

Forenklet beregning af energiramme.



Forklaring på Excel regneark til energiramme og varmetabsramme

Der er flere muligheder når man bruger regnearket. Hvis man har et rektangulært hus kan man indtaste oplysningerne omkring husets konstruktion og lade regnearket beregne både energiramme og 5 Watt-reglen.

Man beregner U-værdier for bygningsdele i andre programmer og indtaste de fundne U-værdier på arket "Hjælpekema 1 & 2".

Har man oplysningerne til energirammen har man automatisk oplysningerne til 5 Watt-reglen.

Hvis man ikke har et rektangulært hus skal man være opmærksom på at der er en del udregninger man selv bliver nød til at foretage.

U-værdi, også kaldet transmissionskoefficient, angiver hvor meget varme der forsvinder ud gennem en kvadratmeter af konstruktionen i løbet af 1 sekund, ved en temperaturforskel mellem konstruktionens 2 sider på 1 °C. Derfor gælder det om at have en lav U-værdi.

λ -værdi, varmeledningsevne, angiver varmestrømmen, målt i watt, gennem én kvadratmeter af et produkt i en meters tykkelse, ved en temperaturforskel mellem materialets 2 sider på 1 °C. Derfor gælder det ligeledes om at have en lav λ -værdi.

Indhold

Energiberegning.....	4
Tabel 1. Første del af hovedskemaet, indtastning af de første relevante data. Fejl! Bogmærke er ikke defineret.	
Bebyggede areal	4
Tabel 2. Rumtemperatur, etageareal, antal etager og brugstid.....	4
Ventilation	5
Tabel 3. Beregning af ventilationstab. Fejl! Bogmærke er ikke defineret.	
Specifikke varmetab	5
Tabel 4. Beregning af en bygnings specifikke varmetab, H, i W/K. Fejl! Bogmærke er ikke defineret.	
Bygningers varmekapacitet og tidskonstant	6
Tabel 5	6
Tabel 6. Beregning af tidskonstant og konstanten a.	6
Interne varmetilskud	7
7.1.3 PERSONER [W/M ²].....	7
7.1.4 APPARATUR I BRUGSTIDEN [W/M ²].....	7
Tabel 7. Beregning af internt varmetilskud i W.	7
Hjælpekema 1 & 2	11
Bygningers varmebalance.....	20
Alternativ energi	20
5 Watt – reglen	26

Energiberegning

Farverne bruges til at se:

- hvad man selv skal udfylde, gul
- hvad der er fortrykt som tabelværdier, lys orange,
- hvad der automatisk beregnes, lysegul,
- hvad der er overført fra andre ark, blegturkis.

Udfyldes
Fortrykt
Beregnet
Overført

Da skemaerne oprindeligt er lavet til et rektangulært hus, vil man ved mere komplicerede grundplaner, selv skulle beregne nogle af de tal som skemaet ellers beregner.

Hovedskema – projekt data

I den øverste del af hovedskemaet udfylder man grunddataene for sit hus. Bygningsbredde og bygningshøjde skal være de **udvendige facademål**.

Firma					
Bygning		Dato		Initialer	

Bygningsdata	
Enfamilieshus	X
Anden bolig	
Anden bygning	

Udfyldes
Fortrykt
Beregnet
Overført

Tabel 1 - Første del af hovedskemaet, indtastning af de første relevante data

Bebyggede areal

Den dimensionerende indetemperatur = rumtemperaturen sættes til 20°C ifølge DS 418:

2002¹. Det **opvarmede etageareal** og det **bebyggede areal** er ens, når huset er på 1 etage.

Svare til
udvendige mål. Der indtast i kvartmeter

Normal brugstid er 168 timer, hvilket svare til antal timer på en uge.

Rum-temperatur	20	Opvarmet etageareal	areal	Opvarmet bebygget areal	areal	Antal etager	1	Normal brugsstid	168
----------------	----	---------------------	-------	-------------------------	-------	--------------	---	------------------	-----

Tabel 2 - Rumtemperatur, etageareal, antal etager og brugstid

¹ Kan ses på <http://www.learnspace.dk> i Kursus for byg

Ventilation

Huset skal også ventileres for at føre fugt og anden forurening ud af boligen. Ifølge BR08 skal ethvert beboelsesrum, såvel som boligen totalt, have en ude lufts tilførsel på mindst 0,30 l/s pr. m². (SBI 258 -SBI-Anvisning (6.3.1.2, STK. 1)) Ventilation i brugstiden omregnes til den **beregningsmæssige ventilation**.

$Beregningsmæssig\ ventilation = 0,30 \frac{L}{s} pr. m^2 \cdot 0,001 \cdot Areal = m^3 pr. sek$ Det specifikke ventilationstab i W/K, findes ved at gange den beregningsmæssige ventilation med varmekapaciteten for luft ved 20°C. Varmekapaciteten for luft ved 20°C er 1210 J/m³K.

Ventilation	Ventilation i brugstiden		Ventilation ubenyttet	Beregningsmæssig ventilation	Ventilationstab
	0,35	l/s pr. m ²	-----	0,052	63,3

Tabel 3- Beregning af ventilationstab.

Specifikke varmetab

En bygnings specifikke varmetab H er summen af transmissionstabene H_T og ventilationstabene H_V. Transmissionstabet er beregnet i hjælpeskema 1 og 2.

Varmetab			
Ydervægge, tage og gulv mod det fri	(hjælpeskema 1)		
Vinduer og døre mod det fri	(hjælpeskema 2)		
Ventilation	(se ovenfor)		63,3
I alt			181,3

Tabel 4 - Beregning af en bygnings specifikke varmetab, H, i W/K

Bygningers varmekapacitet og tidskonstant

Bygningens evne til at oplagre og afgive varme i løbet af et døgn afhænger af bygningens aktive varmekapacitet. Det er specielt de indvendige konstruktioner i vægge, loft og gulv som har indflydelse på bygningens varmekapacitet.

Beskrivelse	Indvendige konstruktioner	Varmekapacitet c Wh/K m ²
Ekstra let	Lette vægge, gulve og lofter, fx skelet med plader eller brædder, helt uden tunge dele	40
Middel let	Enkelte tungere dele, fx betondæk med trægulv eller porebetonvægge	80
Middel tung	Flere tunge dele, fx betondæk med klinker og tegl- eller klinkerbetonvægge	120
Ekstra tung	Tunge vægge, gulve og lofter i beton, tegl og klinker	160

Tabel 5². Bygningers varmekapacitet.

Ud fra varmekapaciteten beregnes bygningens tidskonstant, den angives i timer (h) og benyttes til at fastlægge udnyttelsesfaktoren for det interne varmetilskud og tilskuddet via solindfald. Desto større tidskonstant desto større udnyttelsesfaktor, og dermed bedre udnyttelse af ”gratisvarmen” fra udstyr og solindfald.

Bygningens tidskonstant, τ , fastlægges ved udtrykket: $\tau = A_e \cdot \frac{c}{H}$

Hvor:

- τ er tidskonstanten i timer.
- A_e er bygningens opvarmede etageareal i m².
- c er bygningens varmekapacitet i Wh/K m².
- H er bygningens varmetab i W/K.

Tidskonstant				
	Varme- kapacitet $i)$		Tidskonstant	a
			timer	1,00

Tabel 5 - Beregning af tidskonstant og konstanten a

Konstanten, a, beregnes ud fra tidskonstanten: $a = 1 + \frac{\tau}{16}$

Det har ikke været muligt at finde en forklaring på formlen. Konstanten a bruges til at beregne udnyttelsesfaktoren, forklaring på udnyttelsesfaktoren følger senere.

² SBI-anvisning 184 side 27 eller SBI 189 side 130

Interne varmetilskud

7.1.3 PERSONER [W/M²]

Angiv varmetilskud fra personer i hver zone. I boliger antages et gennemsnitligt varmetilskud fra personer på 1,5 W pr. m² ³opvarmet etageareal. I boliger antages dog et varmetilskud på **maksimalt 360 W** fra personer pr. boligenhed, svarende til maksimalt fire personer pr. boligenhed.

I andre bygninger end boliger antages normalt et internt varmetilskud fra personer på 4,0 W pr. m² opvarmet etageareal i gennemsnit for bygningen i brugstiden. Der ses bort fra tilstedeværelsen af personer uden for brugstiden.

Hvis det interne varmetilskud fra personer i andre bygninger afviger væsentligt fra værdierne ovenfor, kan det gennemsnitlige interne varmetilskud i bygningen i brugstiden bestemmes ud fra de aktuelle forhold i rummene, herunder fx antallet af arbejdspladser og den faktiske tilstedeværelse.

7.1.4 APPARATUR I BRUGSTIDEN [W/M²]

Angiv varmetilskud fra apparatur. I boliger antages et gennemsnitligt varmetilskud fra apparatur inklusive belysning på 3,5 W pr. m² opvarmet etageareal. I boliger antages dog et varmetilskud på mindst **210 W** fra apparatur pr. boligenhed og maksimalt **840 W** fra apparatur pr. boligenhed, svarende til mindst en person og maksimalt fire personer pr. boligenhed.

I andre bygninger end boliger antages normalt et internt varmetilskud fra apparatur på 6,0 W pr. m² opvarmet etageareal i gennemsnit for bygningen i brugstiden. Det antages normalt, at apparatur ikke er i drift uden for brugstiden. Vedrørende belysning i andre bygninger end boliger, se senere.

Hvis det interne varmetilskud fra apparatur i andre bygninger afviger væsentligt fra værdierne ovenfor, kan det gennemsnitlige interne varmetilskud i bygningen i brugstiden bestemmes ud fra de aktuelle forhold i rummene, herunder fx antallet af arbejdspladser, apparaturets nominelle effekt og benyttelsestiden.

Internt varmetilskud			
PERSONER	Tilskud i brugstid		Tilskud middel
		w/m ²	0

Internt varmetilskud			
APPARATUR	Tilskud i brugstid		Tilskud middel
		w/m ²	0

Tabel 6 - Beregning af internt varmetilskud i W

Dette er hvad der skal indtast i første omgang, resten kan først færdig gøres når de andre skema er udfyldt, det sidst del af hovedskemaet er på ”

³ Dette tal skal ikke ganges med noget det er bare 1,5 for alle personer

Alternativ energi

Varmeproduktion fra solfanger

Husk at når man taler om tilskud fra solfanger og varmepumper, er det altid forbundet med en energiudgift også. For at drive en solfanger og en varmepumpe, skal der el til. Dette beregnes også i skemaet "Alternativ energi"

Energibesparelse

	Energibesparelse pr. kvadratmeter solfanger	Energiforbrug til drift af anlægget pr. kvadratmeter solfanger
	Energibesparelse i kWh/år	
A-mærket kedel, fjernvarme eller elvarme	520	30
Ældre kedel eller kedel med dårligere energimærke	790	50

4. Hældning

En solfanger virker optimalt ved en placering på en syd-vendt 45 grader tagflade. Er der ikke mulighed for dette, vil samme ydeevne kunne opnås ved at øge solfang-erens størrelse i m² afhængig af retning og taghældning. På nedenstående tabel kan du se, hvordan placering og ydeevne hænger sammen.

Afvigelse fra syd		Hældning fra vandret				
Hældning fra vandret		0°	30°	45°	75°	90°
		91	93	89	86	82
15°	91	93	89	86	82	
30°	96	95	92	88	82	
45°	100	98	95	90	81	
60°	101	99	96	89	79	
75°	98	96	93	86	75	
90°	91	89	85	78	69	

Varmeproduktion fra solfanger						
solfangerareal			m2			
årlig energiproduktion (varme)	*		kWh/m2	*	kun varmt brugsvand	både varmt brugsvand og rumvarme
årligt energiforbrug til drift (el)	*		kWh/m2		520 kWh/m2	390 kWh/m2
afvigelse fra syd			°		30 kWh/m2	23 kWh/m2
hældning fra vandret			°			
ydelsesfaktor (orientering og hældning)	**			**	aflæs ydelsesfaktor på	
årlig energibesparelse (varme)			kWh		www.byggeriogenergi.dk	
årligt merforbrug (el)			kWh			

Her indtastes solfangerens areal i det gule felt. Endvidere tjekkes hvordan solfangeren sidder monteret i forhold til verdenshjørnerne og i forhold til vandret. Den tilhørende reduktionsprocent findes i tabellen ovenfor og indtastes.

Normalt bruges solfangeren **udelukkende til varmt brugsvand** og i så fald sættes det årlige energiproduktion til 520 kWh/m² og den tilhørende årlige energiforbrug til drift til 30kWh/m².

Bruges solfangeren til både **varmt brugsvand og rumvarme**, sættes det årlige energiproduktion til 390 kWh/m² og den tilhørende årlige energiforbrug til drift til 23 kWh/m².

Varmeproduktion fra varmepumpe

Her udregnes hvor meget energi der spares ved jordvarme

Varmeproduktion fra varmepumpe					
dimensionerende varmetab		0,00	kW		
optimal længde af varmeslanger		0	m		
reel længde af varmeslanger	*		m	*	30 meter jordvarmeslange pr. kW dimensionerende varmetab
areal	**	0	m2	**	afstand mellem slanger 1,25 m
nyttevirkning		3,6			
årlig energibesparelse (varme)		#####	kWh		
årligt merforbrug (el)		#####	kWh		Her er vi nød til at forholde os til tabeller

For mere information

<https://volundvt.dk/produkter/jordvarmepumpe/hvorfor-vaelge-jordvarmepumpe>

Bygningers varmebalance side 20”

Hjælpeskema 1

Hjælpeskema 1 bruges til at beregne det specifikke transmissionstab fra opvarmede rum gennem ydervægge, tage, gulve mod det fri, samt linjetabene ved ydervægsgfundamenter og samlinger ved døre og vinduer.

Hjælpekema 1												
Ydervægge, tage, gulve												
Bygningsdel				Transmissions-areal				U-værdi b Transmissions-tab				
Ydervægge				0,0							0	0,00
Tag og loft				0,0							0	0,00
Terrændæk med gulvvarme				0,0							0	0,00
Terrændæk I øvrigt				0,0							0,3	0,00
											I alt	0,00

Fundamenter og samlinger omkring døre og vinduer												
Bygningsdel				Transmissions-areal				Linjetab b Transmissions-tab				
Ydervæggsfundamenter ved bad				0,0							-0,3	0,00
Ydervæggs fundamenter i øvrigt				0,0							0	0,00
Samlinger mellem døre og vinduer				0,0							0	0,00
											I alt	0,00

Tabel 7 - Hjælpeskema 1

For ydervægge, tage og gulve mod det fri eller uopvarmede rum beregnes det specifikke varmetab som:

$$H_T = A \cdot U \cdot b \quad (\text{SBI} - 213^4)$$

- H_T transmissionstab i W/K
- A transmissionsareal i m^2 , udregnes i skema længere nede på siden.
- U , U -værdi eller transmissionskoefficient i W/m^2K , udregnes på skemaer for de enkelte bygningsdele,
- b , temperaturfaktor for bygningsdelen.

⁴ SBI anvisning 213 - 5.1.5 SPECIFIKT TRANSMISSIONSTAB [W/K]

For ydervægsfundamenter, og samlinger mellem vinduer og døre beregnes det specifikke transmissionstab som:

$$H_T = L \cdot \Psi \cdot b \text{ (SBI - 213⁵)}$$

- H_T , transmissionstab i W/K
- L , kuldebroens længde i m, udregnes i skema længere nede på siden.
- Ψ , linjetabet i W/mK, værdierne findes i DS 418:2002,
- b , temperaturfaktor for bygningsdelen.

Hvordan de enkelte arealer og længder bliver beregnet forklares i opgaveoplægget.

Temperaturfaktoren tager højde for følgende forhold; at der på den udvendige side af en bygningsdel kan være en anden temperatur end udetemperaturen, og at der på den indvendige side kan være en anden temperatur end inde temperaturen. (SBI-anvisning 213 - afn. 5)

Temperaturfaktoren er én for de fleste bygningsdele.

Temperaturfaktoren b anvendes for terrændæk uden gulvvarme og forskellige konstruktionsdele i kældre, der indgår ikke mulighed for kælder i disse beregninger.

Temperaturfaktoren b anvendes for ydervægsfundamenter ved konstruktion med gulvvarme.

⁵ SBI anvisning 213 - 5.3.4 SPECIFIKT TRANSMISSIONSTAB [W/K]

Hjælpekema 2

Indtastning af Vinduer og Dør.

Hjælpekema 2, vinduer og yderdøre											
nr.		Type	Ret	Hældnin g	antal	bredde	højde	omkreds	A _T	U-værdi	Transmissions -tab
1		Dør	Vest	90 ⁰	1	0,97	2,07	6,08	2,01	1,72	3,45
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											

Tabel 8 - Hjælpekema 2

Type	Dør, vindue eller tagvindue(velux)
ret	Retning bruges under beregning af solindfald.
Hældning	Hældningen på vinduet indtastes her 90° for lodrette og 45° for skrå vinduer, disse oplysninger skal ligeledes bruges når solindfaldet beregnes senere.
Antal	Bemærk, for at der her står mere end én, i antal, skal vinduerne både have ens retning, hældning og størrelse .
h & b	Højde og brede bruges i beregning af omkredse
A	Transmissionsarealerne A beregnes ud fra hulmålene, som skal skrives under højde og bredde. Omkredsen bliver ligeledes beregnet, men den bruges til beregning af linjetab.
U-værdi	U-værdierne findes de hos leverandørerne f.eks. http://www.rationel.dk Transmissionstabet beregnes ved at gange antal med U-værdi og areal. Det samlede transmissionstab bliver overført til hovedskemaet.

Arealer og længder til beregning af samlet varmetab

Mur tykkelse		(m)
Etagehøjde		(m)

Tabel 9 - Højde og Brede

I det skema indtastes murtykkelsen og etagehøjden i byggeriet, Ud fra disse oplysninger kan en lang række arealer beregnes. Etagehøjden er højden fra 1. etages gulv til 2. etages gulv i etagesbyggeri, ved 1 plan tages højden af muren.

Loft	0,0	(m ²)
Terrændæk	0,0	(m ²)
Vinduer og døre, areal	0,0	(m ²)
Lodretvæg i alt	0,0	(m ²)
Hulmur excl. Vinduer	0,0	(m ²)
Fundament længde		(m)

Tabel 10 - Arealer og længder

Loft beregnes ud fra de udvendige mål, her er loftet vandret.

Terrændæk beregnes ud fra indvendige mål

Arealet på vinduer og døre er overført fra hjælpeskema 2.

Lodret væg i alt, beregnes fra "Fundament længde" gang med "Etage højde" (husk at hvis i har 2 etages skal i lave om i beregning)

Hulmur excl. Vinduer er "Vinduer og døre, areal" minus "lodretvæg i alt"

Fundament længde er længden indvendig ved muren hele vejen rundt.

Gulvvarme:		
Terrændæk med gulvvarme:		(m ²)
Terrændæk uden gulvvarme:	150,0	(m ²)
Fundamentslængde ved gulvvarme		(m)
Fundamentslængde øvrige steder	0,0	(m)
Klimaskærm	300,0	(m ²)

Tabel 11- Gulvvarme

Her indføres det areal der har gulvvarme samt længden af det stykke fundament der ligger op mod gulvvarmen.

Klimaskærm betyder alt det der vender ud mod klimaet også det mod jord.

Solindfald

Solindfaldet gennem en frit siddende uafskærmet referencerude af 2 lag klart glas med fri horisont er målt for forskellige orienteringer og hældninger. Is er solindfaldet gennem referenceruden i MJ/m² pr. måned

Solindfaldet er angivet pr. måned fra september til maj. Da solindfaldet i disse måneder yder et tilskud til opvarmning af boligen. For vinduer og døre med andre orienteringer/retninger og hældninger kan der interpoleres i tabellen.

Solindfald gennem referencerude i MJ/m² pr. måned

90 grader	Sep	Okt	Nov	dec	jan	Feb	Mar	Apr	maj
N	75	40	20	10	15	30	60	90	135
NØ / NV	95	45	20	10	15	30	70	125	185
Ø / V	155	85	30	20	30	60	125	195	260
SØ / SV	220	145	80	60	70	110	195	240	275
S	245	185	110	90	105	145	225	235	250

45 grader									
N	100	55	25	15	20	35	75	120	200
NØ / NV	135	60	25	15	20	40	95	180	275
Ø / V	210	110	40	25	30	70	165	265	365
SØ / SV	275	165	80	60	70	80	235	320	410
S	300	195	100	75	90	145	260	340	420
Vandret	215	105	35	20	30	65	165	275	395

Tabel 12 - Solindfald gennem referencerude i MJ/m² pr. måned

Retning på vinduer og døre er indtastet på arket ”hjælpekema 1 & 2”. Solindfaldet der svare til den aktuelle retning og hældning på vinduet er kopieret til skemaet som ses herunder.

Byg-del	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Retning	Hældning
eksempel	75	40	20	10	15	30	60	90	135	nord	90
eksempel	300	195	100	75	90	145	260	340	420	s	45
3										0	0
4										0	0
5										0	0
6										0	0

Tabel 13 - Solindfald pr. måned gennem de aktuelle vinduer og døre

Faktoren

Vinduer og døre i almindelige boliger sidder ikke helt frit uden afskærmning og med fri horisont, derfor skal der i beregningerne korrigeres for dette.

Dette gøres i det næste skema hvor man har 3 faktorer der tilsammen giver en reduktion i varmetilskuddet for solindfald. Først en forklaring på de 3 faktorer.

De tre faktorer er, skyggefaktor F_s , arealfaktor F_a , og glasfaktor F_g .

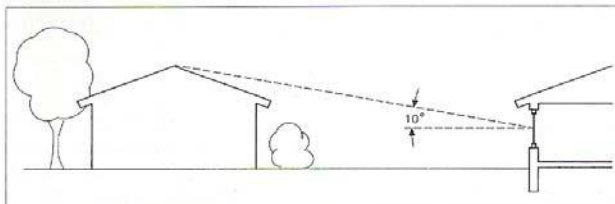
Disse 3 faktorer ganges sammen til den samlede reduktionsfaktor: $F = F_s \cdot F_a \cdot F_g$

Skyggefaktoren F_s er et udtryk for den reduktion af solindfaldet som forårsages af skygge, fx fra det omgivne terræn, bebyggelse, beplantning, udhæng m.m.

Omgivelser	NV - NØ	Ø, S og V
Fri horisont	0,9	0,9
10° højdevinkel	0,9	0,8
30° højdevinkel	0,8	0,5

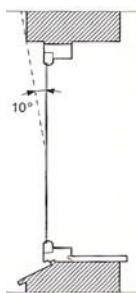
Tabel 18. Skyggefaktor F_s for vinduer og yderdøre, indbygget normalt i ydervæg og uden udhæng eller andre skyggende konstruktioner.
Fra SBI-anvisning 184 side 36.

Højdevinklen findes ud fra følgende definition vist på figuren.



Figur 2. Højdevinkel til omgivende terræn. Bebyggelse og beplantning måles fra midte af rude til overkant af skygge giver.
Fra SBI-anvisning 189 side 135.

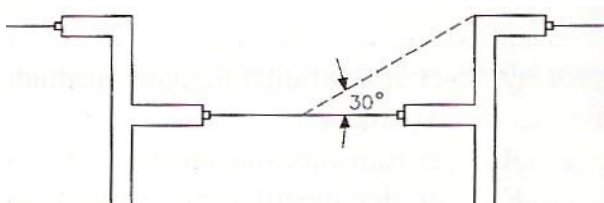
Der er ligeledes mulighed for at der udhæng over vinduet eller yderdøren eller at de er bygget ind i et dybt murhul, derfor er det muligt at skyggefaktoren skal korrigeres.



Figur 3. Vinkel ved fremspring. Fra SBI-anvisning 189 side 136.

Ved normal indbygning forstås, at ydervæg eller karmkonstruktion springer ca. 10° frem foran rudens plan målt midt på ruden. Ved dybt murhul forstås ca. 20°. Se tegningen.

Ved lille udhæng over vindue eller yderdør forstås udhæng, som springer ca. 30° frem foran vinduets plan målt midt på vinduet. Ved stort udhæng forstås ca. 50°



Figur 4. Vinkel til konstruktion på siderne af et vindue måles fra midte af rude til forkant af konstruktion. Fra SBI-anvisning 189 side 136.

Ved lille skygge fra konstruktioner på siderne forstås, at der er konstruktioner på begge sider af

vinduet eller yderdøren, som springer ca. 30° frem foran vinduets plan målt midt på vinduet. Ved stor skygge forstås ca. 50°

	Korrektion til skyggefaktor
Indbygning	
Uafskærmet	+ 0,1
Dybt murhul	- 0,1
Udhæng	
Lille udhæng	- 0,1
Stort udhæng	- 0,2
Konstruktioner på siderne	
Lille skygge	- 0,1
Stor skygge	- 0,2

Tabel 19. Korrektion til skyggefaktoren på grund af indbygning, udhæng og konstruktioner på siden af vinduer eller yderdøre. Fra SBI-anvisning 189 side 136.

Når man har fundet sin skyggefaktor skal man undersøge om den skal korrigeres for fremspring, udhæng og skygge fra siderne, før man indsætter værdien i regnearket.

Da vi ikke kender noget til denne i eksemplet benyttes følgende:

Skyggefaktor(se SBI 189 side 135)

Baseres i dette eksempel på:

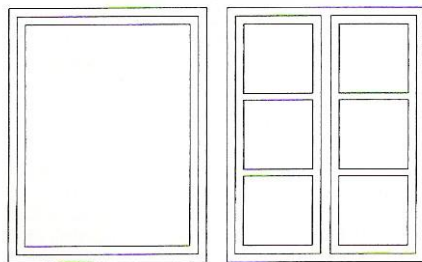
- højdevinkel 10° hele vejen rundt om huset
- Lille udhæng
- Uafskærmet

Ingen konstruktion på siderne

Derved fås:

$$\begin{array}{lll} \text{Mod nord:} & F_s = 0,9 - 0,1 + 0,1 \Rightarrow & F_s = 0,9 \\ \text{Mod syd, øst og vest:} & F_s = 0,8 - 0,1 + 0,1 \Rightarrow & F_s = 0,8 \end{array}$$

Arealfaktoren F_a er et udtryk for rudens andel af vinduets samlede transmissionsareal. Er ofte mellem 0,6-0,8 og kan beregnes eller skønnes ud fra nedenstående eksempler.



Figur 5. Eksempel på vinduer med stor og lille arealfaktor. SBI-anvisning 189 side 137.

Arealfaktor kan sættes til følgende:

Små vinduer $< 1,5 \text{ m}^2$ sættes til 0,6

Mellemvinduer mellem $1,4$ og $3,0 \text{ m}^2$ sættes til 0,7

Store vinduespartier $> 3,0 \text{ m}^2$ sættes til 0,8

Døre med lille glasareal sættes til 0,6

Alle vinduer i eksemplet er små vinduer giver det en arealfaktor på 0,6 for vinduerne. De to havedøre har stort areal dette giver en arealfaktor på 0,8. De to døre har små glasarealer og arealfaktoren sættes derfor til 0,6.

Glasfaktoren F_g er et udtryk for solvarmetransmissionen gennem den aktuelle rude i forhold til solvarmetransmissionen gennem referenceruden, som er en almindelig dobbelt rude.

Rudetype	Glasfaktor F_g
Etlags klar rude	1,1
Tolags klar rude	1,0
Trelags klar rude . . .	0,9
Tolags energirude . . .	0,8-0,9
Trelags energirude . .	0,7-0,8
Solafskærmende rude	0,2-0,6

Tabel 20. Glasfaktor for forskellige rudetyper. SBI-anvisning 189 side 137.

Alle nord vinduer er 3 lags energiruder $F_g = 0,7$

Alle øvrige vinduer er 2 lags energiruder $F_g = 0,85$

Når de tre reduktionsfaktorer er bestemt indsættes de i regnearket.

Reduktionsfaktor						
Ret.	nr.	Areal af	Skygge	Areal	Glas	Sum F
		bygningsdel	faktor	faktor	faktor	
		AT	Fs	Fa	Fg	F
Vest	1	2,01	0,8	0,7	0,85	0,476
Nord	2	1,61	0,9	0,7	0,7	0,441
	15					

Tabel 21. Reduktionsfaktorerne indsat

Nu kan det aktuelle solindfaldet gennem vinduer og yderdøre samt eventuelle glaspartier og ovenlys beregnes som

$$Q_s = A_T \cdot F \cdot I \text{ Hvor}$$

Q_s er solindfaldet gennem vinduet i MJ/måned

A_T er transmissionsarealet i m^2

Fer den resulterende reduktionsfaktor

Skemaet beregner det samlede solindfald pr. måned, disse tal er før omtalt under ”hovedskema”

Alternativ energi

Varmeproduktion fra solfanger

Husk at når man taler om tilskud fra solfanger og varmepumper, er det altid forbundet med en energiudgift også. For at drive en solfanger og en varmepumpe, skal der el til. Dette beregnes også i skemaet "Alternativ energi"

Energibesparelse

	Energibesparelse pr. kvadratmeter solfanger	Energiforbrug til drift af anlægget pr. kvadratmeter solfanger
	Energibesparelse i kWh/år	
A-mærket kedel, fjernvarme eller elvarme	520	30
Ældre kedel eller kedel med dårligere energimærke	790	50

4. Hældning

En solfanger virker optimalt ved en placering på en syd-vendt 45 grader tagflade. Er der ikke mulighed for dette, vil samme ydeevne kunne opnås ved at øge solfang-erens størrelse i m² afhængig af retning og taghældning. På nedenstående tabel kan du se, hvordan placering og ydeevne hænger sammen.

Afvigelse fra syd		Hældning fra vandret				
Hældning fra vandret	Afvigelse fra syd	0°	30°	45°	75°	90°
		91	93	89	86	82
15°		91	93	89	86	82
30°		96	95	92	88	82
45°		100	98	95	90	81
60°		101	99	96	89	79
75°		98	96	93	86	75
90°		91	89	85	78	69

Varmeproduktion fra solfanger						
solfangerareal			m ²			
årlig energiproduktion (varme)	*		kWh/m ²	*	kun varmt brugsvand	både varmt brugsvand og rumvarme
årligt energiforbrug til drift (el)	*		kWh/m ²		520 kWh/m ²	390 kWh/m ²
afvigelse fra syd			°		30 kWh/m ²	23 kWh/m ²
hældning fra vandret			°			
ydelsesfaktor (orientering og hældning)	**			**	aflæs ydelsesfaktor på	
årlig energibesparelse (varme)			kWh		www.byggeriogenergi.dk	
årligt merforbrug (el)			kWh			

Her indtastes solfangerens areal i det gule felt. Endvidere tjekkes hvordan solfangeren sidder monteret i forhold til verdenshjørnerne og i forhold til vandret. Den tilhørende reduktionsprocent findes i tabellen ovenfor og indtastes.

Normalt bruges solfangeren **udelukkende til varmt brugsvand** og i så fald sættes det årlige energiproduktion til 520 kWh/m² og den tilhørende årlige energiforbrug til drift til 30kWh/m².

Bruges solfangeren til både **varmt brugsvand og rumvarme**, sættes det årlige energiproduktion til 390 kWh/m² og den tilhørende årlige energiforbrug til drift til 23 kWh/m².

Varmeproduktion fra varmepumpe

Her udregnes hvor meget energi der spares ved jordvarme

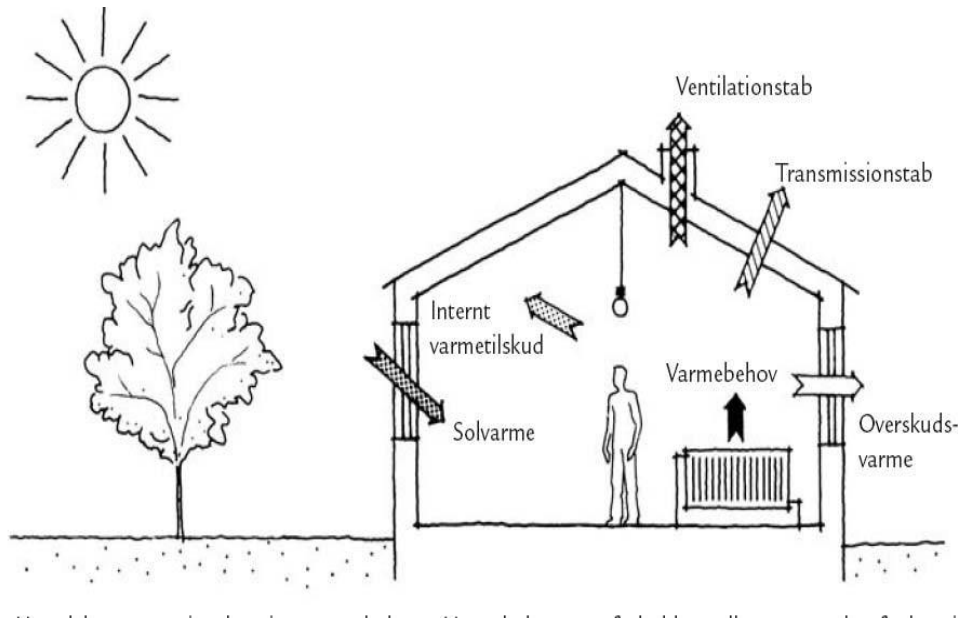
Varmeproduktion fra varmepumpe					
dimensionerende varmetab		0,00	kW		
optimal længde af varmeslanger		0	m		
reel længde af varmeslanger	*		m	*	30 meter jordvarmeslange pr. kW dimensionerende varmetab
areal	**	0	m ²	**	afstand mellem slanger 1,25 m
nyttevirkning		3,6			
årlig energibesparelse (varme)		#####	kWh		
årligt merforbrug (el)		#####	kWh		Her er vi nød til at forholde os til tabeller

For mere information

<https://volundvt.dk/produkter/jordvarmepumpe/hvorfor-vaelge-jordvarmepumpe>

Bygningers varmebalance

Bygningers varmebalance består hovedsagelig af varmetab gennem transmissionstab og ventilationstab. Tilskud til varmebalancen kommer fra solindfald og internt tilskud fra personer, belysning og el udstyr.



Figur 1.
Hovedelementerne i en
bygningensvarmebalance.
SBI-anvisning 190.

Det næste skema samler varmetab og tilskud for at finde det samlede varmebehov pr. måned i de måneder hvor det er nødvendigt at opvarme boligen det vil sige månederne fra september til maj, i beregningerne tages der hensyn til antal dage pr. måned.

Hovedskema

Varmebeho v	Antal dage i måned	Temperatur different	Varme tab	Solindf ald	Internt tilskud	Samlet tilskud	Relativt tilskud	Udnyttelse s-faktor	Varme -behov
	dage	K ⁰	MJ/m år	MJ/m år	MJ/m år	MJ/må n	ingen enhed	ingen enhed	MJ/m år
September	30	7,1	0	0	0	0			
Oktober	31	11,1	0	0	0	0			
November	30	15,5	0	0	0	0			
December	31	19,2	0	0	0	0			
Januar	31	21	0	0	0	0			
Februar	28	20,5	0	0	0	0			
Marts	31	18,1	0	0	0	0			
April	30	14,1	0	0	0	0			
Maj	31	9,1	0	0	0	0			
Energi tab fra transmissionstab og ventilationstab samt energitilskud fra sol og personer m.m.								Mj/år	KWh /år
Varmt brugsvand og tilskud fra alternativ energi									
Varmt brugsvand		-600 kWh						Mj/år	KWh /år
Solfanger								Mj/år	KWh /år
Merforbrug af el								Mj/år	KWh /år
Varmepumpe								Mj/år	KWh /år
Merforbrug af el								Mj/år	KWh /år

Beregnet varmebehov		I alt MJ/år		I alt KWh/år
		I alt MJ/m ² år		I alt KWh/m ² år

Energiramme 1KWh = 3,6 MJ	BR10						I alt MJ/m ² år		I alt KWh/m ² år
	BR15						I alt MJ/m ² år		I alt KWh/m ² år
	BR20						I alt MJ/m ² år	72,0	I alt KWh/m ² år 20,0

Tabel 14 - Beregning af bygningens varmebehov i fyringssæsonen

Temperaturdifferenten angiver den gennemsnitlige forskel mellem en inde temperatur på 20°C og den gennemsnitlige udetemperatur målt i en 15 års periode fra 1959 – 1973. (SBI 184 side 29)

Varmetabet Q_L pr. måned beregnes: $Q_L = 0,0864 \cdot D \cdot H \cdot \theta_{diff}$

Q_L , er varmetabet i MJ/måned

D, antal dage pr. måned

H, det specifikke varmetab i W/K, beregnet i tabel 4.

θ_{diff} , temperaturdifferencen mellem indetemperatur på 20°C og den gennemsnitlige udetemperatur pr. måned.

0,0864 er antal sekunder pr. døgn divideret med 10^6 , for at omregne til MJ/måned.

Solindfaldet pr. måned Q_s , er beregnet på arket "solindfald".

Internt varmetilskud Q_i , i MJ/måned beregnes som: $Q_L = 0,0864 \cdot D \cdot \phi_i$

D, antal dage pr. måned

ϕ_i , gennemsnitligt internt varmetilskud i W.

0,0864 er antal sekunder pr. døgn divideret med 10^6 , for at omregne til MJ/måned.

Det samlede tilskud, Q_g , findes ved at addere tilskuddet fra solindfald med det interne varmetilskud.

$$Q_g = Q_s + Q_i$$

Det relative tilskud beregnes som forholdet mellem det samlede tilskud og varmetabet: $\eta = \frac{Q_g}{Q_L}$

Det relative tilskud skal bruges når man skal beregne hvor god bygningen er til at udnytte varmetilskuddet.

Udnyttelsesfaktoren kan nu beregnes ud fra konstanten a og det relative varmetilskud: $\eta = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+}}$

Det samlede varmebehov pr. måned kan nu beregnes: $Q_h = Q_L - \eta \cdot Q_i$

Varmt brugsvand

Det varme brugsvand beregnes som $((22 \cdot etagearealet) - 600)$ kWh. Det skal dog minimum sættes til 700 kWh og kan maksimalt blive 2500 kWh.

Alternative energitilskud:

Energitilskuddene kommer i denne opgave fra et solpanel og en varmepumpe.

Solfangeren sættes normalt på taget og er primært beregnet til at klare det varme brugsvand. Det er derfor ikke hensigtsmæssig at lade varme tilskuddet for solfangeren overstige forbruget af varmt brugsvand. Man kan dog få solvarmeanlæg, der både yder til brugsvand og opvarmning.

Varmepumpen er koblet til et jordvarmeanlæg.

Varmepumpen har en nytteeffekt svarende til 3.6. Dette betyder at for hver 3,6 kWh man trækker ud af den til opvarmning, skal man bruge 1 kwh strøm til at få den til at virke.

I skemaet "Alternativ energi" regner man både effekten af solfangeren og jordvarmeanlægget ud.

Her må man forholde sig til den retning solfangeren vender i forhold til syd for at finde virkningsgraden. Se nedenstående tabel.

Energirammen for boliger omfatter bygningens samlede behov for tilførsel af energi til opvarmning, ventilation, køling og varmt brugsvand.

Beregnet varmebehov		I alt MJ/år		I alt KWh/år	
		I alt MJ/m ² år		I alt KWh/m ² år	

Tabel 15- Beregning af samlet energiforbrug

BR15 – kravene

$$30 \text{ KWh} / \text{m}^2 + \frac{1000 \text{ kWh}}{\text{op var met etageareal m}^2}$$

I dette tilfælde er etagearealet 100 m², dette giver et maksimalt energiforbrug på 40,0 KWh/m²

BR20 – kravene

$$20 \text{ KWh} / \text{m}^2$$

I dette tilfælde er etagearealet 100 m², dette giver et maksimalt energiforbrug på 20,0 KWh/m²

I skemaet ses de grænser der skal overholdes for at denne bygning ligger i de forskellige energiklasser.

Energiramme	BR10	I alt MJ/m ² år		I alt KWh/m ² år	
1KWh = 3,6 MJ	BR15	I alt MJ/m ² år		I alt KWh/m ² år	
	BR20	I alt MJ/m ² år	72,0	I alt KWh/m ² år	20,0

Tabel 16 - Energiramme, med BR10 og BR15 kravene

Energirammen skal overholdes for alt nybyggeri, ved ændret anvendelse og tilbygning skal man overholde kravene til mindste varmeisolering, SBI-anvisning 213, kap 7.3.2. Ved ombygning skal bestemmelserne i kap 7.4 overholdes.

5 Watt – reglen

Ud over energirammen må det ifølge BR15 § 7.2.1 stk. 8⁶, dimensionerende transmissionstab, eksklusiv vinduer og døre, for bygninger i en etage ikke overstige 4 W pr. m² klimaskærm, eksklusiv vinduer og døre.

Transmissionstab, uden vinduer og døre					
Bygningsdel	U	A	Δt	b	Φ
	W/m ² K	m ²	K ⁰		W
Ydervæg			32		
Tag og loft			32		
Terrændæk, gulvvarme			20		
Terrændæk i øvrigt			10	0,3	
	Ψ	L	Δt	b	Φ
	W/mK	m	K ⁰		W
Samlinger, døre og vinduer			32		
fundament ved gulvvarme			42	-0,3	
fundament i øvrigt			32		
transmissionstab					
Klimaskærm, areal					
Transmissionstab pr. m ² klimaskærm					

Tabel 11. Transmissionstab pr. m² klimaskærm, uden døre og vinduer.

Som det ses tallene overholder denne bygning kravet til det dimensionerende transmissionstab pr. m² klimaskærm. Eksklusive vinduer og døre.

De forskellige temperaturforskelle kommer fra DS 418:2002 side 10. Der regnes med en indetemperatur på 20°C, jordtemperatur på 10°C, dette giver en temperaturforskel på 10°C for terrændæk uden gulvvarme, med gulvvarme sættes den dimensionerende golvtemperatur til 30°C, dette giver en temperaturforskel på 20°C ved terrændæk med gulvvarme.

Den dimensionerende udetemperatur er -12°C, dette giver en temperaturforskel på 32°C ved fundamenter uden gulvvarme og 42°C med gulvvarme.

Temperaturforskel ved ydervægge, loft og tag, samt samlinger, døre og vinduer er ligeledes 32°C.

⁶ Bygninger, der er omfattet af bestemmelserne i kap. 7.2.2 eller 7.2.3, skal udføres, så det dimensionerende transmissionstab ikke overstiger 4,0 W pr. m² klimaskærm, når bygningen er i én etage, 5,0 W når bygningen er i 2 etager og 6,0 W når bygningen er i 3 etager og derover. Arealet af vinduer og døre og transmissionstabet gennem disse medtages ikke i beregningen.