



TEKNOLOGISK
INSTITUT

it's all about innovation

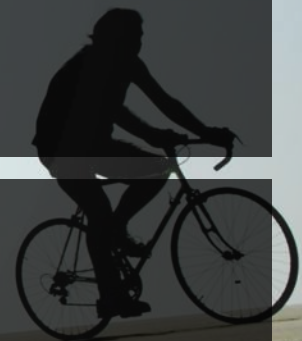




TEKNOLOGISK
INSTITUT

SCOP og Be10

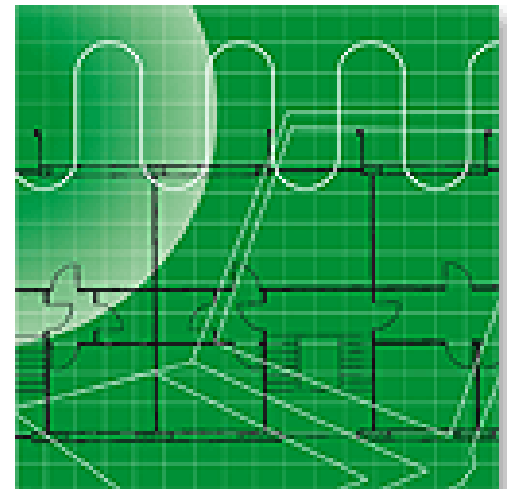
Teknologisk Institut, Århus
Dato: d. 12/11 - 2013



Hvorfor dette indlæg?

- Be10 er et dynamisk program der bruges i mange sammenhæng til bl.a. energiberegninger i bygninger. Viden omkring beregningsmetoden for varmepumper kan afhjælpe forkerte beregninger
- Den nuværende varmepumpeberegning i Be10 præsenteres
- Den kommende varmepumpeberegning i Be10 præsenteres
- Den kommende varmepumpeberegning udarbejdes i PSO projektet "Beregning af energieffektivitet for køleanlæg og varmepumper i Be10"
Et samarbejde imellem:

- Teknologisk Institut
- SBI, Energi og Miljø
- Varmepumpefabrikantforeningen
- Be06 følgegruppen
- Rådgiverkreds bestående af COWI, Rambøll, Alectia og Grontmij.



Hvad er Be10?

- Beregningsprogrammet Be10 og anvisning 213 er udviklet af Statens Byggeforskningsinstitut (SBI)
- Be10 og anvisningen anvendes til at dokumentere, at energikravene i Bygningsreglementet og anden lovgivning er fulgt.
- Be10 og anvisningen kan også hjælpe arkitekter og andre rådgivere med at udregne energibehov og energiforbrug i projekteringsfasen.
- Be10 beregningskernen benyttes af bl.a. Energikonsulenter.
- Be10 og anvisningen sikres at der skabes en god energiøkonomi, der kan fremtidssikre byggeriet bedst muligt.
- Be10 er ikke et dimensioneringsværktøj!

Hvad er Be10?



TEKNOLOGISK
INSTITUT

- Billede af beregningsprogrammet Be10

Eksempel_v6b_Parcelhus - Be10

Filer Rediger Vis Hjælp

SBI anvisning 213: Bygningers energibehov, Be10

Eksempel: Parcelhus 180 m²

Klimaskærm

Ydervægge, tage og gulv

Skema 1

Fundamenter mv.

Skema 1

Vinduer og yderværelse

Skema 1

Skygger

Skema 1

Uopvarmede rum

Ventilation

Skema 1

Internt varmetilskud

Skema 1

Belysning

Skema 1

Andet elforbrug

Parkeringskældre mv.

Mekanisk køling

Varmefordelingsanlæg

Skema 1

Pumper

Pumpe-skema 1

Varmt brugsvand

VBV Beholder

Skema 1

PumpCirc

Skema 1

Vandvarmere

Forsyning

Kedler

Ny kedel

Fjernvarmeveksler

Andet rumopvarmning

Solvarmeanlæg

Varmepumper

Udeluftvarmepumpe

Solceller

Nyt solcelleanlæg

Vindmøller

Resultater

Nøgletal

Varmebehov

Bygning

Navn: Eksempel: Parcelhus 180 m² med T-knast

Beregningens betingelser

Mærkning: Se beregningsvejledningen

Tillæg til energigrammen for særlige betingelser, kWh/m² år

0

(Kun mulig for andre bygninger end boliger og beregningsbetjening BR: Aktuelle forhold)

Mekanisk køling

0 Andel af etageareal, -

Bidrag fra (i prioritets-orden)

1. Elradiatorer 2. Brændeovne, gasstrålevarmere og lign. 3. Solvarme 4. Varmepumpe 5. Solceller 6. Vindmøller

Samlet varmetab

Transmissionstab 3,6 kW 19,9 W/m²

Ventilationstab uden vgv 2,1 kW 11,6 W/m² (om vinteren)

I alt 5,7 kW 31,5 W/m²

Ventilationstab med vgv 2,1 kW 11,6 W/m² (om vinteren)

I alt 5,7 kW 31,5 W/m²

Transmissionstab

For klimaskærmen ekskl. vinduer og døre

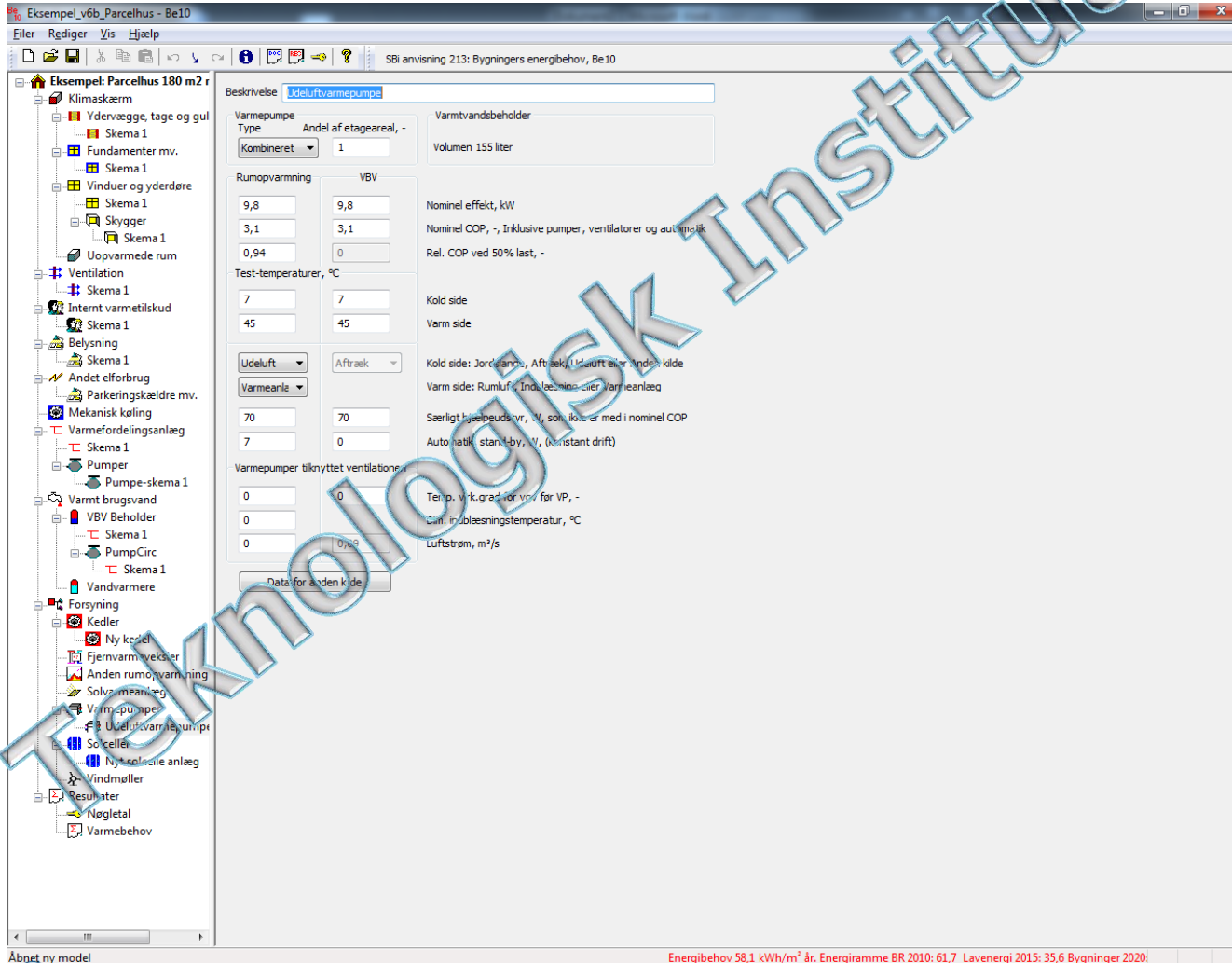
4,3 W/m²

Åbnet ny model

Energibehov 58,1 kWh/m² år. Energitæthed BR 2010: 61,7 Lavenergi 2015: 35,6 Bygninger 2020:

Varmepumpeberegningen i Be10

- Billede af varmepumpeberegningen
- Der kan indsættes flere forskellige varmepumper



The screenshot displays the Be10 software interface for calculating heat pump requirements. The main window is titled 'Eksempel_v6b_Parcelhus - Be10'. The left sidebar shows a project tree with various building components like 'Klimaskærm', 'Fundamenter mv.', 'Ventilation', and 'Pumper'. The main area is divided into a 'Beskrivelse' (Description) section and a 'Varmepumpe' (Heat Pump) configuration section.

Beskrivelse: Udeluftvarmepumpe

Varmepumpe: Type: Kombineret, Andel af etageareal: 1, Varmtvandsbeholder: Volumen 155 liter

Rumopvarmning: Rumopvarmning: 9,8, 3,1, 0,94; VBV: 9,8, 3,1, 0

Test-temperaturer, °C: Kold side: 7, 45; Varm side: 7, 45

Udeluft: Kold side: Jordvarme, Aftæk (Kaldt eller andet) kilde; Varm side: Rumluft, Indblæsning eller varmeanlæg

Specifikationer: Særligt hjælpeudsiv, V, som kobler med i nominal COP; Automatisk stand-by, V, (konstant drift)

Varmepumper tilknyttet ventilation: Temp. v.k.grad for VP, -; Min. fr. blæsningstemperatur, °C; Luftstrøm, m³/s

Buttons: 'Data for anden kilde'

Watermark: 'TEKNOLOGISK INSTITUT'

Page-Footer: 'Åbnet ny model' and 'Energibehov 58,1 kWh/m² år. Energiramme BR 2010: 61,7 Lavenergi 2015: 35,6 Bygninger 2020.'

Varmepumpeberegningen i Be10



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Angivelse af
varmepumpe type og
andel af etageareal
(0-1)

Input fundet via.
teststandarden
En14511 ved fuldlast

Rel. COP ved 50% last –
Denne dykker vi lidt ned i...

Angivelse af varmekilde
og centralvarmesystem

Særligt hjælpeudstyr

Specielt for
ventilations-
varmepumper

Beskrivelse

Varmepumpe		Varmtvandsteholder
Type	Andel af etageareal, -	Volumen 155 liter
<input type="text" value="Kombineret"/>	<input type="text" value="1"/>	
Rumopvarmning		VBV
<input type="text" value="9,8"/>	<input type="text" value="9,8"/>	Nominal effekt, kW
<input type="text" value="3,1"/>	<input type="text" value="3,1"/>	Nominal COP, -, Inklusive pumper, ventilatorer og automatik
<input type="text" value="0,94"/>	<input type="text" value="0"/>	Rel. COP ved 50% last, -
Test-temperaturer, °C		
<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="7"/>	Kold side
<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="45"/>	Varm side
Varmekilde		
<input type="text" value="Udeluft"/>	<input type="text" value="Afræk"/>	Kold side: Jordslange, Afræk, Udeluft eller Anden kilde
Varmeanlæg		
<input type="text" value="70"/>	<input type="text" value="70"/>	Varm side: Rumluft, Indblæsning eller Varmeanlæg
<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="0"/>	Særligt hjælpeudstyr, W, som ikke er med i nominal COP
		Automatik, stand-by, W, (konstant drift)
Varmepumper tilknyttet ventilationen		
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	Temp. virk.grad for vgv før VP, -
<input type="text" value="0"/>		Dim. indblæsningstemperatur, °C
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0,09"/>	Luftstrøm, m ³ /s

Be10 beregningen teoretisk



Step-by-step gennemgang af varmepumpeberegningen:

1. Varmepumpemodellen får et input bestående af et månedligt varmebehov.

	VP dækningspotentiale af netto varmebehov i MWh													
	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	Året	
Opvarmning	2,30	1,94	1,66	0,89	0,06	0,00	0,00	0,00	0,05	0,60	1,37	2,07	10,94	
VBV	0,24	0,22	0,24	0,23	0,24	0,23	0,24	0,24	0,23	0,24	0,23	0,24	2,82	
I alt	2,54	2,16	1,90	1,12	0,30	0,23	0,24	0,24	0,28	0,84	1,60	2,30	13,76	

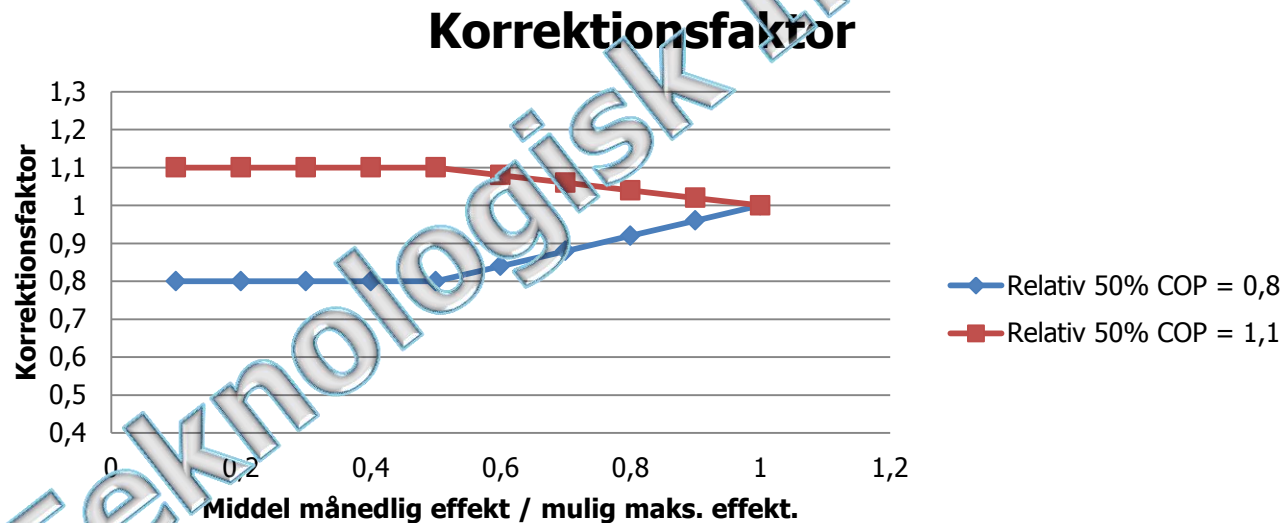
2. Den månedlige beregning er foretaget på baggrund af gennemsnitlige udetemperaturer og den ønskede temperatur i centralvarmesystemet.
Beregningen sker ved omregning via exergivirkningsgraden som findes ud fra inddata

$$Carnot COP = \frac{(varm side + 273,15)}{(varm side - kold side)}$$

$$\eta_{ex} = \frac{\text{målt } COP}{Carnot COP}$$

Be10 beregningen teoretisk

3. For hver måned bliver en middellast beregnet. Denne ses i forhold til den mulige fuldlast under de givne forhold. Såfremt middellasten går under 50% af fuldlasten, benyttes den "relative COP ved 50 %" last til at til at korrigere elforbruget.



Det endelige energiforbrug divideres med denne relative 50% COP.

Be10 varmepumpeberegningseksempel (forsimplert)



Testdata:

$$T_{\text{kold}} = -17 \text{ °C (inkl. } -10 \text{ °C } \Delta T \text{ over fordampere)}$$

$$T_{\text{varm}} = 37 \text{ °C (inkl. } 2 \text{ °C } \Delta T \text{ over kondensator)}$$

$$\text{COP}_{\text{test}} = 4,0$$

$$\text{Nominel effekt} = 5,9 \text{ kW}$$

$$\text{Relativ 50\% COP} = 0,8$$

Beregning:

$$\text{Carnot COP} = \frac{(T_{\text{varm}} + 273,15)}{(T_{\text{varm}} - T_{\text{kold}})} = \frac{(37 + 273,15)}{(37 - (-17))} = 5,74$$

$$\eta_{\text{ex}} = \frac{\text{COP}_{\text{test}}}{\text{Carnot COP}} = \frac{4,0}{5,74} = 0,7$$

Be10 varmepumpeberegningseksempel (forsimplet)

Data for januar måned:

$$Q_{\text{varme}} = 2,30 \text{ MWh}$$

$$T_{\text{ude}}: -10,5 \text{ }^\circ\text{C (med } -10 \text{ }^\circ\text{C } \Delta T \text{ over fordampere)}$$

$$T_{\text{fremløb}}: 37 \text{ }^\circ\text{C (med } 2 \text{ }^\circ\text{C } \Delta T \text{ over kondensator)}$$

$$\text{Carnot } COP_{\text{januar}} = \frac{(T_{\text{frem}} + 273,15)}{(T_{\text{frem}} - T_{\text{ude}})} = \frac{(37 + 273,15)}{(37 - (-10,5))} = 6,53$$

$$COP_{\text{januar}} = \eta_{\text{ex}} * \text{Carnot } COP_{\text{januar}} = 0,7 * 6,53 = 4,57$$

$$\text{elforbrug}_{\text{januar}} = \frac{Q_{\text{varme}}}{COP_{\text{januar}}} = \frac{2,30 \text{ MWh}}{4,57} = 0,5 \text{ MW}$$

$$\text{Maks. effekt}_{\text{januar}} = \frac{\text{Nominel effekt}}{COP_{\text{test}}} * COP_{\text{januar}} = \frac{5,9 \text{ kW}}{4,0} * 4,57 = 6,74 \text{ kW}$$

$$\text{Middel effekt}_{\text{januar}} = \frac{1000 * Q_{\text{varme}}}{\text{dage}_{\text{januar}}} = \frac{1000 * 2,30}{31 * 24} = 3,09 \text{ kW}$$

$$\text{Procentuel middel effekt}_{\text{januar}} = \frac{\text{Middel effekt}_{\text{januar}}}{\text{Maks. effekt}_{\text{januar}}} = \frac{3,09}{6,74} = 0,46$$

Be10 varmepumpeberegningseksempel (forsimplet)

En procentuel middel effekt på 46% giver en korrektionsfaktor på 0,8.

Det endelige elforbrug for januar bliver:

$$\text{Energiforbrug}_{\text{januar}} = 0,5 \text{ MWh} / 0,8 = 0,625 \text{ MWh}$$

Samme beregning foretages for samtlige måneder.

El-patronens elforbrug beregnes ved at undersøge hvor meget energi varmepumpen kan levere i forhold til varmebehovet

- Resten leveres af el-patronen.

Konsekvensen af forkerte data...

Krav til forskellige bygningstyper:

BR2010 61,7 kWh/m² (for dette specifikke eksempel)

Lavenergi 2015 35,6 kWh/m² (for dette specifikke eksempel)

- Hvad sker der hvis COP angives forkert?

COP	Rel. COP ved 50 %	Energibehov (kWh/m ²)
3,1	0,94	58,1
3,6	0,94	50,6
2,1	0,94	68,5

- Hvad sker der hvis den relative 50% COP angives forkert?

COP	Rel. COP ved 50 %	Energibehov (kWh/m ²)
3,1	1,1	52,3
3,1	0,8	65,0

Den kommende Be10 varmepumpeberegning



TEKNOLOGISK
INSTITUT

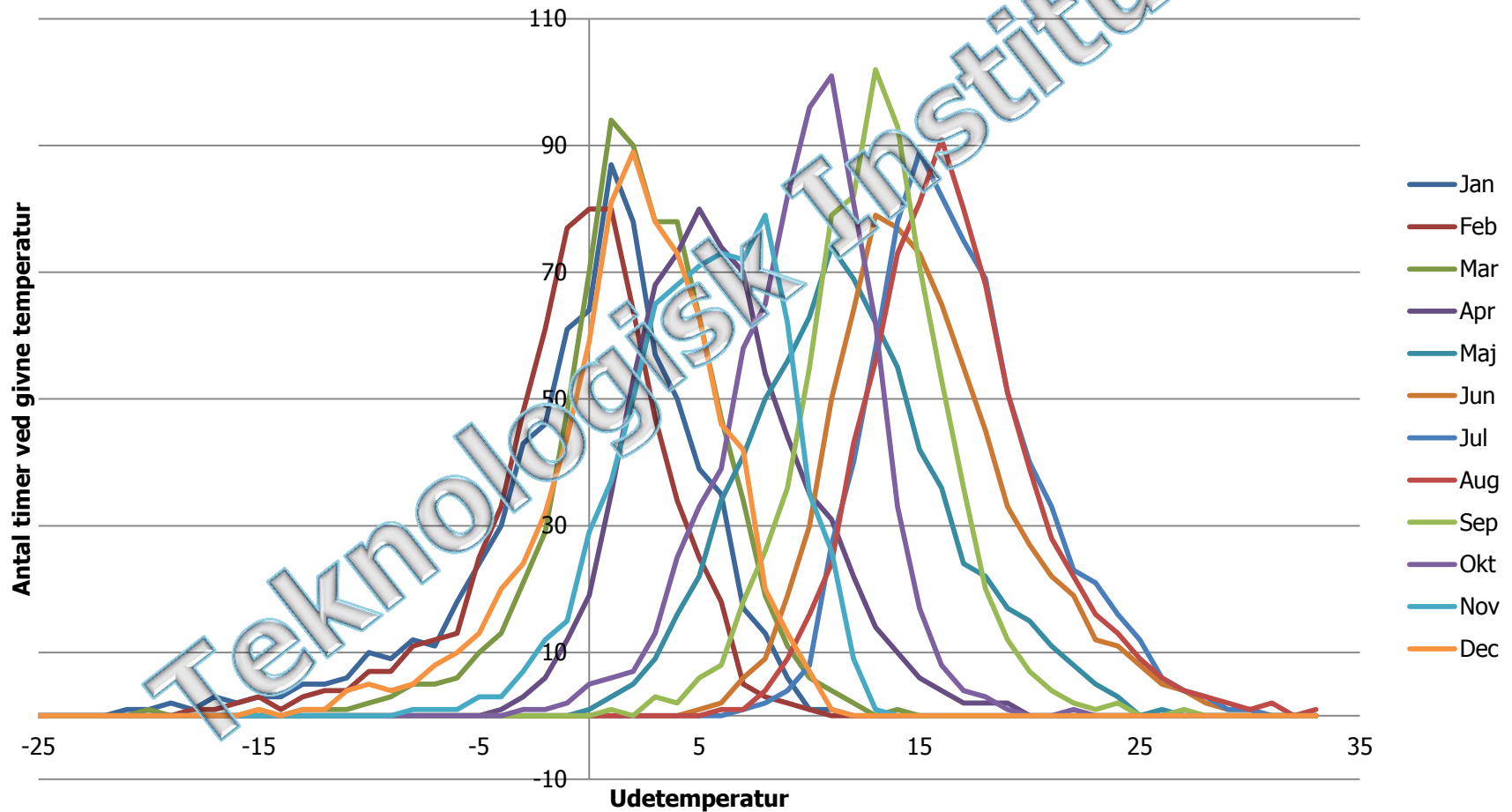
- Opløsningen i beregningen øges fra månedsbasis til timebasis.
- Temperaturvariationen i løbet af måneden afspejles.
- Benytter SCOP testdata, men ikke SCOP værdisætningen direkte.
- Sammenhænge for ydelsen og effektiviteten i relation til temperaturdifferensen imellem ude-temperaturen og inde-temperaturen benyttes.
- Dellast relateret til temperaturforskellen afspejles i beregningerne.
- El-patron driften afspejler nu både det varierende varmebehov og effekt som funktion af temperaturdifferensen imellem ude-temperaturen og inde-temperaturen.

Den kommende Be10 varmepumpeberegning



TEKNOLOGISK
INSTITUT

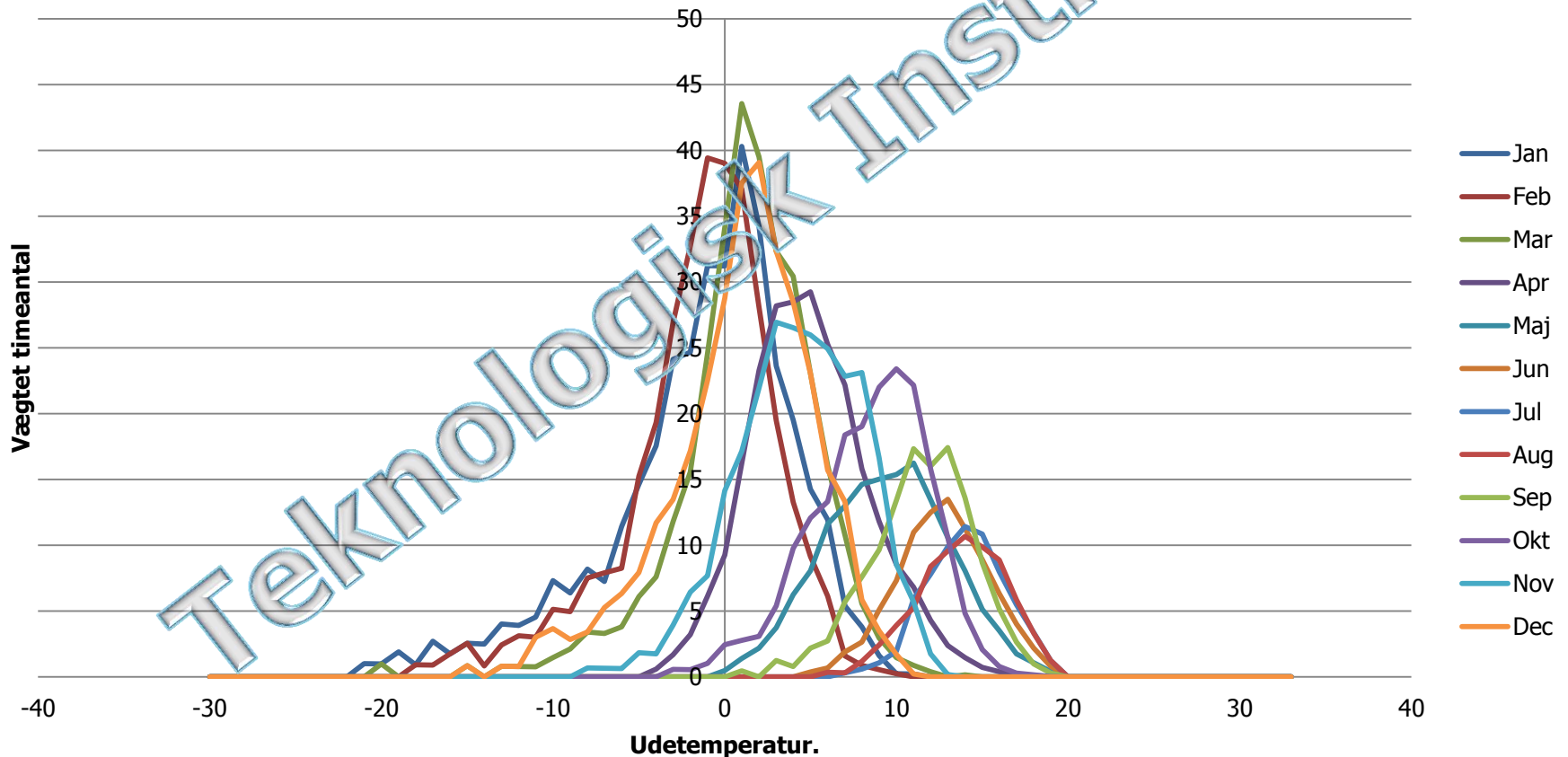
Timefordelingen af udetemperaturer pr. måned.



Den kommende Be10 varmepumpeberegning

- En lineær fordeling vægter de lave temperaturer højere.

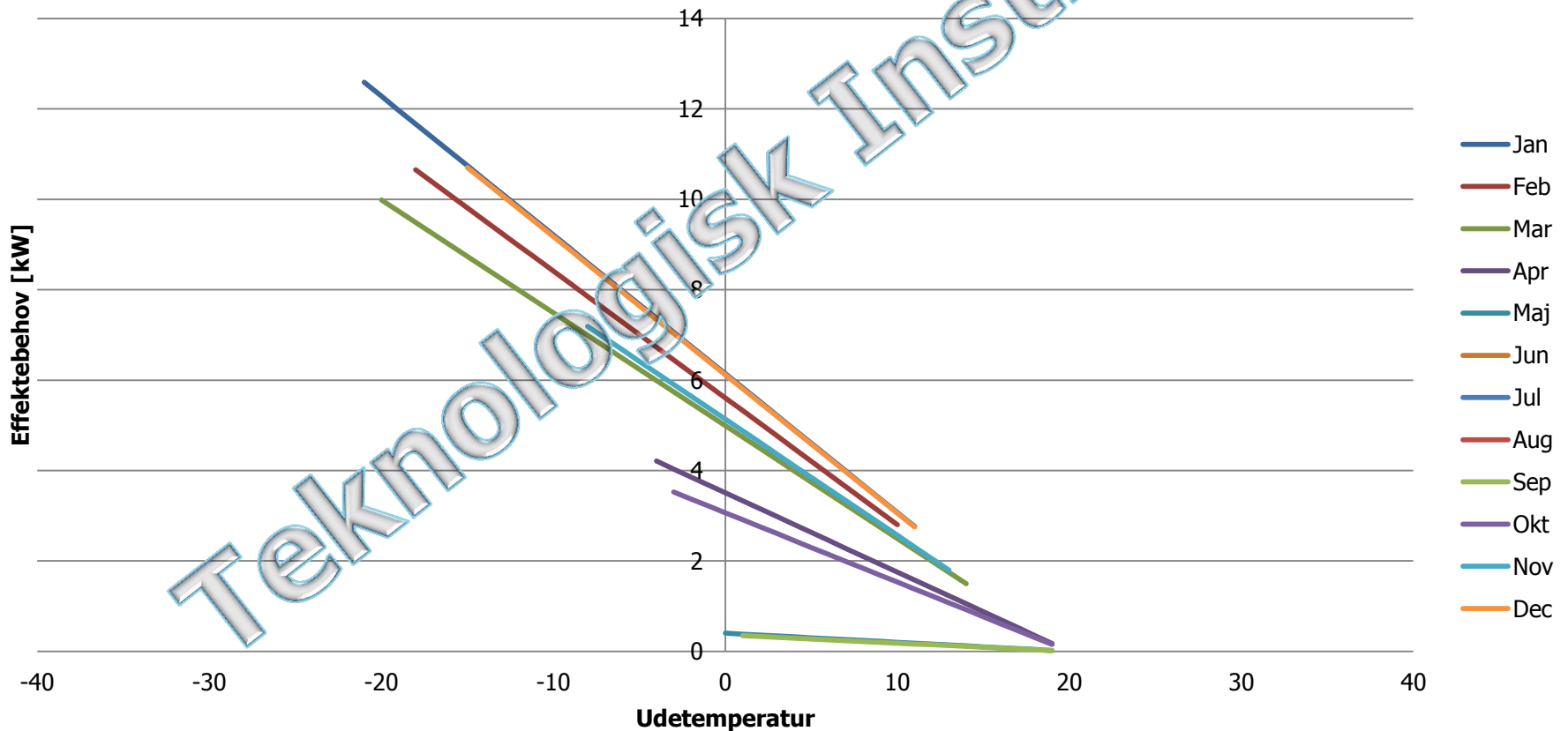
Vægtet timeantal pr. udetemperatur pr. måned.



Den kommende Be10 varmepumpeberegning

- Effektbehovet afspejler udetemperaturen.

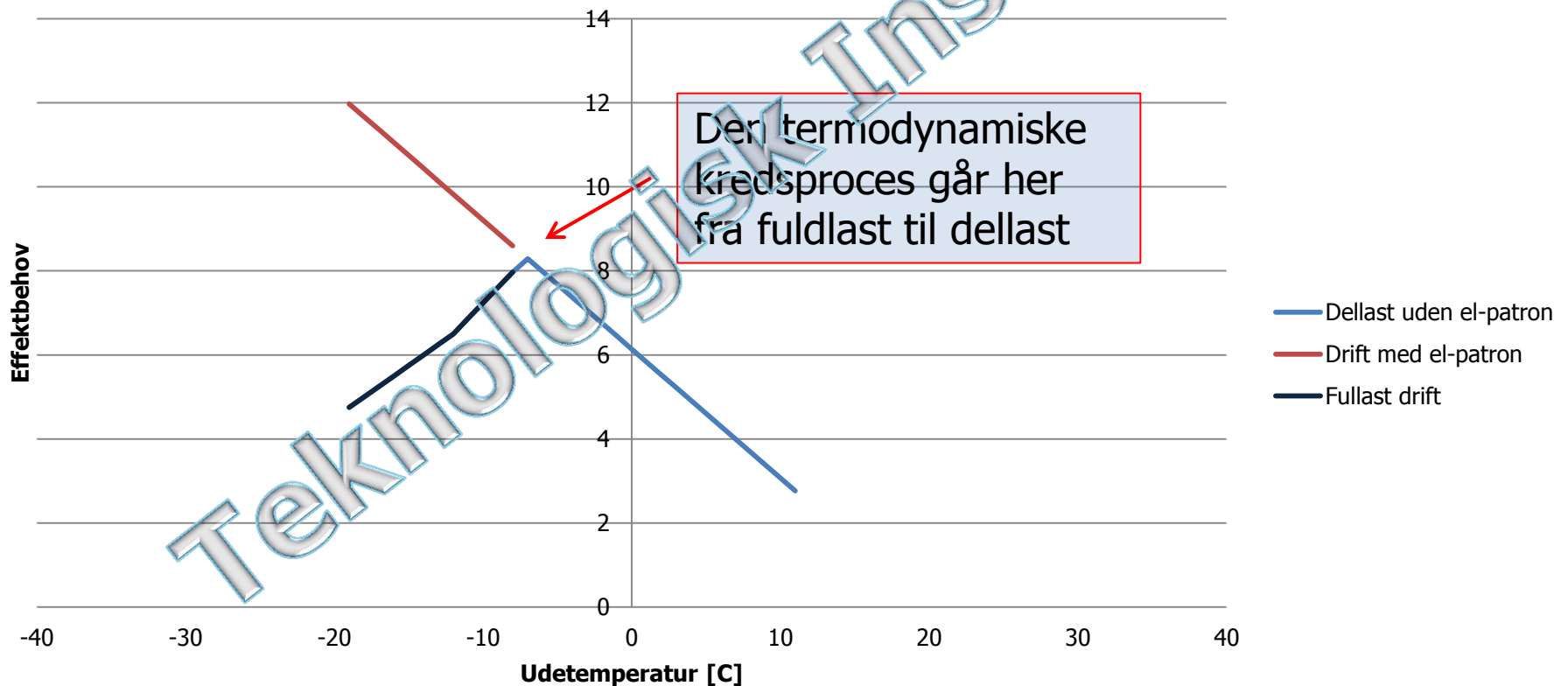
Effektbehov pr. udetemperatur pr. måned



Eksempel for januar måned

- Januars effektbehov udfyldes både af varmepumpens termodynamiske kredsproces og el-patronen.

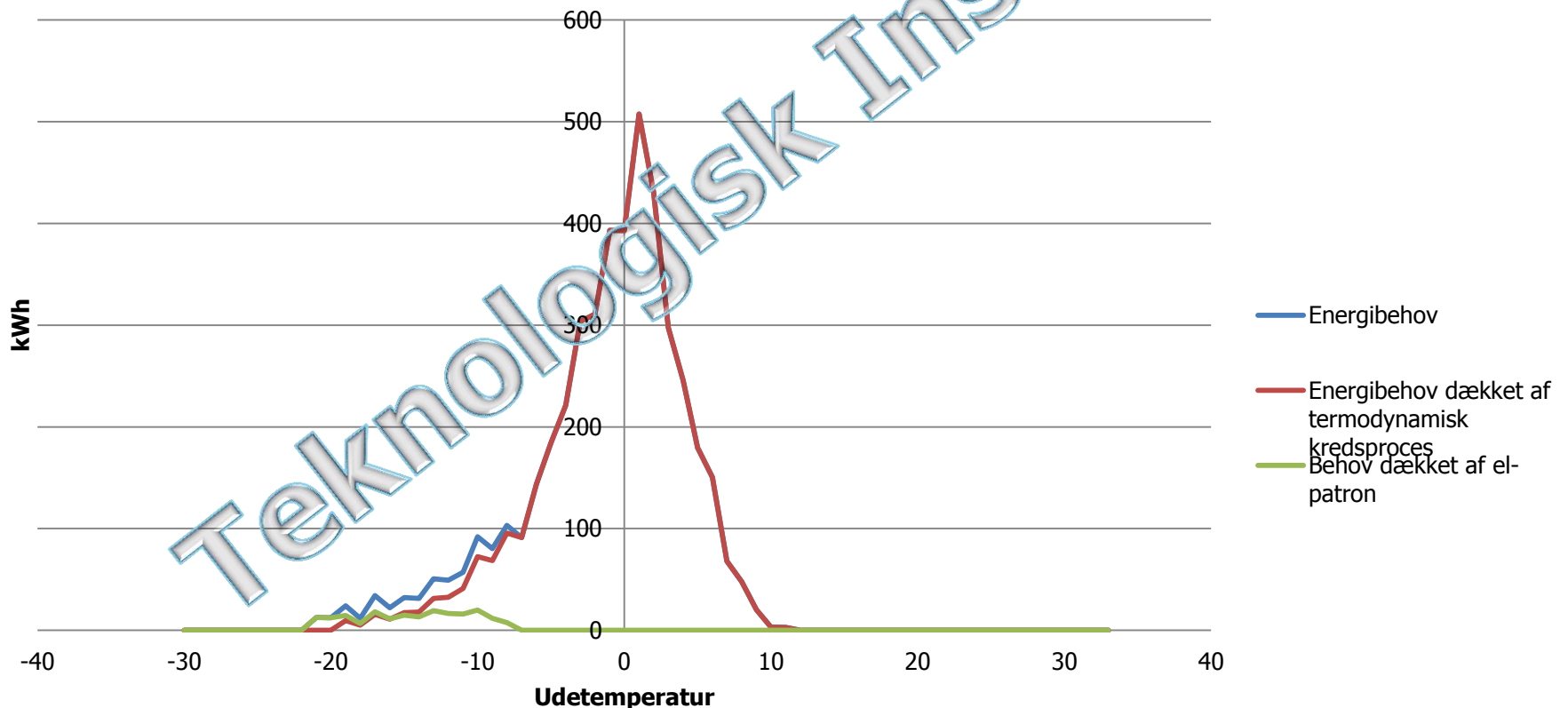
Januar måned



Eksempel for januar måned

- Det ses hvor stor en del af energibehovet der dækkes af den termodynamiske kredsproces og af el-patronen

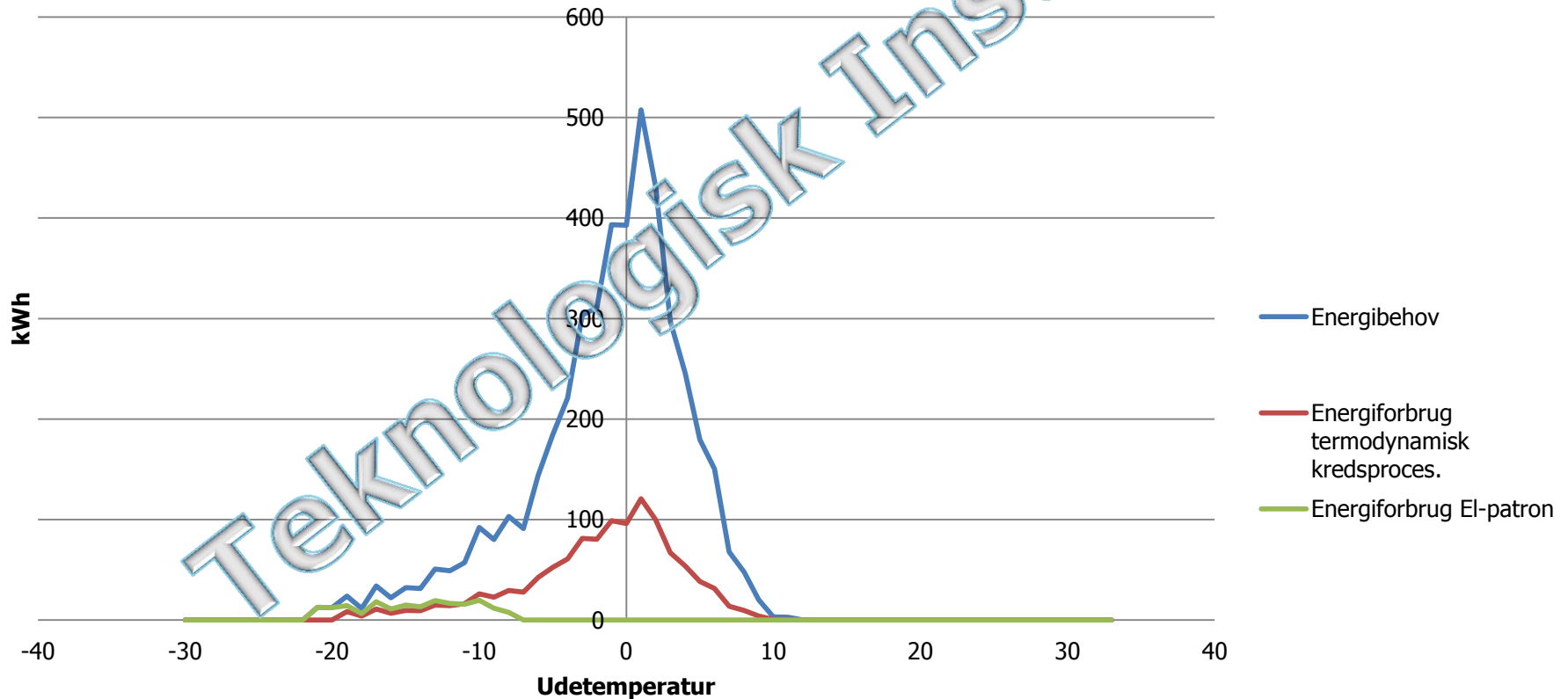
Januar - Energibehov og produktion



Eksempel for januar måned

- Faldende COP for varmepumpen ved lave temperaturer afspejles (COP=1 ved $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Januar - Energibehov og energiforbrug.



Hvad er status for den nye beregning?



- PSO projektet forventes afsluttet ultimo marts 2014.
- Den nye beregningsmodel er ved projektets afslutning ikke implementeret i Be10
- Efter endt projekt starter implementeringsprocessen i Be10 kernen.
- Modellen forventes implementeret ultimo 2014

Teknologisk Institut

Hvad med overgangsperioden fra gammel til ny beregning?

- Ikke alle varmepumpe typer vil blive behandlet via den nye beregning.
- Luft/luft varmepumpers værdisætning er nu SCOP og data til beregning af SCOP skal bruges under indtastning i Be10
- Data for det bivalente punkt (T_{bivalent}) afspejler fuldlast for den termodynamiske kredsproces. Denne data benyttes som input til Be10.
- Standardværdien for relativ 50% COP kan benyttes, bestemmes via håndbog for energikonsulenter eller værdi oplyst af producenter/importører.