

BYGNINGER

VÆRKTØJER



PROJEKTERNE SKAL UDVIKLE ET VÆRKTØJ, DER I DESIGN-FASEN KAN GIVE ET REALISTISK ESTIMAT AF EN BYGNINGS FAKTISKE ENERGIFORBRUG OG EFTERFØLGENDE SAMMENLIGNE BEREGNET ENERGIBEHOV MED MÅLT ENERGIFORBRUG. DERIGENNEM KAN VI SIKRE, AT LAVENERGIBYGGERI REELT PERFORMER SOM LAVENERGIBYGGERI.

PROJEKT 345-002 og 344-035
Energisyndere i lavenergibyggeri

MÅLSÆTNING:

Vi oplever i disse år en stor interesse for at energieffektivisere bygninger. Alligevel klager både bygherrer, kommuner og andre aktører over, at deres nyere bygninger bruger mere energi end beregnet, og at de forventede energibesparelser i forbindelse med energirenoveringer ikke realiseres.

I dag fokuseres der i projekteringsfasen ofte på at opfylde energirammen og opnå godkendelse, fremfor at reducere bygningens faktiske energiforbrug. Energirammeberegningen i Be10 er typisk omdrejningspunktet for energi-

optimeringen, men da der i denne beregning kun anvendes standardværdier for driftstider og brug, er der væsentlig risiko for at fejlestimere det faktiske energiforbrug. Eksempelvis anvender Be10 standardparametre som brugstid på 45 timer pr uge og to luftskifter i timen, hvilket for sygehuse indebærer en alvorlig undervurdering af behovet for at effektivisere ventilation og belysning.

Med det udgangspunkt ønskede projektgruppen først at undersøge, hvor i byggefaserne problemerne opstår og herefter at udvikle et

værktøj, der kan udføre mere realistiske estimater og identificere de kritiske parametre for en bygningens energiforbrug i projekteringsfasen. Når bygningen står færdig, skal værktøjet desuden kunne sammenholde det beregnede energiforbrug i energirammeberegningen med de faktiske forbrugsdata og derigennem identificere afvigelser i forhold til det forventede energiforbrug.

VÆRKTØJET KAN HJÆLPE BYGGEBRANCHEN MED AT FLYTTE FOKUS FRA LAVE ANLÆGSOMKOSTNINGER TIL BYGNINGERS TOTALOMKOSTNINGER. VED AT FÅ DRIFT OG DET FAKTISKE ENERGIFORBRUG MED I BEREKNINGERNE KAN VI SIKRE, AT BYGGERIET REELT BLIVER ENERGIOPTIMERET OG OPNÅ BETYDELIGE ENERGIBESPARELSER.

MÅLGRUPPE:

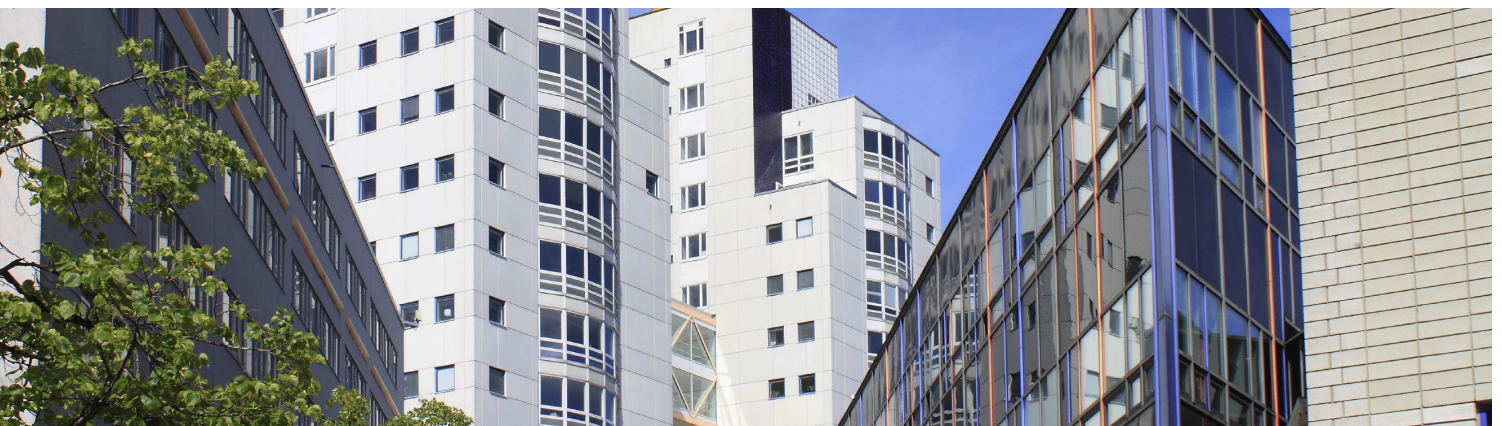
Overordnet kan hele byggebranchen få glæde af værktøjet, da det – modsat en standard Be10-beregning – skaber realistiske forventninger til bygningens faktiske energiprformance. Ved at identificere hvilke parametre der har størst betydning for bygningens forventede energiprformance, kan værktøjet hjælpe branchen med at fokusere på reel energioptimering af bygninger fremfor blot på

at opnå myndighedernes godkendelse ud fra Bygningsreglementets krav.

Efter byggeprocessen kan værktøjet bruges til at sammenligne beregnet energiforbrug og faktisk energiforbrug. Denne sammenligning kan hjælpe med at afklare, om en bygherre har fået det lovede produkt og efterfølgende hjælpe byggeriets ejere og administratorer

med at spare energi og penge gennem en energioptimeret drift.

En del af projektet har haft særligt fokus på kommunerne, der optræder som bygherrer i mange nybyggerier og renoveringsprojekter, som har vist stor interesse for værktøjet.



Med værktøjet bliver det mere sandsynligt, at krav og forventninger til bygningens energieffektivitet overholdes i praksis.

PROCESSEN:

Det første projekt (344-035) var et forstudie, der gennem en minianalyse viste, at moderne byggerier ofte har et højere energiforbrug end forventet. Sammen med repræsentanter fra byggeriets entreprisefaser diskuterede projektteamet årsager til, at bygninger ofte har et højere energiforbrug end forventet og beregnet i Be10 – et beregningsprogram, der i dag bruges til at myndighedsgodkende et byggeri

i henhold til energikravene i Bygningsreglementet.

Erfaringerne fra forstudiet blev brugt i det andet projekt (345-002), der foregik i tre spor: I **Spor 1** arbejdede projektteamet med at udvikle en metode og et konkret værktøj, der kan lave mere realistiske estimater af bygningens faktiske energiforbrug i projekteringsfasen

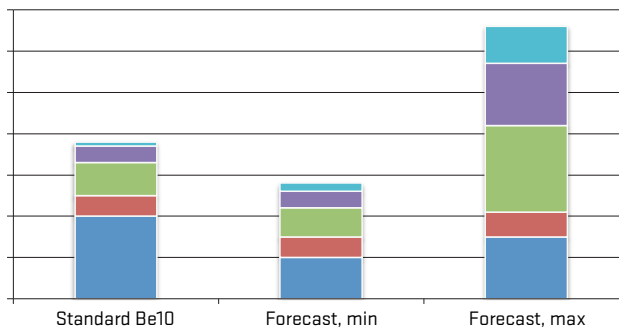
og udføre post-analyser, der kan identificere afvigelser i det færdige byggeri. **Spor 2** fokuserede på en konkret gennemgang af flere færdige byggerier for at identificere fejlkilder. I **Spor 3** blev der foretaget en analyse af udfordringer relateret til energieffektiv bygningsdrift i en kommunal kontekst. Desuden blev værktøjet og resultaterne præsenteret for en række kommuner.

RESULTATER:

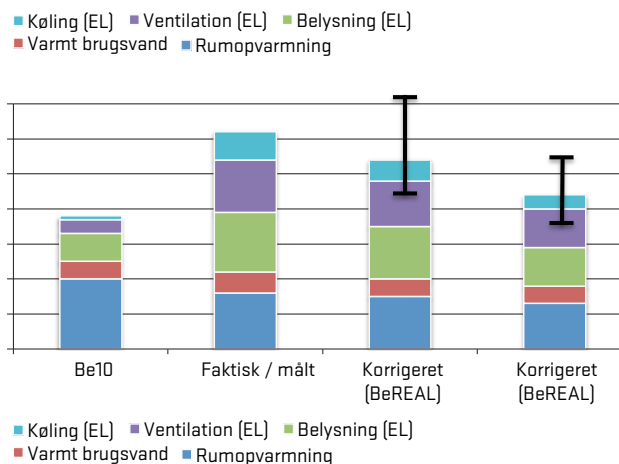
Efter de to projekter står vi med et værktøj, der kan give realistiske estimater af bygnings faktisk energiforbrug (forecast), og efterfølgende sammenligne det med beregningerne fra projekteringsfasen (post-analyse) for bl.a. at identificere eventuelle energisyndere.

Forecast: På baggrund af en standard Be10 beregning kan energirammen bestemmes, og energibehovet fordeles på køling, ventilation, belysning, varmt brugsvand og rumopvarmning. Korrektioner og usikkerheder på de enkelte behov tilføjes Be10 beregningen for at give et sandsynligt forecast af en bygnings maksimale og minimale energiforbrug. Her anvendes bl.a. vejrdata fra de sidste 20 år for lokationen [GPS] for at identificere udsving i energiforbruget grundet vejrliget. Hermed kan et mere reelt forecast af energiforbruget oplyses bygningssejeren.

Post-analyse: Efter bygningens opførelse måles det faktiske forbrug med en korrigeret Be10 beregning (BeREAL) for at vurdere, om det faktiske forbrug er acceptabelt. BeREAL tager udgangspunkt i vejrdata fra lokationen [GPS], data fra CTS anlægget og forbrugerdata. Usikkerheder tillægges BeREAL, og hvis



Figuren viser princippet for et estimat af en bygnings energiforbrug beregnet med værktøjet udviklet i spor 1. På baggrund af korrektioner og usikkerheder forudsiges ved hjælp af værktøjet et minimum energiforbrug og et maksimum energiforbrug opdelt på teknologier.



Figuren viser, hvordan værktøjet med udgangspunkt i vejrdata fra lokation [GPS], data fra CTS og forbrugsdata kan sammenligne det faktiske forbrug med den oprindelige Be10 beregning og et korrigeret estimat. Det gør det muligt at bestemme, om afvigelser skyldes fejl i projektering, udførelse eller drift. Søjle 3 og 4 viser to eksempler på korrigerede Be10 beregninger. I det første eksempel ligger det faktiske energiforbrug inden for Be10 korrektion [BeREAL] inkl. usikkerhedsinterval og er således acceptabelt, i det andet eksempel er energiforbruget for højt.

det faktiske forbrug ligger inden for BeREALs usikkerhedsinterval, kan det faktiske forbrug accepteres. Ligger det faktiske forbrug over intervallet, er energiforbruget for højt, og en nærmere analyse bør iværksættes.

Kommunerne har tilkendegivet stor interesse for værktøjet, som de vurderer som yderst interessant og relevant i forhold til at opnå lavenergibyggeri – ikke kun på papiret, men også i praksis.

Kritiske parametre	Væsentlige parametre	Mindre betydende parametre
Varmtvandsforbrug	Infiltration	Udhæng skygger
DF % indstilling K, A, U, M	U-værdi vinduer	Horisont skygger
Opvarmning setpunkt	Reduktionsfaktor varmt brugsvand	Almin inst. Belysning indstilling A
Normal brugstid, timer/uge	u-værdi ydervæg	Samlet reduktionsfaktor (A, V, T, K). Pumper
VGK ventilation	Vindueshul [%], skygger	DF % vindue indstilling A
Varmekapacitet	Ønsket temp. Setpunkt	Virkningsgrad (fuldlast) kedel
Mekanisk ventilation, vinter	Internt varmetilskud App	Samlet areal vinduer
SEL	Internt varmetilskud Personer	Andel til rum, kedel
Almin inst. Belysning indstilling K	Naturlig ventilation, sommer	Samlet Nom. Effekt (A, V, T, K), pumper
Overarmet etageareal	Arbejdsbelysning indstilling K	U-værdi terrændæk u/gulvvarme
Benyttelsesfaktor Fo belysning indstilling K	Varmetabkoefficient, cirkulation	Rotation
	G-værdi vinduer	Areal, ydervæg
	Naturlig ventilation, vinter	Areal, tag
	Glasandel Ff vinduer	Areal, terrændæk u/gulvvarme
	U-værdi tag	Linjetab, fundament u/gulvvarme [W/mK]
	U-værdi terrændæk m/gulvvarme	Areal terrændæk m/gulvvarme
	Rørlængde, cirkulation	U-værdi kældervæg under bygningen
	Nominal COP (bv), VP	U-værdi kældervæg mod det fri
	Nominal COP (opv), VP	Højre, skygger
	Varmetabkoefficient, cirkulation	Mekanisk ventilation, sommer
	Linjetab, kælder [W/mK]	Nominal effekt, kW, kedel
	Virkningsgrad (dellast) kedel	Korrektion (dellast), kedel

EFFEKT:

I dag presser kravet om lave anlægspriser alle led i entrepriseforløbet til at gøre tingene så hurtigt og billigt som muligt – hvilket ofte går ud over bygningens energieffektivitet. Ved at indarbejde værktøjet i byggeprocessen har bygherrer mulighed for at stille reelle krav til energiforbrug og sikre sig, at de bliver ført ud i livet – og at drift og styring bliver tænkt ind allerede i udbuds- og projekteringsfasen. Rådgivere og entreprenører får således også mulighed for at konkurrere på andre parametre end blot pris.

Værktøjet kan benyttes til at rangordne hvilke inputparametre i den konkrete Be10 beregning, der er mest følsomme i forhold til bygningens energiforbrug. Dette kan bruges til at optimere energiforbruget i design-/projekteringsprocessen og bestemme hvor i udførelsen, man skal være særligt omhyggelig.



Projektledelse:

Bo Holst-Mikkelsen
Living Strategy Consulting
Flæsketorvet 68, 1. sal
1711 København V

Telefon: 30 27 30 33
E-mail: bhm@livingstrategy.dk
Web: livingstrategy.dk

Projekter:

Titel: Energisyndere i byggeriets faser
Nr. 344-035 og 345-002
PSO Program 2012 og 2013
Budget i alt: 2.071.223 kr.
hvoraf 1.449.158 kr. i tilskud fra Dansk Energi
Tidsplan: 01.01.2012-31.03.2015

Programkoordinator:

Jørn Borup Jensen
Dansk Energi
Vodroffsvej 59
1900 Frederiksberg C

Telefon: 35 300 934
E-mail: jbj@danskenergi.dk
Web: www.elforsk.dk

HVORDAN PROJEKTRESULTATERNE KAN BRUGES I PRAKSIS!

Resultaterne er både relevante i relation til den eksisterende bygningsmasse og til nybyggeri. Ifølge de energipolitiske målsætninger skal energieffektiviseringen af den eksisterende bygningsmasse styrkes, ligesom der i Danmark og EU er klare målsætninger for, at nybyggede huse i 2020 kun må bruge en tredjedel af den energi, de bruger i dag. Ikke mindst for kommunerne, der står over for omfattende renoveringer af deres bygningsmasse, vil der være store energibesparelser at hente ved at indtænke energieffektivitet i renoveringsprojekterne. Her kan resultaterne

fra dette projekt hjælpe med at sikre en realistisk forventning til besparelserne samt kvalitetssikre den færdige løsning.

Status på det udviklede værktøj er, at det i dag findes i en 'håndholdt' Excel-udgave, der dog kræver betydelige manuelle beregninger. ELFORSK har vurderet resultaterne som så lovende, at de har besluttet at støtte endnu et nyt projekt, der i første omgang skal udvikle en kravspecifikation til en egentlig software-applikation, der bl.a. skal automatisere beregningsprocessen.

RESULTATET AF PROJEKTET KAN HJÆLPE MED AT OPNÅ OVERENSSTEMMELSE MELLEM BEREGNET OG FAKTISK ENERGIFORBRUG - OG IKKE MINDST TYDELIGGØRE OVER FOR BYGGERIETS PARTER, HVILKE PARAMETRE DER HAR SÆRLIG STOR BETYDNING FOR DETTE.



AARHUS
UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

LIVING STRATEGY