

Grøn genanvendelse

Bæredygtig transformation af funktionstømte erhvervsejendomme

September 2014

RAPPORT

Ved at genanvende eksisterende bygninger mindsker man behovet for produktion af nye materialer og udnytter den ibrørende energi i allerede anvendte materialer. Dette har positiv indvirkning på bygningernes samlede klimabelastning. Denne rapport koncentrerer sig om klimapotentialet i transformation af funktionstømte erhvervsbygninger til boliger og andre funktioner. Rapporten peger på en række muligheder og barrierer for at lade transformation af funktionstømte bygninger bidrage til at mindske bygningsbestandens samlede klimaaftryk. Der redegøres desuden for, hvordan transformation kan være et bæredygtigt svar på tomgang og et voksende boligbehov i de største byer. Rapporten har fokus på de klimamæssige aspekter, men viser også en række sociale og økonomiske dimensioner ved transformation. Endelig giver rapporten et overblik over eksisterende instrumenter til estimering af energiforbrug, drivhusgasudslip og ibrørende energi samt præsenterer et udvalg af cases, som giver indblik i de faktorer, der spiller en rolle i arbejdet med transformation.

Forfatter:

Vera Noldus

Med bidrag af:

Signe Kongebro

Lise Mansfeldt

Erik Holm Hansson

Rapporten er støttet af:

GI, Grundejernes Investeringsfond

Indhold

1.	Indledning	5
1.1	Formål og målgruppe	6
1.2	Metode og afgrænsning	6
2.	Sammenfatning	8
3.	Baggrund	11
3.1	Aktuelle initiativer på området	12
3.2	Politiske strategier og tiltag	15
3.3	Erhvervsbygninger i Danmark	17
3.3.1.	Bestandens alder, beliggenhed, omfang	17
3.3.2.	Tomgang af erhvervsbygninger	18
3.3.3.	Forventet tomgang	20
3.4	Bygningssektoren i et energi-, klima- og ressourceperspektiv	20
4.	Muligheder	23
4.1.	Klimamæssig bæredygtighed	23
4.1.1.	Levetidsforlængelse	24
4.1.2.	Fortætning	24
4.1.3.	Mindsket nedrivning og byggeaffald	25
4.1.4.	Mindsket produktion og transport af nye byggematerialer	27
4.2.	Social bæredygtighed	28
4.2.1.	Arkitektonisk mangfoldighed	28
4.2.2.	Historisk kontinuitet	28
4.2.3.	Social merværdi i lokalområdet	29
4.3.	Økonomisk bæredygtighed	31
4.3.1.	Levetidsforlængelse	31
4.3.2.	Besparelser på materialer	32
4.3.3.	Reduktion af tomgang	32
5.	Barrierer	35
5.1.	Materialer, konstruktion og energi	35
5.2.	Instrumenter og lovgivning	36
5.3.	Arkitektur og beliggenhed	37

6.	Beregningsmodeller og -redskaber	38
6.1.	Overblik over relevante beregningsmodeller og -redskaber	38
6.2.	Afprøvning Klimagassregnskab og Designguide Arkitektur Energi Renovering.....	44
6.2.1.	Klimagassregnskab.....	45
6.2.2.	Designguiden Arkitektur Energi Renovering.....	47
7.	Cases.....	49
7.1.	Eindhoven (NL): Bomansplaats.....	51
7.2.	Frankfurt am Main (Tyskland): Lyonerstrasse 19.....	53
7.3.	Frederiksberg: Råvarebygningen	55
7.4.	Frederikshavn: Kattegatsiloen.....	57
7.5.	Hedehusene: Rockwool International	59
7.6.	Kortrijk (Belgien): Tørskurene	61
7.7.	København V: GAME.....	63
7.8.	Mechelen (Belgien): Grontmij	65
7.9.	Oslo (Norge): Margarinefabrikken	67
7.10.	Valby: Henkel Sæbefabrik.....	69
8.	Konklusioner og anbefalinger	71
9.	Litteratur og links.....	73

1. Indledning

Den danske bygningsbestand er ansvarlig for 40 % af det samlede energiforbrug og dermed også en betydelig andel af den samlede drivhusgasudledning. For at bidrage til realiseringen af et lavemissionssamfund i 2050 er der behov for at sætte fokus på de 98 % af bygningsmassen, som allerede er bygget og ikke på nybyggeri alene. Af denne eksisterende bygningsmasse står en betydelig del ubrugt hen: På landsplan står 10 % af alle erhvervsbygninger tomme; et tal, der kan forventes at stige i den nærmere fremtid. Mange af disse ejendomme ligger i urbane områder, hvor der ofte samtidig er et stigende behov for boliger.

Transformation af de mange funktionstømte erhvervsbygninger til boliger og andre funktioner kan bidrage til at mindske vores bygningsbestands klimabelastning og samtidig være svar på tomgang og et voksende boligbehov i de største byer. Når funktionstømte bygninger og helt eller delvist funktionstømte områder anvendes til nye formål, tales der om transformation, dvs. funktions-skifte gennem en fysisk omdannelse, tilpasning og/eller tilbygning. Dette er at adskille fra renovering, som referer til ”en genopretnings- og fornyelsesproces” med sigte på vedligeholdelse af det eksisterende byggeri uden funktions-skifte (Bygherreforeningen & GI, 2013:16).

Vurderingen af, hvorvidt transformation er en god idé eller ej vil altid være betinget af specifikke omstændigheder, herunder ejendommens fysiske stand, bevaringsværdi, beliggenhed og omfanget af det påtænkte indgreb. Transformation skal således betragtes som én af flere mulige strategier.

I en kvalificeret debat om fortsat brug af den eksisterende bygningsmasse er en forståelse af det eksisterende byggeris CO₂-aftryk og iboende energi væsentlig. Derfor gives et overblik over eksisterende instrumenter til estimering af energiforbrug, drivhusgasudslip og iboende energi. To af disse instrumenter, det norske *Klimagassregnskap* og *Designguide Arkitektur Energi Renovering*, er afprøvet af Henning Larsen Architects på et funktionstømt byggeri i København. Formålet med øvelsen har været at undersøge om de to værktøj kan give et indtryk af den iboende CO₂ i et eksisterende byggeri (Se kap. 6).

Rapporten er skrevet af cand.mag., ph.d. Vera Noldus med bidrag fra stud.scient. i klimaforandringer Eva Theil. Tak til medlemmerne af CONCITO's bygningsgruppe, som har givet konstruktiv input til rapporten. Også tak til projektets følgegruppe, som bestod af Thomas Birket-Smith (Aalborg Kommune), Rune Christiansen (Freja Ejendomme), Lars Gøtke (Sehested Group), Signe Kongebro (Henning Larsen Architects), Susanne Kuehn (Rockwool, formand for CONCITO's bygningsgruppe), Henrik Lund (C.F. Møller Arkitekter),

Rob Marsh (Sbi), Jørn Petersen (Søtoftegaard Sjælland) og Claus Wessel Andersen (Alectia) for værdifulde kommentarer, indsamlet gennem to tværfaglige workshops. Endelig tak til bygningsingeniørerne Lise Mansfeldt og Erik Holm-Hansson (Henning Larsen Architects) for afprøvning og analyse af de to nævnte instrumenter til kapitel 6 og til cand.polyt Trine Henriksen for input til afsnit 4.1.3. om byggeaffald.

Rapporten er udtryk for CONCITO-sekretariatets faglige vurdering på grundlag af denne dialog. Da medlemmerne i en så bred organisation som CONCITO, og medlemmerne i projektets følgegruppe, ikke altid vil være fagligt eller politisk enige, kan de ikke tages til indtægt for rapportens endelige konklusioner og anbefalinger.

1.1. Formål og målgruppe

Formålet med denne rapport er at undersøge og rette opmærksomheden mod transformation af funktionstømt erhvervsbyggeri som et bidrag til omstillingen til et lavemissionssamfund. Herunder vil undersøgelsen se på, hvordan transformation kan være et bæredygtigt svar på tomgang og det voksende boligbehov i de største byer. De sociale og kulturelle muligheder ved transformation af dele af bygningsbestanden, som industrianlæg, offentlige bygninger og kirker, er blevet undersøgt i andre publikationer (Noldus et al., 2011; Dansk Bygningssarv og Varmings Tegnesteue, 2014; Oxford Research, 2014). Foreliggende undersøgelse understøtter og supplerer disse rapporter ved at identificere de klimamæssige muligheder og barrierer ved transformation.

Rapporten henvender sig til bygherrer og bygningsbranchen i sin helhed og ønsker at inspirere denne målgruppe til i højere grad at arbejde med transformation af funktionstømte ejendomme (og områder) som et klimavenligt og bæredygtigt alternativ og supplement til nybyggeri. Desuden retter rapporten sig mod politiske beslutningstagere på statsligt og kommunalt niveau for at gøre opmærksom på transformation som et led i udviklingen mod en bæredygtig bygningsbestand og sætte fokus på de relaterede klima- og samfundsmæssige potentialer samt behovet for tilpasset lovgivning.

1.2 Metode og afgrænsning

Optimering af den eksisterende bygningsmasse er et omfattende emne. En afgrænsning af genstandsfeltet er derfor nødvendig og er foretaget på flere led. Af de adskillige måder, der er til rådighed for at fremme en bæredygtig bygningsbestand, behandler rapporten *transformation*.

Undersøgelsen bygger på en bred vifte af kilder. Ud over en gennemgang af den eksisterende litteratur på området, er der gennemført casebesøg, interviews og drøftelser med centrale aktører (bygherrer, developere, arkitekter og ingeniører) samt to workshops, hvor forskellige faggrupper har diskuteret, hvilke udfordringer de møder i arbejdet med transformation. Rapporten er desuden kommet i stand i dialog med CONCITO's bygningsgruppe.

Foreliggende undersøgelse begrænser sig til urbane og bynære områder. Selv om tomgang i yderområder og landdistrikter fylder mindre i absolutte tal, fylder den meget i debatten, bl.a. fordi den er synligere. Der er tale om en selvstændig og omfattende problematik, der kræver sine egne løsninger (Larsen et al., 2014; Dansk Byplanslaboratorium, 2014).

Tomgang forekommer også i andre dele af vores bygningsmasse end erhvervs-ejendomme. Kommunal-, domstols- og sygehusreformen har de seneste år resulteret i, at en lang række offentlige bygninger landet over i dag er blevet til overs. At der for nylig er sat fokus på denne problematik er en af grundene, at *Grøn Genanvendelse* fokuserer på erhvervsbyggeri (Oxford Research, 2014). Afgrænsningen skyldes også, at erhvervsbygninger karakteriseres ved et relativt stort forandringspotentialt i kraft af omfanget af bestanden, den voksende ledighed, dens beliggenhed samt fysiske træk.¹ En del af de muligheder og udfordringer, som identificeres i rapporten, er dog ligeledes relevante for andre dele af bygningsbestanden. Inden for erhvervsbyggeri tages der udgangspunkt i den enkelte ejendom, men det holdes for øje, at mange problemstillinger og potentialer, der knytter sig til håndtering af bæredygtig transformation, rækker ud over matriklen.

Bæredygtighed består af klimamæssige, sociale og økonomiske komponenter. Transformation er mere end optimering gennem funktionsskifte. Det er en integreret tilgang, som består af aspekter som energikoncepter, materialevalg, arkitektonisk kvalitet og fremtidsværdi. Bæredygtighed handler således ikke alene om, hvorvidt en bygning er klimavenlig og har en lav miljøbelastning, men også om, i hvilken grad den er og forbliver attraktiv og værdifuld for brugerne, i dag og i fremtiden, ligesom det økonomiske aspekt skal tages med i betragtning. Selv om sammenhængen mellem de forskellige aspekter anerkendes fuldt ud, lægger rapporten dog særlig vægt på det klimamæssige aspekt.

¹ I undersøgelsen defineres 'erhvervsbygninger' ifølge Bygnings- og Boligregisterets (BBR's) kategorier, på nær landbrugsbygninger, som ikke er en del af undersøgelsen.

2. Sammenfatning

Mens nybyggeriet i Danmark bliver stadig mere energieffektivt, kæmper den eksisterende bygningsmasse med efterslæb på vedligeholdelse og optimering, herunder et underudnyttet potentiale for at mindske energiforbruget. Samtidig står en ikke uvæsentlig del af den eksisterende bygningsmasse tom: I det sidste kvartal af 2013 lå godt 10 % af erhvervsbygninger i Danmark ubrugte hen (Online-ED statistikken, 2014). Langvarig tomgang af ejendomme er et problem, både for ejeren og for samfundet. Der investeres ikke i tomme bygninger, og de optimeres ikke, hvilket fremskynder forfald. Tomme ejendomme trækker ikke alene deres egen, men også områdets værdi ned og kan medføre flere tomme lokaler, fraflytning, butiksdød m.m.

Erfaringer fra Danmark og udlandet viser, at genanvendelse af funktionstømte ejendomme og lokaler til nye formål kan vende den negative spiral. Desuden kan transformation give et æstetisk løft og skabe historisk kontinuitet i et lokalområde. Omdannelse af de tomme bygninger kan fremhæve mødet mellem det eksisterende og det nye, skabe forbindelser i tid og rum og dermed fastholde eller styrke arkitektonisk kvalitet. Kvalitet i byggeriet kan bidrage til at give en bygning højere fremtidsværdi og have afledte positive effekter på bygningsens samlede bæredygtighed. Dertil kommer, at nedrivning og bortskaffelse undgås, og at den energikrævende produktion af nye byggematerialer reduceres med positive implikationer for den samlede drivhusgasudledning fra sektoren. Fortætning af eksisterende byområder kan desuden bidrage til bæredygtig byvækst. Det er dog vigtigt at understrege, at svaret på, om det rent klimamæssigt faktisk kan betale sig at transformere et eksisterende byggeri ufravigeligt vil være case- og sitespecifikt. Betydningsfulde faktorer i denne sammenhæng inkluderer byggeriets tilstand samt omfanget af det pågældende indgreb.

Erhvervsbyggeri, og det gælder ligeledes den funktionstømte del, er karakteriseret af en urban eller bynær beliggenhed og er koncentreret i Hovedstads- og Trekantområdet, i købstæderne Aalborg, Aarhus og Odense samt i havnebyer som Esbjerg (Noldus et al., 2011). Samtidig skønnes det, at der frem mod 2020 bliver behov for yderligere 130.000 boliger i Danmark; et tal som forventes at stige til 360.000 i 2040. Langt den største efterspørgsel vil ske i de større byer, primært København og Aarhus, da befolkningen fortsat flytter fra land til by; efterspørgslen i Københavns kommune ligger i øjeblikket på ca. 100.000 flere boliger (Dansk Byggeri, 2013).

Nødvendigheden af en mindsket klimabelastning fra bygningssektoren, kombineret med det store antal ledige kvadratmeter, et voksende boligbehov og muligheden for at mindske produktionen af nye byggematerialer samt et socialt

og arkitektonisk kvalitetsløft, gør det oplagt at undersøge, hvordan transformation af bygninger kan bidrage til omstillingen til et bæredygtigt lavemissions-samfund.

Rapporten konkluderer, at transformation kan udgøre et værdifuldt led i en samlet strategi for optimering af den danske bygningsbestand og kan bidrage til at fremme omstillingen til et lavemissionssamfund. Faktorer, der spiller en rolle i transformations-projekters klimaeffekt, inkluderer:

- **Materialer:** Muligheden for at forlænge levetiden af den enkelte bygning kan medvirke til at reducere nedrivning og nybyggeri. Herved mindskes behovet for produktion af nye materialer og der spares på den iboende energi.
- **Energiforbrug:** Muligheden for at reducere bygningens energiforbrug.
- **Afledte effekter**, som fortætning af byen, med positive følgevirkninger for det transportrelaterede drivhusgasudslip og bygningers energiforbrug i driftsfasen, fordi bygningerne er mere kompakte.

Den primære klimamæssige effekt ved transformation er forbundet med en reduceret brug af nye drivhusgasintensive materialer, særligt beton. Herudover mindskes presset på begrænsede ressourcer, og mængden af byggeaffald nedbringes gennem optimeret brug af den eksisterende bygningsmasse.

I tillæg til de klimamæssige potentialer, kan transformation have positiv indvirkning på en række samfundsøkonomiske udfordringer, herunder voksende tomgang og et stigende boligbehov i flere større byer.

En central udfordring i arbejdet med at transformation er en manglende overensstemmelse mellem erhvervs- og samfundsøkonomiske interesser. Rapporten foreslår udvikling af nye finansieringsordninger og virkemidler som mulige løsningsmodeller for at sikre en bedre synergi mellem private aktører og bredere samfundsinteresser.

Yderligere anbefalede tiltag inkluderer udvikling af et nyt livscyklusanalyseværktøj til estimering af bygningers iboende energi, som er offentligt tilgængeligt og tilpasset danske forhold. Herudover bør direkte genbrug af byggematerialer fremmes og transformation styrkes som arkitektonisk opgave, bl.a. gennem innovation og promovering af eksisterende løsninger inden for området.

Endeligt skal det understreges, at vurderingen af hvorvidt transformation er en god idé eller ej vil altid være betinget af specifikke omstændigheder, herunder ejendommens fysiske stand, bevaringsværdi, beliggenhed og omfanget af det

påtænkte indgreb. Transformation skal således betragtes som én af flere mulige strategier.

3. Baggrund

I dette kapitel redegøres for de initiativer og tiltag, som undersøgelsen bygger videre på. Desuden introduceres erhvervsbygningsbestanden, dens beliggenhed, alder m.m. samt den omfattende og voksende tomgang, der præger den. Den 1. januar 2014 stod 2,4 mio. kvm erhvervsejendomme ledige, hvoraf 1,3 mio. kvm ligger i Region Hovedstaden. Ledigheden er dermed på 10,2 % af den samlede erhvervsbygningsbestand.

Den landsdækkende og tiltagende tomgang i kontorbyggeri og erhvervslokaler (men også i kirker, kaserner, sygehuse, elværker m.m.) har givet anledning til at undersøge mulighederne for omdannelse af de tomme ejendomme til alt fra teatre, spillesteder og fitnesscentre til boliger. Det sidste gælder særligt i København og Århus, hvor efterspørgslen på privatboliger er stigende. Dansk Byggeri skønner, at der i 2020 vil være behov for yderligere 130.000 boliger i forhold til i dag (Dansk Byggeri, 2013). Graden af nybyggeri er historisk lav mens antallet af enlige, som bor eller vil bo i byerne, er steget de seneste 5 år, hvilket bidrager til udviklingen (Danmarks Statistik, 2014a).

Disse tal understreger vigtigheden af at sætte fokus på transformation af erhverv til boliger m.m. som led i en bæredygtig byudvikling. Konkrete nylige eksempler inkluderer DSB's hovedkvarter i Sølvgade i København, som skal transformeres til studielejligheder samt Jægersborg Kaserne og Mejeriforeningens gamle hovedkvarter i Århus, som er under omdannelse til privatboliger.



Figur 1. Plejecenteret Sølund i København har været genstand for debat om, hvorvidt det skal rives ned og genopbygges, renoveres eller transformeres til et nyt formål. En undersøgelse, gennemført af Juul & Hansen Arkitekter, på vegne af Københavns Kommune, har vist, at kun én af de tre bygninger er nedrivningsmodent, og at et nyt plejecenter kan etableres inden for rammerne af det eksisterende byggeri, muligvis med tilbygning. Sølund er i dag midlertidigt indrettet som studieboliger, men planerne på længere sigt er endnu ikke afklarede (Juul & Hansen Arkitekter, 2010).

3.1 Aktuelle initiativer på området

Energioptimering af den eksisterende bygningsmasse, nedrivning af gamle, energiineffektive bygninger eventuelt efterfulgt af nybyggeri, optimeret ejendomsdrift og transformation er forskellige svar på udfordringen om at reducere bygningsbestandens klimabelastning (Jensen & Maslesa, 2013). Alene i løbet af de sidste to år er der gennem flere initiativer og udgivelser sat fokus på forbedring af kvaliteten, effektiviteten og økonomien i renovering af den eksisterende bygningsmasse. Nærværende undersøgelse bygger videre på den viden, disse projekter allerede har frembragt, da den kan være relevant, når det gælder transformation.

Hvidbog om bygningsrenovering (Bygherreforeningen & GI, 2013) gjorde status over renovering, energiforbrug og besparelspotentialer i bygningsmassen samt over det hidtidige omfang af energieffektiviseringer og de eksisterende rammebetingelser og virkemidler for sektoren. Hvidbogen understreger, hvordan hovedparten af energieffektiviseringer gennemført hidtil har været baseret på dels forbedret isolering samt dels forandrede varmemforsyningsformer.² Et projekt som Powerhouse Kjørbo i Norge viser, at optimering af en eksisterende bygning kan opnå mere end en besparelse af energiforbruget (Zero, 2014): Kjørbo er en totalrenoveret kontorbygning, som har opnået at blive CO₂-neutral (ZEB, 2014). At det er et 'powerhouse' betyder ydermere, at det gennem sin livstid skal producere mere vedvarende energi, end det bruger i forbindelse med produktion af materialer, opførsel, drift, renovering og nedrivning (Førland-Larsen, 2012:1). Kjørbo skubber således ved forestillingen om potentialerne for energioptimering af den eksisterende byggeri.

I samme tråd har nylige konkurrencer som RENOVER og Nordic Built Challenge bidraget til at sætte fokus på klima- og bæredygtighedsaspekterne ved renovering og til at vise, hvordan klimamæssige, sociale og funktionsmæssige prioriteter kan spille sammen inden for rammerne af det eksisterende byggeri (RENOVER, 2014; Nordic Innovation, 2014).

Renoveringsindsatser, herunder energirenovering, kan bidrage til at reducere den eksisterende renoveringsefterslæb og derved forlænge levetiden af den enkelte bygning. Tænketanken for Bygningsrenoverings rapport *Fokus på Bygningsrenovering - syv initiativer fra byggebranchen* (2013) sætter fokus på netop dette. Tænketanken peger på manglende viden som en central barriere for en mere effektiv renovering i sektoren samt på behovet for øget helhedstænkning og fokus på totaløkonomi. Her kan bedre vidensdeling og dialog mel-

² *Hvidbog om bæredygtighed i byggeriet* af Bygherreforeningen, Viegaard & Maagøe, InnoBYG (2013) giver ligeledes et godt overblik over forskningen på området gennem de senere år og sætter fokus på bæredygtighed både i rammen af nybyggeri og renovering.

lem forskellige aktører i branchen spille en vigtig rolle. Mange bygninger rives ned, enten på grund af et vedligeholdelsesefterslæb, der gør, at renoveringsomkostningerne langt overstiger omkostningerne ved at rive ned og bygge nyt, eller på grund af manglende viden om, hvad der er muligt gennem renovering eller transformation.

I samme stil udgav Netværk for Energirenovering i 2012 en status på *Eksisterende kerneviden om energirenovering af eksisterende bygninger* (Thomsen et al., 2012). Rapporten gør bl.a. opmærksom på, at de største energibesparelser, såsom gennem klimaskærmsændringer, ofte er forbundet med lang tilbagebetalingstid og større usikkerhed. Dette gør investeringer inden for feltet mindre attraktive og reducerer graden af realiserede energieffektiviseringer, hvilket igen understreger behovet for understøttende tiltag. Netværket udgav i 2013 et initiativkatalog over mulige tiltag for at styrke indsatsen for energirenovering. Tiltag inkluderer en styrket informationsindsats, et bedre beslutningsgrundlag og flere faglige værktøjer samt stærkere økonomiske incitamenter og nye finansieringsinstrumenter til at fremme energirenovering (Netværk for energirenovering, 2013).

Også rapporten *2nd Chance - Bæredygtig energirenovering af det murede byggeri* (Tanja Jordan Arkitekter & COWI, 2012) sætter fokus på både de klima- energi- og bæredygtighedsmæssige aspekter ved renovering med udgangspunkt i fire cases. Rapporten undersøger kompleksiteten i overvejelser om, hvorvidt en bygning skal rives ned eller renoveres. Den understreger, hvordan livscyklusanalyser og en bredere forståelse af energiforbruget gennem en bygningens levetid kan bidrage til en mere nuanceret opfattelse af bygningens samlede klimaaftryk end ved at fokusere alene på energiforbruget forbundet med drift.

Samlet set peger de eksisterende initiativer vedrørende energirenovering på yderligere behov for forskning og teknologiudvikling, for tiltagende vidensdeling på tværs af branchen samt for et øget fokus på udvikling af finansieringsinstrumenter og bedre økonomiske incitamenter for energirenovering.

Arbejdet med optimeret brug af den eksisterende bygningsmasse har hidtil primært forholdt sig til *renovering* og *energioptimering* af ejendomme, som er i anvendelse (Se fx forskningsprojektet Sustainable Renovation³). En anden måde at optimere brugen af vores eksisterende bygninger på er *sharing* eller

³ Forskningsprojektet *Sustainable Renovation* (v. Inge Vestergaard, AARCH) har beskæftiget sig med potentialerne for energirenovering af de parcel- og blokhuse fra 1945-73 og binder overvejelser ift. bæredygtighed, kulturarv, energirenovering og arkitektoniske kvaliteter sammen med det formål at understøtte en holistisk tilgang til bevarelse af den eksisterende bygningsmasse. I gang siden 2010. Se for publikationer og konferencer: <http://sure2010.aarch.dk/>

hacking spaces – som er betegnelsen for fænomenet, hvor bygninger, lokaler eller faciliteter, som ikke er optimalt udnyttet, bliver gjort tilgængelige for flere forskellige brugere og/eller funktioner⁴. Transformation af funktionstømte bygninger skal ses i forlængelse af disse initiativer, som endnu en mulighed for at optimere en bygnings brugsværdi, der hvor det giver mening ud fra et klimaperspektiv samt med tanke på andre bæredygtighedsparametre.

Blandt initiativer, der har skabt opmærksomhed omkring transformation af tomme bygninger og områder, er analyser som *Genanvend Gården*, *Genanvendelse af industriens bygningsarv*, *Ny brug af danske kirkebygninger* og *Nyt liv i funktionstømte offentlige bygninger*. Disse har bidraget til at sætte fokus på de sociale og kulturelle genanvendelsespotentialer i bestemte dele af vores bygningsbestand og -kulturarv. Kulturarvskommune-projekterne (2006-2011) har yderligere understreget mulighederne for at bruge genanvendelse af eksisterende byggeri som et aktiv i by- og erhvervsudvikling. Eksempler på dette inkluderer initiativet *GivRum.nu*, som arbejder for at skabe midlertidige aktiviteter i tomme bygninger i København for dermed at vise de muligheder, der ligger i bygningen.

Der mangler dog stadig viden om, hvordan transformation af funktionstømte ejendomme ikke alene har en kulturel, historisk og social betydning, men også i højere grad kan bidrage til samfundets grønne omstilling. For at gøre genanvendelse af de funktionstømte dele af bygningsmassen til led i en grøn strategi er der brug for mere viden om udfordringerne forbundet med at gøre transformation bæredygtig både i bred forstand og i forhold til den enkelte bygning.

Samlet set giver det eksisterende arbejde inden for både energirenovering og bæredygtighed i byggeriet et klart udtryk for et behov for at styrke forskningsindsatsen, teknologi- og værktøjsudviklingen og vidensdelingen på tværs af sektoren. Manglende viden og standardisering, samt en begrænset tilgængelighed af redskaber, som kan understøtte et øget fokus på energi og bæredygtighed i praksis, er centrale udfordringer, som skal imødegås, hvis man vil sikre en bedre indsats på området. Mens bæredygtig og energioptimerende transformation er behandlet i yderst begrænset omfang, giver arbejdet inden for energirenovering et indtryk af, hvilke udfordringer der også kan forventes at gøre sig gældende, når det kommer til transformation.

⁴ *Sharing Space in the Knowledge City*. Igangværende ph.d.-projekt af Rikke Brinkø, Center for Facilities Management, DTU.

3.2 Politiske strategier og tiltag

Formålet med dette afsnit er at placere transformation af funktionstømte erhvervsbygninger i konteksten af relevante politiske tiltag og strategier og give indblik i, hvordan denne rapport kan bidrage til den videre debat på området.

De seneste år har budt på en række politiske tiltag på klima-, energi- og ressourceområdet med relevans for bygningssektoren. Disse inkluderer den nyligt publicerede Strategi for energirenovering af bygninger, Energiaftalen fra 2012, Klimaplanen og Klima-virkemiddelkataloget fra 2013, den nyligt præsenterede klimalov, som forventes vedtaget senere på året i 2014, samt endelig Affaldsstrategien fra 2013.

Strategi for energirenovering af bygninger

Strategien blev publiceret i maj 2014 og sætter fokus på bygningssektorens potentiale for at bidrage til effektivisering af vores energiforbrug og nedbringelse af de nationale drivhusgasudledninger. Ud over at identificere det betydelige potentiale for energieffektivisering gennem renovering, præsenterer strategien en bred vifte af initiativer, som er nødvendige, hvis det identificerede potentiale skal realiseres. Initiativer inkluderer opgradering af energikravene til klimaskærm, vinduer, installationer og nye bygninger samt etablering af frivillige energiklasser for eksisterende bygninger. Herudover rummer strategien en række initiativer specifikt målrettet enfamiliehuse, flerfamiliebygninger, erhvervsbygninger og offentlige bygninger samt endeligt to initiativer til styrkelse af kompetencer og innovation inden for området.

Energiaftalen

Energiaftalen fra 2012 fik, ud over etableringen af Netværk for energirenovering, afsat midler på finansloven i form af en bolig-jobordning i 2013 og 2014, der dog ikke har været reserveret energiforbedringer. Samtidig satte aftalen gang i udviklingen af *Strategi for energirenovering af bygninger* (2014), som præsenterer initiativer for energieffektiviseringer af nye og eksisterende bygninger. Energiaftalen har fokus på nedbringelse af det driftsrelaterede forbrug gennem energispareinitiativer og renovering af den eksisterende bygningsmasse. Endeligt bekræftede aftalen den fortsatte omstilling af den danske energiforsyning til vedvarende energi, hvilket vil bidrage til at nedbringe CO₂-udledninger fra driftsfasen yderligere.

Klimaplanen

Klimaplanen fra 2013 fastlægger rammerne for den danske indsats for nedbringelse af drivhusgasudledninger i perioden frem mod 2050. EU har et fælles mål om at reducere udledninger med 80-95 % i 2050 ift. 1990, og

Danmark har som del af dette sat et delmål om at reducere med 40 % i 2020. Klimaloven, som forventes vedtaget i løbet af 2014, lægger op til at bekræfte dette mål og til at understøtte dets realisering gennem etableringen af et selvstændigt klimaråd, som skal rådgive om, hvordan de nødvendige drivhusgasreduktioner opnås på omkostningseffektiv og samfundsøkonomisk optimal vis. Energisektoren er udpeget som den sektor med det største reduktionspotential, og bygningssektoren spiller en vigtig rolle i denne sammenhæng. Energisektoren står i dag for over 50 % af landets udledninger, hvilket forventes nedbragt til 40 % ved 2020.

Virkemiddelkataloget

På samme måde som klimaplanen, behandler det tilhørende virkemiddelkatalog ikke bygningssektoren som en separat sektor, men i stedet som en integreret del af energisektoren. Dette gør det sværere at udskille data, statistik og virkemidler fra sektoren i sin helhed og gør udledningerne forbundet med konstruktion, renovering og transformation sværere at identificere. Følgende tiltag kan i visse sammenhænge have relevans for transformationsprojekter:

- Skærpe af energikravene til nye vinduer (se s. 15 i kataloget).
- Tilskud til energieffektivisering i erhverv kombineret med ambitiøs implementering af energieffektiviseringsdirektivet (se s. 20 i kataloget).
- Krav om energibesparelser i statslige bygninger (se s. 24 i kataloget).

Affaldsstrategien

Strategien 'Danmark uden affald' blev præsenteret i 2013 med et stærkt budskab om at ændre den traditionelle opfattelse af affald som værende et spildprodukt uden anvendelsesmuligheder til at være en værdifuld ressource med betydeligt genanvendelsespotential. Bygge- og anlægsområdet er ansvarlig for næsten 30 % af den samlede affaldsmængde i dag og udgør dermed den største selvstændige bidragsyder. Det er derfor et vigtigt sted at rette fokus, når affaldsmængderne skal reduceres, og genanvendelsen skal forbedres. Bygge- og anlægsaffald er kendetegnet ved en høj grad af genanvendelse (87 %), men kvaliteten er varierende, hvilket særligt bunder i at store mængder knuses og anvendes som vejfyld. Affaldsstrategien har udpeget en forbedring af genanvendelseskvaliteten af bygge- og anlægsaffald som et særligt indsatsområde. En del af dette handler om at forbedre håndteringen af farligt og miljøskadeligt affald, særligt det som indeholder det skadelige stof PCB. Herudover er fokus på at undersøge mulighederne for en bedre genanvendelse af en række materialer, som er særligt drivhusgasintensive i produktion samt for at skærpe kravene til nedrivning, både ift. dokumentation og faglige kvalifikationer i arbejdet. Genanvendelse af 1 ton aluminium – frem for udvinding af en ny tilsvarende mængde – kan resultere i en CO₂-besparelse på helt op omkring 10-12 tons CO₂ (Klimakompasset, 2014). Herudover er en undersøgelse af mulighederne

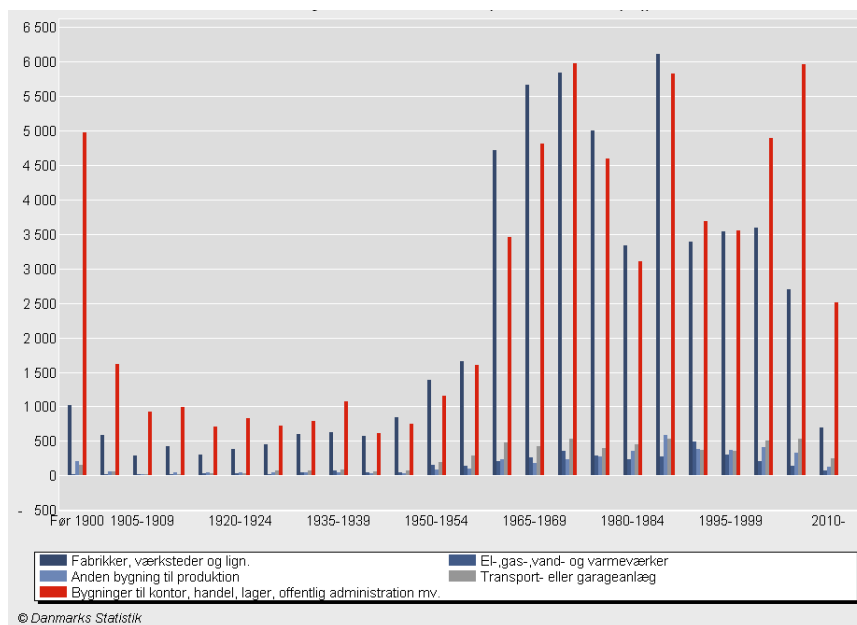
for en kvalitativt forbedret genanvendelse af beton udset som et indsatsområde.

3.3 Erhvervsbygninger i Danmark

Dette projekts genstandsfelt er begrænset til erhvervsbygninger, som kæmper med høje ledighedsprocenter og samtidig rummer gode muligheder for genanvendelse. Erhverv udgør ca. 40 % af den samlede bygningsmasse i Danmark, som består af 2,53 mio. bygninger med et samlet bygningsareal på 727 mio. m² (2013). Den samlede bygningsmasse er fordelt over helårsbeboelse (50,5 %), fabrikker og værksteder (7,7 %), kontor, handel og administration (10,1 %), institutioner og kulturelle formål (5,8 %) samt avls- og driftsbygninger (18,8 %), hvoraf erhverv lapper indover flere kategorier (Danmarks Statistik, 2013).

3.3.1. Bestandens alder, beliggenhed, omfang

Bestanden af erhvervsbygninger i Danmark er relativt ung: Langt de fleste kvadratmeter er blevet opført efter 1960. Hovedvægten af bestandens areal består af fabrikker og lignende samt kontorer. Siden årtusindeskiftet har særligt kontor- og administrationsbygninger domineret billedet.

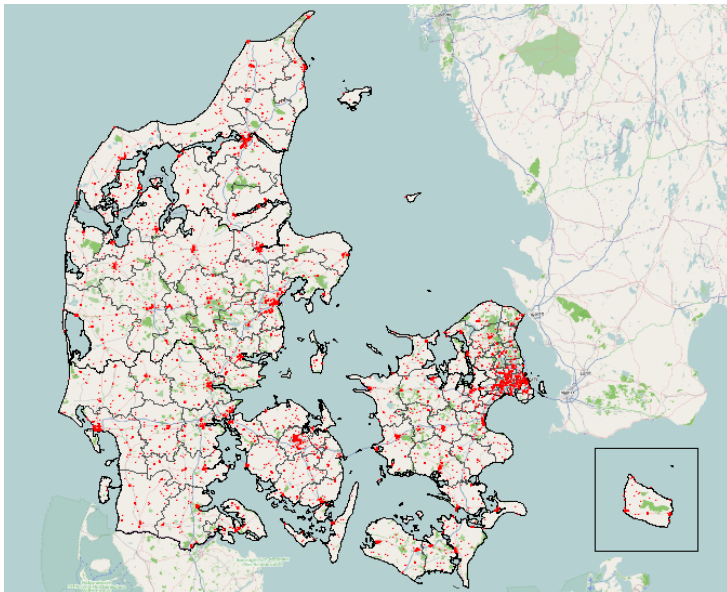


Figur 2. Erhvervsbygninger efter opførelsesår over hele landet, samlet etageareal (1.000 kvm). (Danmarks Statistik, 2014b).

Ikke alene er der blevet bygget flere kvadratmeter siden 1950'erne, det gennemsnitlige etageareal per bygning er også steget til næsten det dobbelte i sammenligning med perioden før Anden Verdenskrig, hvor erhvervs- og indu-

stribygningers etageareal lå på gennemsnitligt 450 kvm (Noldus et al. 2011: 19).

Erhvervsbygningsbestanden er især koncentreret i og omkring Hovedstadsområdet, Trekantområdet, Århus, Aalborg, Odense og Esbjerg, da adgang til transport og afsætningsmarked var og er en vital forudsætning for de fleste erhverv.



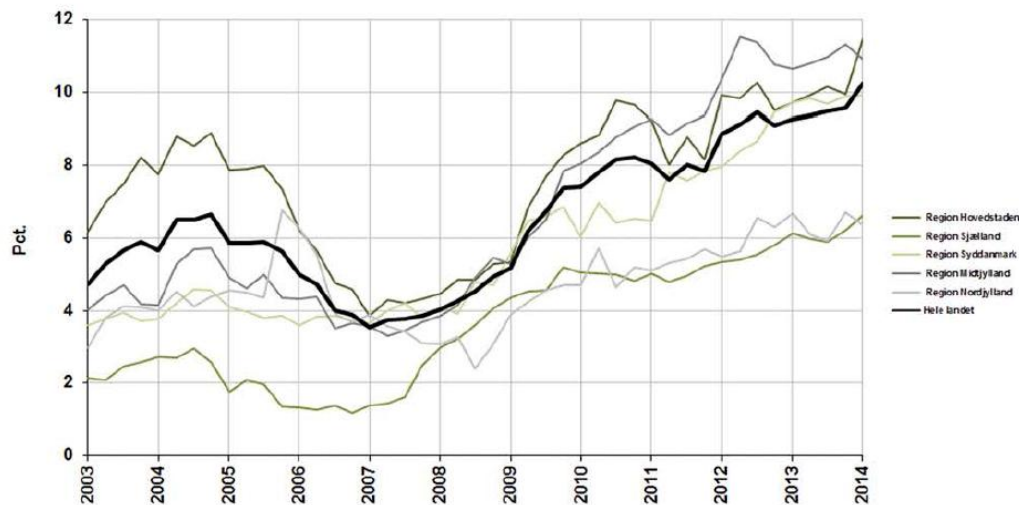
Figur 3. Erhvervs- og industribygningernes beliggenhed. Bygninger opført efter 1975 er ikke taget med i kortlægningen, men placeringsmønsteret har ikke ændret sig særligt siden (Noldus et al. 2011).

3.3.2. Tomgang af erhvervsbygninger

Det er overvejende i Region Hovedstaden og i Region Midtjylland, at mange kvadratmeter står ubrugte hen. Blandt erhvervslokaler er det primært kontorer, der står tomme. I sidste kvartal af 2013 blev flere kontorlokaler ledige, hvoraf en stadig større del ligger i Hovedstaden. På landsplan voksede ledigheden for kontorer i samme periode med 0,6 %, således at ledigheden nu er på 10,2 %. Den 1. januar 2014 stod 2,4 mio. kvm kontorareal ledigt på landsplan, hvoraf 1,3 mio. kvm ligger i Region Hovedstaden (Oline-ED statistikken, 1. kvartal 2014).

Udbuddet af detailhandelslokaler har stort set været konstant over det seneste år. Det seneste kvartal er ledigheden her steget med 0,1 procentpoint og ligger således på 6,4 %. Lager- og produktionslokaler er i det seneste kvartal faldet med marginale 0,1 procentpoint. Således ligger ledigheden på 4,0 %, hvilket svarer til 4 mio. udbudte kvm (ibid.).

Udbuddet af store kontorer - > 5.000 kvm - er steget voldsomt i det seneste kvartal – med hele 27 %, primært med beliggenhed i og omkring København (Oline-ED statistikken, 1. kvartal 2014). Udbuddet af kontorer på mellem 1.000 og 4.999 kvm er steget med 3 %, mens mængden af kontorer på under 1.000 kvm er stort set uforandret. Ligeledes har det været kendetegnende for det seneste år, at det er væksten i de ledige kontorer på over 5.000 kvm, der ligger til grund for den samlede vækst i de udbudte kvadratmeter.



Figur 4. Ledige kontorlokaler i procent af den skønnede bygningsmasse (Oline-ED statistikken, 1. kvartal 2014).

Der skal gøres opmærksom på, at tomgangsstatistikken Oline-ED statistikken er beregnet på baggrund af de lokaler, der annonceres på deres site, samt data fra de tre største ejendomsselskaber. Taget i betragtning at dermed ikke alle data er taget med, må det formodes, at ledighedsprocenterne reelt set er endnu højere. Ifølge den alternative Ejendomsstatistik, udviklet af Lokalebasen, ligger den reelle ledighedsprocent på ca. 14 % for kontorer (Kristensen, 2013). Der kan dog være tale om dubletter, hvilket betyder, at visse ejendomme er talt med to gange.

Til disse høje ledighedstal kan man lægge de mange tomme objekter, deriblandt mange kontorejendomme, som statens ejendomsselskab Freja har i udbud (Freja Ejendomme, 2014). Desuden skønnede Naturstyrelsen i 2010, at 2.700 ha ældre erhvervs- og havneområder enten var under omdannelse eller ville kunne blive omdannet inden for en 20-årig periode. Det svarer til 6-8 % af landets samlede erhvervsareal (Noldus et al. 2011).

3.3.3. Forventet tomgang

Selv hvis ejendomsmarkedet stabiliseres, ser det ikke ud til, at det vil resultere i færre tomme erhvervslokaler. Det skønnes, at op mod 4 mio. kvm eksisterende butiksareal i Danmark vil blive overflødiggjort frem mod 2025, hvilket svarer til ca. en tredjedel af det samlede butiksareal (ICP, 2012).

Den voksende tomgang i erhvervsejendomme bunder i en række overordnede samfundsmæssige tendenser, herunder stigende urbanisering, skæv demografisk udvikling mellem by og land, stigende internethandel, øget arbejdskraftmobilitet, mere fleksible arbejdsformer samt øget internationalisering af erhvervslivet. Udviklingen bidrager til, at der også i fremtiden vil være brug for færre kvadratmeter erhvervsareal.

3.4 Bygningssektoren i et energi-, klima- og ressourceperspektiv

Der er store variationer i, hvad der refereres til, når man ser opgørelser af bygningssektorens klimabelastning: Om det er udelukkende energiforbrug eller også inkluderer aktiviteter i forbindelse med produktion af byggematerialer, konstruktion, nedrivning mv. Dette har implikationer for, hvordan man opgør energi- og CO₂-udslippet fra sektoren. I Danmark opgøres bygningssektorens klimabelastning typisk gennem det direkte energiforbrug til opvarmning, belysning og ventilation, mens energiforbruget i forbindelse med konstruktions- og renoveringsprocesser er sværere at opgøre. Energistyrelsen oplyser, at omkring 40 % af det samlede nationale energiforbrug går til opvarmning, ventilation og belysning i bygninger (Energistyrelsen, 2014a).

Bygningens energiforbrug og drivhusgasudslip kan opdeles i to dele: 1) den som er forbundet med driftsfasen og 2) den iboende energi, dvs. den som stammer fra produktion af byggematerialer, fra transport og fra opførsels- og nedrivningsrelaterede processer. En alternativ opdeling, anvendt i den europæiske standard EN/15978 for vurdering af bygningers miljøpåvirkning, er fordelt på fem faser. Disse inkluderer materialer, opførsel, drift, nedrivning og genbrug.

I konteksten af denne rapport vil den todelte opdeling hovedsagligt være tilstrækkelig for at skitsere realiteter, muligheder og udfordringer forbundet med energiforbrug og drivhusgasudslip fra bygningssektoren. Materialeandelen af energiudslippet fra en bygning varierer meget og kan udgøre alt mellem 2 % og 75 % i et livscyklusperspektiv (Sartori & Hestnes, 2007; Bygherreforeningen et al., 2013: 89).

Dette betyder, at den iboende energis samlede bidrag til drivhusgasregnskabet er kendetegnet af stor variation. Variabler inkluderer den relative CO₂-intensitet i energiforsyningen, graden af energieffektivitet i driften, materialevalg, valg i forbindelse med opførsel og nedrivning samt beboeradfærd.

Byggeriets udledningskilder

Bygningssektoren er både ressource-, energi- og drivhusgasintensiv. Cement- og betonproduktionen vejer særligt tungt i CO₂-regnskaberne og bidrager til, at bygningssektoren, ekskl. driftsrelaterede udledninger, er estimeret til at være ansvarlig for helt op til 8 % af de samlede globale drivhusgasudledninger (IPCC, 2007).⁵

Der er i udenlandske og internationale sammenhænge gjort flere forsøg på at opgøre det relative energiforbrug og de relative udledninger forbundet med opførsel, nedrivning og drift i en bygnings levetid. I Danmark er der begrænsede eksempler af nyere dato. Dog er der gennemført livscyklusanalyser af de syv første DGNB-certificerede kontorbygninger i landet.⁶ Disse viser en udledningsandel fra materialer i området af 21 – 75 % med et gennemsnit på 39 % (Bygherreforeningen et al., 2013: 89). Alle syv er eksempler på lavenergi- og ressourceeffektive byggerier og kan derfor ikke anses at være repræsentative for sektoren generelt.

Udledningsopgørelser er betingede af, hvor kulstofintensiv det pågældende lands energiforsyning er, og hvordan den varierer gennem en bygnings levetid. Den generelle tendens er dog, at driftsfasen er ansvarlig for hovedparten af energiforbruget og CO₂-udslippet i en bygnings levetid (Preservation Green Lab, 2011; Sartori & Hestnes, 2007). Beregninger af denne art tager typisk udgangspunkt i en estimeret levetid på 50 eller 60 år (Bygherreforeningen et al., 2013: 71-72).

Enkelte undtagelser er dog at finde steder, hvor energiforsyningen er CO₂-neutral, og hvor udledningerne forbundet med opførsel, materialebrug mv. derfor kommer til at spille en relativt større rolle. Et eksempel på dette kan ses i et norsk studie fra 2011, hvor udslip fra materialer i nybyggeri estimeres at stå for 25-30 % af udledningerne gennem en bygnings samlede livscyklusforløb (Selvig, 2011).

⁵ Der forskes i udviklingen af mere klimavenlige materialer som på længere sigt kan bidrage til at mindske de materialerelaterede udledninger fra bygningssektoren. Et eksempel på dette er arbejdet med at udvikle mere klimavenlig cement, som forskningsgruppen LowE-CEM ved Aarhus Universitet i øjeblikket forsker i (Kokkegård, 2014; AU, 2014).

⁶ Fire byggede kontorbygninger og tre pre-designede.

De fleste af de bygninger, som vil stå i 2050 er allerede bygget, hvilket nødvendiggør klimaoptimerende renovering og transformation (UNEP, 2009:15). Uden renovering og energieffektivisering af den eksisterende bygningsmasse vil det ikke være muligt at opnå de potentielle og ønskede reduktioner i sektoren (UNEP, 2009:15). Når man ser på transformation specifikt, er det derfor centralt at have fokus på klimaoptimering i omdannelsesprocessen. Mange transformationer motiveres af en kulturel bevaringsværdi, men med begrænset fokus på klimaaspekter. Herved 'mistes' mange reduktionspotentialer. I tillæg til klimaoptimeringen, forlænger man, som nævnt ovenfor, bygningens levetid, øger udnyttelsen af den iboende energi og minimerer ressourceforbruget og affaldsmængderne, som ellers ville være forbundet med nedrivning og nybyggeri.

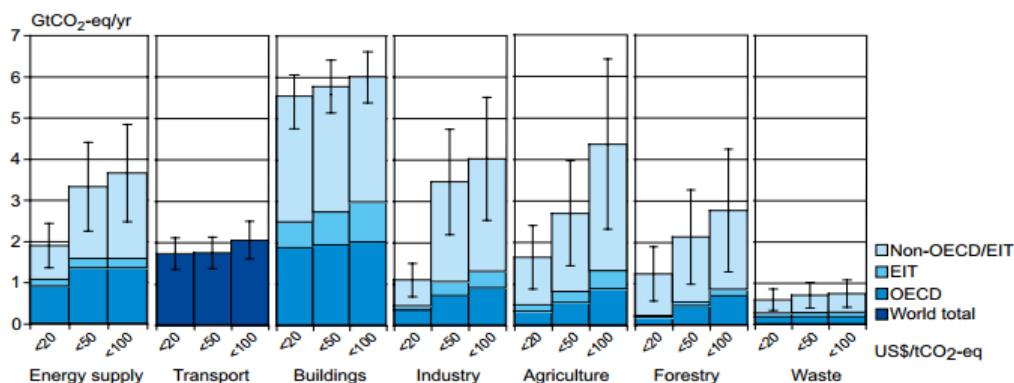
Endelig kan transformation, set i et ressourceperspektiv, være en måde at 'affaldsforebygge'. Frem for tomgang – eller at rive ned og bygge nyt med nye materialer – gør man brug af den eksisterende bygningsmasse og maksimerer udnyttelsen af de ressourcer, som en gang er blevet investeret i bygningen. Samlet set spiller ressourcebesparelser i forbindelse med transformation en betydelig rolle, under forudsætning af, at der fortsat er levetidspotentiale i de bevarede materialer, og at man ikke samtidig tilfører nye materialer i en grad, så besparelserne kommer til at fremstå af marginal betydning. Der er dermed mange gode grunde til transformation, ikke bare fra et energi- og klimaperspektiv, men også i en bredere bæredygtighedsoptik, som vil blive adresseret i rapportens senere afsnit.

4. Muligheder

Dette kapitel redegør for en række af de muligheder, der kan bidrage til at fremme bæredygtighed gennem transformation af den funktionstømte bygningsmasse. På baggrund af den gængse forståelsesramme for bæredygtighed, som tager udgangspunkt i de tre dimensioner 'miljø', 'social' og 'økonomi', identificerer afsnittet en række klimamæssige, sociale og økonomiske potentialer forbundet med transformation. Afsnittet lægger særlig vægt på de klimamæssige muligheder, men anerkender også sammenhængen og den indbyrdes afhængighed mellem de forskellige aspekter.

1.1. Klimamæssig bæredygtighed

FN's klimapanel, IPCC, har identificeret den globale bygningssektor som den sektor med det største og mest omkostningseffektive reduktionspotentiale, når det gælder drivhusgasudslip (IPCC, 2007). En stor del af potentialet eksisterer i form af energieffektiviseringer og besparelser i driftsfasen, men også materialeproduktion og aktiviteter forbundet med opførsel, nedrivning og transport spiller en rolle.



Figur 5. Estimeret økonomisk reduktionspotentiale opgjort pr. sektor og region med udgangspunkt i de teknologier og praksisser, som forventes at være tilgængelige i 2030 (IPCC, 2007:79).

Mens der gennem de senere år i Danmark har været øget fokus på energirenovierung, har transformation/ genanvendelse været genstand for mindre opmærksomhed. Ikke desto mindre betyder den store tomgang i erhvervsejendomme kombineret med nødvendigheden for at sætte ind på alle fronter, hvis de identificerede reduktionspotentialer i bygningssektoren skal realiseres, at der er gode grunde til at sætte fokus på de energi- og klimamæssige perspektiver i genanvendelse.

I denne forbindelse er det særligt muligheden for at forlænge levetiden af den enkelte bygning, der er interessant og kan spille en rolle i at reducere graden af nedrivning og nybyggeri. Derved drages der bedre nytte af den iboende energi, som er bundet i den enkelte bygning, samtidig med at energiforbruget og de associerede drivhusgasudledninger, forbundet med produktion af materialer, opførsel og nedrivning, nedbringes. Transformation kan også bidrage til fortætning af byen, med positive følgevirkninger for det transportrelaterede drivhusgasudslip samt for energiforbrug og drivhusgasudslip i bygningens driftsfase.

Endeligt er det værd at nævne, at den planlagte omstilling til en CO₂-neutral energiforsyning gennem de kommende årtier vil betyde, at materialernes andel af de samlede udledninger fra bygningssektoren kan forventes at stige (CONCITO, 2014). Dette understreger behovet for at sætte fokus på denne del af sektorens energiforbrug og drivhusgasudslip, ud over de driftsrelaterede udledninger.

I tillæg til de energi- og klimamæssige argumenter for at sætte fokus på genanvendelse, er der en række miljømæssige argumenter, som er relevante at fremhæve. Her er det særligt muligheden for at mindske presset på begrænsede ressourcer i forbindelse med input til produktion af byggematerialer samt for at reducere affaldsmængderne genereret i forbindelse med nedrivning. I denne forbindelse er konceptet om at 'affaldsforebygge' relevant og vil blive uddybet videre i de følgende afsnit.

4.1.1. Levetidsforlængelse

Bygningssektoren er ressourcekrævende og foranlediger udvinding og fremstilling af betydelige mængder af materialer til opførsel af nye bygninger. Dette giver årsag til store drivhusgasudledninger og øger efterspørgslen og presset på begrænsede ressourcer (Baumert et al., 2005).

Fra et energi- og klimamæssigt perspektiv er der på dette grundlag en interesse i at optimere udnyttelsen af den enkelte ressource og maksimere bygningens levetid inden for rammerne af, hvad der giver mening, taget det løbende energi- og ressourceforbrug i betragtning.

4.1.2. Fortætning

Med afsæt i den høje tomgang i erhvervsejendomme i by- og bynære områder kan en stigende grad af transformation bidrage positivt til fortætning og lokal byudvikling. Dette kan mindske den fortsatte arealmæssige ekspansion af

mange byer og have positiv indflydelse på transportmønstre og trængsel i byerne gennem mindsket behov for private køretøjer.

Det er i denne sammenhæng vigtigt at skelne mellem forskellige forståelser af, hvad tæthed betyder i praksis. En høj brutto bebyggelsesprocent er ikke nødvendigvis fremmende for bæredygtigheden, hvis beboelsen ikke er tilsvarende tæt. Derfor er den relevante tæthedsdefinition i denne kontekst antallet af personer per hektar, eller hvis det gælder erhvervsbyggeri, antallet af beskæftigede per hektar (Kvorning et al., 2009).

Effekt på transport og trængsel

Der er en bred erkendelse af, at en tættere by rummer potentialet for også at være en mere bæredygtig by. Kompakt bydannelse mindsker pendlertransport/-aktivitet og forbedrer rammerne for den kollektive transport og for brug af cyklen. Dette har betydning for energiforbruget og udslippet af drivhusgasser forbundet med transport og trængsel. Den reelle effekt er dog betinget af, at rammerne for effektiv og fordelagtig brug af den kollektive trafik og af cyklen er til stede (Kvorning et al., 2009).

Effekt på energiforbrug

I tillæg til indvirkningen på færdsels- og transporttendenser rummer den tætte by potentiale for at nedbringe energiforbruget forbundet med opvarmning, da den kompakte bebyggelse mindsker varmetabet og derved har en 'isolerende' effekt. Dette er dog betinget af andre faktorer, såsom muligheden for at drage nytte af naturligt dagslys, som kan forringes, hvis bebyggelsen bliver for tæt (Strømman-Andersen & Sattrup, 2011).

Transformation af de erhvervsejendomme, som i dag står tomme, kan på denne vis spille en konstruktiv rolle i at nedbringe energiforbruget og drivhusgasudslippet, ikke bare i bygningssektoren i sig selv, mens også gennem de afledte effekter på transport og adfærd.

4.1.3. Mindsket nedrivning og byggeaffald

Som en videre følge af levetidsforlængelse kan transformation bidrage positivt til at mindske graden af konstruktion og nedrivning og derved nedbringe de relaterede affaldsmængder med positive afledte effekter på byggesektorens samlede klimabelastning.

Ifølge Affaldsstatistikken 2011 genanvendes 79 % af den samlede mængde af bygge- og anlægsaffald ud af en total mængde på ca. 0,9 mio. tons i 2011 (Miljøministeriet, 2013). Knap 97 % af dette er forbundet med nedrivning af eksi-

sterende bygninger (Christensen & Andersen, 2011). Dette indikerer, at den største reduktion af bygge- og anlægsaffald kan opnås ved at reducere intensiteten af nedrivning, såsom gennem renovering og transformation.

Affaldsforebyggelse

Transformation kan spille en vigtig rolle i en bredere indsats for affaldsforebyggelse gennem levetidsforlængelse og maksimeret udnyttelse af de materialer, som indgår i byggeriet. Graden af affaldsforebyggelse vil afhænge af, i hvilken grad transformationen nyttiggør og genbruger de forskellige komponenter af bygningen. Omdannelsen af de gamle remisehaller i København V (se kap. 7.7) er et eksempel på nyttiggørelse med minimal affaldsproduktion, hvor de rå haller er taget i brug nærmest, som de var, tilføjet enkelte energibesparende komponenter. Andre transformationer indebærer en højere grad af udskiftning af de eksisterende bygningskomponenter. I visse tilfælde kan dette være i så høj en grad, at der genereres betydelige affaldsmængder, og at drivhusgasreduktionen, i form af materialebevarelse, kan være mere tvivlsom. Dette understreger behovet for bygningsspecifikke analyser af transformationspotentialer.

Nyttiggørelse

Langt størstedelen af det inerte bygge- og anlægsaffald anvendes som stabilgrus i veje og stier, hvor det erstatter naturligt sand og grus. Der eksisterer et potentiale for at erstatte tilslag (naturligt sand og grus) i ny beton med knust byggeaffald, men væsentlige barrierer gør, at genanvendelsen ikke forekommer.⁷ Desuden ville den klimamæssige effekt ved dette formentlig være negativ, idet knust beton som tilslag i ny beton vil kræve en højere mængde cement i betonen og derved øge den samlede iboende energi (Nielsen, 2012). Begge typer for genanvendelse kan siges at være en form for downcycling, idet betonen i byggeaffaldet har en højere iboende energi (pga. cementen i betonen) end det sand og grus, som affaldet erstatter.

Denne betragtning foretages også i en rapport fra EU-kommissionen fra 2011, hvor det fremgår, at direkte genbrug af byggeelementer har højere potentiel nettogevinst i form af besparet energi sammenlignet med genanvendelse af knust byggeaffald i veje og nye byggematerialer (EU-kommissionen, 2011). Dette skyldes, at direkte genbrug af byggeelementer reducerer produktionen af cement, der er den mest energikrævende proces i betonproduktionen. Det praktiske og logistiske arbejde med at øge graden af direkte genbrug er dog præget af betydelige barrierer, som gør, at genbrugspotentialer ikke realiseres.

⁷ Væsentlige barrierer inkluderer, at knust beton har en ru og kantet overflade, jævnfør naturligt tilslag, hvilket bl.a. bevirker et højt vandforbrug for at omdanne det knuste beton til noget brugbart. Det høje vandforbrug betyder, at der skal bruges mere cement for at opnå det rette vand-cement-forhold og den nødvendige styrke, og brugen af mere cement vil give negative miljøeffekter (Nielsen, 2012:14)

En integreret affaldshåndtering med en højere grad af affaldssortering på bygge-/ nedrivningspladsen er vigtige tiltag i denne sammenhæng.

Det kan heraf konkluderes, at det mest effektive, set i et ressource- og klimaperspektiv, er at forlænge levetiden af den enkelte konstruktion (inden for rammerne af, hvad der giver mening, taget det løbende energi- og ressourceforbrug i betragtning) eller at genbruge byggelementer direkte, frem for at nedrive konstruktioner for derefter at genanvende det nedknuste byggeaffald.

4.1.4. Mindsket produktion og transport af nye byggematerialer

En del af drivhusgasudslippet fra byggesektoren er forbundet med transport af byggematerialer og -affald i forbindelse med opførsel og nedrivning af bygninger. Transportsektoren udgør dog en ikke-kvotesektor, hvilket indebærer, at dens udledninger ikke opgøres i samme omfang som gælder kvotesektorerne. Dette gør det svært at dokumentere den reelle CO₂-udledning. Estimerer indikerer dog, at de transportrelaterede udledninger i byggesektoren er relativt ubetydelige set i sammenhæng med udledningerne forbundet med drift og materialer set over en bygnings livscyklus.

1.2. Social bæredygtighed

Tomme ejendomme trækker ikke alene deres eget, men også områdets, værdi ned og kan medføre flere tomme lokaler, fraflytning, butiksdød m.m. Erfaringer fra Danmark og udlandet viser, at genanvendelse af de funktionstømte ejendomme og lokaler, eventuelt midlertidigt, til nye formål kan bidrage til at vende den udvikling (English Heritage et al., 2013; Kulturstyrelsen, 2011). Mens klimaaspekterne ved transformation er undersøgelsens primære indfaldsvinkel, anerkendes det ikke desto mindre, at genanvendelse af eksisterende bygninger ligeledes kan have en vigtig social betydning. De forskellige aspekter er indbyrdes afhængige, hvilket kan illustreres ved at se på, hvordan høj arkitektonisk kvalitet styrker en bygnings fremtidsværdi gennem at øge den reelle levetid. Dette kan reducere produktionen af nye byggematerialer samt energien og de omkostninger, der er forbundet med at rive ned, bygge nyt eller bygge om. Der kan med andre ord være tale om afledte effekter, som kan have en positiv virkning på reduktion af CO₂-udslippet. Det er muligt at identificere følgende generiske sociale potentialer ved transformation.

4.2.1. Arkitektonisk mangfoldighed

Når det påskønnes, at bæredygtig transformation også handler om den sociale merværdi, der potentielt ligger i stedets arkitektur og historie, må det understreges, at der ikke fokuseres på ejendommens bevaringsværdi alene, men på genanvendelsesværdien i bredere forstand. Dette indebærer, at det ikke altid er de mest bevaringsværdige bygninger, der har den højeste genanvendelsesværdi. Bygninger med fleksible, robuste rum, materialer, disposition, som kan bruges til nye funktioner uden omfattende fysiske indgreb og investeringer, har stort genanvendelsespotentialer, set fra et bæredygtighedsperspektiv. Samtidig kan genanvendelse af en bygning udvide opfattelsen af, hvad det er bevaringsværdigt og for hvem. Bomansplaats i Eindhoven (se kap 7.1) illustrerer, hvordan en nedslidt kontorejendom fra 1970'erne kan rumme store kvaliteter gennem at fremme den sociale udvikling af det uderum, den indgår i. Transformationen til kollegium har bidraget til, at mange (fortsat) ønsker at bo i området. Dermed bliver arkitektur, der understøtter byliv set over en lang tidshorisont, en vigtig del af områdets fremtidsværdi.

4.2.2. Historisk kontinuitet

Genanvendelse af en bygning eller et område kan anskueliggøre udviklingen af en ny identitet, fx fra erhvervsområde til boligkvarter, hvor fysiske kvaliteter med et stedligt særpræg kan fastholdes og styrkes. Når sammenhængen mellem et lokalområdes helt eller delvist afsluttede anvendelse og udviklingen af en ny identitet tydeliggøres, indgår man som bruger og beboer i en historisk

kontinuitet, der fortælles gennem de fysiske rammer. Mødet mellem det eksisterende og det nye kan med fordel fremhæves og kan skabe forbindelser i tid og rum, som typisk opleves som imødekommende og behagelige at opholde sig i. I den kvalitet, både på bygnings- og områdeniveau, ligger der fremtidsværdi og bedre levetidsforventninger.



Figur 6. Blauwe Huys i Wageningen, Nederlandene. Tidligere skattekontor fra 1967, i 2010 blev transformeret til ti store lejligheder. Blandingen af boliger og erhverv samt fitnesscenter i stueetagen har bragt mere liv til det tidligere monofunktionelle område. Klimaskærmen er skiftet helt ud, idet betonkomponenterne blev vurderet til at være i for dårlig stand. Desuden skønnede bygherren, at det oprindelige arkitektoniske udtryk, heller ikke efter en renovering, ville tiltale den tiltænkte målgruppe. De karakteristiske horisontale bånd er dermed gået tabt. De tunge betonkonstruktioner, herunder fundament, etage- og kælderdek og tagkonstruktion, er blevet genanvendt. Trappehuset bevaret, dog uden det originale gelænder da det ikke opfyldte eksisterende lovkrav. Samme gjaldt elevatoren, som var for smal. En nuancering af lovkravene ved transformation bør overvejes (Foto: Mies Architectuur).

4.2.3. Social merværdi i lokalområdet

Genanvendelse af bygninger og områder kan potentielt tiltrække nye virksomheder, uddannelsesinstitutioner m.m. Når infrastruktur, arkitektur, funktionalitet, byrum, teknik og materialevalg tænkes sammen ud fra et langsigtet helhedsperspektiv, er der muligheder for, at stedet kan bidrage til den lokale udvikling, fx ved at fremme turisme, lokalt forbrug, bosætning og erhverv. I Frederikshavn har omdannelsen af den funktionstømte Kattegatsilo til kontorhotel (se case 7.4) haft positiv indflydelse på at fastholde og stimulere det lokale erhvervsliv, samtidig med at havnen beholdt sin maritimhistoriske karakter. Lignende effekter, deriblandt værdistigning af omkringliggende ejendomme, kan ses ved transformationen af Carlsberg-byen i København, Spinderihallerne i Vejle, Papirfabrikken i Silkeborg, Godsbanen i Aarhus m.fl. Erfaringer fra disse og andre projekter viser, at en blanding af funktioner bidrager til en succesfuld transformationsproces, idet det skaber liv i mange timer af døgnet gennem forskelligartede aktiviteter og bidrager til at skabe et mangfoldigt udtryk (Braae & Riesto 2010; Kulturstyrelsen, 2011; Noldus 2011; Riesto 2011).

Samme erfaringer viser, at bl.a. beliggenhed, god trafikale infrastruktur og et bevaringsværdigt udtryk er med til at bestemme, hvorvidt projektet er økonomisk levedygtigt. Den träge udvikling af (til dels) funktionstømte områder, såsom Priorparken og Vibeholm i Brøndby, viser at, uanset om der foreligger en vision og/eller helhedsplan for omdannelse, kan det være en udfordring at finde investorer, der kan sikre områdets udvikling fremad. S-togstationen Priorparken blev udpeget som ”øvrige station” i Fingerplan 2007, men der er ingen konkrete planer for etableringen, hvilket hæmmer udviklingen. Til Hersted Industripark blev der udskrevet en arkitektkonkurrence, men hidtil er det ikke lykkedes at gennemføre vinderplanen, der skulle transformere og fortætte området i det bynære Albertslund til en blanding af hovedsageligt erhverv og i mindre omfang boliger. Den kommende letbane langs Ring 3, som får en station ved Hersted, kan muligvis sætte projektet på skinner igen, men idet letbanen er blevet udsat til 2022, har det lange udsigter. Sukkerfabrikken i Stege havde til huse i smukke bygninger med høj bevaringsværdi, attraktivt placeret ved vandet. Dog har mangel på gode trafikale forbindelser og en beliggenhed langt fra større byer gjort det vanskeligt at realisere visionen om at skabe og fastholde liv i området.



Figur 7. Lokomotivremisen i Brande blev i 2005-07 transformeret fra at være en rest fra fortiden til et omdrejningspunkt for byudvikling. Bygningen huser i dag teatersal samt udstillings- og conferencefaciliteter. Toiletterne er indrettet i den gamle smøregrav, og baren i caféen står på originale skinner - så den kan rulles uden for om sommeren - hvormed bygningens oprindelige funktion er trukket op til nutiden. Transformationen kom i stand ved et offentligt-privat samarbejde mellem Brande Kommune, en række fonde, private sponsorer og Foreningen Kulturremisen. (Foto: Jørgen Overbys Tegnestue)

4.3. Økonomisk bæredygtighed

Ud over de klimamæssige og sociale muligheder, der ligger i genanvendelse af funktionstømte erhvervsbygninger, er der en række økonomiske potentialer i forhold til arbejdet med bæredygtig transformation. Bæredygtig arkitektur rummer potentialet for at mindske udgifter forbundet med materialer, transport, energiforbrug og vedligeholdelse samt for at fremme en given ejendoms levetid og værdi. Dette gør sig gældende både ved nybyggeri, renovering og transformation (Bygherreforeningen et al., 2013:17).

Interessen for at genanvende den eksisterende bygningsmasse er stigende, som illustreret i rapportens indledning. Over for denne ambition står bygherrer og investorer, der tilkendegiver, at transformationsprojekter ofte er kendetegnet ved for lav eller usikker rentabilitet. Dette skyldes bl.a. manglen på standardisering i forhold til materialer, teknologi og planproces m.m., hvilket bidrager til at øge de samlede omkostninger forbundet med transformation. Dertil kommer, at beliggenheden er den faktor, der er mest afgørende for økonomien i et transformationsprojekt (Edwards, 2011). Det indebærer, at det geografiske område, hvor investeringer i omdannelse af eksisterende bygninger nemmest kan tjenes hjem, i dag er begrænset til primært at omfatte Aarhus C, Frederiksberg, København og i nogen grad Aalborg, Gentofte og Lyngby-Taarbæk⁸. Selv om hele Hovedstadsområdet og de andre store byområder står med en høj tomgang i erhvervsbygninger, og boligbehovet de kommende år kan forventes at stige yderligere, er det fortsat et meget begrænset område, hvor transformation er interessant ud fra en privatøkonomisk betragtning. Set fra et samfundsøkonomisk perspektiv, og i det omfang klimamæssige faktorer er forenelige med det, kan følgende økonomiske potentialer ved transformation identificeres:

4.3.1. Levetidsforlængelse

I forhold til bygningskomponenter skelnes der ofte mellem teknisk, funktionel, økonomisk og æstetisk levetid. Bygningskomponenter udskiftes, fordi modstandsevnen overfor aktuelle påvirkninger ikke længere er tilstrækkelig til at opfylde den oprindelige funktion (teknisk levetid), fordi funktionen ikke længere er tidssvarende (funktionel levetid), fordi vedligehold eller reparation bliver for dyrt (økonomisk levetid) eller på grund af forhold relateret til mode og livsstil (æstetisk levetid) (Aagaard et al., 2012).

⁸ Dansk Byggeri (2013) samt udsagn fra private developere og investorer, der deltog i projektets følgegruppe eller case-undersøgelser.

I store træk gør de samme forhold sig gældende for hele bygninger. Men hvor levetiden af den enkelte bygningsdel i praksis ophører ved en kombination af disse forhold, er der for en hel bygning gode muligheder for at levetidsforlænge. Genanvendelse af den eksisterende bygningsmasse bliver økonomisk attraktivt for samfundet og for den enkelte, private eller offentlige, bygningsejer, når ejendommen bevarer eller øger sin værdi og samtidig bliver gjort anvendelig og tidssvarende, så den kan give et afkast (Dansk Bygningsarv, 2012:9).

For samfundet som helhed er det af betydning, at vedligeholdelsen af den eksisterende bygningsmasse sker løbende. Ellers kan det blive omkostningstungt for ejeren, nuværende eller fremtidig, at rette op på bygningens dårlige tilstand. Her er der tale om et vedligeholdelsesefterslæb. Vedligeholdelsen er minimal de første år af en bygnings levetid, men stiger gradvist gennem de følgende 20-30 år. Griber man ikke ind i denne periode, vil bygningen forfalde. En tom bygning forfalder endnu hurtigere, da den ikke bruges og derfor ikke bliver vedligeholdet løbende. At genanvende en bygning, og tage fat på det vedligeholdelsesbehov, den typisk vil stå med, er en mulighed for at forlænge bygningens levetid og dermed skabe ny værdi.

4.3.2. Besparelser på materialer

Ved at genanvende eksisterende bygninger kan der opnås besparelser på produktion af nye materialer. Typisk vil det være muligt at genbruge bygningens skelet, bestående af fundament, etagedæk, tag og øvrige bærende konstruktioner, hvormed der spares på udgifter til beton m.m. Kan klimaskærm, vinduer m.m. genbruges, ligger der ligeledes en besparelse der. Dertil kommer, at det ved transformation typisk vil være muligt at undgå merudgifter til anlæg af forsyningsnet, kloak, veje, vej belysning og lign., som ellers vil være tilfældet, hvis der bygges nyt på en bar mark.

Ud over anlægsomkostninger og tunge materialer som beton og stål, udgør råstoffer, såsom kobber og aluminium, en del af de materialer, der ligeledes kan spares på. Efterspørgslen og priserne på råstoffer kan forventes at stige i takt med, at verdensbefolkningen vokser.

4.3.3. Reduktion af tomgang

Langvarig tomgang af ejendomme er et problem for ejeren og for samfundet. De tomme kvadratmeter medfører tabt lejeindtægt, hvilket ydermere betyder, at investeringer, bundet i de tomme lokaler, ikke forrentes. Byer eller områder med en høj tomgangsprocent er desuden ikke attraktive at investere i. Dette gælder fx Amsterdam, der kæmper med en tomgang på 18 % (2013) på erhvervsejendomsmarkedet. Tomme ejendomme trækker ikke alene deres egen,

men også områdets, værdi ned og kan medføre flere tomme lokaler, fraflytning, butiksdød m.m.

Ringe udsigter til at få lejet de tomme kontorer ud igen kombineret med den store efterspørgsel på boliger i Hovedstaden, gør det oplagt at overveje omdannelse af kontorerne til boliger. Nettoafkastet på boligejendomme i Danmark har gennemsnitligt været højere end afkastet på erhvervsejendomme, så vurderet ud fra afkastet, er boliger i dag en mere attraktiv investering end erhvervsejendomme. Alt efter beliggenheden vil en omdannelse fra kontor til bolig kunne udløse en årlig merleje, som kan finansiere omdannelsesudgiften. Det generer momsindtægter af det beløb, der omdannes for, men er på den anden side en væsentlig fordyrende faktor for developeren, hvis transformationen laves med henblik på salg. Udføres projektet med henblik på udlejning, kan den transformerede ejendom sælges uden moms.



Figur 8. The Henry's - Fra nedslidt kontorejendom til lejlighedskompleks. Ejendommen fra midt-1970'erne havde stået tom i flere år, inden den blev udviklet af Kölner Proximus Estate. Projektet, der stod færdig i 2010, var det første transformationsprojekt i Tyskland, der blev DGNB-certificeret (pga. den endelige bygnings energiforbrug i driften). Investeringen kunne tjenes hjem i kraft af ejendommens beliggenhed i et eftertragtet kvarter af Düsseldorf. En god loftshøjde på 3.10 m har bidraget til lejlighedernes værdi.⁹ (Fotos: Stefan Schilling)

4.3.4. Innovation og beskæftigelse

Transformation og renovering kan skabe arbejdspladser. I arbejdet med de eksisterende ejendomme vil man ofte stå i en situation, hvor de gængse løsninger ikke kan bruges. Idéer udvikles på stedet, og løsninger skal skræddersyes. Dette stimulerer teknisk innovation og kan dermed bidrage til skabelse af nye arbejdspladser i byggesektoren. Der ligger stadig en udfordring i at omsætte de nye løsninger, produkter og metoder til at række ud over det enkelte byggeprojekt. Der er brug for at sætte de nye idéer i system, således at de kan styrke udviklingsprocesser og innovation i byggebranchen.

⁹ Baas (2013). Studiet viser, at lejeindtægten på erhvervsejendomme, som er energicertificeret, i gennemsnit ligger 10,7 % højere end lignende lejemål, som ikke er energicertificeret. Gælder både nybyggeri, renoverede og genanvendte bygninger.



Figur 9. Smallegade 14-18, Frederiksberg, er under transformation med henblik på udlejning til blanding af detailhandel, erhverv og ungdomsboliger. Bygningen blev opført i starten af 1960'erne og fremstod nedslidt. Råhuset derimod var i god stand og er blevet genanvendt i sin helhed. Developeren Green Estate overvejede ikke nedrivning, grundet den velfungerende parkeringskælder, som ligger under ejendommen og naboet. Samtidig er råhuset opført i jernbeton støbt på stedet, hvilket vil være vanskeligt og dyrt at rive ned og nedknuse. Kommunen tillod ikke, at der blev lagt etager til, da det ville tage lys fra et lejlighedskompleks på Howitzvej, som ligger bag ejendommen. (Foto og rendering: Sahl Arkitekter)



Figur 10. Transformationen af Pakhus 4, Østre Havn, Aalborg. Fra et tidligere uopvarmet kornlager, er pakhuset i dag blevet omdannet til et attraktivt kontordomicil. Bygherres interesse lå i udgangspunktet ikke i pakhuset, men i andre af havnens bygninger. Dog betød den nye lokalplan for hele havneområdet, at det bevaringsværdige pakhusskulle konverteres i forbindelse med omdannelsen af resten af området. Transformationen er estimeret til at have været op mod 20 % dyrere end nybyggeri. Til gengæld er lejemarkedet højere end ved et nybygget kontor, hvormed investeringen på længere sig kan tjenes hjem. (Foto: Bjørk & Maigaard)

5. Barrierer

Kapitel 4 identificerede klimamæssige, sociale og økonomiske muligheder forbundet med transformation af funktionstømte erhvervsbygninger. Det blev understreget, at transformation ikke altid vil være den optimale løsning, men at det vil komme an på case- og sitespecifikke omstændigheder, herunder tekniske og energimæssige forhold, beliggenhed m.m. På trods af de identificerede potentialer, må det konstateres, at omfanget, hvormed ubrugte ejendomme bliver transformeret, fra fx kontor til bolig, fortsat er begrænset i Danmark. Nedenstående afsnit vil redegøre for en række af de barrierer, der kendetegner området.

5.1. Materialer, konstruktion og energi

Den eksisterende erhvervsbygningsmasse er funktionsspecifik

Bygningens disposition, størrelse, indretning m.m. kan udgøre begrænsninger i forhold til dens fremtidige brug (fx en lavere loftshøjde, end hvad standarden for boliger tillader). Dette medfører afvejninger dels i forhold til, hvad der energimæssigt kan betale sig, samt dels hvordan man vægter de energimæssige aspekter i forhold til andre parametre, såsom bevaringsværdi og social betydning. Der efterlyses dertil videreudvikling af tilgængelige værktøj til bedre (og billigere) at kunne bedømme en bygnings forandringspotentialer ud fra forskellige parametre. Mindst lige så vigtigt efterlyses en kulturforandring, hvor der i højere grad tænkes ud fra bygningens givne forhold, og hvor der bygges på bygningens præmisser.

Byggematerialer er standardiseret til nybyggeri

Byggematerialer og –komponenter er som oftest standardiseret til nybyggeri. Der er behov for et større marked for byggematerialer, som ud over at have en lav klimabelastning, er tynde og lette, således at de kan opfylde isoleringsbehovet uden at udgøre en trussel mod bygningens arkitektoniske udtryk. Desuden efterlyses materialer med en indbygget fleksibilitet, således at de kan anvendes også i det mere funktionsspecifikke byggeri, hvilket vil gøre transformation mere rentabelt.

I forlængelse heraf – og taget i betragtning, at transformation oftest vil involvere tilførsel af nye materialer - ligger en anbefaling om, at der skal fokuseres mere på byggematerialernes betydning for bygningers samlede klimapåvirkning.

Genbrug af byggematerialer

Nedrivningen af eksisterende konstruktioner bidrager med knap 97 % til den samlede mængde af bygge- og anlægsaffald i Danmark. Den største reduktion af bygge- og anlægsaffald kan således opnås ved at reducere omfanget af nedrivning gennem fortsat brug af bygningerne, blandt andet ved at transformere dem til nye anvendelser. Selv ved en betydelig reduktion af affaldsmængder vil der fortsat være store mængder af resterende affald, som ville kunne bruges bedre, end hvad der er tilfældet på nuværende tidspunkt. Den eksisterende nedrivningspraksis lægger ikke tilstrækkeligt op til direkte genbrug af byggematerialer og de eksisterende returordninger (af fx tagpap og isoleringsmateriale) bliver kun brugt i begrænset omfang. En nærmere undersøgelse af, hvordan man fremmer genbrug af byggematerialer og –affald, ville styrke udviklingen inden for renovering og transformation.

5.2. Instrumenter og lovgivning*Redskaberne er afstemt på nybyggeri*

Selv om kun 2 % af bygningsarbejdet består af nybyggeri og de resterende 98 % af vedligeholdelse, renovering og genanvendelse af eksisterende bygninger, er byggeriets værktøjskasse i høj grad gearret til nybyggeri. Grundlæggende set mangler der en livscyklustilgang i byggeriets instrumentarium, som kan understøtte et øget fokus på samlet klimapåvirkning, vedligeholdelse og levetid. Dette gælder først og fremmest Bygningsreglementet, men også eksisterende økonomiske redskaber til estimering af bygningers klimaaftryk. I forlængelse af den foreliggende rapport har Henning Larsen Architects afprøvet to redskaber, hvormed bygningens iboende energi kan estimeres: Det norske Klimagassregnskab og Statens Byggeforskningsinstituts (SBI's) designguide Arkitektur Energi Renovering (AER) (Se kap. 6). Afprøvningen viser, at mens *Klimagassregnskab* er et godt redskab til at evaluere CO₂-udledningen bundet i byggematerialer, er dets mere dynamiske egenskaber, som redskab til at evaluere forskellige energitiltag, svagere. Det kan derfor med fordel suppleres af *Arkitektur Energi Renovering (AER)*-værktøjet, som giver overslag på effekten ved forskellige energirenoveringsscenarier. Resultater fra AER-værktøjet kan efterfølgende indtastes i *Klimagassregnskab* for at vurdere CO₂-udledningen, som ikke adresseres i AER-værktøjet. Der mangler på nuværende tidspunkt et værktøj, der integrerer egenskaberne fra de to afprøvede redskaber og som er specifikt egnet til danske energiforhold.

Kløft mellem den privat- og samfundsøkonomiske dimension

En væsentlig barriere for fortsat anvendelse af funktionstømte bygninger udgøres af kløften mellem privatøkonomiske og samfundsøkonomiske interesser. Transformation har stor social, arkitektonisk og samfundsøkonomisk merværdi, men over for samfundets bæredygtigheds-ambitioner står bygherrer og in-

vestorer, der tilkendegiver, at rentabilitet i forbindelse med transformationsprojekter er begrænset og/eller usikker. Som landet ligger nu, er der behov for bedre økonomiske incitamenter, hvis transformation skal fremmes som alternativ og/eller supplement til nybyggeri. En nærmere undersøgelse af de eksisterende juridiske rammer og finansieringsmodeller, samt hvorvidt, og hvilke, økonomiske incitamenter kan stimulere processen, anbefales.

5.3. Arkitektur og beliggenhed

Erhvervsbygninger af nyere dato har ofte et nedslidt udtryk

Mange, typisk præfabrikerede, bygninger fra 1960'erne, 1970'erne og 1980'erne er kendetegnet ved et lettere nedslidt udtryk, som slører de arkitektoniske kvaliteter, som mange af disse bygninger faktisk besidder. Dette medfører, at en del omdannelser er mere indgribende, end hvad der er nødvendigt ud fra et klima- og bæredygtighedsmæssigt perspektiv. I mange tilfælde bliver hele bygningens klimaskærm skiftet ud af 'æstetiske' hensyn. En mindre indgribende omdannelse ville spare på omkostninger og CO₂-udslip og ville kunne løfte bygningens æstetiske udtryk med respekt for dens egne kvaliteter. Dette kræver indgående kendskab til denne del af vores bygningsarv og er betinget af, at transformation af de yngre erhvervsbygninger styrkes som arkitektonisk opgave.

Der mangler kendskab til de ledige 10 % af erhvervsbygningsmassen

Potentielle bygherrer og brugere kender ikke i tilstrækkeligt omfang til de funktionstømte bygninger (langvarig el. midlertidig tomgang, ejerforholdet, typologi, forandringspotentiale m.m.) og de muligheder, de indeholder. Et initiativ som Givrum.nu er et eksempel på et redskab, der øger kendskabet til og bevidstheden om den funktionstømte bygningsmasse. Det kan overvejes, om platformen kan udvides, eller en tilsvarende kan udvikles, til at omfatte funktionstømte erhvervsbygninger til varigt funktionsskifte.

Der er store regionale forskelle i potentialerne for genanvendelse

Beliggenhed er en hovedfaktor i forhold til genanvendelse af erhvervsjendomme. Mens der er gode udsigter i landets vækstregioner, primært Aarhus C, Frederiksberg, København og i nogen grad Aalborg, Gentofte og Lyngby-Taarbæk, er mulighederne for genanvendelse af funktionstømte (erhvervs)bygninger i yderområder og landdistrikter, begrænsede. Det er ikke gavnligt at bevare alt; tomgang trækker værdien af ejendommen og lokalområdet ned, hvilket indebærer, at nedrivning og oprydning kan være mere hensigtsmæssig i bestemte områder. Når det er sagt, kan det blive problematisk, hvis boligbehovet de kommende år spredes til et større område end de ovennævnte byer, mens det er et meget begrænset område, hvor transformation er interessant ud fra en privatøkonomisk betragtning.

6. Beregningsmodeller og -redskaber

I sammenhæng med de senere årtiers tiltagende fokus på klima- og energirigtig renovering og nybyggeri, er der blevet udviklet en række værktøj til at understøtte aktører i at planlægge og gennemføre sådanne projekter. Værktøjerne varierer i formål, målgruppe, kompleksitet og udformning, og det er naturligvis ikke alle, der er lige relevante i forbindelse med transformation. Formålet her er at præsentere et udvalg af de instrumenter med en kobling til energirenovering, klima eller bæredygtighed. Det er ikke lykkedes at finde et værktøj specifikt målrettet transformationsprojekter, men flere af de nedenstående kan bidrage med nyttig data eller viden, også når det gælder transformation. Samtidig kan paletten af værktøjer give inspiration til udviklingen af et lignende instrument, specifikt målrettet bæredygtig, klimavenlig og energioptimerende transformation.

6.1. Overblik over relevante beregningsmodeller og -redskaber

Energimål.dk

Energimål.dk har til formål at understøtte planlægning og gennemførelse af energirenoveringsprojekter af kontorejendomme. Værktøjet er udviklet i samarbejde mellem Esbensen Rådgivende Ingeniører, Henning Larsen Architects, NHL Data ApS, Bygningsstyrelsen, Albertslund Kommune og DATEA A/S og kræver ikke byggetekniske forkundskaber.

Beregneren tager udgangspunkt i specifikke målsætninger valgt af brugeren indenfor områderne 1) energimærke 2) CO₂-besparelse (tons), 3) energibesparelse (kWh) eller 4) reduktion af energiudgift (kr.). Man prioriterer ét område og sætter herefter de økonomiske og finansielle rammer for projektet i form af ønsket investering, forrentning og huslejestigning, hvorefter beregneren producerer en liste af relevante tiltag. Disse kan prioriteres efter forskellige parametre, herunder de prædefinerede målsætninger og økonomi. På grundlag af dette gives konkrete forslag og inspiration til, hvordan man kan på klimabevidst og energioptimerende vis kan renovere sin kontorejendom.

Beregneren tager udgangspunkt i de data som er offentligt tilgængelige gennem energimærkningsordningen (EMO). Brugeren har herudover selv mulighed for at redigere i og tilføje data. Det er dermed muligt at beregne før-/ efter-scenarier såfremt data er tilgængeligt.

Der tages ikke højde for varierende levetid og for den iboende energi som er forbundet med valg og udskiftning af materialer i forbindelse med renovering. Værktøjet er derfor primært orienteret mod driftsfasen.

Udover selve beregningsværktøjet indeholder Energimål.dk også et inspirationsværktøj, som bidrager med viden og input i forbindelse med de bredere, totaløkonomiske overvejelser forbundet med energirenovering. Her kobles det energi- og klimamæssige målsætninger med et bredere ønske om, at renoveringen skal bidrage til at skabe merværdi gennem såkaldte 'non-energy benefits' (NEB). Dette inkluderer økonomiske, arkitektoniske, trivselsmæssige og funktionelle overvejelser.

Energikoncept.dk

Energikoncept.dk er udviklet af Realdania og Grundejernens Investeringsfond med det formål at give overblik over, hvilke tiltag som kan være relevante i forbindelse med energirenoveringsprojekter. Værktøjet er målrettet boligetageejendomme og er orienteret energioptimering i driftsfasen. Det er ikke tænkt som et projekteringsredskab, men snarere som en hjælp til at generere overslagsberegninger og skabe overblik over forskellige muligheder og tiltag.

Værktøjet er målrettet bygningsejere, rådgivere og håndværkere, men kræver et vist kendskab til de byggetekniske detaljer af den pågældende bygning for at kunne udlede pålidelige overslagsberegninger. Baseret på indtastet data genereres en 3D konceptmodel, som danner grundlag for beregninger og foreslåede tiltag. Man kan herefter afprøve forskellige tiltags effekt på konceptmodellen og få et indtryk af den energioptimerende effekt, de vil have. Der gives råd og vejledning inden for følgende områder: Energi, U-værdier, anlægs- og driftsøkonomi samt rentabilitet. Der kan også opnås input på bredere totaløkonomiske parametre, herunder indeklima, arkitektoniske kvaliteter og generel trivsel.

Der måles ikke på CO₂-reduktioner, ligesom der ikke inkluderes den iboende energi forbundet med forskellige materialevalg. Til slut skabes der en rapport, som opsummerer de valgte tiltag, deres energimæssige effekter og økonomiske omkostninger. Denne inkluderer også den estimerede levetid af de forskellige materialekomponenter og opfyldelse af diverse myndighedskrav.

I tillæg til selve beregneren indeholder hjemmesiden også et referencekatalog med information om den vifte af tiltag, der kan overvejes i forbindelse med en energirenovering. Kataloget giver generel baggrundsviden om konkrete tiltag, herunder indvendig og udvendig isolering af facader, vand- og varmeinstallationer, døre, vinduer, tag, terrændæk og isolering af kældervægge.

Bygningsstyrelsens CO₂-beregner

Bygningsstyrelsens CO₂-beregner er primært et omregningsværktøj, hvormed man kan omregne besparelser i el- og varmekonsum til reduktioner i CO₂-udledningen. Det er dermed ikke et projekteringsværktøj og forholder sig ikke

til renovering i nogen bredere forstand. Beregneren er baseret på følgende forudsætninger fra Energistyrelsen:

- Fjernvarme: 47,3 kg CO₂ pr GJ
- El: 389 kg CO₂ pr. MWh

Værktøjet er målrettet alle, som har gennemført energirenoveringsprojekter med en interesse i at opnå kendskab til de klimamæssige implikationer af renoveringen. Det kan dermed være et brugbart supplement til de beregnere, som ikke konverterer energibesparelser til besparelser i CO₂. Da CO₂-faktorerne er baseret på energiforsyningen, kan den ikke umiddelbart finde anvendelse til at kalkulere CO₂-besparelser forbundet med materialevalg og – genbrug, som kan være relevant i forbindelse med transformation.

Klimakompassets CO₂-beregner

Klimakompassets CO₂-beregner er udviklet med henblik på at understøtte virksomheder i at udvikle CO₂-regnskaber på år-til-år basis. Det er dermed ikke et projekteringsværktøj og er ikke udviklet med direkte henblik på at understøtte energirenoveringsindsatser. Gennem udviklingen af CO₂-regnskaber kan værktøjet dog indirekte skabe incitamenter for at undersøge potentialerne for energioptimering og nedbringelse af de løbende CO₂-udledninger forbundet med driften.

Beregneren er baseret på GHG-protokollen, som er en udbredt regnskabsstandard til beregning af virksomheders drivhusgasudledninger. Mens GHG-protokollen giver mulighed for at beregne udledninger forbundet med processer og aktiviteter gennem hele produktkæden, er Klimakompassets CO₂-beregner endnu kun orienteret mod de direkte udledninger forbundet med drift og transport.

Rockwool Energy Design

Rockwool Energy Design er et beregningsværktøj med anvendelse i forbindelse med nybyggeri, tilbygning, sommerhus og renovering. Værktøjet er primært målrettet fagpersoner med byggeteknisk erfaring og kan kræve nogen undervisning for hensigtsmæssig anvendelse. Det kan anvendes til energirammeberegninger for nybyggeri, varmetabsberegninger til tilbygninger og sommerhuse samt U-værdiberegninger for konstruktioner. I tillæg til beregneren selv, indeholder programmet et detaljeret katalog over byggematerialer og materialeegenskaber.

BDB-metoden

BDB-metoden er udviklet i samarbejde mellem Juul & Hansen arkitekter og DOMINIA rådgivende ingeniører. Værktøjet er udarbejdet til at understøtte bæredygtighedsledelse af byggeri og renovering i alle faser fra planlægning og

projektering til gennemførelse og opfølgning. Opbygningen er baseret på 10 koncepter, som bl.a. inkluderer livscyklusanalyse, totaløkonomi og materialeovervejelser med særlig relevans fra et klima- og bæredygtighedsperspektiv. Værktøjet er målrettet bygherren, men varetages i praksis af fagpersoner – bæredygtighedsledere – med uddannelse i brug af værktøjet. Ud over at have fokus på byggeriet i alle sine stadier, og inkludere både overvejelser i forhold til drift og materialevalg, er værktøjet designet til at sikre kommunikation og samarbejde på tværs af sektorens forskellige aktører.



Figur 11. BDB-metodens 10 koncepter (BDB-metoden, 2014).

DGNB i Danmark

DGNB er den certificeringsordning, som er valgt af Green Building Council Denmark til at skulle udbredes og udvikles til danske forhold. Ordningen er baseret på det tyske DGNB-system, som blev lanceret i 2009, og har siden 2012 fungeret i Danmark for nye kontor- erhvervskategorier. I løbet af 2014 vil ordningen blive udvidet til også at dække etageejendomme og rækkehuse, byområder og hospitaler, og der er yderligere tale om også at udvide til skoler og institutioner.

Certificeringen tager udgangspunkt i en bred bæredygtighedsopfattelse baseret på de tre dimensioner, som også ligger til grund for denne rapport. Certificeringsordningen er ligeledes i overensstemmelse med den europæiske standard for bæredygtigt byggeri. En mere detaljeret præsentation kan ses i form af nedenstående figur:



Figur 12. DGNB bæredygtighedsblomst (DK-GBC, 2014).

Den miljømæssige dimension inkluderer livscyklusanalyse af både byggematerialer samt energiforbrug gennem bygningens levetid. Herudover ses der på effekterne på det nære miljø samt på graden af genanvendelse og andet ressourceforbrug.

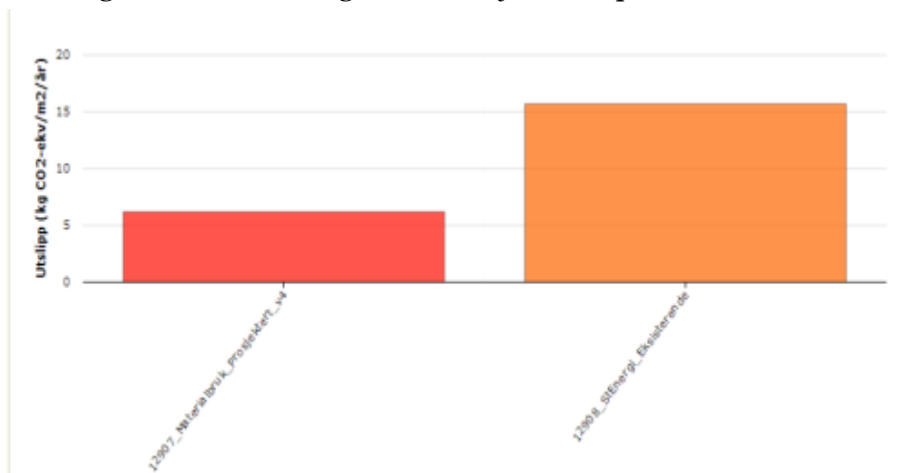
Mens ordningen i dag i Danmark er forbeholdt nyt og projekteret byggeri, er tanken, at det fremover skal udvides til også at dække eksisterende byggeri, som tilfældet er i dag i Tyskland og flere af de andre lande, hvor ordningen også er blevet etableret.

Klimagassregnskab

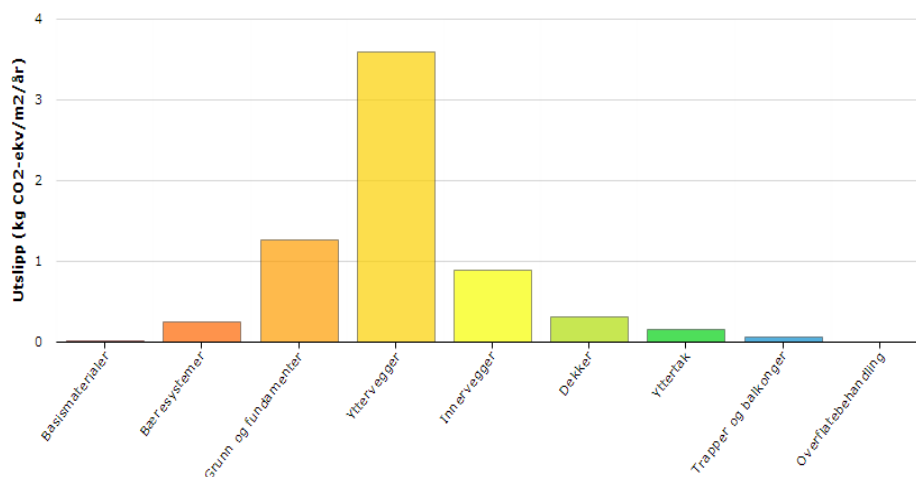
Der findes en række værktøj til at lave både LCA- og LCA light-analyser¹⁰. Langt de fleste værktøj er lavet til nybyggeri og er samtidig kun tilgængelige gennem medlemskaber, brugerbetaling el. lign. I Danmark findes der i øjeblikket ingen værktøjer, der med en begrænset indsats kan give en indikation af de klimamæssige implikationer af transformation af den eksisterende bygningsmasse.

¹⁰ En større kortlægning af eksisterende værktøjer findes i SBis rapport Kortlægning af Bæredygtigt Byggeri fra 2013. <http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/bæredygtighedsvurdering/kortlaegning-af-bæredygtigt-byggeri/kortlaegning-af-bæredygtigt-byggeri-1>

I Norge har Statsbygg, den statslige bygherre, udviklet redskabet Klimagassregnskap, som er en gratis, webbaseret model, som giver mulighed for at beregne et (ny)byggeris CO₂-aftryk¹¹. Det er bygget op med et skitserings- samt et projekteringsmodul og er derfor hovedsagligt målrettet nybyggeri med mulighed for at bruge det som et værktøj i designfasen. Værktøjet er bygget op omkring tre hovedmoduler: Et materialemodul, energimodul og transportmodul. Materialemodulet tager højde for de materialer, som indgår i byggeriet, og den CO₂, som er bundet i disse. Energimodulet tager højde for energiforbruget til anlæg og drift, mens transportmodulet tager højde for transport af byggematerialer i anlægsfasen og brugere af byggeriet i driftsfasen. Hele beregningen tager udgangspunkt i en prædefineret levetid for byggeriet på 60 år. Efter indtastning af materialedata giver værktøjet to outputs:



Figur 13. CO₂-udledning fordelt på hhv. CO₂ bundet i materialer (rød søjle) og CO₂ udledt som følge af energiforbrug til drift (orange søjle) (Se bilag).



Figur 14. Fordeling af CO₂-udledning på bygningsdel. Kategorierne er prædefinerede i redskabet og kan derfor ikke justeres fra projekt til projekt (Se bilag).

¹¹ Værktøjet kan findes på www.klimagassregnskap.no

Designguide Arkitektur Energi Renovering

Designværktøjet *Arkitektur Energi Renovering*¹² er udviklet af SBI i samarbejde med Henning Larsen Architects. Værktøjet består af en række diagrammer, som kan bruges tidligt i renoveringsprocessen til at lave kvantitative vurderinger af energi-, dagslys- og indeklimaløsninger for eksisterende bygninger. Guiden omfatter ni bygningstypologier, som er inddelt efter hhv. funktion og bygningsalder.

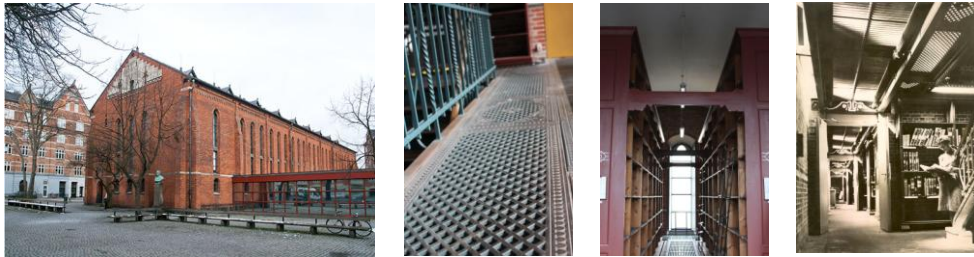
6.2. Afprøvning Klimagassregnskab og Designguide Arkitektur Energi Renovering

I forbindelse med udarbejdelsen af denne rapport afprøvede Henning Larsen Architects de to værktøj, *Klimagassregnskab* og *Designguide Arkitektur Energi Renovering*, for at vurdere deres potentiale til at håndtere og dokumentere det eksisterende byggeris CO₂-aftryk. Formålet med øvelsen var at undersøge om de to værktøj kan bidrage til at give et mere kvalificeret billede på den iboende CO₂ i et eksisterende byggeri. Det funktionstømte Landsarkiv på Nuuks Plads i København N er valgt i kraft af dets centrale beliggenhed, tilgængelighed og fordi der forelå en digital 3D-model (Revit) på bygningen. Ejendommen er meget funktionsspecifik og ikke repræsentativ for en typisk erhvervsbygning med transformationspotentiale. Afprøvningen skal betragtes som et eksperiment, hvor det er processen og instrumenterne, der har været i fokus. For *Klimagassregnskabs* vedkommende fokuserede afprøvningen udelukkende på den eksisterende CO₂-udledning fra forbrug i driftsfasen samt den bundne CO₂ i byggematerialerne.

Afprøvningerne tog udgangspunkt i det tidligere landsarkiv på Nuuks Plads på Nørrebro i København. Bygningen ejes af den danske stat, hvis ejendomsselskab, Freja Ejendomme, siden flytningen af Landsarkivet for forsøgt at sælge bygningen uden succes. Bygningen har bevaringsværdi 2 i det internationale SAVE-bevaringsindeks, hvilket svarer til høj bevaringsværdi, men den funktionsspecifikke indretning betyder, at det er kompliceret at give bygningen en ny funktion og samtidig bevare de arkitektoniske kvaliteter og bygningsdetaljer i uændret form (Kulturstyrelsen, 2014).

Bygningen er tegnet af Martin Nyrop i 1891-93 og har en stor detaljerigdom, der er udført med høj håndværksmæssig kvalitet. I 1963-66 blev det daværende landsarkiv udvidet med en ny arkivfløj samt kontorfaciliteter og læsesale. Tilbygningen er tegnet af Eva og Nils Koppel. For at bevare datasæt så tydelige som muligt, er der i afprøvningen af *Klimagassregnskab* kun brugt data for Nyrop-delen af Landsarkivet.

¹² Designguiden og bilag kan downloades gratis på www.sbi.dk/designguide.



Figur 15. Nyrops Landsarkiv på Nuuks Plads på Nørrebro i København (Fotos: Henning Larsen Architects).

Bygningen er opført med forholdsvis klassisk byggeteknik fra slutningen af 1800-tallet. Det vil sige, at den primære konstruktion består af gennemmurede teglmure, betonfundamenter og en tagkonstruktion i træ beklædt med skifer. Bygningen er inddelt i ni brandceller ved hjælp af teglmure, og etageadskillelser er på utraditionel vis udført som støbejernsgitre. Alle celler er fyldt med massive reolsystemer i træ. Vinduer er tykke og matterede, ligesom de har massive, indvendige malede stålskodder tænkt som brandbeskyttelse for storbrande. Generelt fremstår bygningen med sine detaljer som et exceptionelt og smukt byggeri.

6.2.1. Klimagassregnskap

Afprøvningen af Klimagassregnskap inddeles i fem scenarier. Disse er listet nedenfor sammen med en kort note om konklusionerne fra de enkelte scenarier. Datagrundlaget for afprøvningen består af tre kilder: Energimærke lavet i 2008, 3D-model (Revit) lavet af Bygningsstyrelsen samt en fotoregistrering af bygningen.

1. **Afprøvning på programmets præmisser:** I dette scenarium afprøves værktøjet helt i henhold til prædefinerede indstillinger. Dette betyder, at opbygningen med materialer fordelt på bygningsdel følges helt stringent: Inden for de enkelte bygningsdele vælges de materialer, som ligger tættest på virkeligheden. I flere tilfælde er der på ingen måde overensstemmelse, så denne case skal udelukkende forstås som en demonstration af Klimagassregnskap.no's defaultindstillinger – ikke dets muligheder og potentialer.
2. **Afprøvning med fokus på korrekte materialedata:** I dette scenarium afprøves værktøjet igen i henhold til prædefinerede indstillinger, men denne gang dykkes der lidt mere ned i materialedatabasen. Det betyder, at de indtastede materialer nu i langt højere grad stemmer overens med virkeligheden. Der er til gengæld ikke taget hensyn til, hvilken bygningsdel, materialerne er fundet under. Således findes fx mursten ikke under "Yttervægge" eller "Bæresystemer", men under "Ba-

sismaterialer”. Dermed bliver de grafiske output ikke særligt intuitive, men dog mere korrekte end i scenarie1.

3. **Afprøvning med fokus på korrekte materialedata fordel på korrekte bygningsdele:** I dette scenarium afprøves værktøjet med en ekstra indsats for at taste materialer ind, så de 1. er så korrekte som muligt og 2. forholder sig til primære bygningsdele for derigennem at eliminere den udefinerede materialepost ”basismaterialer”. Denne fremgangsmåde giver et mere troværdigt og intuitivt resultat, men kræver også en del tid til indtastning og gennemgang af materialedatabasen.
4. **Afprøvning med ændring af hovedmaterialets emissionstal:** I dette scenarium ændres emissionstallet for hovedmaterialet mursten fra 0,24 kg CO₂/kg til 0,21 kg CO₂/kg, som svarer til den værdi, som GBC-DK bruger i sit LCA-værktøj. *Klimagassregnskap.no* tillader ikke, at brugeren ændrer emissionstal, så dette omgås ved at justere materialemængden, så det svarer til det nye emissionstal. Ændringen af emissionstallet for mursten alene betyder, at bygningens samlede CO₂-udledning reduceres med 7 %.
5. **Afprøvning med ændring af levetider for de enkelte materialer:** I dette scenarium ændres de prædefinerede levetider, som varierer i intervallet 15-60 år. Bygningen er fra 1893, og er derfor 121 år gammel. Fotoregistreringen gav indtryk af, at der ikke var nogen af de primære bygningsdele, som er blevet udskiftet i perioden. Derfor sættes levetiden nu til 121 år for alle materialer, hvorved forholdet mellem CO₂ bundet i materialer og CO₂ udledt som følge af energiforbruget til drift ændres markant: CO₂ udledt som følge af energiforbruget til drift bliver relativt meget større end den bundne CO₂ i materialerne.

Klimagassregnskap har et koncept og en opbygning, som varetager en lang række af de faktorer, som er interessante at kigge på, når den miljømæssige værdi af den eksisterende bygningsmasse skal vurderes. Før værktøjet kan anvendes til eksisterende byggeri i en dansk kontekst, er der dog en række indstillinger, der skal ændres. Først og fremmest bør materialeklassifikationen tilpasses, så den stemmer overens med ældre (dansk) byggeteknik. Derudover er der en generel udfordring i, at eksisterende byggeri sjældent er dokumenteret med præcise materialeangivelser og -mængder. Selvom der i dette tilfælde – ekstraordinært – var adgang til en 3D-model af Landsarkivet, er alle indtastede materialemængder og -typer et overslag, som i flere tilfælde mere er et kvalificeret gæt end egentlige fakta. Alle resultaterne skal derfor accepteres med en anseelig usikkerhedsmargin. Værktøjet har derudover en svaghed i, at der ikke kan oprettes nye materialer. Med en del omregninger og antagelser kan de eksisterende materialetyper manipuleres, men det er ikke et optimalt workflow og giver kun tilnærmede værdier.

Selvom værktøjet bygger på europæiske standarder, vil der ved brug i en dansk kontekst være brug for at gennemgå beregningskerne og implementere danske værdier. Fx bygger flere antagelser i Klimagassregnskap.no på BREEAM NOR's kalkuler og metoder, mens GBC-DK har valgt at forfølge det tyske certificeringssystem DGNB. Det gælder ligeledes, at hvis eksisterende byggeris CO₂-regnskab skal kunne vurderes, skal branchen som sådan diskutere levetider. I Klimagassregnskap.no er dette meget simpelt at ændre fra de nuværende 60 år til et andet vilkårligt tal.

I Danmark er Energimærkningsordningen (EMO) obligatorisk ved salg eller udlejning af bygninger eller som generel dokumentation for besparelspotential for store bygninger (Energistyrelsen, 2014b). Mærkningen skal give et overblik over de energimæssige forbedringer, som er rentable at gennemføre, og danner i øvrigt et solidt grundlag for stamdata om bygningen. Det vil derfor være oplagt at bruge energimærkets data som grundlag for et dansk drivhusgasregnskab, men for at kunne bruge energimærket som udgangspunkt kræver det, at mærket suppleres med følgende oplysninger:

- Samlet energiforbrug fordelt på energikilder
- Hvis fjernvarme: Angivelse af fjernvarmens energimix
- Eventuelle systemvirkningsgrader

Klimagassregnskap er primært et redskab til at evaluere den CO₂-udledning, som hidrører byggematerialerne. Som dynamisk redskab til at evaluere forskellige energitiltag er det noget svagere. Det suppleres derfor fint af SBI's *Arkitektur Energi Renovering*-værktøj, præsenteret nedenfor, som arbejder med overslag for mulige energirenoveringsscenarier. Resultater fra AER-værktøjet kan efterfølgende indtastes i *Klimagassregnskap* for at vurdere CO₂-udledningen, som ikke adresseres i AER-værktøjet.

6.2.2. Designguiden Arkitektur Energi Renovering

Ved afprøvningen af designguiden Arkitektur Energi Renovering blev værktøjets diagrammer anvendt til at vurdere bygningens eksisterende energiforbrug samt det ændrede energiforbrug for en række renoveringsscenarier. Bygningstypologien sættes til Etagehuse 1850-1930; selvom Landsarkivet som funktion ligger tættere på bygningstypologien Kontorhuse 1850-1930 er denne kategori fravalgt, da de tekniske antagelser for Etagehuse 1850-1930, der ligger bag diagrammerne i værktøjet, er tættere på Landsarkivet end de tekniske antagelser for Kontorhuse 1850-1930¹³.

¹³ Jf. udtalelse fra seniorforsker Rob Marsh (Sbi), d. 28 februar 2014.

Herefter afprøves tre forskellige renoveringsscenarier, og ved hjælp af diagrammerne findes besparelspotentialerne for energiforbruget til drift:

- **Traditionel energirenovering:** Energirenoverede dannebrogsvinduer med forsatsrude, ekstra isolering på 50 mm samt hybridventilation og solceller. Besparelse på ca. 60 %.
- **Bygningsrestaurering:** Energirenoverede dannebrogsvinduer med forsatsrude, eksisterende isoleringsniveau samt naturlig ventilation. Besparelse på ca. 20 %.
- **Inddragelse af det uudnyttede loft:** Besparelse på ca. 35 %, hvis man forfølger en bygningsrestaureringsstrategi, mens besparelsen bliver ca. 70 %, hvis man forfølger en energirenoveringsstrategi.

7. Cases

Det følgende kapitel præsenterer et udvalg af transformerede eller energirenoverede bygninger i en række nordeuropæiske lande. De 10 cases er udvalgt med henblik på at belyse de muligheder og barrierer, der er forbundet med transformation og for at videregive inspiration og erfaring til relevante aktører. Casesene kan ikke betragtes som repræsentative for transformationsprocesser generelt. De er valgt, således at de dækker et bredt spektrum, hvad angår beliggenhed, omfang, alder og typologi. Der har også været fokus på at finde cases som belyser flere forskellige dimensioner af bæredygtighed, jf. oversigten nedenfor. Fælles for alle cases er, at der er tale om genanvendelse af en funktionstømt erhvervsbygning.

Oversigt over udvalgte cases

- 7.1. Eindhoven (Nederlandene): Bomansplaats
- 7.2. Frankfurt a. Main (Tyskland): Lyonerstrasse 19
- 7.3. Frederiksberg: Råvarebygningen
- 7.4. Frederikshavn: Kattegatsiloen
- 7.5. Hedehusene: Rockwool International
- 7.6. Kortrijk (Belgien): Tørreskurene
- 7.7. København V: Game
- 7.8. Mechelen (Belgien): Kontor Grontmij
- 7.9. Oslo (Norge): Margarinefabrikken
- 7.10. Valby: Henkel sæbefabrikken

Cases	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	7.10
Klimamæssig bæredygtighed										
Genanvendelse af materialer	X		X			X	X	X		X
Reduceret energiforbrug	X	X	X		X	X	X	X		X
Mindsket affald og nedrivning	X		X	X	X					
Afledte effekter: fortætning, transport mv.		X						X	X	
Social bæredygtighed										
Arkitektonisk mangfoldighed	X		X	X		X			X	X
Historisk kontinuitet			X	X		X			X	X
Fremtidsværdi	X				X	X				
Social merværdi		X					X		X	
Økonomisk bæredygtighed										
Levetidsforlængelse		X			X			X		
Besparelse på materialer og råstoffer					X		X			
Reduktion af tomgang		X		X				X	x	
Innovation og beskæftigelse				X			X			X

Figur 16. Tabellen giver et overblik over identificerede bæredygtighedsparametre og opsummerer, hvordan de forskellige cases forholder sig dertil. For hver case fremhæves fem parametre, som er særligt relevante for den enkelte case (CONCITO, 2014).

7.1. Eindhoven (NL): Bomansplaats

Bygherre

Ejendomsadministrator Camelot

Arkitekt

Vissers & Roelands

Ingeniør

Vissers & Roelands

Opførelsesår/transformation

1960'erne / 2011

Tidligere anvendelse

Kontor

Nuværende anvendelse

Studielejligheder



*Ejendommen efter transformationen
(Foto: Vissers & Roelands).*

Projektbeskrivelse

Ejendommen indgår i et sammenhængende kompleks af bygninger fra 1960'erne, som ligger omkring en plads, nu indrettet til parkering. Karakteristisk for alle er en ortogonal opbygning og en facade med horisontale bånd opført i vasket beton. Ejendommen ligger centralt i Eindhoven, en by med adskillige videregående uddannelser.

Transformationen af ejendommen er gennemført med minimale indgreb. Udvendigt er betonelementerne blevet rensat, enkelte farverige rammer er sat inden for de horisontale bånd, og indgangspartierne på gavlene er forsynet med en vertikal markering. Internt er ikke-bærende skillevæge blevet fjernet, hvorefter 98 boligenheder er blevet indrettet. Husets interne struktur, med et trappehus i hver sin ende og én central forbindelsesgang over husets længde på hver etage, er blevet bevaret. Energiforbrug er sænket ved efterisolering af de lukkede facade-elementer, tagisolering og led-belysning. Der er installeret solpaneler på taget, herunder ekstra installationskapacitet, således at ejendommen nemt kan skifte helt til vedvarende energi.



Ejendommen før transformationen (Foto: Vissers & Roelands).

Læring

- Præfabrikerede små vådrum, lette skillevæge m.m. giver bygningens **fleksibilitet i forhold til fremtidige omdannelser**. Ejendommen kan nemt skifte funktion igen, hvis der skulle opstå nye behov, fx for større lejligheder. Materialer er valgt ud fra lave vedligeholdskrav.
- Transformationen bidrager til at mindske manglen på billige boliger til studerende samt social differentiering. De nyetablerede studieejligheder giver endvidere **liv i lokalområdet**, som derved er blevet mere attraktivt for erhvervsdrivende.
- Med små men effektive indgreb er det lykkedes at bevare bygningens originale udtryk samtidig med at give et **arkitektonisk løft**, så den fremstår moderne og tidssvarende.

Læs videre

Vissers & Roelands: www.vissersroelands.nl
 NRP Gulden Feniks: www.nrpguldenfeniks.nl/hall-of-fame/jaargangen/2012/transformatie/

7.2. Frankfurt am Main (Tyskland): Lyonerstrasse 19

Bygherre

Dreyer Vierte Verwaltungsgesellschaft mbH

Arkitekt

Stefan Forster Architekten

Ingeniør

Cischek Ingenieure

Opførelsesår/transformation

1970'erne / 2008-2010

Tidligere anvendelse

Kontor

Nuværende anvendelse

Lejligheder



*Ejendommen efter transformation
(Foto: Stefan Forster Architekten)*

Projektbeskrivelse

Frankfurt am Main har et boligbehov på omkring 30.000 boliger (2013). Samtidig rummer byen 2 mio. kvm funktionstømte erhvervslokaler med store potentialer. Det 144 ha store erhvervskvarter Niederrad blev anlagt i starten af 1960'erne og er domineret af kontorejendomme på mellem ca. 5 og 15 etager, hvoraf mange står tomme og er mere eller mindre nedslidte. Det monofunktionelle område er rumligt planlagt med gode muligheder for fortætning og grønne arealer.

Transformationen af Lyonerstrasse 19 har været startskuddet på gennemførelsen af en ny masterplan for hele området, som vil skabe 3.000 nye boliger i tidligere kontorejendomme. Ejendommen består i dag af 98 lejligheder fordelt over 17 etager (oprindeligt 14 etager), varierende mellem 48 og 160 kvm. Stueetagen er forbeholdt kommercielt brug. Omdannelsen har kostet 15 mio. Euro (ca. 112 mio. kr.), gennemsnitlig udlejningspris pr. kvm ligger på 14 Euro (105 kr.).



*Ejendommen før transformation
(Foto: Stefan Forster Architekten)*

Læring

- Ved transformationen har man beholdt de karakteristiske horisontale bånd, men gjort dem smallere. Således blev der plads til større ruder, der gik længere ned, hvilket har **forbedret dagslysforholdene**. Mere dagslys har en positiv effekt på bl.a. energiforbruget.
- Transformationen bidrager til at flytte kvarteret fra et monofunktionelt til et funktionsblandet område, som i fremtiden kan blive attraktivt for både beboelse og erhverv. Dette øger den **sociale differentiering** i området. Da der er tale om masterplanens pilotprojekt, kan det dog have lange udsigter.

Læs videre

Stefan Forster Architekten: www.stefan-forster-architekten.de/de/grossstadt/wohnhochhaus-lyonerstrasse/
 Bauwelt: www.bauwelt.de/cms/artikel.html?id=1208543#.Uuuh8z15N8E

7.3. Frederiksberg: Råvarebygningen

Bygherre

Copenhagen Business School

Arkitekt

Henning Larsen Architects

Ingeniør

Moe A/S

Opførelsesår/transformation

1882/ 2008-2010

Tidligere anvendelse

Råvarebygning,

Den Kgl. Porcelænsfabrik

Nuværende anvendelse

Undervisningsfaciliteter



Efter transformation (Foto: Thorbjørn Hansen).

Projektbeskrivelse

Den gamle Råvarebygning på Den Kgl. Porcelænsfabrik blev i 2008 overtaget af Copenhagen Business School (CBS) med henblik på omdannelse af bygningen til moderne og multifunktionelle undervisningsfaciliteter. Projektet placerer sig i et klassisk spændingsfelt, hvor en funktionstømt bygning gives nyt liv i form af en helt ny funktion, men hvor den transformerede bygning bærer et tydeligt vidnesbyrd om den oprindelige funktion. I dette tilfælde er bygningsgeometrien den drivende faktor for bygningens genkendelighed som et stykke dansk industrihistorie: 3 ud af 4 facader er i udtryk fuldstændigt bevarede.

Den primære konstruktion er bevaret med undtagelse af den sydlige halvdel af huset. Her har man erstattet den eksisterende facade med en facetteret glasfacade og indlagt nye dæk for at kompensere for den lave loftshøjde. Al udførelse af indvendige elementer er dog ny for at kunne leve op til bl.a. energi- og indeklimakrav. Råvarebygningen lever i dag op til energispecifikationerne i det daværende bygningsreglement BR08. Dette er opnået gennem en række tiltag, herunder udvendig efterisolering, nye termoaktive filigrandæk og nye vinduer og ny glasfacade med lave U-værdier. Herudover har en optimeret udnyttelse af dagslys, bl.a. gennem en ny glasfacade mod syd, udgjort en markant del af energistrategien.



Råvarebygningen efter transformation (Foto: Jørn Albertus, CBS Observer).

Læring

- Bevaring af den primære konstruktion, herunder tre ud af fire facader, giver værdi og afkast i mere end én dimension. Samtidig med at spille en essentiel rolle i at fremhæve de historiske karakteristika, som kendetegner bygningen, har **udnyttelsen af de eksisterende materialer** bidraget til at mindske behovet for nye bygningsselementer.
- Optimeret udnyttelse af **dagslys** spillede en central rolle i omdannelsen med positiv effekt både på den samlede indebelysning og energiforbruget. Gennem indsætning af en glasfacade mod syd fik man optimeret udnyttelsen af dagslys og skabt forbindelse mellem bygningen og Frederiksberg Have ved siden af. Ud fra et rent energimæssigt synspunkt ville det have været bedre at åbne nordfacaden, men det var ikke aktuelt ift. den øvrige bebyggelse.
- Projektet forløb gnidningsfrit med undtagelse af én større udfordring: Alle betongulve i Råvarebygningen havde afretningslag, der var støbt direkte på betondækkene uden et mellemlag. Det var et stort og omkostningstungt arbejde at fjerne disse afretningslag, og det forsinkede processen. Eksemplet viser, hvordan arbejdet med den eksisterende bygningsmasse let kan indebære **uforudsete aktiviteter og udgifter**, som der skal projekteres og planlægges efter, bl.a. ved en bredere budgetmargen.

Læs videre

Henning Larsen Architects: <http://da.henninglarsen.com/projekter/0600-0699/0679-cbs-porcelaenshaven.aspx>

7.4. Frederikshavn: Kattegatsiloen

Bygherre

Frederikshavns Maritime
Erhvervspark (FME)

Arkitekt

Jens Hansen

Ingeniør

Heilskov & Co.

Opførelsesår/transformation

1962 / 2004-2006

Tidligere anvendelse

Kornsilo, DLG

Nuværende anvendelse

Kontorhotel mv.



*Kattegatsiloen efter transformation
(Foto: Svend Erik Frandsen).*

Projektbeskrivelse

Transformationen af Kattegatsiloen fra funktionstømt kornlager til kontorhotel m.m. har været et led i en større omdannelse af havneområdet af Frederikshavn i kølvandet af lukningen af byens værft i 1999. Projektet har været drevet af Frederikshavn Maritime Erhvervspark og har, sammen med andre udviklingsprojekter på havnen, spillet en vigtig rolle i at skabe nye arbejdspladser, understøtte det lokale erhvervsliv og fastholde byens eksistensgrundlag.

Den 55m høje silo rummer i dag 13 etager, hvoraf de 10 er indrettet i den gamle silo og 3,5 i den tilstødende magasinbygning. Transformationen har indebåret stripning af det meste af indmaden, herunder en del jernbeton, således at kun skallen stod tilbage. Der er efterfølgende indsat dæk og skabt vinduesåbninger på alle etager. Projektet har således genereret betydelige mængder affald og har påkrævet tilførsel af en del nye elementer for at gøre bygningen funktionel. En ikke-bevaringsværdig klimaskærm har muliggjort udvendig isolering. Dette har maksimeret de indvendige kvadratmeter og betyder, at der var problemer med at leve op til skrappe minimumskrav end hvad der var gældende i det daværende bygningsreglement.



Kattegatsiloen inden transformation (Foto: FME).

Læring

- Genanvendelsen af siloen har bidraget til at fremhæve og bevare havnens centrale rolle i byens erhvervsliv og viser, hvordan transformation kan bidrage til at **revitalisere både by- og erhvervsliv** og kan understøtte en fortsat udvikling af disse med respekt for de historiske rammer.
- Arbejdet med at gøre kornsiloen funktionel til nye formål er et eksempel på hvor stor **frihed og fleksibilitet** en ellers relativt funktionsspecifik bygning kan give. En totalstripping af indmaden har minimeret ellers gængse begrænsninger såsom lave loftshøjder, vinduesåbninger mv. Samtidig viser eksemplet også, at transformation, på trods af bevarelse af yderskallen, kan generere betydelige affaldsmængder og påkræve tilførsel af nye materialer.
- Det samlede projekt kostede, inkl. inventar, 100 mio kr. **Tilskud fra EU** (til udvikling af infrastruktur i yderregioner) på 15 mio hjalp på vej. For at kunne modtage tilskuddet etableredes et særligt udviklingsfond, som lånte resten i realkredit (50 mio) og fra FME (35 mio.).

Læs videre

Frederikshavn Maritime Erhvervspark: <http://www.fme.dk/ledige-lokaler/frh-kattegat-silo/forvandlingen/>

Kulturstyrelsen: <http://www.kulturstyrelsen.dk/index.php?id=20765>

Med tak til Kaj Christiansen, FME, og Jens Hansen, arkitekt.

7.5. Hedehusene: Rockwool International

Bygherre

Rockwool International

Arkitekt

Vandkunsten

Ingeniør

Moe A/S

Opførelsesår/transformation

1979 / 2012

Tidligere anvendelse

Kontorejendom

Nuværende anvendelse

Kontor-, forsknings- og undervisningsfaciliteter



*Rockwool International før renovering
(Foto: Rockwool International)*

Projektbeskrivelse

Valget om at renovere, frem for at rive ned og bygge nyt, blev truffet af Rockwool på baggrund af en vurdering om, at nedrivning ville være både mere omkostningsfuldt og mere miljøbelastende end at transformere.

Projektet havde som mål at leve op til kravene for lavenergibygninger klasse 2015. Målet blev nået, og energiforbruget blev nedbragt fra 264 kWh/m²/år til 39 kWh/m²/år. Det svarer til en reduktion på 85 %. Energibesparelserne blev realiseret gennem isolering af klimaskærm, meget energieffektive vinduer, LED belysning, samt brug af naturlig ventilation. Energiforsyningen blev ydermere omlagt til varmepumper, varmelager i undergrunden, solceller og solfangere (Tornbjerg, 2013).

Bygningen var meget nedslidt, og det har derfor været nødvendigt at udskifte en del materialer i forbindelse med renoveringen. Mens facader, vægge, vinduer og døre er blevet erstattet af nye, har tag og bærende konstruktioner fået lov at blive stående, hvilket ofte udgør de mest energiintensive materialer i det samlede byggeri (Tornbjerg, 2013).



Rockwool International efter renovering (Foto: Rockwool International).

Læring

- Casen viser, **hvad der er muligt i form af energibesparelser, hvis man sætter sig konkrete mål** og satser på et bredt spektrum af løsninger. Renoveringen har taget udgangspunkt i eksisterende teknologier for derved at skabe et eksempel, som andre kan lade sig inspirere af.
- En omkostningsanalyse konstaterede, at energirenovering frem for nedrivning og nybyggeri var at foretrække både fra et økonomisk og miljømæssigt perspektiv. Set i sammenhæng med de realiserede energieffektiviseringer, viste dette, **hvordan klima-, miljø- og økonomiske hensyn kan spille sammen** og skabe gode resultater.
- Udover de energimæssige og økonomiske fordele, fik bygningen et arkitektonisk løft gennem facadeudskiftningen, erstatningen af eksisterende indvendige overflader med lyse, ubearbejdede overflader og forbedrede dagslysforhold for alle husets 120 arbejdspladser. **Energirenoveringen gik herved hånd i hånd med en opgradering af arbejdsforholdene** i huset.

Læs videre

Vandkunsten:

<http://www.vandkunsten.com/dk/Projekter/Projekt/Fakta/rockwool-C2---kontorhus/108-9.p>

Dansk Energi:

http://www.vandkunsten.com/public_site/webroot/cache/media/file/dansk_energi_rockwool_mindsker_energiforbrug_med_85_procent.pdf

7.6. Kortrijk (Belgien): Tørskurene

Bygherre

Korami Real Estate

Arkitekt

Lens-Ass Architects

Ingeniør

Cenergie *Opførelse-
sår/transformation*

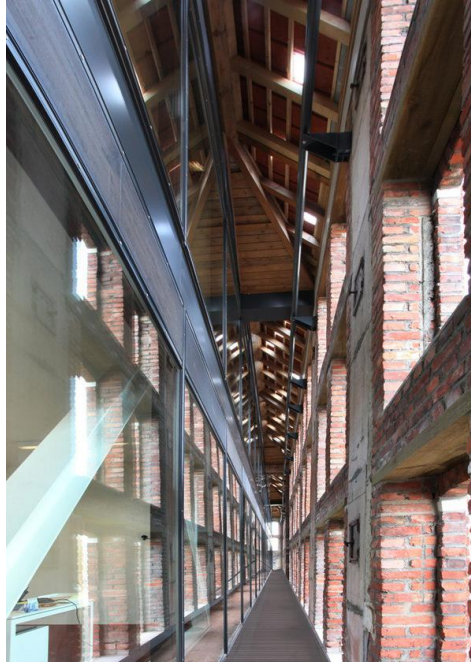
1924/ 2010

Tidligere anvendelse

Tørreskur til teglproduktion

Nuværende anvendelse

Kontorbygning



Tørreskurene, interiørdetalje efter transformation (Foto: Lens-Ass Architects)

Projektbeskrivelse

Det lange skur til tørring af teglsten blev bygget i 1924 og er i dag et bevaringsværdigt industriminde. Udgangspunktet for transformationen fra tørreskur til kontor har været box-in-box-princippet. Med dette greb kunne bygningen med oprindeligt tre lag, med kun 2 m til loftet, omdannes til to brugbare etager med behold af de oprindelige facader, som nu tjener som solskærm. Facaderne, skærm og fundament er blevet genanvendt. Bygningen huser i dag tagstensproducent Wienerbergers belgiske hovedkontor.



Tørreskurene efter transformation (Foto: Lens-Ass Architects).

Læring

- Det har været svært at finde en ny funktion til bygningen på grund af den lave loftshøjde. Ud fra et klimarationale virkede nedrivning oplagt. Men da bygningen er af stor lokal og industrihistorisk betydning var genanvendelse ønsket. Ved at bygge 'et hus i huset' **lever bygningen op til nutidens krav uden at miste sit oprindelige udtryk.**
- Gennem **et hybridt ventilationssystem**, som gør brug af varmgenvinding, ventileres bygningen samtidig med, at energien i den udsugede luft udnyttes til at opvarme den friske luft, der blæses ind igen. Dette sikrer et samlet set **lavt energiforbrug.**
- Indgrebet er (til dels) reversibelt, da materialer og komponenter kan skilles ad igen / genbruges, og forandringer i disposition og funktion vil kræve begrænsede tilpasninger. Dette giver en høj grad af **fleksibilitet**, hvilket kan bidrage til at forlænge husets levetid.



Tørreskurene inden transformation (Foto: Lens-Ass Architects).

Læs videre

Arch Daily – Selected Works:

<http://www.archdaily.com/237087/droogloodsen-lensass-architects/>

LensAss: www.lensass.be/48744/404910/work/droogloodsen

Cenergie: www.cenergie.be

7.7. København V: GAME

Bygherre

Københavns Ejendomme

Arkitekt

BBP Arkitekter

Ingeniør

Sloth-Møller og Esbensen

Opførelsesår/transformation

1902 / 2010

Tidligere anvendelse

Remisehaller og kontorer

Nuværende anvendelse

Idrætsfaciliteter, forenings-
sammenslutning



Pladsen foran efter transformation

(Foto: BBP Arkitekter).

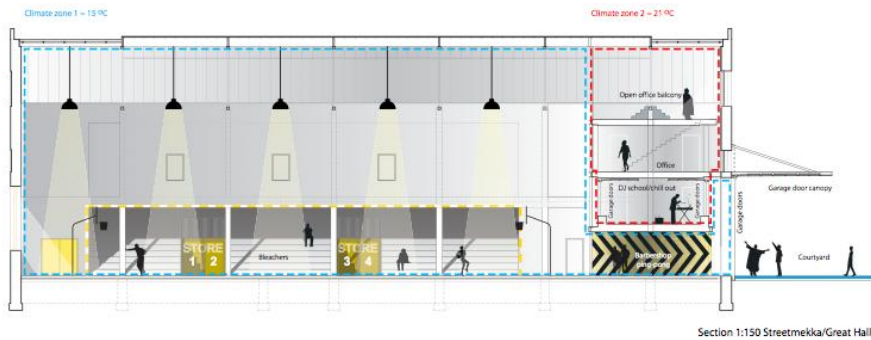
Projektbeskrivelse

Game, tidligere kaldet StreetMekka, er resultatet af omdannelsen af den ene af de to gamle remisehaller ved Enghave station. Hallerne blev overtaget helt rå – uden ventilation, VVS, bygningsisolering eller termo-/dobbeltruder:

"Hallerne er ikke gjort "pæne" hverken ude eller inde. Der er ikke brugt maling, hvor det ikke er nødvendigt. Det er råt jern, asfalt, afskallede vægge og gammelt træbeton som overflader."

Ebbe Wæhrens, BBP Arkitekter

Ønsket om at bevare det rå udtryk og lade bygningens historiske træk forblive synlige har medført et begrænset behov for at strippe bygningen og derved generere affald og har videre indebåret en begrænset tilførsel af nye materialer. Byggetilladelse blev søgt med udgangspunkt i BR08, kap. 7.4. Da hallen er vurderet som bevaringsværdig under kap. 7.4.1 stk. 2, gælder det, at der kun skal gennemføres de energibesparende tiltag, der er økonomisk rentable baseret på definitionen i kap. 7.4.1 stk. 3. Under denne ordning er etablering af solceller på taget f.eks. ikke økonomisk rentabelt, da tilbagebetalingstiden er for lang for offentlige bygninger, hvor overskudsproduktion ikke må sælges til bage til el-nettet. Dette begrænsende omfanget af påkrævede tiltag, herunder også etableringen af solceller på taget, på trods af velegnede forhold.



Rendering (BBP Ark).

Læring

- Omdannelsen af de ene af de gamle remisehaller viser, hvordan det gennem et **minimum af indgreb** er lykkedes at bevare den eksisterende bygnings rå og industrielle karakter samtidig med at leve op til **byggningsreglementets mindstekrav** (BR08) til varmeisolering mv.
- Game giver praktisk indsigt i erfaringerne med **klimazonering** gennem dels en 15 graders zone og dels en normalt opvarmet zone. Opdelingen fungerer dog ikke altid i praksis, da bygningens brugere nogle gange opvarmer klimazonerne til over den tiltænkte temperatur. Dette betyder et større varmekonsum og formentlig et større energitab i disse områder, da isoleringsgraden er tilpasset klimazonefunktionen.
- Arbejdet med eksisterende bygninger indeholder altid en grad af usikkerhed, som ofte ikke reflekteres i de **offentlige udbud**. Når et udbud er skrevet stramt, hvor arbejdet er detaljeplanlagt i forvejen (som det kan lade sig gøre ved nybyggeri), vil man nemt overskride både tidsplan og budget, idet margenen til **uforudsete udgifter** er for smal. Offentlige bygherrer kan derfor med fordel skrive udbuddet, således at der er plads til det uventede samt køre processen i **fagentreprise i stedet for hovedentreprise**.

Læs videre

BBP Arkitekter: <http://bbp.dk/projekt/kultur/remiserne-enghavevej>

Game: <http://gamedenmark.org/en/gallery>

Med tak til Ebbe Wæhrens, BBP Arkitekter.

7.8. Mechelen (Belgien): Grontmij

Bygherre

Grontmij

Arkitekt

Arteum Architects

Ingeniør

Grontmij

Opførelsesår/transformation

1929/2010

Tidligere anvendelse

Kontorejendom

Nuværende anvendelse

Kontorejendom



*Ejendommen efter transformation
(Foto: Grontmij).*

Projektbeskrivelse

Da Grontmij for nogle år siden ville udvide deres belgiske hovedsæde, ville man i første omgang bygge et nyt domicil men valgte så at overtage et eksisterende byggeri: En bygning, som tidligere husede det telekomselskab Belgacom, men nu havde stået tom i flere år. Til grund for beslutningen om at transformere, i stedet for at bygge nyt, lå både miljømæssige og økonomiske overvejelser. Grontmij udviklede projektet selv, således at det kunne blive et udstillingsvindue for virksomhedens ekspertise. Projektet blev i 2011 nomineret for 2020Challenge, Belgiens innovationspris for rådgivende ingeniører.



*Ejendommen under transformation
(Foto: Grontmij).*



Ejendommen inden transformation (Foto: Grontmij).

Læring

- I tilfælde af nybyggeri, havde man formentligt måtte bygge i udkanten af byen. Ved at transformere en eksisterende bygning fik man en god beliggenhed, lige over for hovedbanegården. Beliggenheden lægger op til **brug af den offentlige trafik** af både besøgende og medarbejdere.
- Det skønnes, at der gennem genanvendelsen, i sammenligning med det alternative nybyggeriprojekt, er **sparet omkring 2.500 m³ beton og 16.5 tons stål**, hvormed der også er opnået en væsentlig CO₂-reduktion. Desuden spares der på vandforbrug bl.a. ved at anvende regnvand til sanitet og rengøring og et jordvarmeanlæg, kombineret med solceller, sørger endvidere for at huset er **uafhængigt af fossile brandstoffer**.
- Til trods for projektets fremtrædende grønne profil, er det udført uden respekt for husets historie og originale udtryk. **Ved at strippe bygningen og tilføje et nyt klimaskærm er huset trukket ud af dets historiske kontekst.** Man kan overveje om projektet ikke kunne være blevet udført ved at tilpasse og optimere den eksisterende klimaskærm, i stedet for at erstatte den. I så fald ville man have bevaret husets arkitektoniske kvaliteter og sparet yderligere på produktion af nye materialer.

Læs videre

Grontmij: www.grontmij.dk/EN/News/news/Pages/Grontmij-belgium-headoffice-2020Challenge.aspx

A-plus: <http://a-plus.be/projects/duurzaam-kantoor-stationsstraat>

7.9. Oslo (Norge): Margarinefabrikken

Bygherre

Omsorgsbygg Oslo KF

Arkitekt

Nav A.S. & Studio HP AS

Ingeniør

Rambøll

Opførelsesår/transformation

1920'erne/2006-2010

Tidligere anvendelse

Margarinefabrik

Nuværende anvendelse:

Børnehave



Projektbeskrivelse

Margarinefabrikken blev overtaget af Omsorgsbygg Oslo KF i 2006 efter at have stået tom siden 2003. Sammen med nabobygningen, et nybyggeri som blev opført i forbindelse med omdannelsen, udgør Margarinefabrikken i dag Norge største børnehage med plads til omkring 500 børn. I tillæg huser bygningen en række kontorer, som optager ca. 25 % af arealet. Samtidig med omdannelsen blev der også skabt store udendørsarealer som i dag står til åbent til offentlig brug uden for børnehagens åbningstider. Projektet har herved haft afsmittende effekt på det lokale nærmiljø,

”...transformeringen av Margarinfabrikken barnehage vært meget vellykket. Man har tatt i bruk et verneverdig industribygg i et nedslitt industriområde og tilført området kvaliteter som gjør at byens barn og unge har et meget godt tilbud i og utenfor barnehagens åpningstider.”

Eldar Brynjulfsen, Omsorgsbygg Oslo KF

Bygningen er erklæret bevaringsværdig, hvilket har bidraget til at gøre omdannelsen et projekt for alle parter. Dette har krævet kreative og utraditionelle løsninger, men som i dag giver positivt afkast i form af omtale, besøg og generel opmærksomhed fra den brede offentlighed. Mens klimahensyn ikke har spillet nogen stor rolle i valget om at omdanne fabrikken, har der dog været

fokus på at vælge de mest energieffektive løsninger tilgængelige inden for de økonomiske rammer. Transformationen blev gennemført uden overskridelse af budgetrammen, hvilket entreprenør Wegger og Kvalsvik tilskriver det tætte samarbejde mellem alle parter, understøttet af et fælles kontor og løbende dialog gennem processen.



Margarinefabrikken efter transformation (Foto: Morten Brakestad).

Læring

- Margarinefabrikken viser hvordan en vellykket transformation kan bidrage positivt til at **styrke nærmiljøet** og **give nyt liv til et ellers nedslidt lokalområde**. Inddragelsen af de omkringliggende uden-dørsarealer og den derved genererede multifunktionalitet har spillet en vigtig rolle i denne sammenhæng.
- Projektet er et eksempel på en omdannelse renovering og transformerende tiltag er sket med respekt for og med fokus på at **bevare bygningens særegne arkitektoniske karakteristika**. Dette ses bl.a. ved reetableringen af de oprindelige vinduespartier og den totale facaderenovering som er sket i tæt samråd med Byantikvaren.
- Kreative og utraditionelle løsninger er blevet til i et **tæt samarbejde** mellem alle parter i transformationen. Den konstruktiv og kontinuerlig dialog bliver ydermere brugt til at forklare, hvordan det lykkedes at færdiggøre projektet inden for budgetrammen.

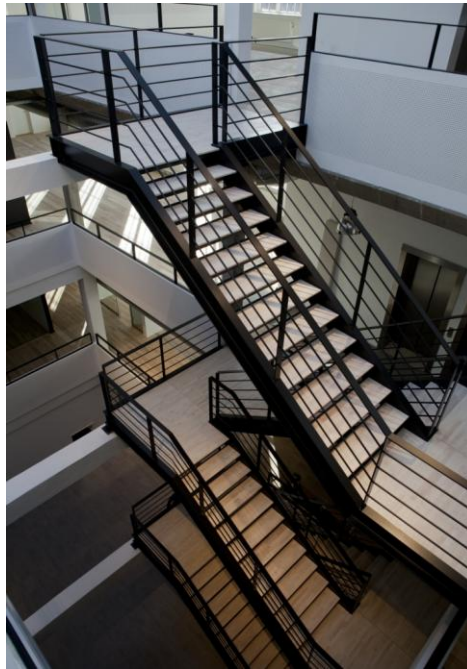
Læs videre

Arkitektur.no: <http://www.arkitektur.no/margarinefabrikken-barnehage?proty=1fo8646d-0192-4407-8773-72876dbbe4c1&page=1>

Med tak til Eldar Brynjulfsen, Omsorgsbygg Oslo KF.

7.10. Valby: Henkel Sæbefabrik

Bygherre
 Søtoftegård Sjælland
Arkitekt
 Arkitema
Ingeniør
 Sloth-Møller og Esbensen
Opførelsesår/transformation
 1930'erne/ 2009-2012
Tidligere anvendelse
 Sæbefabrik
Nuværende anvendelse
 Kontorejendom



Interiør, efter transformation
 (Foto: Niels Nygaard Sørensen, Arkitema).

Projektbeskrivelse

Omdannelsen af Henkel sæbefabrik til kontorejendomme er et eksempel på en transformation som er sket "på bygningens præmisser". Fabrikken er en klassisk industribygning i røde tegl og med enkle, jernsprossede vinduespartier og er erklæret bevaringsværdig.

Mens tiltagene for at opfylde krav til moderne brug og funktionalitet har været omfattende, er både den røde teglfacade, halvtage, ledningskanaler, spærrer samt en del af den gamle silo bevaret og bidrager til at sikre historisk kontinuitet.

Bygningen er energirenoveret og opfylder kravene til energiklasse 1 jf. lokalplanen. Dette er løst primært ved brug af reversible varmepumper, som er meget energieffektive, ventilationssystem samt med indvendig isolering. Udvendig isolering har ikke været en mulighed, da man ønskede at bevare den røde teglfacade. Herudover har man reduceret affaldsmængderne ved at finde alternativ anvendelse inden for rammerne af transformationen, såsom som fyld i en intern forhøjning.



Ejendommen efter transformation (Foto: Niels Nygaard Sørensen Arkitema).

Læring

- Ved at renovere på '**bygningens præmisser**' er det lykkedes at opfylde kravene til energiklasse 1, samtidig med at man har værnet om bygningens industrihistoriske karakter og særlige kendetegn. Projektet viser, inden for rammerne af det daværende bygningsreglement (BR08), hvordan hensyn til bevaringsværdi og økonomi har gået fint i tråd med energioptimering og minimeret ressourcebelastning. Eksempler inkluderer valget om at bevare klimaskærm, spærre og trapper, anvende reversible varmepumper, lade vinduerne gå til Genbyg og genanvende byggeaffald på stedet.
- Developer har givet udtryk for, at han ikke ville have gennemført projektet i dag pga. skrappe minimumskrav i BR10. Særligt nye krav til isolering af ydervægge ville medføre betydelige negative konsekvenser for bygningens samlede udtryk og stiller dermed skarpt på **problemet, som opstår når der skal vælges mellem hensyn til det arkitektoniske udtryk og energiforbrug**.
- Valget om at bruge **fagentreprise frem for hovedentreprise** i forbindelse med omdannelsen har vist sig omkostningsbesparende og sikret tæt kontrol med de forskellige delprocesser i transformationen. En hensigtsmæssig planlægning kræver dog et betydeligt kendskab til feltet hos developer/bygherre og til de forskellige faggrene.

Læs videre

Arkitema: <http://arkitema.dk/projekter/kultur/henkel/#projectpreview>

Med tak til Jørn Petersen, Søtoftegård Sjælland.

8. Konklusioner og anbefalinger

Formålet med denne rapport er at bidrage til at øge opmærksomheden om de klimamæssige aspekter ved transformation og identificere de muligheder og barrierer, som gør sig gældende inden for området. Transformation kan udgøre et værdifuldt led i en samlet strategi for optimering af den danske bygningsbestand og kan bidrage til at fremme omstillingen til et lavemissionssamfund. Desuden er rapportens formål at sætte fokus på transformation som et svar på tomgang og boligbehov i byerne – under hensyntagen til bygningernes energiforbrug og stand.

På baggrund af de foregående kapitler kan det konkluderes at:

- den primære klimaeffekt ved transformation er relateret til en reduceret brug af nye drivhusgasintensive materialer i nyt byggeri. Muligheden for at forlænge bygningens levetid mindsker presset på begrænsede ressourcer, reducerer produktion af nye materialer, nedbringer mængden af byggeaffald i forbindelse med nedrivning og optimerer udnyttelsen af den iboende energi i bygningen. Særligt genanvendelsen af betonkomponenter rummer store potentialer, idet beton udgør en betydelig del af den samlede bygningskrop samtidig med at være særlig drivhusgasintensiv i sin produktion.
- der ligger væsentlige sociale potentialer i transformation af funktionstømte erhvervsejendomme (til boliger m.m.) i byerne / urbane områder. Genanvendelse til nye formål kan bidrage til at vende den negative spiral, som opstår når tomme ejendomme trækker deres egen, og områdets, værdi ned og medfører flere tomme lokaler, fraflytning m.m.
- transformation kan bidrage positivt til fortætning. Dette kan mindske den fortsatte arealmæssige ekspansion af mange byer og have positiv indflydelse på transportmønstre og trængsel i byerne.
- kløften mellem de erhvervsøkonomiske og samfundsøkonomiske interesser udgør en stor barriere for genanvendelse af funktionstømte bygninger.

Set i lyset af udviklingen af Bygningsreglement 2015, regeringens foreliggende byggepolitiske strategi, den store tomgang af erhvervsejendomme og et voksende boligbehov i de største byer, anbefales følgende tiltag:

1. Livscyklustilgangen inden for byggeriet skal fremmes. Dette gælder først og fremmest Bygningsreglementet men også eksisterende redskaber til estimering af bygningers klimaafttryk. Livscyklusanalyser fremmer forståelsen for en bygnings samlede klimapåvirkning gennem sin levetid og kan danne grundlag for mere kvalificerede beslutninger mht. løbende vedligeholdelse, renovering, transformation og nedrivning.
2. Der bør udvikles et livscyklusanalyse-værktøj til estimering af bygningernes ressourceforbrug og iboende energi, tilpasset danske forhold, som er offentligt tilgængeligt og brugervenligt. Det norske Klimagassregnskab (se kap. 6) kan tjene som eksempel.
3. Der skal gennemføres en undersøgelse af økonomiske incitamenter og finansieringsordninger, som kan bygge bro mellem den private og samfundsøkonomiske dimension, således at transformation i højere grad kan komme både private aktører og samfundet i sin helhed til gavn.
4. Transformation skal styrkes som arkitektonisk opgave, særligt af yngre erhvervsbygninger, som udgør en stor del af bygningsbestanden med forandringspotentiale. Generelt skal der i højere grad tænkes ud fra bygningens givne forhold og arbejdes på bygningens præmisser.
5. Direkte genbrug af byggematerialer og hele byggelementer bør fremmes som alternativ til anden nyttiggørelse af nedknust byggeaffald.
6. Byggebranchen bør fremme innovation ved at sætte de nye løsninger, produkter og metoder, skræddersyet til det enkelte transformationsprojekt, i system, til styrkelse af udviklingen i byggebranchen.

9. Litteratur og links

Aagaard, N.-J., E.B. Møller & E.J. de P. Hansen (2012): *Levetider for bygningsdele omfattet af ejerskifteforsikring og huseftersynsordningen* [e-bog]. København: Statens Byggeforskningsinstitut. Tilgængelig på: <http://www.sbi.dk/byggeteknik/kvalitet/levetider-for-bygningsdele-omfattet-af-ejerskifteforsikring-og-huseftersynsordningen/levetider-for-bygningsdele-omfattet-af-ejerskifteforsikring-og-huseftersynsordningen> [sidst besøgt 06.05.2014]

Larsen, J.N., H.T. Andersen, K. Haldrup, A.R. Hansen, M.H. Jacobsen & J.O. Jensen (2014): *Boligmarkedet uden for de store byer – Analyse* [e-bog]. København: Statens Byggeforskningsinstitut. Tilgængelig på: <http://www.sbi.dk/byudvikling/generelt/boligmarkedet-uden-for-de-store-byer-analyse/boligmarkedet-uden-for-de-store-byer-1> [sidst besøgt 06.05.2014]

AU (Aarhus Universitet) (2014): *Interdisciplinary Nanoscience Center – LowE CEM: Low-Energy CEMents for sustainable concrete* [online]. Tilgængelig på: <http://inano.au.dk/organization/research-centers/lowecem/> [sidst besøgt 25.04.2014]

Baas, L. (2013): *The incorporation of sustainability into the real estate investment portfolio - Does sustainability influence the financial performance of office buildings in the Netherlands?* Delft University of Technology. Tilgængelig på: <http://www.ivbn.nl/viewer/file.aspx?FileInfoID=654> [sidst besøgt 08.05.2014]

Baumert, K.A. T. Herzog & J. Pershing (2005): *Navigating the Numbers – Greenhouse Gas Data and International Climate Policy*. Washington DC: World Resources Institute. Tilgængelig på: http://www.wri.org/sites/default/files/pdf/navigating_numbers.pdf [sidst besøgt 09.05.2014]

Braae, E., S. Riesto (red.) (2010), *As found. Proceedings World in Denmark*, Københavns Universitet, 2010.

Bygherreforeningen & GI (Grundejernes Investeringsfond) (2013): *Hvidbog om bygningsrenovering – Et overblik over den eksisterende viden og de væsentligste studier af renoveringseffekter*. 2. udgave. København: Bygherreforeningen & Grundejernes Investeringsfond.

Bygherreforeningen, Viegand Maagøe & InnoBYG (2013): *Hvidbog om bæredygtighed i byggeriet – Et overblik over eksisterende viden og initiativer – April 2013*. København: Bygherreforeningen, Viegand Maagøe & InnoBYG.

Christensen, T. H. & L. Andersen (2011.): *Construction and Demolition Waste*. I: Christensen, T.H. (ed.) (2011): *Solid Waste Technology and Management*. Vol. 1. Kap. 2.5. Chichester, West Sussex: Wiley. s. 104-109.

CONCITO (2014): *Bygningers klimapåvirkning i et livscyklusperspektiv*. København: CONCITO. Tilgængelig på: <http://concito.dk/udgivelser/bygningers-klimapaavirkning-livscyklusperspektiv> [sidst besøgt 06.05.2014]

Dansk Bygningsarv (2012): *Renovering – 25 eksempler på vellykket renovering*. København: Grundejernes Investeringsfond og Dansk Bygningsarv A/S.

Dansk Bygningsarv og Varmings Tegnesteue (2014): *Ny brug af danske kirkebygninger*. København: Realdania og Kirkefondet.

Dansk Byggeri (2013): *Storbymentalitet og flere ældre i samfundet øger boligbehovet* [notat]. 3. december 2013. Tilgængelig på: <http://www.danskyggeri.dk/files/Filbibliotek/Nyheder%20og%20opresse/Presse%20og%20Politik/Infrastruktur/304561.boligbehov2013-tekst.pdf> [sidst besøgt 24.04.2014]

Dansk Byplanslaboratorium (2014): *Vejkantsdanmarks Fremtid - fire scenarier for modellandsbyen Skrumpelev*. København: Dansk Byplanslaboratorium.

Danmarks Statistik (2013): *Stor forskel på vækst i bygningsarealet*. Nyt fra Danmarks Statistik, nr. 315, 14. juni 2013. Tilgængelig på: <http://www.dst.dk/pukora/epub/Nyt/2013/NR315.pdf> [sidst besøgt 08.05.2014]

Danmarks Statistik (2014a): *Familier* [online]. Tilgængelig på: <http://www.dst.dk/da/Statistik/emner/husstande-familier-boern/familier.aspx?tab=nog> [sidst besøgt 24.04.2014]

Danmarks Statistik (2014b): *Statistikbanken – Erhvervslivets Sektorer: BYGB33: Bygningsbestandens areal efter område, anvendelse, areal og opførelsesår (5 års intervaller)* [online]. Tilgængelig på: <http://www.statistikbanken.dk/BYGB33> [sidst besøgt 25.04.2014]

DK-GBC (2014): *DGNB systemet i Danmark* [online]. Tilgængelig på: <http://www.dk-gbc.dk/certificering/dgnb-systemet-i-danmark.aspx> [sidst besøgt 30.05.2014]

DR.dk (2013): *DSB-hovedkvarter bliver omdannet til kollegium* [online]. 8. november 2013. Tilgængelig på: <http://www.dr.dk/Nyheder/Regionale/Koebenhavn/2013/11/08/103529.htm> [sidst besøgt 06.03.2014]

Edwards, B.W. (2011): *Green Buildings Pay – Design, Productivity and Ecology*. New York: Routledge.

Energikoncept, 2014. Energikoncept [online]. Tilgængelig på: <http://www.energikoncept.dk/#energikoncept> [sidst besøgt: 06.03.2014]

Energimål (2014): *Energimål – Renovér din kontorejendom* [online]. Tilgængelig på: <http://www.energimaal.dk/> [sidst besøgt 06.03.2014]

Energistyrelsen (2014a): *Byggeriets energiforbrug* [online]. Tilgængelig: <http://www.ens.dk/byggeri/byggeriets-energiforbrug> [sidst besøgt: 06.03.2014]

Energistyrelsen (2014b): *Energimærkning* [online]. Tilgængelig på: <http://www.ens.dk/forbrug-besparelser/byggeriets-energiforbrug/energimaerkning> [sidst besøgt 01.05.2014]

English Heritage, Deloitte, British Property Foundation (2013): *Heritage Works. The use of historic buildings in regeneration. A toolkit to good practice*. London: Deloitte, BPF, English Heritage & Rics. Tilgængelig på: <http://www.english-heritage.org.uk/publications/heritage-works/heritage-works-2013.pdf> [sidst besøgt 09.05.2014]

EU-kommissionen (2011): *Service Contract on Management of Construction and Demolition Waste – SR1. Final Report Task 2*. Tilgængelig på: http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/2011_CDW_Report.pdf [sidst besøgt 09.05.2014]

Freja Ejendomme (2014): *Ejendomme til salg* [online]. Tilgængelig på: <http://www.freja.biz/estates> [sidst besøgt 25.04.2014]

Førland-Larsen, A. (2012): *Powerhouse Kjørbo – Norway* [brochure]. IEA SHC Task 47 Renovation of Non-Residential Buildings towards Sustainable Standards. 27. september 2012. Tilgængelig på: <http://task47.iea-shc.org/data/sites/1/publications/Task47-Power-House-Kj%C3%B8rbo-Norway.pdf> [sidst besøgt 09.05.2014]

Holyoake, K. & D. Watt (2002): *The Sustainable re-use of historic urban industrial buildings: Interim results and discussion*. Leicester: Leicester School of Architecture, De Montfort University.

Høyer, P. (2012): *Energirenovering med dialog som redskab*. København: Ministeriet for By, Bolig og Landdistrikter. Tilgængelig på: <http://mbbl.dk/publikationer/energirenovering-med-dialog-som-redskab> [sidst besøgt 09.05.2014]

ICP (Institut for Center-Planlægning) (2012): *Op mod en tredjedel af det samlede danske butiksareal bliver overflødiggjort frem mod 2025* [pressemeldelse]. 23. november 2012. Tilgængeligt på: <http://www.icp.dk/general/pressemeldelse%2027.pdf> [sidst besøgt 23.06.2014]

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007): *Climate Change 2007 – Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds.)]. Cambridge: Cambridge University Press.

Jensen, L. & A. Olsen (eds.) (2007): *Inspiration til det fremtidige arbejde med kulturmiljøer i planlægningen*. Kulturhistorien i planlægningen. København: Miljø- og Energiministeriet, Skov- og Naturstyrelsen. Tilgængelig på: <http://www2.sns.dk/udgivelser/2001/inspiration/indhold.pdf> [sidst besøgt 09.05.2014]

Jensen, P.A. & E. Maslesa (2013): *RENO-EVALUE. Et værdibaseret værktøj til målformulering og evaluering af bygningsrenovering*. ACES - Dansk hovedrapport. DTU Institut for systemer, produktion og ledelse.

Juul & Hansen Arkitekter (2010): *Plejecentret Sølund: Analyse, Vurdering og Ideforslag til modernisering*. København: Juul & Hansen Arkitekter.

Jægersborg Kaserne (2014): *Jægersborg Kaserne* [online]. Tilgængelig på: <http://www.xn--jgersborgkaserne-uob.dk/> [sidst besøgt: 06.03.2014]

Klanten, R. & L. Feireiss (eds.) (2009): *Build-On - Converted Architecture and Transformed Buildings*. Berlin: Gestalten.

Kleis, B. (2013): *Upcycle House – Genbrug fra inderst til yderst*. København: Realdania Byg.

Klimakompasset (2014): *Affald* [online]. Tilgængelig på: <http://www.klimakompasset.dk/#/168726/> [sidst besøgt 13.05.2014]

Kokkegård, H. (2014): *Aarhus-forskere vil gøre cement mere klimavenlig* [nyhedsartikel]. DR.dk, 24.03.2014. Tilgængelig på: <http://www.dr.dk/Nyheder/Viden/Miljoe/2014/03/24142355.htm> [sidst besøgt 25.04.2014]

Kristensen, S.T. (2013): *Måske er der større tomgang end statistikken viser* [nyhedsartikel]. Berlingske 09.01.2013. Tilgængelig på: http://dn-erhverv.dk/fileadmin/dn/Presse/Berlingske_09_01_13_ny.pdf [sidst besøgt 25.04.2014]

Kulturstyrelsen (2014): *Bygning: Landsarkivet – Nuuks Plads 2, bygning 1, København* [online]. Tilgængelig på: <https://www.kulturarv.dk/fbb/bygningvis.pub?bygning=3135232> [sidst besøgt 01.05.2014]

Kulturstyrelsen / Pluss Leadership (2011): *Effektevaluering af kulturarkivkommuneprojektet*. Tilgængelig på: http://www.kulturstyrelsen.dk/fileadmin/user_upload/kulturarv/publikationer/emneopdelt/kommuner/Kulturarkivkommuner/effektevaluering_af_kulturarkivkommuneprojektet_final_060911.pdf

Kvorning, J., B. Tournay & L.N. Poulsen (2009): *Den tætte by*. Udarbejdet for By- og Landskabsstyrelsen, Miljøministeriet.

Lauritzen, E.K., & T.C. Hansen (1997): *Recycling of construction and demolition waste 1986-1995 – Summary of Experiences of Research and Development Projects Related to Demolition and Recycling*. Environmental Review no. 6:1997. København: Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen. Tilgængelig på: <http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/1997/87-7810-820-9/pdf/87-7810-820-9.pdf> [sidst besøgt 09.05.2014]

Miljøministeriet (2011): *Affaldsstatistik og fremskrivning af affaldsmængder 2011-2050*. Orientering fra Miljøstyrelsen. Nr. 4, 2011. København: Miljøministeriet. Tilgængelig på: <http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2011/10/978-87-92779-44-1/978-87-92779-44-1.pdf> [sidst besøgt 09.05.2014]

Miljøministeriet (2013): *Affaldsstatistikken 2011*. Jord og affald, J.nr. MST-7761-00516, 9. april 2013. København: Miljøministeriet. Tilgængelig på: <http://mst.dk/media/mst/Attachments/Affaldsstatistik2011.pdf> [sidst besøgt 09.05.2014]

Netværk for Energirenovering (2013): *Initiativkatalog*. København: Netværk for Energirenovering. Tilgængelig på: <http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/byggeri/energirenoveringsnetvaerk/netvaerkets-arbejde/initiativkatalog-netvaerk-for-energirenovering-maj-2013.pdf> [sidst besøgt 09.05.2014]

Nielsen, J.B. (2012): *I praksis umuligt at bruge nedknust beton som tilslag* [artikel]. Beton, 29:3, August 2012. s. 14. Tilgængelig på: <http://www.maskinteknik.dk/artikel?id=72095> [sidst besøgt 09.05.2014]

Noldus, V., S.M. Rohde, R. Søgaard, A.Tietjen, *Genanvendelse af industriens bygningsarv - kortlægning, arkitektur og analyse af potentialer*. Dansk Bygningsarv: København. Tilgængelig på <http://bygningskultur2015.dk/industriarv.dk> [sidst besøgt 09.05.2014]

Nordic Innovation (2014): *The Nordic Built Challenge* [online]. Tilgængelig på: <http://www.nordicinnovation.org/nordicbuilt/the-challenge/> [sidst besøgt 24.04.2014]

Oline-ED statistikken (2014): *Oline ED-statistikken 1. kvartal 2014* [online]. Tilgængelig på: <http://www.oline.dk/pdf/GetDoc?name=Oline-ED%20statistikken%20Januar2014.pdf> [sidst besøgt 24.04.2014]

Oxford Research A/S (2014): *Nyt liv i funktionstømte offentlige bygninger*. København: Ministeriet for By, Bolig og Landdistrikter. Tilgængelig på: <http://mbbl.dk/publikationer/nyt-liv-i-funktionstoemte-offentlige-bygninger> [sidst besøgt 09.05.2014]

Preservation Green Lab (2011): *The Greenest Building: Quantifying the Environmental Value of Building Reuse*. Washington DC: National Trust for Historic Preservation. Tilgængelig på: http://www.preservationnation.org/information-center/sustainable-communities/green-lab/lca/The_Greenest_Building_lowres.pdf [sidst besøgt 09.05.2014]

RE-AD (2014): *Sustainable Renovation* [online]. Research in Architecture, Design and Conservation. Tilgængelig på: [http://www.re-ad.dk/da/projects/sustainable-renovation\(d6c51fc6-3955-466c-a650-da1cf8b9bc1a\).html](http://www.re-ad.dk/da/projects/sustainable-renovation(d6c51fc6-3955-466c-a650-da1cf8b9bc1a).html) [sidst besøgt 06.03.2014]

Realdania (2014): *Genanvend Gården – Om Realdanias initiativ* [online]. Tilgængelig på: <http://genanvendgaarden.dk/om-initiativet.aspx> [sidst besøgt 25.04.2014]

Regeringen (2012): *Energiaftalen - Aftale mellem regeringen (Socialdemokraterne, Det Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti) og Venstre, Dansk Folkeparti, Enhedslisten og Det Konservative Folkeparti om den danske energipolitik 2012-2020*. 22. marts 2012. København: Regeringen.

Regeringen (2013a): *Regeringens klimaplan – På vej mod et samfund uden drivhusgasser*. København: Regeringen. Tilgængelig på: http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/climate-co2/Klimaplan/klimaplan_2013_web.pdf [sidst besøgt 09.05.2014]

Regeringen (2013b): *Virkemiddelkatalog – Potentialer og Omkostninger for klimatiltag*. København: Tværministeriel arbejdsgruppe. Tilgængelig på: http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/climate-co2/Klimaplan/virkemiddelkatalog_tilweb.pdf [sidst besøgt 09.05.2014]

Regeringen (2013c): *Danmark uden affald – Genanvend mere, forbrænd mindre*. København: Regeringen. Tilgængelig på: http://mim.dk/media/mim/67847/Ressourcestrategi_DK_web.pdf [sidst besøgt 09.05.2014]

RENOVER (2014): *Om RENOVER-prisen* [online]. Tilgængelig på: <http://renover.dk/om-prisen/> [sidst besøgt 24.04.2014]

Riesto, S. (2011): *Digging Carlsberg: landscape biography of an industrial site undergoing redevelopment*, Københavns Universitet.

Sartori, I. & A.G. Hestnes (2007): *Energy use in the life cycle of conventional and low-energy buildings: A review article*. Energy and Buildings 39, s. 249–257. Tilgængelig på: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778806001873> [sidst besøgt 09.05.2014]

SBI (Statens Byggeforskningsinstitut) (2014): *Miljø og energi* [online]. Tilgængelig på: <http://www.sbi.dk/miljo-og-energi> [sidst besøgt 06.03.2014]

Selvig, E. (2011): *Klimagassberegninger for vernede boligbygg vs. Nye lav-energiboliger: Et vernet laftet boligbygg (1812/1920), rehabilitert (2005-2010) og et nytt boligbygg, lavenergihus (2010)*. Civitas, Bygganalyse AS & Siv.Ing Kjell gurigard AS. Oslo: Riksantikvaren. Tilgængelig på: <http://www.arkitektur.no/?nid=225245> [sidst besøgt 09.05.2014]

Strømman-Andersen, J. & P.A. Sattrup (2011): *The urban canyon and building energy use: Urban density versus daylight and passive solar gains*. Energy and Buildings 43, s. 2011-2020. Tilgængelig på: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778811001605> [sidst besøgt 09.05.2014]

Jordan, T. & COWI (2012): *2nd Chance – bæredygtig energirenovering af det murede byggeri*. København: Ministeriet for By, Bolig og Landdistrikter. Tilgængelig på: <http://mbbl.dk/publikationer/2nd-chance-baeredygtig-energirenovering-af-det-murede-byggeri> [sidst besøgt: 09.05.2014]

Thomsen, K.E., H.N. Knudsen, L.H. Mortensen, S. Aggerholm, O.M. Jensen & K. Wittchen (2012): *Task Force – Netværk for Energirenovering: Indsamling og præsentation af eksisterende kerneviden om energirenovering af eksisterende bygninger*. København: Statens Byggeforskningsinstitut. Tilgængelig på: http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/byggeri/energirenoveringsnetvaerk/analyse_r/SBI%202012-09.pdf [sidst besøgt 09.05.2014]

Tornbjerg, J. (2013): *Energirenovering mindsker energiforbruget med 85 procent*. Energi nr. 14, november 2013. Tilgængelig på: http://www.vandkunsten.com/public_site/webroot/cache/media/file/dansk_energi_rockwool_mindsker_energiforbrug_med_85_procent.pdf [sidst besøgt 09.05.2014]

Tænketanken for Bygningsrenovering (2012): *Fokus på Bygningsrenovering - Syv Initiativer fra Byggebranchen*. København: Tænketanken for Bygningsrenovering. Tilgængelig på: http://www.ejendomsviden.dk/publikationer/Documents/Bygningsrenovering_f_inal_low%20res.pdf [sidst besøgt 09.05.2014]

Uffelen, C. van (2011): *Re-Use Architecture*. Zürich: Braun Publishing.

UNEP (United Nations Environment Programme) (2009): *Buildings and Climate Change – Summary for Decision-Makers*. Paris: United Nations Environment Programme Sustainable Buildings Climate Initiative.

UNEP (United Nations Environment Programme) (2012): *The Emissions Gap Report – A UNEP Synthesis Report*. Nairobi: United Nations Environment Programme.

Vestergaard, I. (2011). *Transforming the existing building stock to high performed energy efficient and experienced architecture*. Paper for the 4th Nordic Passive House Conference. Tilgængelig på: http://www.re-ad.dk/files/34112187/Full_paper.pdf [sidst besøgt 09.05.2014]

ZEB (The Research Centre on Zero Emission Buildings) (2014): *Europas føste bygg med null utslipp* [online]. Tilgængelig på <http://zeb.no/index.php/news-and-events/90-europas-foste-bygg-med-null-utslipp> [sidst besøgt 24.04.2014]

Zero (2014): *Powerhouse Kjørbo nominert til årets teknologibragd* [online]. Tilgængelig på: <http://blogg.zero.no/2014/01/powerhouse-kjorbo-nominert-til-arets-teknologibragd/> [sidst besøgt 24.04.2014]