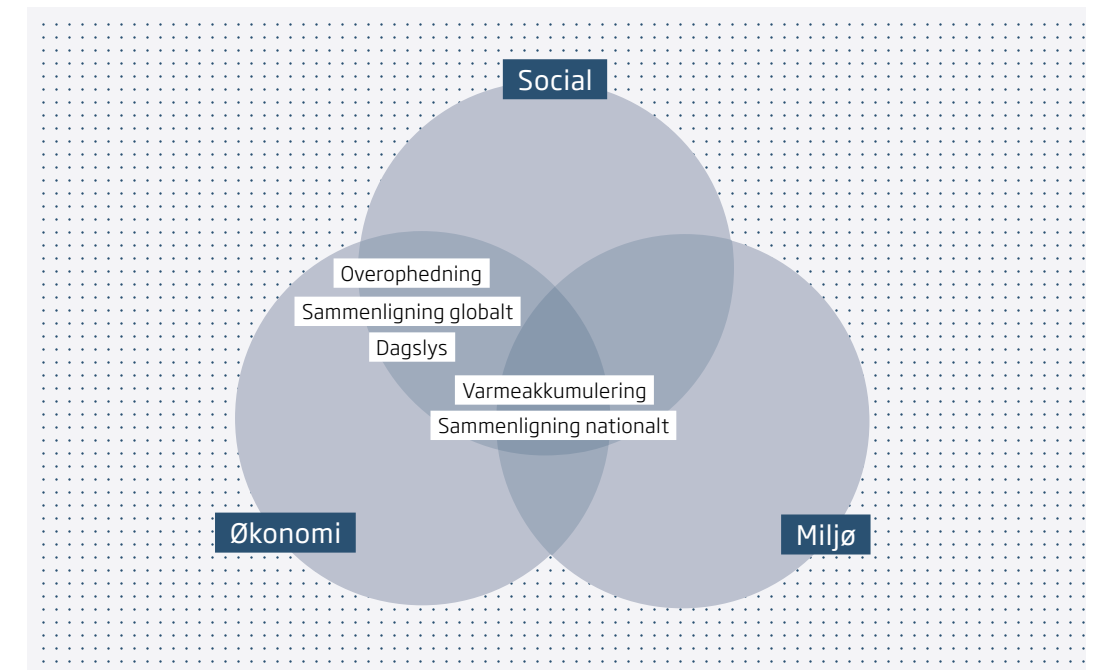


DRIFTSENERGI

Driftsenergi er her defineret som den energi, der bruges til at drifte bygningen. Typisk vil dette være energiforbrug til køling, ventilation, opvarmning, belysningsanlæg, elevatorer, pumper, varmepumper osv. Energi brugt til særskilt produktion betegnes procesenergi og er normalt ikke inkluderet i driftsenergien. Der har i mange år været stor fokus på driftsenergien af nybyggeri. Bygningsreglementet har haft fokus på dette. Fokus på driftsenergi vil medføre et generelt lavere energiforbrug i en bygning. Risikoen ved at fokusere på driftsenergien kan være, at man glemmer brugerne i

bygningen, og at f.eks. indeklimaet ikke får det tilsvarende fokus.

Der kan også være nogle arkitektoniske overvejelser, som bliver udfordret gennem et stort fokus på driftsenergi. Derfor er begreber som integreret energidesign, integreret designproces, helhedsorienteret byggeri osv. begyndt at vinde indpas. Fokus på driftsenergi skal ske i et tværfagligt samspil med de andre fagligheder i et byggeri.



”Vi kan ikke rykke os meget mere med passive midler på driftsenergisiden, så nu skal vi begynde at se lidt mere på de materialer, vi anvender i vores huse”

Dilemmaet i praksis

Med indførelsen af de stadigt strammere krav til bygningers energiforbrug er driftsenergien naturligt kommet mere og mere i fokus. Med de stramme krav følger også en ændret vægtning mellem drifts- og materialeenergiens betydning for bygningens samlede miljøpåvirkning. Samtidig vil vægtningen være forskellig afhængig af, om der er tale om renovering eller nybyg.

Materialeenergi eller driftsenergi ses ikke som et dilemma, der kræver tilvalg eller fravalg. I stedet ses fokus på materialeenergi som en naturlig følge af, at potentialerne i reduktion i driftsenergien – især i nybyg – er ved at være udtømte.

Ved renovering påpeger ingeniørerne, at driftsenergien bør være det vigtigste fokusområde, idet energiforbruget for eksisterende bygninger ofte udgør en meget stor del af bygningens samlede miljøbelastning.

Ingeniørerne pointerer i øvrigt, at fordi bygningsreglementet ikke stiller krav til materialeenergien, er der mange bygherrer,

som udelukkende vælger at fokusere på bygningens driftsenergi. For at få mere fokus på materialeenergien er det ifølge ingeniørerne derfor nødvendigt, at der i fremtiden bl.a. bliver stillet krav til maksimale transportafstande, levetider, energiforbrug ved fremstilling osv. Samme ønske fremstilles af arkitekterne, der også savner lovgivningsmæssige retningslinjer – gerne frivillige ordninger på området.

Materialeproducenterne oplever konkret dilemmaet ved en stigende efterspørgsel på miljødata for deres produkter og oplever dermed at blive udfordret på andet end den driftsmæssige ydeevne. Til trods for at der til stadighed primært er fokus på driftsenergien, opleves altså en stigende efterspørgsel på dokumentation omkring materialerne. Denne dokumentation leveres primært i form af miljøvaredeklarationer til brug i livscyklusanalyser (LCA-beregninger).

I tråd med dette nævner rådgiverne en stigende efterspørgsel på livscyklusbetragtninger generelt både for materialer og i forhold til økonomien. Herigennem er

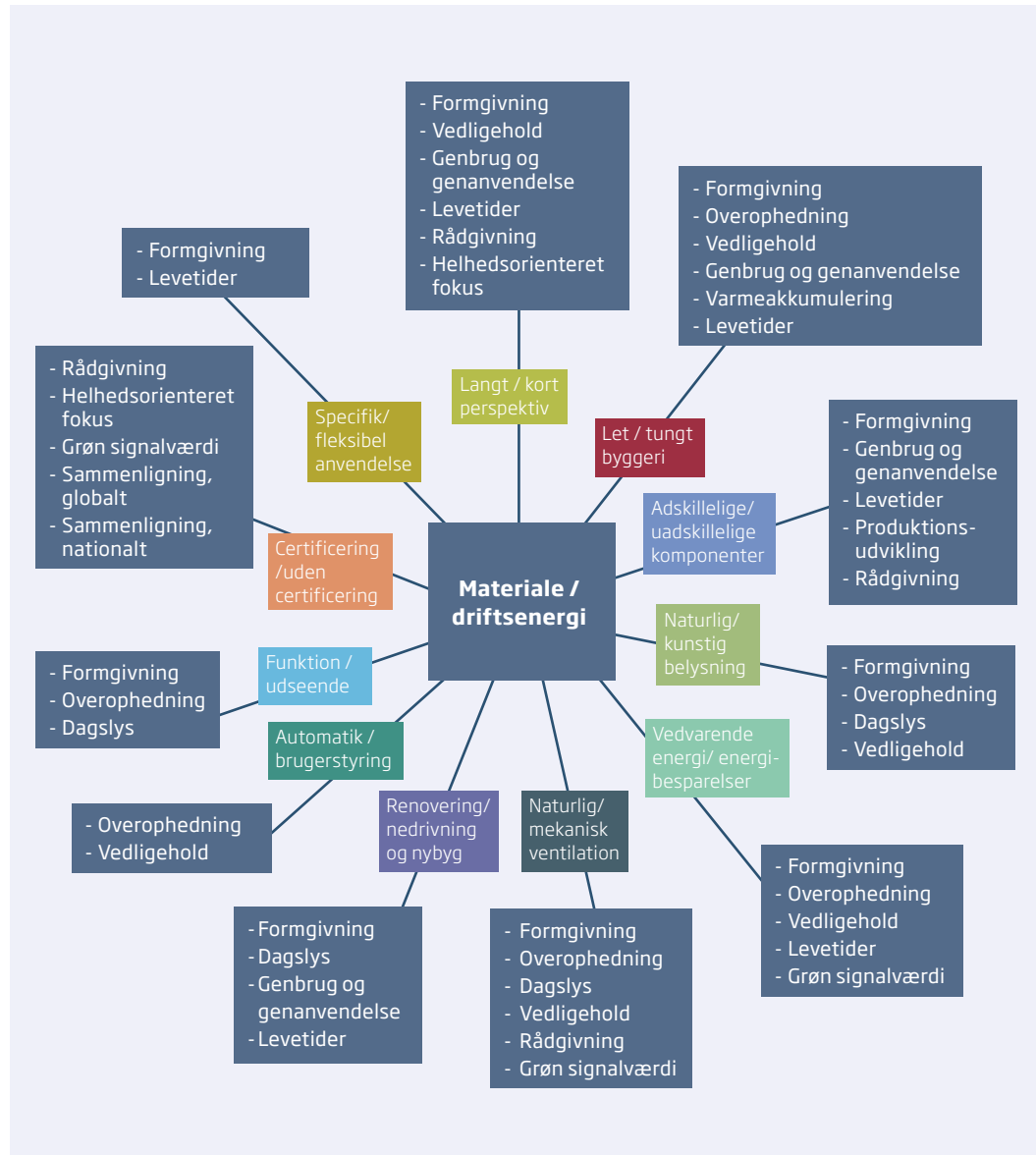
”Målet er med mindst mulig materialeenergi at opnå mindst mulig driftsenergi”

der følgelig også kommet mere fokus på vedligehold, bortskaffelse (End of Life) og genanvendelse. Den stigende efterspørgsel skal også ses i sammenhæng med introduktionen af bæredygtigheds certificering, der i nogle af ordningerne også omfatter LCA-beregninger.

Workshops har vist, at branchen finder dilemmaet meget relevant, men man savner værktøjer, der kan adressere materialeenergi og miljøpåvirkninger. Konkret ønsker rådgivere at kunne sammenligne de enkelte materialer og produkter med hinanden og dermed imødekomme bygherrens efterspørgsel på bæredygtige materialer i projekterne. Samtidig ønsker man at kunne vægte betydningen af materialer og drift i forhold til en optimering af en bygnings totale miljøpåvirkning over dens levetid. På materialesiden ønsker materialeproducenter at kunne konkurrere på denne parameter, men savner et fælles grundlag, så konkurrencen bliver reel.

Sammenfatning

I mange år har der været stort fokus på at nedbringe driftsforbruget i bygningerne. Dette har blandt andet været initieret af bygningsreglementets fokus på driftsenergi og den løbende skærpelse af det maksimale tilladte energiforbrug pr. kvadratmeter opvarmet etageareal. Driftsenergien er i teorien reduceret væsentligt de seneste år (spørgsmålet er så, om det reelle niveau er reduceret tilsvarende), og dermed får materialeenergien en større og større betydning. Dette er som bygherre vigtigt at være klar over. Det rigtige beslutningsgrundlag bør være til stede for en bygherre. Ellers vil der kunne stilles tvivl om niveauet af bæredygtighed ved et givet nybyggeri eller en renovering. Dilemmaet har rigtig mange sammenfald med de andre dilemmaer, hvilket er med til at understrege vigtigheden af at have fokus på dette dilemma i det bæredygtige byggeri samt vigtigheden af den tværfaglige indsats.



REFERENCER

Aggerholm, S., Mortensen, L. H., Hansen, K., & Birgisdottir, H. (2013).

Kortlægning af bæredygtigt byggeri.

København: SBI.

Andersen, K. T., Heiselberg, P., & Aggerholm, S. (2002).

Naturlig ventilation i erhvervsbygninger. SBI.

Birgisdottir, H., Hansen, K., Haugbølle, K., Hesdorf, P., Olsen, I. S., & Mortensen, S. (2010).

Bæredygtigt byggeri, afprøvning af certificeringsordninger. Byggeriets Evaluerings Center.

Brundtland, G. H. (1987).

Our Common future. United Nations.

Cradle to Cradle Products Innovation Institute. (2014).

<http://www.c2ccertified.org/products/registry>.

Havelund, M., & Simonsen, G. (2013).

Hvidbog om Bygningsrenovering.

København: Bygherreforeningen og Grundejernes Investeringsfond.

Henning Larsen Architects. (2012).

Design med viden. København: Henning Larsen Architects.

Henning Larsen Architects; Arkitektskolen København; Algreen Arkitekter. (2012).

Hvad med dagslys? - Designmanual med forslag til helhedsrenovering.

Kragh, J., & Wittchen, K. B. (2010).

Danske bygningers energibehov i 2050. Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet.

Larsen, V. G., & Birgisdottir, H. (2013).

Hvidbog om bæredygtighed i byggeriet. Bygherreforeningen, Viegand Maagøe, InnoBYG.

Loughborough University Adaptable Futures Research Group. (2014).

<http://adaptablefutures.com/toolkit/d11-framecycle/>.

SBI Aalborg Universitet; Henning Larsen Architects; Rambøll. (2014).

LCA-profiler for bygningsdele. InnoBYG.

Teknologisk Institut. (2014).

<http://www.teknologisk.dk/konstruktionstatalog/32402>.

Worm, A. S., Andersen, J. S., & Simonsen, G. (2014).

Vedvarende energiløsninger til eksisterende bygninger. Bygherreforeningen & Teknologisk Institut.

I byggeriets idé-, design- og projekteringsfase udstikkes rammerne for store dele af bygningens fremtid, både i relation til det arkitektoniske og funktionelle, men i lige så høj grad i forhold til bygningens miljømæssige, sociale og økonomiske fodaftryk. De enkelte fodaftryk afhænger i høj grad af, hvilke tilvalg og fravalg der gøres i disse og senere faser. Denne udgivelse sigter mod at gøre byggeriets parter opmærksom på de dilemmaer, man ofte møder, og de overvejelser, man derfor må gøre i forbindelse med design og projektering af bæredygtigt byggeri.



Uddannelses- og
Forskningsministeriet
—
Styrelsen for Forskning og Innovation