

RE+BUS

RENOVATING BUILDINGS SUSTAINABLY

Facaden

Produkt proces konfigurering

FORORD

Følgende er en beskrivelse af arbejdet i WP3b der dækker over arbejdet med facaden og renoveringsprocessen. Derudover dækker den over en beskrivelse af facadekonfiguratoren samt en beskrivelse af markedet og endelig gives der et bud på en forretningsmodel.

Bag ved denne samlede gennemgang af arbejdet i WP3b ligger der en lang række tekniske baggrundsnotater der dokumenterer de bygningsfysiske forhold omkring facaden. Der foreligger ligeledes notat om markedet.

RENOVERING

Forudsætninger

I forbindelse med udviklingen af REBUS facaden er der arbejdet med en række forudsætninger. Dels har det været afgørende at facaden kunne fremstilles off-site på fabrik og at der ikke skal eftermonteres hele eller dele af beklædningen efter montage. Dels har det været en forudsætning at elementernes opdeling respekteres af hensyn til den industrielle fremstilling. Det har ligeledes været en forudsætning at elementerne kunne monteres uden på en eksisterende facade, hvis muligt. Derfor er der arbejdet med en slank konstruktion, der maksimalt udgør 250mm i dybden. I det bygherre kan beskattes ekstra som følge af ekstra brutto kvadratmeter udover 250mm. Vi har ligeledes skabt en løsning der gør det muligt at montere uden på eksisterende facade for derved at undgå at beboerne skal genhuses. Dette sandsynliggør at en større andel af beboerne vil sige ja til en renovering.

50% energibesparelse

WP3 har haft stærkt fokus på at nå målsætningen om de 50 % energibesparelse med den løsning der er tilvejebragt. Faktisk opnås en energibesparelse på 58% i en caseberegning, hvis hele klimaskærmen renoveres. Men det er også afgørende at få sat skub i renoveringstakten snarere end at opnå størst mulig besparelspotentiale. Vælger bygherre ventilationsløsningen opnås et bedre indeklima men dette går ud over energiforbruget idet forvarmningen af indblæsningsluften hertil reducerer energibesparelsen til 36%. Her kunne vi have valgt en anden løsning med udnyttelsen af fjernvarmen, men dette ville kræve at større indgreb i bygning og lejligheder.

30% lavere ressourceforbrug

Der er flere veje til at opnå 30% reduceret ressourceforbrug. En af dem er igennem en øget anvendelse af præfabrikeret elementer, hvor materialerne i højere grad udnyttes og spildet reduceres. Dette vil også over tid kunne optimeres ved at benytte cut-to-length, altså kun at benytte nøjagtig de mængder materialer der er behov for. Et anden vej til at opnå en ressourcebesparelse er ved så vidt muligt at undgå nedrivning en af eksisterende facader. En analyse (Rambøll 2020) peger på at forskellen i gennemsnit er 30% mindre klimabelastning i forhold til at bygge nyt.

Vi har i arbejdet med LCA forsøgt at tage udgangspunkt i en eksisterende renoveringsproces og sammenlignet med vores REBUS proces. Her reduceres CO₂ aftrykket med 48% som primært skyldes forskellen i energiforbrug under produktionsprocessen på fabrik sammenlignet med processen på byggepladsen.

20% øget produktivitet

Det er afgørende hvis man skal opnå de 20 % øget produktivitet, at man kigger på hele renoveringsprocessen. Dvs. det er nødvendigt kigge på designprocessen, såvel som produktionsprocessen og montageprocessen. I og med der er skabt et katalog af løsninger der kan anvendes og tilpasses et større marked vil der potentielt set her være skabt en produktivetsgevinst. Og produktivetsgevinsten ved at producere stort set samme elementer vil naturligvis være større end hvis der produceres færre elementer eller hvis der til et unik projekt.

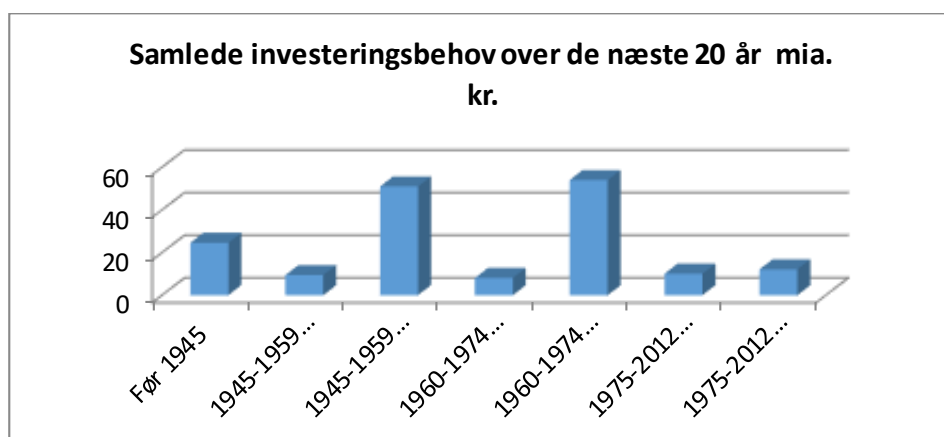
I selve montagearbejdet har vi også søgt at skabe en proces, der øger produktiviteten eller takten hvormed elementerne monteres. Således forventes det at elementerne kan monteres uden efterfølgende lukningsarbejde og uden brug af stillads eller platform. Herved spares en række arbejdsgange og omkostninger.

MARKEDET FOR REBUS-FACADEN

Det samlede markedspotentiale for REBUS facadekoncept vurderes at udgøre i alt **5 til 6 mia. kr. over 30 år**

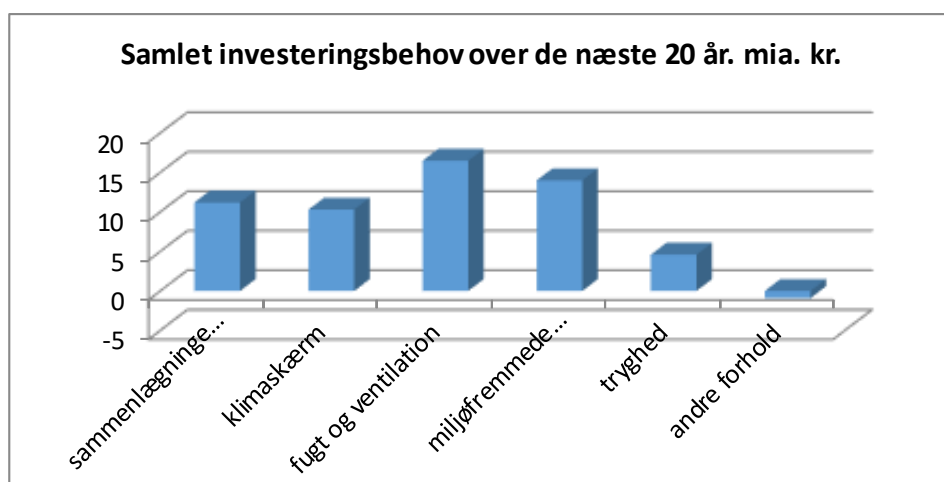
Ved gennemførelse af renoveringsprojekter, hvor REBUS kan anvendes, over de 30 år (2020 til 2050), vil det gennemsnitlige årlige markedspotentiale udgøre i alt **170 til 200 mio. kr. pr. år**

Dette bygger på en række data fra forskellige kilder og antagelser om markedet for netop REBUS facaden og det segment facaden retter sig mod. Samlet set udgør hovedtypologien af etageboliger opført i perioden 1960-1979 ca. 12,5 mio. m² fordelt på 2.456 bygninger. Hovedparten af disse udgøres af den almene sektor (72 %) og resten fordeles på forskellige former for privat eller offentlig ejerskab.



Kilde: Landsbyggefonden 2014

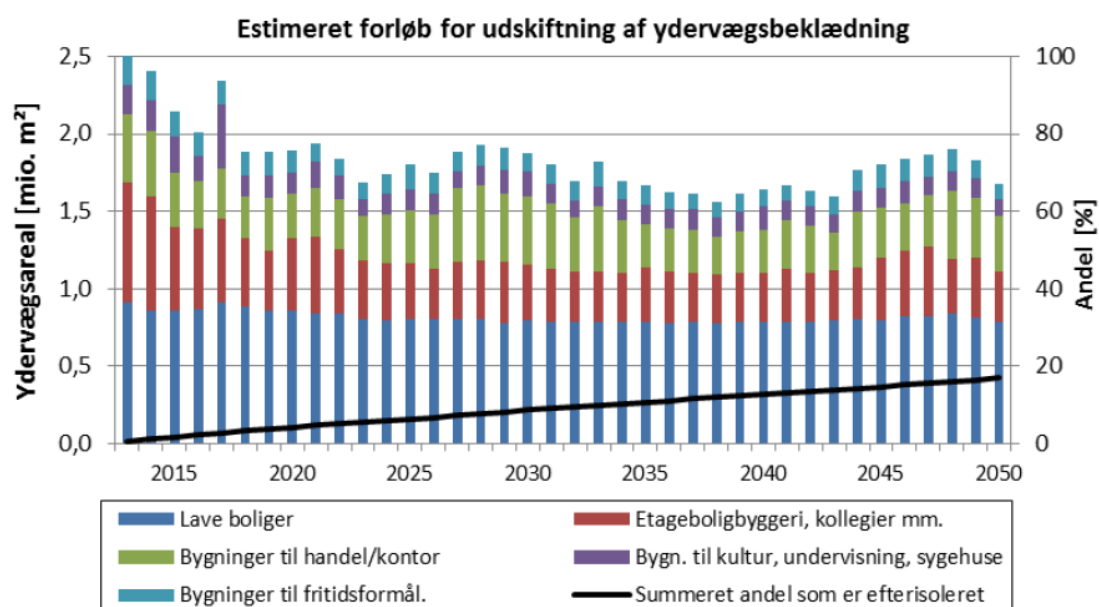
Landsbyggefonden har i en analyse fra 2014 estimeret et renoveringsbehov over de næste 20 år dvs. frem til 2034. Kigger man på etagebyggeriet i perioden fra 1960-74 udgør det samlede renoveringsbehov totalt set 54 mia. kr. Kigger man alene på klimaskærmen udgør det ca. 10,3 mia. kr. for alle byggeår samt etage- og tæt-lav bebyggelse. På den baggrund vurderes det renoveringsbehovet for klimaskærmen på etageboliger opført mellem 1960-1979 ligger under de 10 mia. kr. over den næste 13 år.



Kilde: Landsbyggefonden 2014

Da der ikke findes data for hvor stor en andel af etageboligerne i opførelsesperioden, der er renoveret inkl. facader eller klimaskærm må det på det bero på et skøn.

Tager man udgangspunkt i SBI's Markedsanalyse fra 2017 estimeres det samlede m² for udskiftning af ydervægsbeklædning til at være mellem 0,2 og 0,4 mio. m² om året for etageboligbyggeri over de næste 30 år. Hvilket vil svare til en marked på i omegnen af 1,6 – 3,2 mia. kr. årligt over de næste 30 år. Men dette er for al etageboligbyggeri.



Figur 9. Estimeret forløb for udskiftning af ydervægsbeklædning i alle danske bygninger baseret på BBR oplysninger om ydervægsbeklædningstype, byggeår for bygningen og med antagelse om gennemsnitlige levetider for forskellige beklædningstyper.

Kilde: Markedsanalyse Facaderenovering af etageboliger, Kim Wittchen, Morten Brøgger, SBI, 2017

Tages der udgangspunkt i en vurdering fra byggechefer der tegner sig for ca. 20% af den almene sektor vurderes det at samlede renoveringsbehov af facader for typologien at udgøre ca. 6 mia. kr. eller ca. 200 mio. kr. om året over de næste 30 år.

REBUS-PROCESSEN

Beskrivelse af renoveringsprocessen

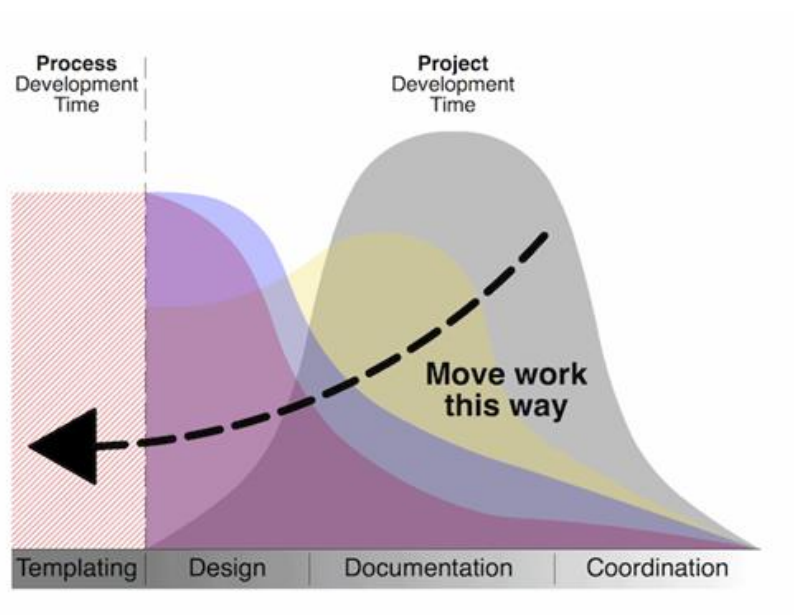
Renovering af facader gennemføres ofte ved en montering af facadeisolering udenpå eksisterende facade, hvorefter der monteres en beklædning af den nye facade eller den pudses op. Denne proces sker fra stillads, hvor materialer transporteres til byggepladsen og tilpasses på stedet. Denne proces er ikke i sig selv et stort indgreb i beboernes dagligdag, da de kan blive boende i deres bolig under byggeperioden. Det betyder imidlertid at bygning og beboere er "lukket" inde i hele byggeperioden og der vil for en længere periode være etableret byggeplads i deres område med øget transport af materialer til og fra byggepladsen til risiko og gene for beboere. Der er ofte også en del spild af materialer i den forbindelse idet materialer ikke er skåret til fix mål. Derudover er der også en del tid forbundet med, at transportere materialer fra byggepladsen til stillads.

En anden metode er, at fjerne hele facadeelementer og installere nye præfabrikerede facadeelementer. Denne proces er helt åbenlyst et stort indgreb i bygningen og en proces, der betyder at beboere skal fraflytte deres bolig for en kortere eller længere periode. Nogle steder lader det sig gøre, at genhuse beboere til andre midlertidige boliger og andre steder er genhusning ikke mulig. Under alle omstændigheder er det både økonomisk og administrativt en stor opgave at skulle genhuse beboere og for den enkelte beboer er det naturligvis et stort indgreb i dagligdagen. Derfor viser det sig i praksis, at være svært at gennemføre en gennemgribende facaderenovering.

Med REBUS processen er det målsætningen, at gennemføre en facaderenovering til så minimal gene for beboerne som muligt. Det betyder, at renoveringen gennemføres uden brug af stilladser og med præfabrikeret elementer monteret uden på den eksisterende facade. Derved flyttes en del af byggeprocessen til en fabrik og bygningen forberedes til montage af facadeelementer, når elementerne er produceret.

Renoveringsprocessen dækker dog over en lang række opgaver, der skal løses inden selve renoveringsprocessen kan gennemføres. Design og projektudvikling tager ofte lang tid. Ligeledes gennemføres dokumentation, når man har fastlagt et egentligt projektforslag.

Med REBUS processen ønsker vi at flytte projektudviklingsarbejdet, så det ligger langt tidligere i processen. Ved at "låse" design valg kan man også sikre dokumentationen af løsningerne langt tidligere i processen og derved minimere fejl og undgå de tids- og prismæssige overskridelser, der kan opstå, som følge af at man træffer en lang række beslutninger sent i projektførelsen.



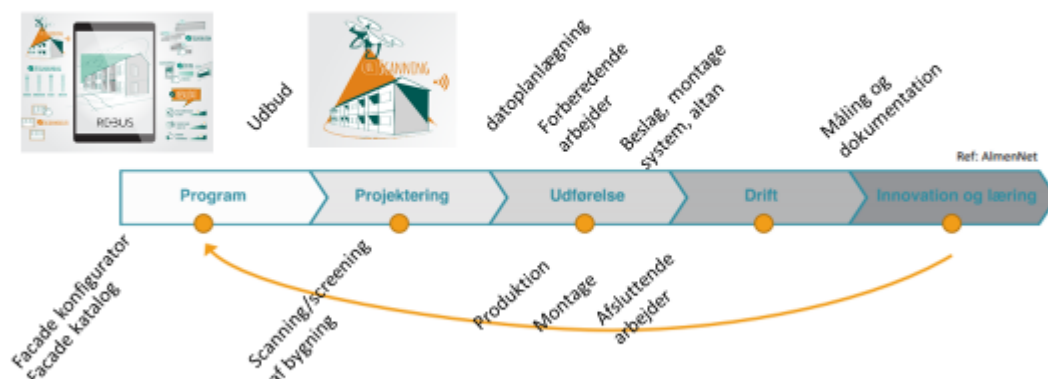
Formålet er dels, at opnå en større gennemsigtighed og et mere klart beslutningsgrundlag for bygherre og beboere, og dels at reducere den samlede projekteringstid.

I sidste ende skal målsætningen om at reducere ressourceforbruget med 30% og øge produktiviteten med 20% realiseres i alle led af den samlede renoveringsproces og ikke kun når man når frem til byggetidspunktet.

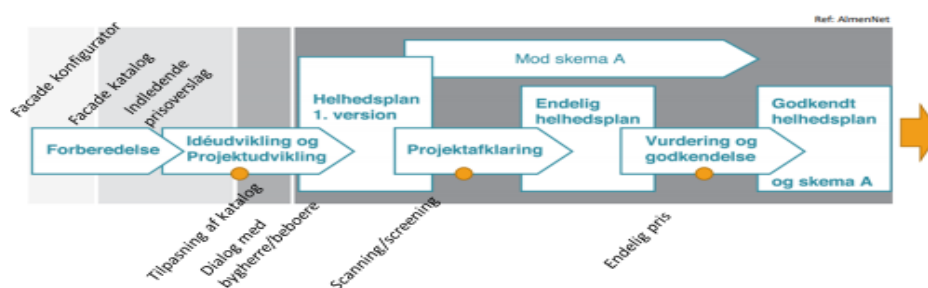
Ved at "låse" en række designvalg for facaden, når det gælder bygningstypologien fra 1960'erne og 1970'erne er der en større sandsynlighed for, at man kan realisere ressource- og produktivetsgevinster. Populært sagt ønsker vi at udvikle produktet før vi står med projektet. Derfor er der udviklet et katalog af løsninger, der passer til etageboliger fra 60'er/70'er typologien.

Det betyder at der er udviklet en samlet systemløsning fra konstruktion til beklædning, som bygherre og beboere kan vælge imellem. Det er således muligt for bygherren allerede inden de går i gang med en udbudsproces, at tilgå REBUS facadekataloget for at vurdere de forskellige facadeløsninger. Facadekataloget er tilgængeligt via REBUS facadekonfiguratoren.

Det er tanken at facadekonfiguratoren dels kan benyttes som dialogværktøj med beboere og dels kan benyttes som grundlag for et udbud, hvorunder krav til proces og system beskrives nærmere. For at afklare hvorvidt en REBUS løsning kan monteres på en specifik bygning er det en forudsætning, at der er eller bliver foretaget en række undersøgelser (screening) af bygningen. De skal sikres, at betonkonstruktionen, herunder fundament og bærende tværvægge kan bære en ny facade. Samtidig skal der foretages undersøgelser af omfanget af skadelige stoffer for at der kan udføres en plan for hvordan dette skal håndteres i forbindelse med montage af ny facade. Begge disse forundersøgelser kan potentielt set forhindre en REBUS løsning, men det er bedre at konstatere tidligt i processen end senere, hvor man måske er gået i gang med det egentlige projekt.



Hvis begge undersøgelser viser at der kan arbejdes videre med en REBUS løsning skal der gennemføres en præcis opmåling af bygningen. Dette gennemføres som en scanning og/eller en droneopmåling af bygningen. Formålet er her at skabe et præcist produktionsgrundlag for den efterfølgende produktion af de nye facader. Herefter gennemføres en projektering af opgaven og et grundlag for et endeligt tilbud. Dette omfatter endvidere en detailprojektering og tilpasning af de valgte løsninger, så alle krav overholdes, herunder krav til dagslys og indeklima etc.



Hvilke data skal tilvejebringes

Screening/skadelige stoffer, geometri

Screeningen består af tre dele. Inden den egentlige renovering af facaderne vil der være behov for at screene for omfanget af skadelige stoffer, herunder PCB, bly og asbest. Dette gælder i særlig grad i det omfang vinduer skal udskiftes og/eller der skal skæres ud i eksisterende facade. Screeningen

gennemføres, således at dette kan planlægges hånderet inden projektet igangsættes og for at undgå overraskelser, når først projektet er igangsat.

Derudover vil der være behov for gennemføre en kvalitetssikring af betontværvæggens bæreevne.

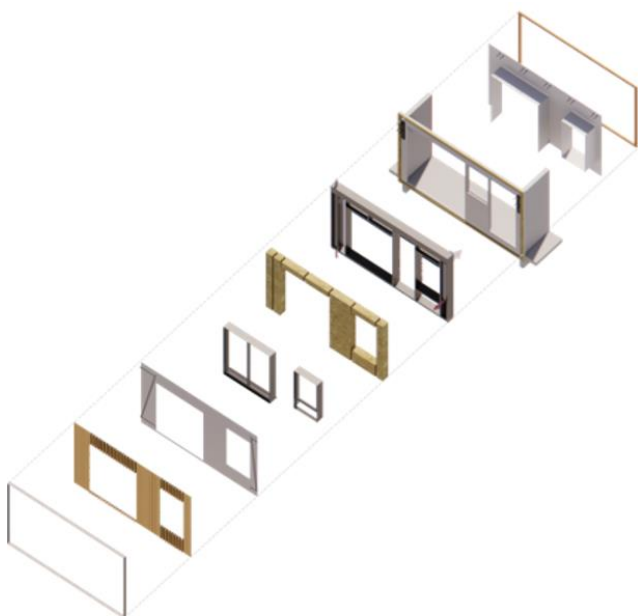
Montage

Forud for den egentlige renovering, udarbejdes en datoplanlægning af arbejdet. Herefter forberedes bygningen til montage. Dvs. der skæres ud til beslag og beslag monteres. Samtidig produceres elementerne på fabrikken og når alle beslag er monteret, herunder beslag til evt. altaner, transporteres elementerne til byggepladsen, hvor eksisterende facade forberedes. Dvs. der skæres ud og fjernes vinduer. Og nye elementer monteres. Herefter monteres altaner og der udføres afsluttende arbejder udvendig og indvendig.

Herefter kan der gennemføres en dokumentation af den bygningsfysiske performance (U-værdi, akustik, dagslys, indeklima)

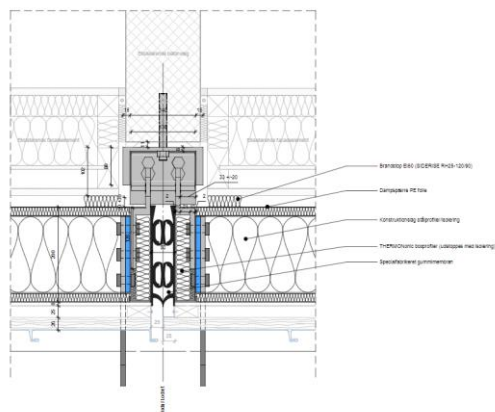
FACADENS OPBYGNING SUMMARY

Facadens grundkonstruktion er gennemgående for alle elementer. Variationen består af forskellige beklædningstyper. Konstruktionen er en stålkonstruktion bestående af slidsede tyndpladestålprofiler bygget op af Gyproc THERMOnomic-system. På ydersiden kan de fleste typer af regnskærme monteres, hvilket giver den arkitektoniske frihed, der er behov for i katalogtilgangen.

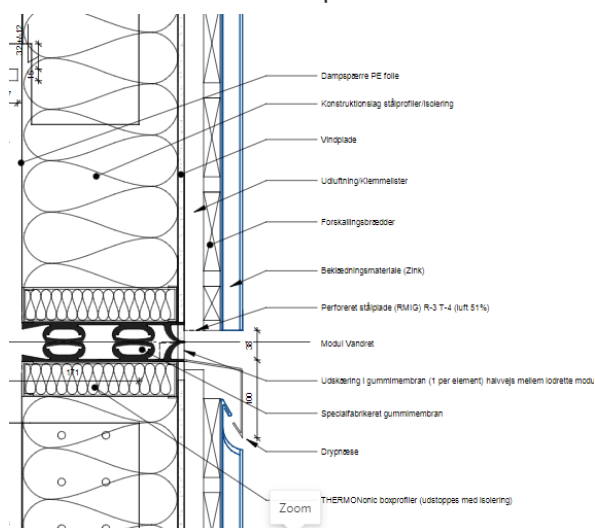


På bagsiden beklædes konstruktionen med en dampspærre bestående af PE-folie. Selve boxprofilerne beklædes indvendig med glasuld Lambda 32. Yderst beklædes elementet med en vindspærreplade og klemmelister. Udenpå beklædes med forskallingsbrædder og herefter beklædningsmaterialer som i

kataloget består af en række forskellige materialer, der alle kan monteres på fabrik. Mellem modulerne monteres en specialfabrikeret gummimembran.



Tanken bag anvendelsen af en stålkonstruktion er at der kan bygges en relativ slank facadekonstruktion uden på en eksisterende facade. Med i alt 250 mm facade betyder at bygherre ikke risikerer at blive beskattet af ekstra kvadratmeter. Samtidig vil man kunne nå målsætningerne med en 50% energibesparelse som følge af en reduceret transmissionstab gennem facaden.

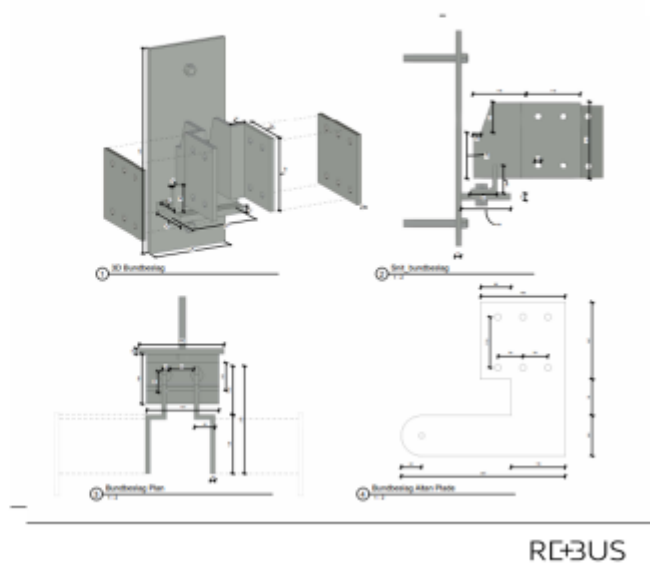
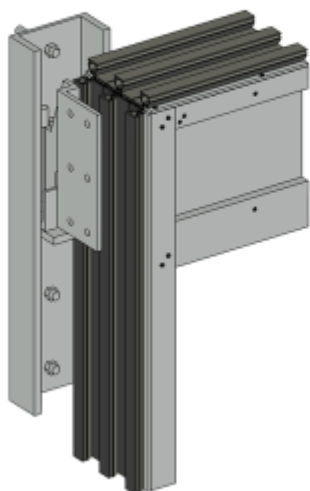


Samtidig vil man kunne forbedre det samlede indeklima. Kataloget indeholder løsninger, hvor der er taget højde for dagslys, indeklima, og udefra kommende støj.

Beslag er designet til montage i de bærende tværvægge og konstrueret til at bære lasten fra 2 elementer. Montagebeslag monteres i selve elementet og kan justeres for optag af tolerance. Særlige montage beslag benyttes ved montage af altan.

Membranen monteres off-site på fabrik og der vil således ikke være behov for efterfølgende lukningsarbejde af facaderne, når elementerne er monteret. Herved spares en arbejdsproces med brug af stilladser eller platform.

Beslag

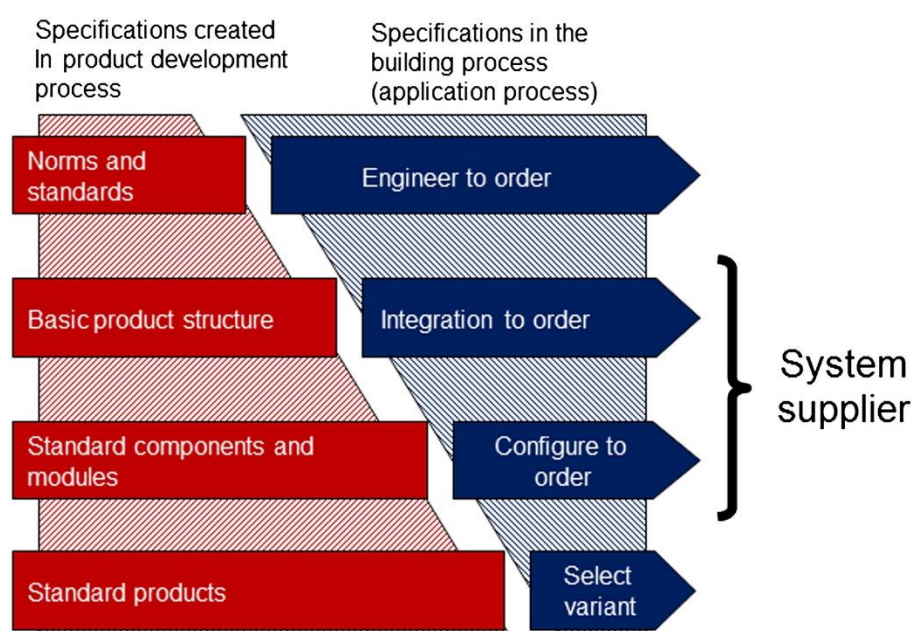


KONFIGURERET TILGANG

Hvorfor konfigurering

Der er flere årsager til at arbejde med en konfigureret tilgang. Som udgangspunkt ønsker vi at opnå en øget produktivitet i den samlet renoveringsløsning. Dvs. fra design over produktion til montage skal der samlet set opnås produktivitetstevninger, der giver fordele for bygherren.

Konfigurering betyder at strukturere et produktsortiment for at skabe et kundetilpasset produkt baseret på prædefineret løsninger. Som det fremgår af figuren nedenfor er der forskellige produktionsstrategier i byggeriet. I første strategi fremgår det at en stor del af specifikationsarbejdet udføres, når kontrakten er indgået og den bygger på standard produkter og normer. I tredje strategi i figuren sammensættes standardkomponenter der kan konfigureres. Men her er specifikationsarbejdet integreret som standardkomponenter eller samlede modulløsninger som kan konfigureres ud fra kundens valg. Som leverandør arbejdes der ud fra en platform hvor komponenterne er i et vist omfang er foruddefineret mens andre defineres i projektet. Nederst i figuren er det meste foruddefineret standardprodukter og det er som kunde muligt at vælge mellem varianter. Valg af platform eller produktionsstrategi definerer udover bygningsdele også produktionsprocesser og leverandørkæde.



Kilde: "Industrielt husbyggende", Lidelöw, Stehn, Lessing, Engström, 2015

Konfigurering i REBUS

Fordele

Målet med konfigurering i REBUS er at skabe et "facadeprodukt" før vi har et projekt. Dvs. vi ønsker at skabe et katalog af løsninger, der er tilpasset typologien fra 1960'erne og 1970'erne. Herved er store dele af design og konstruktionsarbejdet udført og ifm. det specifikke projekt vil der i højere grad være tale om tilpasninger af de komponenter der indgår i kataloget.

Der er flere fordele ved denne tilgang. Dels opnår man en større sikkerhed i de byggetekniske løsninger og dels opnår man en mere ensartet kvalitet. Samtidig opstår der færre risiko for fejl idet der bygges og monteres på samme måde. Selve designprocessen vil være kortere og i det der allerede findes et katalog af løsninger er der mulighed for en bedre og mere transparent dialog med bygherre og beboere.

Ulemper

Ulemperne kan naturligvis være, at valgmulighederne i løsningerne er for snævre og beboerne ønsker løsninger, der ikke indgår i kataloget. Derudover kan en væsentlig ulempe være, at REBUS løsningen der forudsætter en tidlig inddragelse reelt bliver fravalgt hvis man allerede har engageret en rådgiver til

at designe en løsning. Det er derfor afgørende, at bygherre tidlig gør sig klart hvilken vej man ønsker at gå.

Konfigurator struktur

Som grundlag for en mere transparent dialog med bygherre og beboere er der udviklet en webbaseret konfigurator. Med udgangspunkt i facadekataloget er der udviklet en webbaseret konfiguratorløsning, der giver bygherre mulighed for at konfigurere facaden til det konkrete projekt og dermed skabe et klart og tidligt beslutningsgrundlag i valg og fravalg af løsninger. Løsningen danner det visuelt grundlag for en åben dialog med beboere. Dette gøres på baggrund af inddata omkring bygningens alder, overordnede geometri herunder antallet af opgange samt placering og orientering. Konfiguratoren giver derefter, på baggrund af den konkrete bygning og en række designvalg, en estimering af samlet pris på løsningen inkl. installation og der gives et overblik over resultater for U-værdi, akustik, dagslys, indeklima, luftskifte og LCA. Designvalgene er baseret på de fem designpakker udviklet som en del af REBUS. Konfiguratoren er, ligesom facadekataloget, for nuværende udviklet til hovedtypologien - etagebyggeri fra 1960'erne - 1970'erne.

Eksisterende data om bygningen indtastes og danner grundlag for simpel bygningsmodel. Herunder data om bygningen opførelseår isoleringsgrad og adgangsforhold.

Existing building conditions

Building Name

Building year of completion: 1973-1978

Has the building been renovated? No Yes

Was insulation added to the walls? No Yes

Enter the insulation thickness value (mm): None

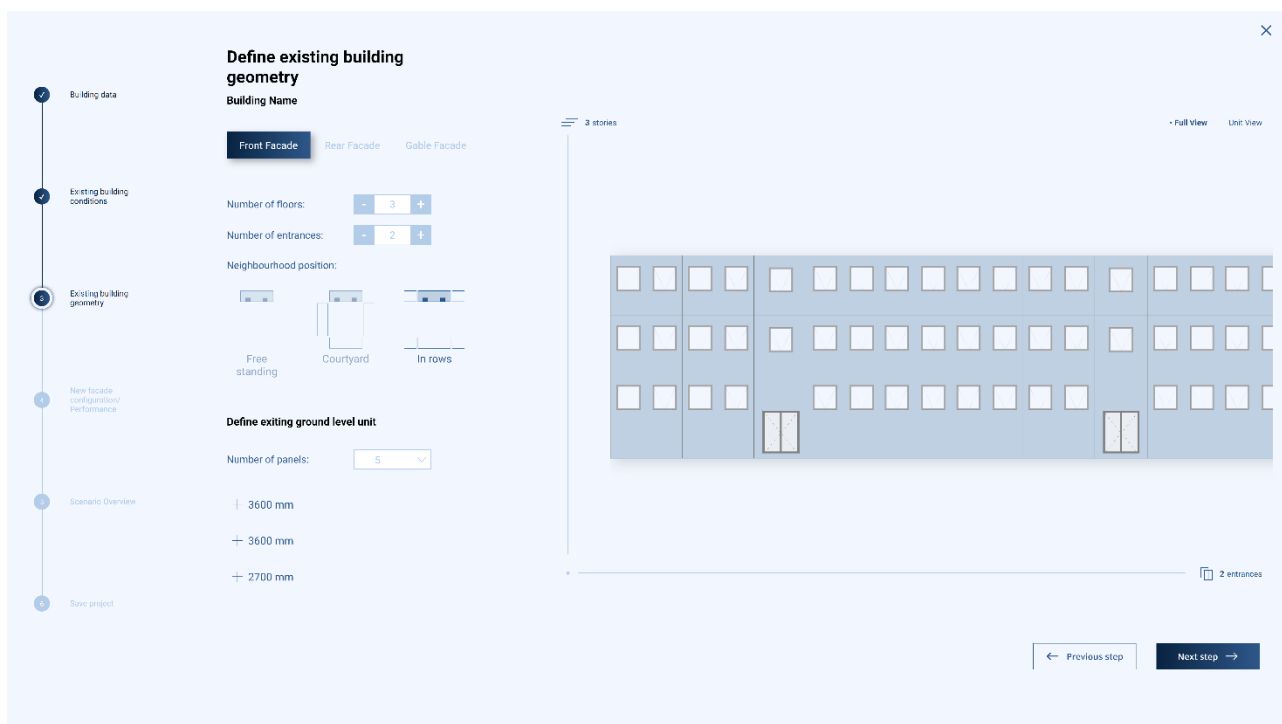
What is the building accessibility level? Low Adequate

Choose the type of stairway: Interior Stairway Front Stairway

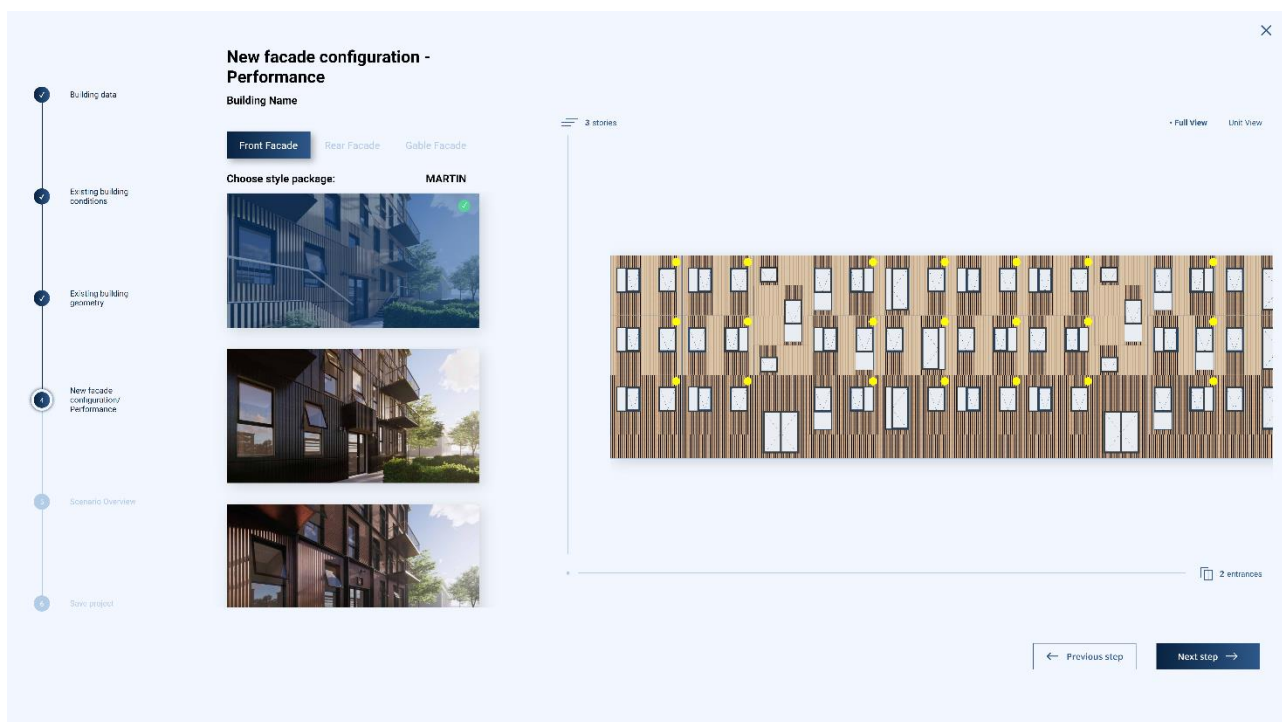
Choose entrance orientation: East

← Previous step Next step →

Herunder angives bygningens geometri, antallet af etager og antallet af opgange. Herefter angives bygningens placering i forhold til andre bygninger. Derefter defineres antallet og størrelsen på elementerne på facaden. Dette defineres for begge facader og gavle.



Der vælges en en af de fem designpakker og enkelte facadeelementer konfigureres iht. eksisterende struktur. Ønsker mht. altaner og solafskærmning etc. defineres.



Når løsningen er færdigkonfigureret vises et overblik over resultaterne ved den valgte løsning, der kan sammenlignes med en eller flere af de øvrige designalternativer.

Project Overview

Metric	Ellebo	Ellebo (1)	Ellebo (2)
Price:	DKK	DKK	DKK
Acoustic:			
Thermal:	Significant	Significant	Significant
Daylight:	12/36/0	6/42/0	0/36/0
Air:	10 l/s per room	10 l/s per room	10 l/s per room
LCA:	1,199.8 t CO ₂ eq./ building	1,276.0 t CO ₂ eq./ building	1,136.8 t CO ₂ eq./ building

Create Project. +

Resultater og disclaimere

Det skal understreges at der naturligvis kun vil være tale om estimater og en egentlig opmåling af bygningen skal foretages før der kan gives et bud på en pris og resultater i form af dagslys, akustik, indeklima og LCA.

FORRETNINGSMODELLER

Forretningsmodeller baseret på konfigurativt design

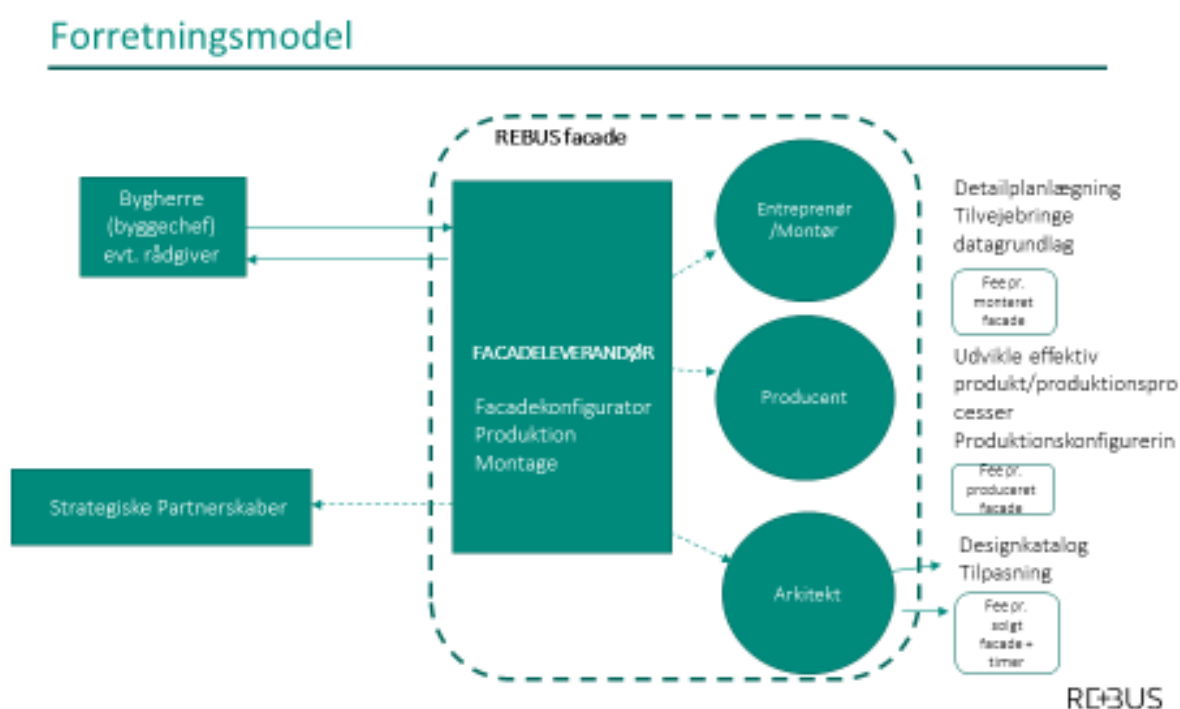
Når der vælges en ny produktionsstrategi i form af en konfigurativ tilgang til design og systemløsning forudsætter dette også en ny tilgang til forretningsmodellen. Konfigureringstilgangen beskriver udover bygningsdele også produktionsprocesser, leverandørkæde og viden om hvordan platformen håndteres.

Et mere eller mindre færdigt facadesystem forudsætter en større integration mellem design, konstruktion og produktion og montage. Det bør derfor give anledning til at overveje et andet eller tættere samarbejde i værdikæden.

Når design og konstruktion af facadeløsningen er gennemarbejdet vil der i mindre omfang være behov designudvikling til det enkelte projekt. Rådgivers rolle vil derfor være begrænset til tilpasning til det enkelte projekt. Forudsættes det at facadeleverandøren leverer til entreprenøren indtages der også her en anden rolle- og ansvars- og risikofordeling mellem producent og entreprenør.

Der kan gives bud på flere kombinationer af forretningsmodeller. Nedenfor er angivet et bud på en forretningsmodel, hvor en facadeleverandøren indgår direkte kontrakt med bygherre og således leverer den samlede løsning herunder produktion og montage. Facadeleverandøren har herunder en Entreprenør/montør der har ansvaret for at tilvejebringe detailplanlægning og datagrundlag for den efterfølgende produktion af facadeelementer. Producenten har herunder ansvaret for facadeproduktet og arkitekten har ansvaret for designtilpasning. Heri indgår honorarmodeller i form af afregning pr. solgt/produceret/monteret facade. Som en samlet leverandør kan denne model ved IPD udbud eller egentlige strategiske partnerskaber.

Et andet bud kunne være en model hvor entreprenøren er kunden og facadeleverandøren leverer til entreprenøren, der selv står for montagearbejdet.



BILAG

Performance

Statik

Termisk

Akustisk

Indeklima

Dagslys

Brand

Fugt

LCA

Ventilation

Screening:

Beton

Skadelige stoffer

Markedsanalyse

Risiko