

BeREAL slutrapport

ELFORSK Projekt 348-024



December 2018

Udarbejdet af:

Living Strategy Consulting, Bo Holst-Mikkelsen

Aarhus Universitet, Steffen Petersen

Rainbow Riders, Anders Thingholm

Indholdsfortegnelse

Projektets formål	3
Resultater og videre anvendelse	3
English Summery.....	4
Baggrund	5
Beskrivelse af BeREAL	6
BeREAL's opbygning.....	8
Processen.....	15
Markedsføring og artikler	16
Bilag 1: Artikel fra elforsk.dk	18

Projektets formål

Formålet med projektet er at udvikle en webbaseret softwareapplikation, BeREAL, der fungerer som et ad-on (og supplement) til Be10 (nu Be18) – SBI's program til udførelse af energirammeberegninger af bygninger.

BeREAL fokuserer på "the performance gap" – den ofte store forskel mellem beregnet energibehov og faktisk/målt energiforbrug for en given bygning.

Det som er særligt ved BeREAL er, at BeREAL kan håndtere usikkerheder i energirammeberegningen. Dvs. for de vigtigste parametre i beregningen kan der nu arbejdes med en middelværdi samt en minimums- og maksimumsværdi (der repræsenterer usikkerheden ved en given faktor i beregningen). Output er således heller ikke én værdi (som i Be18 beregningen) men et sandsynlighedsinterval. Konkret betyder dette, at BeREAL har automatiseret mange (ofte flere tusind) beregninger, der ellers skulle foretages manuelt. At inddrage usikkerheder er i fuld overensstemmelse med anbefalingerne i den nye branchevejledning for udarbejdelse af energirammeberegninger udarbejdet af Innobyg.

Desuden beregner applikationen hvilke 10 parametre, der har den største følsomhed for energirammeberegningen af henholdsvis varme og elforbruget. Disse parametre kan anvendes til at sætte større fokus på de forhold, som har den største indvirkning på den pågældende bygnings energiforbrug.

Endvidere anvender BeREAL en vejdatabase fra Aarhus Universitet, der via GPS koordinater kan levere timebaserede vejrdato, 45 år tilbage i tiden for det sted, hvor en bygning geografisk er placeret. BeREAL bruger altså "det rigtige vejr" i modsætning til Be18, som Be15 baseret på et standardiseret gennemsnits vejrår (DRY – Design Reference Year). At anvende det rigtige vejr i forbindelse med energirammeberegning for en given bygning er meget afgørende for en realistisk beregning, da variationer i vejret kan forklare op til 20% af afvigelserne i en bygnings energiforbrug.

Applikationen har flere anvendelser.

I forbindelse med projektering kan BeREAL anvendes til at udvikle mere realistiske beregninger forecasts for en bygnings energibehov samt identificere faktorer, der er mest "energikritiske".

Når en bygning er idriftsat, kan BeREAL anvendes til at vurdere om bygningens målte energiforbrug er rimeligt og identificere årsager til en bygnings eventuelle energimæssige overforbrug.

Resultater og videre anvendelse

Projektet har resulteret i en pålidelig og brugervenlig applikation.

BeREAL er anvendt i forskellige cases og har fået meget positiv feedback. Applikationen gør det nemmere og giver store tidsbesparelser for rådgivere at beregne realistiske og troværdige energibehov for bygninger.

Det er især indenfor projektering BeREAL har fundet anvendelse – især hvor et realistisk og robust forecast af energiforbruget er relevant (fx ved OPP projekter eller lignende). I forhold til at udvikle energianalyser af eksisterende bygninger har der vist sig generelt (og noget overraskende) at være stor mangel på brugbare forbrugs- og energidata. Dette forventes at ændre sig i de kommende år.

I forbindelse med udvikling af BeREAL er der endvidere udviklet et website – www.be15real.dk - der indeholder baggrundsinformationer for både bygherrer og rådgivere samt guides og tutorials. Endvidere er der adgang til at oprette sig som bruger, mv.

BeREAL har i skrivende stund ca. 200 aktive bruger. Brugerne er primært rådgivere fra rådgivende ingeniørvirksomheder (der arbejder med energirammenberegninger i Be18). Det bemærkes, at alle de store rådgivende ingeniørvirksomheder (COWI, Rambøll, Sweco, Niras, m.fl.) er repræsenteret. Endvidere er det interessant, at mange ingeniørstuderende har oprettet sig som brugere. Det bemærkes endvidere, at der er en konstant strøm af nye brugeroprettelser.

Applikationen vil indtil videre være tilgængelig i en gratis version indtil 31. marts 2019. Der afsøges forskellige muligheder for, at applikationen kan fortsætte udover denne tidsperiode.

English Summery

Objective / purpose

The objective of this research project is to develop an online software application – BeREAL. The application is an add-on (and a supplement) to the SBi application, Be15, which is used to calculate the predicted energy consumption of buildings.

BeREAL focuses on the “performance gap” – the often quite large difference between the calculated predicted energy consumption of buildings and the measured (real) energy consumption.

BeREAL can handle uncertainties in the calculation of the predicted energy consumption of the building. The application allows minimum and maximum values for all important input parameters. The BeREAL output is also given as a confidence interval. To achieve this, BeREAL has automated many calculations (often more than 1000) that otherwise was needed to be done manually. The recommendation to include uncertainties in the calculation is in full alignment with the recommendations of the new industry guide made by Innobyg.

The BeREAL application also calculates og identifies 10 input parameters that have the greatest impact on the predicted energy consumption of the building.

In addition to this, BeREAL uses a weather database from Aarhus University, which via GPS coordinates can deliver hourly-based data 45 years back in time for the exact location of the building. Thus, BeREAL uses “the real weather” as opposed to Be18, which is based on DRY (Design Reference Year). It is very important to include precise weather data in the energy consumption

calculation, as variations in the weather typically explains up to 20 % of the variation in energy consumption of a given building.

The application can be used in two ways:

In the design stage it can be applied to develop more realistic forecasts (predictions) of the energy consumption of a given building. In addition to this, the application is able to identify factors that are most critical for the energy consumption.

When a building is put into operation, BeREAL can be used to evaluate whether the measured energy consumption is acceptable – and to explain the causes of energy consumption levels that are too high.

Results

The research project has produced a reliable and user-friendly application.

BeREAL has been applied in different cases and has received very positive feedback. The application makes it much easier to develop realistic and reliable energy consumption forecasts (predictions) for buildings.

BeREAL has primarily been used in the design phase. A most surprising lack of usable core energy data has made it difficult to use the application to make energy analysis of operational buildings. This is expected to change in a few years time.

In addition to the application, a website – www.be15real.dk - has been developed. On this website users can find background information, guides and tutorials, create users, etc.

BeREAL has around 200 active users (at the time of the writing of this report). Users are primarily engineers, and it is noted that the large Danish engineering companies (COWI, Rambøll, Sweco, Niras, etc.) are all represented among the users. Interestingly, a lot of engineering students have also applied to be users. In addition to this, it must be noted that a steady stream of new users can be observed.

Further usage

BeREAL will be available in a free version until the 31st of March 2019. Different scenarios for extending this period are currently being investigated.

Baggrund

Alt dansk nybyggeri skal jf. bygningsreglementet overholde en energiramme, og dette skal dokumenteres med beregningsprogrammet Be18 (tidligere Be10 og Be15). Programmet stilles til rådighed af SBI mod betaling af brugerlicens. (Alternativt kan man gratis anvende Rockwool Building Design, som benytter samme beregningskerne som Be18).

Be18-beregningen er en teoretisk beregning, som har til mål at skabe et teoretisk energimæssigt sammenligningsgrundlag for alle (nye) bygninger. Be18-beregningen er således baseret på en række standardforudsætninger om fx brugsmønstre, brugstider, personbelastning og vejret.

Ofte varierer 'virkeligheden' for den enkelte bygning dog meget fra disse standard forudsætninger, og Be18 energiberegningen og en bygnings faktiske energiforbrug er derfor to forskellige ting, som det ikke er muligt eller fair at sammenligne. Lidt populært sagt ville det være det samme som at sammenligne pærer med bananer.

Be18 beregningen kan derfor IKKE bruges som et forecast for bygningers reelle energiforbrug (og dette er heller ikke formålet). Be18 beregningen er dog ofte den eneste energiberegning ("forecast"), der foretages i forbindelse med bygningsprojektering. Dermed kommer bygningsejere og lejere til at mangle et realistisk forecast af deres bygnings energiforbrug – som kan anvendes som input til driftsbudgettering.

Samtidig går man glip af optimeringsgevinster i projekteringsfasen, fordi man ikke bruger de rette (standard)forudsætninger. Hvis man fx i projekteringsfasen anvender standardforudsætninger i Be15 som fx 45 timers brugstid og 2 luftskifter i timen, vil man undervurdere behovet at optimere belysning og ventilation fx i skoler, sygehuse, daginstitutioner, kontorbygninger, mv., da disse i praksis har meget længere brugstider.

Når bygningen er blevet færdiggjort og sat i drift, oplever mange bygherrer desuden, at de har svært ved at vurdere, om bygningens reelle energiforbrug er rimeligt eller alt for højt. De driftsansvarlige siger ofte, at bygningen "er skruet forkert sammen" og derfor svær at drifte, eller at brugstider og brugsmønstre er meget anderledes end forventet. Den ansvarlige udførende entreprenør kan omvendt – og indimellem med rette – rette skytset den anden vej og sige, at det skyldes uhensigtsmæssig drift.

Som bygherre eller bruger står man i midten uden tilstrækkelig dokumentation til at foretage en professionel vurdering af bygningens energimæssige performance – eller være i stand til at identificere, hvor der skal sættes ind for at reducere et for højt energiforbrug – og hvem der er ansvarlig.

Ønsker man denne dokumentation, kræver det ofte mange og dyre beregninger af rådgivere. For faktum er da også, at det er svært og tidskrævende at korrigere for, at brugeradfærd, brugstider og vejret varierer fra Be15 standardforudsætningerne. Bare afvigelser i vejret fra år til år kan få energiforbruget til at variere med op til +/- 20%

Beskrivelse af BeREAL

BeREAL adresserer alle ovenstående problemstillinger – og der kan opnås bedre forventningsafstemning mellem aktørerne i et givent byggeri. Samtidig kan der opnås deciderede energigevinster ved at anvende online værktøjet i design- og projekteringsfasen, og når en given bygning har været i drift i nogle år.

Det er nødvendigt at have bruger kendskab til Be18 eller Rockwool Energy Design for at kunne anvende BeREAL. Output (energirammeberegningen) fra begge programmer kan anvendes i BeREAL.

1. BeREAL som et design- og projekteringsværktøj – Realistisk forecast af energiforbrug

Med BeREAL kan der udarbejdes mere realistiske estimater af en bygnings energiforbrug allerede i projekteringsfasen.

BeREAL er baseret på:

- Realistiske brugstider (fremfor ”standard” brugstider)
- Langt mere præcise vejrdato (”det rigtige vejr” for lokationen i stedet for DRY)
- Indregning af den realistiske energimæssige effekt af de apparater, som brugerne bringer ind i en bygning (fx computere, servere, belysning)
- Indregning af usikkerheder for de væsentligste parametre ift. energiforbrug. BeREAL tilbyder rådgiverne en række BeREAL default input-værdier, baseret på bygningskategori. Dette sparer tid, men man kan selvfølgelig selv rette disse værdier til efter behov.

BeREAL outputtet er yderst velegnet til at ”lægge ved” Be18 beregningen og med et realistisk energi-forecast kan bygherrer, lejere, driftsfolk mm. udarbejde mere realistiske driftsbudgetter for en bygning.

Identifikation af de mest kritiske parametre i forhold til energirammeberegningen

Be18 anvendes i praksis ofte som et energioptimeringsværktøj i projekteringsfasen – og for at optimere dette arbejde, kan BeREAL identificere de parametre, som er mest i kritiske og følsomme i beregningen af en given bygnings energiforbrug (det er forskellige forhold/parametre, der er kritiske fra bygning til bygning).

Man får altså en top 10 for kritiske parametre i forhold til varmebehov og for elbehov. Beregningen foretages på baggrund af trepunkts estimater.

Denne viden muliggør, at bygherre og rådgiver kan fokusere på de mest relevante parametre i en energioptimering i design-og projekteringsfasen. Det gør det nemmere at imødekomme bygningens krav til energiramme og lave en mere robust energiramme-beregning. Samtidig får man input til, hvor det kan betale sig at investere i mere energieffektive løsninger og give udførende og driftsfolk viden om, hvor de skal være særligt opmærksomme for at opnå hhv. en energieffektiv bygning og energieffektiv drift.

2. BeREAL som et energianalyseværktøj i driftsfasen

Når en bygning har været i drift i minimum et år (gerne længere – bygningen skal ofte først ”køres ind”), kan BeREAL konvertere den teoretiske Be18 beregning (eller Rockwool Energy Design beregning) til praktisk brug og korrigere for de energimæssige effekter af bygningens reelle anvendelse, brugernes adfærd og vejrets indflydelse.

BeREAL har automatiseret mange af de beregninger, som tidligere skulle foretages manuelt i forbindelse med en energianalyse i forhold til energirammeberegningen. BeREAL benytter sig

samtidig af en avanceret vejrdatabase fra Aarhus Universitet – og med ”det rigtige vejr” for det år, hvor man har måledata, kan man eliminere vejrets store indflydelse på energiforbruget.

Hermed kan man gøre en bygnings ’oprindelige’ Be18-beregning til omdrejningspunkt for en analyse af, om bygningen energimæssigt performer, som den skal.

Man bliver med andre ord i stand til at identificere, om bygningen har et urimeligt højt energiforbrug – og hvad det eventuelt skyldes. Skyldes det rimelige afvigelser såsom vejret, længere brugstider, et højere internt elforbrug, eller skyldes det uhensigtsmæssig drift eller deciderede fejl i udførelse og installationer? Det bliver hermed muligt at identificere lavt hængende ”energi-frugter” i forhold til drift og anvendelse – eller at finde fejlkilder i forhold til udførelse eller systemer og installationer, som har en negativ indvirkning på energiforbruget.

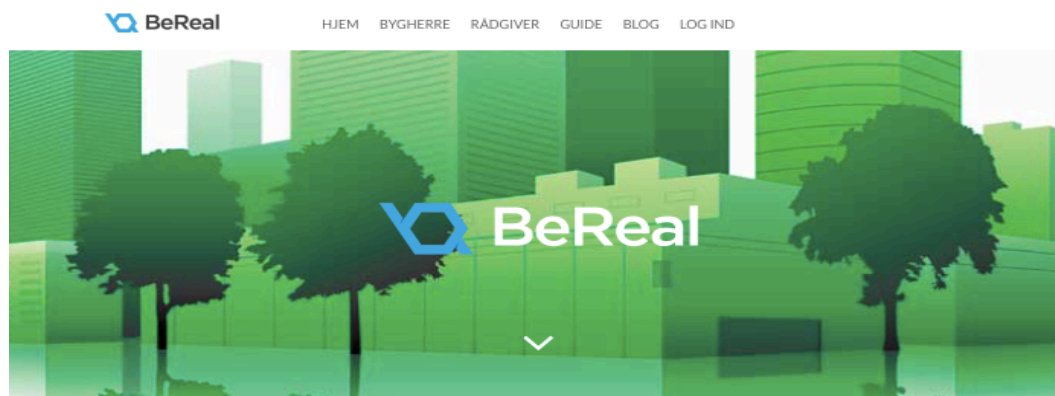
Forbrugsdata

For at kunne foretage en præcis energianalyse er det nødvendigt at have adgang til bygningens energirammenberegning i Be18 xml-format (eller Rockwool Energy Design format) samt data for bygningens energiforbrug.

BeREAL’s opbygning

BeREAL websitet

BeREAL består udover selve software applikationen af et website (www.be15real.dk).



Get a grip on 'the performance gap'

BeREAL er et nyt online værktøj, der fokuserer på 'the performance gap' – den ofte store forskel mellem beregnet energibehov og faktisk energiforbrug i moderne bygninger.

BeREAL fungerer som en add-on til energiberegningsværktøjet Be18 – og giver Be18-beregningen større praktisk anvendelse.

I forbindelse med design og projektering af en bygning kan BeREAL levere realistiske forecasts for en bygningens reelle energiforbrug og samtidig identificere og prioritere de forhold og faktorer, der er mest følsomme for beregningen af energibehovet.

Når bygningen er sat i drift, kan BeREAL hjælpe med at analysere, om bygningen bruger for meget energi og identificere, hvad et højt energiforbrug skyldes.

Værktøjet er (hvis man i forvejen kender til Be18) let og enkelt at bruge ... og det kræver ikke de store ressourcer. Be18 beregningen skal jo laves alligevel (for nye byggerier).

Indtil videre er værktøjet helt gratis at bruge.

Ønsker du at blive bruger?

Websitet er opdelt med tekst/informationer, som henvender sig til henholdsvis rådgivere og til bygherrer. På websitet findes relevante baggrundsinformationer, blog/cases, tutorials, guides, mv. Endvidere er det via websitet muligt at oprette sig som bruger og linke til selve applikationen.



Case studie: Anvendelse af BeREAL i forbindelse med SWECO's nye hovedkontor i Ørestaden.



Case studie: Anvendelse af BeREAL i forbindelse med COWI's domicil i Nobelparken i Aarhus.



Artikel: Ingeniører får troværdige energiberegninger for bygninger

FORVENTET (BEREGNET) VS FAKTISK

Fra det virkelige liv

Forventet (beregnet)	Faktisk (målt)
Primær energi [kWh/m² pr år]	Primær energi [kWh/m² pr år]
• Opvarm: 27.6	• Opvarm: 42.4
• El: 23.3	• El: 109.5
• Total: 50.7	• Total: 151.9

PROJEKTER

Navn	Byggetype	Type	Opstart	Opdateret
Projekt 1	Bygning	Forecast	2017-01-01	2017-01-01
Projekt 2	Bygning	Forecast	2017-01-01	2017-01-01
Projekt 3	Bygning	Forecast	2017-01-01	2017-01-01
Projekt 4	Bygning	Forecast	2017-01-01	2017-01-01
Projekt 5	Bygning	Forecast	2017-01-01	2017-01-01
Projekt 6	Bygning	Forecast	2017-01-01	2017-01-01
Projekt 7	Bygning	Forecast	2017-01-01	2017-01-01
Projekt 8	Bygning	Forecast	2017-01-01	2017-01-01
Projekt 9	Bygning	Forecast	2017-01-01	2017-01-01
Projekt 10	Bygning	Forecast	2017-01-01	2017-01-01

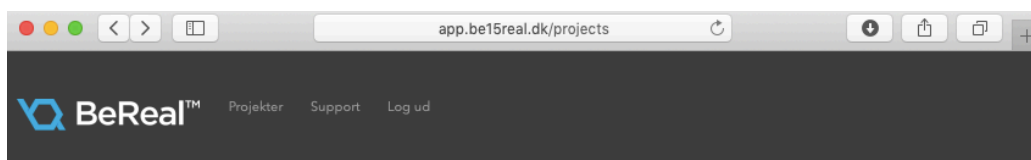
	BEREGNET	BEREGNET, ETC.	BEREGNET, ETC.	BEREGNET, ETC.	BEREGNET, ETC.
Opvarmning	27.6	1.0	1.0	1.0	1.0
El	23.3	1.0	1.0	1.0	1.0
Opvarmning, ETC.	27.6	1.0	1.0	1.0	1.0
El	23.3	1.0	1.0	1.0	1.0
Opvarmning, ETC.	27.6	1.0	1.0	1.0	1.0
El	23.3	1.0	1.0	1.0	1.0
Opvarmning, ETC.	27.6	1.0	1.0	1.0	1.0
El	23.3	1.0	1.0	1.0	1.0
Opvarmning, ETC.	27.6	1.0	1.0	1.0	1.0
El	23.3	1.0	1.0	1.0	1.0

BeREAL applikationen

Selve BeREAL applikationen er opbygget som følger:

Administrationsside

På brugerens administrationsside kan alle de af brugeren oprettede projekter tilgås. Det fremgår hvilken type projekt, der er tale om (forecast eller analyse), hvilken type bygning, der er tale om, hvornår projektet er oprettet og sidst opdateret.



PROJEKTER

Navn	BeREAL parametre	Type	Oprettet	Opdateret
Eksempel	Kontor	Forecast	08.12.2016 10:20	10.03.2017 12:27
Dansk Energi	Kontor	Forecast	03.01.2017 13:54	10.03.2017 12:27
Hedensted Børnehuset Lille Dalby	Børnehave	Forecast	03.01.2017 14:31	10.03.2017 12:27
Test Alice	Kontor	Analyse	06.03.2017 08:57	17.09.2018 07:59
Alice test 2	Kontor	Forecast	06.03.2017 09:02	08.03.2017 10:49
Kolding Åpark	Kontor	Analyse	17.09.2018 08:08	17.09.2018 08:08
Kolding Åpark forecast	Kontor	Forecast	17.09.2018 08:13	17.09.2018 08:13
Test	Bolig	Forecast	21.11.2018 14:47	21.11.2018 14:47

Oprettelse af nyt projekt

Oprettelse af et nyt projekt foregår ved at brugeren indtaster adresse for bygningen, hvorefter applikationen automatisk henter vejrfil for den pågældende lokation. Ved at angive bygningstype vil applikationen efterfølgende indsætte defaultværdier for den pågældende bygningstype. I forbindelse med oprettelse af et projekt uploader brugeren ligeledes energiramme beregning udført i Be18 eller Rockwool Energy Design.

BeREAL Forecast – input

Input til BeREAL forecast foregår ved at applikationen viser data fra den uploadede Be18 fil samt foreslåede defaultværdier for BeREAL samt forslag til max og min værdier. Max og min værdier er et udtryk for usikkerheden relateret til den enkelte inputparameter. Rådgiveren bør selv gå disse værdier igennem og kvalificere dem i forhold til det pågældende byggeri. BeREAL medtager kun de mest betydende parametre i energirammeberegningen for at gøre det så enkelt at arbejde med som muligt og for at spare tid. Opbygningen af inputdata-siden er designet så den følger samme opbygning som Be18. Applikationen vil efterfølgende udregne alle scenarier for alle usikkerheder (max og min værdier).

app.be15real.dk/projects/320/files/628

BeREAL™ Projekter Support Log ud Kolding Åpark forecast

Generel Input Forecast

GEM GÅ TIL FORECAST

1.0 Generelt

	Be18	BeREAL	Lav	Høj
1.1 Opvarmet etageareal, m2	6719,5	6719,5	6719,5	6719,5
1.2 Opvarmning setpunkt, C	20,00	21,00	20,00	23,00
1.3 Ønsket temperatur, C	23,00	23,00	23,00	23,00
1.4 Nat. temp. setpunkt, C	24,00	24,00	24,00	24,00
1.5 Køling setpunkt, C	25,00	25,00	25,00	25,00
1.6 Varmekapacitet, Wh/K m2	110,00	48,40	36,30	60,50
1.7 Normal brugstid, timer/uge	45,00	45,00	40,00	50,00
1.8 Start, kl.	8	8	8	8
1.9 Slut, kl.	17	17	17	17
1.10 Rotation, °	8,00	8,00	3,00	13,00
1.11 Mekanisk køling, andel af etageareal, -	1,00	1,00	1,00	1,00
1.12 Andet, m2	0,00	0,00	0,00	0,00

2.0 Ydervægge, tage og gulve

	2.1 Areal, m2			2.2 U-værdi, W/m2K		
a Ydervægge kælder over 2 meter	Be18 48,30	BeREAL 48,30		Be18 0,13	BeREAL 0,13	
	Lav 47,82	Høj 48,78		Lav 0,12	Høj 0,14	
b Tag Bygning 2	Be18 702,14	BeREAL 702,14		Be18 0,09	BeREAL 0,09	
	Lav 695,12	Høj 709,14		Lav 0,09	Høj 0,09	
c Ydervægge kælder til 2 meter	Be18 254,20	BeREAL 254,20		Be18 0,16	BeREAL 0,16	
	Lav 251,64	Høj 256,74		Lav 0,15	Høj 0,17	

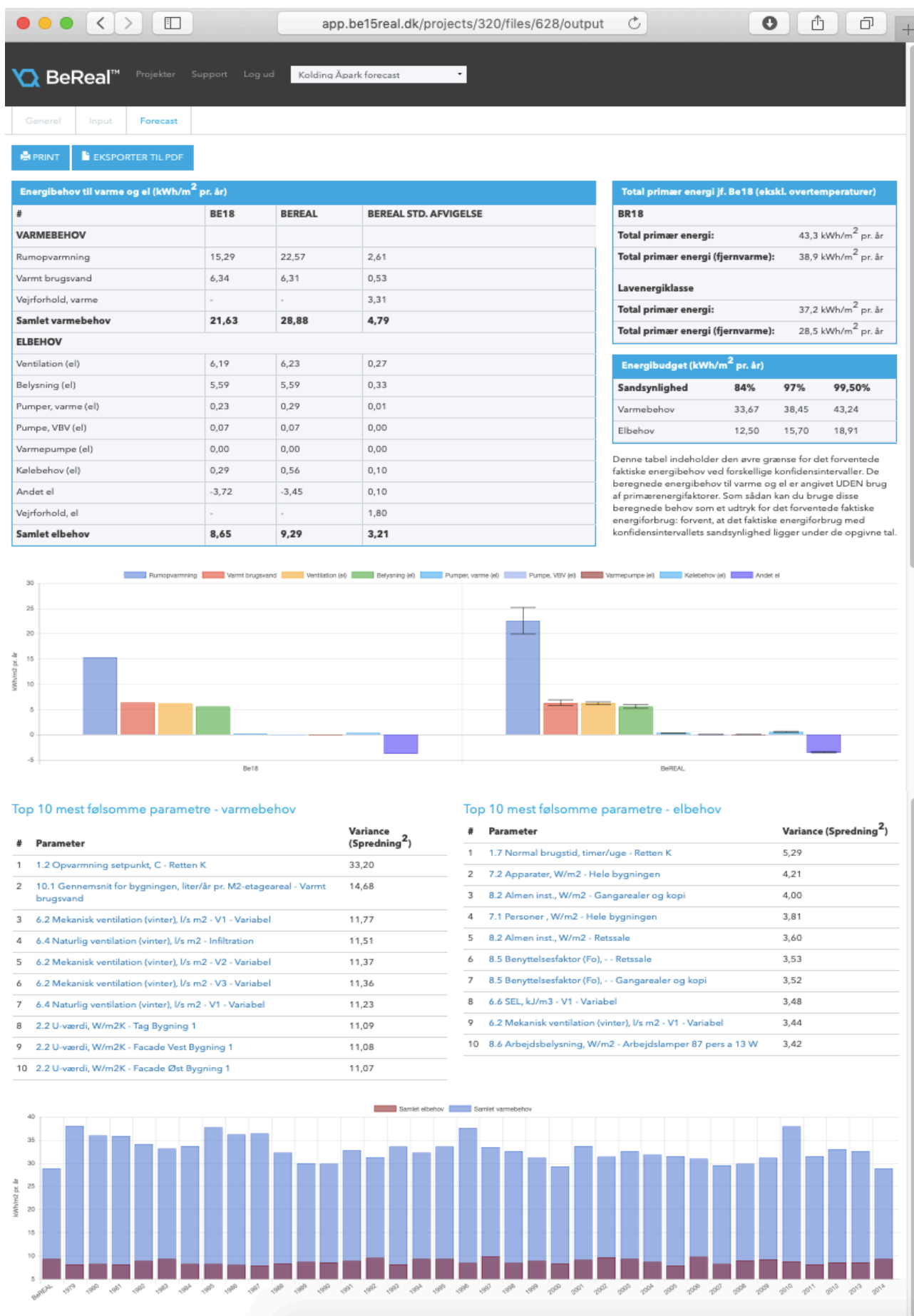
BeREAL Forecast – output

Øverst vises BeREAL forecastet i tabelform (med den oprindelige Be18 beregning som reference), og usikkerheden af BeREAL forecastet som standardafvigelse. Der er nedenunder som supplement en grafisk opstilling, der viser det samme.

Desuden beregner applikationen hvilke 10 parametre, der har den største følsomhed for energirammeberegningen af henholdsvis varme og elforbruget. Disse parametre kan anvendes til at sætte større fokus på de parametre, som har den største indvirkning på den pågældende bygnings energiforbrug.

Nederst vises det energiforbrug, som bygningen vil have haft, som en funktion af vejret, hvis man går tilbage i tiden. Der kan observeres stor variation. Dette er med til at illustrere vejrets store betydning for bygningers energiforbrug.

Output kan printes/eksporteres som pdf og lægges ved energirammeberegningen i Be18.



BeREAL analyse – input

Inputdelen af BeREAL analyse består af skærbillede, hvor brugeren skal indtaste det målte energiforbrug for bygningen, delt op på rumopvarmning, varmt brugsvand, ventilation og så fremdeles.

Endvidere vises værdierne for Be18 beregningen samt BeREAL defaultværdier inklusive forslag til max og min værdier (usikkerhed). Brugeren udfylder disse med viden om bygningens reelle brug, fx viden fra diverse målere, CTS anlæg, mv.

The screenshot shows the BeREAL web application interface. The browser address bar displays 'app.be18real.dk/projects/319/files/626'. The application header includes the BeReal logo, navigation links for 'Projekter', 'Support', and 'Log ud', and a dropdown menu currently set to 'Kolding Åpark'. Below the header, there are tabs for 'Generel', 'Input', and 'Analyse', with 'Input' being the active tab. On the right side of the input section, there are two buttons: 'GEM' and 'GÅ TIL ANALYSE'. The main content area is titled '0.5 Faktisk energiforbrug' and contains a table for entering energy consumption data. The table has two columns: a description and a value field. The values entered are: Rumopvarmning (23,00 kWh/m2/år), Varmt brugsvand (6,31 kWh/m2/år), Ventilation (el) (8,23 kWh/m2/år), Belysning (el) (6,00 kWh/m2/år), Pumper, varme (el) (0,29 kWh/m2/år), Pumpe, VBV (el) (0,07 kWh/m2/år), Varmepumpe (el) (0,00 kWh/m2/år), Kølebehov (el) (0,56 kWh/m2/år), and Andet el (0,00 kWh/m2/år). Below this table, there is another section titled '1.0 Generelt' which contains a table comparing Be18, BeREAL, and default values for various parameters. The BeREAL column shows values that match the Be18 column for most parameters, except for 'Varmekapacitet, Wh/K m2' which is 110,00 in Be18 and 110,00 in BeREAL, and 'Normal brugstid, timer/uge' which is 45,00 in Be18 and 45,00 in BeREAL. The default values (Lav and Høj) are also shown for each parameter.

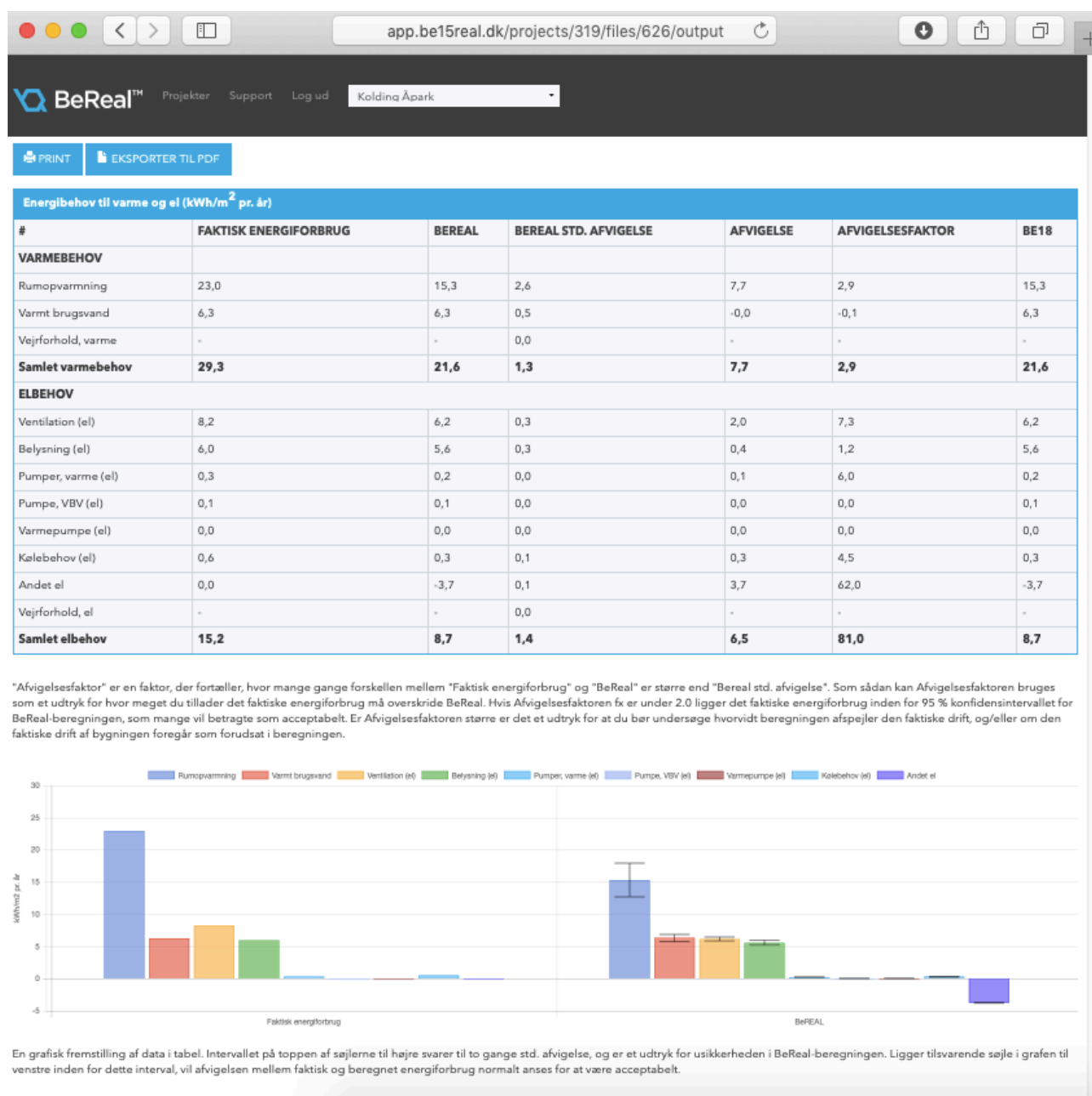
	Be18	BeREAL	Lav	Høj
1.1 Opvarmet etageareal, m2	6719,5	6719,5	6719,5	6719,5
1.2 Opvarmning setpunkt, C	20,00	20,00	20,00	23,00
1.3 Ønsket temperatur, C	23,00	23,00	23,00	23,00
1.4 Nat. temp. setpunkt, C	24,00	24,00	24,00	24,00
1.5 Køling setpunkt, C	25,00	25,00	25,00	25,00
1.6 Varmekapacitet, Wh/K m2	110,00	110,00	36,30	60,50
1.7 Normal brugstid, timer/uge	45,00	45,00	40,00	50,00

BeREAL analyse – Output

BeREAL sammenligner i analyse outputtet bygningens faktiske energiforbrug med BeREAL beregningen. Hermed kan det vurderes, om bygningens faktiske energiforbrug er rimeligt eller for højt. Endvidere kan det ses, *hvor* energiforbruget især er for højt.

Igen er der suppleret med en grafisk opstilling. I det viste eksempel er det især på rumopvarmning og på ventilation ligger for højt (inkl. usikkerhed) i forhold til det, som det burde være i henhold til BeREAL beregningen.

Output kan printes/eksporteres som pdf og lægges ved energirammeberegningen i Be18.



Processen

BeREAL er udviklet på baggrund af 2 ELFORSK støttede projekter.

345-002 Energisyndere i lavenergibyggeri, der bl.a. dokumenterede at det var muligt at udarbejde en realistisk energirammeberegning på baggrund af den algoritme/fremgangsmåde, som senere er anvendt i BeREAL. Projektet resulterede i et Excel baseret værktøj, der qua de mange beregninger, som skal foretages for at udregne usikkerhed dog var meget tungt og tidskrævende at arbejde med.

Med udgangspunkt i resultaterne og konklusionerne fra ovennævnte projekt blev der efterfølgende givet støtte til en forprojekt 347-032 **BeREAL – udvikling af kravspecifikation**, der havde til formål at analysere, hvordan man kunne udvikle en software-applikation, der kunne automatisere BeREAL beregningerne, samt udarbejde et overslag på, hvor meget dette ville koste.

348-024 BeREAL (indeværende projekt)

Ovenstående 'indledende' projekter gjorde det muligt at effektivisere og målrette arbejdet i nærværende projekt.

Alfa version periode

Projektet begyndte med en indledningsvis udviklingsfase, hvor en alfa-version af BeREAL blev udviklet. Applikationen blev i denne periode blevet testet internt.

Der blev allerede i denne periode etableret samarbejder med en række betydelige aktører i byggebranchen bl.a. NCC, COWI og Henning Larsen Architects, der alle ønskede at bidrage med cases og deltage i udviklingen af BeREAL.

BeREAL blev endvidere præsenteret (simple screen dumps) til et arrangement hos Ingeniørforeningen i København.

Beta-version periode

Med udgangspunkt i intern test af alfa-versionen blev der udviklet en beta-version af BeREAL.

Beta-version af værktøjet blev præsenteret for brugere (rådgivere og bygherrer) udvalgt til beta-test på en workshop.

Efterfølgende blev BeREAL testet "eksternt". Beta-testen gav meget værdifuld feedback i forhold til BeREALs funktionalitet – både i relation til grundlæggende funktioner (regner værktøjet rigtigt) og i forhold til brugervenlighed (hvor let er værktøjet at bruge, hvor og hvordan skal brugerne have vejledning og hjælp).

Brugervejledninger, instruktioner, tutorials, mv. blev udviklet på baggrund af feedback fra brugere.

I forbindelse med beta-testen blev der oprettet feedback forum til brugerne.

Der blev endvidere oprettet website (www.be15real.dk)

BeREAL blev endvidere præsenteret som et programpunkt/session på Danvak Dagen 2017.

Release version

BeREAL blev (2. nov 2017) i en funktionsdygtig release version launchet i forbindelse med en konference/netværksarrangement i DRs koncertsal arrangeret af Energiforum med flere hundrede deltagere i. BeREAL teamet valgte at koble sig på denne konference for at nå ud til så mange deltagere som muligt i forbindelse med launchet.

Websitet – www.be15real.dk blev opdateret til også at indeholde sign-in funktioner, 'bliv bruger' funktioner, samt vejledninger og tutorials. Der blev bl.a. udviklet flere tutorials (videoer), der fortæller om baggrunden for BeREAL samt hjælper brugerne til at udvikle realistiske forecasts for energiforbrug og energianalyser.

Der blev endvidere gennemført en brugerundersøgelse, der skal give viden om brugen af BeREAL blandt programmets aktive brugere. Resultaterne er anvendt til at tilpasse BeREAL.

BeREAL blev efter launch endvidere markedsført overfor primært ingeniør virksomheder, der arbejder med energirammeberegninger og energianalyser. Dette førte til oprettelse af en del nye brugere.

Der blev desuden indgået aftale med flere ingeniør virksomheder med henblik på udarbejdelse af cases, der skal dokumentere og demonstrere værdien af BeREAL. Disse cases er blevet anvendt aktivt på websitet til at dokumentere værdien af BeREAL og til at udvikle en artikel på www.elforsk.dk, som har ført til at mange nye brugere har oprettet sig til BeREAL.

I efteråret 2018 er BeREAL blevet opdateret med ny beregningskerne (Be18), så programmet er opdateret i forhold til det nye bygningsreglement BR18.

Markedsføring og artikler

Præsentationer/arrangementer

BeREAL er blevet præsenteret i forskellige fora.

Arrangement hos Ingeniørforeningen i København (2016)

Programpunkt/session på Danvak Dagen 2017.

Molio konference: Almene boliger – Renovering og Nybyg (2018)

<https://molio.dk/kurser/konferencer/renovering-af-almene-boliger-1/>

Launch, Energiforum netværkskonference, DR Byen, 2/11 2017

Artikler

Artikel ELFORSKs nyhedsbrev, samt website <https://elforsk.dk/nyheder/ingeniorer-far-trovaerdige-energiberegninger-bygninger>

Artikel på Energiforums website

<https://www.energiforumdanmark.dk/nyt/2017/software-giver-bedre-bud-pa-energiforbrug-i-bygninger/>

Direct marketing

Markedsføring af BeREAL er foretaget via telefonopkald, e-mails og LinkedIn

Cases

Der er udarbejdet en række konkrete cases til at dokumentere værdien af BeREAL samt understøtte udvikling af artikler.

Ingeniører får troværdige energiberegninger for bygninger

08. OKTOBER 2018 Af JESPER TORNBJERG BYGNINGSVÆRKTØJ



*Sweco har testet beregningsværktøjet BeREAL på sit nye hovedkvarter i Ørestaden i København.
Foto: Sweco*

Sweco og COWI melder om gode erfaringer med det ELFORSK støttet IT-værktøjet BeREAL, der bygger videre på data fra Be-beregninger. Gennem BeREAL lægges mere realistiske data ind i Be-beregningsen og kombinerer dem med lokationsbestemte vejrdata kan byggeriets parter tegne et mere kvalificeret billede af det fremtidige el- og varmemeforbrug i nye bygninger.

De lovpligtige energiramme-beregninger for nye bygningers energiforbrug holder stort set aldrig stik, så hvis bygningsejere tror på disse Be-beregninger, får de en lang næse og en større energiregning end forventet. Afvigelserne i det beregnede og det faktiske energiforbrug kan være på op til flere hundrede procent.

Nu er der imidlertid hjælp at hente. Sweco og COWI har på hvert sit domicil testet et nyt online it-værktøj, BeREAL, der kan give et mere realistisk billede af energiforbruget i nye bygninger. Samtidig er BeREAL hurtigere og nemmere at anvende end andre simuleringsprogrammer.

”Potentialet i BeREAL er meget interessant bl.a. i forbindelse med OPP (offentlig-privat samarbejde, red.), så jeg vil gøre mit til at udbrede kendskabet til metoden i Sweco” siger fagchef Johan Broholm fra den store ingeniørvirksomhed, der har testet BeREAL på sit nye hovedkvarter i Ørestaden i København.

Fra Cowi i Aarhus er erfaringerne også gode:

”Vi vil helt klart arbejde videre med den tankegang, BeREAL repræsenterer, for det kan gøre vores rådgivning bedre” siger civilingeniør Alice Andersen fra COWI, der har anvendt BeREAL i forbindelse med projekteringen af en udbygning af sit domicil i Nobelparken på Randersvej.

Gratis værktøj

BeREAL er udviklet af bl.a. civilingeniør, ph.d. Steffen Pedersen fra Aarhus Universitet og direktør Bo Holst-Mikkelsen fra Living Strategy Consulting med støtte i flere omgange fra Dansk Energis ELFORSK-pulje. Indtil videre er det gratis at bruge BeREAL, og den mulighed har både Sweco og COWI altså grebet med kyshånd.

”Vi er lige flyttet ind i vores nye hovedkontor, og alle knap 1.000 ansatte er på plads” fortæller Johan Broholm og oplyser, at den oprindelige Be10-beregning for det komplekse byggeprojekt viste et årligt varmemeforbrug på godt 17 kWh/kvadratmeter og et elbehov på knap 16 kWh/kvadratmeter.

”Vi vil helt klart arbejde videre med den tankegang, BeREAL repræsenterer

Alice Andersen, civilingeniør, COWI

Denne beregning blev lagt ind i BeREAL, og mange af de forskellige data for fx klimaskærm, ventilationssystemer, varme, belysning, solceller og kropsvarme blev gransket og ofte justeret til mere realistiske værdier. Den præcise adresse i Ørestaden blev også tastet ind, for en af fordelene ved BeREAL er, at der kan bruges lokale data for vind og vejr.

Set-punktet er vigtigt

Beregningerne i BeREAL viser, at Sweco snarere kan forvente et varmemeforbrug på næsten 23 kWh/kvadratmeter og et elforbrug på lidt over 20 kWh/kvadratmeter. Samtidig angiver BeREAL et usikkerhedsspænd for resultatet. For eksempel har set-punktet for opvarmningen enorm indflydelse på varmemeforbruget.

”Normalt sættes det til 20 grader i Be-beregninger, men hvis det i virkeligheden ender på 22 grader, så øger det varmebehovet med op til 15-20 procent, fortæller Johan Broholm og nævner, at for elbehovet har brugstiden tilsvarende stor betydning.

Johan Broholm skønner, at øvelsen kun tager ekstra 5-10 timer, da den bygger videre på den Be-beregning, der ligger til grund for myndighedsgodkendelser af byggeriet.

”En sådan beregning allerede i projekteringsfasen kan altså vise sig at være en god investering” siger han, der glæder sig til om nogle måneder at sammenligne

beregningerne med det faktiske forbrug i Sweco HQ-bygningen.

Optimering af energi og indeklima

Alice Andersen fra COWI har tidligere testet BeREAL på to retssalsbygninger, og senest har beregningerne gjort nytte i forbindelse med en udvidelse af domicilet i Aarhus med en ny femetagers bygning og et atrium. Byggeriet er i gang, og til foråret vil alle COWI's 400 ansatte i Aarhus være samlet under samme tag på Randersvej.

For at give et realistisk billede af det fremtidige energiforbrug i den nye bygning har COWI i BeREAL kombineret brugsdata (brugsmønstre, udstyr, vandforbrug, komforttemperatur mv.) fra de eksisterende blokke lige ved siden af med data for orientering, teknologi, konstruktioner mm. i den nye blok.

"Dermed har vi fået et kvalificeret grundlag for, hvordan vi kunne optimere energi og indeklima i bygningen. Vi har fået et værktøj til at studere forskellige løsninger" fortæller Alice Andersen og nævner, at det er særdeles nyttigt, at BeREAL leverer en top 10-liste over de mest følsomme parametre bag energiforbruget.

"Potentialet i BeREAL er meget interessant bl.a. i forbindelse med OPP (offentlig-privat samarbejde, red.)

Johan Broholm, fagchef, Sweco

På linje med Johan Broholm peger hun på, at set-punktet for opvarmningen og antallet af timer med stort elforbrug spiller en meget stor rolle for energiberegningerne. Derfor vil COWI, når bygningen er klar til drift, vurdere, om der er områder, hvor set-punktet kan reduceres, uden at det går udover komforten. "Vores beregninger viser også, at energitiltag vedrørende mekanisk og naturlig ventilation kan give stor gevinst, når det handler om at opnå et lavere energiforbrug" siger Alice Andersen og fastslår, at BeREAL er 'hurtigt at bruge, da det kombinerer oplysninger fra energirammeberegningen'.

Projektering og drift

En af 'bagmændene' bag BeREAL, Bo Holst-Mikkelsen, påpeger, at værktøjet kan bruges både til projektering og i forbindelse med drift.

Med de nye beregninger kan rådgivere og entreprenører på et tidligt tidspunkt i byggeprocessen gå i dialog med bygherrer og håndværkere for at afstemme forventninger til energibudgettet samt få sikret kvaliteten af det byggede byggeri. Dermed er der en større chance for, at de energiregninger, der vil tikke ind de næste mange årtier, holder det forventede niveau. Når bygningen er i drift, kan BeREAL hjælpe med at analysere, om den performer som forventet og indikere, om et eventuelt højt energiforbrug skyldes byggesjusk, brugeradfærd eller noget helt tredje. "Hvis der er målere på ventilationsanlægget, kan data for eksempel vise, om det er dårligt indstillet, om der skal skiftes filtre, eller om der er rotter i rørene" siger Bo Holst-Mikkelsen.

Takket være en bevilling fra ELFORSK vil det være gratis at anvende BeREAL frem til foråret 2019, oplyser han.

Prøv programmet på www.be15real.dk