



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# Beslutningsstøtteværktøjet

Kasper Nielsen  
[knie@teknologisk.dk](mailto:knie@teknologisk.dk)  
Teknologisk Institut

Energirenovering 2020 – en udfordring til dansk  
byggeri



# Agenda



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

- Beslutningsfase
- Værktøjets brugerflade
- Bygningseksempler
- Besparelsessammenligning

# Beslutningsfase



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

- Den tidlige idéfase
  - Hvorfor skal der energirenoveres?
  - Hvad kan der spares på energiforbruget?
  - Hvad koster en energirenovering?

# Brugerflade



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

- Startside
- Bygning og tiltag
- Pakkeløsninger
- (Tiltag)

# Brugerflade



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

## ■ Bygning og tiltag

### Bygningsdata

<b>Bygningsdata</b>				Brugsanvisning
Navn:	Etagebolig i beton			
Adresse:	-			
Postnr. og by:	-			
Bygningskategori	<input type="text" value="Etagebolig"/>			
Opførelsesår	<input type="text" value="1965"/>			
Indetemperatur	<i>Før</i>	<i>Efter</i>		
	<input type="text" value="20"/> [°C]	<input type="text" value="20"/> [°C]		
Varmekapacitet	<input type="text" value="Middel tung"/>	Flere tunge dele, fx betondæk med klinker og tegl- eller klinkerbetonvægge		
Benyttelsestid	<input type="text" value="168"/> [h/uge]			
Antal personer	<input type="text" value="90"/> [personer]			
Eksisterende varmeforbrug	<input type="text" value="0"/> [MWh]	Eksisterende E-mærke	<input type="text" value="0"/> [kWh/m <sup>2</sup> pr. år]	

### Opvarmet etageareal

	Etageareal	Vinduer og døre	Tagetage	Ovenlysvinduer
Arealberegner	2160 m <sup>2</sup>	389 m <sup>2</sup>	Fladt tag / intet eller uopvarmet loft	0 m <sup>2</sup>

Eksisterende varmesystem				Tiltag, varmesystem		
Varmesystem	Placering	Varmeforsyning	Nominel effekt	Varmeforsyning		Nominel effekt
Hovedvarmeforsyning	Kælder	Fjernvarme	120 kW			
	Varmerafgiver	Rørsystem (varme)	VVB (volumen)	Isolering rørr <sub>varme</sub>	Isolering rørr <sub>VV</sub>	Isolering rørr <sub>VVB</sub>
Vand og varme	Radiatorer	2-strengs	1250 L	30 mm	30 mm	

# Brugerflade



TEKNOLOGISK  
INSTITUT



- Bygning og tiltag - pop-up vinduer

### Nøgletal for energireovering

Pris for valgte vinduestiltag:	145.000 kr.
Varmebesparelse for valgte vinduestiltag:	4,0 MWh
Emissionsbesparelse for valgte tiltag:	1.315 CO2-ækv.
Tilbagebetalingstid for emissioner:	0,6 år

---

Samlet pris for alle tiltag:	536.000 kr.
Samlet varmebesparelse ved alle tiltag:	15,3 MWh
Samlet elbesparelse ved alle tiltag:	9,3 MWh
Samlet emissionsbesparelse ved alle tiltag:	15.793 CO2-ækv.


Energireoveringens energimærkeændring:  → 

### Energireoveringstiltag

**Vinduer efter energireovering**

	Vinduestype	Ramme	
Vinduer	Nyt A-vindue (3 lag)	træ/aluminium	<input type="button" value="Overfør"/>

### Eksisterende vinduer

	Vinduestype
	2-lags termoruder

### Overblik over nuværende valgte vinduestiltag

Vinduer	Nyt A-vindue (3 lag) / træ/aluminium	<input type="button" value="X"/>	<input type="button" value="Afslut"/>
---------	--------------------------------------	----------------------------------	---------------------------------------

# Brugerflade



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

## ■ Pakkeløsninger

Sammensætning af pakkeløsninger														
	Brugsanvisning	Kort brugsanvisning til arket	Fordele og Ulemper		Læs mere om Fordele og Ulemper				Økonomiske forudsætninger		Korriger økonomiske forudsætninger			
Vælg sæt v	Netto	Omfang m <sup>2</sup> stk m	Anlægsudgifter, kr.		Levetid år	Energibesparelse			Simpel TBT, år energi	Nutidsværdi Periode på 20 år	Besparelse CO <sub>2</sub> -ækv. kg/år	Udledning CO <sub>2</sub> -ækv. kg	Simpel TBT CO <sub>2</sub> -ækv. år	
	Tiltag, kort beskrivelse		pr. enhed	i alt		Varme MWh/år	El MWh/år	kr./1'ste år						
Modificér tiltag	<input type="checkbox"/>	Eksisterende Fjernvarmeanlæg	1	0	0	0	0,0		0	0			0,0	
Modificér tiltag	<input checked="" type="checkbox"/>	Teknisk isolering	-	-	82.000	0	4,0		2.400	34	-43.000	914	133	0,1
Modificér tiltag	<input checked="" type="checkbox"/>	Ydervægge	821	3.060	2.512.000	50	59,9		36.000	70	-446.000	13.605	16.708	1,2
Modificér tiltag	<input checked="" type="checkbox"/>	Kælderydervægge	72	2.056	148.000	50	14,3		8.600	17	96.000	3.237	1.280	0,4
Modificér tiltag	<input checked="" type="checkbox"/>	Terrændæk/dæk	670	373	250.000	50	10,6		6.300	40	30.000	2.400	9.851	4,1
Modificér tiltag	<input checked="" type="checkbox"/>	Tage/lofter	712	412	293.000	40	16,7		10.000	29	69.000	3.785	8.404	2,2
Modificér tiltag	<input type="checkbox"/>	Skråvægge	0	0	0	0	0,0		0	0	0			
Modificér tiltag	<input type="checkbox"/>	Skunkvægge og skunkgulve	0	0	0	0	0,0		0	0	0			
Modificér tiltag	<input checked="" type="checkbox"/>	Nyt A-vindue (3 lag) med PVCramme	389	3.701	1.439.000	50	65,7		39.400	37	226.000	14.925	11.698	0,8

## ■ Pakkeløsninger – Fordele og Ulemper

Fordele og Ulemper er effekter, der ikke er knyttet direkte til energibesparelsen i Boliger, Kontorbyggeri, Skoler eller Institutioner.

### 3.1 Generelle Fordele og Ulemper ved at energirenovere

<b>Generelle varige fordele:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bedre samvittighed over for miljøet og klimaet for både brugere og ejer</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mindre sårbarhed overfor stigende energipriser. Højere ejendomsværdi</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bedre indeklimate og god komfort</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Udvendige tiltag kan vise at ejer/bruger gør noget positivt for klimaet</li></ul>
<b>Mulige, men forbigående ulemper knyttet til byggeprocessen:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Tidsforbrug og besvær ved finansiering, usikkerhed om valg af løsninger, byggeperiodens længde indhentning af tilbud</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Besvær/produktionstab under gennemførelsen – uoverskuelig proces og tidsforbrug</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Koordinering af den håndværksmæssige gennemførelse</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Negativitet i forhold til håndværkeres faglige kunnen, rengøringsvilje og fremmøde</li></ul>



## ■ Pakkeløsninger – Fordele og Ulemper

Fordele og Ulemper er effekter, der ikke er knyttet direkte til energibesparelsen i Boliger, Kontorbyggeri, Skoler eller Institutioner.

### 3.1 Generelle Fordele og Ulemper ved at energirenovere

<b>Generelle varige fordele:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bedre samvittighed over for miljøet og klimaet for både brugere og ejer</li><li>• Mindre sårbarhed overfor stigende energipriser. Højere ejendomsværdi</li><li>• Bedre indeklima og god komfort</li><li>• Udvendige tiltag kan vise at ejer/bruger gør noget positivt for klimaet</li></ul>
<b>Mulige, men forbigående ulemper knyttet til byggeprocessen:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Tidsforbrug og besvær ved finansiering, usikkerhed om valg af løsninger, byggeperiodens længde indhentning af tilbud</li><li>• Besvær/produktionstab under gennemførelsen – uoverskuelig proces og tidsforbrug</li><li>• Koordinering af den håndværksmæssige gennemførelse</li><li>• Negativitet i forhold til håndværkeres faglige kunnen, rengøringsvilje og fremmøde</li></ul>

# Brugerflade



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

- Pakkeløsninger – Fordele og Ulemper

	Gener og tid
<b>Ydervægge:</b>	
Indvendig isolering	1-4
Udvendig isolering	> 4
Hulmursisolering	< 1
<b>Dæk, underbygning:</b>	
Nyt terrændæk	1-4
Isolering krybekælder/dæk over kælder – nedefra	< 1
Indblæsning i træbjælkelag – nedefra	< 1
<b>Loft, etageadskillelser, fladt tag:</b>	
Indblæsning i træbjælkelag – ovenfra	< 1
Isolering – koldt tagrum	< 1
Tagflade mod det fri – udefra, fladt tag med pap	1-4
<b>Skråvægge, loft til kip:</b>	
Tagflade mod det fri – udefra, inkl. nyt tegltag	> 4

# Brugerflade




TEKNOLOGISK  
INSTITUT

- Pakkeløsninger – Udskriv pakkeløsning
  - Resultatsiden
  - 6 bilagssider

**Vejledende effekt af pakkeløsning A**


 Navn: Parcelhus  
Adresse: -  
Postnr., og by: -  
Bygningskategori: Enfamiliebolig  
Etageareal: 144 m<sup>2</sup>  
Dato for indtastning: 23-11-2015

**Ændring af Energinærs ko**

 Energimærke før og efter  
Energiforbrug ved 20°C  
Vandtemperatur 20°C

**E** 265 kWh/m<sup>2</sup> → **B** 81 kWh/m<sup>2</sup>  
Renoveringsklasse 2 overholdes

**Reduktion af driftsopgørelser**

 Udløst ved realisering af pakkeløsningen udgår (M) 8,8 ton CO<sub>2</sub>ækv.  
Energibesparelsen reducerer den årlige udledning med (b) 7,8 ton CO<sub>2</sub>ækv.  
Simplettilbagebetalingstid (sbt) 1,1 år

**Energisparelse**

 Samlet varmesparelse 30,1 MWh pr. år  
Samlet elbesparelse (negativ værdi = forøgelse) -4,7 MWh pr. år  
Simplettilbagebetalingstid 27 år  
Under forudsætning af en ændret indetemperatur (før - efter): 20°C - 20°C

**Fordele og Ulemper**

 Der er en række væsentlige positive effekter af en energiovergang, der er væsentlige at iværksætte i alle områder, men særligt i de væsentligste. Det gælder de mest synlige indlæsningspunkter, nemlig i forhold til klimabelastning, besiddelse og til brug af energi i konstruktion, tilstandsopretholdelse, vedligeholdelse, installationer, vedligeholdelse og drift, og vedligeholdelse af bygningen. Ingen betydelig forøgelse af omkostninger (se side 3)

**Totaløkonomi**

 Anlægsudgift (indec. 100%) 503.000 kr. Totalpris inkl. moms 814.000 kr.  
Byggeskade mv. (2%) 40.000 kr. Besparelse 1. år 18.400 kr.  
Uforudsigelige udgifter (15%) 54.000 kr. Uforudsigelige udgifter (15%) 54.000 kr. Besparelse 1. år (inkl. moms) -8.000 kr.  
Bilag og tilsyn (2%) 54.000 kr.  
Moms 163.000 kr.

**Tiltag (se side 4 og 5)**

<input checked="" type="checkbox"/> Konvertering til Varmepumpe	<input type="checkbox"/> Tæppe/lofter	<input type="checkbox"/> Solceller
<input type="checkbox"/> Tætningsopretning	<input type="checkbox"/> Sirkulvægge	<input type="checkbox"/> Solarmis
<input type="checkbox"/> Vindreguler	<input type="checkbox"/> Sirkulvægge og glulue	<input type="checkbox"/> Solceller
<input type="checkbox"/> Kælderdyvelvægge	<input type="checkbox"/> Vinduer - Nyt / Avindue (5 lag) med traal/aluminium-ræmme	
<input type="checkbox"/> Terrændæk/dæk	<input type="checkbox"/> Overlysindbuer	

23-11-2015 Beskrivning: samlede tiltag, ver. 1 Side 1 af 7

**Bilagssider:** Side #7, Side #7, Side #7, Side #7, Side #7, Side #7

# Bygningseksempel 1

- Etagebolig i 3 plan med betonsandwichelementer og sadeltag
  - Opførelsesår: 1965
  - 30 lejligheder
  - Fjernvarmeforsyning
  - 2-lags termoruder
  - Naturlig ventilation
  - Indetemperatur = ?
  - Antal personer = ?
  - ...

# Bygningseksempel 2

- Enfamiliehus i ét plan med ydervæg af tegl-hulmursisolering-letbeton og oprindeligt sadeltag
  - Opførelsesår: 1970
  - 144 m<sup>2</sup>
  - Oliekedel
  - 2-lags termoruder
  - Naturlig ventilation
  - Indetemperatur = ?
  - Antal personer = 3
  - ...

# Besparelsessammenligning



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

- Etagebolig med indetemperatur på 20-22°C
  - Resultatsiden
- Enfamiliehus med indetemperatur på 20-22°C
  - Resultatsiden