



# SAMMEN OM BÆREDYGTIGT BYGGERI

- Afd. 6 Koktved, mere end en bæredygtig bolig



07.07.2021

PRJ-2020-00412 - Afd. 6 Koktved

## FORORD

Bæredygtighedsanalysen er et resultat af samarbejde mellem tre nordjyske virksomheder, som alle gerne vil påvirke og blive påvirket af den grønne dagsorden. Bæredygtighedsanalysen og arbejdet med denne er støttet af Realdania, gennem puljen "Covid-19-indsats – Sammen om bæredygtigt byggeri". Der skal derfor lyde et stort "TAK" til Realdania, for tilliden og muligheden, dette har givet os, for at dykke dybere ned i de bæredygtige dagsordner og tanker.

Byggebranchen står årligt for ca. 50 % af alle de materialer vi udvinder og er ansvarlige for mere end 35 % af det affald, der genereres i EU. Samtidig er 5-12 % af de samlede nationale drivhusgasemissioner forårsaget af materialeudvinding, fremstilling af byggevarer samt opførelse og renovation af bygninger. Vi ser det, som en naturlig reaktion, at vi tager del i at udfordre de traditionelle løsninger, og dermed nedbringe mængden af affald og dermed også behovet for udvinding af nye ressourcer/materialer.

Med denne bæredygtighedsanalyse ønskes det, at sætte fokus på CO<sub>2</sub> besparelserne der opnås ved at genbruge materialer fra renoveringsprojekter. Sideløbende med at have fokus på de klimamæssige gevinster ønskes det at se på de afledte sociale og økonomiske gevinster,

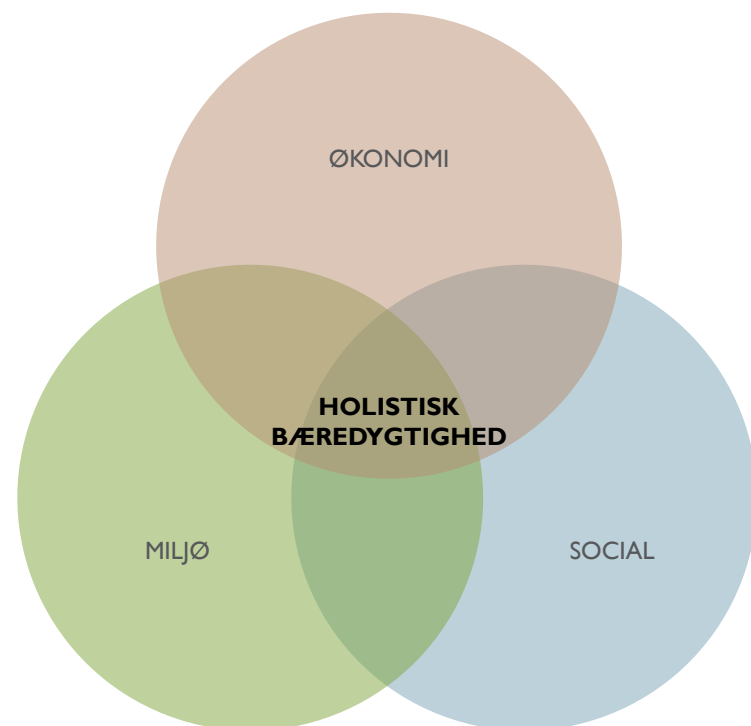
For at opnå den ønskede sammenhæng mellem figurer og tekst, er bæredygtighedsanalysen opsat med layout som bog, med forside og derefter dobbelttopslag.

God læselyst!

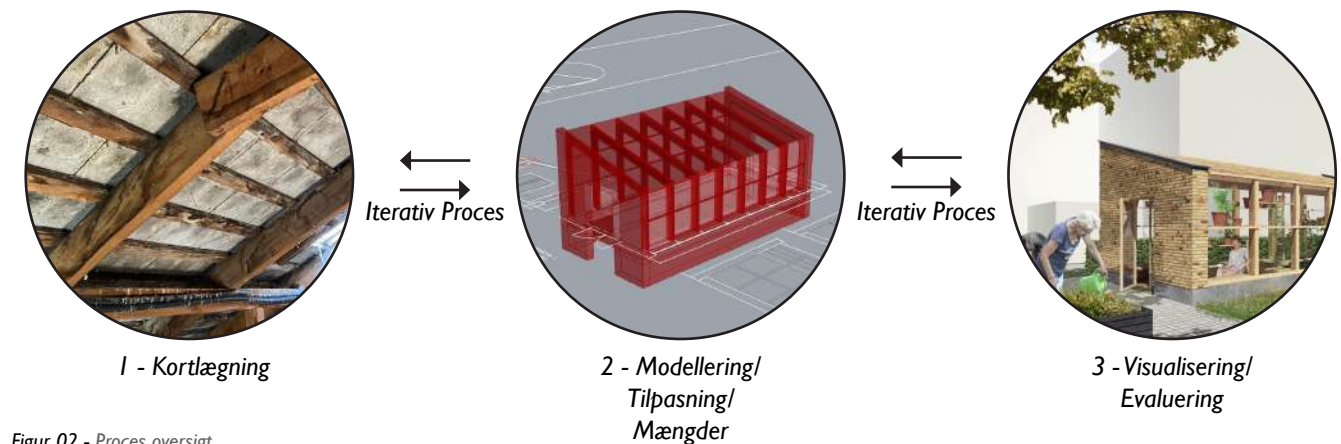
## INDHOLD

1.0 - Indledning.....	4
2.0 - Metode.....	5
3.0 - Risici og usikkerheder.....	6
4.0 - Tiltag.....	9
4.1 - Upcycling Orangeri.....	10
4.2 - Interiør til genbrugs orangeri.....	18
4.3 - Lydregulerende foranstaltning.....	24
4.4 - Flowbatteri og solceller.....	28
5.0 - Konklusion.....	39
6.0 - Tidsplan.....	45
7.0 - Revideret entreprisebudget.....	49
8.0 - Bilag.....	57





Figur 01 - Bæredygtigheds oversigt



Figur 02 - Proces oversigt

## INDLEDNING

Med helhedsorienteret bæredygtighed som afsæt, sættes der fokus på flere aspekter af den bæredygtige dagsorden. Gennem tidligere studier af bæredygtighed og bæredygtighedstiltag, har det vist sig, at selvom hovedfokusset er på CO<sub>2</sub> besparelser og miljømæssig bæredygtighed, vil mange tiltag, også påvirke den økonomiske og social bæredygtighed i en positiv retning. Dette kunne eksempelvis være gennem nye sociale mødesteder, lavet af genbrugsmaterialer, der tidligere blot har været anset som affald.

Denne bæredygtighedsanalyse sætter fokus på fire bæredygtighedstiltag. Tiltagene tager alle udgangspunkt i holistisk bæredygtighed, vi vil derfor med disse fire tiltag forsøge at dække os ind i forhold til dette begreb.

- **Upcycling orangeri** - Afdelingens nye socialt bæredygtige mødesteder
- **Interiør til orangeri** - Socialt og miljømæssigt bæredygtigt møbel til orangerierne
- **Lydregulerende tiltag** - Forbedring af akustik og den sociale bæredygtig i afdelingens gildesal
- **Genanvendelig batteri løsning** - Miljømæssig bæredygtighed gennem oplagring af energi

Alle bygninger har deres egne historier. De rummer alle ressourcer og potentialer. Nogle er skjulte, andre er potentielt farlige og andre igen er lette at genbruge eller genanvende. Det skal dog i samme åndedrag lyde, at der gennem årtier har været brugt forskellige miljøfremmede stoffer, for at højne holdbarheden i produkter. Disse miljøfremmede stoffer, skal selvfølgelig ikke videregives i nye materiale kredsløb, men bortskaffes på den mest miljømæssige forsvarlige måde.

Bygge og anlægsbranchen er en af de store syndere, når vi ser på mængden af forbrugte materialer og ressourcer, og ligeledes en af de store syndere når vi ser på den samlede mængde affald der bliver produceret. Vi bør derfor også se indad og udarbejde løsninger, der kan formindske det aftryk vi sætter på vores planet.

Bæredygtighedsanalysen tager afsæt i renoveringen af Frederikshavn Boligforenings Afd. 6 - Koktved, der står overfor en gennemgribende renovering af afdelingens 102 boliger, samt ude- og fællesarealer. Renoveringen skal ses som en fremtidssikring af afdelingen og sammen med tiltagene i denne bæredygtighedsanalyse, ønskes det at afd. 6 – Koktved, bliver en moderne og visionær del af boligforeningen, der gerne vil være med til at bidrage til den bæredygtige dagsorden.

## METODE

Helt overordnet har teamet taget udgangspunkt i **helhedsorienteret/holistisk bæredygtighed** som ramme for bæredygtighedsanalysen. Det vil sige, at der er fokuseret på tiltag indenfor både miljømæssig, social og økonomisk bæredygtighed, som også har gevinster indenfor et eller flere af de 3 områder.

Bæredygtighedsanalysen udføres med fokus på **cirkulær økonomi** og generel bæredygtighed, således ressourceforbrug og ressourcepild mindskes. For opgørelse af de konkrete CO<sub>2</sub>-besparelser anvendes **LCA-Byg som værktøj** til beregningerne. Disse inkluderer i udgangspunktet de samme faser som LCA-beregningen i den danske DGNB-certificeringsordning.

Den iterative proces, er i nærværende bæredygtighedsanalyse brugt som et logisk værktøj til at få overblik over processen fra kortlægning af genbrugsmateriale over design- og tilretningsfasen og slutteligt visualiserings- og evalueringsfasen. Den iterative proces er kendetegnet ved iterationer (gentagelser), der foretages mellem faserne, både fremad- og bagudrettet.

I en proces hvor der arbejdes med genbrugsmaterialer, er det essentielt at pointere, at tilpasningsdygtigt design er et nøgleord. De foreslåede løsninger i denne bæredygtighedsanalyse er udarbejdet, med fokus på at kunne tilpasses. Dette i form af behov,

tilgængelige genbrugsmaterialer, udførelsmæssige metoder osv.

### Kortlægning

I Kortlægningsfasen er der lavet en ressource gennemgang af Frederikshavn boligforenings afd. 6, hvor mulige genbrugsmaterialer og ressourcer er kortlagt. Gennem kortlægningen gives der en visuel oversigt over ressourcerne der er i spil, og som skal bringe med videre i den pågående renovering.

### Modellering, tilpasning og mængder

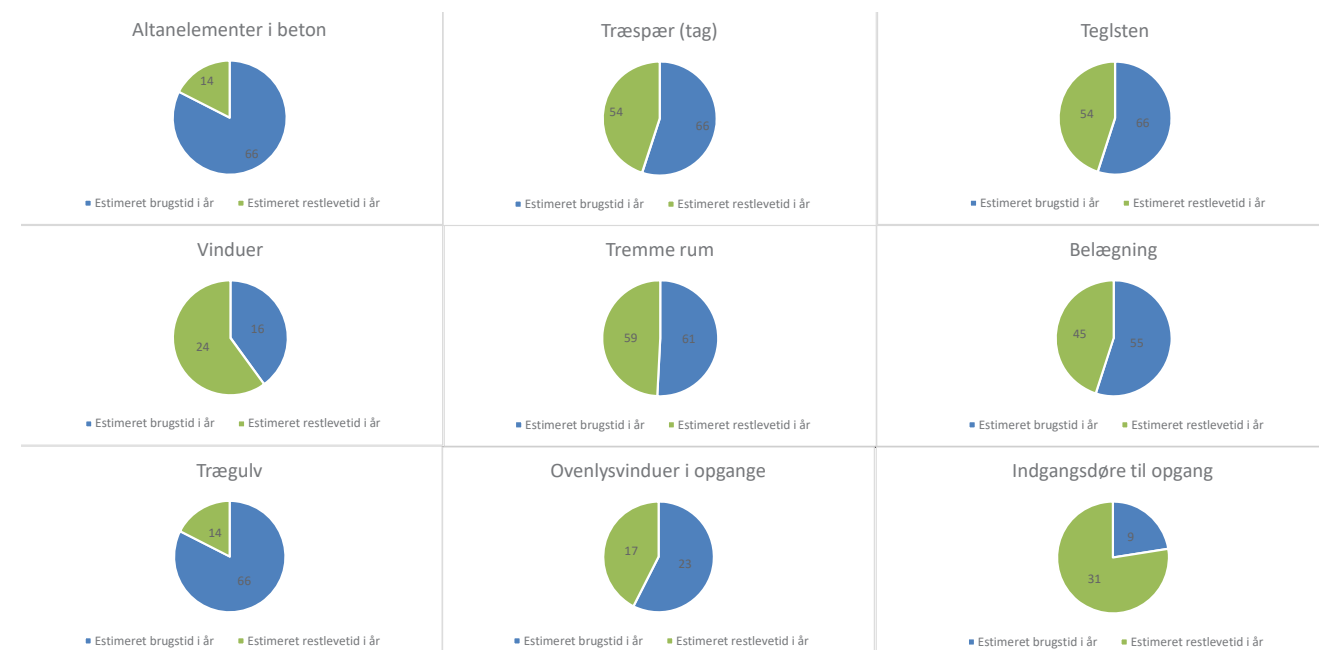
I fase to indarbejdes de data der opnås gennem kortlægningen, sammenholdt med kravene fra hhv. bygherre, brugere, rådgivere og myndigheder. Derudover sker der løbende tilretning af den pågående løsning, fx for at opnå det ønskede udtryk, den statiske stabilitet eller virkning. Slutteligt laves der et mængdeudtag, som bruges i den næste fase for at udarbejde og evaluere på den klimamæssige effekt.

### Visualisering og evaluering

Den sidste fase beskrevet i denne procesmodel, kan betegnes som en evaluering eller konklusions fase. I denne fase evalueres der på løsningen. Her findes fx den samlede klimamæssige besparelse, prisen på løsningen osv.

Placering	Vægbeklædning	Loftbeklædning	Gulvbelægning
Generelt	Beklædning klasse K <sub>1</sub> 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]	Beklædning klasse K <sub>1</sub> 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]	Ingen krav til gulvbelægning
Bygninger i 1 etage	Beklædning klasse K <sub>1</sub> 10 / D-s2,d2 [klasse 2 beklædning]	Beklædning klasse K <sub>1</sub> 10 / D-s2,d2 [klasse 2 beklædning]	
Bygninger, hvor gulv i øverste etage er højst 5,1 m over terræn.	Beklædning klasse K <sub>1</sub> 10 / D-s2,d2 [klasse 2 beklædning]	Beklædning klasse K <sub>1</sub> 10 / D-s2,d2 [klasse 2 beklædning]	
Bygninger, hvor gulv i øverste etage er højst 22 m over terræn.	Beklædning klasse K <sub>1</sub> 10 / D-s2,d2 [klasse 2 beklædning]	Beklædning klasse K <sub>1</sub> 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]	
Overflader i flugtvejsgange og flugtvejstrapper.	Beklædning klasse K <sub>1</sub> 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]	Beklædning klasse K <sub>1</sub> 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]	Gulvbelægning klasse D <sub>fl</sub> -s1 [klasse G gulvbelægning]

Figur 03 - BR18 Kap 5 §87 Bilag 2 til Bygningsreglementets vejledning til kap. 5 – Brand Præ-accepterede løsninger for brandsikring af bygningsafsnit med etageboligbyggeri - afsnit 4.2.9 - Denne bestemmelse umuliggør lydreguleringsiltag i trappeopgang.



Figur 04 - Estimerede restlevetider for genbrugsmaterialer

## RISICI OG USIKKERHEDER

I forhold til at genbruge materialer for det eksisterende byggeri kan der være en række risici og usikkerheder der skal tages højde for. Disse vil blive belyst i nedenstående afsnit.

### Miljø

Det er ekstremt vigtigt at få miljøscreenet de materialer der ønskes genbrugt eller genanvendt, da de kan indeholde stoffer som er miljø- og sundhedsskadelige. Det mest relevante stof at screene for i det konkrete tilfælde er PCB, som kan være i en række materialer. PCB kan forekomme i fuger, lim, maling og lak.

Ud fra vores ressourcekortlægning og identifikation af potentialer for genbrug og genanvendelse har vi fundet frem til at trægulvenes overflader kan indeholde PCB, idet gulvene er slebet og lakeret ad flere omgange gennem tiden.

Derudover kan vinduerne også indeholde PCB. Der skal derfor foretages miljøprøver af gulvene og vinduerne for at konstatere om der er indhold af PCB, samt laves en procedure for hvordan vi forsvarligt behandler trægulvene og vinduerne i den videre proces.

Tremmerummene er opbygget af ubehandlet træ, og der er derfor ikke risiko for skadelige stoffer i forbindelse med genbrug af disse.

Murstenene er muret med kalkmørtel, hvilket gør det lettere at rengøre murstenen og genanvende disse. Vi forventer ingen miljøskadelige stoffer i den forbindelse.

### Brand

Når man taler om genbrugte/genanvendte materialer er det vigtigt, at få belyst et parameter som fylder mere og mere i byggelovgivningen – nemlig brand.

Der stilles mange krav til materialer i forhold til brand og det har derfor været en stor del af denne analyse at finde frem til, hvilke materialer kan bruges hvor, så man stadig kan leve op til

nuværende brandkrav i lovgivningen.

Materialers brandmodstandsevne kræver ofte dokumentation for at fremvise, at det er gennemtestet og har fået en specifik klassificering og dermed godkendelse inden for hvilke anvendelser der er mulige.

Når der er tale om genbrugte materialer forefindes denne dokumentation ikke, og det vil kræve mange ressourcer og mange materialer at gennemteste disse materialer, så de kan få den rette dokumentation.

Ved nærmere analyse har det vist sig at trægulvet ikke vil kunne leve op til de krav der er til væg- og loftflader i trappeopgangene.

Trappeopgangene skal i denne henseende betragtes som flugtveje, og alle materialer der anvendes i flugtveje skal ifølge bygningsreglementets kapitel 5 §87 være K1 10/B-s1, d0 (se figur 03 ovenfor), for både væg- og loftbeklædning, hvilket genbrugstrægulvet ikke kan efterleve.

Der er endvidere undersøgt mulighed for brandimprægnering, hvilket også har vist sig at blive for omfattende og ikke-bæredygtigt hverken miljømæssigt eller økonomisk, da trælamellerne skal skæres op i en bestemt størrelse og transporteres til Sønderjylland for at blive brandimprægneret, for derefter at blive fragtet retur.

Løsningen omkring at anvende trægulvene til akustik-dæmpning, tænkes i stedet ind i Boligforeningens gildesal, hvor brandkrav kan overholdes, hvis der kun anvendes akustik-dæmpning i form af trælameller på op til 20% af vægarealet.

### Ansvar/garantistillelse

Bygherre og de involverede rådgivere i denne analyse er bevidste om den udfordring der er forbundet med at genbruge materialer. Ved nybyggeri skal den udførende part overfor bygherre

stille en garanti for det opførte byggeri, og på den måde stå til ansvar for holdbarhed og kvalitet. Da materialerne genbruges og ikke har CE-mærkning eller dokumentation for kvalitet eller holdbarhed, er det en udfordring at påføre lignende ansvar eller garantistillelse til den udførende når der anvendes cirkulære materialer.

For at have en idé om hvor længe de beskrevne cirkulære tiltag kan forventes at holde, har vi kigget på materialernes levetid, året for indbygning i byggeriet første gang, og der ud fra regnet på restlevetider for de forskellige materialer. Det er materialet med mindst restlevetid der er styrende for restlevetiden for de enkelte tiltag.

Vi kan som beskrevet ovenfor lave antagelser for en restlevetid på de cirkulære materialer, men det er fortsat en udfordring, at forudse, hvordan de cirkulære materialer opfører sig når de indbygges i et byggeri for 2. gang. Derfor kan det ikke forventes, at det fulde ansvar eller en garantistillelse kan påføres den udførende part, men at der laves en special-aftale mellem bygherre og den udførende part omkring en "rimelig" ansvarsfordeling i forhold til det konkrete tiltag.

### Antagelser

Udgangspunktet for de ønskede tiltag er at tage afsæt i bæredygtighed som et helhedsperspektiv. Vores antagelser er, at ved at genbruge materialerne fra den eksisterende bygningsmasse til elementer i forbindelse med boligforeningen, så er der ikke blot fokus på CO2 besparelser og genbrug (miljø), men også på de sociale og økonomiske gevinster.

Vi ser flere uforløste potentialer i forbindelse med renoveringsprojekter indenfor den almene sektor. Generelt for mange almene boligafdelinger er, at der findes bygningsmæssige genstande og mange ens bygningsdelselementer. I det pågældende renoveringsprojekt findes store mængder træ fra gulve og

tremme rum, samt store mængder vinduer og vinduesglas. Materialerne, der tidligere har været anset som affald, ønskes brugt i forbindelse med forskønnelse og sociale tiltag i fællesarealer og uderum. Vi antager at dette er med til at skabe attraktive mødesteder for beboerne, og dermed større forankring, ejerskab og fællesskab på tværs af boligforeningen. Vi har endvidere en antagelse om, at dette på den lange bane vil betyde færre fraflytninger og dermed er med til at give boligforeningen en økonomisk gevinst på den lange bane.

Helt konkret antager vi, at trægulvene i samtlige lejligheder skal udskiftes, oprindeligt har haft en tykkelse på 25 mm, og gennem tiden er de blevet slebet ned og lakeret nogle gange, så nuværende tykkelse antages at være 15-17 mm.

Det antages at glasandelen fra vinduerne kan skilles fra ramme/karm og anvendes til orangerierne. Vi har erfaring med, at dette kan lade sig gøre fra andre projekter fra samme tidsperiode.

Træ fra tremme rum i kælderen skal fjernes og antages, at kunne nedtages og anvendes som interiør udendørs og i orangerierne.

Det antages at tag og konstruktion skal udskiftes pga. øget last i forbindelse med øget egenlast på mere en 5%, er dog endnu uvist, hvor mange spær der bliver udskiftet.

Stue og 1.sal er fuldmuret, og kan ikke fjernes. Det antages at der kan genbruges teglsten fra 2. og 3. sal.

Det antages at døre til opgangene udskiftes for at sikre niveaufri og tilgængelig adgang til de fremtidige renoverede boliger, disse kan anvendes til indgangsdøre til orangerierne.

Det antages at ovenlysvinduerne i opgangene, som er polycarbonat plader, kan demonteres og bruges som tag på orangerierne.





- TILTAG**
- Upcycling Orangeri
  - Interiør til orangeri
  - Lydregulerende tiltag
  - Genanvendelig batteri løsning





## UPCYCLING ORANGERI

### - Afdelingens nye socialt bæredygtige mødesteder

Orangeriet har i et historisk perspektiv haft flere formål: mødested, udstillingsrum, fællesrum, dyrkningsrum osv. I forsøget på at forene flere af disse typer, ønskes det at orangeriet er fleksibelt indrettet, for at opnå den ønskede brug. Derfor vil orangeriet blive indrettet med fleksible møbler (se afsnit omkring inventar).

Orangeriet skal danne rammen omkring det uformelle mødested, et mødested hvor mennesker kan nyde det tidlige forår eller det sene efterår, et sted der indbyder til ophold, et sted der forbinder mennesker og et sted der faciliterer nye møder, mellem afdelingens beboere.

Orangeriet skal hovedsageligt opbygges af materialer og ressourcer der allerede findes i afdelingen, disse materialer vil blive frigivet fra bygningsmassen i forbindelse med den forestående renovering. Orangeriet vil derfor være en kombination af social, miljømæssig og økonomisk bæredygtighed.

### Kortlægning

Kortlægningen af genbrugsmaterialer, er sket i fællesskab mellem rådgiver og bygherre. Gennem kortlægningen, blev det belyst, at renoveringsprojektet på nuværende tidspunkt, er på et stadie, hvor antagelser i forhold til materialer osv. er en nødvendighed for at holde fremdriften for denne bæredygtighedsanalyse. Antagelserne er derfor skrevet med ind i kortlægningsmatrixen.

Kortlægningen af genbrugsmaterialer, skal være med til at give et overblik over, hvad og hvor meget der er til rådighed i forbindelse med den videre modellering, men også samtidig give et indblik i mulige udfordringer i forbindelse med eksempelvis miljøfarlige stoffer, ved at se på indbygnings året. Derudover er det med kortlægningen muligt at få et visuelt indtryk af, hvad materialets stand er i, og derudfra estimere restlevetider herfor.

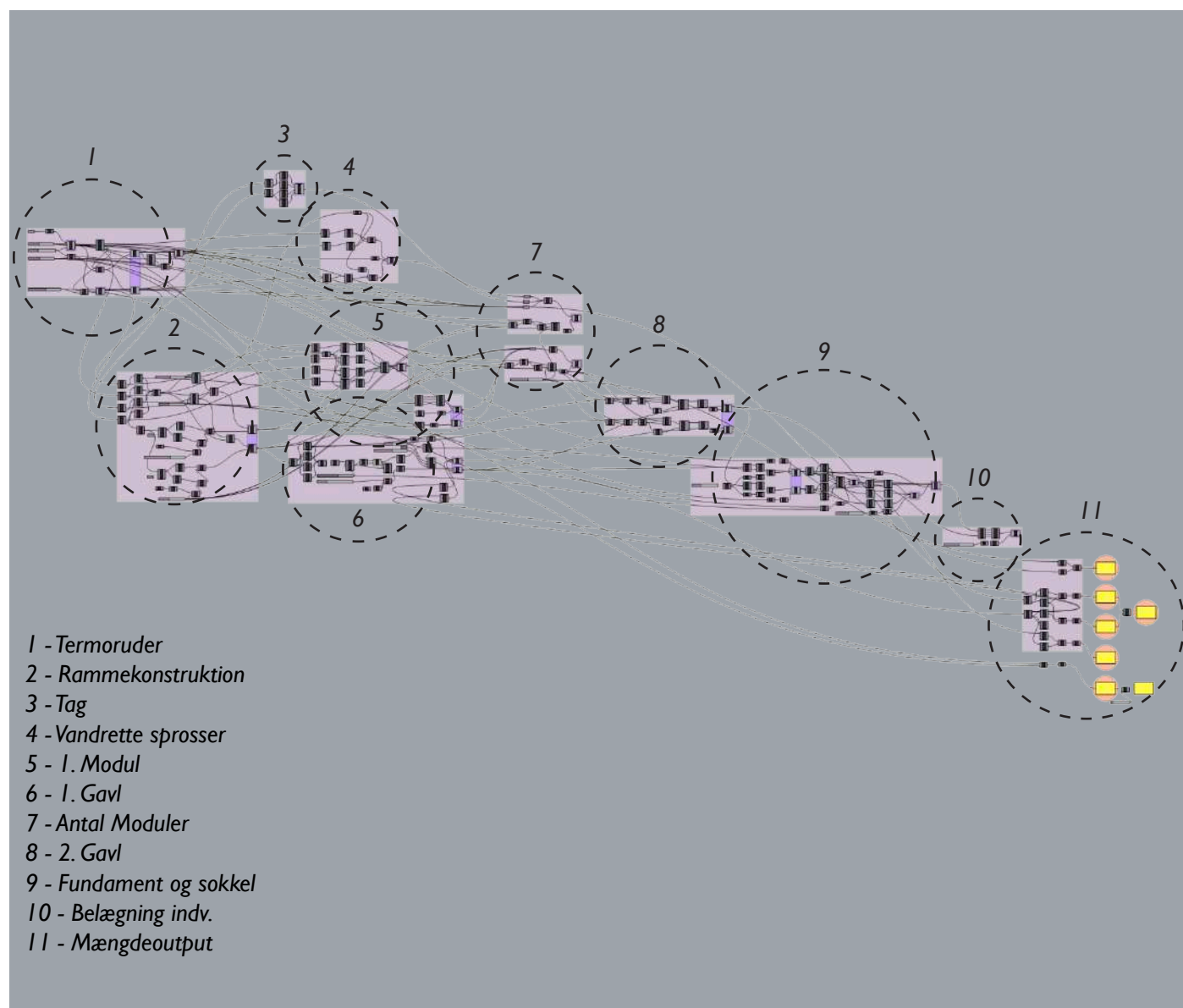
Vi ser derfor kortlægningen som en essentiel del af bæredygtighedsanalysen og arbejdet med genbrugsmaterialer.

Nr.	Fremtidig bygningsdel	Nutidig bygningsdel	Dimensioner	Lokalitet	Oprindelses år	Foto	Evt.
1.0	Sokkel/ Fundament						
		Altan element i beton	1710x2220	Alle lejligheder	1955		Det antages at alle altanen bliver separeret fra facade ved alle lejligheder pga. kuldebroens problematik.
2.0	Gavle						
		Mursten (facadestenen)	228x108x54	2. og 3. sal	1955		Stue og 1.sal er fuldmuret, og kan ikke fjernes. Det antages at der kan genbruges sten fra 2. og 3. sal.

Figur 05 - Kortlægnings matrix - fra afd. 6 - Koktved

3.0	Vinduesglas - Termoruder						
		Glas fra termoruder	109x117 80x153 155x165	I alle bygningerne	ca. 1995		Det antages at glas andel kan skilles fra ramme/karm. Vi har erfaring med at dette kan lade sig gøre på andre projekter fra samme tidsperiode.
4.0	Belægning Inde						
		Mursten eller anden form for belægningssten	228x108x54 171x222	2. og 3. sal Alle lejligheder	1955		
5.0	Belægning Ude						
		Mursten eller anden form for belægningssten	228x108x54 171x222	2. og 3. sal Alle lejligheder	1955		Stue og 1.sal er fuldmuret, og kan ikke fjernes. Det antages at der kan genbruges sten fra 2. og 3. sal.
6.0	Rammer						
		Træ fra tagkonstruktion	135x40 55x35 150x70	Alle bygninger	1955		Det antages at tag og konstruktion skal udskiftes pga. øget last i forbindelse med øget egen last på mere en 5%, det endnu dog uvisst hvor mange spær der bliver udskiftet.
7.0	Døre						
		Indgangspartier fra opgange	93x215	I alle blokke	2012		Det antages at døre til opgangene udskiftes for at sikre niveaufri og tilgængelig adgang til de fremtidig renoverede boliger.
8.0	Gummibånd (Til montering af glas)						Det har ikke været muligt at finde gummibånd/ monteringsbånd i afdelingen.
9.0	Vinkler til fastgørelse						Det har ikke været muligt at finde vinkler til fastgørelse osv. i afdelingen.
10.0	Tag						
		Ovenlysvinduer fra opgange (polycarbonat)	Ca. 200x240 Ca. 200x100	2 opgange			Det antages at polycarbonat pladerne kan demonteres og bruges som tag på orangeriet.
11.0	Inventar (Møbler og lyd regulering)						
		Gulvbrædder fra lejligheder	22 mm	Alle lejligheder	Løbende udskiftet i forbindelser med slid		Det antages at tag og konstruktion skal udskiftes pga. øget last i forbindelse med øget egen last på mere en 5%, det endnu dog uvisst hvor mange spær der bliver udskiftet.
		Træ fra tremme rum		Kælder	-		
		Træ fra tagkonstruktion	135x40 55x35 150x70	Alle bygninger	1955		





Figur 06 - Parametrisk model - Orangeri

### Parametrisk model = Et tilpasnings dygtigt værktøj

Ved at arbejde med en Parametrisk model opnås den fordel at hele modellen er udarbejdet med afhængigheder (symboliseret med sorte linjer på ovenstående figur 06), hvilket giver os mulighed for at ændre dimensioner, materialer osv. for at tilpasse sig til de behov og de genbrugsmaterialer vi har til rådighed i dette projekt. Dette vil ikke være muligt hvis modellen var udarbejdet på traditionel vis.

Modellen tager udgangspunkt i de kortlagte og registrerede termoruder fra renoveringen, som grundelement. Dette fordi der ikke er mulighed for at til danne og transformere disse. Termoruderne bliver derfor indarbejdet i projektet med deres eksisterende størrelse, og modellen må derfor tilpasse sig termorudens størrelse.

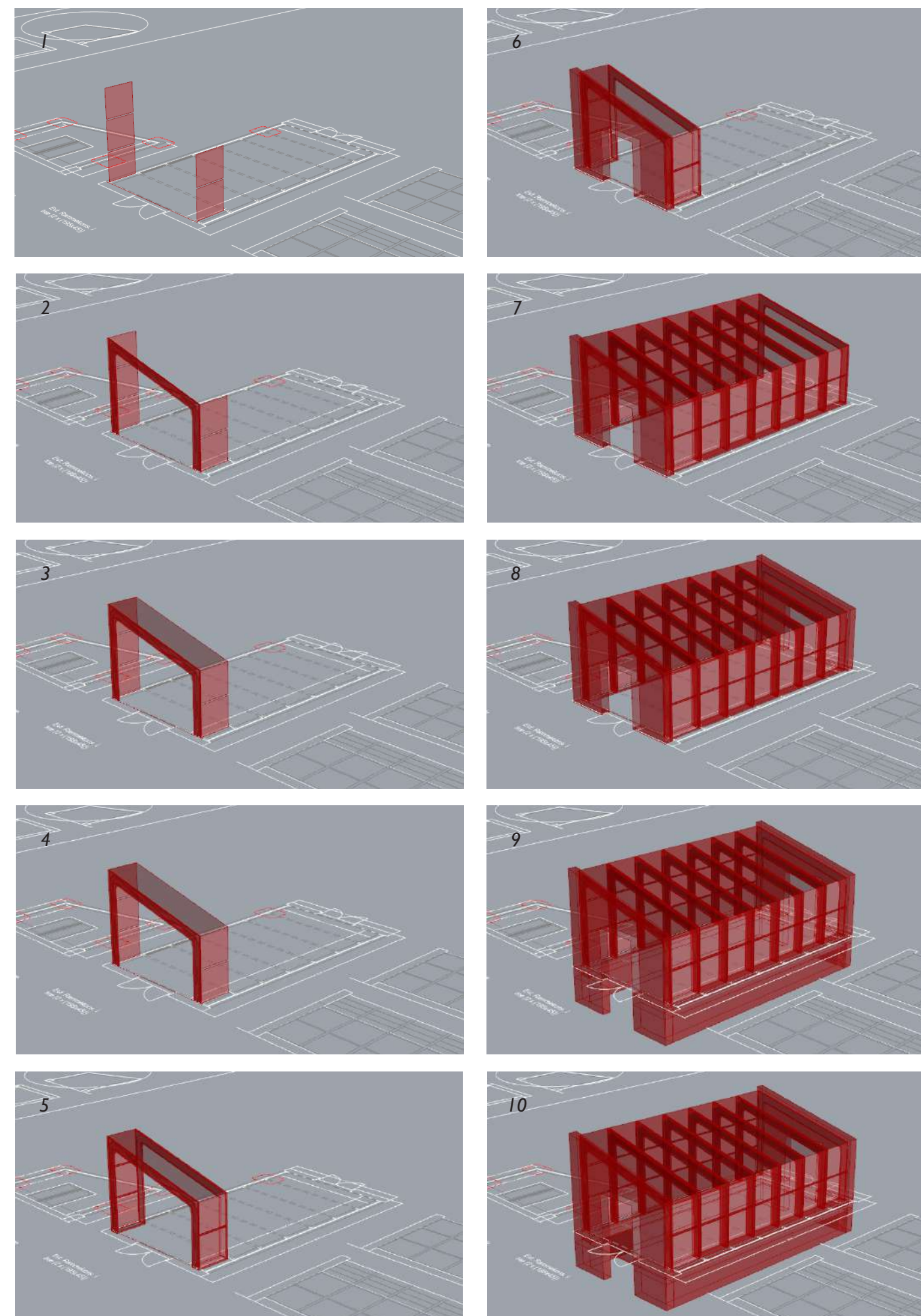
Orangeriet er opbygget af moduler, der gør det muligt at skalere op og ned i forhold til behov og mængden af materialer til rådighed. Gavlene i begge ender af orangeriet er opmuret af genbrugssten fra renoveringen, dette for at stabilisere orangeriet, men også for at give orangeriet tyngde og masse, hvor varme akkumuleres hen over dagen og frigives i aftentimerne, og derved er med til at fastholde en mere stabil temperatur hen over dagen.

Orangeriet er som tidligere nævnt opbygget af moduler. Modulerne er bygget op af termoruder, og træ fra renoveringen af bebyggelses tagkonstruktion. Træet bruges til at opbygge to rammer, der hhv. fastholder glasset i dets position sammen med tværgående sprosser, men også bliver en del af orangeriets statiske system.

Hele træ/glaskonstruktionen løftes fra jorden, ved hjælp af en beton sokkel og fundament, dette etableres af altanbundplader fra renoveringen. Belægningen i og omkring orangeriet etableres som udgangspunkt af genbrugsmursten, der giver rummet i og omkring orangeriet karakter.

Selvom billedrækkerne til højre får processen til at fremstå lineær, fra første termorude til sidste belægnings sten, så vil det stadig være muligt at ændre tidligt indtastede parametre, for at tilpasse orangeriet til den pågældende situation.

Endnu en fordel ved at arbejde med en parametrisk model, er at modellen er opsat så den viser de brugte mængder genbrugs materialer. Disse mængder kan derefter bruges direkte i en udregning og eftervisning af den klimamæssige effekt.



Figur 07 - Billedrække - step by step model



*De nye orangerier danner rammen om møder mellem boligforeningens beboere, og dermed understøtte den sociale bæredygtighed og dens værdier i afdelingen.*



Figur 08 - Upcycling orangeri - Visualisering



### Effekt

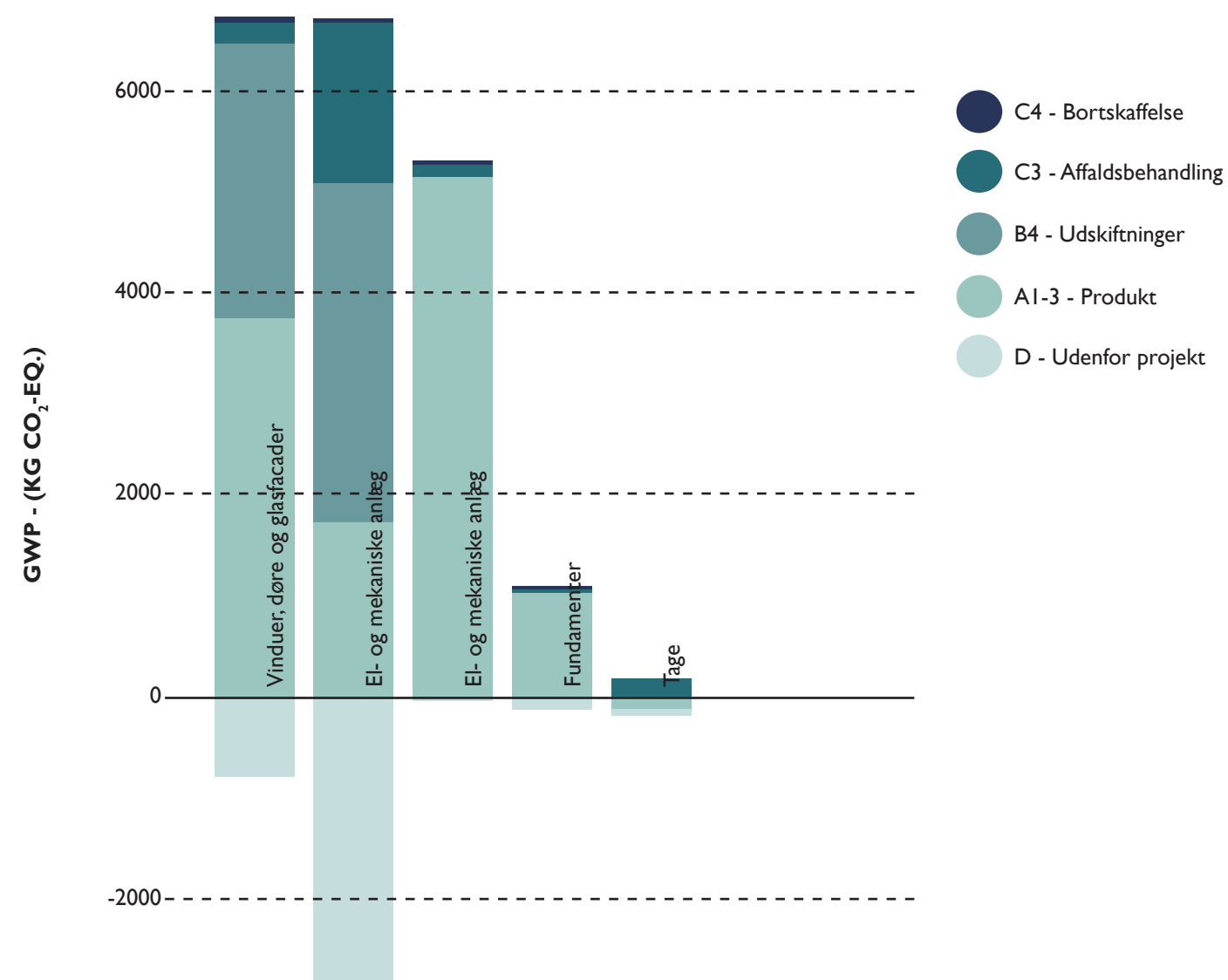
Som udgangspunkt for at beregne den forventede effekt i forhold til en CO<sub>2</sub>-besparelse, er der udført beregninger i LCA Byg version 5. Se figur 09 for resultater. Endvidere er der vedlagt rapport fra LCA Byg som bilag til bæredygtighedsanalysen.

### Resultat:

Ca. 19884,13 kg CO<sub>2</sub> ækvivalenter, per orangeri. Da der er søges om midler til at opfører to orangerier i forbindelse med bæredygtighedsanalysen, vil den samlet give 39.768,26 kg CO<sub>2</sub> ækvivalenter.

### Dokumentation

For at dokumentere den reelle effekt af at genbruge de oplyste materialer til 2 stk orangerier i Afd. 6 Kottved hos Frederikshavn Boligforening, skal der under udførelse opgøres mængder af hver enkelt type materiale. Dvs. det skal opgøres i vægt, m<sup>2</sup> eller m<sup>3</sup> og registres således det er muligt at sammenholde den forventede/beregnete CO<sub>2</sub>-besparelse med den reelle.



Figur 09 - Søjlediagram over CO<sub>2</sub> ækvivalenter



## INTERIØR TIL ORANGERI

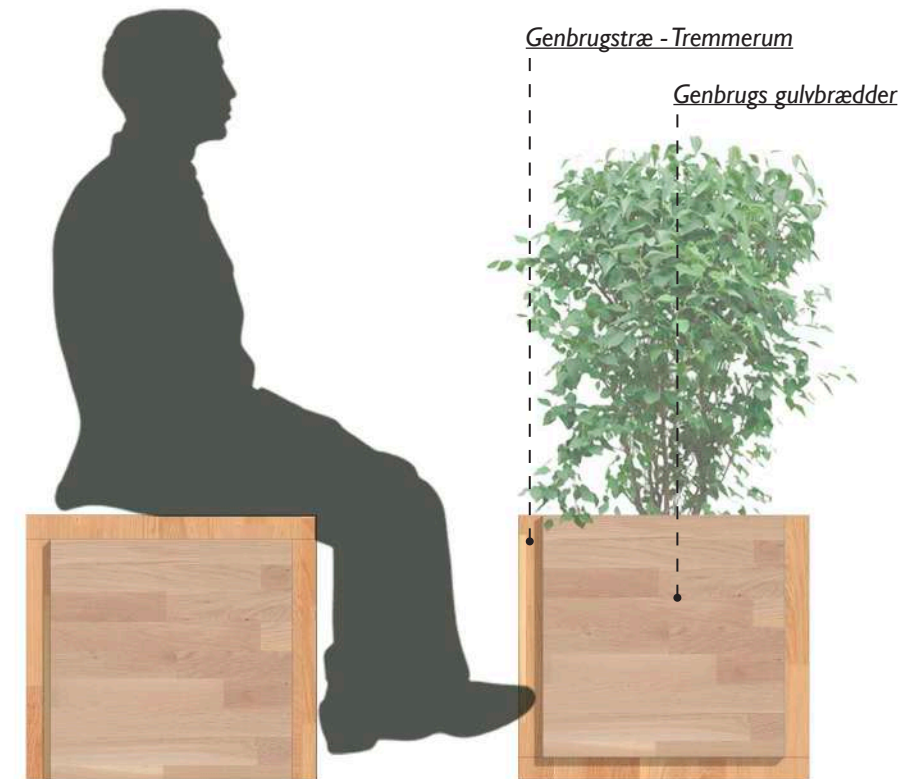
### - Socialt og miljømæssigt bæredygtigt møbel til orangerierne

Arbejdet med interiøret til orangerierne tager afsæt i den tidligere udarbejdede kortlægning af mulige genbrugsmaterialer i forbindelse med renoveringsprojektet. Derudover har det været vigtigt at arbejde med et simpelt design, der giver mulighed for fleksibel brug af elementerne. Den fleksible brug sikrer lang levetid gennem omstilling fra sidde-møbel til plantekasse, og modsat.

Arbejdet er mundet ud i et møbel, der både kan fungere som plantekasse/bed og bænke. Designet er bygget op omkring en kasse lavet af genbrugsgulvbrædder, evt. beklædt med en membran. Kassens ydre er beklædt med lameller, lavet af genbrugstræ fra eksisterende tremmerum, der giver elementet stabilitet og en visuel dybde.

Genbrugstræ i de eksisterende varme nuancer, giver liv og lys til orangeriet, der med sit gyldne interiør byder afdelingens beboere og brugere velkomne indenfor.

Interiøret i orangeriet, opnår selvsagt en gevinst i forbindelse med den miljømæssige bæredygtighed, i forbindelse med genbrug og genanvendelse, men er også med til at fortælle historien om at afdelingens renovering, har haft stor fokus på cirkulær økonomi og genbrug af byggematerialer gennem hele processen.



Figur 10 - Bænk - Orangeri

Figur 11 - Plantekasse - Orangeri

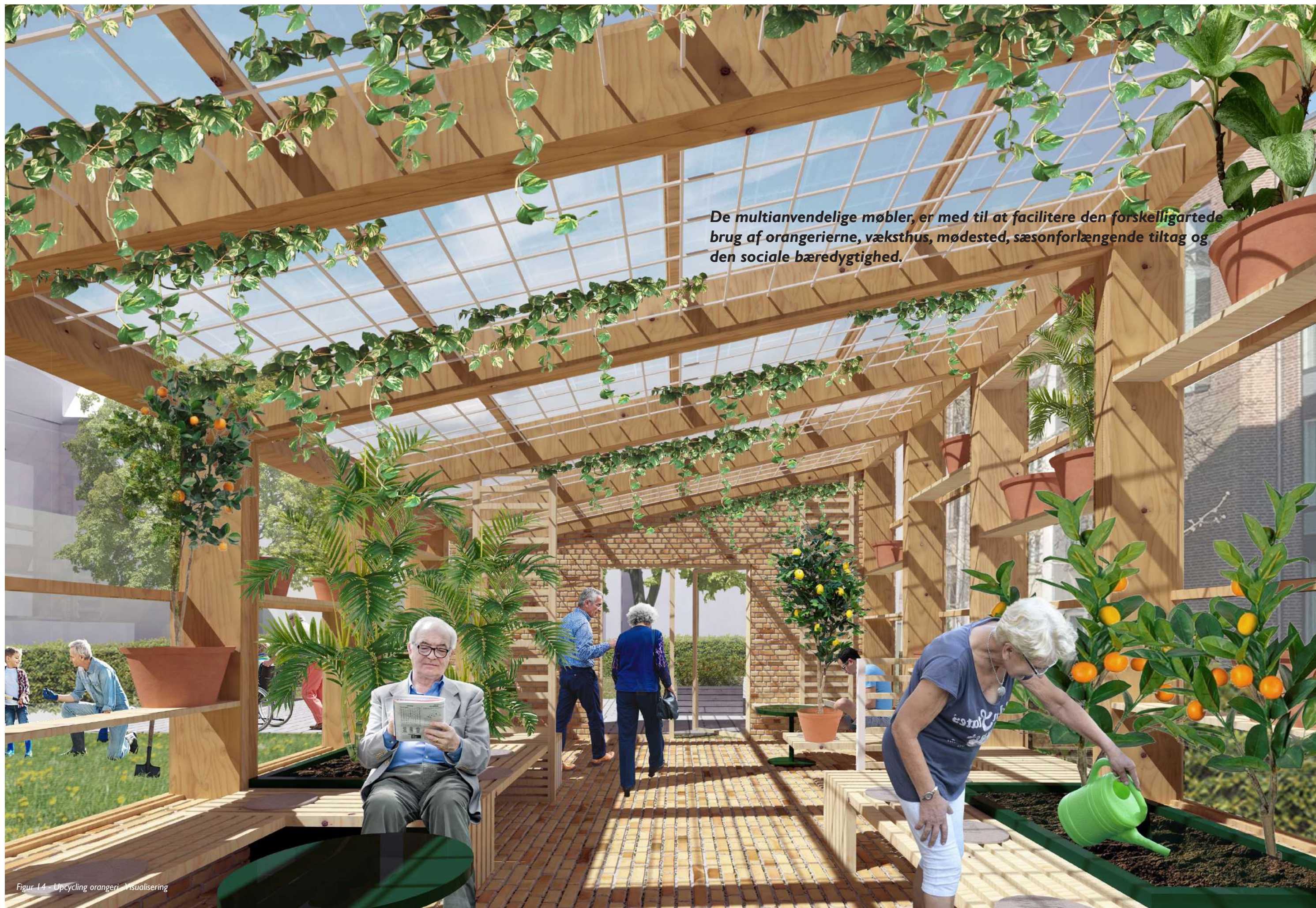


Figur 12 - Plantekasse - Plan



Figur 13 - Plantekasse - Facade





*De multianvendelige møbler, er med til at facilitere den forskelligartede brug af orangerierne, væksthuse, mødested, sæsonforlængende tiltag og den sociale bæredygtighed.*

Figur 14 - Upcycling orangeri - Visualisering



### Effekt

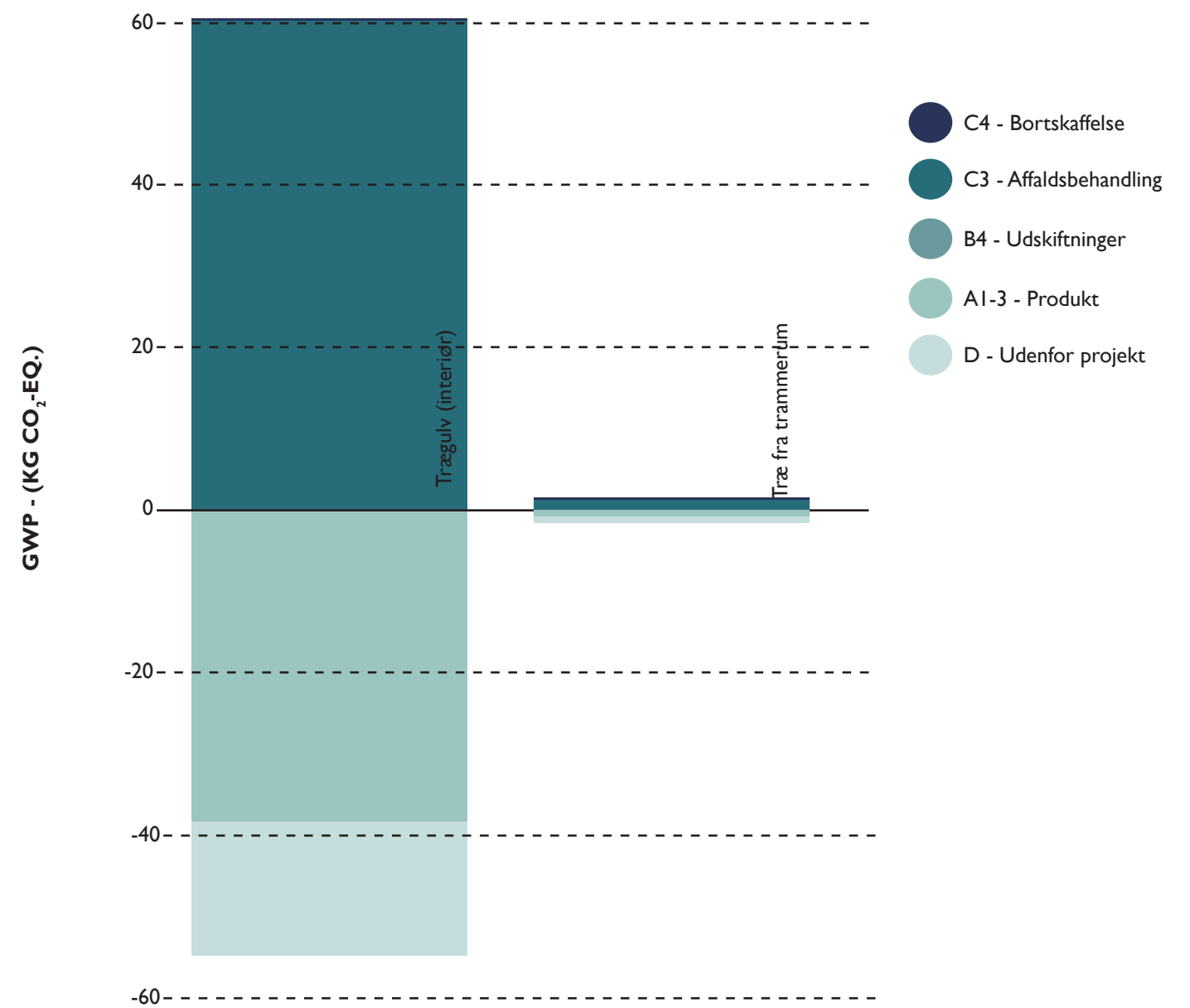
Som udgangspunkt for at beregne den forventede effekt i forhold til en CO<sub>2</sub>-besparelse, er der udført beregninger i LCA Byg version 5. Se figur 15 for resultater. Endvidere er der vedlagt rapport fra LCA Byg som bilag til bæredygtighedsanalysen

### Resultat:

Ca. 22,16 kg CO<sub>2</sub> ækvivalenter, per interiør element. For at se samlet miljømæssig gevinst henvises til figur 28 på side 43.

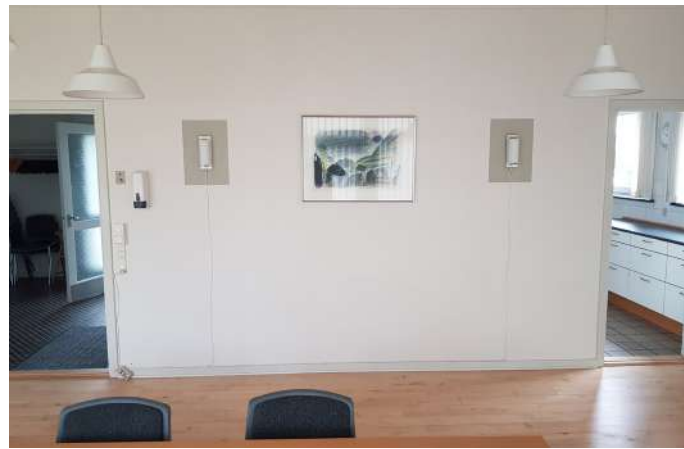
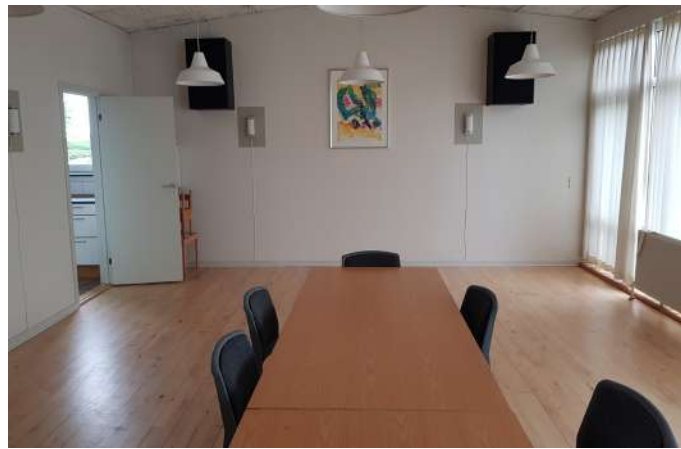
### Dokumentation

For at dokumentere den reelle effekt af at genbruge træ fra tremme rum til interiør i udendørs fællesarealer og orangerier i Afd. 6 Koktved hos Frederikshavn Boligforening, skal der under udførelse opgøres mængder af træ fra tremme rum, dvs. det skal opgøres i m<sup>2</sup>, og registres således det er muligt at sammenholde den forventede/beregnete CO<sub>2</sub>-besparelse med den reelle.



Figur 15 - Søjlediagram over CO<sub>2</sub> ækvivalenter





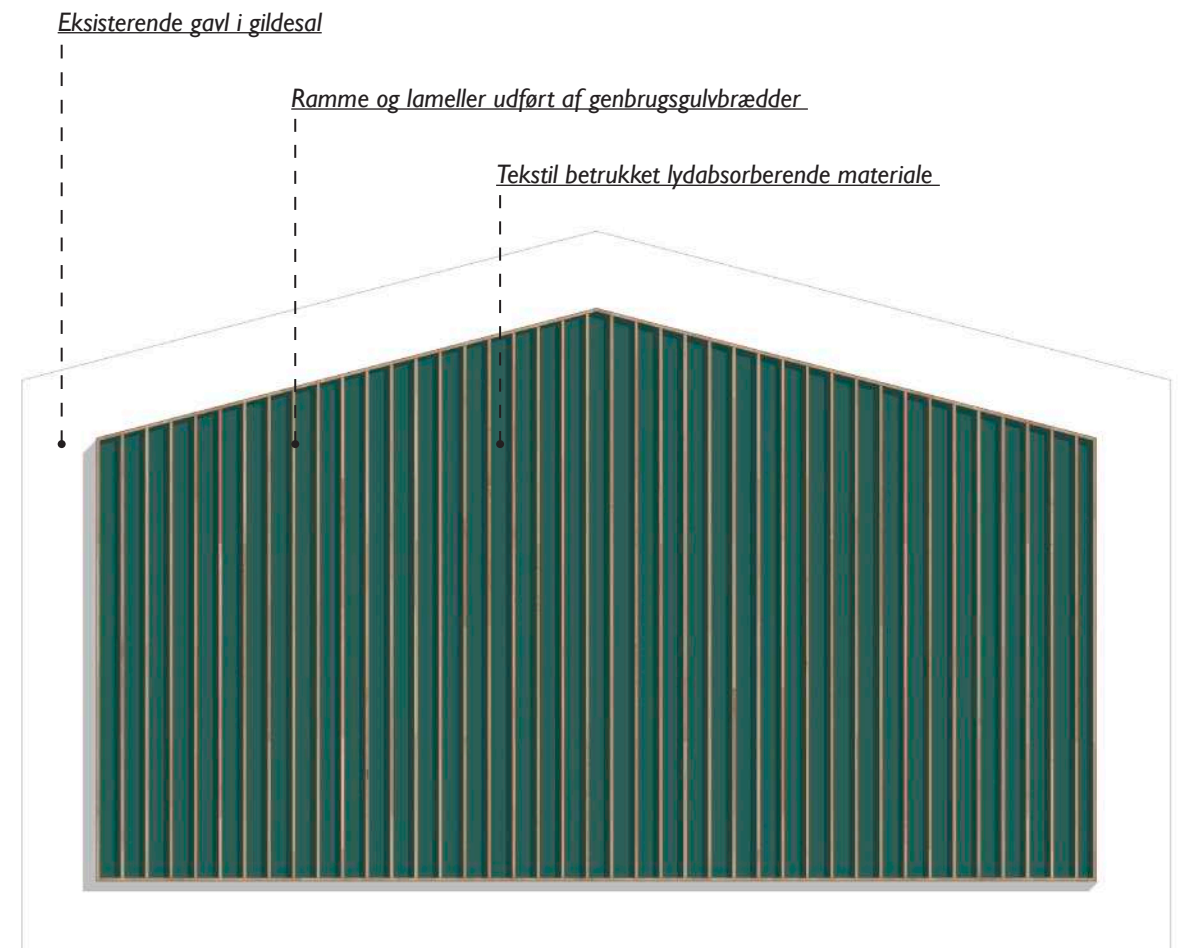
Figur 16 - Billeder fra fælleslokale

## LYDREGULERENDE TILTAG

### - Forbedring af akustik og den social bæredygtig i afdelingens gildesal

Udgangspunktet for genbrug af de eksisterende trægulve/gulvbrædder i afdelingen, var at bruge materialerne til at lave lyd-dæmpende foranstaltninger i trapperum og adgangsveje til afdelingens boliger. Denne vision blev dog hurtigt ændret grundet tidligere nævnte brandrestriktioner i eksempelvis trapperum og andre fællesankomstområder.

Derudover har det været drøftet løseligt at bruge gulvbrædderne i forbindelse med etablering af nyt undertag. Det er dog ligeledes forbundet med flere risici, i forhold til gældende krav og specifikationer til undertage, eksempelvis tykkelse og modstand overfor ydre fugtpåvirkninger. Derfor blev denne løsning ligeledes afvist.



Figur 17 - Lyddæmpende panel - Gavl

For at tage den oprindelige problemstilling op igen, blev projektgruppen enige om, at anvende den oprindelige lydregulerende løsning i afdelingens gildesal, på trods af et ikke eksisterende behov, men for eksempelverdians skyld.

Det endelige design tager afsæt i gildesalens geometri og frie indvendige flader. Designet er udformet af de eksisterende gulvbrædder fra renoveringsprojektet, der bliver tilpasset i dimensioner til det pågældende design.

For at opnå den ønskede lydmæssige effekt har projektgruppen haft kontakt til flere leverandører indenfor akustik løsninger. Der i forbindelse med den videre projektering gerne vil indgå i

den praktiske løsning af opgaven.

Designet er baseret på en træramme, der tager afsæt i rummets geometri. Indenfor rammen er en serie af lodrette lameller fastgjort. Hele trækonstruktionen og den absorberende del er fastgjort på den bagvedliggende væg. Den absorberende del af konstruktionen består af en form for isoleringsmateriale, beklædt med tekstil.

Løsningen vil til dels være en genbrugscase, men for at opnå den ønskede akustiske effekt er der i løsningen inddraget materialer der ikke kommer fra det oprindelige renoveringsprojekt.



### Effekt

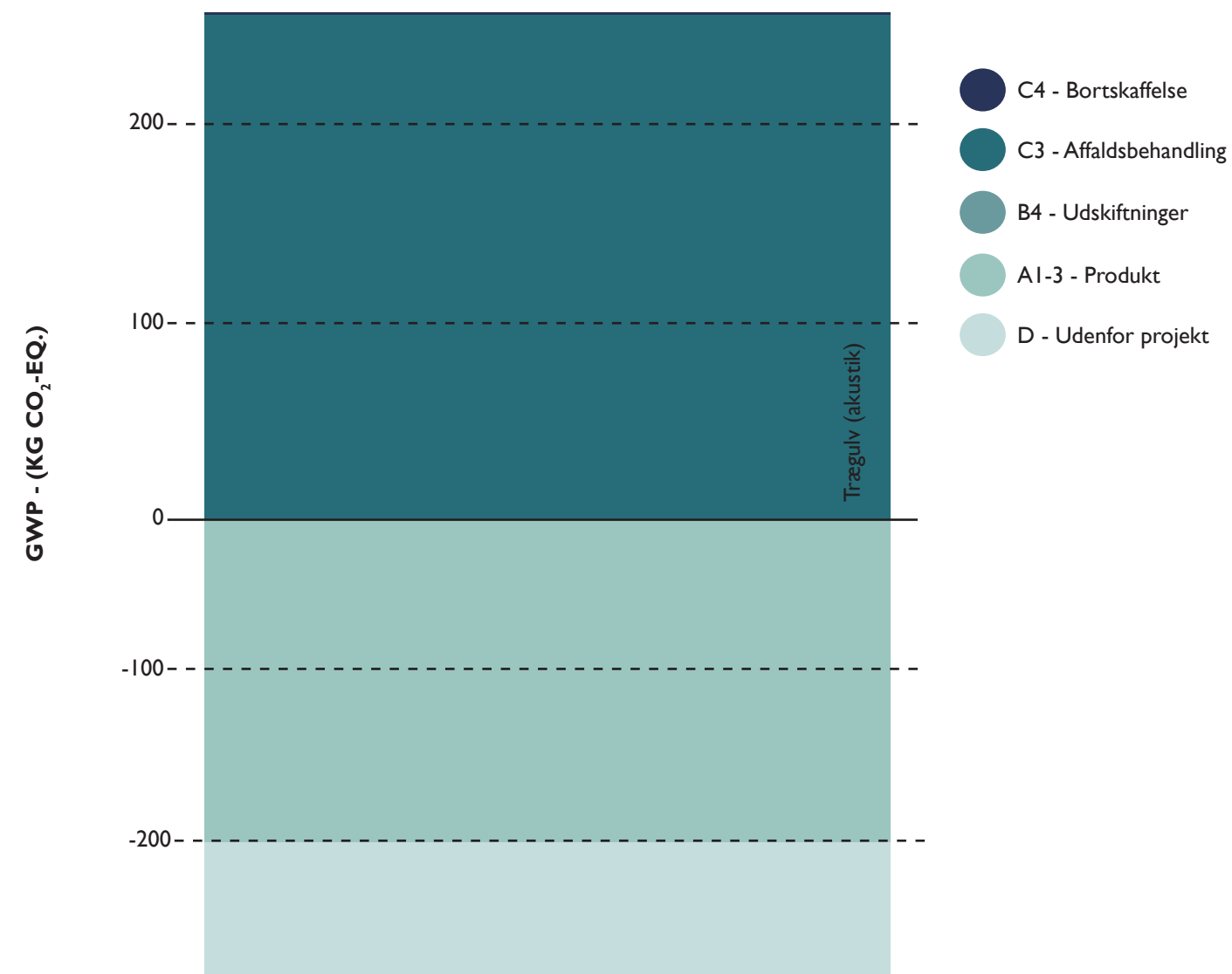
Som udgangspunkt for at beregne den forventede effekt i forhold til en CO<sub>2</sub>-besparelse, er der udført beregninger i LCA Byg version 5. Se figur 18 for resultater. Endvidere er der vedlagt rapport fra LCA Byg som bilag til bæredygtighedsanalysen

### Resultat:

Ca. 92,51 kg CO<sub>2</sub> ækvivalenter, Resultatet er for hele gavl/ende-væggen i gildesalen.

### Dokumentation

For at dokumentere den reelle effekt af at genbruge trægulvene til lydregulerende foranstaltninger i den fælles gildesal i Afd. 6 Koktved hos Frederikshavn Boligforening, skal der under udførelse opgøres mængder af trægulvet, dvs. det skal opgøres i m<sup>2</sup>, og registres således det er muligt at sammenholde den forventede/beregnete CO<sub>2</sub>-besparelse med den reelle.



Figur 18 - Søjlediagram over CO<sub>2</sub> ækvivalenter



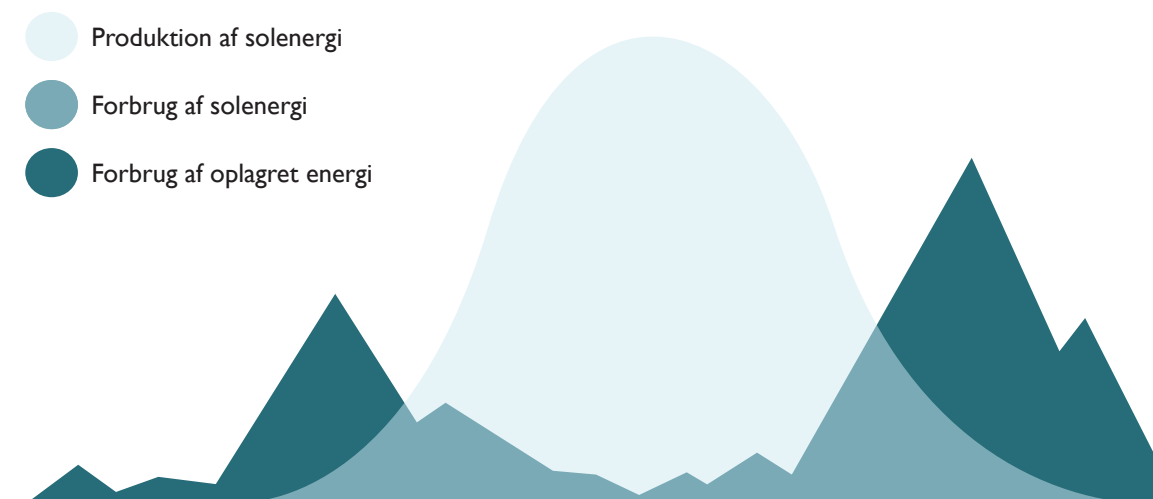
## GENANVENDELIG BATTERI LØSNING - Miljømæssig bæredygtighed gennem oplagring af energi

Renovering af den eksisterende boligmasse er et af de steder, man kan og skal forsøge at sætte ind i forhold til den grønne omstilling og nedbringelse af CO<sub>2</sub>-aftryk. Det må ikke ske på bekostning af brugerne/beboerne i boligforeningen, i form af en dyrere elregning eller huslejestigning. Et skridt i den rigtige retning kan være brugen af flowbatterier i samspil med solceller. Solceller er i mange år blevet anvendt i byggebranchen som led i den grønne omstilling, da de kan producere grøn energi. Det senest nye tiltag er brugen af batterier, og i særdeleshed flowbatterier, som er ved at vinde frem i byggebranchen. Potentialet for energi- og miljøbesparelser er stort, da man gennem brugen af et flowbatteri har mulighed for at lagre den producerede mængde strøm fra bygningens solceller, og gøre brug af denne på et senere tidspunkt. Uden et batteri er man tvunget til at sælge den producerede mængde strøm direkte ud til elnettet, hvis ikke man kan bruge den med det samme. Flowbatterier vil derfor gøre investeringer i solcelleanlæg langt mere attraktive,

idet de øger udnyttelsesgraden for solcellerne. Dette er illustreret nærmere på Figur 20.

Af Figur 20 fremgår det ligeledes, hvordan en traditionel dag ser ud ift. strømproduktion- og forbrug, og at det største strømforbrug ligger i morgen- og aftentimerne, mens strømproduktionen ligger i dagtimerne, hvor forbruget er lavest. Ved at koble et flowbatteri på solcelleanlægget er det muligt at lagre den strøm, der produceres i dagtimerne, hvor forbruget er lavest, og til gengæld gøre brug af denne i morgen- og aftentimerne, hvor forbruget er højest men hvor der er minimal eller slet ingen strømproduktion fra solcelleanlægget.

Det bæredygtige valg er et VisBlue flowbatteri. Der findes forskellige typer af batterier, bl.a. lithium og flowbatterier, som kan anvendes til at lagre strøm produceret af solcelleanlæg. Sidstnævnte er en type batteri, som den aarhusianske



Figur 20 - En typisk dag med solcelle-batteriløsning

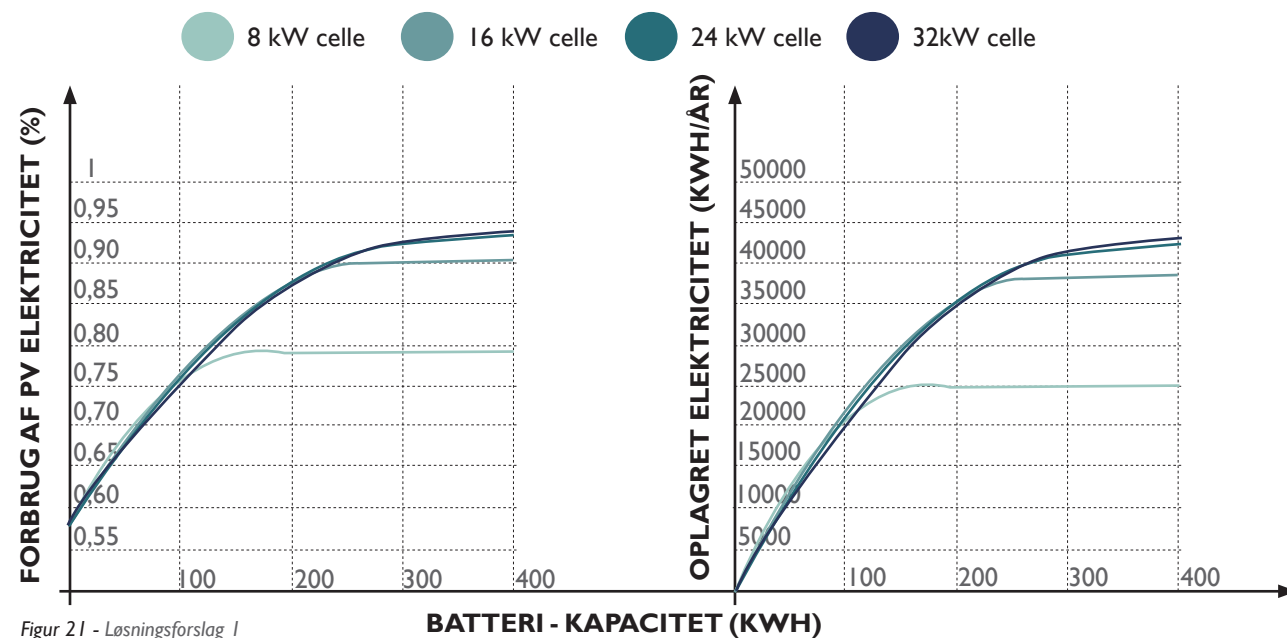
virksomhed VisBlue bl.a. producerer. VisBlues flowbatterier er af typen Redox-Flow, og netop denne type batteri har en lang række fordele sammenlignet med andre batterier på markedet.

Flowbatterierne fra VisBlue har en levetid på min. 20 år/20.000 ladecykler, hvilket er over dobbelt så lang en levetid som andre batteriteknologier på markedet, og derfor komplimenterer batterisystemet en solcelleinstallation godt. Dertil bruger VisBlues flowbatterier et intelligent energistyringsprogram, der gør det muligt at drifte en boligforenings forbrug så effektivt som muligt. Systemet gør det muligt at flytte forbruget af den produceret strøm til det tidspunkt, der giver bedst mening. Styrringsprogrammet opsamler de vigtigste informationer om boligforeningens forbrug, og bruger denne data til læring og input til fremtidige, lignende energirenoveringer og installationer rundt omkring i Danmark og Europa. Endeligt eliminerer VisBlues flowbatteri nødvendigheden for at tilsidesætte ekstra

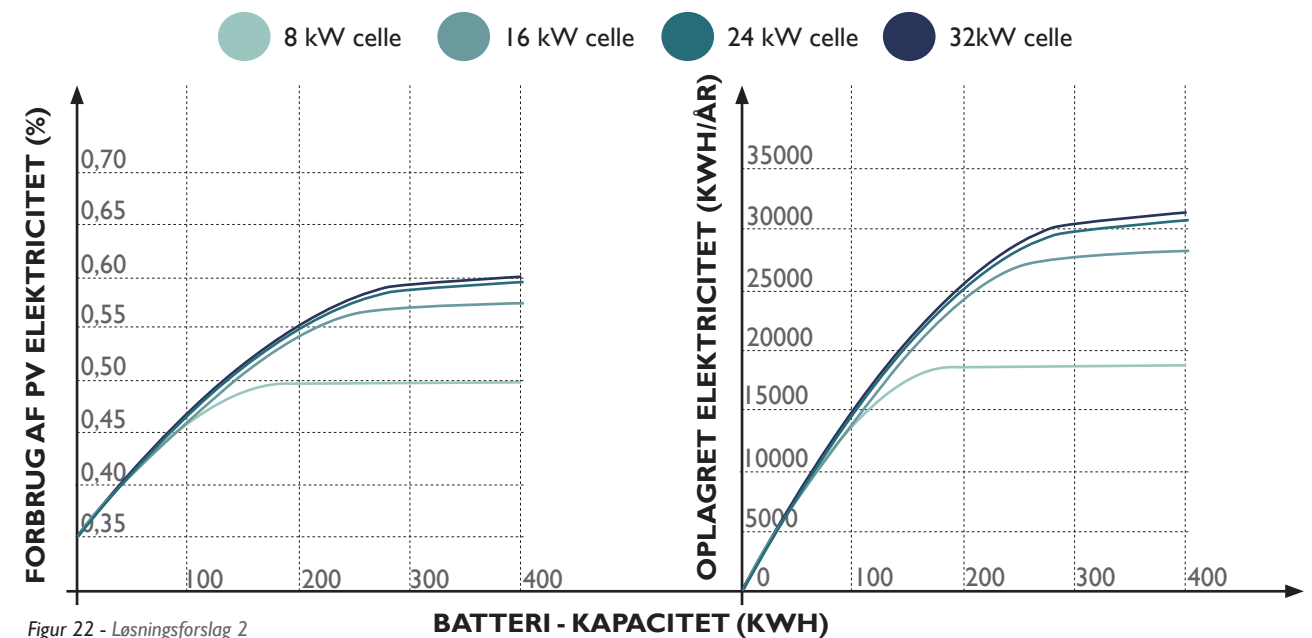
økonomi til etablering af batteriskure, da batterierne hverken kan brænde eller eksplodere, hvorfor de blot kan placeres i et kælderrum eller lignende.

Fordele ved et flowbatteri fra VisBlue viser sig ikke kun, når der fokuseres på batteriets performance. Rettes blikket mod det bæredygtige aspekt skiller VisBlue sig også ud ift. andre batterier på markedet. Når man kigger på de forskellige batteriers bæredygtige performance, er det vigtigt at skelne mellem klima og miljø; et klimamål (f.eks. CO<sub>2</sub>-besparelse) kan opnås af alle batterityper på markedet, hvorimod de fleste batteriteknologier kommer til kort, når det gælder miljøpåvirkning. Men det er ikke tilfældet hos VisBlue, hvor et grønt DNA skinner igennem.





Figur 21 - Løsningsforslag 1



Figur 22 - Løsningsforslag 2

Hos VisBlue tages der miljømæssigt hensyn til produktionen af batterierne, i alt fra udvinding af råmaterialer til afskaffelse og genanvendelse/genbrug ved batteriernes end-of-life. I forhold til råmaterialerne anvender VisBlue metallet vanadium, som det energibærende element i batterierne. Vanadium er et metal, hvor ca. 80% udvindes som et affaldsprodukt i jern- og stålproduktion, og heraf er der tale om et bæredygtigt materiale. Derudover kan 99% af VisBlue flowbatteriet genanvendes. Det er kun cirkulationspumpen og ionmembranen, der ikke kan anvendes igen. Resten af batteriet kan enten genbruges eller anvendes i 2nd-life batterier. Til sammenligning viser nyeste teknologi fra Finland, at det er muligt at genanvende op til 80% af lithium batterier. Dertil er der levetiden, der som nævnt ovenfor er over dobbelt så lang som lithiumbatterier og op til 10 gange så lang tid som blybatterier.

Udover den høje grad af genanvendelse i batteriet samt den lange levetid, så tilbyder VisBlue også at købe batterierne tilbage ved end-of-life, hvor de derefter laves til refurbished versioner, dvs. "genbrugs versioner". Genanvendelse, samt genbrug af materialer, går også igen i VisBlues produktion, hvor hovedelementet i batteriets konstruktion - tankene, genbruges i det færdige produkt. På baggrund af ovenstående passer netop flowbatteriet fra VisBlue særdeles godt ind i den bæredygtige strategi om at nedbringe CO<sub>2</sub>-niveauet.

VisBlue producerer deres flowbatterier i egne produktionsfaciliteter i Aarhus, og det giver kun god mening, at en dansk virksomhed vælges i dette innovative projekt. Et batteri fra VisBlue vil hjælpe ZEROboligforeninger med målet om at drifte så energieutrale boliger som muligt. Det mål i sig selv kan opnås gennem de fleste batteriteknologier, men der hvor VisBlue adskiller

sig fra andre batteriproducenter, er VisBlues holistiske tilgang til både produkt og værdikæde. VisBlue har ikke kun fokus på selve produktet, men på hele værdikæden og hvordan produktet spiller ind i den bæredygtige agenda, bl.a. gennem ansvarlig anvendelse af råmaterialer.

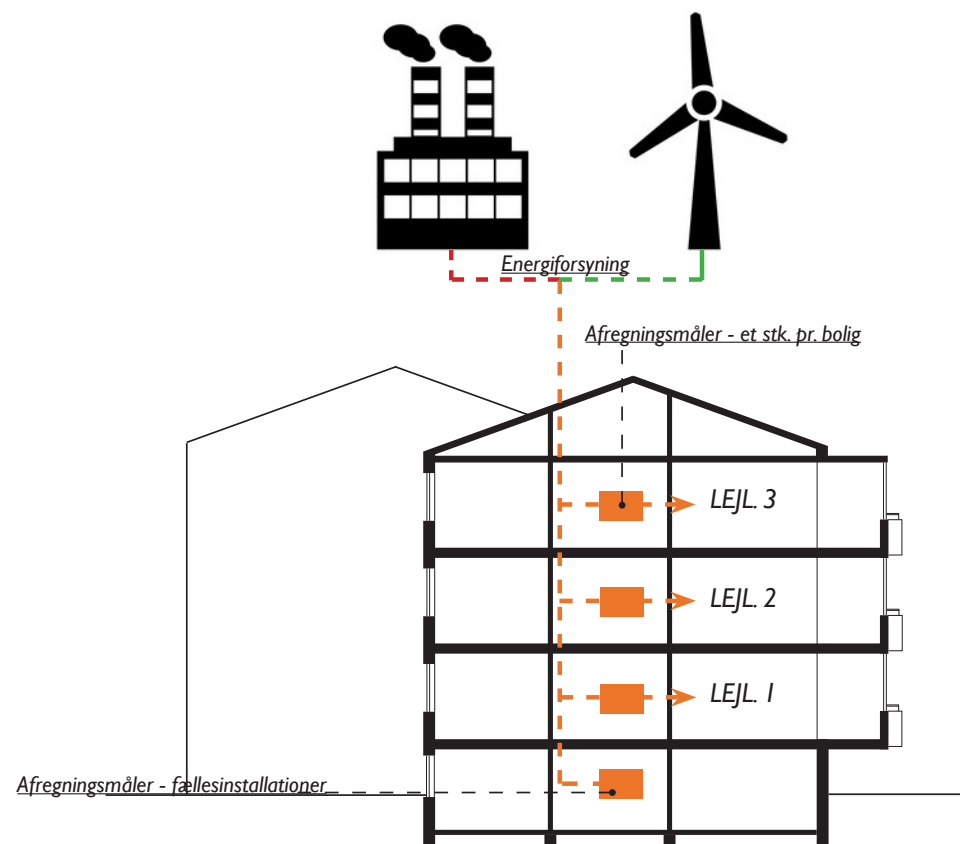
Løsningsforslag til Frederikshavn Boligforening, Afd. 6  
Frederikshavn Boligforening har et ønske om at kunne dække 50 % af deres nuværende forbrug via solceller og flowbatteri. VisBlue har heraf udarbejdet to løsningsforslag til boligforeningen:

- **Løsningsforslag 1:** Solceller og et flowbatteri på 8 kW/100 kWh, som vil kunne dække 38 % af forbruget.
- **Løsningsforslag 2:** Solceller og et flowbatteri på 16 kW/200 kWh, som kan dække 56 % af forbruget.

Ved at vælge Løsningsforslag 2 kan Frederikshavn Boligforening opfylde deres ønske om at kunne dække mere end 50 % af det samlede strømforbrug for Afd. 6. Der arbejdes derfor videre med dette forslag.

Løsningsforslag 2 kombineres med smiley-paneler i samtlige lejligheder, hvor brugerne informeres omkring el-forsyningen er fra solceller eller på eksternt indkøb, og for at nudge beboerne til at justere på deres adfærd/forbrug. (For Introduktion til smiley-panelerne se bilag 2, her er vedlagt eksempel på introduktionsfolder).





Figur 23 - Traditionelt el-net i boligbebyggelser

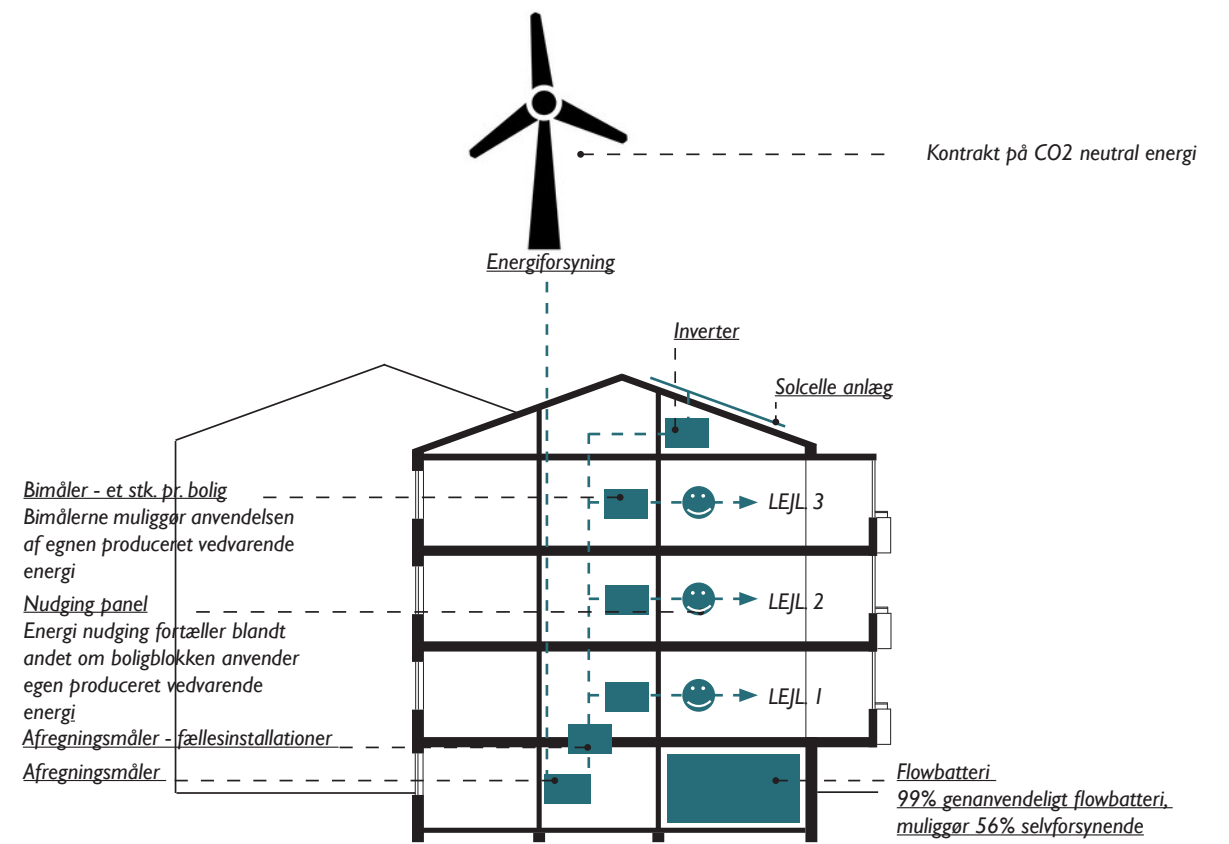
### Fremtidens interne el-net

Frederikshavn Boligforening stiler samtidigt mod at blive den første boligforening i Danmark med kun 1 stk. fælles el afregningsmåler til et forsyningselskab. Det bagved liggende elnet vil blive afregnet med bilmåler kombineret med solceller, flowbatteri og energinudgæng paneler. Dette setup giver en enestående mulighed for at beboerne i almene boliger kan få dækket op til ca. 50% af deres elforbrug, gældende for både fællestøm og lejlighedsstrøm. Ved et sådan setup vil man se en afdelingen med stor eksempelværdi til den almene sektor på, hvorledes solcellestømmen kan produceres, lagres og anvendes helt ind til beboernes lejligheder.

### Solceller

For at leve op til ønsket om minimum 50% af forbruget hos Frederikshavns Boligforening Afd. 6 Koktved, er Løsningsforslag

2 fra VisBlues valgt. Denne løsning består af to komponenter; flowbatterierne er beskrevet ovenfor samt et solcelleanlæg. Solcelleanlægget er den anden meget essentielle del af systemet, da solcellerne skal producere den strøm, som efterfølgende skal lagres i flowbatteriet. Solceller anvendes i dag i stort omfang i byggebranchen, hvor de bidrager til at dække dele af en bygnings strømforbrug. Der findes flere typer af solceller, hvor monokrystalliske er den mest udbredte. Levetiden for et solcelleanlæg er ca. 30 år, men det skal forventes, at effektiviteten af solcelleanlægget falder med tiden. En af de store udfordringer med solceller, når det kommer til bæredygtighed, er, at der, på trods af den hurtige udvikling på solcellemarkedet, endnu ikke findes nogen teknologi til, hvordan man kan adskille glasset fra solcellen igen. Potentialet for genanvendelse af de materialer, der udgør en solcelle, er stort, men så længe der endnu ikke er



Figur 24 - CO2 Neutralt el-net i boligbebyggelser - Ca. 56% selvforsynende - Fremtidens Bæredygtige el-net i Frederikshavn Boligforening

en udbredt teknologi tilgængelig, så kan glasset ikke genbruges men sendes i stedet til bortskaffelse sammen med solcellen.

I forhold til den konkrete case, har VisBlue i samarbejde med Frederikshavn Boligforening opstillet beregningsforudsætninger for, hvordan det er muligt at dække minimum 50 % af afdelingens strømforbrug gennem egenproduktion. For Løsningsforslag 2, som kan dække 56 % af det samlede forbrug, skal der etableres et solcelleanlæg, der kan producere 250.000 kWh/år. Anlægget skal fremstilles specielt til boligforeningen, hvorfor både størrelse og etableringsomkostninger kan være svære at fastlægge. Ud fra priser på andre anlæg, bl.a. fra andre afdelinger tilhørende Frederikshavn Boligforening, er det vurderet, at etableringsomkostningerne til et solcelleanlæg vil lyde på 1.643.080 kr. Det forventes, at solcelleanlægget vil dække mere end 2000

m2. Prisen ovenfor er fastlagt ud fra en kWp-pris på 6320 kr./kWp, mens det forventes, at anlægget skal være på 260 kWp for at kunne producere 250.000 kWh/år. Disse værdier anvendes til at fastlægge tilbagebetalingstiden for det samlede system bestående af et solcelleanlæg og et flowbatteri.



## TILBAGEBETALINGSTID - Økonomisk bæredygtighed

I forbindelse med denne analyse er det vigtigt, at se på tilbagebetalingstiden for det samlede system bestående af både et solcelleanlæg og et flowbatteri fra VisBlue. Dette er gjort for at vurdere, om der er tale om en rentabel investering. Der er derfor lavet en beregning for tilbagebetalingstiden for Løsningsforslag 2. Alle beløb nedenfor er ekskl. moms.

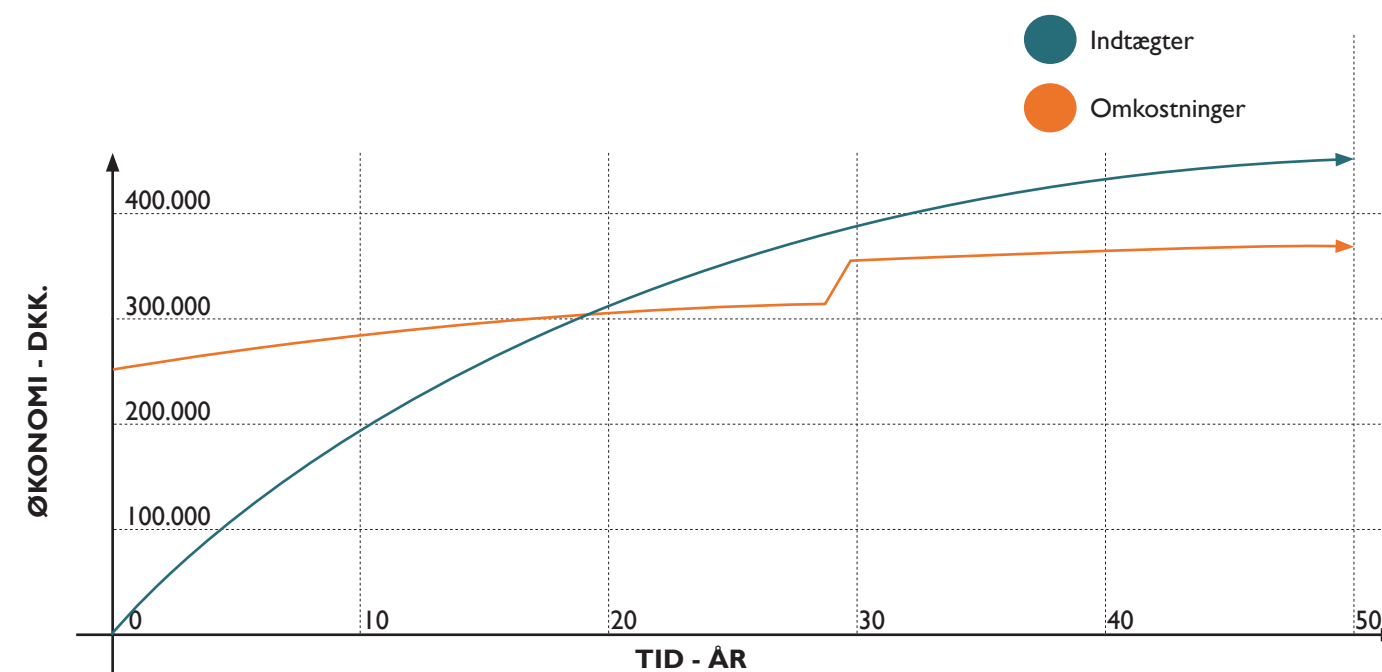
VisBlue oplyser at etableringsomkostningerne for det rette batteri er 739.800 kr. samt 48.835 kr. for en inverter. Hertil skal lægges etableringsomkostningerne til solcelleanlægget, som skal producere 250.000 kWh/år. Denne omkostning er fastlagt i det forrige afsnit til 1.643.080 kr. Det giver en samlet etableringsomkostning på 2.431.715 kr. Hertil skal medregnes driftsomkostningerne, hvor der er regnet med en levetid på 30 år for solcelleanlægget, mens der tegnes en driftsaftale med VisBlue. Denne driftsaftale betyder, at VisBlue afholder alle omkostninger i forbindelse med drift, vedligeholde og udskiftning af komponenter tilhørende flowbatteriet.

Som udgangspunkt køber Frederikshavn boligforening al deres strøm på elnettet i dag. Derfor medfører både solcelleanlægget og flowbatteriet en besparelse. Ifølge Løsningsforslag 2 fra Vis-

Blue vil det samlede system medføre en besparelse på 56 % af totalforbruget. Udnyttelsesgraden for solcelleanlægget er 55 %, ensbetydende med at 55 % af den producerede energi i solcelleanlægget bliver udnyttet. Dette svarer til 137.500 kWh/år, hvilket er den besparelse, de vil opleve. Heraf udgør flowbatteriet en besparelse på 49.402 kWh/år, mens de resterende 88.098 kWh er besparelsen, som solcelleanlægget alene vil medføre.

Prisen på 1 kWh svinger fra dag til dag, hvorfor det ikke er muligt at fastlægge nøjagtigt, hvad den koster. Dog kan der ifølge elskabet Nettopower.dk som tommelfingerregel regnes med en pris inkl. moms på 2,25 kr. pr. kWh, svarende til en pris på 1,8 kr. ekskl. moms. Ved at tage udgangspunkt i denne pris på 1,8 kr. pr. kWh vil de 137.500 kWh/år, som dækkes via egenproduktion, medføre en årlig besparelse på 247.500 kr. Ud fra dette kan tilbagebetalingstiden på det samlede system fastlægges. Dette er illustreret på Figur 25.

Af Figur 25 fremgår det, at systemet har en tilbagebetalingstid på 20 år, idet summen af de årlige besparelser her overskrider summen af omkostningerne, som er forbundet med systemet. Selvom solcelleanlægget skal udskiftes efter 30 år, hvor der



Figur 25 - Graf for tilbagebetalingstiden på

optræder tilsvarende etableringsomkostninger på 1.643.080 kr., har denne udgift ikke betydning for den samlede tilbagebetalingstid, idet de årlige besparelser i årene op til 30 opvejer omkostningerne til etablering af et nyt solcelleanlæg. Der er i beregningen af tilbagebetalingstiden taget højde for nutidsværdi, hvorfor beløbene for hhv. omkostninger og besparelser er omregnet til den værdi, de har i år 0. Der er i beregningen ikke taget højde for inflation.

Konklusionen af ovenstående analyse viser, at kombinationen mellem et solcelleanlæg og et flowbatteri på sigt vil være en god investering. Dog er der en tilbagebetalingstid på 20 år for Frederikshavn Boligforening, og med tanke på, hvor hurtigt teknologien udvikler sig indenfor både solcelle- og batteribranchen, så kan en investering i dag, som først har en økonomisk gevinst 20 år ud i fremtiden, vise sig at være en dårlig investering. Den teknologiske udvikling kan i den periode have udviklet sig markant indenfor både flowbatterier og solcelleanlæg, hvorfor den nuværende teknologi kan vise sig at være forældet 20 år ud i fremtiden og derfor ikke have samme værdi og effekt, som den har i dag. Systemet vil i de første 20 år medføre en udgift for Frederikshavn Boligforenings Afd. 6, og først fra år 21 vil både

beboerne i afdelingen og Frederikshavn Boligforening få udbytte af investeringen.

Potentialet ved systemet er ikke til at tage fejl af, særligt ikke når det kommer til bæredygtighed, hvilket Frederikshavn Boligforening lægger stor vægt på. Flowbatteriteknologien er innovativ og passer godt til afprøvning på netop den almene boligsektor. Frederikshavn Boligforening har samtidig også stor interesse i at gøre brug af dette system, men det er essentielt, at dette kan realiseres, uden at det vil belaste beboerne i afdelingen i form af huslejestigninger.

Frederikshavn Boligforening ønsker at gå forrest når det gælder en grønnere og mere bæredygtig hverdag. Eksempelværdien af den nye batteriteknologis effekt og udbytte, ønsker de at hjælpe med at afprøve samt dokumentere, så den derved kan komme flere i den danske almene boligsektor til gode.



### Effekt

Regeringens mål om at blive CO<sub>2</sub>-neutral 2050 skal tænkes ind i byggebranchen, også hos boligforeninger, og hvis denne målsætning skal opnås, er man nødt til at kigge på vedvarende energiløsninger og energioptimering og -renovering af de enkelte kommuners boligsektor.

Energinet offentliggjorde som en del af deres miljørapport fra 2020, hvad en danskproduceret kilowatt-time strøm udledte af CO<sub>2</sub> i 2019. Resultatet lød på 135 gram CO<sub>2</sub> pr. kWh, hvilket slog rekord som den laveste CO<sub>2</sub>-udledning nogensinde. I 2018 var tallet på 194 gram CO<sub>2</sub> pr. kWh, mens det i 1990 var over 1000 CO<sub>2</sub> pr. kWh. Det går derfor den rigtige vej, men værdien skal reduceres yderligere, hvis regeringens mål om at blive CO<sub>2</sub>-neutrale i 2050 skal opnås.

Frederikshavn Boligforening er ambitiøse når det kommer til bæredygtighed, og derfor ønsker de at registrere, hvad deres CO<sub>2</sub>-aftryk vil være pr. kWh for Afd. 6, når der installeres systemet bestående af et solcelleanlæg og et flowbatteri, hvormed de kan dække 56 % af deres årlige elforbrug via egenproduktion, svarende til 137.500 kWh/år. Det betyder, at de kan nedbringe deres årlige CO<sub>2</sub>-aftryk med 18.562,500 kg. Heraf er det interessant at undersøge, hvad deres samlede CO<sub>2</sub>-aftryk pr. kWh vil lyde på. Tallet vil formodentligt ligge væsentligt under landsgennemsnittet fra 2019 på 135 gram CO<sub>2</sub> pr. kWh, men ved at

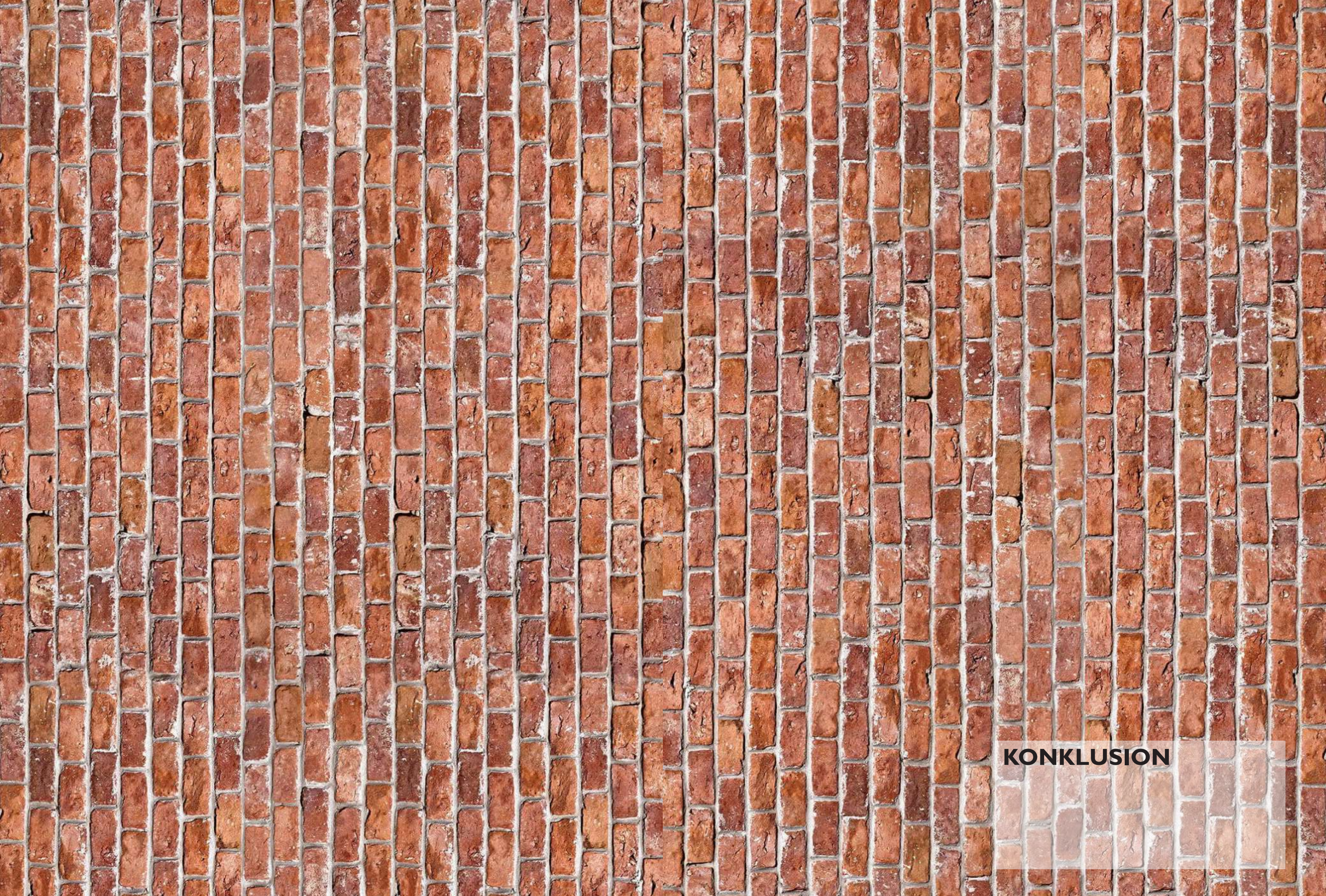
foretage faktiske målinger kan de fastlægge helt nøjagtigt, hvad CO<sub>2</sub>-aftrykket er for strømforbruget i Afd. 6. Og dette resultat for CO<sub>2</sub>-aftrykket er interessant i flere henseender, da det efterfølgende kan anvendes til bl.a. at udbrede systemet til både boligforeninger og erhverv. Derudover kan resultatet anvendes som eksempel på et tiltag på vejen mod en CO<sub>2</sub>-neutral drift.

### Dokumentation

På baggrund af ovenstående analyse for et solcelleanlæg kombineret med et flowbatteri kan det konkluderes, at denne løsning vil medføre en besparelse på 137.500 kWh/år, mens CO<sub>2</sub>-aftrykket vil blive reduceret med 18.562,500 kg CO<sub>2</sub> Ækvivalenter.

Men for at dokumentere den reelle effekt af implementeringen af den nye teknologi med solceller og et flowbatteri, der kan lagre produktionen fra solcellerne i Afd. 6 Koktved hos Frederikshavn Boligforening, skal der måles og registreres forbrugs- og produktionsdata på både solceller, batteri og hos boligforeningen. Registreringerne skal foregå over 12 måneder så de kan sammenlignes med tidligere års forbrug, inden implementeringen af solceller og flowbatteri. På den måde bliver det muligt at sammenholde den forventede/beregne CO<sub>2</sub>-besparelse med den reelle.



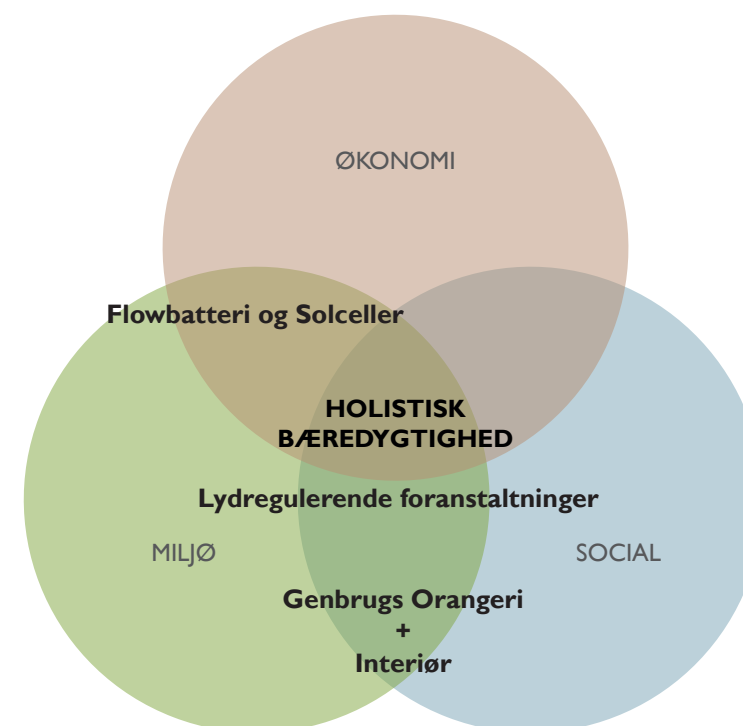


# KONKLUSION



Modul	A1-A3			A4-A5		B1-B7							C1-C4				D
Livscyklus-faser	Produkt			Bygge-proces		Brug							Endt levetid				Uden for system-grænse
Processer	Råmaterialer	Transport	Produktion	Transport	Overførelse/montering	Brug	Vedligeholdelse	Reparation	Udskifting	Renovering	Energiforbrug til drift	Vandforbrug til drift	Nedtagning/nedrivning	Transport	Affaldsbehandling	Bortskæffelse	Potentiale for genanvendelse, genvinding og genbrug
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	

Figur 26 - Berørte livscyklusfaser



Figur 27 - Indplacering af tiltagene, ifht. holistisk bæredygtighed

## KONKLUSION

Som opsummering på bæredygtighedsanalysen kan man kigge på hvilke af de 5 livscyklusfaser, fordelt over 17 processer, defineret i den europæiske standard EN 15978:2011, (se ovenstående diagram) som tiltagene i denne bæredygtighedsanalyse berører.

Ved at genanvende materialer fra den eksisterende bygningsmasse i Frederikshavn Boligforening afd. 6, sparer man hele produktfasen (A1-A3) samt transporten i byggeprocessen (A4). Dermed spares også det miljømæssige aftryk som dette ville give, hvis materialerne skulle produceres fra ny af og transporteres til byggepladsen.

### Holistisk bæredygtighed

I forhold til den helhedsorienterede måde at anskue bæredygtighed på, kan man sige at de analyserede tiltag resulterer i gevinster både indenfor den økonomiske, den miljømæssige og social bæredygtighed.

Helt konkret er de miljømæssige gevinster til at få øje på i hele tankegangen om at tænke byggeaffald som en ny ressource, og herudfra skabe tiltag der gør Frederikshavn Boligforenings afd. 6

mere attraktiv især i forhold til at skabe plads til øget fokus på fællesskabet både ude og inde.

Der er ingen tvivl om, at en af konsekvenserne af Covid-19 er det store sociale tomrum eller efterslæb der er skabt, og at lige netop fællesskabet man kan have med hinanden i en boligforening skal have langt større fokus fremadrettet. Med tiltag som et fælles upcyclet orangeri der kan danne rammen om et socialt mødested for foreningens beboere det meste af året, er der etableret forudsætninger for, at bygge eller genopbygge sociale relationer blandt beboerne i boligforeningen. Ligeledes vil udendørs interiør og nyttehaver også skabe rammer for, at de sociale relationer og interesse for at dyrke planter og grønt i boligforeningen.

I flere af tiltagene i bæredygtighedsanalysen er der omkostninger ved at etablere, dette er også belyst på side 44 med et budget for tiltagene. Forventningen er dog at disse vil resultere i en økonomisk gevinst for Frederikshavn Boligforening på den lange bane, både i forhold til at tiltrække beboere til deres boliger i afd. 6, men samtidig er tiltagene også med til at skabe et ejerskab

til de grønne fællesskaber, og dermed fastholde beboerne i afd. 6 i længere tid. Færre fraflytninger vil betyde færre omkostninger for boligforeningen, og skal ses som en økonomisk gevinst. Derudover er der en forventning om konkrete økonomiske besparelser på beboernes forbrug via tiltagene med installation af solceller og flowbatteri. Her spiller flowbatteriet en central rolle i forhold til, at levere den lagrede produktion fra solcellerne til beboerne, når de har behov for det. Beboerne "nudges" til at holde øje med deres eget forbrug via smileypanel i samtlige lejligheder. Forventningen er derfor, at tiltagene beskrevet i analysen vil bidrage til en økonomisk mere bæredygtig afdeling i Frederikshavn Boligforening - både i forhold til forbrug, men også i forhold til at gøre afd. 6 attraktiv ved netop at profilere den på de bæredygtige tiltag, samt de sociale miljøer der skabes.

Ved at tage udgangspunkt i byggeaffald som en ressource er der flere af de beskrevne tiltag i analysen der kan blive omkostningstunge, især der hvor genanvendelse kræver sanering og tildannelse af materialer. Miljømæssigt er der gevinster ved samtlige tiltag, hvilket også er belyst i uddrag af LCA-beregningerne for de forskellige tiltag. Den samlede CO<sub>2</sub>-besparelse for samtlige

tiltag belyst i analysen udgør hvad der svare til ca. 40 ton CO<sub>2</sub> ekvivalenter, for de tre tiltag vedr. genbrug og genanvendelse. Derudover er der en årlig besparelse på ca. 18.5 tons CO<sub>2</sub>.

Hertil kommer at der også at der er CO<sub>2</sub> at spare i forhold til transporten fra produktion til byggeplads, idet byggematerialerne er på byggepladsen fra start af. Denne gevinst har dog ikke været mulig at beregne idet det ikke er muligt at angive. Ved valget af solceller og den beskrevne type batteri, er der endvidere tænkt i de miljømæssige perspektiver, idet flowbatteriet har en dobbelt så lang levetid som lignende batterier på markedet, og størstedelen af batteriet kan genanvendes efter endt levetid.

De tiltag der skal fremme den sociale bæredygtighed give en "engangs-besparelse" på CO<sub>2</sub>, mens solceller og flowbatteri vil give en årlig tilbagevendende besparelse, hvor man ud fra logging af forbrugsdata kan optimere solceller og batteri i forhold til dette.



Tiltag	Antal [stk.]	Økonomisk bæredygtighed		Besparselsen [kWh/år]	CO2-besparelse [kg CO2-eq]
		Etableringsomkostninger [kr./stk.]	Etableringsomkostninger i alt [kr. incl. moms]		
<b>Social bæredygtighed</b>					
Orangeri	2	495.000,00 kr.	990.000,00 kr.	-	39768,26
Interiør	18	5.000,00 kr.	90.000,00 kr.	-	398,88
Lydregulerende tiltag	1	110.000,00 kr.	110.000,00 kr.	-	92,51
<b>Miljømæssig Bæredygtighed</b>					
Flowbatteri	1	788.635,00 kr.	985.793,75 kr.	49402 kWh	6669,27
Solcelleanlæg	1	1.643.080,00 kr.	2.053.850,00 kr.	88098 kWh	11893,23
<b>Total</b>			<b>4.229.643,75 kr.</b>		<b>58822,15</b>

Figur 28 - Samlet skema for konklusion - omkostninger og besparelser

<b>Første år</b>	<b>58,82 ton CO2-eq</b>
<b>Følgende år</b>	<b>18,56 ton CO2-eq</b>

På baggrund af denne bæredygtigheds analyse kan vi konstatere, at følgende bæredygtige tiltag kan udføres i forbindelse med Frederikshavn Boligforenings renovering af afd. 6 Koktved.

De 4 bæredygtighedstiltag har en samlet CO<sub>2</sub> besparelse på Ca. 58,82 t CO<sub>2</sub> det første år og derefter 18,56 t CO<sub>2</sub> de følgende år den samlede pris for disse tiltag er 4.229.643,75 kr. incl. moms.

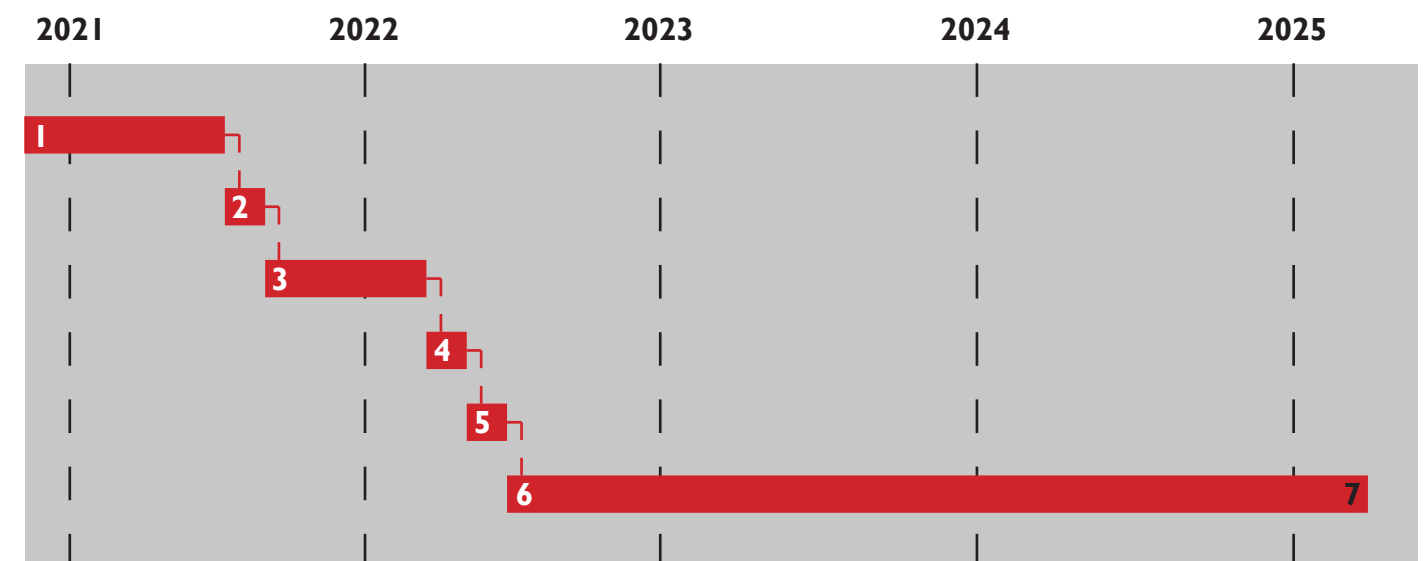
Tiltagene kan udføres som en tilføjelse til eksisterende helhedsplan, og medfører ingen yderligere omkostninger i entreprise budgettet eller forsinkelser i eksisterende tidsplan. Dette skyldes, at det genanvendelige batteri kan placeres i kælderen og tilsluttes helhedsplanens CTS system. Ligeledes kan solcellerne placeres på taget og dermed få en øst/vest orientering, hvilket vil medføre en kontinuerlig vedvarende energiproduktion.

Materialerne til orangerierne, interiør og de lyd regulerende tiltag skal i forvejen tages ud af bygningen, og i stedet for at disse køres bort vil de indgå i de bæredygtige tiltag.



**TIDSPLAN**





Figur 29 - Tidsplan for renoveringsprojekt

## TIDSPLAN

Tidsplanen er udarbejdet ud fra erfaring med andre byggeprojekter med samme kompleksitet og størrelse. Der vil derfor kunne forekomme forskydninger og forsinkelser i forbindelse med den videre projektering.

- 1 - Underskriver rådgiveraftale for udbudsmateriale i totalentreprise - juni 2021.
- 2 - Forventet endelig afstemning på afdelingsmøde - juli 2021.
- 3 - Totalentreprise udbud udarbejdes - juli 2021 - marts 2022
- 4 - Forventet Byråds godkendelse af skema B - marts 2022
- 5 - Forventet underskrift med totalentreprenør - Ultimo maj 2022.
- 6 - Forventet arbejdsopstart - september 2022.
- 7 - Forventet aflevering af renoveringsprojektet - januar 2025.





## **REVIDERET BUDGET**



## Frederikshavn Boligforening Afd. 6, Koktved

Frederikshavn Boligforening Afd. 6, Koktved														
Jnr:		103023		LBF nr. 0157 -Plantagevej 20-38 og Finnsvej 50-62 - Helhedsplan - Til drøftelse med LBF										
Dato: maj 2021 init. PEBS REV 21.05.2021														
Kalkulationsindeks: 105,1 (01/2019) - Alle priser inkl. moms.														
Helhedsplan etape 1														
BSF	GRÅ FELTER UDFYLDES	Enh.	Antal	Enh. pris	Total		Opretning	Miljø	Ombygning / Sammenlægn.	Tilgængelighed	Modernisering	Vedligeholdelse	Fordelte arbejder (automatisk)	
					inkl. moms	inkl. moms								
<b>01 Emne: Tag</b>														
01	Demontering af tagplader	m2	2882	112	100%	322.784					100%	322.784		
01	Konstruktiv opretning af tagkonstruktionen og udluftning	m2	2882	381	100%	400.000	100%	400.000						
01	Nye tagdækninger og underlag, sort tagpap med lister incl. Udhæng	m2	2883	814	100%	2.346.762					100%	2.346.762		
01	Efterisolering af loftkonstruktioner til samlet 400mm.	m2	2499	398	100%	994.602					100%	994.602		
01	Nye ovenlys med røgudluftningsfunktion i trapperum – ekskl. installation	stk	16	26.090	100%	417.440					100%	417.440		
01	Nye tagrender og nedløb (40 nedløb)	lbm	428	1.286	100%	550.408					100%	550.408		
01	Tagflade over stue	m2	325	1.710	100%	555.750					100%	555.750		
10	Sanering af tagrum for asbest	m2	2882	875	100%	2.521.750	30%	756.525			70%	1.765.225		
					100%	<b>8.109.496</b>		<b>1.156.525</b>				<b>6.952.971</b>		
<b>02 Emne: Kælder og betonfundering</b>														
06	Nedbrydning og genetablering af trappevanger	stk	22	37.337	100%	821.414	50%	410.707			50%	410.707	410.707	
06	Ophugning af kældergulv	m2	1900	1.000	100%	1.900.000	30%	570.000			70%	1.330.000		
06	Genetablering af kældergulve	m2	1900	2.000	100%	3.800.000	30%	1.140.000			70%	2.660.000		
06	Understøtning af indvendige vægge og fundamenter	stk	8	200.000	100%	1.600.000	50%	800.000			50%	800.000	800.000	
06	Understøtning af kælderydervægge og fundamenter	lbm	624	15.500	100%	9.672.000	50%	4.836.000			50%	4.836.000	4.836.000	
06	Udbering af sætningsrevner i kældervægge pr blok	stk	8	39.062	100%	312.496	50%	156.248			50%	156.248	156.248	
06	Punktfundamenter ved altan /stue	stk	32	5.000	100%	160.000	50%	80.000			50%	80.000	80.000	
06	Fundament for elevator	stk	5	155.000	100%	775.000			33%	255.750	34%	263.500	255.750	
					100%	<b>19.040.910</b>		<b>7.992.955</b>		<b>255.750</b>		<b>263.500</b>	<b>10.528.705</b>	
<b>03 Emne: Facader</b>														
02	Demontering af gavle	m2	1699	59	100%	100.241	50%	50.121			50%	50.121	50.121	
02	Demontag og Efteriso. og opmuring med 200mm skalmur	m2	5013	2.121	100%	10.632.573	50%	5.316.287			50%	5.316.287	5.316.287	
02	Etablering og fremrykning af nye vindues- dørlysnings	lbm	714	1.000	100%	714.000	50%	357.000			50%	357.000	357.000	
02	Etablering af nye dørfalse ved entredøre	stk	16	126	100%	2.016	50%	1.008			50%	1.008	1.008	
02	Retablering af sokkel efter opretningsarbejder	m2	585	1.431	100%	837.135	50%	418.568			50%	418.568	418.568	
					100%	<b>12.285.965</b>		<b>6.142.983</b>				<b>6.142.983</b>	<b>6.142.983</b>	
<b>04 Emne: Vinduer og døre</b>														
03	Nye opgangsdøre i terræn ved tilgængelighedsboliger	stk	5	40.552	100%	202.760			33%	66.911	34%	68.938	33%	66.911
03	Vinduer i facaden	stk.	336	4.000	100%	1.344.000					100%	1.344.000		
03	Vinduespartier ved altaner	stk.	60	27.859	100%	1.671.540	49%	819.055			51%	852.485		
03	Vinduespartier ved altaner ved sammenlagte og tilgængelige boliger	stk.	36	27.859	100%	1.002.924	49%	491.433			51%	511.491		
					100%	<b>4.221.224</b>		<b>1.310.487</b>		<b>66.911</b>		<b>68.938</b>	<b>2.774.887</b>	
<b>06 Emne: Afløbsinstallationer</b>														
08	Udskiftning af afløbsinstallation i kælder og gennem fundament	stk	8	210.815	100%	1.686.520					100%	1.686.520		
					100%	<b>1.686.520</b>						<b>1.686.520</b>		
<b>07 Emne: Ventilation</b>														
09	Ventilationsanlæg med Genvex	stk.	102	49.065	100%	5.004.630	50%	2.502.315			50%	2.502.315	2.502.315	
					100%	<b>5.004.630</b>		<b>2.502.315</b>				<b>2.502.315</b>	<b>2.502.315</b>	
<b>08 Emne: VVS installationer</b>														
09	Udskiftning af vandinstallation i kælder	stk	8	134.535	100%	1.076.280					100%	1.076.280		
					100%	<b>1.076.280</b>						<b>1.076.280</b>		
<b>09 Emne: Altan</b>														
09	Demontering af eksist. altaner	stk	96	5.370	100%	515.520					100%	515.520		
04	Nye altaner incl. Gelænder	stk	66	19.875	100%	1.311.750	50%	655.875			50%	655.875	655.875	
04	Nye altaner incl. Gelænder ved tilgængelige boliger	stk	30	19.875	100%	596.250			33%	196.763	34%	202.725	196.763	
04	Ny altan incl. Gelænder ved type F	stk	3	25.350	100%	76.050					100%	76.050		

Figur 30 - Budget for renoveringsprojekt - Pyjamasark.



## Frederikshavn Boligforening Afd. 6, Koktved

Jnr: 103023 LBF nr. 0157 -Plantagevej 20-38 og Finnsvej 50-62 - Helhedsplan - Til drøftelse med LBF

Dato: maj 2021 init. PEBS REV 21.05.2021

Kalkulationsindeks: 105,1 (01/2019) - Alle priser inkl. moms.

### Helhedsplan etape 1

BSF	GRÅ FELTER UDFYLDES	Enh.	Antal	Enh. pris	Total		Opretning	Miljø	Ombygning / Sammenlægn.	Tilgængelighed	Modernisering	Vedligeholdelse	Fordelte arbejder (automatisk)							
					inkl. moms	inkl. moms														
					100%	2.499.570	655.875		196.763	202.725	1.444.208		852.638							
	<b>10 Emne: Lejligheder med tilgængelighed- 30 boliger (2.592 m2)</b>																			
10	Ombygning boliger(gulve, døre, vægge og overflader)	boliger	30	169.800	100%	5.094.000			33%	1.681.020	34%	1.731.960	33%	1.681.020	1.681.020					
07	Ombygning af boliger - ikke støttet	boliger	30	175.000	100%	5.250.000					50%	2.625.000	50%	2.625.000						
07	Badeværelser ombygning	boliger	30	86.300	100%	2.589.000			33%	854.370	34%	880.260	33%	854.370	854.370					
09	Udskiftning af varmeinstallationen	boliger	30	40.000	100%	1.200.000			33%	396.000	34%	408.000	33%	396.000	396.000					
09	El installationer	boliger	30	40.000	100%	1.200.000			33%	396.000	34%	408.000	33%	396.000	396.000					
10	Nye køkkener	boliger	30	68.000	100%	2.040.000			33%	673.200	34%	693.600	33%	673.200	673.200					
10	Nye reposer ved elevatorer – kælder, stue, 1. og 2. sal	stk	15	49.592	100%	743.880			33%	245.480	34%	252.919	33%	245.480	245.480					
09	Nye elevatorer – 5 stk. med 4 stop – ekskl. Installationer	stk	5	524.999	100%	2.624.995			33%	866.248	34%	892.498	33%	866.248	866.248					
					100%	20.741.875			5.112.319	5.267.238	7.737.319	2.625.000	5.112.319							
	<b>11 Emne: Lejligheder med sammenlægning- 9 til 6 boliger</b>																			
10	Ombygning boliger(gulve, døre, vægge og overflader)	boliger		344.800	100%				33%		34%		33%							
07	Badeværelser ombygning	boliger		86.300	100%				33%		34%		33%							
09	Udskiftning af varmeinstallationen	boliger		40.000	100%				33%		34%		33%							
10	Nye køkkener	boliger		68.000	100%				33%		34%		33%							
09	El installationer	boliger		40.000	100%				33%		34%		33%							
					#####															
	<b>12 Emne: lejligheder med renovering, 63 boliger</b>																			
10	Ombygning af bolig	boliger	72	97.217	100%	6.999.624					100%	6.999.624								
07	Badeværelser ombygning	boliger	72	86.300	100%	6.213.600					100%	6.213.600								
09	Udskiftning af varmeinstallationen	boliger	72	40.000	100%	2.880.000					100%	2.880.000								
09	Nye køkkener	boliger	72	68.000	100%	4.896.000					100%	4.896.000								
09	El installationer	boliger	72	40.000	100%	2.880.000					100%	2.880.000								
05	Udskiftning af trægulve incl. følgearbejder (tillæg)	m2	5400	1.280	100%	6.912.000					100%	6.912.000								
10	Skimmesanering af boliger	stk	102	7.950	100%	810.900	50%	405.450			50%	405.450		405.450						
					100%	31.592.124	405.450				31.186.674		405.450							
	<b>13 Emne: Miljø</b>																			
06	Udv. Trapper og rampeanlæg ved terræn	stk	5	99.759	100%	498.795				100%	498.795									
10	Nye stisystemer mellem bygninger for tilgængelighed i terræn	m2	450	1.250	100%	562.500				100%	562.500									
10	Nye stisystemer mellem bygninger incl. fælles terrasser	m2	550	1.250	100%	687.500	100%	687.500												
10	Trykhedskabende belysning	sum	1	359.215	100%	359.215	100%	359.215												
10	Nye beplantninger: græs, hække, buske, træer m.v. inkl. jordarbejder	sum	2	125.000	100%	250.000	100%	250.000												
10	Inventar i terræn (legepladser, siddeplinte, bænke og borde m.v.)	sum	3	150.000	100%	450.000	100%	450.000												
10	Tilgængelighed ved fælleshuset	sum	1	150.000	100%	150.000	100%	150.000												
10	Ombygning af toiletforhold i fælleshus	sum	1	150.000	100%	150.000	100%	150.000												
10	CTS anlæg	sum	99	80.000	100%	7.920.000					100%	7.920.000								
					100%	11.028.010		2.046.715		1.061.295	7.920.000									
	Håndværkerudgift i alt inkl. moms					117.286.604	20.166.590	2.046.715	5.631.742	6.863.696	79.952.861	2.625.000	21.621.320	56.330.062						
	Byggepladsomkostninger og vinterforanstaltninger %	5%				5.864.330	1.008.329	102.336	281.587	343.185	3.997.643	131.250	1.081.066							
	<b>Håndværkerudgift i alt inkl. byggeplads og moms</b>					<b>123.150.934</b>	<b>21.174.919</b>	<b>2.149.051</b>	<b>5.913.329</b>	<b>7.206.881</b>	<b>83.950.504</b>	<b>2.756.250</b>	<b>22.702.386</b>							
	Omkostninger % (skal detaljeres inden skema A)	20%				24.630.187	4.234.984	429.810	1.182.666	1.441.376	16.790.101	551.250	4.540.477							
	Genhusning, information m.v. (30 støttede boliger x tkr. 50)					1.500.000	926.148		258.637	315.214										
	Genhusning, information m.v. (72 ustøttede boliger x tkr. 50)					3.600.000						3.600.000								
					100%	152.881.121	17%	26.336.052	2%	2.578.861	5%	7.354.632	6%	8.963.471	66%	100.740.605	5%	6.907.500	27.242.863	152.881.122



Frederikshavn Boligforening Afd. 6, Koktved																				
Jnr:	103023		LBF nr. 0157 -Plantagevej 20-38 og Finnsvej 50-62 - Helhedsplan - Til drøftelse med LBF																	
Dato: maj 2021 init. PEBS REV 21.05.2021																				
Kalkulationsindeks: 105,1 (01/2019) - Alle priser inkl. moms.			Helhedsplan etape 1																	
BSF	GRÅ FELTER UDFYLDES	Enh.	Antal	Enh. pris	Total	Opretning	Miljø	Ombygning / Sammenlægn.	Tilgængelighed	Modernisering	Vedligeholdelse	Fordelte arbejder (automatisk)								
				inkl. moms	inkl. moms															
	Fordelte arbejder (udfyldes af LBF)					20.146.868		3.547.997	3.547.997						27.242.863					
	Inkl. fordelte arbejder				72.475.879	46.482.919	2.578.861	10.902.630	12.511.469											
	Samlede udgifter - støttede og usøttede arbejder	bolig	102	1.498.835	100%	152.881.121	17%	26.336.052	2%	2.578.861	5%	7.354.632	6%	8.963.471	66%	100.740.605	5%	6.907.500		27.242.863
	Samlede udgifter - støttede arbejder	bolig	102	443.461	100%	45.233.016	58%	26.336.052	6%	2.578.861	16%	7.354.632	20%	8.963.471						
	Samlede udgifter - ustøttede arbejder	bolig	102	1.055.374	100%	107.648.105								94%	100.740.605	6%	6.907.500			





## **BILAG**

- **LCAbyg - Rapport**
- **Smiley manual**



## FREDERIKSHAVN BOLIGFORRENING

## Indholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Stamdata</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Miljøprofil</b>	<b>3</b>
2.1	Miljøprofil alle indikatorer . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Detaljerede resultater</b>	<b>5</b>
3.1	Materialer . . . . .	5
3.1.1	Grupper, bygningsdele, konstruktioner (A1-3, B4, C3-4) . . . . .	5
3.1.2	Byggevarer, faser (A1-3, B4, C3-4, D) . . . . .	8
3.2	Byggeproces (A4-5) . . . . .	11
3.2.1	Transport af byggevarer til byggeplads . . . . .	11
3.2.2	Transport til byggeplads (A4) . . . . .	12
3.2.3	Spild (A5) . . . . .	13
3.2.4	Energiforbrug og transport på byggeplads (A5) . . . . .	14
3.3	Resultater for alle indikatorer . . . . .	15
3.3.1	Grupper (alle indikatorer) . . . . .	15



## 1 Stamdata

Her vises både informative oplysninger om projektet og nogle overordnede beregningsforudsætninger. Bygningens arealer, betragtningsperiode og start år indgår som beregningsforudsætning i hele livscyklussen. Indtastninger for energi til bygningsdrift og energiforbrug på byggepladsen er forudsætninger for de respektive livscyklusfaser.

Fil	
Brugergrænseflade version	1.0.5
Beregningskerne version	3.0.0
Database version	0.0.1
Oprettelses dato	2021-06-29 12:49:44

Projekt	
Projektitel	Frederikshavn Boligforretning
Adresse	
Bygherre/ejer	
Bygningstype	Andet
Ansvarlig for livscyklusvurdering	
Version af bygningsreglement	

Bygning	
Etagerealt over terræn	0.0 m <sup>2</sup>
Etagerealt over terræn	0 etage(r)
Etagenhøjde	0.0 m
Kælderetager	0 etage(r)
Grundens areal	0.0 m <sup>2</sup>
Udeareal	0.0 m <sup>2</sup>

Beregningsforudsætninger	
Beregningstype	Normal
År for ibrugtagning	2020
Betragtningsperiode	50 år
Opvarmet areal	1000.0 m <sup>2</sup>
Etagerealt	1000.0 m <sup>2</sup>

Bygningsdrift og energiforsyning	
Energiklasse	Energiramme lavenergi (BR18)
Driftsforbrug varme	0.0 kWh/m <sup>2</sup> år
Driftsforbrug el	0.0 kWh/m <sup>2</sup> år
Eksporteret el	0.0 kWh/m <sup>2</sup> år
Elforsyning	Naturgas - Fremskrivning 2020-2040
Varmeforsyning	El - Fremskrivning 2020-2040

Energiforbrug på byggepladsen	
Driftsforbrug varme	0.0 kWh
Driftsforbrug el	0.0 kWh
Elforsyning	Naturgas - Fremskrivning 2020-2040
Varmeforsyning	El - Fremskrivning 2020-2040

Bygge- og anlægsmaskiner	
Diesel (maskiner)	0.0 liter
Jord flyttet i gravemaskine	0.0 m <sup>3</sup>

## 2 Miljøprofil

Tabellen viser de vigtigste nøgletal fra projektet. Nøgletallene er fordelt på de 9 indikatorer som LCAbyg understøtter, samt fordelt for de enkelte livscyklusfaser der udgør bygningens miljøprofil. Miljøprofilen er givet for den totale udledning samt pr. kvadratmeter etageareal pr. år, hvilket gør resultaterne sammenlignelige med andre projekter, forudsat at disse er angivet med samme enhed.

Af nederstående tabel findes den mest anvendte indikator, GWP. De resterende 8 fra LCAbyg findes på næste side.

	GWP Pr. referenceenhed [kgCO <sub>2</sub> -eq/m <sup>2</sup> pr. år]	GWP Total [kgCO <sub>2</sub> -eq]
Sum projekt	0.4	19998.31
Sum materialer (A1-3, A4, A5, B4, C3-4)	0.4	19998.31
Produkt (A1-3)	0.23	11377.41
Transport til byggeplads (A4)	0.0	0.0
- Transport (byggevarer)	0.0	0.0
- Transport (jord, byggeaffald, oplagring mv.)	0.0	0.0
Opførelse / montering (A5)	0.0	0.0
- El i byggeproces	0.0	0.0
- Fjernvarme i byggeproces	0.0	0.0
- Brændstof i byggeproces	0.0	0.0
- Transport på byggepladsen	0.0	0.0
- Spild	0.0	0.0
Udskiftninger (B4)	0.12	6094.53
Energiforbrug til drift (B6)	0.0	0.0
- El til drift	0.0	0.0
- Varme til drift	0.0	0.0
Endt levetid (C3-4)	0.05	2526.37



## 2.1 Miljøprofil alle indikatorer

Tabellens resultater er analog til nøgletal i 2.1, men med alle indikatorer.

Beskrivelse	Moduler	GWP kgCO <sub>2</sub> -eq	ODP kgR11-eq	POCP kgethene-eq	AP kgSO <sub>2</sub> -eq	EP kgPO <sub>4</sub> -eq	ADPE kgSb-eq	ADPF MJ	PE <sub>tot</sub> kWh
Sum projekt	A1-3, A4, A5, B4, B6	19998,31	0,0	5,16	53,23	8,42	0,14	316639,2	0,0
Sum materialer	A1-3, A4, A5, B4, C3-4	19998,31	0,0	5,16	53,23	8,42	0,14	316639,2	0,0
Produkt	A1-3	11377,41	0,0	3,26	30,85	4,77	0,09	205387,7	0,0
Transport	A4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Transport (byggevarer)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Transport (jord, byggeaffald, oplagring mv.)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Opførelse / montering	A5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-El i byggeprocess		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Fjernvarme i byggeprocess		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Brændstof i byggeprocess		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Spild		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Udskiftninger	B4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Energiforbrug til drift	B6	6094,53	0,0	1,76	20,25	3,27	0,05	106516,55	0,0
-El til drift	(Indgår i B6)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Varme til drift	(Indgår i b6)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Endt levetid	C3-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Projektet	D	2526,37	0,0	0,14	2,12	0,38	0,0	4734,95	0,0

## 3 Detaljerede resultater

### 3.1 Materialer

#### 3.1.1 Grupper, bygningsdele, konstruktioner (A1-3, B4, C3-4)

Liste med alle grupper og tilhørende bygningsdele, konstruktioner og byggevarer i projektet. Der oplyses den indtastede mængde i datasættet og den mængde, materialet indgår i projektet med. Hvis disse mængder ikke anføres i vægtenheder, kan den samlede vægt ses i den respektive kolonne. Levetiden bestemmer, hvor mange udskiftninger der forekommer i betragningsperioden. Værdier er summen for hele projektet og betragningsperioden.

Navn	Indtastet mængde	Beregnet mængde	Vægt [kg]	Levetid [år]	Antal udskiftninger	GWP [kgCO <sub>2</sub> -eq]
■ Fundamenter			14136,0			1083,82
■ Randfundamenter			14136,0			1083,82
■ Beton fra altandæk (sokkel og fundament)			14136,0			1083,82
■ Fundamenter	5,89 m <sup>3</sup>		14136,0			1083,82
■ Beton C20/25, fabriksbeton og betonelementer	1,0 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	5,89 m <sup>3</sup>	14136,0	120		1083,82
■ Ydervægge			17606,88			5299,16
■ Ydervægge			17606,88			5299,16
■ Mursten			17606,88			5299,16
■ Mursten (gavle i orangeri)	4,9 m <sup>3</sup>		8820,0			2654,57
■ Teglsten, formur	1,0 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	4,9 m <sup>3</sup>	8820,0	80		2654,57
■ Mursten (belægning i orangeri)	45,2 m <sup>2</sup>		8786,88			2644,6
■ Teglsten, formur	0,11 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	4,88 m <sup>3</sup>	8786,88	80		2644,6
■ Dæk			154,55			114,67
■ Etagedæk			154,55			114,67
■ Trægulv			154,55			114,67



Navn	Indtastet mængde	Beregnet mængde	Vægt [kg]	Levetid [år]	Antal udskiftninger	GWP [kgCO <sub>2</sub> -eq]
Træ fra tremmerum	0.07 m <sup>3</sup>		0.82			0.3
Træ, fyrretræ (12% fugt / 10,7% H <sub>2</sub> O)	0.02 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.0 m <sup>3</sup>	0.82	80		0.3
Trægulv (interiør)	2.81 m <sup>2</sup>		29.38			21.86
Trægulv, stavparket, 22 mm	0.91 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	2.56 m <sup>2</sup>	29.38	80		21.86
TRægulv (akustik)	11.89 m <sup>2</sup>		124.34			92.51
Trægulv, stavparket, 22 mm	0.91 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	10.81 m <sup>2</sup>	124.34	80		92.51
Tage			107.65			58.66
Tage			107.65			58.66
Træ fra tagkonstruktion (statistiske rammer)			107.65			58.66
Konstruktionstræ (statistiske rammer i orangeri)	185.0 m <sup>2</sup>		107.65			58.66
Konstruktionstræ, KVH-kvalitet (15% fugt / 13% H <sub>2</sub> O)	0.0 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.2 m <sup>3</sup>	107.65	120		58.66
Vinduer, døre, glasfacader			1677.47			6725.11
Vinduer			1339.07			5472.17
Vinduesglas(termoruder)			1339.07			5472.17
Vinduesglas (thermoruder)	44.64 m <sup>2</sup>		1339.07			5472.17
3-lags-rude	1.0 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	44.64 m <sup>2</sup>	1339.07	40	1	5472.17
Døre			338.4			1252.94
Døre			338.4			1252.94
Dør, hoveddør	4.0 stk.		338.4			1252.94

side 6af 15

Navn	Indtastet mængde	Beregnet mængde	Vægt [kg]	Levetid [år]	Antal udskiftninger	GWP [kgCO <sub>2</sub> -eq]
Dør, alu, hoveddør	1.8 m <sup>2</sup> /stk.	7.2 m <sup>2</sup>	338.4	50		1252.94
El- og mekaniske anlæg			1337.6			6716.88
Belysning			1337.6			6716.88
Polycarbonat plader/overlys ( tag til orangeri)			1337.6			6716.88
Ovenlyskuppel, plast (komplet ovenlys)	38.0 m <sup>2</sup>		1337.6			6716.88
Ovenlyskuppel, plast (komplet ovenlys)	1.0 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	38.0 m <sup>2</sup>	1337.6	40	1	6716.88

side 7af 15



3.1.2 Byggevarer, faser (A1-3, B4, C3-4, D)

Oversigt over de anvendte byggevarer og de faser, til vurdering af, hvilke data, der blev brugt til beregning af resultater for de resultater, som er relateret til materialer. Datatypen kan være generisk, gennemsnitlig, repræsentativ eller Specifikt. Kilde er enten Ökobaudat (med link) eller Bruger, hvis der blev indtastet EPD. Bemærk, at link'et henviser til det aktuelle datasæt på Ökobaudat hjemmesiden og ikke nødvendigvis det anvendte datasæt i projektet. Værdier er summen for hele projektet og betragtningsperioden.

Fase	Link	Kilde	Udløbsdata	UUID	Version	Enhed	GWP [kgCO <sub>2</sub> -eq]
<b>Beton C20/25, fabriksbeton og betonelementer</b>							
1							
1.1	<a href="#">link</a>	GenDk	2023-01-01	d9fd76f0-190d-437d-bb07-549963b32d65	00.02.000	1.0 m <sup>3</sup>	178.0
1.2	<a href="#">link</a>	GenDk	2023-01-01	d9fd76f0-190d-437d-bb07-549963b32d65	00.02.000	1.0 m <sup>3</sup>	6.01
1.3	<a href="#">link</a>	GenDk	2023-01-01	d9fd76f0-190d-437d-bb07-549963b32d65	00.02.000	1.0 m <sup>3</sup>	-21.4
2							
<b>Teglsten, formur</b>							
2.1	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	f74a19da-df9a-4462-a632-3b3dc83377b1	20.19.120	1.0 m <sup>3</sup>	528.54
2.2	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	f74a19da-df9a-4462-a632-3b3dc83377b1	20.19.120	1.0 m <sup>3</sup>	13.21
2.3	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	f74a19da-df9a-4462-a632-3b3dc83377b1	20.19.120	1.0 m <sup>3</sup>	-3.7
3							
<b>Teglsten, formur</b>							
3.1	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	f74a19da-df9a-4462-a632-3b3dc83377b1	20.19.120	1.0 m <sup>3</sup>	528.54
3.2	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	f74a19da-df9a-4462-a632-3b3dc83377b1	20.19.120	1.0 m <sup>3</sup>	13.21
3.3	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	f74a19da-df9a-4462-a632-3b3dc83377b1	20.19.120	1.0 m <sup>3</sup>	-3.7
4							
<b>Træ, fyrretre (12% fugt / 10,7% H2O)</b>							
4.1	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	aea021e8-7e2f-4f6b-ae3f-a76cba4c5d6e	20.19.120	1.0 m <sup>3</sup>	-783.13
4.2	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	aea021e8-7e2f-4f6b-ae3f-a76cba4c5d6e	20.19.120	1.0 m <sup>3</sup>	985.05
4.3	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	aea021e8-7e2f-4f6b-ae3f-a76cba4c5d6e	20.19.120	1.0 m <sup>3</sup>	-260.33
5							
<b>Trægulv, stavparket, 22 mm</b>							
5.1	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	88619ce6-c0aa-43bd-9ac6-477b5d6ce442	20.20.010	1.0 m <sup>2</sup>	-15.05

Fase	Link	Kilde	Udløbsdata	UUID	Version	Enhed	GWP [kgCO <sub>2</sub> -eq]
5.2	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	88619ce6-c0aa-43bd-9ac6-477b5d6ce442	20.20.010	1.0 m <sup>2</sup>	23.6
5.3	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	88619ce6-c0aa-43bd-9ac6-477b5d6ce442	20.20.010	1.0 m <sup>2</sup>	-6.37
6							
<b>Trægulv, stavparket, 22 mm</b>							
6.1	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	88619ce6-c0aa-43bd-9ac6-477b5d6ce442	20.20.010	1.0 m <sup>2</sup>	-15.05
6.2	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	88619ce6-c0aa-43bd-9ac6-477b5d6ce442	20.20.010	1.0 m <sup>2</sup>	23.6
6.3	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	88619ce6-c0aa-43bd-9ac6-477b5d6ce442	20.20.010	1.0 m <sup>2</sup>	-6.37
7							
<b>Konstruktionstræ, KVH-kvalitet (15% fugt / 13% H2O)</b>							
7.1	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	703ecc32-59af-47e1-9c91-4a32afe3187f	20.19.120	1.0 m <sup>3</sup>	-640.28
7.2	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	703ecc32-59af-47e1-9c91-4a32afe3187f	20.19.120	1.0 m <sup>3</sup>	928.55
7.3	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	703ecc32-59af-47e1-9c91-4a32afe3187f	20.19.120	1.0 m <sup>3</sup>	-232.11
8							
<b>3-lags-rude</b>							
8.1	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	fä9f6670-3170-4597-92ab-a2fdec7f1451	20.20.010	1.0 m <sup>2</sup>	57.77
8.2	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	fä9f6670-3170-4597-92ab-a2fdec7f1451	20.20.010	1.0 m <sup>2</sup>	3.03
8.3	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	fä9f6670-3170-4597-92ab-a2fdec7f1451	20.20.010	1.0 m <sup>2</sup>	0.49
8.4	<a href="#">link</a>	GenDk	2022-01-01	fä9f6670-3170-4597-92ab-a2fdec7f1451	20.20.010	1.0 m <sup>2</sup>	-1.41
9							
<b>Dør, alu, hoveddør</b>							
9.1	<a href="#">link</a>	GenDk	2024-01-01	4d22a515-cfcc-4bcf-bbf9-a6e647bed9ab	00.00.007	1.0 m <sup>2</sup>	163.38
9.2	<a href="#">link</a>	GenDk	2024-01-01	4d22a515-cfcc-4bcf-bbf9-a6e647bed9ab	00.00.007	1.0 m <sup>2</sup>	10.52
9.3	<a href="#">link</a>	GenDk	2024-01-01	4d22a515-cfcc-4bcf-bbf9-a6e647bed9ab	00.00.007	1.0 m <sup>2</sup>	0.12
9.4	<a href="#">link</a>	GenDk	2024-01-01	4d22a515-cfcc-4bcf-bbf9-a6e647bed9ab	00.00.007	1.0 m <sup>2</sup>	-92.51
10							
<b>Ovenlyskuppel, plast (komplet ovenlys)</b>							
10.1	<a href="#">link</a>	GenDk	2024-01-01	2bf377b2-7923-4e05-b7a0-3c02e63d3476	00.00.007	1.0 m <sup>2</sup>	45.7



	Fase	Link	Kilde	Udløbsdata	UUID	Version	Enhed	GWP [kgCO <sub>2</sub> -eq]
10.2	C3	<a href="#">link</a>	GenDk	2024-01-01	2bf377b2-7923-4e05-b7a0-3c02e63d3476	00.00.007	1.0 m <sup>2</sup>	42.5
10.3	C4	<a href="#">link</a>	GenDk	2024-01-01	2bf377b2-7923-4e05-b7a0-3c02e63d3476	00.00.007	1.0 m <sup>2</sup>	0.18
10.4	D	<a href="#">link</a>	GenDk	2024-01-01	2bf377b2-7923-4e05-b7a0-3c02e63d3476	00.00.007	1.0 m <sup>2</sup>	-37.1

### 3.2 Byggeproces (A4-5)

#### 3.2.1 Transport af byggevarer til byggeplads

Tabellen viser klimapåvirkning fra transport af byggevarer til byggepladsen.

Navn	Lastbil [km]	Massegøsskib [km]	Containerskib [km]	Lasttog [km]	Kystskib [km]	Tog [km]	Pram [km]	GWP [kgCO <sub>2</sub> -eq]
------	--------------	-------------------	--------------------	--------------	---------------	----------	-----------	-----------------------------



**3.2.2 Transport til byggeplads (A4)**

Tabellen viser klimapåvirkning fra transport af andre materialer en byggevarer til byggepladsen.

Navn	Vægt [kg]	Lastbil [km]	Massegøsskib [km]	Containerskib [km]	Lasttog [km]	Kystskib [km]	Tog [km]	Pram [km]	GWP [kgCO <sub>2</sub> -eq]
------	-----------	--------------	-------------------	--------------------	--------------	---------------	----------	-----------	-----------------------------

**3.2.3 Spild (A5)**

Tabellen viser materialiespild under byggeprocessen, opgjort for grupper

Navn	Spild [%]	Beregnet spilmængde [kg]	Vægt [kg]	GWP [kgCO <sub>2</sub> -eq ]
------	-----------	--------------------------	-----------	------------------------------



### 3.2.4 Energiforbrug og transport på byggeplads (A5)

Tabellen viser transport under byggeproces, dvs. fra transport på byggeplads og i givet fald mellem byggepladsens lokaliteter.

Navn	Vægt [kg]	Lastbil [km]	Massegøsskib [km]	Containerskib [km]	Lasttog [km]	Kystskib [km]	Tog [km]	Pram [km]	GWP [kgCO <sub>2</sub> -eq]

### 3.3 Resultater for alle indikatorer

#### 3.3.1 Grupper (alle indikatorer)

Tabellen viser resultater for alle grupper med alle indikatorer. Resultatet er summen for hele projektet og betragtningsperioden.

Beskrivelse	GWP kgCO <sub>2</sub> -eq	ODP kgR11-eq	POCP kgethene-e	AP kgSO <sub>2</sub> -eq	EP kgPO <sub>4</sub> -eq	ADPE kgSb-eq	ADPF MJ	PEtot kWh
Randfundamenter	1083.82	0.0	0.13	1.6	0.31	0.0	5226.79	0.0
Ydervægge	5299.16	0.0	0.86	5.25	0.96	0.0	80158.57	0.0
Etagedæk	114.67	0.0	0.31	0.53	0.12	0.0	1097.68	0.0
Tage	58.66	0.0	0.01	0.14	0.03	0.0	509.4	0.0
Vinduer	5472.17	0.0	1.24	20.93	4.08	0.0	62717.26	0.0
Døre	1252.94	0.0	0.33	5.21	0.46	0.03	16613.67	0.0
Belysning	6716.88	0.0	2.28	19.56	2.46	0.1	150315.84	0.0





Frederikshavn  
**BOLIG**  
 FORENING

Frederikshavn Boligforening  
 Harald Lunds Gade 15  
 9900 Frederikshavn

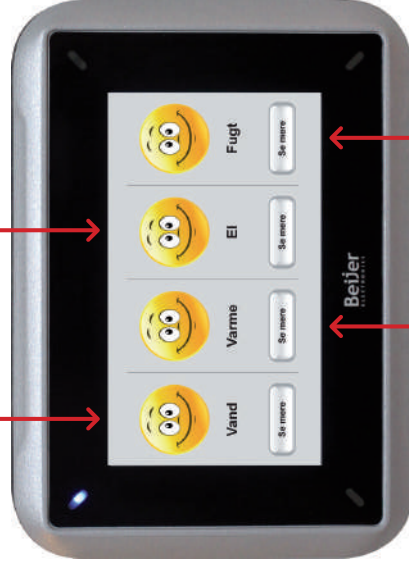
Tlf.: 9620 1940

[www.frederikshavnboligforening.dk](http://www.frederikshavnboligforening.dk)  
 Mail: [info@fbmail.dk](mailto:info@fbmail.dk)

# SMILEY MANUAL



**VAND**  
 Glad smiley betyder, at dit forbrug af vand er i orden.



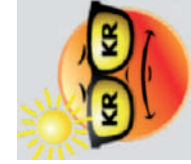
**VARME**  
 Glad smiley betyder, at dit forbrug af varme er i orden.

**FUGT**  
 Glad smiley betyder, at ventilationen i din lejlighed er i orden.

**Vi har gjort det let for dig at tjekke, om el, vand, varme og ventilation kører, som det skal. I din lejlighed finder du en tavle med 4 smileys. Er der glade smil over hele linjen, er alt, som det skal være. Vender en smiley munden nedad, er der noget, du skal ændre. Smiley panelet kan også vise:**

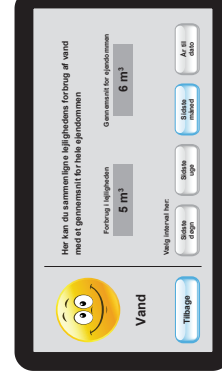


**EL**  
 Glad smiley med solbriller, samt teksten sol-el betyder at det el du bruger lige nu, kommer fra solcellerne og det er nu billigst for dig at bruge dine tunge energi slugende apparater. Samtidig illustrerer glad smiley, at dit elforbrug er i orden.



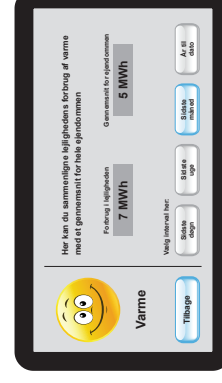
**EL**  
 Sur smiley med solbriller, samt teksten sol-el betyder at det el du bruger lige nu, kommer fra solcellerne, og det er nu billigst for dig at bruge dine tunge energi slugende apparater. Samtidig illustrerer sur smiley, at dit elforbrug ikke er i orden.

# GODE RÅD



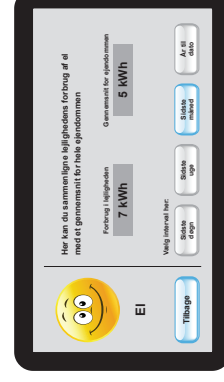
## VAND

Vælg sidste døgn, sidste uge eller sidste måned. Trykker du på en af knapperne kan du se lejlighedens forbrug i forhold til det forventede forbrug - det du betaler aconto.



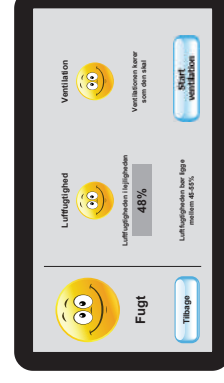
## VARME

Vælg sidste døgn, sidste uge eller sidste måned. Trykker du en af knapperne kan du se lejlighedens forbrug i forhold til det forventede forbrug - det du betaler aconto.



## EL

Vælg sidste døgn, sidste uge eller sidste måned. Trykker du en af knapperne kan du se lejlighedens forbrug i forhold til det forventede forbrug - det du betaler aconto.



## FUGT

Du kan følge luftfugtigheden i din lejlighed. Den svinger lidt efter årstiden. Hvis smiley'en for ventilation er sur, skal du kontakte viceværten. Har du et yderligere behov for luftsiktfte i lejligheden, kan du trykke på knappen "Start ventilation" hvorefter anlægget kører i 2 timer.



