

Projektrapport

Forårssemester 2018

Humtek Hus A

Energirenovering

Gruppe nummer: S1824791570

Gruppemedlemmer:

Daniel Larsen	danilar@ruc.dk	Studienummer: 63809
Josephine Romby	jromby@ruc.dk	Studienummer: 63829

Vejleder:

Jesper Simonsen



Abstract

Dette projekt vil undersøge, hvilke energibesparelser man kan opnå, ved at ydermursisolere sit hus udvendigt. Projektet vil bruge TRIN-modellen til at gå dybden med teknologierne bag ydermursisolering og deres indre mekanismer og processer, samt anvende modellen til at skabe struktur i selve rapporten. Projektet vil forsøge at afsøge, hvilken rolle det offentlige spiller i forhold til energirenovering, med fokus på Albertslund Kommune og den incitamentsstruktur, der tilbydes i Albertslund Kommune. Der vil blive diskuteret, hvilke udfordringer der er i forbindelse med at motivere boligejere til at energirenovere og derefter vil vi, i samarbejde med en af Albertslunds Kommunes egne energirådgivere Christian Oxenvad, forsøge at komme med forslag til, hvordan Albertslund Kommune kan gøre det mere attraktivt at energirenovere. Der vil i projektet blive inddraget det energirenoverede hus Degnehusene 26, som er et ud af ni energiprojekter i Albertslund Kommune. Der vil blive anvendt målinger og data fra Degnehusene 26, for at afsøge hvilke besparelser man kan opnå ved at energirenovere sit hus. Degnehusene 26 har fået foretaget flere energirenoveringstiltag end bare ydermursisolering, men vi mener stadig, at huset kan give en forståelse for, hvor effektivt både ydermursisolering og energirenovering generelt kan være. Vi vil benytte Degnehusene 26 til at opstille en energirenovering, som et teknologisk system, hvor de forskellige elementer i huset virker, som systemets indre mekanismer og processer. Projektet vil forsøge at finde frem til, hvor effektivt det rent faktisk er at ydermursisolere sin bolig, dog konkluderer vi, at det kommer meget an på hvilken isoleringsgrad, der allerede er i det eksisterende hus. Projektet vil endeligt slå ned på især kvadratmeter bidraget, som en af de steder, hvor man via ændringer fra kommunens side, ville kunne gøre det mere attraktivt at energirenovere.

Indholdsfortegnelse

Abstract	2
Indholdsfortegnelse	3
Indledning	4
Afgrænsning	6
Problemformulering:	7
Arbejdsspørgsmål:	7
Motivation	7
Semesterbinding	8
Teori	10
Ydermursisolering	13
Indvendig isolering	15
Hulmursisolering	17
Udvendig isolering	18
Metode	21
Statistisk Metode	21
Kvalitativ metode	22
Degnehusene 26	25
Empiri	30
Målinger fra D26	30
Interview med Christian Oxenvad	33
Analyse af målinger	34
Analyse af interview	35
Diskussion	38
Konklusion	41
Perspektivering	42
Litteraturliste:	43

Indledning

Vi vil gerne takke Jesper Simonsen, professor i informatik ved Roskilde Universitet, for at bidrage til denne rapports udførelse, med både store mængder af data, samt god og konstruktiv vejledning i projektets udformning.

Klimaforandringerne er et af de største problemer, vi i dag står overfor. Udledning af drivhusgasser ændrer klimaet, og er blandt andet associeret med stigende vandstande i havet, ekstreme atmosfæriske hændelser og sygdommes forekomst (Pacheco-Torgal et al, 2017). Sektoren for energiproduktion står for to tredjedele af de drivhusgasser, der bliver udledt på verdensplan. Tiden til løsninger er kritisk, og vi bør, som verdenssamfund, agere på lokalt, nationalt og internationalt plan, for at overkomme de forhindringer, der er associeret med denne overordnede problemstilling, som i sidste ende påvirker ikke kun menneskeheden, men livet på jorden generelt.

For at tackle klimaforandringerne har den Europæiske Union (EU) sat et mål om at reducere den udledning der var i 1990 med 80-95% i 2050, med et delmål på 20% reduktion i 2020 (ibid). I 2012 var udledningen af drivhusgasser blevet reduceret med 18%, men desværre var det ikke gået lige så godt med EU's mål for vedvarende energi og energibesparelser og det er disse to ting man bliver nødt til at satse på, hvis man vil have holdbare løsninger på længere sigt. Energisektoren og dens energiproduktion er som sagt ansvarlig for mere end 2/3 dele af den globale udledning af drivhusgasser (ibid). Desværre forudser man, at det kun 25% af verdens samlede energiproduktion i 2040, der vil være grøn og derfor er man nødt til at effektivisere, hvor der effektiviseres kan (ibid).

Særligt opvarmning og nedkøling af bygninger kræver meget energi (ibid) og da befolkningstallet i verden er stigende, kan man kun forvente, at der vil være større behov for bygninger og især boliger i fremtiden til dette stigende befolkningstal. Da vi allerede har mange boliger, er energirenovering en løsning til, hvordan man kan energieffektivisere, i stedet for at bygge nye huse, da processen i at etablere nye boliger i sig selv er meget energikrævende.

For at definere, hvad energirenovering kan være, har vi kigget til Nicholas Low et al's definition fra *"The Green City"*, på hvad designprincipper for et "grønt hus" indebærer. Deres bud på hvad dette kan være er:

"The notion that one design fits all has to be abandoned, but there are some general principles for the 'green house'; these can be summarised as follows:

- *Design for the local climate.*
- *Orientate the house so that the windows face north (south in the northern hemisphere).*
- *Make good use of thermal mass.*
- *Provide high R value insulation.*
- *Design for good ventilation but minimize leakage of air or heat.*
- *Manage water wisely.*
- *Use localised energy systems with national or local grid as backup.*
- *Aim at zero greenhouse gas emission from daily life in the house ('operational energy')."* (Low et al, 2012, p. 53)

Low, professor i miljøplanlægning på University of Melbourne, peger i ovenstående citat på, at der ikke findes et universelt design til alle former for boliger, men at der dog er nogle generelle principper, som kan følges for at skabe et mere miljøvenligt hjem.

Hvis man gerne vil have boligejere til at energirenovere deres huse, bliver man nødt til at give dem incitamenter, for at gøre energirenovering attraktivt. Boligejere er forstået som borgere, der ejer deres egen bolig eller dele af deres bolig i Danmark, altså ikke lejere eller andre, som ikke er ansvarlige for renovering, både indvendigt og udvendigt af deres bolig. Denne definition vil blive brugt gennem hele projektet. Det er ikke nødvendigvis nok, at huset bliver energieffektivt, da boligejerne selv skal lægge økonomiske midler, for at få foretaget en energirenovering. Disse incitamenter kan for eksempel blive tilbudt af kommunerne eller andre offentlige instanser.

Særligt i Albertslund kommune sætter man fokus på energirenovering og vi har derfor interviewet Christian Oxenvad, som er miljørådgiver i Albertslund Kommunes energiteam. Christian Oxenvad rådgiver ejer-, leje- og boligforeninger samt virksomheder til, hvordan de skal energirenovere. I Albertslund Kommunes Klimastrategi fra 2017-2025 beskriver kommunen hvordan en af deres overordnede mål i deres strategi er at etablere lavtemperaturfjernvarme i de offentlige bygninger. Dette mål er blevet sat, da Albertslund

Kommune ønsker at have en energioptimering af bygninger i kommunen som forudsætning for deres strategi (Albertslund 2017, p. 6).

Albertslund Kommune beskriver i deres klimastrategi, at de i deres offentlige bygninger er i en omstillingsfase, for at gøre dem klar til at kunne bruge lavtemperaturfjernvarme og at, med den rette indsats, vil lejeboliger, andelsboliger, ejerboliger samt erhvervsområder også kunne konverteres til lavtemperaturfjernvarme inden 2025 (Albertslund 2017, p. 18). Albertslund Kommune vil gerne bruge lavtemperaturfjernvarme, for at nedsætte den mængde af energi, der bruges til at opvarme vandet, der sendes ud som fjernvarme, men ifølge Christian Oxenvad, kan kun lade sig gøre at bruge lavtemperaturfjernvarme, hvis bygningerne er ordentligt isoleret, da man ellers ikke kan varme dem godt nok op.

Et incitament som Albertslund Kommune har indført, for at forsøge at opfylde deres klimaambitioner, er blandt andet den rådgivning, som blandt andre Christian Oxenvad yder til virksomheder og privatpersoner. Dette, samt kataloger med energibesparelestiltag for typiske huse og en udlejnings ordning for varmesystemer kaldt TAO (Tilslutningsanlægs overtagelse), er kommunens primære tiltag frem til 2019. Ydermere ønsker kommunen i 2019 at etablere en anden tarifstruktur for varmetilførsel, der betyder, at prisen vil være variabel, dette støttes op af overgang til fjernaflæste målere til måling af fjernvarme forbrug (Albertslund 2017 [2], p. 6).

Afgrænsning

Vi har valgt i vores projekt at arbejde med Albertslund Kommune, på grund af deres ambitiøse klimatilpasningsstrategi og det faktum, at den udleverede data er indhentet fra en bolig i kommunen, som er et af ni energiprojekter, som kommunen har støttet op omkring. Målet med disse energiprojekter var at udvikle en standardiseret energirenovering af et typisk elementbyggeri, mens beboerne stadig boede i huset (Røde Vejmølle Park, Energiprojektet).

Vores projekt vil sætte fokus på effekten af udvendig efterisolering, også kaldet klimaskærm, i ældre huse, og i den sammenhæng bruge Jesper Simonsens hus som case og behandle data fra Jesper Simonsens hus, som er udleveret af Jesper Simonsen. Vi vil især se på effekten af isoleringen i gavlen. Gavlen er en af de steder, som både Christian Oxenvad og Jesper Simonsen har peget på, som et effektivt indsatsområde, når det gælder ydermursisolering, både i pris, men også i forhold til indeklima og energiforbrug.

Selvom vores projekt sætter fokus på udvendig ydermursisolering, er det vigtigt at nævne, at Jesper Simonsens hus har fået foretaget en omfattende energirenovering, som både omfatter tag, ventilation, solceller, vinduer og udskiftning af radiatorer og at man, som udgangspunkt, ikke bare kan få foretaget en udvendig ydermursisolering, uden at skulle tilføje andre former for energirenovering - her er blandt andet isolering af taget og opsætning af et ventilationssystem et must. Vores diskussion og bearbejdning af empiri vil også tage højde for og diskutere dette.

Problemformulering:

Rapportens problemformulering lyder således:

Hvilke energibesparelser er der ved udvendig ydermursisolering og hvordan kan Albertslund Kommune gøre det mere attraktivt for deres boligejere at energirenovere?

Arbejdsspørgsmål:

I opgaven vil vi arbejde med følgende arbejdsspørgsmål for at undersøge problemformuleringen:

1. Hvilke metoder og teknikker benyttes til ydermursisolering?
2. Hvilke tekniske egenskaber har ydermursisolering for en bolig?
3. Hvilke incitamenter er til stede i forhold klimaskærme?
4. Hvilken indflydelse har statslige og kommunale strukturer på anvendelsen af isolering som energirenoveringstiltag?

Motivation

Vi ønskede, da vi startede opgaven, at se på det energirenoverede hjem, som et overordnet teknologi system og skrive vores opgave med fokus på flere elementer af energirenoveringen, men grundet et fald fra fem til to medlemmer, har vi valgt at fokusere vores arbejdsindsats på et af de områder, vi mener har den største effekt i forhold til energirenovation, nemlig ydermursisolering.

Vi har valgt at arbejde med netop denne problemstilling og disse arbejdsspørgsmål, da vi ser en stor nødvendighed på afklaring i de mange tiltag, der eksisterer i forbindelse med

energirenovering. Vi mener at forskning på dette område, kan bidrage med en mere fokuseret indsats for energirenovationer.

Vi har valgt at arbejde med dette emne, da vi ser klimaskærme, som en af mange mulige løsninger på at mindske mængden af den kuldioxid udledning, der skabes i de danske husstande. Den største motivation for dette projekt og vores fokus er at påvise, at ydermursisolering rent faktisk har en effekt, hovedsageligt på huse bygget mellem 60'erne og 70'erne. Vi vil gerne påvise dette, for at få flere boligejere til at energirenovere deres ældre huse, da de bruger unødvendige mængder af energi og dermed belaster vores miljø, men også for at vise andre kommuner, at de også spiller en rolle, når det kommer til energirenovering af ældre boliger, især i forhold til de incitament, kommunerne kan tilbyde deres boligejere.

Semesterbinding

Vores opgave vil være bundet til TSA hovedsageligt via de data, vi har fra Jesper Simonsens målinger fra sit energirenoverede hus. Da vi har valgt at fokusere på ydermursisolering, vil vi gå i dybden med, hvilke teknikker man bruger til ydermursisolering, hvilke teknikker, der er mest effektive og hvilken effekt det har på, for eksempel ydermurens u-værdi og på varmeforbruget i boligen. På denne måde vil vi afdække teknologiens indre mekanismer og processer, samt redegøre for, hvilke effekter disse har. For at kunne se effekten af ydermursisolering, vil vi sammenligne Jesper Simonsens hus med et sammenligneligt hus, som ikke har fået foretaget energirenovering, samt se på de målte u-værdier og linjetab i Jesper Simonsens hus, før og efter energirenoveringen er blevet foretaget. Vi arbejder desuden med TRIN-modellen, for at afklare disse egenskaber, samt hvilke andre faktorer, der ligger omkring denne type af teknologi og vi vil benytte TRIN-modellen til at give vores opgave struktur.

Ved at anskue de incitamentsstrukturer og udfordringer der ligger omkring anvendelsen af denne teknologi vil vi også bruge materiale fra de andre fag tilknyttet den humanistisk teknologiske bacheloruddannelse, Subjektivitet, Teknologi og Samfund (STS) og Design og Konstruktion (D&K).

Vores projekt vil dog være mest forankret i STS, da vi gerne vil sætte fokus på blandt andet incitament strukturen i forbindelse med energirenovering og hvilke tiltag kommunerne kan tage, for at gøre energirenovering mere attraktivt for deres boligejere, med Albertslund

Kommune som eksempel. Vi vil også se på, hvilke sociale regimer, der sætter rammer for energirenovering, samt anskue teknologien ud fra Rogers model (2003 om innovationers anvendelse). Vi vil fokusere på de samfundsmæssige drivkræfter bag teknologiudviklingen og herunder det offentliges rolle heri.

Teori

Begrebet teknologi kan forstås som et hjælpemiddel, mennesket anvender til at genskabe og udvikle sine livsbetingelser, både materielle og ikke-materielle (Müller, Remmen, Christensen, 1984). En teknologi kan beskrives, som at have en eller flere indre mekanismer eller processer. En grov beskrivelse for disse processer og mekanismer kan være "sådan virker teknologien" (Jørgensen 2018, p. 1).

For at få en afklaring i vores opgave har vi været nødt til at finde ud af, ikke blot hvorfor vi bør efterisolere boliger, men også hvordan den egentlige teknologi fungerer.

For at afklare dette, har vi valgt at arbejde med TRIN-modellen, så vi kan undersøge netop dette. Modellen arbejder med følgende spørgsmål for at analysere en given teknologi:

1. *"Identifikation og analyse af en teknologis indre mekanismer og processer.*
 2. *Identifikation og analyse af teknologiens artefakter.*
 3. *Opstille en model af en teknologi, blandt andet med henblik på tekniske beregninger om teknologien, og vurdere modellens styrker og svagheder.*
 4. *Identifikation og analyse af en teknologis tilsigtede og utilsigtede effekter.*
 5. *Analyse af sammenhænge i et større teknologi system.*
 6. *Analyse af drivkræfter og barrierer for udbredelse af innovationen."*
- (Jørgensen 2018, p. 1, tabel 1: TRIN-modellen til teknologibeskrivelse)

Vi vil i rapporten arbejde med de forskellige punkter for at opbygge en dybere forståelse for emnet og for at give vores rapport en god struktur.

For at arbejde med det første punkt i TRIN-modellen, vil vi identificere de mekanismer og processer som bidrager til, at teknologien kan opfylde dets formål. Derfor vil vi beskrive de indre mekanismer og processer i ydermursisolering og nævne de forskellige teknikker og metoder, som i dag bliver anvendt til at ydermursisolere.

Punkt 2 vil blive bearbejdet i relation til punkt 1, da en del af teknologiens egenskaber er direkte påvirket af kompositionen af den endelige udformning. For at redegøre for en teknologis indre mekanismer, er der en række "tommelfingerregler", som Jørgensen kalder dem (2018, p.37), som man kan følge. Disse tommelfingerregler handler om at identificere de principper, der får en teknologi til at opfylde dets formål. For at beskrive en bestemt

teknologi er det ikke nødvendigvis et krav at redegøre for de enkelte komponenters egne indre mekanismer. Dette betyder, at når man identificerer en teknologis formål, indre mekanismer og processer, er det vigtigt at man holder for øje, at formålet ligger i den enkelte teknologi og ikke nødvendigvis alle komponenterne. Følgende kan man tolke punkt 2, som at analysere de artefakter, som indgår i teknologiens virke. Artefakterne kan beskrives, som at have en række egenskaber som karakteriseres primært ud fra deres fysiske komposition. Disse egenskaber kan blandt andre være størrelse, vægt, form og kemisk komposition (Jelsøe, 2017, slide 5).

I relation til punkt 3 i TRIN-modellen vil vi formidle os i statistiske modeller, som skal give et overblik over teknologiens egenskaber, så som at være energibesparende. Marc J. de Vries, professor ved Delft University of Technology og KTH Royal Institute of Technology (2016), beskriver at modeller inden for ingeniørkundskab og andre videnskaber, fungerer som en repræsentation af virkeligheden, og derfor begrænser forståelsen for, hvordan teknologien i realiteten virker i den virkelige verden. Dog er det nødvendigt at skabe forståelse for, hvordan en teknologi virker og dette kan modeller bidrage til. Det er dog vigtigt at holde for øje, at en model er en abstraktion og at en model er en repræsentation af teknologien, ikke teknologien i sig selv (Vries, 2016, pp. 34-35). Vi vil anvende de målinger vi har fået fra Jesper Simonsens hus til at lave en række numeriske modeller, samt inddrage en række grafiske modeller til at visualisere teknologiens funktionalitet. Disse grafiske modeller vil hovedsageligt kunne findes i det næste afsnit.

For at afsøge ydermursisoleringens tilsigtede og utilsigtede effekter, som punkt 4 nævner, vil vi diskutere disse ud fra T.H. Christensens og I. Røpkes tekst "*Forbrug, teknologi og miljø.*" fra "*I Teknologiens laboratorium*" (Christensen og Røpke, 2009). I Christensens og Røpkes tekst bliver der gennemgået en række teknologiers negative konsekvenser. I relation til vores rapport kan man argumentere for, at hele teknologiens grundlag eksisterer i en anden teknologis utilsigtede effekter. Derfor ser vi det nødvendigt ikke blot at diskutere isoleringens tilsigtede og utilsigtede konsekvenser, men også de tilsigtede og utilsigtede konsekvenser af det teknologiske system, som det indgår i.

For at arbejde med punkt 5, vil vi forsøge at beskrive ydermursisolering, som en del af et teknologisk system. Dette er en nødvendighed for at afklare effekten af teknologien som energirenovation, da de andre teknologier, som er anvendt i boligen, vil have indflydelse på effekten af ydervægsisoleringen. Samtidig er nogle af de renoveringstiltag, der er foretaget i

D26 er afhængige af, at der også er blevet foretaget andre, for eksempel skulle et ventilationsanlæg opsættes, da man i forbindelse med ydermursisoleringen tætnede huset.

Vi vil efterfølgende analysere ydermursisoleringsteknologiens anvendelse i henhold til Everett M. Rogers' "diffusion of innovations" for at afsøge punkt 6 i modellen (Rogers 2003). Rogers beskriver at en teknologisk indtagelse kan repræsenteres i den følgende model om innovation-decision processen.

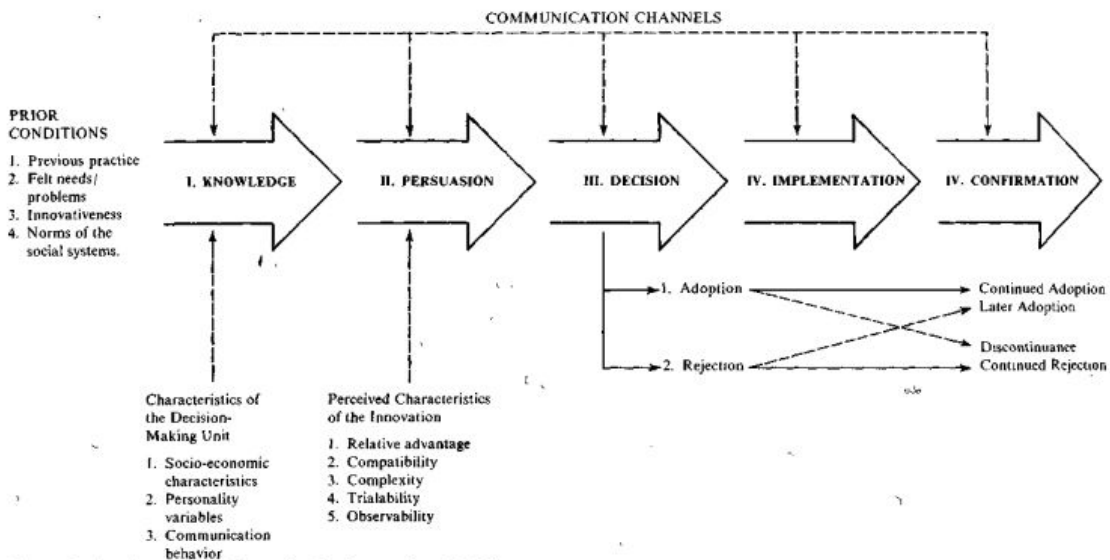


Figure 5-1. A model of stages in the innovation-decision process.

(Rogers 2003, p. 165, figur 5-1)

Figuren viser, hvordan en beslutningstager, hvad enten et individ eller en organisation, tager stilling til implementeringen af en given innovation og dens funktion. Modellen beskriver hvordan beslutningstageren først skal eksponeres for viden om teknologiens eksistens. Herefter former beslutningstageren en favorabel eller ufavorabel holdning til innovationen i persuasion fasen. Alt efter resultatet af persuasion fasen, besluttet det om innovationen tages i brug af beslutningstageren eller ej. Implementeringsfasen følger herefter, hvis innovationen er blevet accepteret, og definerer hvordan innovationen indpasses. Den sidste fase, konfirmationsfasen, sker når en beslutningstager efterfølgende evaluerer og søger bekræftelse i innovationens brug.

For at arbejde med punkt 6 vil vi inddrage Albertslund Kommune, samt se på nogle af de udfordringer, der omgiver energirenovering i dag. For at afsøge dette har vi interviewet Oxenvad, der arbejder med området i Albertslund, samt set nærmere på de incitamentsordninger og takst ordninger, der berører området.

Ydermursisolering

Vi vil i dette afsnit afsøge nogle af de faktorer, som gør sig gældende for de indre mekanismer og processer i ydermursisolering. Dette vil besvare punkt 1 i TRIN-modellen; *“Identifikation og analyse af en teknologis indre mekanismer og processer.”*, men samtidig bevæge sig ind i punkt 2, da en del af teknologiens egenskaber er direkte påvirket af kompositionen af den endelige udformning. Der vil også blive opstillet nogle grafiske modeller, som kan ses som en del af punkt 3 i TRIN-modellen, der vil give et overblik over, hvordan teknologien virker.

Når der tales om energirenovering, har isoleringen meget at skulle have sagt, når man ser på teknologiens egenskaber, og på om teknologien kan leve op til dens formål, hvilket er at være energibesparende. I forbindelse med måling af effekten for isolering bruges der tre vigtige begreber. Et begreb er linjetab, hvilket er et udtryk for, hvor mange Watt, der tabes pr. meter ved en temperaturforskel på 1 grad celcius mellem ude og inde (Energitjenesten).

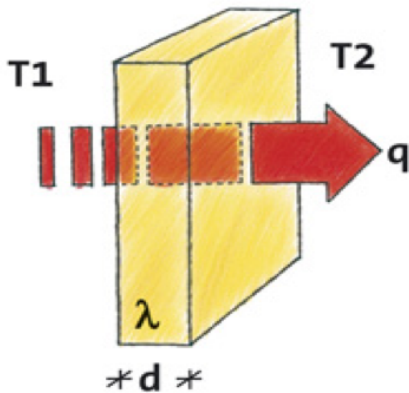
Et andet vigtigt begreb er U-værdien, som bruges til at beregne hvor meget varme, der trænger ud igennem 1m^2 af konstruktionen, med en temperaturforskel på 1 grad af den udvendige og indvendige side af konstruktionen. Jo lavere U-værdi er, desto bedre isoleret er konstruktionen kort sagt (ibid).

Det sidste vigtigt begreb er graddage for forståelsen. Graddage er et mål for, hvor koldt det har været, og hvor meget energi der bruges til rumopvarmning. Graddagetallet kan hjælpe med at sammenligne energiforbruget pr. måned med en normalmåned og energiforbruget pr. år med et normalår. Døgnetts graddagetal udregnes derfor som forskellen mellem 17°C og den udvendige døgnmiddeltemperatur (ibid).

Når man skal snakke om, hvor godt et materiale isolerer, måler man materialets varmeledningsevne i lambda-værdi (λ). Lambda-værdien er et udtryk for, hvor mange watt (energi), der tabes pr. meter af et givent materiale ved 1 grads forskel mellem udetemperaturen og indetemperaturen. Jo højere lambda-værdien er, desto bedre er materialet til at lede varme. Derfor betyder en høj lambda-værdi, at materialet har en lavere isoleringsevne end materialer med en lavere lambda-værdi (Efteruddannelsesudvalget for bygge/anlæg og industri, 2013). Linjetabet og lambda-værdien kan forveksles, men er ikke

det samme, da linjetabet beskriver, hvor meget varme der tabes i gennem en mur bestående af forskellige materialer, ud fra de lambda-værdier, som de forskellige materialer har.

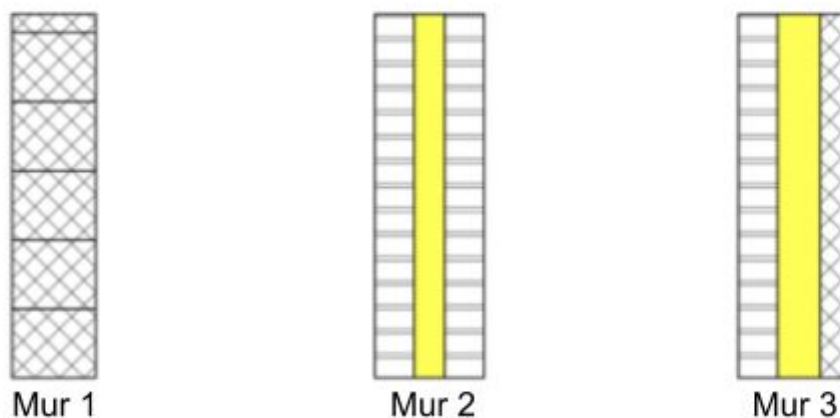
Når et stykke materiale med tykkelsen d udsættes for en temperaturforskel ($T_1 - T_2$), går en varmestrøm med varmestrømstætheden q igennem materialet. Når varmestrømmen bliver stabil, er varmeledningsevnen, λ , den materialeegenskab, som sammenfatter disse.



(Efteruddannelsesudvalget for bygge/anlæg og industri, 2013)

Når man skal efterisolere en ydermur, kan man vælge enten at isolere indvendigt, hulmursisolere eller at isolere udvendigt. Der er både fordele og ulemper ved alle tre isoleringsformer, men samtidig eksisterer forskellige krav, som ydermuren skal leve op til før, hvis for eksempel indvendig isolering skal være en mulighed.

Ved konstruktion af typiske parcelhuse fra perioden 1960 til 1970 er ydermurerne normalt blevet konstrueret på en af følgende 3 måder:



(Tommerup, H. M., Grøn Bjerneboe, M., Bjarløv, S. P., Svendsen, S., Jespersen, G., Klingbeil, G., ... Sørensen, L. S., 2015)

Mur 1 er 23 cm eller 19 cm tyk porebetonblokke. Den 23 cm tykke variant er specifikt nævnt i Bygningsreglementet fra 1961 og har en u-værdi på 1,0 W/m²K hvor den 4 cm tyndere væg har en højere u-værdi (Tommerup et al., 2015).

Mur 2 er en 30 cm tyk hul mur, hvor for- og bagmur består af teglsten, og der er 7,5 cm mineraluld lagt imellem (ibid).

Mur 3 er også en 30 cm tyk hul mur. Formuren er af teglsten, og bagmur er i porebeton, og her er lagt 12 cm mineraluld mellem for- og bagmur (ibid).

I en mur som eksempel 2 eller eksempel 3 fungerer formuren som regnskærm (BYG-ERFA, 2011). Derefter kommer isoleringen af mineraluld, og så findes bagmuren. Fordelen ved denne form for konstruktion er, at man kun skal bruge mindre energi på at opvarme bagmuren, fordi der er isolering imellem for- og bagmur, i modsætning til en mur konstrueret som eksempel 1.

Formålet med alle former for efterisolering er at få en højere overfladetemperatur på sin indvendige væg. Dette gøres for, at man dermed ikke skal bruge lige så meget energi på at holde sit hus varmt, fordi varmetabet gennem ydermuren reduceres.

Indvendig isolering

Hvis man overvejer at isolere sit hus indvendigt, skal man være opmærksom på, at denne form for isolering har visse ulemper og risici i forhold til de to andre former for isolering. Indvendig isolering giver øget risiko for skimmelvækst på den oprindelige mur, og tager plads fra huset indvendige beboelsesareal.

Det frarådes at anvende indvendig isolering i følgende tilfælde:

- Hvis der er, eller kan forventes at trænge fugt gennem ydermuren ved udsættelse for slagregn.
- Hvis der stiger, eller kan forventes at stige fugt op i væggen gennem grund eller terræn.
- Hvis den udvendige overflade har forhøjet fugtindhold, frostsprængninger, nedbrudte fuger, smuldring, saltudfældninger eller afskallet maling og puds. Dette er grundet at denne nedbrydning accelereres ved reduceret varmemstrøm gennem muren.

(ERFA-BYG, 2015)

Derudover skal den indvendige del af ydermuren være tør, rensed for eventuel beklædning, da dette også kan fremme skimmelvækst (ibid).

Hvis ens ydermur egner sig til indvendig isolering, har man nogle begrænsninger i forhold til, hvor meget man kan isolere huset, da risikoen for fugtproblemer og frostskafer i facaden øges jo tykkere isoleringslaget er (ibid). Man anbefaler derfor en maksimal tykkelse på 100 mm. Men selv om der er tale om små mængder af isolering, kan dette gøre meget for at reducere varmetabet (ibid).

Man arbejder ofte med tre typer indvendig isolering, den første er traditionelle forsatsvægge, som er opbygget af en pladebeklædning, en dampspærre og isoleringsmaterialer som eksempelvis mineraluld eller skumplast (ibid). Dampspærren, som forhindrer den fugtige luft fra huset i at trænge ud til ydermuren, skal helst lægges inde i isoleringsmaterialet, hvis det er muligt, på denne måde nedsætter risikoen for, at dampspærren bliver perforeret (ibid). Hvis dampspærren bliver perforeret, vil risikoen for skimmelvækst stige markant.

Den anden måde at isolere indvendigt er ved brug af kapillaraktive plader, som er isoleringsmaterialer i pladeform med hygroskopiske/kapillaraktive egenskaber. Det kan for eksempel være plader af kalciumsilikat eller tilsvarende materialer med en porestruktur, der tillader fugttransport ved kapillarsugning (ibid). Dette er når, isoleringsmaterialet "suger" fugten mellem isoleringen og ydermuren ud i det varme indeklima, hvor fugten derefter vil blive fordampet. For at kapillarsugningen skal være muligt, bruger man ikke dampspærre eller nogen form for overfladebehandling, der kan hæmme denne process (ibid). Isoleringsevnen i kapillaraktive plader er ofte ikke lige så god som traditionelle isoleringsmaterialer, men de kapillaraktive plader har tilstrækkelig isoleringsevne til at opnå en højere overfladetemperatur (ibid).

Den tredje og sidste form for indvendig isolering er hårde isoleringsplader med en lukket porestruktur. Disse plader kan der ikke trænge fugt eller damp igennem, og de fungerer derfor som både dampspærre og isolering i et og samme (ibid). Ved denne form for isolering er det meget kritisk, at der ikke forekommer opstigende fugt fra gulvet (ibid).

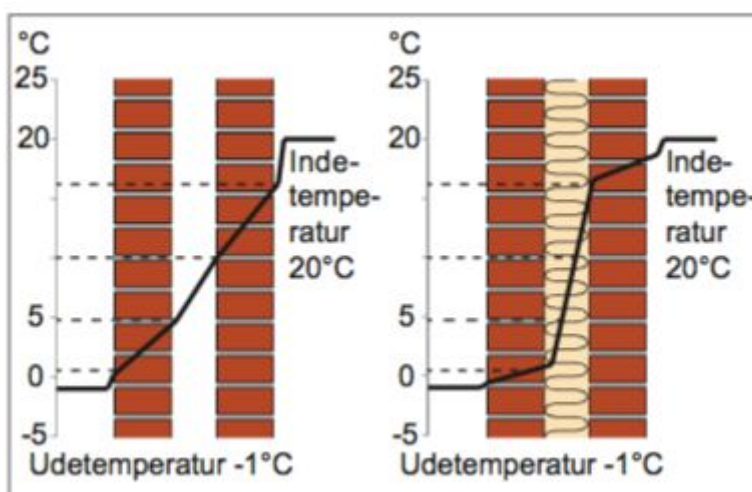
Hulmursisolering

Murværk med hulmur kan efterisoleres ved at blæde isoleringsmateriale ind i muren. Hulmursisolering ændrer ydermurens temperatur- og fugtbalance, hvilket kan skabe skader, som hyppigt først bliver opdaget efter længere tid, og disse skader kan være besværlige at udbedre efterfølgende (BYG-ERFA, 2011).

For at vurdere om ydermuren er egnet til hulmursisolering, undersøger man blandt andet fugtforhold af formur, bagmur og hulrummet. Når man skal undersøge hulrummet kan man med fordel benytte et endoskop, så man kan se, hvad der er i hulrummet i samme ombæring (ibid).

Da formuren fungerer som regnskærm, er det vigtigt at sørge for, at indtrængende regnvand kan fordampe, dette sker typisk gennem mørtelfugerne (ibid). Murværk der er overfladebehandlet med for eksempel puds eller kalk, reducerer vandindtrængen, men kan samtidig hindre udtørring og give risiko for fugtophobning i formuren (ibid).

Nedenunder kan ses en model over temperaturen på for- og bagvæg før og efter hulmursisolering. Man kan i modellen se at temperaturen på bagmuren er varmere end før, hvilket vil give sig til udtryk i at man skal anvende mindre energi for at opvarme muren, eftersom at denne holder bedre på varmen end tidligere. Dog gør dette at formuren er koldere end før, hvilket kan betyde, at muren er mere udsat for at få frostska-der, og dette nedsætter også fordampningen fra formurens udvendige overflade (ibid).



(BYG-ERFA, 2011)

En anden ulempe ved at hulmursisolere er, at man er begrænset til meget tynd isolering, typisk maksimum 10 cm. Husets originale arkitektur sætter der ved en grænse for, hvor stor en energibesparelse man kan opnå ved metoden (Tommerup et al, 2015).

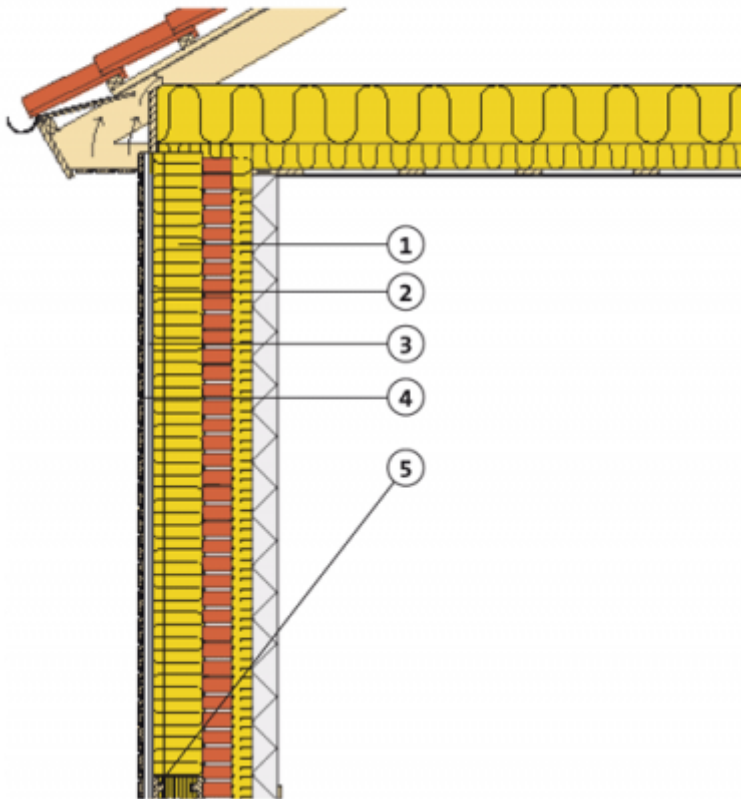
Udvendig isolering

Udvendig isolering er en type af isolering, der lægges på ydersiden af konstruktionens murer. Denne form for isolering er op til 30% mere effektiv end indvendig isolering ved samme isoleringstykkelse (Energitjenesten, 2012), og forebygger samtidig opfugtning og skimmelvækst i ydermuren. Ydermursisolering kan beskrives, i forsimplet form, som at give sit hus frakke på, hvor den gamle ydermur bliver til bagmuren.

Forinden man begynder at udvendigt ydermursisolere en bygning, er det vigtigt, at man bestemmer, hvor meget isolering der er brug for i tilfældet (Tommerup et al, 2015). Dette gøres ved, at man måler u-værdier i huset, samt bestemmer kuldebroer, og måler kuldebroernes linjetab og lambda-værdier (ibid). Den effektive u-værdi for huset udregnes ved, at man medtager linjetab fra for eksempel tagfod, fundament og vinduestilslutning, som på alle huse fungerer som kuldebroer. Vinduerne vil dog, udover at være en kuldebro, bidrage med solvarme, når der er sol på, hvilket også medregnes i u-værdien for huset (ibid).

En af fordelene ved at udvendigt ydermursisolere disse ældre huse er, at man kan give husets facade en andet og nyt udseende. Dette er især relevant, hvis man ikke bryder sig om den måde, ens hus ser ud på. Udvendig ydermursisolering er dog relativt dyrt i forhold til de to andre førnævnte metoder, da man bygger en helt ny facade ovenpå den eksisterende mur, og i nogle tilfælde er nødt til også at skifte vinduer samt rykke dem ud i forhold til deres tidligere position (ibid).

Der findes, ligesom ved andre isoleringsformer, flere forskellige metoder til, hvordan man kan påsætte udvendig isolering på sin ydermur. En metode er ved at benytte sig af en skeletkonstruktion, hvor man traditionelt anvender massive træstolper eller slidsede stål profiler. Tommerup et al. (2015) bruger Isovers Isover Plus System som eksempel på denne skeletkonstruktion. I Isover Plus System anvender man stolper af trykfast glasuld med en eller to kanter af profileret træ. Stolperne fastgøres til det bærende underlag, og mellem stolperne fyldes almindelig blød mineraluld. Derefter kan man påføre den ønskede facadebeklædning, som typisk er træ, plademateriale eller puds.



(Isover, Efterisolering udvendig)

Her ses en model af Isovær Plus System facadeisolering. Tallene repræsenterer de forskellige komponenter.

1. Isovær formstykker mellem Isovær Plus System stolper
2. Vindtætningsplade
3. Ventileret hulrum
4. Udvendig beklædning
5. Isovær Plus System stolpe.

En anden måde er at påsætte udvendig ydermursisolering. Dette gøres ved mekanisk fastgørelse af isoleringsbatts. Isoleringsbatts er firkanter af isoleringsmateriale i forskellige tykkelser, alt efter hvor tyk en isolering, der er brug for. Her kan enten benyttes batts af mineraluld eller celleplast (Tommerup et al, 2015). Her bliver isoleringsbatts klæbet fast til ydermuren og derefter afsluttet med puds.

En anden metode til udvendig isolering er at opsætte en hel ny skalmur. Fordelen ved denne metode er, at det giver en meget robust og vedligeholdelsesfri facade, men konstruktionen kræver en form for bæring eller fundament. Dette er noget de andre former for isolering, ikke kræver (ibid). Skalmuren kan, blandt andet, laves af skærmtegl, eternitplader eller

naturskifer. Alle opsættes på et skelet eller en konstruktion af stål eller træ (ibid). Der vil blive lagt isoleringsmateriale mellem den nye skalmur og den oprindelige ydermur i den ønskede tykkelse.

Metode

Statistisk Metode

Vi vil bearbejde dele af den data, som vi har fået fra Jesper Simonsens hus ud fra statistik metode.

A. Hald (1952), professor i statistik fra Københavns Universitet, beskriver statistik, som en form for anvendt matematik, hvis mål er at beskrive og analysere en række af observationer med målet om at forudsige bestemte hændelser under givne forudsætninger. En enkelt observation kan ikke blive reproduceret, men erfaring viser at flere observationer, som resultat af repetition af processen for observationen, repræsenterer bestemte karakteristika som kan reproduceres (Hald, 1952, p. 1).

Vi har til denne rapport valgt at arbejde med softwaren SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) fordi dette redskab er et anerkendt værktøj, samt er tilgængelig for studerende og undervisere ved Roskilde Universitet.

SPSS kan anvendes til at manipulere, analysere og præsentere data. (Landau & Everitt, 2004, preface V, pp. 1-2) Vi vil i rapporten anvende programmet til at analysere og præsentere data, for eksempel målinger af temperaturer, udleveret til os af Jesper Simonsen, professor i informatik ved Roskilde Universitet. De udleverede data ark vil ikke fremgå af rapporten eller rapportens bilag da dette er ønsket fra vores informant.

Dataen udleveret er målt i en bolig, i Albertslund Kommune, som er placeret i gavlen af et rækkehus. Boligen er for nyligt blevet energirenoveret i forbindelse med Albertslund Kommunes ni energiprojekter, hvor man blandt andet har renoveret klimaskærm og lavet andre energirenoverende tiltag.

I relation til statistisk arbejde er det vigtigt at forholde sig kritisk til data, der er udleveret fra informanter og ikke indsamlet af en selv (Jeppesen, 1972, p. 16). Temperaturen er målt med otte styks Testo 174 Data Logger fra Micro DAQ, målerne er kalibreret før efter ibrugtagning. Temperaturen er desuden logget med Danfoss Link CC. Temperaturen er målt følgende steder i relation til dataindsamlingen: Udendørs, stue, trapperepos, soveværelse og badeværelse.

Forfatterne af rapporten er sikre på at det udleverede materiale er sandfærdige grundet informantens baggrund, samt den udførlige mængde af materiale. Det skal her til noteres, at informanten samtidig har fungeret som vejleder på opgaven.

Kvalitativ metode

I projektet forløb har vi interviewet Christian Oxenvad der arbejder i Albertslund Kommunes energi team som har til formål at vejlede og motivere borgere og virksomheder i energirenoverende tiltag.

Oxenvad gav forinden interview samtykke til optagelse, transskription og brug af interviewet, med det formål at bidrage til rapportens udførelse. Interviewet er foretaget og transskriberet af Daniel Larsen, medforfatter på rapporten. Oxenvad har efter interviewet set transskriptionen og godkendt dets validitet i forhold til hans egne udsagn. Denne arbejdsgang er valgt for at beskytte Oxenvad professionelle arbejdsliv og for at sørge for, at udsagnene i interviewet indeholder en hvis mængde af sandfærdighed.

Vores tilgang til interviewet har været at danne en række forskningsspørgsmål, som herefter har udmøntet sig i form af interviewspørgsmål, som fremgår af transskriptionen, dette er gjort ud fra en guide til interviews, beskrevet af Kvale og Brinkmann i bogen *“Interview - Introduktion til et håndværk”* (2009, p. 153).

De forskningsspørgsmål, som er udarbejdet forinden interviewet, har ikke været tilsvarende den egentlige problemstilling efter interviewet, hvorfor kun nogle dele af interviewet vil være brugbart i denne rapport. Dette er grundet faldende mandskab blandt rapportens forfattere efter interviewets afholdelse.

Forskningsspørgsmålene som vi arbejdede med lyder således:

- Hvilke energirenoveringstiltag opfordres til i Albertslund Kommune, og hvordan relatere dette sig til efterisolering af en bolig?
- Hvordan motiverer Albertslund Kommune til energirenovering?
- Hvordan anskues nat og dag sænkning af varmekæderne kontra industrien?
- Hvilken type af boliger er potentialet for energirenovering størst?

Disse forskningsspørgsmål er blevet tolket af arbejdsgruppen til følgende interviewspørgsmål:

- Hvorfor skal man energirenovere sin eksisterende bolig?

- Hvilke tre renoveringstiltag giver den største effekt ud fra din vurdering?
- Hvordan vurderer du nat og dagsænkning som energibesparende tiltag?
- Hvilken type bolig, vurderer du, er bedst at renovere?
- Hvilke tiltag gør Albertslund kommune for at opfordre til energirenovering?
- Hvilke andre ting tænker du kunne være gavnlige i relation til motivationsfaktoren?

Ud fra disse interviewspørgsmål, er der efterfølgende blevet anvendt forskellige impromptu interviewspørgsmål for at undersøge svar, holdninger og synspunkter fra Christian Oxenvad (Kvale og Brinkmann, 2009, pp. 155-157).

For at validere det pågældende interview, har vi valgt at sammenstille det med Kvale og Brinkmanns syv validerings faser (2009, p. 275). Det første af de syv punkter omhandler tematiseringen af interviewet, her skal interviewet sidestilles med det teoretiske fundament for rapporten. Vi mener her at der, grundet rapportens vekslende natur under arbejdet, kan argumenteres for, at dele af interviewet ikke nødvendigvis har sammenhæng med den teoretiske opbygning i rapporten, men vi vil dog vove at påstå, at selvom dette er tilfældet for dele af interviewet, så er der stadig andre dele af interviewet, som vi synes er anvendelige i diskussionen og analysen i rapporten.

Det andet punkt, ifølge Kvale og Brinkmann (2009), er at se på interviewets design, som stiller spørgsmål til den etiske opbygning af interviewet og dets formål. Vi mener, at interviewet er udført i god skik og med respekt for den deltagende part i interviewet. Vores mål har været at afklare forholdene omkring isolering til gavn for både boligejeren, udbyderen og andre interessenter.

Som det tredje punkt, der bør gennemgås i et interviews validering, er selve interviewet (Kvale og Brinkmann, 2009). I relation til de opklarende spørgsmål stillet under interviewet, samt den interviewedes beskæftigelse, mener vi at dette er med til at validere dette punkt.

Et fjerde punkt i valideringen er udformningen af transskriptionen (ibid). Vi har valgt at udforme en simpel transskription med blot de sagte ord, transskriptionen er efterfølgende blevet revideret af den interviewede, med henblik på at fange usandheder i de transskriberede udtalelser.

Det femte punkt er at gennemse interviewets analyse, her er det et spørgsmål om de konklusioner draget på baggrund af interviewet er meningsgivende (ibid). Eftersom at vores udtræk i analysen primært omhandler referencer til Oxenvads udtalelser, mener vi at dette er retvisende.

De to sidste punkter i er der tale om en mere generel vurdering af interviewets og rapportens helhed (ibid). Vores vurdering af dette er at interviewets og rapportens validitet er underbygget hvorfor interviewet inddrages i rapporten.

Degnehusene 26

For at beskrive hvordan et energirenoveret hus rent faktisk ser ud i den virkelige verden, har vi som sagt valgt at bruge Jesper Simonsen hus. Dette skal sammen med vores empiri være med til at give en forståelse af teknologien, som går udover bare at se på modellen af, hvordan den fungerer.

Degnehusene 26 (D26) er opført i 1971 på samme måde som mur 2 i afsnittet om ydermursisolering, men er udført med armeret beton både i for- og bagmur i stedet for teglsten. Dette gav facaden på D26 en u-værdi på 0,5W/m²K før renovering (Røde Vejmølle Park, 2012).

Energirenoveringen blev påbegyndt i 2012, og blev færdiggjort i 2013, hvor Jesper Simonsen og hans familie boede i huset under renovationen (Jenseniussen, 2016). Projektets formål gik ud på, at finde ud af hvordan man kunne energirenovere huset, uden at det skulle koste flere penge end nødvendigt. Projektet har kostet 700.000 kr, men er blevet udviklet, så det kan gøres i etaper, hvis man ikke har råd til at betale for det hele på en gang (ibid).

Projektet omfatter:

- Udvendig isolering med ekstra 400 mm Rockwool granulat i tag og ekstra 200 mm Rockwool på alle ydervægge.
- Nyt tag og nye facader med Rockwool Ecorock Facade System samt Rockpanel som sikrer vedligeholdelsesfrit tag/facader i mange år fremover.
- Integreret vindue-solcelle løsning med VELUX Integra® elnetdrevne ovenlysvinduer med regnsensorer og elnetdrevne udvendige markiser der sikrer optimalt indeklima med dagslys og frisk luft og modvirker samtidig overophedning.
- Solcellepaneler fra Solar World gør huset selvforsynende med elektricitet.
- Danfoss Air Flex Ventilation med op til 95% varmegenindvinding giver et optimalt indeklima med frisk luft i hele huset og regulering af luftfugtigheden. Ingen vækstbetingelser for skimmelsvamp.
- Termostater med avanceret trådløs styring, Danfoss Living Connect, inkl. individuel programmerbar dag- og natsænkning af temperaturerne.
- Trykdifferenssystem, Dantæt OptiTight sikrer mod vandskade fra vand og vores en-strengede fjernvarme.
- AMTech Kalkknuser, reducerer energiforbrug til vandopvarmning og reducerer sæbeforbrug til opvask, vask mv. med 1/3.

- Regnvandsfaskine: Dræner regnvandet fra taget tilbage til grundvandet i stedet for til kloakken.
- Rockfon Sonar System B Akustikloft i stue giver en kraftig forbedret akustik i hus med betonvægge, hårde trægulve og store vinduespartier.
- Glastag mellem karnapper mod haven giver mere lys i dagligstuen.
- Separat emhætte, adskilt fra ventilationssystemet, med støjdæmpet motor indbygget i karnaptaget.
- Monitorering og logging af energiforbrug og solcellestrøm af bl.a. Teknologisk Institut så resultaterne kan følges og evalueres.
- Vandvarmer (120 l. Baxi varmvandsbeholder) udskiftet med Termix Novi Type 2 gennemstrømningsvandvarmer.

(Røde Vejmølle Park, Energiprojektet)

Nogle af disse forskellige tiltag er med til, at huset sparer ca. 6.400kr om året i fjernvarme og få yderligere 6.400kr tilbage fra solcellerne (Røde Vejmølle Park, 2012).

Den metode der bruges til den udvendige ydermursisolering, Rockwool Ecorock Facade System, er 200 mm isoleringsbatts af Rockwool. Disse bliver monteret på ydermuren, og derefter bliver facaden pudset, for at sikre en robust og vedligeholdelsesfri facade. Facaden er bygget op med først underpuds, derefter er så placeret et armeringsnet, efterfølgende er så flere lag med puds, og til sidst bliver overfladen behandlet med pudsprimer. Pudsprimeren indeholder silikone baseret farvestof, der, ifølge Rockwool, skulle kunne holde farven i mellem 10 til 12 år (ibid).



(Røde Vejmølle Park, Jesper Simonsen, 2012)

Her ses monteringen af de 200 mm tykke isoleringsbatts, der klæbes til ydermuren.



(Røde Vejmølle Park, Jesper Simonsen, 2012)

Efter monteringen af isoleringsbatts bliver overfladen pudset op af flere omgange for at sikre den vedligeholdelsesfrie facade. Her kan man se underpudset blive tilføjet.



(Røde Vejmølle Park, Jesper Simonsen, 2012)

Her ses det færdige resultat. Hvis man ser på vinduespartierne, kan man se den ekstra tykkelse i muren, nu hvor isoleringen er blevet lagt ind, da vinduer og døre i D26 ikke er blevet rykket ud for at blive tilpasset med den nye ydermur.



(Røde Vejmølle Park, Jesper Simonsen, 2012)

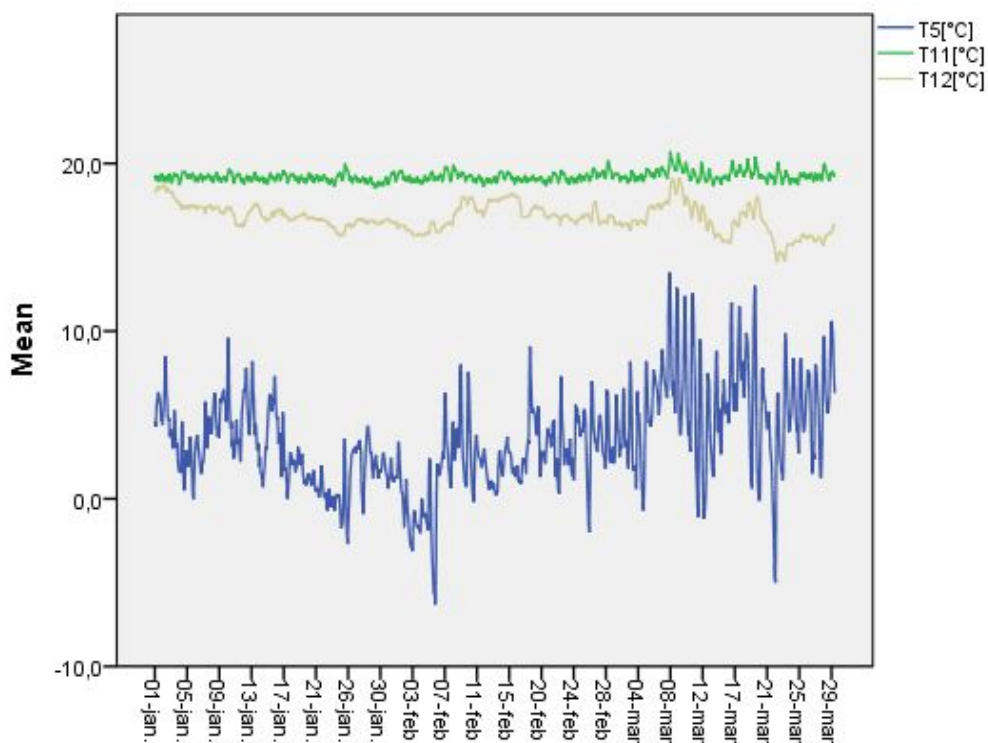
Her ses den energirenoverede mur tydeligt (til venstre) i forhold til nabohuset (til højre), som ikke er energirenoveret. Efter renoveringen er u-værdien i ydermuren faldet til $0,14\text{W/m}^2\text{K}$, hvilket gør at huset nu lever op til Bygningsreglementet for 2015 (BR15), på trods af, at være opført i 1971 (Røde Vejmølle Park, 2012).

Empiri

I vores empiri afsnit vil vi udbygge punkt 3 i TRIN-modellen og dette afsnit skal, sammen med det foregående afsnit, være med til at give en forståelse for, hvordan ydermursisoleringen virker i praksis. Vi vil forsøge at give et overblik over teknologiens egenskaber, for eksempel at være energibesparende. Det er her, at vi bevæger os fra det teoretiske til det praktiske i ydermursisolering og her at man kan se, om teorien virker i praksis.

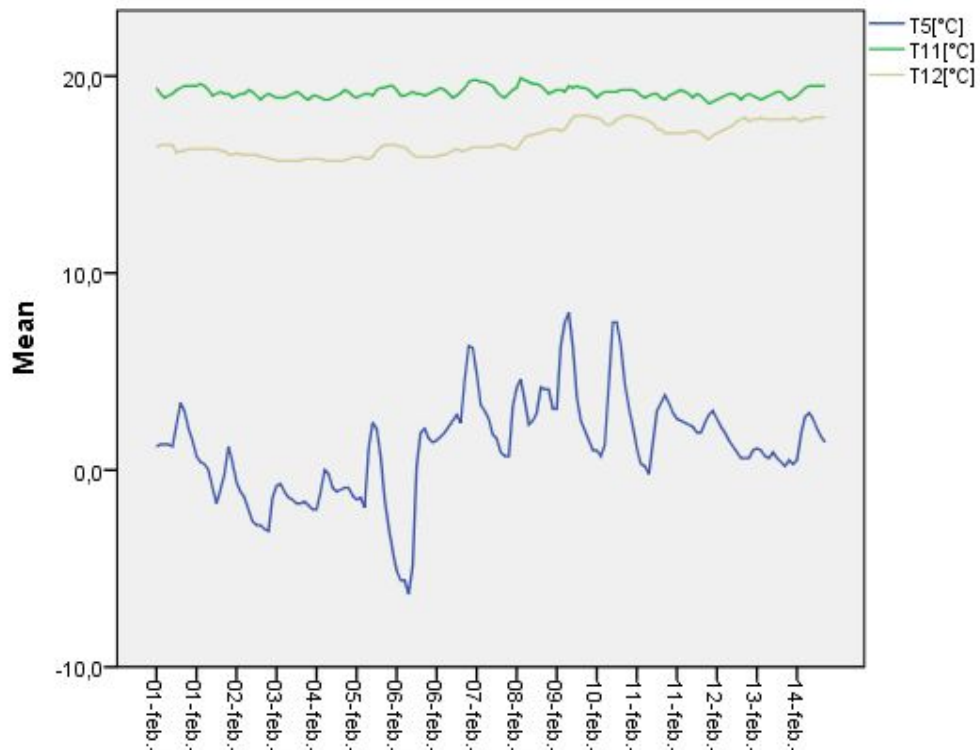
Målinger fra D26

Alle vores målinger kommer fra datasæt, som vi har fået udleveret af Jesper Simonsen. Målingerne er foretaget med Testo 174 Data Logger udviklet af MicroDAQ. Målerne er kalibreret før og efter ibrugtagning. Målingerne er taget i to timers intervaller, hvilket betyder at der er foretaget tolv målinger i døgnet. Jesper Simonsen har selv foretaget alle målingerne, samt bogført dem i den database, som vi har haft adgang til. Grundet aftale med Jesper Simonsen, vil der i opgaven blive gennemgået dele af datasættet, men hele datasættet vil forblive privat. Jesper Simonsens hus vil i bearbejdelsen af dataen blive omtalt som D26 (Degnehusene 26).



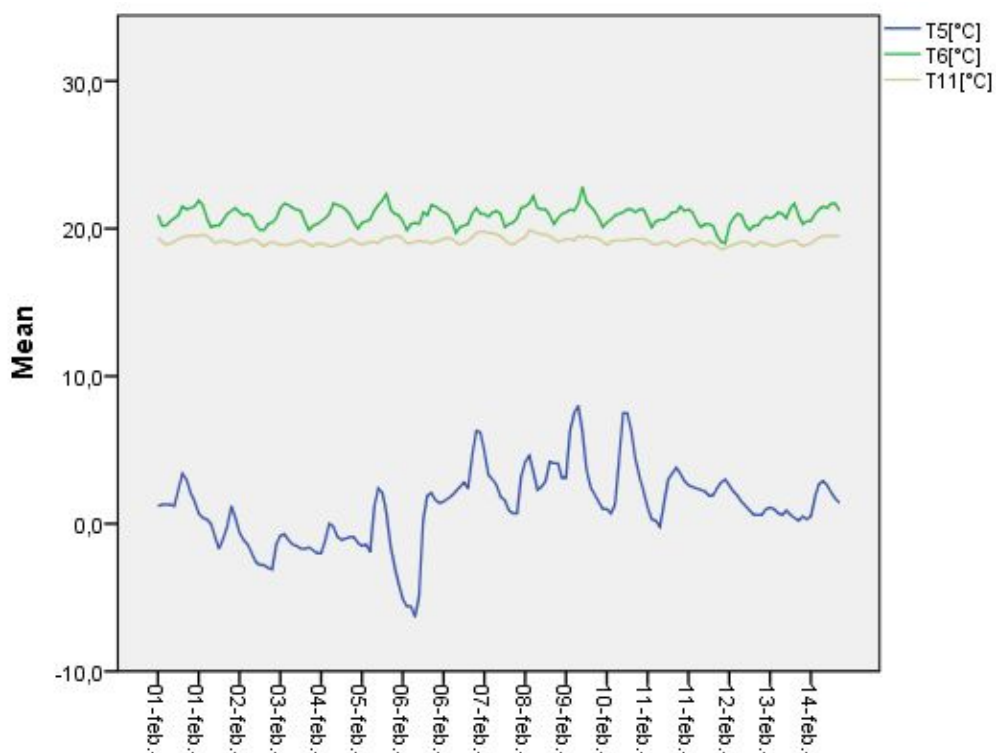
Graf 1

Her i graf 1 ses udetemperaturen (T5) sammen med målinger fra den isolerede gavl på D26 (T11) og en uisoleret gavl i et hus, magen til D26(T12). Målingerne er fra 01.01.2015 til og med 29.03.2015.



Graf 2

Her ses målinger fra de samme steder som graf 1, men over en kortere periode. Disse målinger er fra 01.02.2015 til og med 14.02.2015, så man bedre kan se, hvordan temperaturen skifter.



Graf 3

Her ses udetemperaturen (T5) og inde temperaturen i stuen på D26 (T6) samt temperaturen på gavlen på gavlen i D26 (T11). Målingerne er taget fra 01.02.2015 til og med 14.02.2015. Indetemperaturen fluktuere, fordi der er natsænkning i huset, der er sat til at må gå ned til 17 grader celsius. Normalt er stuen sat til at være 22 grader celsius om vinteren. Natsænkningen i stuen er aktiv fra 22:30-05:00 i hverdagene og 22:30-06:00 i weekenden.

	m2 før/m2 efter	u-værdi før	u-værdi efter
Facade	137/141	0,5	0,14
Facade, havesiden	21/22	0,5	0,14

Tabel 1

Her ses facade arealet og de målte u-værdier for D26 før og efter energirenoeringen.

Fjernvarmeforbrug i D26

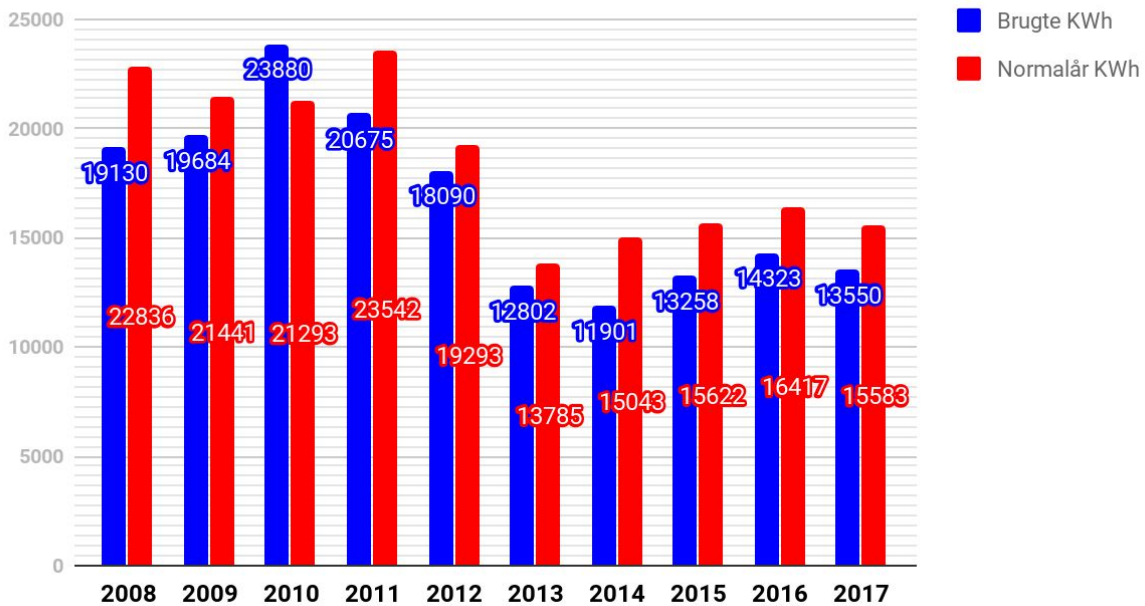


Diagram 1

Her ses fjernvarmeforbruget for D26 fra 2008 og frem til 2017. De blå søjler er det reelle fjernvarmeforbrug og de røde er graddagekorrigeret, så man kan se, hvor meget fjernvarme, der ville være brugt, hvis det havde været et normal år.

Interview med Christian Oxenvad

Vi har i forbindelse med projektet interviewet Christian Oxenvad, der er ansat i Albertslund Kommune under stillingen Energirådgiver. Vi gik til interviewet med Oxenvad i målet om at få afklaret hvordan Albertslund kommune arbejder med energirenovation.

De forskningsspørgsmål som vi tog med til interviewet var (gengivet fra kvalitativ metode):

- Hvilke energirenoveringstiltag opfordres til i Albertslund Kommune, og hvordan relatere dette sig til efterisolering af en bolig?
- Hvordan motiverer Albertslund Kommune til energirenovering?
- Hvordan anskues nat og dag sænkning af varmekerne kontra industrien?
- Hvilken type af boliger er potentialet for energirenovering størst?

De egentlige interview spørgsmål, samt svarende hertil er beskrevet i en transskription vedlagt denne rapport (Bilag 1).

Analyse af målinger

For at der kan opbygges en større forståelse af målingernes betydning, vil vi i dette afsnit analysere de forskellige grafer og diagrammer, som er opstillet i empiriafsnittet.

Ud fra graf 1 og graf 2 kan man se, at den isolerede gavl på D26 holder sig markant varmere end den uisolerede gavl. Selv i den periode hvor udendørstemperaturen dykker kraftigt, holder den isolerede gavl en ret konstant temperatur lige under 20 grader celcius. Dette betyder altså, at huset med den uisolerede gavl skal bruge meget mere varme for at varme deres gavl op end D26 skal. Dette giver også mening, hvis vi antager, at den uisolerede gavl har den samme u-værdi, som D26 havde før energirenoveringen tog sted. Ud fra disse u-værdier vil der trænge 3,5 gange så meget varme, når forskellen mellem inde og udetemperaturen er bare 1 grad, ud gennem den uisolerede gavl, som der i dag gør i D26.

Ud fra graf 3 kan vi, at selvom temperaturen inde i huset fluktuerer lidt på grund af natsænkningen, så holder gavlsens temperatur sig altså relativt stabil, selv i den periode, hvor det er meget koldt udenfor. Dette påviser, at ydermursisoleringen virker.

Vi kan også se effekten af energirenoveringen, ved at se på fjernvarmeforbruget i D26 i diagram 1. Energirenoveringen blev som nævnt før var færdiggjort i 2013, så vi må som udgangspunkt antage, at vi først kan se den reelle effekt af energirenoveringen i 2014, selvom fjernvarmeforbruget i 2013 også er væsentligt lavere end årene før. For at beregne den reelle besparelse er man nødt til at graddage korrigere, da man bruger mere energi på at varme sit hus op, desto lavere udendørs temperaturen er. Det skal dog nævnes, at fjernvarmeforbruget også medregner fjernvarme brugt til vandvarmeren, som ikke har nogen indflydelse på opvarmningen af huset, og da vi kun har målinger på, hvor meget af fjernvarmen, der er gået til vandvarmeren i 2014, vil vi udregne besparelse ud fra fjernvarmeforbruget, der er angivet i diagram 1.

Alle graddage er hentet fra Albertslund.dk, Grønt Regnskab, der siger, at graddagetallet for et normalår er 3112. Vi vil gerne beregne besparelsen i 2014 i forhold til forbruget i 2011. Derfor skal vi bruge graddagetallet fra 2011, som er 2733 og graddagetallet fra 2014, som er 2462. Derefter beregnes forbruget for begge år, hvis det havde været et normalår ud fra formlen $(\text{graddage normalår} / \text{graddage}) * \text{forbrug}$.

Udregningerne vil være således:

2011: $(3112/2733)*20675 \text{ KWh} = 23542 \text{ KWh}$

2014: $(3112/2462)*11901 \text{ KWh} = 15043 \text{ KWh}$

Energirenoveringen har altså gjort, at D26 har sparet 8499 KWh på et normalår. Hvis vi lader prisen på fjernvarme være 0,62 kr/KWh, som angivet i beregningerne fra Røde Vejmølle Park (2012), hvilket var den pris de brugte til, at udregne hvor meget der ville blive sparet om året efter energirenoveringen, ville D26 i normalåret 2011 have brugt 14596 kr på fjernvarme. I normalåret 2014 ville man have brugt 9326,66 kr. Det svarer til en besparelse på 5242,34 kr. Denne besparelse svarer ikke helt til den, som der blev forudsagt forinden renovationen, dog kan dette skyldes et højere varmtvandsforbrug i forbindelse med bade eller lignende, eftersom vi ikke har fraregnet vandvarmerens fjernvarmeforbrug. Alle disse priser er angivet foruden kvadratmeter bidrag.

Som nævnt ved graf 3, er der dag- og natsænkning aktiveret i huset i januar-marts 2015, da vi tager målingerne fra gavlen, men hvor effektiv er denne funktion? For at undersøge det, har vi kigget på fjernvarmeforbruget fra januar til marts i 2015 og 2017, hvor der i 2017 ikke har været brugt dag- og natsænkning. Graddagene for de tre måneder er 1213 i 2015 og 1243 i 2017 (DMI, 2015, 2017). Vi har taget familiens fjernvarmeforbrug ud af datasættene og trukket vandvarmerens fjernvarmeforbrug fra, så vi kun ser på, hvor meget de har brugt på at varme deres hus op. I 2015 bliver der brugt 3996 KWh på de tre måneder, i 2017 bliver der brugt 4081 KWh. Så udregner vi forbruget, hvis det havde været normal måneder og får et normal forbrug på 4747 KWh i 2015 og 4731 KWh. Disse tal viser altså, at selvom der blev brugt et højere antal KWh i 2017, så har familien altså, ud fra normal månederne, sparet 13 KWh i 2017. Det betyder, at de ikke har sparet noget på deres dag- og natsænkning, som var aktiv i 2015, men ikke i 2017. Det skal hertil nævnes, at familien endda har skruet deres normale indendørstemperatur op fra 21 grader til 22 grader i 2017 kontra 2015.

Analyse af interview

Ud fra Oxenvads svar i interviewet, fremhæves følgende incitament i forhold til energirenovationer hos borgere i Albertslund:

- Opfyldelse af krav om klimamål.
- Ejerskab af en større grøn omstilling.
- Lavere varmeregning.

- Rådgivning og sparring fra energirådgiver.
- Høj energitilskudssats til økonomisk støtte til forbedringer.
- Øget komfort i hjemmet.
- Lavere risici for sygdom forårsaget af dårlige boligforhold.

Ydermere arbejdes der på at lave såkaldte pakkeløsninger, der har til formål at gøre det mere tilgængeligt, at anskue hvilke energirenovationer, der egner sig bedst til en bolig af en bestemt type.

Med hensyn til hvilke udfordringer Oxenvad har identificeret i forbindelse med sit arbejde, er følgende fremhævet i interviewet:

- Energi, og fjernvarme, anses som billigt.
- Det kan til tider bedre økonomisk betale sig at bygge nyt.
- En energirenovation kan kun forventes at øge boligens værdi med 30-40% af udgiften hertil.
- Uspecifik og uigennemskuelige økonomi.
- Manglende stabilitet i energiforbrug.
- Manglende fleksibilitet i energirapporter ved boligsalg.
- Ikke interessant og kedeligt for mange borgerer.
- Takststruktur, fremhævet i særdeleshed er kvadratmeterbidraget.

Den nuværende, i 2018, takststruktur for fjernvarme i Albertslund kommune ser således ud:

Varme (inkl. moms)	
Salg af varme, pr. mWh	539,96 kr
Salg af varme, pr. kubikmeter	7,79 kr
Målerafgift pr. år	511,83 kr
Fast takst pr. kvadratmeter	15,04 kr

(Albertslund Kommune 2018)

Dette betyder, at uanset hvad besparelser end måtte være for en given renovation, er der en fast udgift i målerafgift samt kvadratmeter, som fortsat vil være konstant for boligen. Dette betyder, at hvis en bolig besidder 163 kvadratmeter som D26, er den årlige faste udgift før forbrug 2963,35 kroner, der er uberørt af eventuelle forbedringer, hvad angår fjernvarme besparende tiltag i boligen. Denne konstant, efter udtalelse fra Oxenvad, kan reducere incitamentet for en eventuel forbedring.

Grunden til, at Albertslund kommune fokuserer på at være en grøn kommune, peger Oxenvad på kunne være klimaplaner fra ovenstående organisationer, samt at gøre Albertslund til en attraktiv kommune at bo i grundet denne profil.

Med hensyn til hvilken type af boliger, der står til at have en stor nytte af energirenovationer, peger han på, at især elementbyggerier af beton kan have stor gavn af forbedringerne, hvilket også omfatter bygninger som D26.

Oxenvad udtaler med hensyn til dag- og natsænkning, at han ser besparelsen af energi, ved at benytte sig af dag- og natsænkning, som lavere end udtalt, især for velisolerede bygninger, hvilket vores beregninger også støtter op om.

Diskussion

Under dette diskussionsafsnit vil vi sætte fokus på TRIN-modellens punkt 4, 5 og 6. Med hensyn til punkt 4 i trin modellen skal det noteres, at hovedformålet med at efterisolere er, at forbedre energiforbruget i disse bygninger, som kan argumenteres for at være en utilsigtet konsekvens af den teknologi, man brugte til at opføre bygningerne. Hvis bygningerne ikke anvendte store mængder af energi til opvarmning, på grund af lav isoleringsgrad, så ville efterisoleringsteknologien, ikke være nødvendig.

Der kan desuden argumenteres for, at en af de utilsigtede konsekvenser af energirenoeringen er, at dag- og natsænkningen i huset ikke har nogen effekt. Danfoss som har udviklet deres intelligente varmesystem, der også er blevet monteret i D26, Danfoss Living Connect, skriver på deres hjemmeside (Danfoss), at man kan spare op til 23% ved at udskifte sine mere end 15 år gamle termostater og lade deres temperatur følge ens daglige rutine. Dette gælder tydeligvis ikke i huse, der er godt isolerede og energirenoerede, men man kan selvfølgelig ikke sige, at man ikke sparer penge på at have udskiftet termostaterne, kun at man ikke kan spare penge på at bruge dag- og natsænkning i et hus, der er isoleret, så det lever op til minimum BR15 standarderne - hvilket gælder for alle huse, der er bygget efter 2015. Oxenvad udtaler ydermere, at, baseret på hans erfaringer, er disse besparelser urealistiske især hvad angår huse med tilstrækkelig isolering (Bilag 1).

Det er vigtigt, når man kigger på besparelsen i kroner og øre, at man husker på, at der er foretaget flere energirenoeringstiltag på huset end bare ydermursisoleringen. Det er derfor svært at sige, præcis hvor meget ydermursisolering kan nedsætte fjernvarmeforbruget, da man skal se på energirenoeringen som et samlet teknologisk system, hvor de enkelte dele, for eksempel ydermursisoleringen, er de indre processer og mekanismer. For eksempel er ventilationssystemet med varmegenvinding også med til at spare på fjernvarmen, og man kan derfor ikke sige, at hvis et identisk hus med identiske beboere fik foretaget ydermursisolering, ville de spare det samme. Ydermere er ventilationssystemet en nødvendighed for at sikre et godt indeklima og for at sørge for, at der ikke ophober sig fugt i huset, da hele huset er blevet tætnet i forbindelse med ydermursisoleringen og tagisoleringen. At ventilationsanlægget så har varmegenvinding, betyder bare, at der kan spares endnu mere på fjernvarmeforbruget. Tagisoleringen var også nødvendigt at lave sammen med ydermursisoleringen, da tagets u-værdi var lige så dårlig som facadens før renoveringen. Temperaturmålere på radiatorerne, der sørger for at fjernvarmen bliver sendt

tilbage til fjernvarmeanlægget i en lavere temperatur end ved normale huse, sørger for at fjernvarmen bliver længere i radiatorerne, og sparer dermed også fjernvarme. Solcellerne på taget genererer strøm til huset især i sommerperioden. Der er altså mange forskellige faktorer i huset, der er med til at gøre huset energibesparende, og alle disse forskellige mekanismer og processer gør huset til et stort teknologisk system.

Hvis man gerne vil isolere effekten af ydermursisoleringen, skal man tage udgangspunkt i u-værdien, der som førnævnt er gået fra 0,5 til 0,14. At ydermursisolere vil dog ikke være lige så effektivt på et hus med en lavere u-værdi, og det vil kræve mere end 200 mm isolering at leve op til BR15, hvis huset har en højere u-værdi til at starte med. Derfor kommer det meget an på, hvilken slags hus man bor i, i forhold til hvor effektivt energirenovering rent faktisk er. Det giver derfor mest mening at formidle energirenovering i kommuner, hvor andelen af huse fra 60erne og 70erne er stor, ligesom i Albertslund Kommune.

Albertslund Kommune har som nævnt i indledningen høje ambitioner om at være en grøn kommune. Ifølge Christian Oxenvad er nogle af de incitamenter, som de giver boligejerne i kommunen blandt andet rådgivning til folk, der er interesserede i at energirenovere. Dette kan, i overensstemmelse med Rogers teori om innovation-decision process (Rogers 2003), skabe en større viden omkring teknologien, Oxenvads, som repræsentant for Albertslund Kommune, engagement, ekspertise og direkte kontakt med borgeren støtter desuden teknologien i persuasionsfasen. Denne tilgang fra Albertslund Kommune kan, såfremt de kan skabe kontakt til boligejerne, skabe en større forståelse og brug af teknologien. Man ville dog sagtens kunne give boligejerne større incitament i forhold til at energirenovere, for som Oxenvad selv nævner, så er der flere udfordringer, der gør det svært at få boligejerne til at energirenovere deres boliger.

En af udfordringerne som Oxenvad nævner er blandt andet, at fjernvarme anses for at være billigt. I forhold til at overkomme denne forhindring handler det om at informere boligejerne om, hvor meget de reelt kan spare ved at energirenovere deres hus. Dette ville man for eksempel kunne gøre, ved at informere boligejerne om hvor meget de ni energiprojekter, som Albertslund Kommune har været involveret i, har nedsat projekt-familiernes forbrug. Man kunne for eksempel sende information ud til alle i kommunen, der bor i den samme type hus som D26, da man kan få en betydelig besparelse på sit fjernvarmeforbrug.

En anden udfordring som Oxenvad nævner, er at en energirenovation kun kan forventes at øge boligens værdi med 30-40% af udgiften hertil. Dette er selvfølgelig relativt problematisk, og kunne tyde på, at boligmarkedet ikke tillægger energivenlige huse nok værdi. I forhold til dette vil det være minimalt, hvor meget kommunen kan påvirke boligmarkedet, men man kunne, ved at belønne boligejere hvis hus er energirenoveret, gøre det både mere attraktivt at energirenovere og samtidig også at købe et energirenoveret hus. Her kommer kvadratmeter afgiften ind i billedet. Som det er lige nu, så betaler alle en fast afgift hver måned oveni deres reelle fjernvarmeforbrug i form af kvadratmeter bidrag (15,04 kr per kvadratmeter) og målerafgift (511,83 per år). Dette betyder som sagt, at D26, har en årlig fast udgift, før forbrug, på 2.963,35 kroner. Hvis man ændrede kvadratmeter bidraget og satte det ned for huse, der for eksempel lever op til kravene i BR15, for eksempel satte det 5 kr ned per kvadratmeter, til 10,04 kr, så ville D26 kun have en fast årlig udgift på 2.148,35 kr. Man ville så kunne belønne huse, der lever op til bedre standarder, for eksempel bygningsreglementet fra 2018, ved at sætte prisen længere ned. Problemet med at gøre det på denne måde er, at det samtidig med at gøre energirenovering mere attraktivt også gør nybyggeri mere attraktivt, da nye huse skal leve op til det gældende bygningsreglement, dog ville det betyde, at det ville være mere attraktivt at energirenovere for boligejere, der ikke har råd til at bygge eller købe nyt.

For at forstå, hvor stor en del af udgiften til varme, som de faste udgifter udgør, opstille vi her et eksempel. Hvis vi sidestiller de to energiforbrug fra 2011 (23542 kWh) og 2014 (15043 kWh) og beregner den egentlige omkostning ud fra taksterne i 2018, så ser vi at forbrugets pris, for de to år er henholdsvis 12.711,74 kroner for 2011 og 8.122,62 kroner for 2014. De to beløb virker meget forskellig, og der er også en forskel på 4.588,85 kroner, men til begge beløb skal tillægges de faste afgifter i form af kvadratmeter bidrag og målerafgift (2963,35 kroner). Udfra dette kan der så udregnes at energiforbruget er reduceret med 36,1 procent, hvorimod udgiften for energiforbruget er reduceret fra 15.675,09 kroner til 11.085,97 kroner eller, hvis vi anskuer det procentuelt, med 29,3 procent. Denne forskel på næsten syv procentpoint vil stige desto mere man sparer efterfølgende, dette kan argumenteres som at være en incitamentsstruktur, som gør at en yderligere forbedring af boligen, ikke er så værdifuld som den første.

Konklusion

Ud fra vores undersøgelser kan vi konkludere, at det er svært at sige, præcis hvor meget energi man sparer ved at ydermursisolere sin bolig, men at det ud fra vores datasæt og vores beregninger er tydeligt, at den isolerede facade holder meget bedre på varmen end den uisolerede. Hvis man har en u-værdi på 0,5 og får lagt 200 mm isolering uden på, så u-værdien er 0,14, vil man nedsætte energien, der går tabt gennem facaden 3,5 gange. besparelsen er altså meget afhængig af, hvor godt eller dårligt huset allerede er isoleret. Det er også derfor, at det er huse fra 60erne og 70erne, det bedst kan betale sig at energirenovere, da disse som udgangspunkt er dårligt isoleret.

Vi vil i forbindelse med undersøgelse af, hvilke incitament Albertslund Kommune kan tilbyde deres boligejere, pege på ændringer i kvadratmeter bidraget og takstsystemet, som den bedste mulighed for at gøre det mere attraktivt at energirenovere. Dette ville gøre at boligejeren fik en større økonomisk gevinst af forbedringerne i boligen.

Det er også problematisk, at de forbedringer der bliver foretaget ved energirenovering ses som en klima-renovation, der ikke bidrager i samme omfang til friværdien, som andre forbedringer. Hvis energirenovationen, ikke blot reducerede udgiften til energi, men også i en højere grad var med til at øge værdien af boligen, kunne dette bruges som incitament for at skabe en bedre mulighed for boligejeren til at renovere. Dette ville selvfølgelig også være tilfældet for leje ejendomme, hvis det samme var gældende her.

Perspektivering

Rapporten i sig selv omhandler et hus, der har gennemgået en stor grad af energiforbedringer, vores målinger er derfor reflekteret af dette. Hvis vi skulle have opnået mere præcise målinger, på kun effekten af én af disse tiltag, ville det kræve at vi havde målinger fra en bolig med kun det ønskede tiltag. Dette kunne give et mere definitivt og detaljeret svar om den enkelte forbedrings nytteværdi.

Ydermere har rapporten fokus på blot én kommune og næsten udelukkende på en bestemt type bolig. Vi synes, at det også kunne være interessant at afsøge forhold på tværs af både kommuner og regioner, eller sågar at man kiggede nærmere på forskellige nationale og internationale forhold og forskelle. Det ville i den forbindelse også være meget relevant, at se på andre former for boliger, for eksempel lejligheder.

Selv om rapportens problemformulering ikke berører effekten af dag- og natsænkning, viser vores resultater, samt udtalelserne fra Oxenvad, at man får marginale besparelser, ved at benytte sig af denne teknologi i et hus med en god isoleringsgrad.

Det er gjort os bekendt, under projektets forløb, at der over en karre af rækkehuse, kan der være meget høj varians i varmekonsumet. Vi er blevet gjort opmærksom på, at grundet gavlens ekstra behov for opvarmning, har boligerne i enden af karreen et højere varmekonsum, som måske kan være til nytte for naboen. Denne transport af varme kan resultere i, at naboens behov for egen opvarmning af bolig kan reduceres. Den endelige effekt af dette er således at naboen modtager varme fra gavlhuset og at gavlhusets behov for opvarmning stiger, som følge af dette. Vores undersøgelser viser intet om dette postulat, men ville dog, efter vores mening, være en oplagt problematik at undersøge forholdene omkring, da dette kan betyde at man kan spare mere på at energirenovere sit galv rækkehus, end hvis man ligger i midten.

Litteraturliste:

- Albertslund Kommune (oktober 2017) "Klimastrategi 2017-2025", Available at: https://albertslund.dk/media/1713981/5660_ak_klimastrategi-2017-2025_online.pdf (Accessed on: 22.05.18)
- Albertslund Kommune [2] (oktober 2017) "Klimahandleplan 2017-2019", Available at: https://albertslund.dk/media/1713982/5678_ak_klimahandleplan-2017-2019_online.pdf (Accessed on: 22.05.18)
- Albertslund Kommune (2018) "Takster 2018 - Albertslund Kommune" Available at: <https://albertslund.dk/om-kommunen/takster/takster-2018/> (Accessed on: 29.05.18)
- Albertslund.dk, Grønt Regnskab, Graddags korrigerig, Available at: <http://groentregnskab.albertslund.dk/node/282> (Accessed on: 28.05.2018)
- Altinget, Kasper Kaasgaard (25-04-2018) "Regeringen vil have permanent lavere afgift på el til varme", Available at: <https://www.alinget.dk/artikel/regeringen-vil-have-permanent-lavere-afgift-paa-el-til-varme> (Accessed on: 25.04.18)
- BYG-ERFA (2011) Efterisolering af hulmur - forundersøgelse og forudsætninger, erfaringsblad (21) 111227
- BYG-ERFA (2015) Indvendig efterisolering - ældre ydervægge af murværk, erfaringsblad (31) 151115
- BYG-ERFA (2016) Udvendig efterisolering - tegl-, beton- og letbetonvægge med puds på isolering, erfaringsblad (21) 160901
- Christensen, T. H. & Røpke, I (2009) "Forbrug, Teknologi og Miljø" in Jørgensen, U. "I Teknologiens Laboratorium - Ingeniørfagets videnskabsteori" Lyngby Polyteknisk Forlag, pp. 107-127.
- Danfoss, Smartheating, Besparelser, Available at: <http://www.smartheating.danfoss.com/dk/besparelse/> (Accessed on: 29.05.2018)
- DMI (2015) Vejr og Klima Data, Månedsoversigt - Januar, Available at: https://www.dmi.dk/uploads/tx_dmidatastore/webservice/1/_/t/g/i/20150131maanedsoversigt_1.pdf (Accessed on: 29.05.2018)
- DMI (2015) Vejr og Klima Data, Månedsoversigt - Februar, Available at: https://www.dmi.dk/uploads/tx_dmidatastore/webservice/1/_/t/g/i/20150228maanedsoversigt_1.pdf (Accessed on: 29.05.2018)
- DMI (2015) Vejr og Klima Data, Månedsoversigt - Marts, Available at: https://www.dmi.dk/uploads/tx_dmidatastore/webservice/1/_/t/g/i/20150331maanedsoversigt_1.pdf (Accessed on: 29.05.2018)
- DMI (2017) Vejr og Klima Data, Månedsoversigt - Januar, Available at: https://www.dmi.dk/uploads/tx_dmidatastore/webservice/1/_/t/g/i/20170131maanedsoversigt_1.pdf (Accessed on: 29.05.2018)
- DMI (2017) Vejr og Klima Data, Månedsoversigt - Februar, Available at: https://www.dmi.dk/uploads/tx_dmidatastore/webservice/1/_/t/g/i/20170228maanedsoversigt_1.pdf (Accessed on: 29.05.2018)

- DMI (2017) Vejr og Klima Data, Månedsoversigt - Marts, Available at: https://www.dmi.dk/uploads/tx_dmidatastore/websevice/1/_/t/g/i/20170331maanedsoversigt_1.pdf (Accessed on: 29.05.2018)
- Efteruddannelsesudvalget for bygge/anlæg og industri (2013) "Bygningsfysik – Varme i bygninger", udviklet for Ministeriet for Børn og Undervisning af Efteruddannelsesudvalget for bygge/anlæg og industri i samarbejde med Jan Hyldgaard Christensen og Niels Erik Hvamp, Hansenberg
- Energijtjenesten (2012) "Udvendig efterisolering af massiv mur" Available at: http://intra.energitjenesten.dk.web7.redhost.dk/files/resource_4/Marts2010/Udvendig_efterisolering_af_massiv_mur.pdf (Accessed on: 20.04.18)
- Energijtjenesten, "U-værdi, linjetab og andre tekniske begreber" Available at: <https://www.energitjenesten.dk/u-vardi-linjetab-og-andre-tekniske-begreber.html> (Accessed on: 20.04.18)
- Hald, A (1952) "Statistical Theory with Engineering Applications" USA John Wiley & Sons Inc.
- Isover, Efterisolering Udvendig, Available at: <https://www.isover.dk/ydervaeg-udvendig> (Accessed on: 29.05.2018)
- Jelsøe, Erling (2017), Forelæsning "Artefakt begrebet, Teknologi Begrebet" in "Basiskursus 3: Teknologiske Systemer og Artefakter 1", Roskilde Universitet, 11. november 2017 [PowerPoint slides], Retrieved from <https://moodle.ruc.dk/mod/resource/view.php?id=155297>
- Jensenius, A. (2016) Energirenovering kan gøre dit hus 50 år yngre, Jyllandsposten, Available at: http://vejrmollearkiv.dk/Energiprojekt_files/Jyllands-posten.pdf (Accessed on: 26.05.2018)
- Jeppesen, Jens (1972) "Statistisk Metode" anden udgave, Danmark, Aarhus Universitet
- Jørgensen, Niels (2018) "Teknologiers indre mekanismer og processer. Eksemplificeret ved digital signatur" Undervisningsmateriale til kurset Teknologiske Systemer og Artefakter (TSA). Danmark, Roskilde Universitet.
- Kvale, S., & Brinkmann, Svend. (2009). Interview, introduktion til et håndværk (2. udgave, Steinar Kvale, Svend Brinkmann ed.). Kbh: Hans Reitzel.
- Landau, Sabine & Everitt, Brian S. (2004) "A Handbook of Statistical Analyses using SPSS" USA, Chapman & Hall/CRC CRC Press LLC
- Low, Nicholas, et al. (2012) The Green City : Sustainable Homes, Sustainable Suburbs, Routledge. ProQuest Ebook Central, Available at: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kbdk/detail.action?docID=1075204> (Accessed on: 19.04.18)
- Müller, J., Remmen, A. og Christensen, P. (1984). Samfundets teknologi, teknologiens samfund. Herning: Systime, kapitel 2: Hvad er teknologi?, s. 15-28.
- Pacheco-Torgal, F., Granqvist, C., Jelle, B. P., Vanoli, G. P., Bianco, N., and Kurnitski, J. (2017) Cost-Effective Energy Efficient Building Retrofitting. Cambridge:Elsevier Ltd. Available at: <https://www-sciencedirect-com.ep.fjernadgang.kb.dk/science/book/9780081011287> (Accessed on: 15.04.18)
- Rogers, Everett M. (2003) "Diffusion of innovations" (5.th ed.). New York Free Press.

- Røde Vejmølle Park (2012) "Energiberegning", udført af Cenergia/Vickie Aagesen d. 09.03.2012 Available at: http://vejrmollearkiv.dk/Energiprojekt_files/Energiberegning.pdf (Accessed on: 25.04.2018)
- Røde Vejmølle Park, Energiprojektet, Available at: <http://vejrmollearkiv.dk/Energiprojekt.html> (Accessed on: 20.05.2018)
- Stauning, I., Holm, J., & Søndergård, B. (2011). Klimaomstilling i byggeriet - kommunernes rolle: Arbejdsrapport. Roskilde: Roskilde Universitet.
- Tommerup, H. M., Grøn Bjørneboe, M., Bjarløv, S. P., Svendsen, S., Jespersen, G., Klingbeil, G., ... Sørensen, L. S. (2015). Tekniske systemløsninger til energirenovering - Fokus på 60/70ér parcelhuses klimaskærm: Delrapport 1. DTU Byg, Danmarks Tekniske Universitet. (BYG Sagsrapport; No. SR-16-01 (DK)). Available at: <http://orbit.dtu.dk/files/132121827/Untitled.pdf> (Accessed on: 20.04.18)
- Vries, Marc J. de (2016) "Technological Knowledge, Chapter 3" in "Teaching about Technology - An Introduction to the Philosophy of Technology for Non-philosophers" 2nd edition, Springer International Publishing, Switzerland 2016