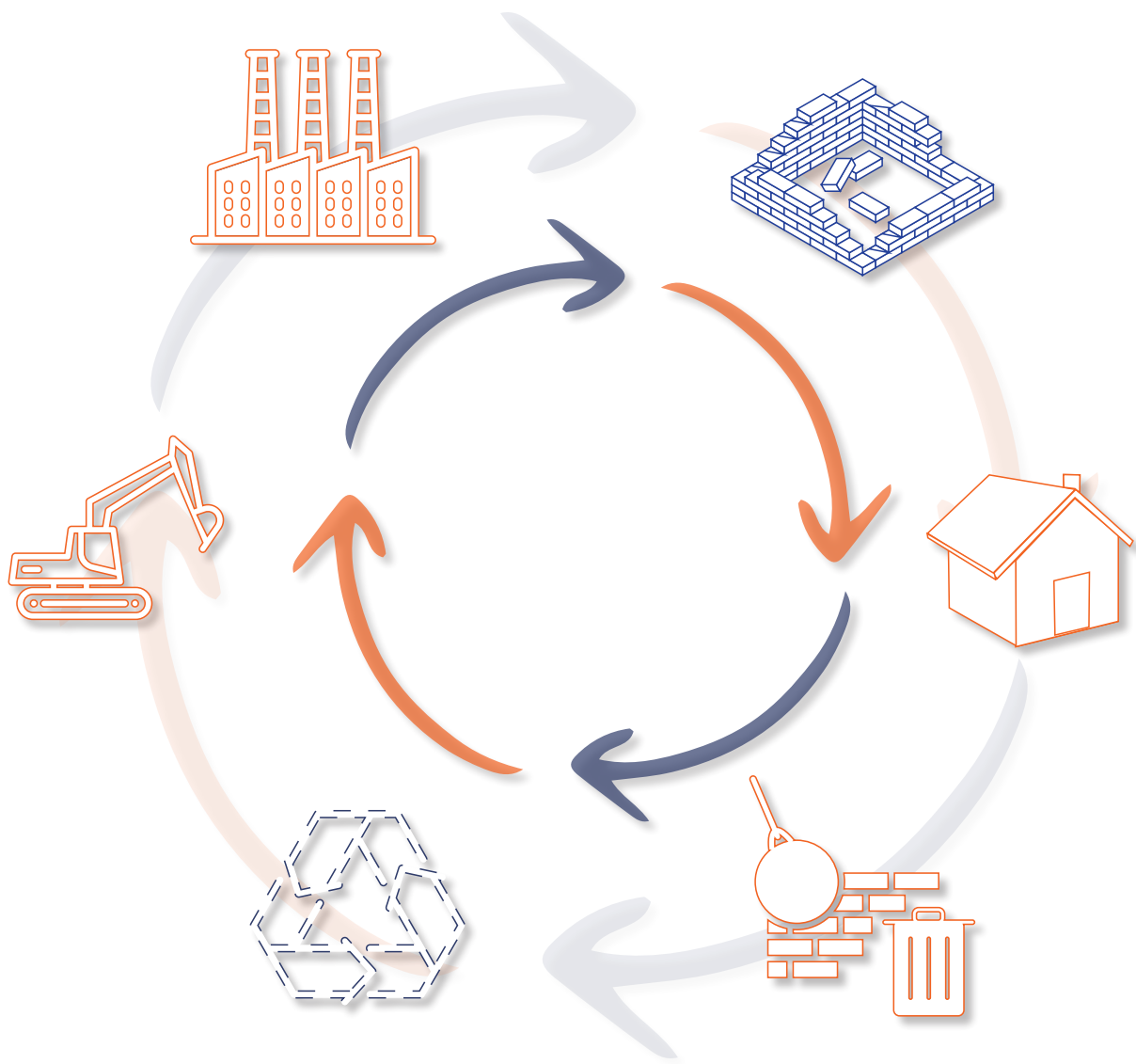


GRAPHISOFT® | CENTER

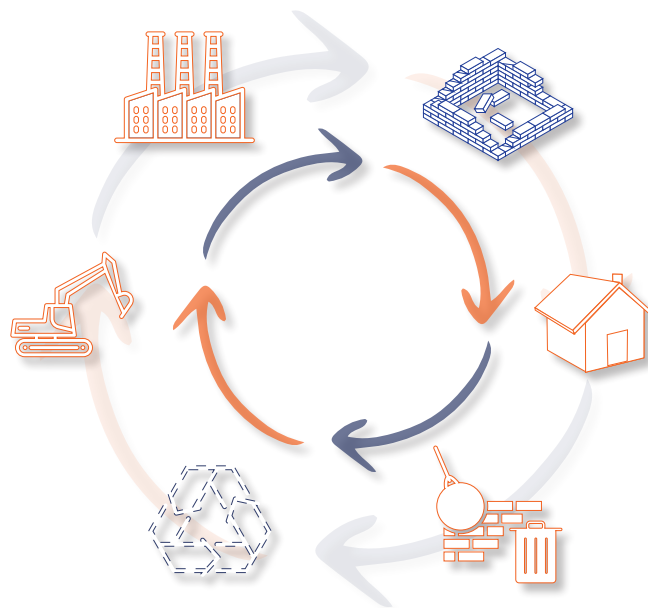
WHITEPAPER:
DesignLCA Manual



LCA I DE TIDLIGE DESIGNFASER

At udføre LCA-beregninger bliver i 2023 obligatorisk for al nybyggeri. For byggeri over 1.000m² kommer der derudover en grænseværdi. Det betyder, at vi skal undersøge nye muligheder for at kunne vurdere en bygnings klimapåvirkning allerede i de tidlige faser. LCA, på dansk livscyklusvurdering, er en udførlig metode til at vurdere et byggeris aftryk og er stadig under hastig udvikling i takt med stigende efterspørgsel. Det er imidlertid en metode, der kræver en stor mængde data på inkluderede processer, før den kan kaldes en fuld LCA.

Det er afgørende at kunne betragte miljøpåvirkningen i de indledende faser af et projekt, så du løbende kan se, hvordan geometrien samt materialevalg kan, påvirke det endelige resultat. Dette sparer både arkitekter og ingeniører tid, da det giver en bedre forudsætning for at opnå de ønskede resultater i den endelige projekterings-LCA.



Derfor har Graphisoft Center Danmark udviklet et add-on, DesignLCA, til Archicad til at udføre løbende overslagsberegninger på ethvert byggeri i takt med modelleringen. Med add-on'et kan du afdække de 9 faser, der vedrører LCA i byggebranchen. Alle relevante faser afdækkes i materialerne i Archicad og i add-on'et, hvor der med de danske krav skal fokuseres på A1-A3, B4, C3 og C4. B6 afdækkes af det integrerede energisimuleringsværktøj.

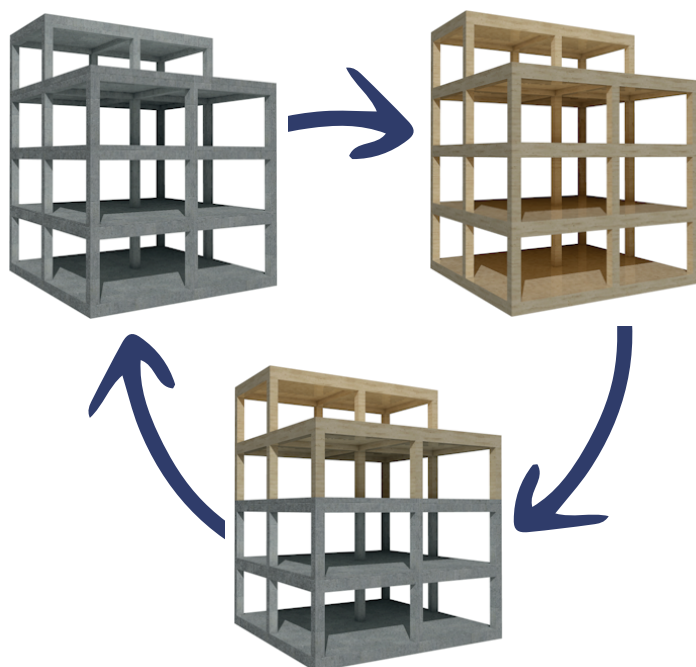
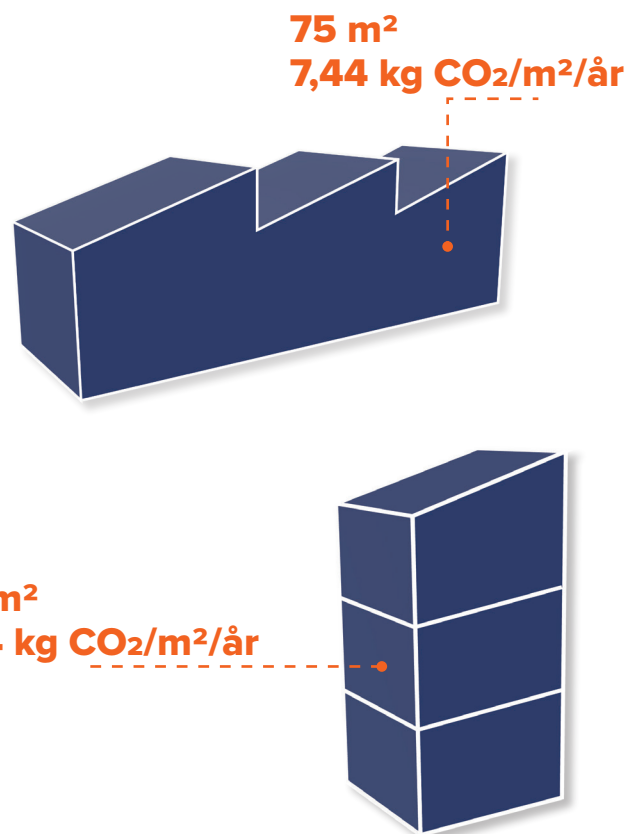
Produkt			Byggeproces		Brug							Endt levetid				Udenfor projekt
Råmaterialer	Transport	Fremstilling	Transport	Opførelse, montering	Brug	Vedligeholdelse	Reparation	Udskiftning	Renovering	Energiforbrug til drift	Vandforbrug til drift	Nedtagning/nedrivning	Transport	Affaldssortering	Bortskaffelse	Potentiale for genbrug, genanvendelse og nyttiggørelse
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D



Faser der medtages i DesignLCA

VOLUMENER

I de indledende faser skal der tages vigtige beslutninger f.eks. om fordelingen af kvadratmeter og den endelige geometriske udformning. Allerede i dette stadie har dine beslutninger en indflydelse på bygningens miljøpåvirkning. Er du f.eks. påbudt at udføre et byggeri i ét plan, det kunne f.eks. være en børnehave, vil bygningen kræve mere klimaskærm end en bygning på 3 etager med samme etageareal. Her kan du med fordel løbende undersøge, hvordan klimapåvirkningen er afhængig af dine volumener. Dette betyder, at du fra første modellerede bygningsdel kan få et overslag på bygningens aftryk. Dette forudsætter, at alt er tildelt et bygningsmateriale.

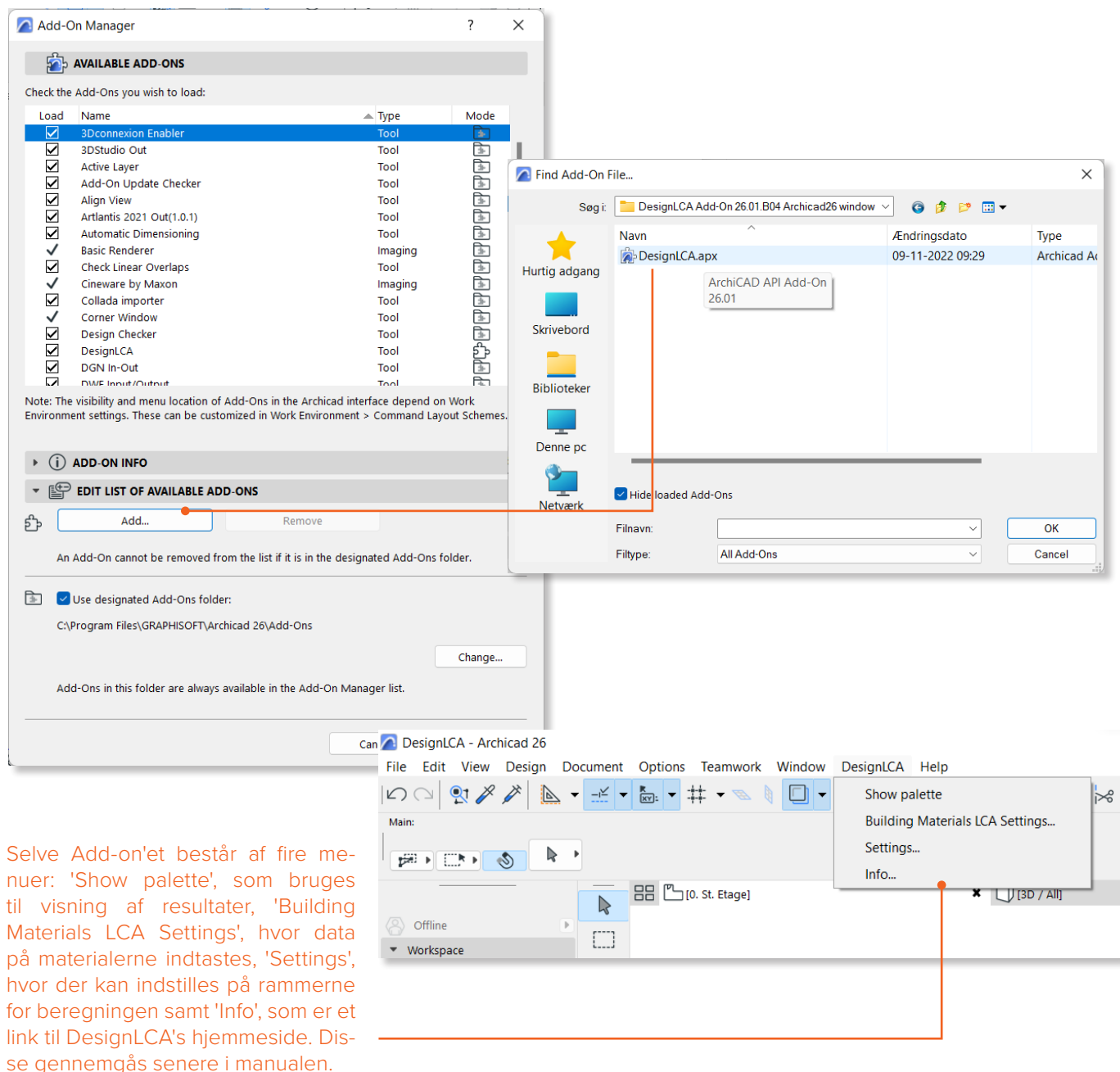


MATERIALESTUDIER

Det kan samtidig være fordelagtigt at afprøve forskellige materialesammensætninger på f.eks. den bærende konstruktion, facader, tag osv. Med vores template får du et materialekatalog med lagret data i materialerne fra den tyske EPD-database Ökobaudat, som også benyttes i LCAbyg. Hermed kan du hurtigt danne dig et overblik over hvilken materialesammensætning, der lever op til de krav, du skal overholde. Vil du benytte et materiale, som ikke er lagret i vores template, kan du selv oprette et nyt materiale og indtaste data fra EPD'en for dit ønskede materiale. Jo mere specifik data, du vælger at bruge, og jo mere detaljeret du modellerer, jo nærmere kommer du en repræsentativ værdi for din bygnings performance. For at der kan regnes lagret CO₂ på modellen, skal den indeholde nødvendige data, dvs. at konstruktionerne skal tildeles materialer, som har forskellige egenskaber. Bl.a. skal materialerne indeholde lagret carbon for hhv. A1-A3, C3, C4 og B6. Her skal enheden for mængden af lagret carbon være pr. materialemasse, dvs. kg CO₂e/mængde.

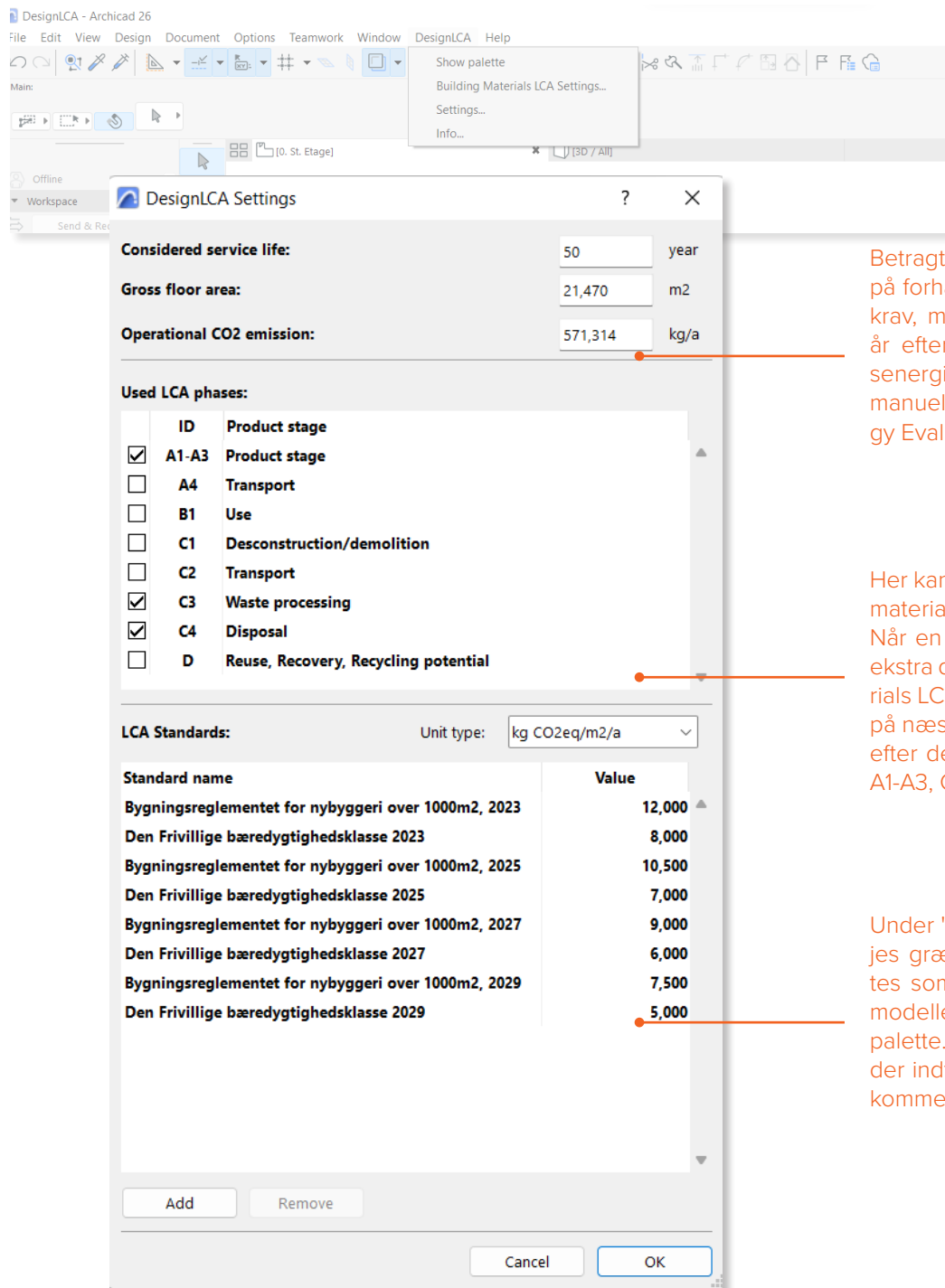
DESIGNLCA ADDON IMPORT

DesignLCA er et add-on, som downloades sammen med den danske lokalisering til Archicad 26. Den downloadede pakke består af en template-fil, en biblioteks-fil, DesignLCA add-on'et til både Mac og Windows og en manual til DesignLCA. Template-filen indeholder en række byggematerialer (Building Materials) med tilhørende LCA-data fra EPD'er og sammensatte bygningsdele (Composites), samt noget af den bagvedliggende teknik, som gør det muligt at beregne LCA for vinduer og døre. DesignLCA er udgivet som "public beta", og er derfor ikke færdigudviklet. Formfaktor ApS og GRAHISOFT Center Danmark stiller DesignLCA til rådighed uden beregning, men tager ikke ansvar for evt. fejl i produktet eller i de beregninger, der er udført med DesignLCA. Sørg altid for at indstille Archicad og DesignLCA til dit projekt. Addon'et importeres via **Options > Add-on Manager**. Derefter tilføjes DesignLCA til listen via 'Add'. Når dette er gjort skal Archicad genstartes, hvorefter der dukker en ny fane op i værktøjslinjen i Archicads vindue.



DESIGNLCA SETTINGS

Som det første efter import af DesignLCA, skal der tages stilling til rammerne for LCA-beregningen i DesignLCA's settings. Forudindstillingerne er sat efter de kommende danske krav.



Betragtningsperioden er indstillet på forhånd til 50 år efter de danske krav, men kan ændres til f.eks. 80 år efter behov. Arealet, samt driftsenergien, behøver ikke indtastes manuelt, men eksporteres fra Energy Evaluation senere.

Her kan der tilføjes og fjernes faser i materialernes livscyklus efter ønske. Når en fase tilføjes, vil der være et ekstra datafelt under 'Building Materials LCA Settings', som gennemgås på næste side. Der er forudindstillet efter de danske krav om at dække A1-A3, C3 og C4.

Under 'LCA Standards' kan der tilføjes grænseværdier, der kan benyttes som reference i forhold til den modellerede bygning i DesignLCA's palette. Her er de danske standarder indtastet med de gældende og kommende grænseværdier.

ARCHICAD - MATERIALER

Som illustreret i billedet nedenfor er, der en oversigt for de forskellige bygningsmaterialer i LCA templatet i Archicad. Her kan du tilgå den data, der bruges til Energi-beregning for hvert materiale under 'Physical Properties'. Man kan også tilgå klimapåvirkningen fra alle påvirkningskategorier for hvert materiale med link til den relevante EPD. Disse er udelukkende til opslag og bruges ikke til beregning.

The screenshot shows the 'Building Materials' dialog in Archicad. The 'ENVIRONMENTAL (A1-A3, C3,C4)' section is expanded, showing a table of environmental impact data. The 'PHYSICAL PROPERTIES' section is also expanded, showing a table of physical data.

ENVIRONMENTAL (A1-A3, C3,C4)	
Declared Unit	1 m2
Global Warming Potential (GWP)	23,610
Ozone Depletion Potential (ODP)	0,000
Photochemical Ozone Creation Pote...	0,002
Acidification Potential (AP)	0,023
Eutrophication Potential (EP)	0,004
Abiotic Depletion Potential (for non-f...	0,000
Abiotic Depletion Potential (for fossil ...	369,680
Data Source	https://www.oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/pro...

PHYSICAL PROPERTIES	
Load from Catalog	Open Catalog...
Thermal Conductivity	0,250 W/mK
Density	840,000 kg/m³
Heat Capacity	1000,000 J/kgK

Ydermere ligger der et udvalg af kompositter på alle bygningsdele, der indeholder de indlagrede materialer. Når du laver et komposit, beregner Archicad selv, hvordan sammensætningen har en indflydelse på f.eks. bygningsdelens isoleringsevne, hvilket har en betydning, når du skal betragte klimapåvirkningen i driftsfasen.

The screenshot shows the 'Energy Model Review - Structures' dialog in Archicad. The 'Structure Properties' section is expanded, showing a table of structure data.

Structure Properties	
Type	Wall
Orientation	South
Category	External
Thermal Block	001 Ophold
Name	_DK_LCA_Tegl gasbeton
Area	1,00 m²
Thickness	410 mm
U-value	0,16 W/m²K
Infiltration	1,10 l/sm²
Solar Absorptance	85,00 %



DESIGNLCA - MATERIALER

Udover materialernes termiske data, skal der bruges data på drivhusgasudledningen på de samme materialer. Dette gøres under DesignLCA's 'Building Materials LCA Settings'. Her kan materialerne fra den danske template tilgås og identificeres via deres DK/LCA-ID.

Der er i materialernes properties, som vist på side 7, et link til EPD'en koblet til materialet. Denne EPD indeholder de værdier, der er indtastet i den danske templates DesignLCA-materialer.

Ønsker du at oprette dine egne materialer, skal du blot bruge en EPD samt den termiske data på materialet.

Building Materials LCA Settings

Name	ID
Stone - Structural	ST-01
Stål	DK/LCA
Tagpap	DK/LCA
Teglsten (Murværk)	DK/LCA
Teglsten (Tag)	DK/LCA
Terræn Belægning	DK/LCA
Terræn Jord	DK/LCA
Tile - Floor	IC-03
Tile - Roof	EM-04
Tile - Wall	IC-05
Timber - Floor	IC-02
Timber - Roof	EM-01
Timber - Structural	PR-01
Titanium Zinc	EM-05
Træbeklædning (Fyr)	DK/LCA
Træbeklædning (Lærk)	DK/LCA
Træbetonplade	DK/LCA
Træfiberisolering	DK/LCA
Water	EN-01

Service Life: 80 year(s) Editable: 1

GWP unit type: m3

GWP in Phases

Phase	Value
A1-A3	528,500
C3	13,210
C4	0,000

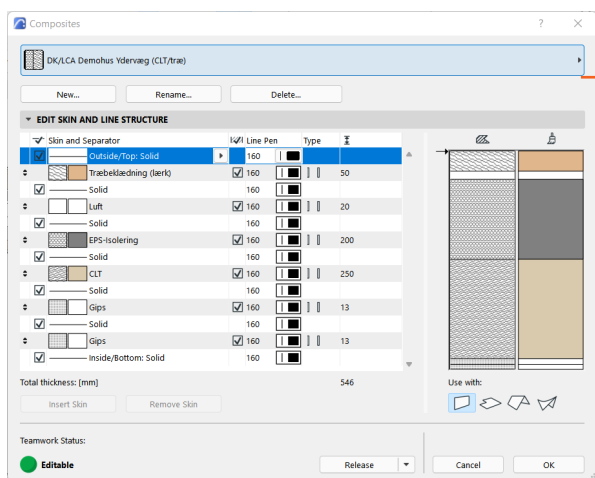
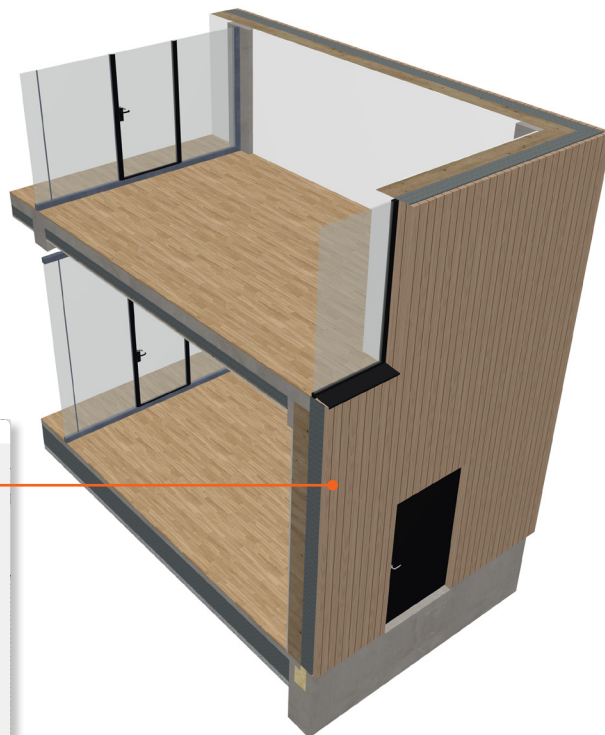
Buttons: Cancel, OK

BIM-MODEL

På de følgende sider forklares det, hvad modellen skal indeholde for at kunne bruge DesignLCA fyldestgørende.

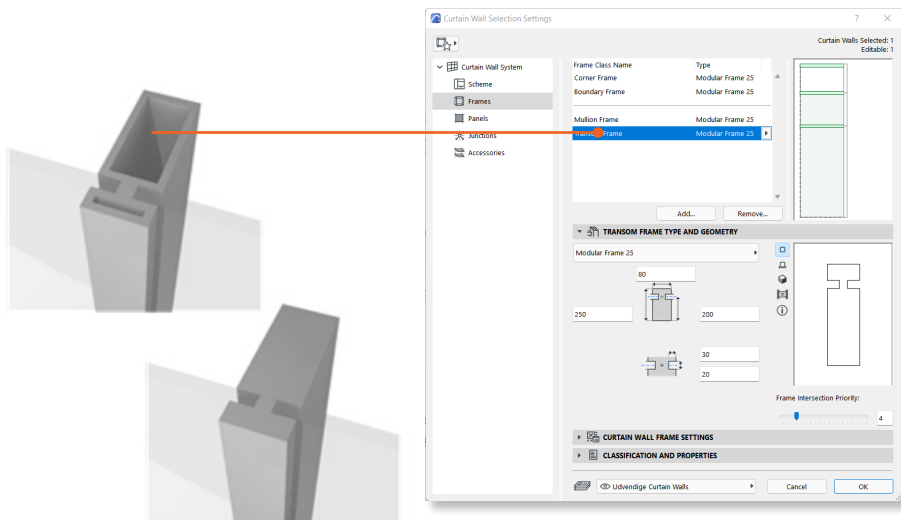
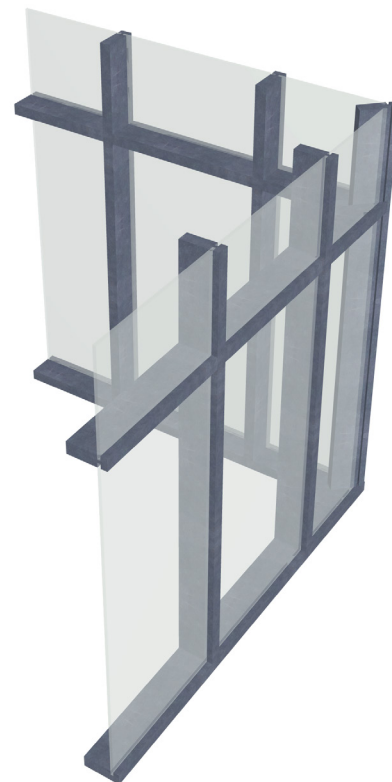
Modellering af bygningsdele

Som nævnt skal alle bygningsdele tildeles en materialekomposit. Du kan kombinere den ønskede komposit med det udvalg af materialer, der er lagret i templatén. Jo mere detaljeret du modellerer, jo mere præcist et, mængdeudtræk vil Archicad lave og dermed et mere præcist overslag af bygningens CO₂-udledning. Dvs. at du, udover modelleringen af vægge, dæk og tag, bør modellere søjler og bjælker, som tildeles et bygningsmateriale.



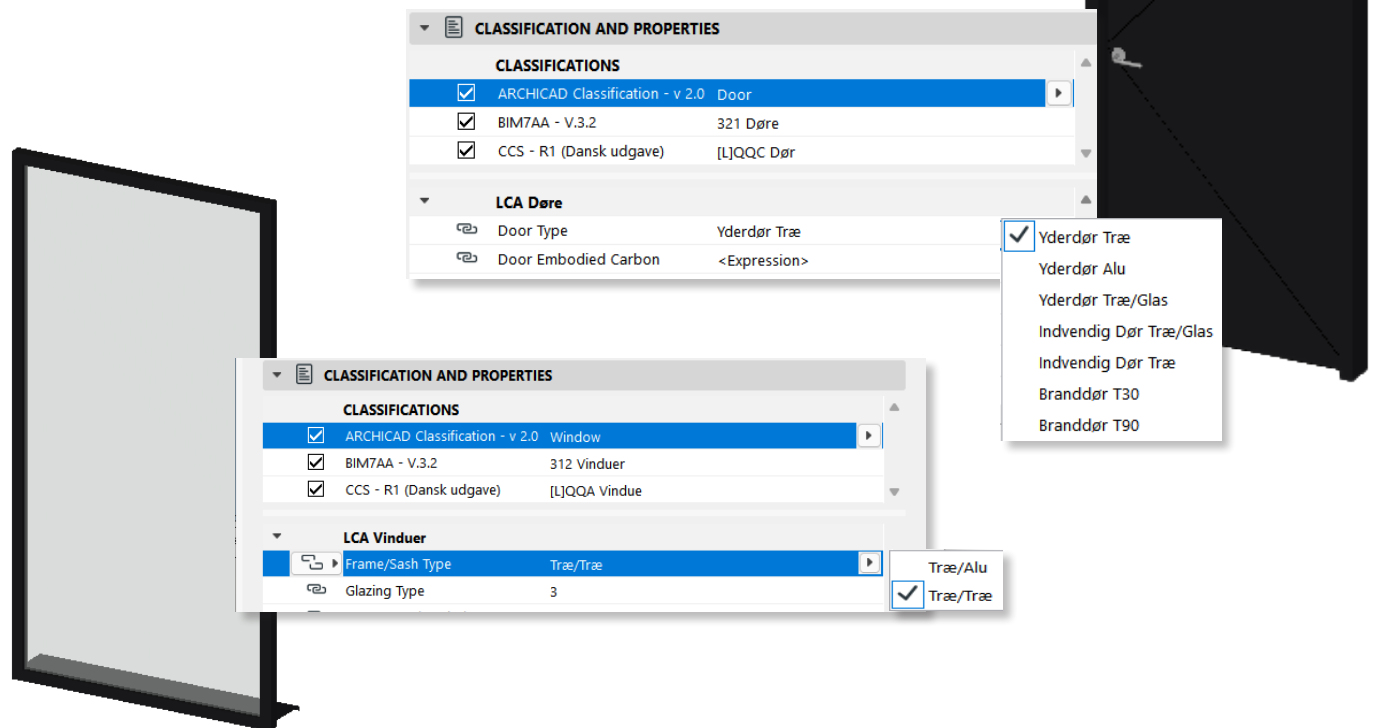
Curtain Walls

Curtain Walls skal tildeles materialer på både paneler og de forskellige rammetyper. Du kan også indsætte et fast panel med en komposit sammensat af materialerne fra templatén. Når du vælger ramme, skal du være opmærksom på, at profilen stemmer overens med den ønskede type. Har du f.eks. en aluminiumsramme, skal du vælge en profileret ramme, så Archicad ikke trækker en for stor mængde.



Modellering af Vinduer og Døre

Døre og Vinduer indeholder ikke materialedata på samme måde som andre bygningsdele. Derfor er der oprettet typer for de to objekter, som du skal tildele under modelleringen. Her er der lagret nogle CO₂e-værdier, som er afhængige af objektets geometri. For døre skal du vælge dørtype under 'LCA Døre' i objektets properties. For vinduer skal du vælge ramme/karm-type og antal glaslag under 'LCA Vinduer'. Du kan senere ændre de samme properties i de tilhørende Schedules.



Modellering af Trapper og værn

Trappe- og værnobjektet i Archicad kan tildeles bygningsmaterialer på samme måde som andre bygningsdele. Ligeledes vil resultaterne blive mere præcise i takt med at detaljeringsgraden af dine objekter stiger.



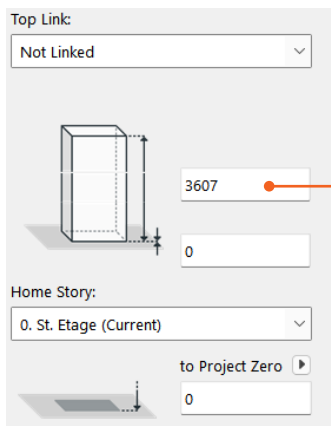
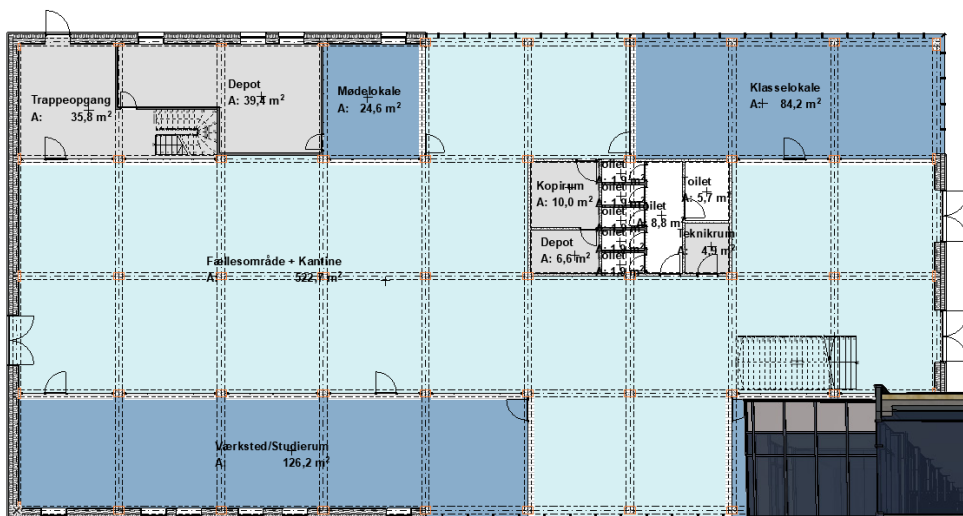
LCA FOR ENERGIFORBRUGET TIL BYGNINGSDRIFT

B6-fasen omfatter bygningers driftsenergi og CO₂-udledningen i denne forbindelse - her skal du benytte Archicads Energy Evaluation-værktøj ('Design > Energy Evaluation').

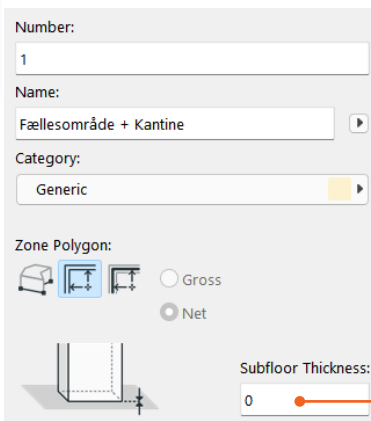
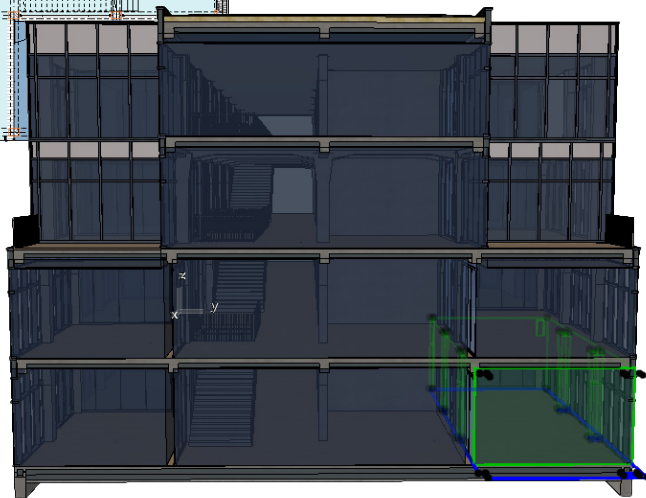
Zoner

Inden du åbner værktøjet skal du klargøre din model ved at oprette 3D-zoner i bygningens rum. Zonerne aflæser rummets geometri og bygningsdele inkl. Vinduer og døre. Når du placerer zoner i 2D, kan du tildele zonen en funktion f.eks. køkken, toilet eller klasseværelse.

For at zonerne aflæser geometrierne korrekt, skal de gå til indersiden af alle bygningsdelene i rummet. Det betyder, at de skal gå til inderside væg, underside loft(tilpasses i 3D) og overside gulv. Hvis du har en skrå hældning i loftet, kan du beskære zonen efter loftet på samme måde som vægge i 3D. Det er vigtigt, at du opdaterer dine zoner løbende, og inden du åbner Energy Evaluation. Når du opdaterer zonerne skal det gøres i 2D og på hver etage, så geometrierne aflæses korrekt.



Zonerne skal indstilles til at gå til underside loft og skal derfor ikke linkes til den ovenliggende etage.



Det er vigtigt at alle bygningsdele indgår i zonerne, derfor skal Subfloor Thickness indstilles til 0.

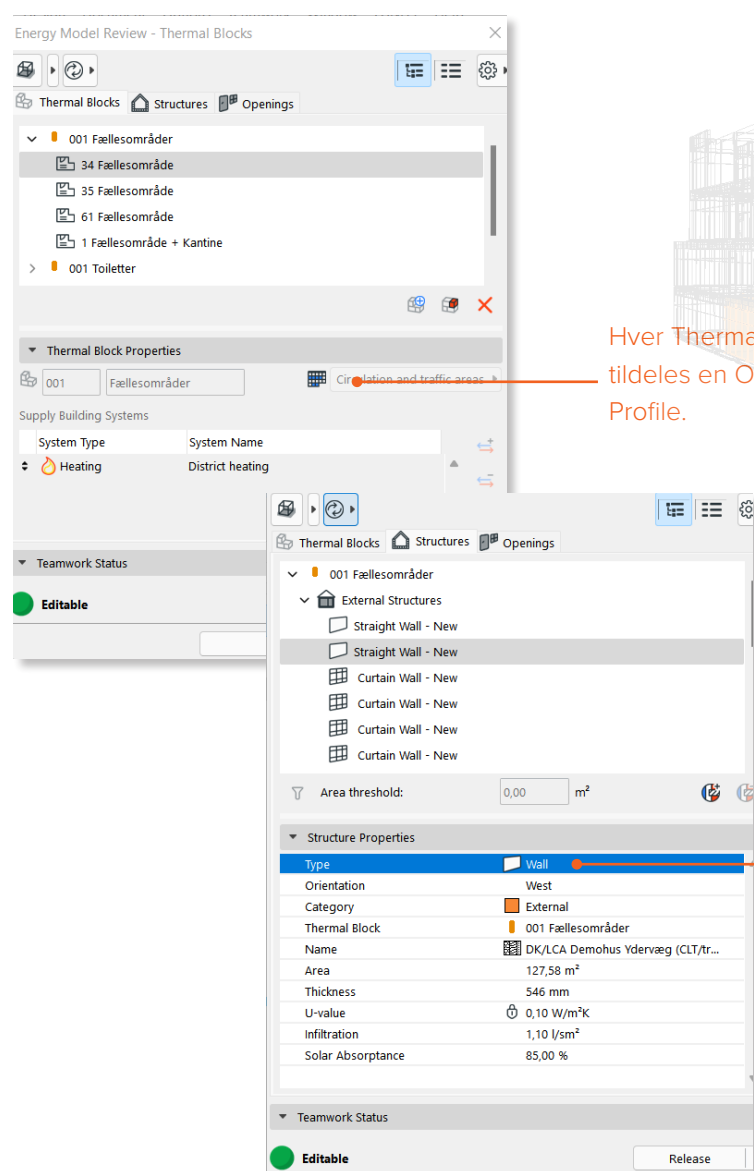
Thermal Blocks

For at kunne beregne modellens energiforbrug og tilhørende CO₂-udledning skal du i Energy Evaluation gruppere bygningens zoner i 'Thermal blocks'. Termiske blokke er en samling af et eller flere rum, der har lignende varme- eller kølekrav - også kaldet termostatstyringskrav samt lignende funktion.

Når du har oprettet en Thermal block i Energy Evaluation-værktøjet, kan du tildele den zonerne. Når disse er på plads, kan der stilles på forskellige parametre ift. varmekonsum, ventilation mm. alt afhængigt af, hvilken type bygning, der regnes på. Her er det vigtigt at være opmærksom på, at alle bygningsdele skal modelleres som et samlet komposit af materialer for at beregningen regner korrekt.

For hver Thermal Block skal der indstilles en 'Operation profile'. Hvis det f.eks. er et klasseværelse, skal du tildele det profilen 'Classroom', som er indstillet til at være i brug i dagtimerne på alle hverdage. Du kan tilpasse profilerne og oprette dine egne efter behov.

Under fanen 'Structures' kan du tilgå alle bygningsdele for hver zone i hver thermal block. Her kan du tilpasse bl.a. orientering, kategori og u-værdi for den valgte bygningsdel. U-værdien er beregnet i Archicad ud fra materialesammensætningen, men kan overrides manuelt, hvis du har brug for at arbejde med en specifik u-værdi.

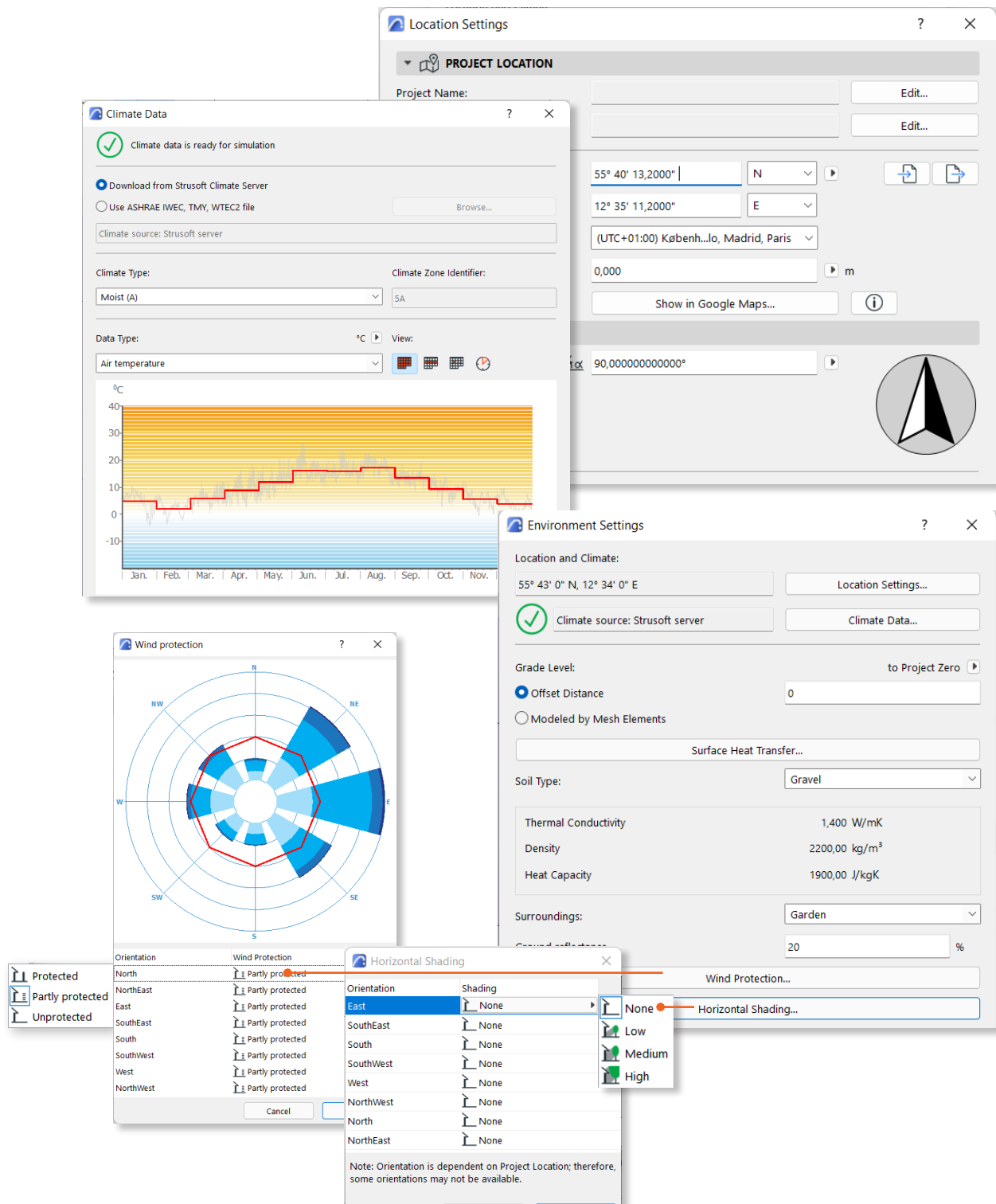


Hver Thermal block skal tildeles en Operational Profile.

I 'Thermal Blocks' kan de forskellige bygningsdele samt deres termiske egenskaber tilgås.

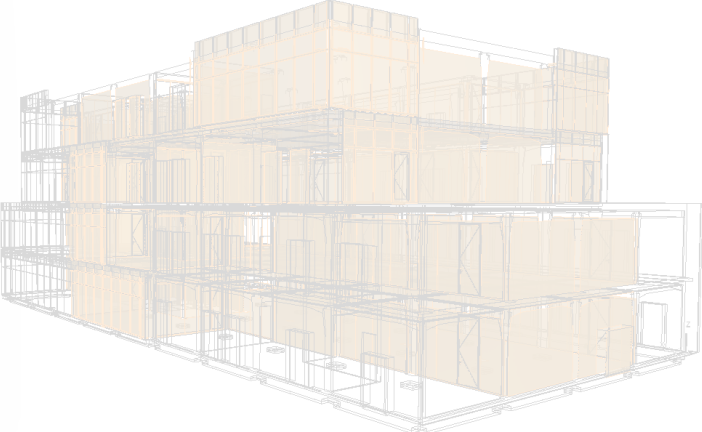
Location og Climate

Lokationen og omgivelserne har betydning for energibehovet og dermed den mængde CO₂, der bliver udledt fra energiforbruget. Du kan derfor indstille lokationen til den specifikke adresse for dit byggeri og derefter grundens placering i forhold til True North. Når lokationen indstilles, tilpasser Archicad vejrdataen for det givne område. Under Environment Settings kan du indstille på omgivelserne, så du ikke behøver at modellere bygningens kontekst. Her kan du indstille zoneforhold og skygge og læ fra omkringliggende byggeri.



Bygningssystemer

Bygningssystemerne omfatter typerne af varme-, kulde- og ventilationstilførsel i byggeriet. Bygningssystemerne tildeles hver thermal block, så har du f.eks. en stue med en brændeovn som varmekilde, skal den være i sin egen Thermal Block. Energikilden til de forskellige systemer kan indstilles frit, men er som udgangspunkt sat til den danske energimix fra Energinets Miljødeklaration og Miljøberetning 2020. Hver energikilde har en CO₂-værdi, og ønsker du at bruge f.eks. solenergi skal denne udfyldes, før du kører en simulering.



The image displays three software windows from the Energy Evaluation - Building Systems application, illustrating the setup for thermal blocks and energy sources.

Energy Model Review - Thermal Blocks window shows a list of thermal blocks assigned to different parts of the building:

- 001 Fællesområder
- 001 Toiletter
- 003 Klasseværelser og studierum
- 004 Depoter, teknikrum og trapper

The **Thermal Block Properties** window shows the configuration for block 001, Fællesområder, with the system type set to Heating and the system name set to District heating.

The **Energy Evaluation - Building Systems** window shows the configuration for the Heating system. The **HEATING SETTINGS** section shows that District Heating is selected. The **DISTRICT HEATING** section shows that Include Service Hot-Water Heating is checked. The **SERVICE HOT-WATER HEATING** section shows that the Energy Source is set to District Heating. The **ASSIGNED THERMAL BLOCKS** section shows that block 001 is assigned to the Thermal Block.

The **Energy Source Factors** window shows the configuration for the energy source factors. The table below lists the energy source factors and their CO₂ emission values:

Source name	Primary energy	CO ₂ emission [kg/kWh]
Wood	1,20	0,03
Pellet	1,20	0,03
Solar energy	1,00	0,04
Wind energy	1,00	0,01
Water energy	1,00	0,00
Sea	1,00	0,00
Soil	1,00	0,00
External Air	1,00	0,00
Geothermal	1,00	0,00
Natural gas	1,10	0,22
Propane	1,10	0,29
Oil	1,10	0,30
Coal	1,20	0,29
Nuclear energy	1,00	0,00

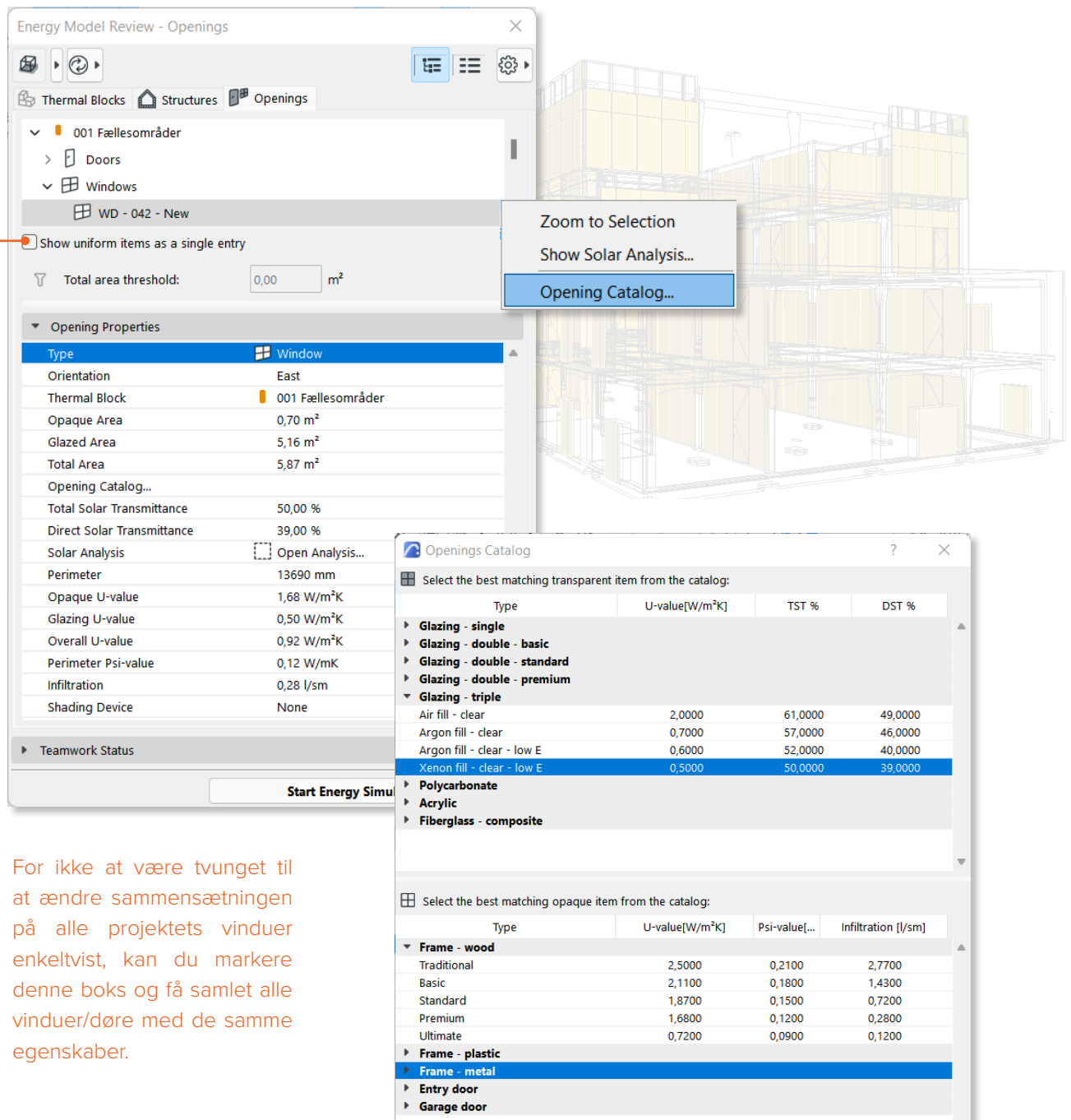
The **Electricity is produced from:** section shows the proportion of electricity produced from different sources:

Source name	Proportion
Natural gas	5%
Oil	1%
Water energy	15%
Solar energy	4%
Wind energy	45%

The Total proportion is 100%.

Energiberegning for vinduer og døre

Selvom vinduernes og dørenes udledning fra materialerne er indstillet i objekternes properties, skal du i fanen 'Openings' i Energy Evaluation sørge for at indstille dem korrekt. Dette er nødvendigt for, at energiberegningen bliver korrekt. Her ses både vinduer og døre og Curtain Walls samt deres termiske værdier. Højreklikker du på et objekt, kan du åbne 'opening catalog', hvor du skal vælge ramme-type samt glastype for sit vindue, så det får den korrekte u-værdi. Nu er du klar til at køre simuleringen.



Energy Model Review - Openings

Thermal Blocks Structures Openings

001 Fællesområder

Doors

Windows

WD - 042 - New

Show uniform items as a single entry

Total area threshold: 0,00 m²

Opening Properties

Type	Window
Orientation	East
Thermal Block	001 Fællesområder
Opaque Area	0,70 m²
Glazed Area	5,16 m²
Total Area	5,87 m²
Opening Catalog...	
Total Solar Transmittance	50,00 %
Direct Solar Transmittance	39,00 %
Solar Analysis	Open Analysis...
Perimeter	13690 mm
Opaque U-value	1,68 W/m²K
Glazing U-value	0,50 W/m²K
Overall U-value	0,92 W/m²K
Perimeter Psi-value	0,12 W/mK
Infiltration	0,28 l/sm
Shading Device	None

Teamwork Status

Start Energy Simu...

Openings Catalog

Select the best matching transparent item from the catalog:

Type	U-value[W/m²K]	TST %	DST %
Glazing - single			
Glazing - double - basic			
Glazing - double - standard			
Glazing - double - premium			
Glazing - triple			
Air fill - clear	2,0000	61,0000	49,0000
Argon fill - clear	0,7000	57,0000	46,0000
Argon fill - clear - low E	0,6000	52,0000	40,0000
Xenon fill - clear - low E	0,5000	50,0000	39,0000
Polycarbonate			
Acrylic			
Fiberglass - composite			

Select the best matching opaque item from the catalog:

Type	U-value[W/m²K]	Psi-value[...]	Infiltration [l/sm]
Frame - wood			
Traditional	2,5000	0,2100	2,7700
Basic	2,1100	0,1800	1,4300
Standard	1,8700	0,1500	0,7200
Premium	1,6800	0,1200	0,2800
Ultimate	0,7200	0,0900	0,1200
Frame - plastic			
Frame - metal			
Entry door			
Garage door			

Zoom to Selection

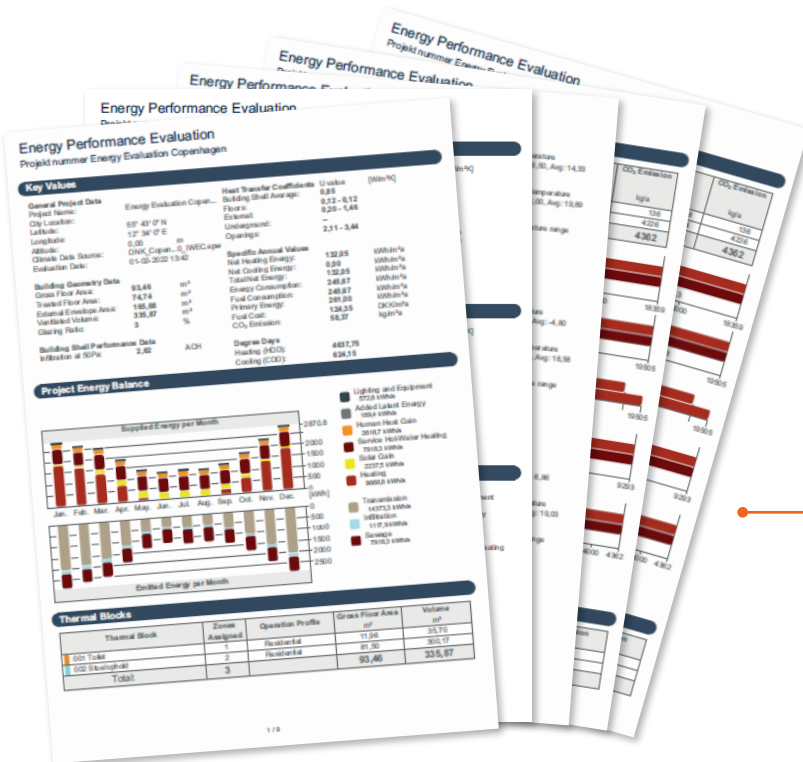
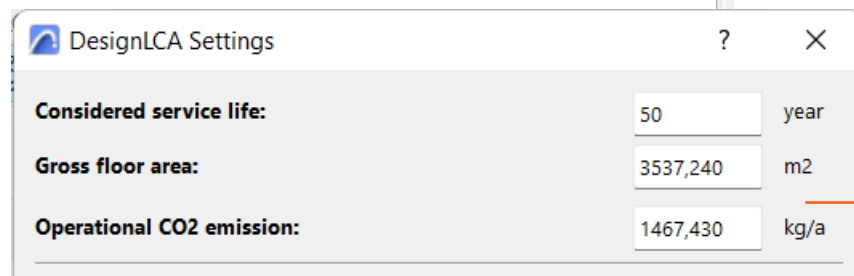
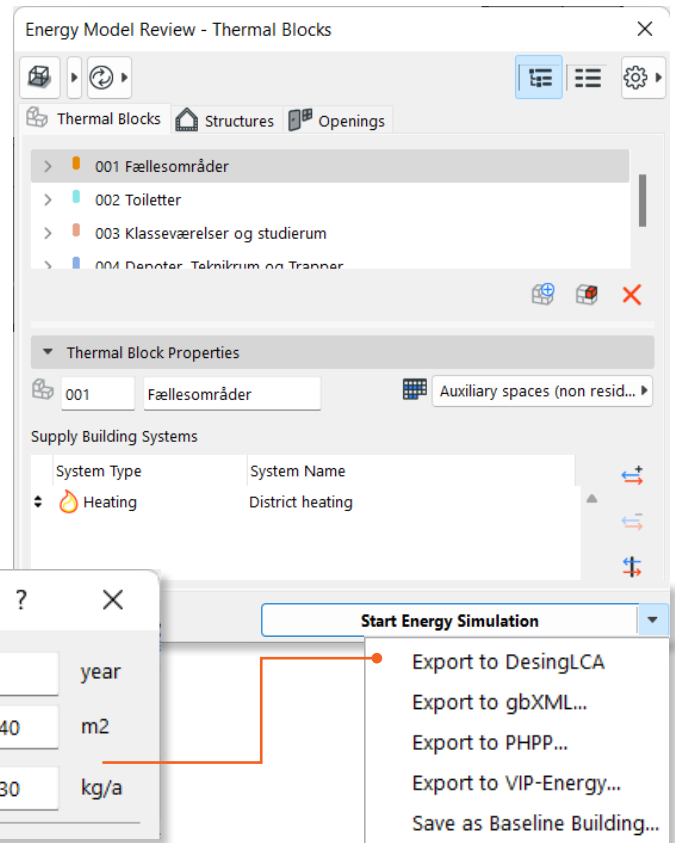
Show Solar Analysis...

Opening Catalog...

For ikke at være tvunget til at ændre sammensætningen på alle projektets vinduer enkeltvist, kan du markere denne boks og få samlet alle vinduer/døre med de samme egenskaber.

EKSPORT AF DATA FRA ENERGY EVALUATION

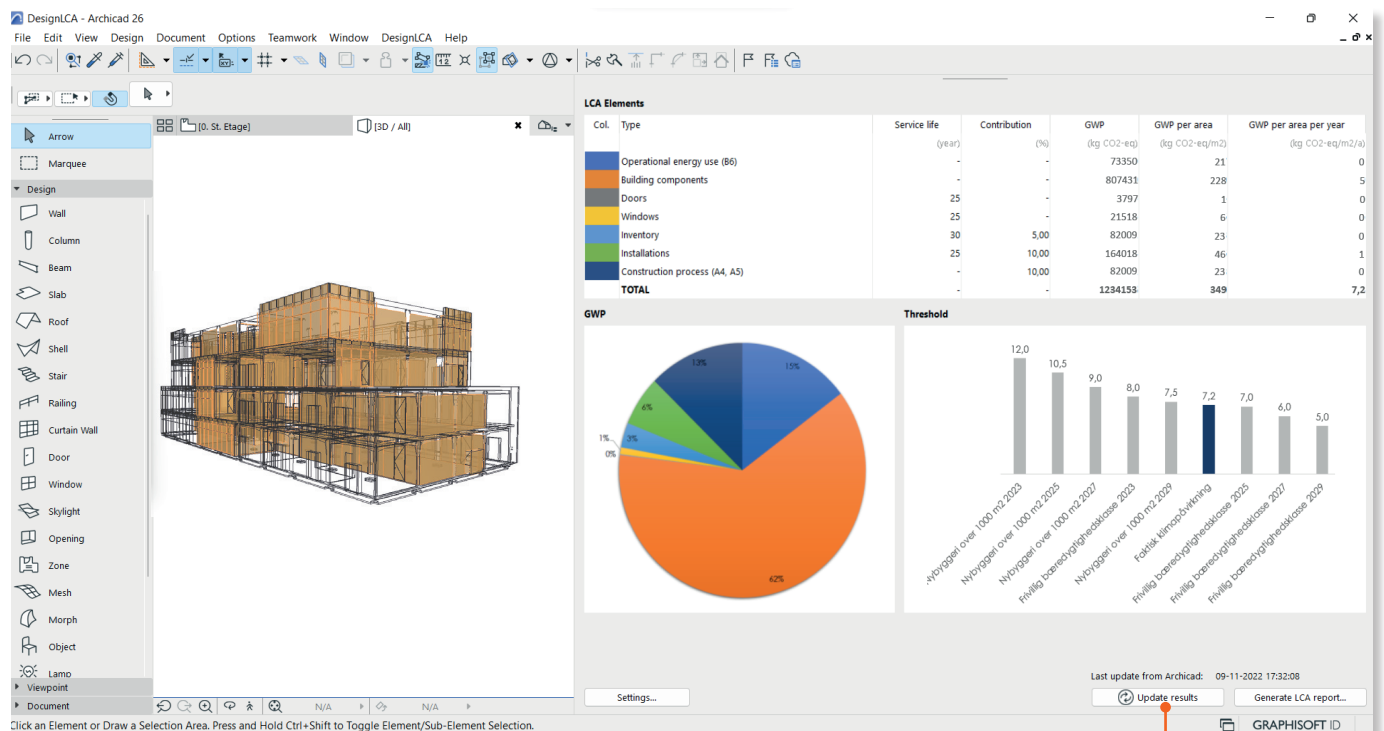
Når hele BIM og BEM modellen er opsat, kan LCA-beregningen udføres. DesignLCA bruger to datapunkter fra Energisimuleringen, nemlig arealet på bygningen beregnet fra zonerne samt CO₂-udledningen(GWP'en) fra bygningens energiforbrug. Dette skal sendes til DesignLCA via dropdown-menuen 'Start Energy Simulation'. Når der er eksporteret kan 'Energy Model Review'-vinduet lukkes. Der kan nu ses i DesignLCA Settings at arealet og GWP'en er hentet ind.



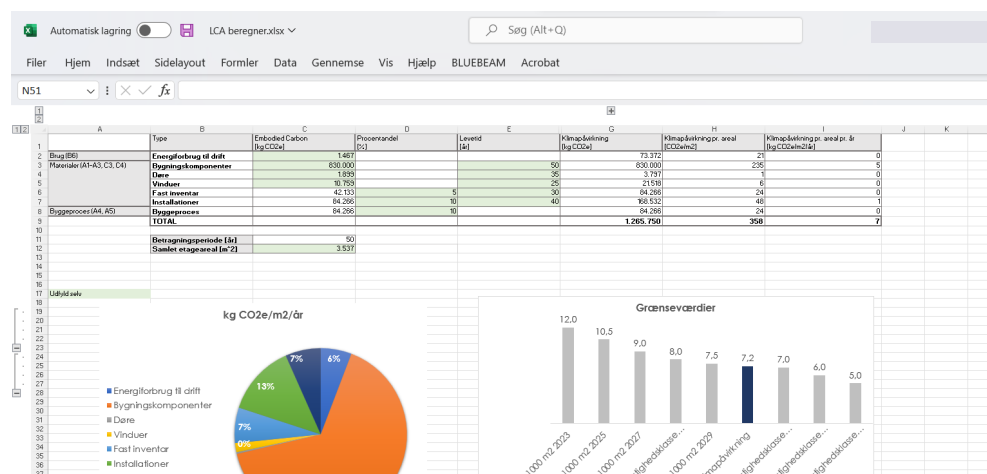
Hvis man blot starter energisimuleringen uden at eksportere til DesignLCA, genereres der en detaljeret rapport over bygningens energipreformance, som kan give et overblik over CO₂-udledningen til driften.

BRUG AF DESIGNLCA PALETTEN

Når resultaterne fra Energy Evaluation er hentet ind kan, DesignLCA paletten vise et resultat. Paletten kan dockes som andre Archicad paletter, hvilket gør det nemt at arbejde i modellen og se hurtige resultater i DesignLCA samtidigt.



Så snart en ændring er lavet på eksempelvis materialer, kan du ved et enkelt klik på 'Update Results' opdatere beregningen.



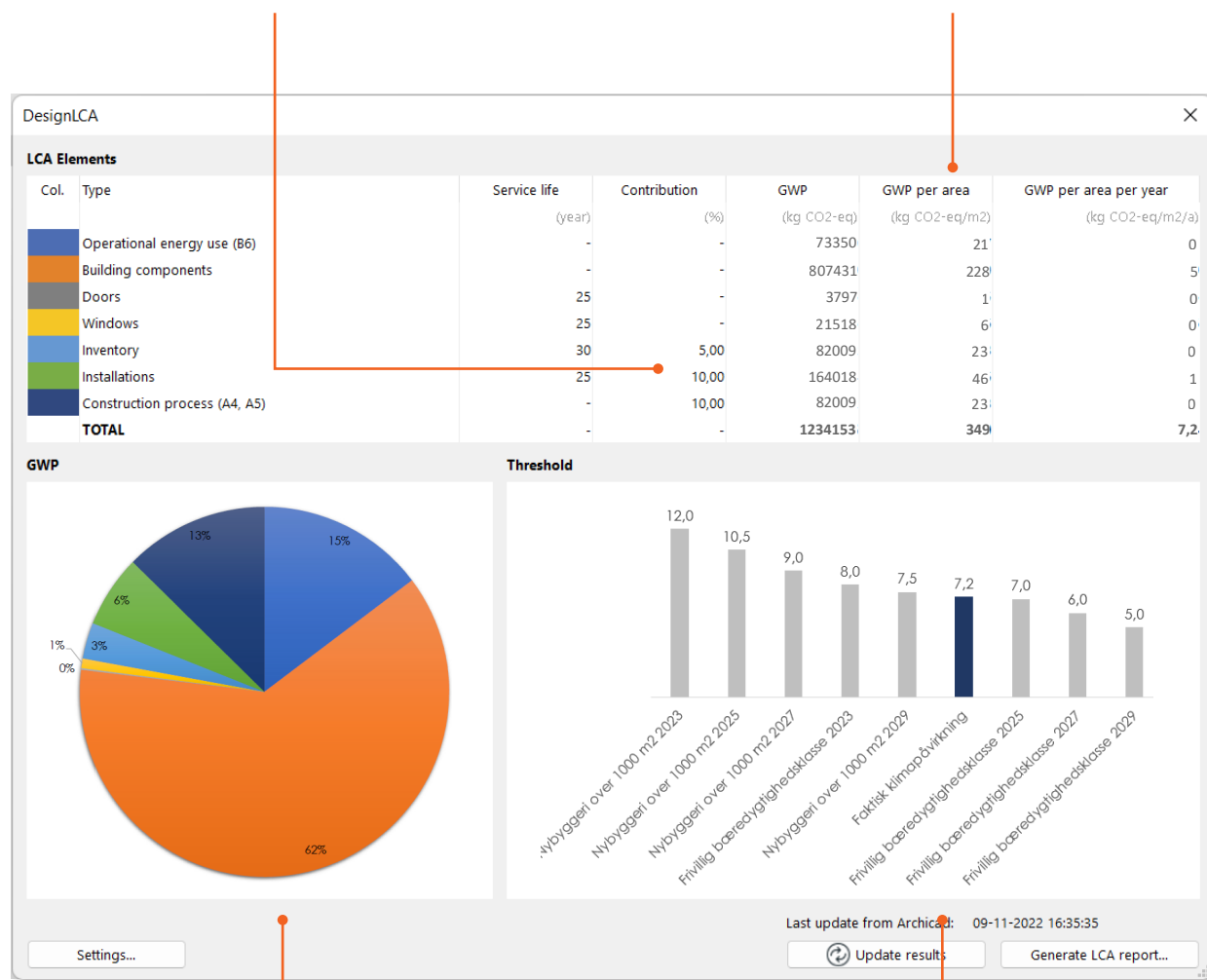
Når du er tilfreds med resultatet, kan du eksportere en rapport til Excel, til behandling og analyse af resultaterne

RESULTATER I PALETTEN

Både i paletten og i Excel-rapporten kan resultatet aflæses. I skemaet kan der aflæses samlet klimapåvirkning i kg CO₂e, CO₂e/m² og kg CO₂e/m²/år. Ydermere generes der foreløbigt 2 diagrammer, der hhv. viser klimapåvirkningens fordeling i projektet og projektets kg CO₂e/m²/år sammenlignet med grænseværdier sat af hhv. det kommende bygningsreglement, den frivillige bæredygtighedsklasse samt DGNB.

Det er muligt at sætte en procentsats oveni for at estimere en påvirkning fra Fast inventar, installationer samt byggeplads (A4,A5). De forudindstillede procentsatser er baseret på erfaringstal.

Resultatet viser både den samlede klimapåvirkning (GWP), klimapåvirkningen pr. m² (GWP per area) samt Klimapåvirkningen pr. m² pr. år. (GWP per area per year). Sidstnævnte er enheden for de kommende grænseværdier.



Fordelingen af projektets CO₂-udledning giver et overblik, over, hvor der er plads til forbedring, hvis du ligger på en for høj klimapåvirkning.

Markeret med blå vil projektets **kg CO₂e/m²/år** rangeres med diverse grænseværdier, der især er relevante at betragte i Danmark.

GRAPHISOFT Center Danmark

Rentemestervej 62
DK-2400 København NV

+45 8862 6680
info@formfaktor.dk
www.formfaktor.dk