

Analyse af og forslag til kravniveauer ift. energiforbrug i GBR14

Baggrundsnotat

UDKAST

Titel Analyse af og forslag til kravniveauer ift. energiforbrug i GBR14 - Baggrundsnotat -
Undertitel
Serietitel
Udgave 1. udgave
Udgivelsesår 2012
Forfatter
Redaktion
Sprog Dansk
Sidetal
Litteratur-
henvisninger
English
summary
Emneord

ISBN

Pris
Tekstbehandling
Tegninger
Fotos
Omslag
Tryk

Udgiver Statens Byggeforskningsinstitut,
Dr. Neergaards Vej 15, DK-2970 Hørsholm
E-post sbi@sbi.dk
www.sbi.dk

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen: XXXXX: *Analyse af og forslag til kravniveauer ift. energiforbrug i GBR14 – Baggrundsnotat, (2012).*

Indhold

Forord.....	4
Indledning.....	5
Renovering og vedligeholdelse af bygninger.....	6
Metode til eftervisning af krav.....	7
Totaløkonomisk analyse.....	9
Sammenfatning af optimale isoleringstykkelser	13
Forslag til nye U-værdi-krav	14
U-værdier og linjetab – Nybyggeri, mindste varmeisolering.....	14
U-værdier og linjetab – Tilbygninger mv.....	15
Energitilskud for vinduer, glasydervægge og ovenlysvinduer	16
Ventilation og lufttæthed	18
Fastlæggelse af skærpede energirammer	20
Forslag til energirammer for nybyggeri i GBR14	21
Maksimalt dimensionerende transmissionstab.....	22
Forslag til kravniveauer for bygningsklasse 2020.....	22
Sammenligning af energiramme krav	24
Nye krav ved renovering og vedligehold	25
Andre bygninger	27
Sammenfatning	28
Referencer.....	31

Forord

Formålet med nærværende baggrundsnotat er at opstille et beslutningsgrundlag til brug ved fastlæggelsen af energikravene i det kommende grønlandske bygningsreglement (GBR14).

Arbejdet er finansieret af Departementet for Boliger, Infrastruktur og Trafik (IAAN), Grønland. Fra IAAN skal specielt Janus Køster have tak for konstruktiv kritik og kommentering af rapporten.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet,
Sydhavnen, København 2013.

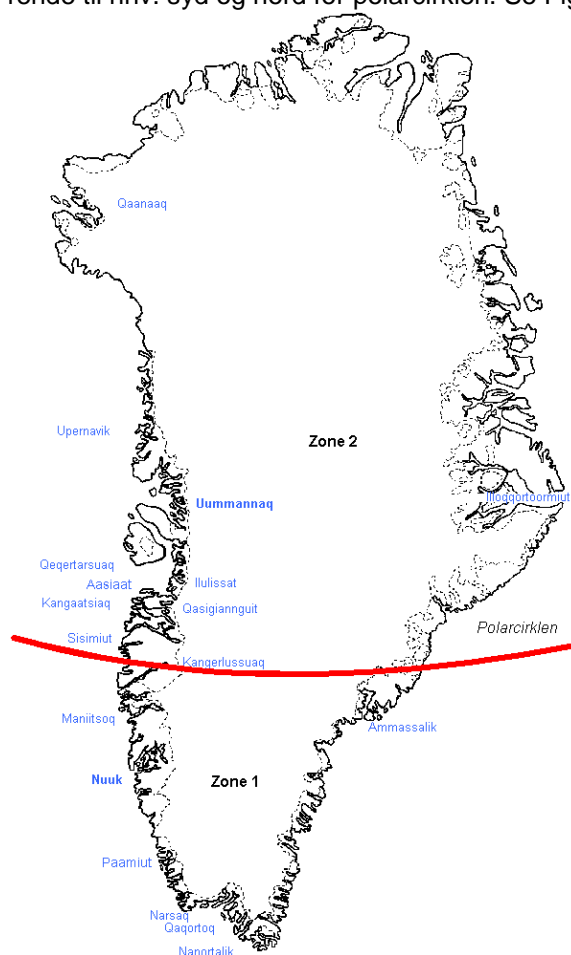
Jesper Kragh
Jørgen Rose

Indledning

Dette baggrundsnotat bygger videre på det arbejde, der tidligere er udført i forbindelse med udarbejdelsen af det grønlandske bygningsreglement 2006 (GBR06). Det tidligere arbejde er beskrevet i *Analyser til det nye grønlandske bygningsreglement* [1] og i *Anvisning: Beregning af bygningers varmebehov i Grønland* [2].

Der er i nærværende baggrundsnotat ikke kommenteret eller foreslået ændringer til de grundlæggende definitioner og metoder til beregning af bygningers varmetab.

I forbindelse med analyserne til de kommende skærpede energikrav i GBR14 er der anvendt samme reference vejrdato, som lå til grund for fastlæggelsen af kravene i GBR06. Det er ligeledes valgt at bibeholde den klimatiske opdeling af Grønland i to klimazoner – Zone 1 og 2 svarende til hhv. syd og nord for polarcirklen. Se Figur 1 nedenfor.



Figur 1 Zoneinddeling af Grønland svarende til syd (Zone 1) og nord (Zone 2) for polarcirklen.

Renovering og vedligeholdelse af bygninger

Det må formodes at den ældre bygningsmasse (især opført i 60'erne) står for størsteparten af det samlede energiforbrug til opvarmning og omvendt, at nybyggeriet kun udgør en beskedent del af det samlede energiforbrug.

Skærpede energikrav til nybyggeriet har derfor kun en beskedent effekt på det samlede energiforbrug i de kommende år. Hvis det samlede energiforbrug skal reduceres markant er det derfor nødvendigt at indføre krav til efterisolering og energieffektivisering af den eksisterende bygningsmasse. Det anbefales derfor at der samtidig med indførelsen af skærpede krav til nybyggeriet ligeledes indføres krav ved renovering og vedligeholdelsesarbejder af den eksisterende bygningsmasse analogt med reglerne i det nuværende danske bygningsreglement, DBR10.

Metode til eftervisning af krav

I 2011 blev der på baggrund af det danske beregningsprogram Be10 udarbejdet et tilsvarende program til beregning af bygningers energibehov som kan benyttes under grønlandske vejrforhold. Programmet giver mulighed for at beregne energibehovet for bygninger beliggende i hhv. zone 1 og zone 2 (se figur 1). Hermed er det oplagt, at et kommende grønlandsk bygningsreglement følger principperne i det tilsvarende danske reglement, hvor beregningsprogrammet danner basis for eftervisning af energikrav. I det efterfølgende lægges der dermed op til at principperne fra DBR10 anvendes og at der for nærværende udelukkende arbejdes videre med fastlæggelse af egentlige kravniveauer.

Som nævnt er Grønland opdelt i to klimazoner i GBR06 med tilhørende energirammer, hvilket blev indført for at der ikke skulle være for stor forskel mellem det beregnede og det faktiske energiforbrug i praksis. Kravene til isoleringsniveauer er det samme i de to zoner, hvorfor det er nødvendigt med to forskellige energirammer, der passer til de to klimazoners vejrdata.

Nedenfor er givet en kort opsummering af de overordnede principper i de danske kravformuleringer.

Nybyggeri

For nybyggeriets vedkommende skal der opfyldes tre overordnede krav;

1. Krav til bygningens energibehov, dvs. bygningens samlede behov for tilført energi til opvarmning, ventilation, køling, varmt brugsvand og eventuelt belysning (belysning medtages i bygninger som ikke anvendes til beboelse)
2. Krav til det dimensionerende transmissionstab (ekskl. vinduer og døre). Dette krav sikrer at de dele af bygningen, som har den længste levetid og sjældent udskiftes (ydervægge, tag og gulv) har en god isoleringsevne.
3. Krav til mindste varmeisolering af bygningsdele, dvs. U-værdikrav til de enkelte bygningsdele, som sikrer at konstruktioner og samlinger ikke giver anledning til problemer i forbindelse med kondens, skimmelsvamp osv.

Krav 1 og 2 påvises opfyldt direkte vha. Be10 beregningsprogrammet.

Nybyggeriet opdeles (ligesom i DBR10) i energiklasser, således at der udover minimumskravene også opstilles kravniveauer for lavenergiklasser. Lavenergiklasserne, i det danske bygningsreglement betegnet "lavenergibygningsklasse 2015" og "bygningssklasse 2020", giver dels mulighed for at opnå en bedre energiklasse end minimumskravene ved nybyggeri, men samtidig er det også pejlemærker ift. hvordan de fremtidige krav vil se ud, og dermed har byggeriets parter mulighed for at forberede de kommende skærpselser inden de træder i kraft. Da et kommende grønlandsk bygningsreglement tidligst forventes at træde i kraft i 2014 vil det være hensigtsmæssigt at definere én lavenergiklasse svarende til de forventede skærpselser i 2020.

Ændret anvendelse og tilbygninger

For ændret anvendelse af eksisterende byggeri og nye tilbygninger kan kravene opfyldes på én af følgende to måder:

1. Kravet til energirammen opfyldes (se under nybyggeri)
2. Krav til U-værdier for de enkelte bygningsdele overholdes. For at benytte denne metode er det en betingelse at det samlede areal af vinduer og døre højst udgør 22 % af det opvarmede etageareal i tilbygningen.

For tilbygninger kan energikravene ligeledes overholdes ved at eftervise at tilbygningen overholder en varmetabsramme, svarende til at tilbygningens samlede varmetab ikke overstiger det varmetab, som man får ved netop at opfylde føromtalte U-værdikrav.

Enkeltforanstaltninger ved ombygning, vedligeholdelse og udskiftning

I forbindelse med ombygning og vedligehold af bygninger eller udskiftning af bygningsdele, skal energibesparelser gennemføres, hvis ombygningen eller ændringerne vedrører klimaskærmen. Enkeltforanstaltningerne vedrører i denne sammenhæng kun den del af klimaskærmen, der er omfattet af ændringen.

Kravet i den forbindelse er, at de berørte bygningsdele skal isoleres op til et niveau svarende til en række angivne U-værdikrav. For vinduers vedkommende går kravet på E_{ref} værdien (se afsnit 4.2). Der kan dog være byggetekniske forhold der indebærer, at kravene vedrørende enkeltforanstaltninger ikke kan opfyldes på fugttechnisk forsvarlig måde. I så fald, kan der imidlertid være et mindre omfattende arbejde, der nedbringer energibehovet, og det er i så fald dette arbejde, der skal gennemføres.

Totaløkonomisk analyse

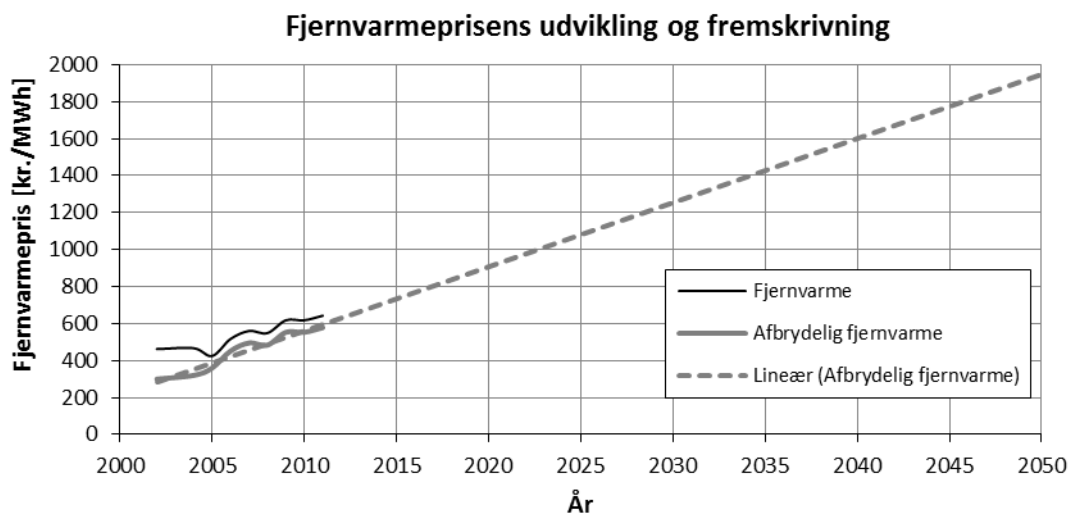
Metoden der er anvendt til at fastlægge kravene til isoleringsniveau i hovedkonstruktionerne tag/loft, ydervæg og terrændæk/gulvkonstruktioner, er baseret på en totaløkonomisk beregning for investeringen og varmeudgiften over hhv. 30, 50 og 100 år. Periodens længde er af afgørende betydning for niveauet af de økonomisk optimale isoleringstykkelser.

- En periode på 30 år – kan svare til den tid lånene afdrages over
- En periode på 50 år – kan svare til den tid ejeren ejer huset
- En periode på 100 år – kan svare til konstruktionens levetid

En anden afgørende faktor for det optimale isoleringsniveau er prisen for den rene merinvestering ved forøgelse af isoleringstykkelsen i forhold til en reference. Denne reference er i det følgende valgt til det isoleringsniveau (U-værdi) der er kravet i GBR06.

De anvendte priser for isoleringsarbejder er udtrukket fra V&S prisdatabase 2012 for Grønland [5]. Priserne dækker kun omkostningen for udførelsen af isoleringsarbejdet, prisen for isoleringsmaterialet samt fragten. Der antages ikke yderligere fordyrende omkostninger til større isoleringstykkelser. Priser for de største isoleringstykkelser (400 – 500 mm) er fundet ved ekstrapolation i prisdatabase.

Hvordan energiprisen i Grønland og internationalt vil udvikle sig over de næste 100 år er yderst usikkert, men det må dog forventes at den i den nærmeste årrække vil fortsætte med at stige. Figur 2 viser fjernvarmeprisens udvikling i Grønland fra 2002 – 2011 og en lineær fremskrivning frem til 2050.



Figur 2 Fjernvarmeprisens udvikling fra 2002 til 2011 og en lineær fremskrivning frem til 2030 [3].

Det er valgt i de følgende analyser at anvende to scenarier for energiprisens niveau i fremtiden. I scenarie A og B er anvendt hhv. 1000 og 2000 kr./MWh.

Totaløkonomisk meromkostning

Følgende udtryk er anvendt til beregning af den totaløkonomiske meromkostning ved isoleringsarbejdet:

$$T_{omk} = I + f(n, r) \cdot E_{pris} \cdot \frac{q_{tab}}{\eta} - T_{omk,ref} \quad \text{Ligning 1}$$

hvor

I	er investeringen til isoleringsarbejde inkl. isoleringsmaterialet og fragt [kr.]	
$f(n, r)$	er nu-værdifaktoren for varmebesparelsen [-]	
E_{pris}	er energiprisen [kr./kWh]	(1 eller 2 kr./kWh)
q_{tab}	er varmetabet [kWh/år]	
η	er varmeanlæggets virkningsgrad [-]	(95 %)
$T_{omk,ref}$	er totalomkostningen for reference isoleringsniveauet [kr.]	

Nu-værdi faktoren er beregnet ved følgende udtryk:

$$f(n, r) = \frac{[1 - (1+r)^{-n}]}{r} \quad \text{Ligning 2}$$

hvor

n	er konstruktionens levetid [år]	(30/50/100 år)
r	er realrenten [%]	(2 %)

Varmetabet beregnes ved:

$$q_{tab} = \frac{s}{\lambda_{eq}} \cdot G_d \quad \text{Ligning 3}$$

hvor

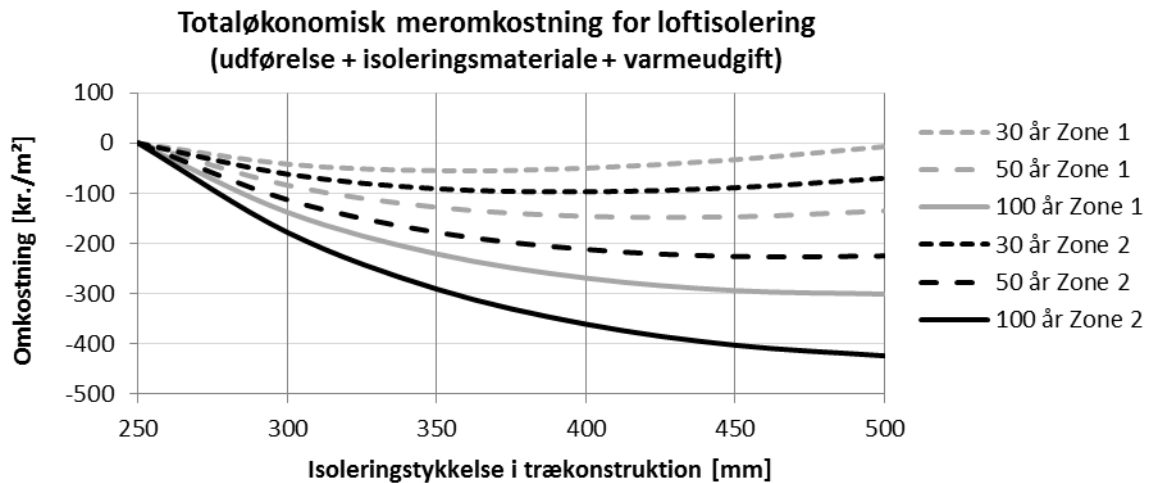
s	er isoleringstykkelsen [m]	
λ_{eq}	er den ækvivalente varmeledningsevne for en typisk isoleret konstruktion [W/mK]	
G_d	er antallet af gradtimer pr. år [kKh]	(Zone 1: 186 kKh, Zone 2: 223 kKh)

Ved beregningerne antages det at omkostningerne til vedligehold er uafhængig af isoleringstykkelsen. Derved kan disse udelades af beregningerne, idet der kun ses på selve meromkostningen ved isoleringsarbejdet.

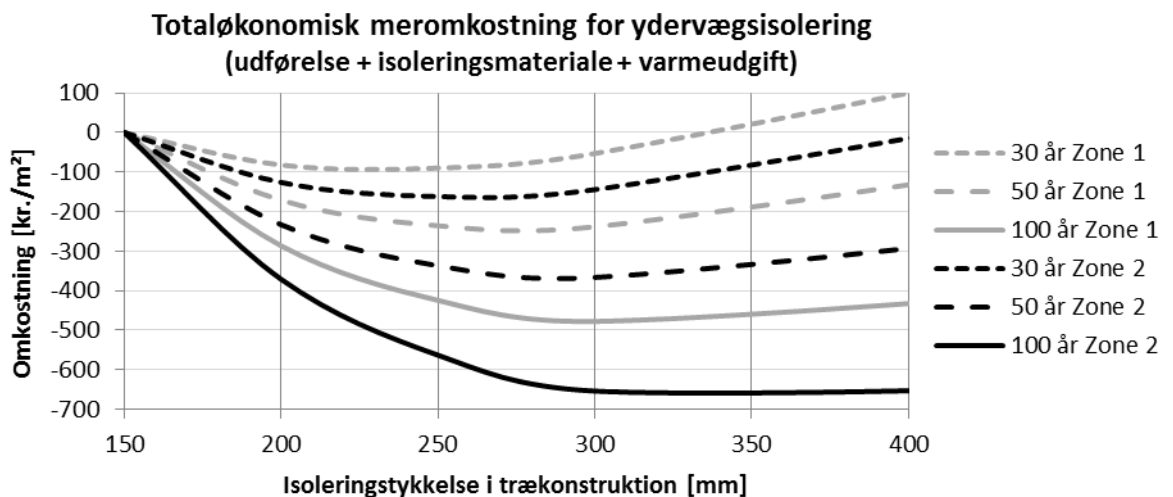
Figur 3 til Figur 5 viser den totaløkonomiske forskel fra reference isoleringsniveauet over tre forskellige tidshorisonter (30, 50 og 100 år) beregnet ved en fremtidig varmepris på 1000 kr./MWh. Figur 6 til Figur 8 viser samme beregning ved en varmepris på 2000 kr./MWh.

Når de totaløkonomiske omkostninger er negative er det et udtryk for, at det i forhold til referenceisoleringsniveauet er totaløkonomisk fordelagtigt at isolere yderligere (idet omkostningen er negativ).

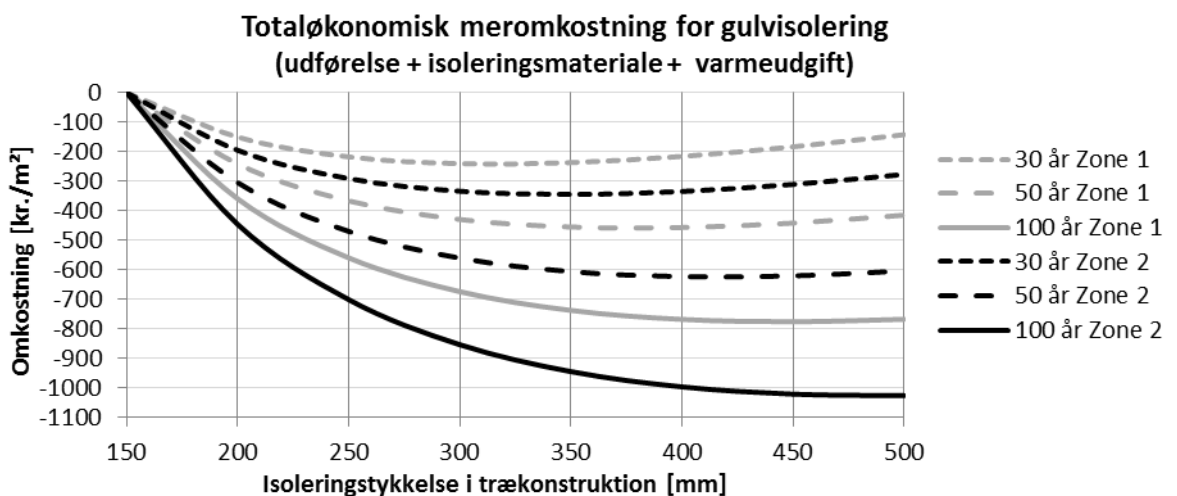
Totaløkonomi beregnet ved en varmepris på 1000 kr./MWh



Figur 3 Totaløkonomisk meromkostning for loftisolering af bygninger med trækonstruktioner som funktion af isoleringstykkelsen og ved tre forskellige levetider. Som reference er antaget ca. 250 mm isolering svarende til U-værdi-kravet GBR06.

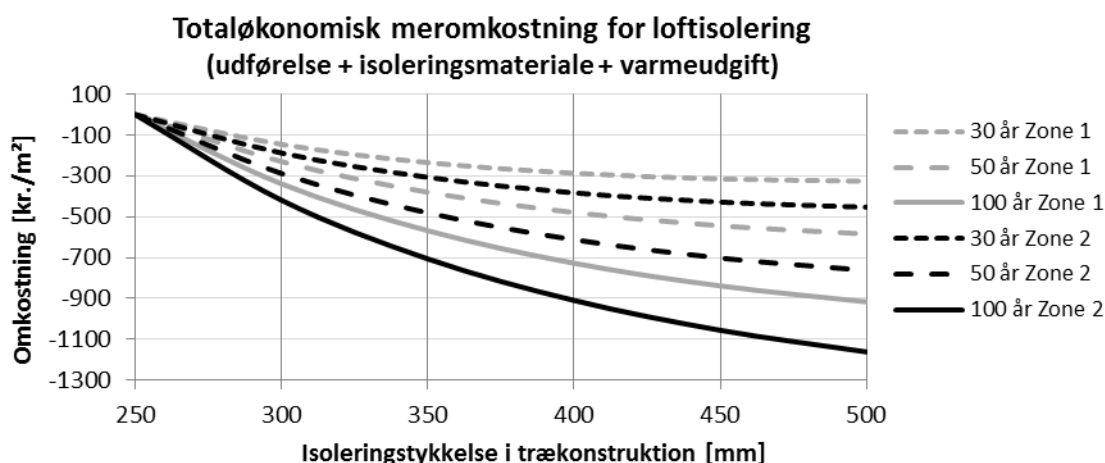


Figur 4 Totaløkonomisk meromkostning for ydervægsisolering af bygninger med trækonstruktioner som funktion af isoleringstykkelsen og ved tre forskellige levetider. Som reference er antaget ca. 175 mm isolering svarende til U-værdi-kravet GBR06.

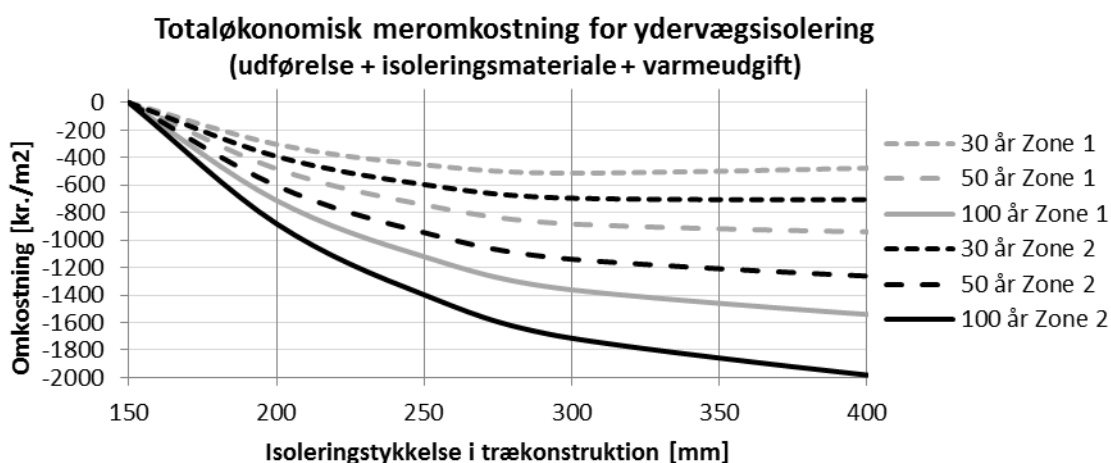


Figur 5 Totaløkonomisk meromkostning for gulvisolering af bygninger med trækonstruktioner som funktion af isoleringstykkelsen og ved tre forskellige levetider. Som reference er antaget ca. 175 mm isolering svarende til U-værdi kravet GBR06.

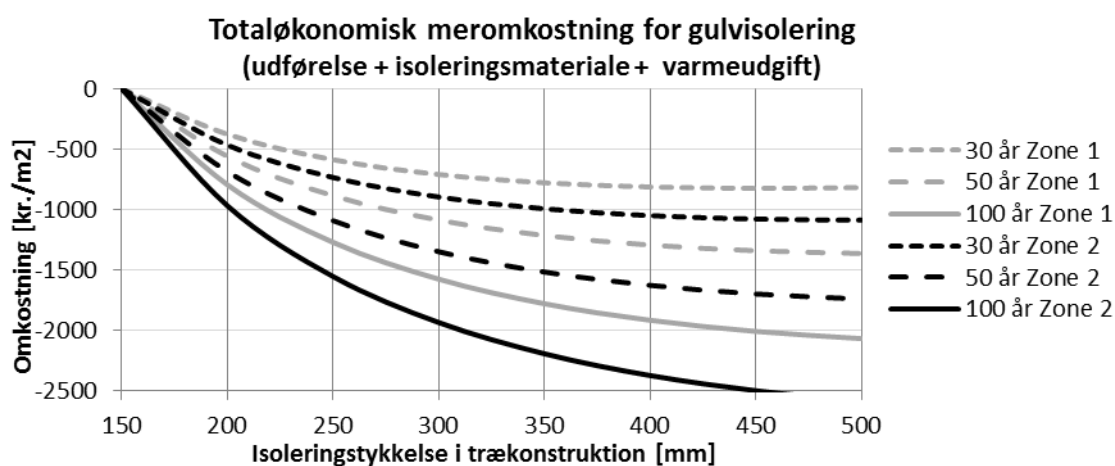
Totaløkonomi beregnet ved en varmepris på 2000 kr./MWh



Figur 6 Totaløkonomisk meromkostning for loftisolering af bygninger med trækonstruktioner som funktion af isoleringstykkelsen og ved tre forskellige levetider. Som reference er antaget ca. 250 mm isolering svarende til U-værdi-kravet GBR06.



Figur 7 Totaløkonomisk meromkostning for ydervægisolering af bygninger med trækonstruktioner som funktion af isoleringstykkelsen og ved tre forskellige levetider. Som reference er antaget ca. 175 mm isolering svarende til U-værdi-kravet GBR06.



Figur 8 Totaløkonomisk meromkostning for gulvisolering af bygninger med trækonstruktioner som funktion af isoleringstykkelsen og ved tre forskellige levetider. Som reference er antaget ca. 175 mm isolering svarende til U-værdi kravet GBR06.

Sammenfatning af optimale isoleringstykkelser

Tabel 1 viser en sammenfatning af de optimale isoleringstykkelser i hovedbygningsdelene ved den totaløkonomiske analyse for to scenarier A og B.

Tabel 1 Sammenfatning af optimale isoleringstykkelser for en typisk konstruktion ved en totaløkonomisk analyse mht. tidshorisont og fremtidig varmepris. I parentes er angivet det tilhørende U-værdi-krav.

Bygningsdel	Gældende krav	Scenarie A	Scenarie B
		30 år 1000 kr./MWh	50 år 2000 kr./MWh
Loft- og tagkonstruktioner	250 mm (0,15 W/m ² K)	350 mm (0,11 W/m ² K)	500 mm (0,08 W/m ² K)
Ydervægge	175 mm (0,20 W/m ² K)	250 mm (0,15 W/m ² K)	300 mm (0,12 W/m ² K)
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum	175 mm (0,20 W/m ² K)	300 mm (0,12 W/m ² K)	500 mm (0,08 W/m ² K)

Ovenstående isoleringsniveauer vil ikke være direkte krav i forbindelse med nybyggeri, men benyttes niveauerne vil energirammen for et standardbyggeri normalt kunne opfyldes, idet disse er anvendt til at fastlægge energirammerne for både klimazone 1 og 2.

Isoleringsniveauerne er desuden foreslået som minimumskrav i forbindelse med tilbygninger og ændret anvendelse.

Forslag til nye U-værdi-krav

U-værdier og linjetab – Nybyggeri, mindste varmeisolering

I forbindelse med nybyggeri er der for bygningsdele udelukkende krav til mindste varmeisoleringssevne. Kravet skal både sikre et lavt varmetab og at der ikke udføres markant dårligt isolerede konstruktioner med risiko for problemer med kondens, fugt og termisk diskomfort. De danske krav blev skærpet i DBR10 og det anbefales at disse krav direkte overføres til GBR14. I praksis kommer kravene sjældent i anvendelse, da dette vanskeliggør overholdelse af den samlede energiramme. Krav til mindste varmeisolering er vist i Tabel 2 og er gældende for begge klimazoner.

Tabel 2 Krav til mindste varmeisolering ved nybyggeri.

Skema over U-værdier	U-værdi W/m ² K
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,30
Etageadskillelser og skillevægge mod rum, der er uopvarmede eller opvarmet til en temperatur, der er mere end 8K lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	0,40
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum.	0,20
Etageadskillelser under gulve med gulvvarme mod rum, der er opvarmede.	0,50
Loft- og tagkonstruktioner, herunder skunkvægge, flade tage og skråvægge direkte mod tag.	0,20
For yderdøre, ovenlyskupler, porte og lemme mod det fri eller mod rum, der er uopvarmede og disse samt glasvægge og vinduer mod rum opvarmet til en temperatur, der er mere end 5 K lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	1,80

Skema med linjetab	linjetab W/mK
Fundamenter omkring rum, der opvarmes til mindst 5°C.	0,40
Fundamenter omkring gulve med gulvvarme.	0,20
Samling mellem ydervæg og vinduer eller yderdøre, porte og lemme.	0,06
Samling mellem tagkonstruktion og ovenlysvinduer eller ovenlyskupler.	0,20

For vinduer, glasydervægge og ovenlysvinduer gælder særlige krav beskrevet i afsnit *Energital-skud for vinduer, glasydervægge og ovenlysvinduer*.

U-værdier og linjetab – Tilbygninger mv.

De efterfølgende forslag til U-værdikrav for tilbygninger og ændret anvendelse er baseret på den totaløkonomiske analyse.

I det gældende danske bygningsreglement, DBR10, er nogle af U-værdi-kravene forenklet, idet beskrivelserne dækker bredere i forhold til tidligere reglementer. F.eks. skelnes der ikke længere mellem let og tung ydervæg. Tilsvarende forenkling foreslås anvendt i GBR14 svarende til beskrivelserne i DBR10. Tabel 3 viser de gældende krav for nybyggeri i GBR06 og forslag til kravniveau i GBR14 for tilbygninger og ændret anvendelse.

Tabel 3 U-værdi-krav [W/m²K]. De med gråt markerede rækker udgår.

Konstruktion	GBR06	GBR14	
		Scenarie A	Scenarie B
Ydervægge og kældervægge mod jord	-	0,15	0,12
Ydervægge med vægt under 100 kg/m ²	0,20	Udgår og erstattes	
Ydervægge med vægt over 100 kg/m ² og kældervægge mod jord	0,30	af ovenstående	
Etageadskillelser og skillevægge mod rum, der er uopvarmede eller opvarmet til en temperatur, der er mere end 8K lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	-	0,40	0,30
Skillevægge mod rum, der er uopvarmede eller opvarmet til en temperatur, der er mere end 8K lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	0,40	Udgår og erstattes	
Etageadskillelser mod rum, der er uopvarmede eller opvarmet til en temperatur, der er mere end 8K lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	0,30	af ovenstående	
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum.	0,20	0,12	0,08
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum, hvor der er gulvvarme	0,15	Udgår og erstattes af ovenstående	
Loft- og tagkonstruktioner, herunder skunkvægge, flade tage og skråvægge direkte mod tag.	-	0,11	0,08
Loft- og tagkonstruktioner, herunder skunkvægge	0,15	Udgår og erstattes	
Flade tage og skråvægge direkte mod tag	0,20	af ovenstående	
For yderdøre, ovenlyskupler, porte og lemme mod det fri eller mod rum, der er uopvarmede og disse samt glasvægge og vinduer mod rum opvarmet til en temperatur, der er mere end 5 K lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	-	1,40	1,20
Vinduer og yderdøre, herunder ovenlys, glasvægge, porte og lemme mod det fri eller mod rum, der er uopvarmede eller opvarmet til en temperatur, der er mere end 8 K lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	1,80	Udgår og erstattes af ovenstående samt nye separate krav for vinduer, glasydervægge samt ovenlysvinduer	

Tabel 4 viser et forslag til en tilsvarende skærpelse af kravene for linjetab i forbindelse med konstruktionssamlinger. Linjetabene er reduceret svarende til kravene i det danske bygningsreglement.

Tabel 4 Linjetab [W/mK]. Den med gråt markerede række udgår.

Samling	GBR06	GBR14
Fundamenter	0,25	0,12
For fundamenter omkring gulve med gulvvarme	0,20	udgår
Samlingen mellem ydervæg og vinduer eller yderdøre, glasvægge, porte og lemme	0,03	0,03
Samlingen mellem tagkonstruktion og vinduer i tag eller ovenlys	0,10	0,10

Energiltiskud for vinduer, glasydervægge og ovenlysvinduer

For nybyggeri, tilbygninger og bygninger med ændret anvendelse foreslås det at der indføres krav for vinduers (inkl. glasydervægge og ovenlysvinduer) energimæssige ydeevne. Kravet baseres på den danske beregningsmetode for vinduets energibalance (energiltiskud) benævnt E_{ref} .

I [2] er angivet to formeludtryk for en tilsvarende beregning af vinduers energiltiskud i de to grønlandske klimazoner. Formlerne ses nedenfor:

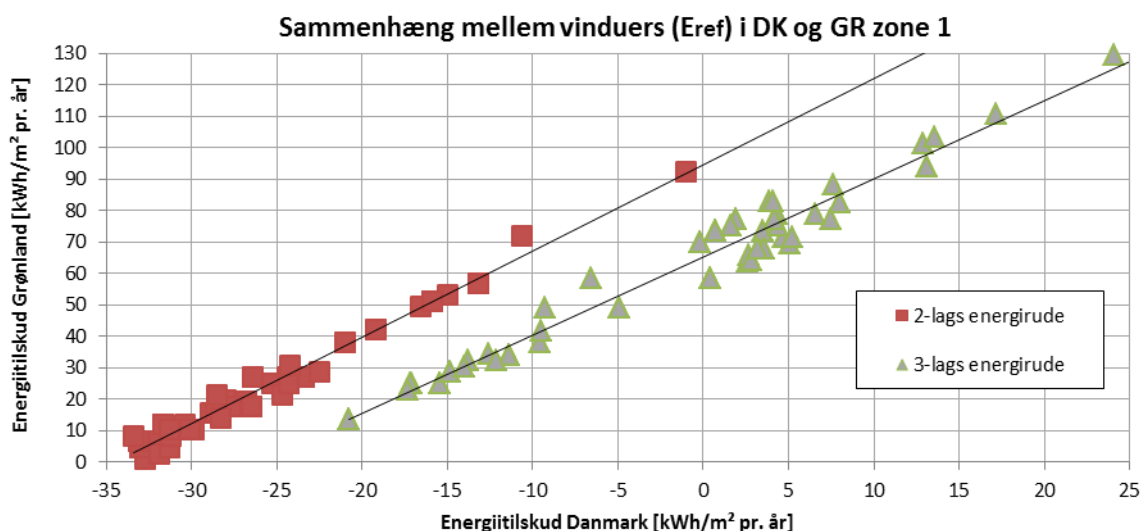
$$E_{ref,zone 1} = g_w \cdot F_s \cdot \eta \cdot 700 - U_w \cdot 186 \quad [\text{kWh/m}^2 \text{ pr. år}]$$

$$E_{ref,zone 2} = g_w \cdot F_s \cdot \eta \cdot 760 - U_w \cdot 223 \quad [\text{kWh/m}^2 \text{ pr. år}]$$

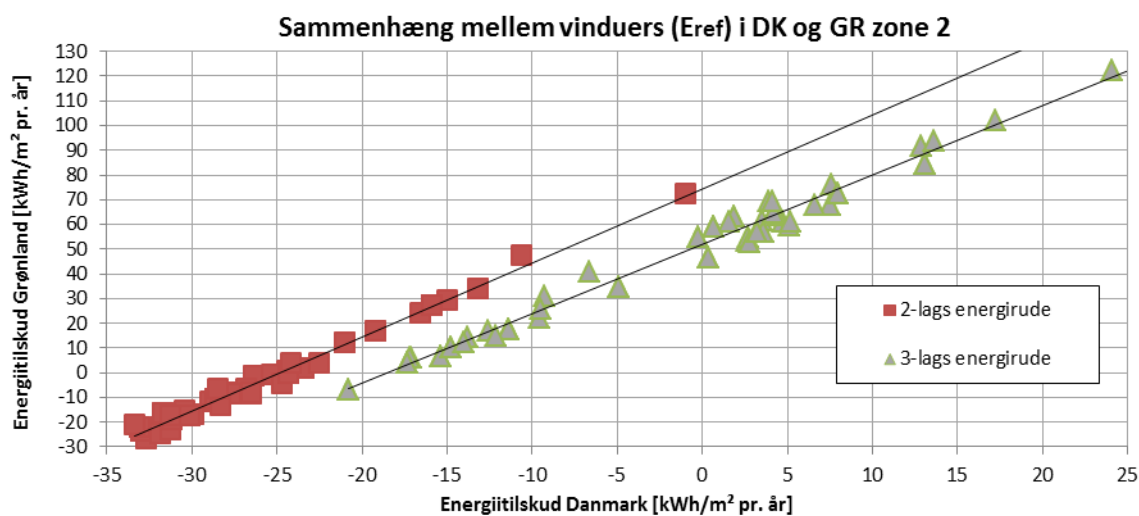
Hvor

g_w	er rudens solenergitransmittans	[-]
F_s	er skygefaktoren	[-]
η	er udnyttelsesfaktor for energiltiskuddet	[-]
U_w	er vinduets samlede U-værdi	[W/m ² K]

Figur 9 Figur 10 viser for zone 1 og 2 sammenhængen mellem det danske og grønlandske E_{ref} for 120 danske vinduesprodukter, der pr. 1. juli 2012 var energimærket på www.energivinduer.dk.



Figur 9 Sammenhæng mellem vinduers energiltiskud i DK og i GR klimazone 1 for 120 danske vinduesprodukter (energimærket pr. 1. juli 2012). I beregningen er antaget en skygefaktor på 0,8 og en udnyttelsesfaktor på 1.



Figur 10 Sammenhæng mellem vinduers energitilskud i DK og i GR klimazone 2 for 120 danske vinduesprodukter (energimærket pr. 1. juli 2012). I beregningen er antaget en skyggefaktor på 0,8 og en udnyttelsesfaktor på 1.

Som det ses af Figur 9 og Figur 10 er der en lineær sammenhæng mellem energitilskuddet i Danmark og Grønland (både zone 1 og 2). Det vil med andre ord sige, at et vindue der ligger i den bedste ende mht. energitilskud i Danmark, også vil ligge tilsvarende i den bedste ende mht. energitilskud i Grønland.

For ikke at lave specifikke krav for vinduers E_{ref} værdi svarende til de grønlandske klimazoner, foreslås det at bibeholde det danske E_{ref} udtryk i det grønlandske bygningsreglement. Dermed kan de danske vinduesproducenters oplyste E_{ref} værdier direkte anvendes i Grønland. Kravniveauet for E_{ref} anbefales i GBR14 at følge det danske DBR10. Det danske udtryk ses nedenfor:

$$E_{ref,DK} = g_w \cdot 196,4 - U_w \cdot 90,36 \quad [\text{kWh/m}^2 \text{ pr. år}]$$

Hvor

g_w	er rudens solenergitransmittans	[-]
U_w	er vinduets samlede U-værdi	[W/m ² K]

Kravene i DBR10 er, at energitilskuddet for vinduer og glasydervægge ikke må være mindre end -33 kWh/m² pr. år. For ovenlysvinduer må energitilskuddet ikke være mindre end -10 kWh/m² pr. år.

Anvendelse af det danske E_{ref} bevirker at dette ikke afspejler den faktiske energibalance for vinduet i det grønlandske klima, men det vil være muligt at gennemføre beregninger af de faktiske energibalancer for vinduer på baggrund af ovenstående formler.

For vinduesprodukter produceret i andre lande end Danmark er det nødvendigt at få oplyst U_w og g_w , som indsættes i den danske formel for energitilskuddet.

Det antages at samme lineære forhold gør sig gældende for ovenlysvinduer/tagvinduer, hvormed de tilsvarende danske krav også direkte kan overføres.

Ventilation og lufttæthed

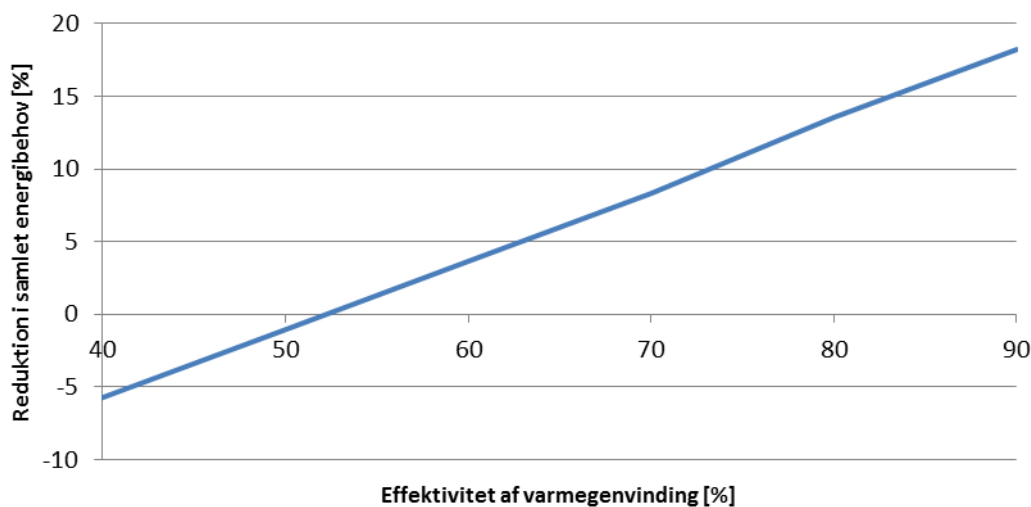
Det relativt barske grønlandske klima og en lang fyringssæson bevirker at bygningsventilation og bygningers lufttæthed vil have stor indflydelse på opvarmningsbehovet. Derfor er det relevant at undersøge disse forhold nøjere, så det kan afklares hvilke krav der kan/skal stilles til nye bygninger.

Ventilation

Varmegenvinding på ventilationsluften kan være en effektiv måde at nedbringe energibehovet i bygninger yderligere. I DBR10 kan minimumskravene normalt opfyldes uden brug af denne teknologi, men for lavenergibygnings klasse 2015 og bygningsklasse 2020 er det vanskeligt at nå i mål uden.

Under grønlandske klimaforhold er teknologien imidlertid mindre effektiv, idet de lave ude-temperaturer koblet med en meget høj genvindingsgrad på aggregaterne kan føre til tilslusning i varmeveksleren, og dermed reduceret virkningsgrad. I nærværende sammenhæng må det derfor vurderes hvor meget teknologien reelt kan medvirke til at nedbringe energibehovet.

I Figur 11 er vist reduktionen/forøgelsen af energibehovet i en typisk bygning som funktion af varmegenvindingens effektivitet. Udgangspunktet er en situation hvor det samlede energibehov er ca. 140 kWh/m² pr. år uden mekanisk ventilation med varmegenvinding, dvs. en situation med naturlig ventilation.



Figur 11 Sammenhæng mellem reduktionen i det samlede energibehov og varmegenvindingens effektivitet.

Årsagen til at reduktionen er negativ indtil varmegenvindingsgraden når over 50 % er, at der med den mekaniske ventilation dels tilføjes et el-behov til ventilatorer og dels tilføjes et "ekstra" infiltrationstab på 0,13 l/s pr. m² udover den krævede luftmængde på 0,3 l/s pr. m² (det samlede luftskifte bliver altså højere).

I betragtning af det grønlandske klima, og de førnævnte vanskeligheder dette kan medføre i forbindelse med tilslusning af varmeveksleren, vil det formentlig være rimeligt at antage at varmeveksleren vil kunne køre med en gennemsnitlig effektivitet over året på ca. 75 %. Hermed vil den opnåede reduktion i det samlede energibehov være på 11 %, hvilket med pågældende udgangspunkt svarer til ca. 15 kWh/m² pr. år.

Lufttæthed

Det grønlandske klima kan være medvirkende til at vanskeliggøre opførelsen af bygninger med en meget høj grad af lufttæthed, og derfor bør det nøje overvejes hvilke krav der stilles nu og i fremtiden.

I Danmark har man med DBR10 (DBR08) indført krav om, at luftskiftet gennem utætheder i klimaskærmen ikke må overstige 1,5 l/s pr. m² opvarmet etageareal ved trykprøvning med 50 Pa. Samtidig hermed har man allerede nu angivet de forventede krav til tætheden for lavenergi-bygninger klasse 2015 og bygningsklasse 2020 til hhv. 1,0 l/s pr. m² og 0,5 l/s pr. m². I nedenstående tabel er vist effekten af afvigelser fra de forskellige tæthedskrav for de tilsvarende forskellige energibehov svarende til DBR10, DBR15 og DBR20 og danske klimaforhold. I Tabel 5 er kravniveauerne markeret med gråt.

Tabel 5: Energiforbrugets afhængighed af tæthedskrav i Danmark.

	1,5 l/s pr. m ²	1,0 l/s pr. m ²	0,5 l/s pr. m ²
DBR10	0 %	-5 %	-10 %
DBR15	6 %	0 %	-6 %
DBR20	17 %	8 %	0 %

Af tabellen kan det ses, at infiltrationen i bygningen som forventet har størst betydning når der er tale om det lave energiforbrug svarende til DBR20. I dette tilfælde medfører hvert spring i niveau af tæthed en forøgelse af energiforbruget på mere end 8 %, hvor der ved det højeste energiforbrug i DBR10 kun forekommer en reduktion i energiforbruget på ca. 5 % pr. spring i niveau.

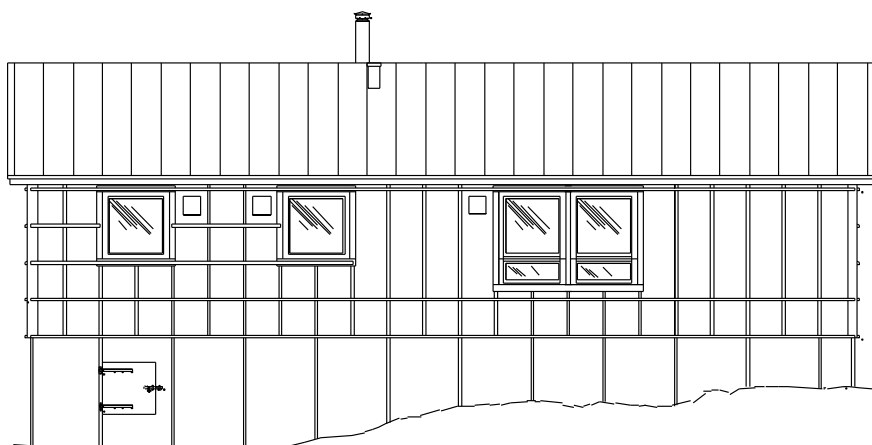
Under grønlandske vejrforhold, vil dette fænomen være mere udtalt og dermed vil det have en ret stor betydning for fastlæggelsen af energirammerne, hvilket niveau der sættes for tæthedskravene.

På baggrund af ovenstående analyse er det tydeligt at tætheden spiller en stor rolle ift. at nedbringe energiforbruget. Omvendt skal man tage hensyn til de vanskeligere byggeforhold der gør sig gældende i det grønlandske klima, og derfor anbefales det at man som udgangspunkt, dvs. med GBR14, starter med samme krav som i DBR10, dvs. 1,5 l/s pr. m². I en kommende skærpelse kan man så gå skridtet videre og skærpe kravet til 1,0 l/s pr. m² og samtidig lave en mere detaljeret analyse af hvorvidt man kan skærpe yderligere på sigt eller om man skal fastholde sidstnævnte krav.

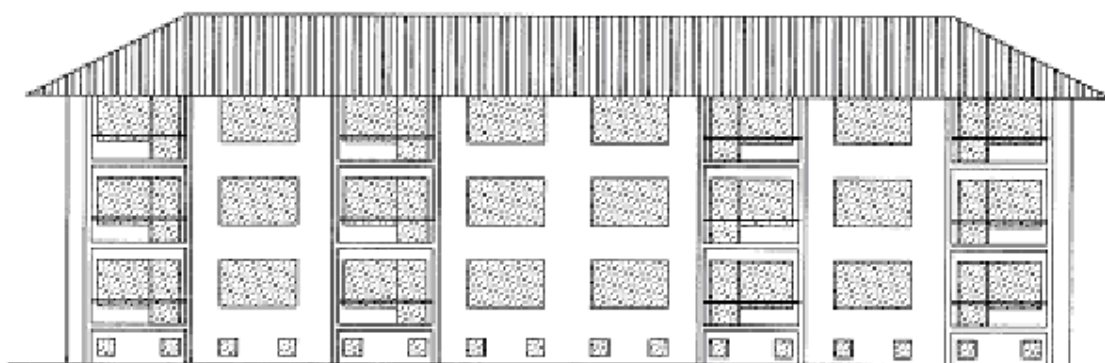
Fastlæggelse af skærpede energirammer

Det foreslås at man i GBR14 udvider den gældende definition af energirammen fra det maksimalt tilladte samlede årlige energiforbrug til rumopvarmning og ventilation pr. m² opvarmet etageareal, til også at inkludere energiforbruget til opvarmning af brugsvand. Med andre ord er energiforbruget til opvarmning af brugsvand ikke medregnet i GBR06.

Med udgangspunkt i de optimale isoleringsniveauer fundet ved den totaløkonomiske analyse er der foretaget beregninger af energibehovet for et typisk grønlandsk træhus (Illorput 2000). Se Figur 12. Samme basis bygningsmodel og vejrdata blev anvendt til fastlæggelse af kravene i GBR06. Tilsvarende er foretaget en beregning af energibehovet for en etageboligbygning som vist på Figur 13.



Figur 12 Selvbyggerhuset Illorput 2000 [4]



Figur 13 Etageboligbyggeri (Eksempelbygning fra SBI-anvisning 213) [6]

Forslag til energirammer for nybyggeri i GBR14

Følgende forslag til energirammekravet i GBR14 er gældende for boliger, kollegier, hoteller m.m. Kravene er fastlagt på baggrund af eksempelbygningernes energibehov beregnet med Be10 og med isoleringsniveauer som angivet i Tabel 1. Resultaterne er vist i Tabel 6 og Tabel 7 for hhv. klimazone 1 og 2.

Tabel 6: Forslag til energirammer for Zone 1 i GBR14 sammenlignet med det gældende krav i GBR06

Energiramme klimazone 1 [kWh/m ²]			
Etage	GBR06	GBR14 Scenarie A	GBR14 Scenarie B
1	195	140	120
1½	169	120	102
2	156	110	93
3	143	100	83
4	136	95	79
5	132	92	76

Tabel 7: Forslag til energirammer for Zone 2 i GBR14 sammenlignet med det gældende krav i GBR06

Energiramme klimazone 2 [kWh/m ²]			
Etage	GBR06	GBR14 Scenarie A	GBR14 Scenarie B
1	232	175	150
1½	202	150	127
2	187	138	115
3	172	125	103
4	164	119	98
5	160	115	94

Energirammekravene kan tilsvarende opstilles ved følgende udtryk som funktion af antallet af etager:

Boliger, kollegier, hoteller m.m.

Scenarie	Klimazone 1	Klimazone 2
A	$80 + \frac{60}{e_{antal}} \text{ kWh/m}^2 \text{ pr. år}$	$100 + \frac{75}{e_{antal}} \text{ kWh/m}^2 \text{ pr. år}$
B	$65 + \frac{55}{e_{antal}} \text{ kWh/m}^2 \text{ pr. år}$	$80 + \frac{70}{e_{antal}} \text{ kWh/m}^2 \text{ pr. år}$

hvor e_{antal} er antallet af etager.

Maksimalt dimensionerende transmissionstab

For nye bygninger stilles der, udover kravet til mindste varmeisolering og kravet til energirammen, ligeledes krav til det maksimale dimensionerende transmissionstab for klimaskærmen eksklusive vinduer og yderdøre. Hensigten med dette krav er at fremtidssikre bygningen ved at lade det overordnede isoleringsniveau af basiskonstruktionerne være højt. Disse konstruktioner har som regel en meget lang levetid og udskiftes typisk ikke i bygningens levetid ligesom f.eks. vinduer, installationer mv.

I DBR10 skelnes der mellem bygninger i 1, 2 og 3 eller flere etager, og ved at de højere bygninger tillades et lidt højere transmissionstab.

På baggrund af analyserne/beregningsmodellerne anvendt til fastlæggelsen af energirammerne for nybyggeri kan der desuden gives et forslag til kravniveauer for det maksimale dimensionerende transmissionstab:

Bygninger i 1 etage:	5,0 W pr. m ² klimaskærm
Bygninger i 2 etager:	6,0 W pr. m ² klimaskærm
Bygninger i 3 eller flere etager:	7,0 W pr. m ² klimaskærm

Til sammenligning kan nævnes, at Illorput huset i én etage har et totalt dimensionerende transmissionstab på 4,7 W pr. m² klimaskærm. Kravene svarer i øvrigt også til DBR10 kravene.

Kravene vil forventeligt skulle skærpes i kommende reglementer, og forslag til kravniveauer for lavenergibyggeri er givet i næste kapitel.

Forslag til kravniveauer for bygningsklasse 2020

Det foreslås at energirammekravet for bygningsklasse 2020 svarer til en 25 % reduktion af energirammen for scenarie A (se afsnittet vedrørende energirammer for nybyggeri). Energirammerne er vist i Tabel 8 for hhv. klimazone 1 og 2.

Tabel 8: Forslag til energiramme for bygningsklasse 2020 for klimazone 1 og 2

Etage	klimazone 1	klimazone 2
1	105	131
1½	90	113
2	83	103
3	75	94
4	71	89
5	69	86

Med udgangspunkt i formeludtrykket for energirammen for scenarie A kan et tilsvarende udtryk for bygningsklasse 2020 opstilles som vist nedenfor.

Boliger, kollegier, hoteller m.m.

Zone 1	Zone 2
$0,75 \cdot \left(80 + \frac{60}{e_{antal}} \right) \text{ [kWh/m}^2 \text{ pr. år]}$	$0,75 \cdot \left(100 + \frac{75}{e_{antal}} \right) \text{ [kWh/m}^2 \text{ pr. år]}$

hvor e_{antal} er antallet af etager.

For Illorput 2000 huset kan kravet for bygningsklasse 2020 f.eks. opfyldes ved følgende tiltag:

- Tag/loft U-værdi 0,08 W/m²K (ca. 500 mm isolering)
- Ydervæg U-værdi 0,12 W/m²K (ca. 300 mm isolering)
- Terrændæk U-værdi 0,08 W/m²K (ca. 500 mm isolering)
- Vinduer U-værdi 0,8 W/m²K og g_g = 0,52 (3-lags energirude)
- Ventilation med vgv¹ Temperaturvirkningsgrad ca. 75% og SEL 0,9 J/m³
- Lufttæthed 1,0 l/s pr. m²

Med disse forudsætninger får Illorput 2000 huset (1 etage) et beregnet energibehov på ca. 95 kWh/m² i klimazone 1 og 117 kWh/m² i zone 2.

Tilsvarende får etageboligbyggeriet (3-etager, se Figur 13) et beregnet energibehov på ca. 53 kWh/m² for zone 1 og 69 kWh/m² for zone 2, hvilket også opfylder forslaget til 2020 kravet.

Maksimalt dimensionerende transmissionstab

For bygningsklasse 2020 stilles ligeledes krav til det maksimale dimensionerende transmissionstab for klimaskærmen eksklusive vinduer og yderdøre.

Bygninger i 1 etage:	4,0 W pr. m ² klimaskærm
Bygninger i 2 etager:	5,0 W pr. m ² klimaskærm
Bygninger i 3 eller flere etager:	6,0 W pr. m ² klimaskærm

Kravene svarer til DBR10 krav. Til sammenligning kan nævnes, at Illorput huset i én etage og med isoleringsniveauer som beskrevet ovenfor, har et totalt dimensionerende transmissionstab på 3,7 W pr. m² klimaskærm.

¹ Varmegenvinding

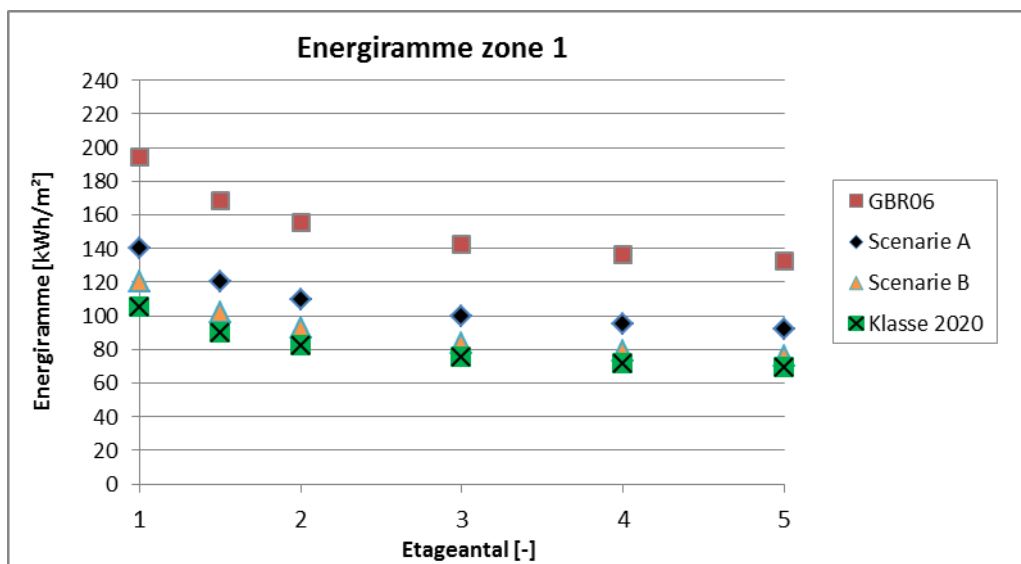
Sammenligning af energiramme krav

Den foreslåede energiramme svarende til scenarie A svarer til en reduktion af energibehovet i forhold til GBR06 på ca. 25 – 30 % samtidig med at energibehovet til varmt brugsvand skal medregnes.

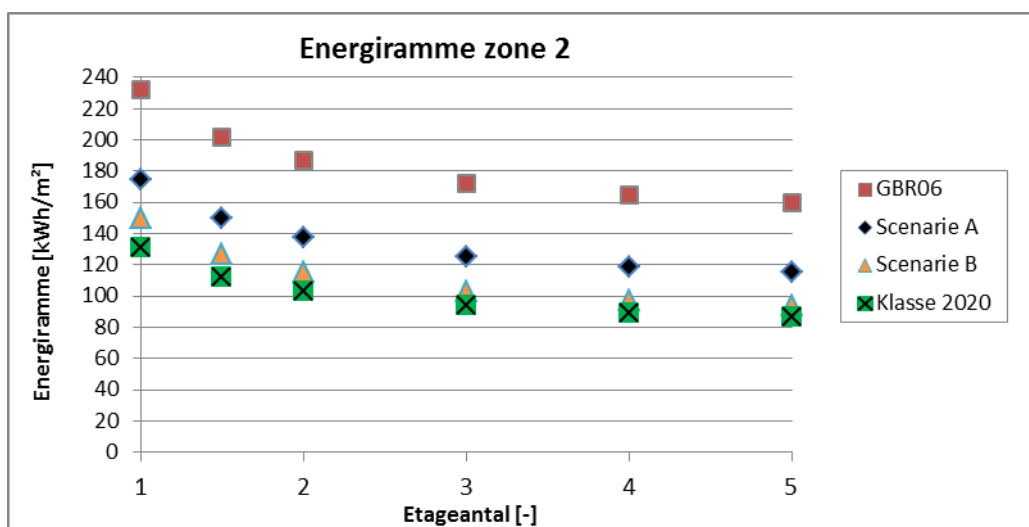
Den foreslåede energiramme svarende til scenarie B svarer til en reduktion af energibehovet med ca. 40 % og viser hvor langt man kan komme ned i energibehov med en højisoleret klimaskærm og uden brug af mekanisk ventilationsanlæg med varmegenvinding eller brug af vedvarende energianlæg.

Forslaget til bygningsklasse 2020 svarer til en reduktion af energibehovet fra Scenarie A med 25 %, hvilket burde kunne opfyldes med en kombination af en højisoleret og lufttæt klimaskærm, ventilation med varmegenvinding eller brug af vedvarende energianlæg.

Figur 14 og Figur 15 viser en sammenligning af de gældende energiramme krav i GBR06 og forslagene til energiramme kravene ved scenarierne A, B og klasse 2020.



Figur 14 Sammenligning af GBR06 og de foreslåede energiramme krav gældende for klimazone 1



Figur 15 Sammenligning af GBR06 og de foreslåede energiramme krav gældende for klimazone 2

Nye krav ved renovering og vedligehold

Som beskrevet i indledningen foreslås det at der indføres krav om efterisolering når der foretages gennemgribende renoverings- eller vedligeholdelsesarbejder på en bygningsdel. Det kan f.eks. være udskiftning af tagbelægning eller en træbeklædning på en ydervæg.

I det danske bygningsreglement skelner man mellem udskiftning og ombygning/vedligehold som følger:

Udskiftning

Kravene om mindste varmeisolering, udtrykt ved krav til maksimal U-værdi og linjetab, skal opfyldes ved alle udskiftninger i klimaskærmen. Ved udskiftning er det dog kun de berørte bygningsdele, som skal opfylde energikravene, og der er ikke krav om, at man samtidig skal isolere andre bygningsdele, hvis de ikke berøres af indgrebet i bygningen.

Ombygning/vedligehold

I forbindelse med ombygning/vedligehold gælder kravet til isolering, hvis løsningen er rentabel. Hvis løsningen ikke er rentabel, men et mindre omfattende tiltag kan nedbringe energibehovet, skal dette tiltag foretages.

Ved ombygning/vedligehold kan det rent byggeteknisk vise sig kompliceret at opfylde kravene i tabellen. For eksempel fordi pladsforhold gør arbejdet med at forbedre isoleringsevnen vanskeligt, eller fordi det vil kræve en større ombygning af bygningsdelen for at få plads til isoleringen. Det kan betyde, at arbejdet bliver meget dyrt at gennemføre, eller at løsningen ikke kan gennemføres fugtteknisk forsvarligt. I så fald er der ikke krav om at udføre arbejdet.

Følgende krav-sæt vist i Tabel 9 foreslås indført.

Bygningsdel	GBR14
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,20
Etageadskillelser og skillevægge mod rum, der er uopvarmede eller opvarmet til en temperatur, der er mere end 8K lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	0,40
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum.	0,15
Loft- og tagkonstruktioner, herunder skunkvægge, flade tage og skråvægge direkte mod tag.	0,15
Yderdøre, porte, lemme, forsatsvinduer og ovenlyskupler.	1,65
Skema med linjetab	
Fundamenter.	0,12
Samling mellem ydervæg, vinduer eller yderdøre, porte og lemme.	0,03
Samling mellem ovenlysvinduer og ovenlyskupler	0,10

Tabellen dækker ikke vinduer og ovenlyskupler, da disse – som tidligere omtalt – nu ikke længere er karakteriseret ved en U-værdi, men i stedet en E_{ref} værdi. Kravene i forbindelse med udskiftning af vinduer er, at energitilskuddet ($E_{ref,DK}$) gennem vinduet i opvarmningssæsonen ikke må være mindre end -33 kWh/m^2 pr. år, og ved udskiftning af ovenlysvinduer må energitilskuddet gennem vinduet i opvarmningssæsonen ikke være mindre end -10 kWh/m^2 pr. år.

I de danske regler opereres med et rentabilitetskriterie beskrevet ved følgende formel:

$$\frac{\text{årlig besparelse} \cdot \text{levetid af foranstaltningen}}{\text{investeringen}} \geq 1,33$$

Hvis ligningen er opfyldt anses foranstaltningen for at være rentabel, dvs. at man opnår en samlet økonomisk besparelse over foranstaltningens levetid som er 33 % større end investeringen. Her skal der tages stilling til, om rentabilitetskriteriet også skal indføres i det grønlandske bygningsreglement.

Andre bygninger

Det danske bygningsreglement, DBR10, fastlægger også en energiramme for kontorer, skoler, institutioner m.m. der til forskel fra energirammen for boliger m.v. også inkluderer energibehovet til belysning.

Energibehov til belysning

Det totale årlige solindfald i Grønland er nogenlunde det samme som i Danmark, men dog fordelt med en stor andel i sommermånedene og omvendt fuldstændig manglende i vintermånedene især afhængigt af hvor nordligt man befinder sig.

Der foreslås at energirammen for kontorer, skoler, institutioner mv. evt. gives et tillæg på 10-20 kWh/m² pr. år, til dækning af energiforbruget til belysning. (*Input modtages gerne*)

Sammenfatning

I denne baggrundsrapport er gennemført en række analyser til grundlag for fastsættelse af de kommende krav i GBR14 mht. energibehov for nybyggeri, tilbygninger, ændret anvendelse af bygninger og ved renovering og vedligeholdelse af eksisterende bygninger.

Baggrundsnotatet bygger videre på det arbejde, der tidligere er udført i forbindelse med udarbejdelsen af det grønlandske bygningsreglement fra 2006. Der er således anvendt samme reference vejrdata, som lå til grund for kravene i GBR06 og det er ligeledes valgt at bibeholde den klimatiske opdeling af Grønland i to klimazoner – Zone 1 og 2 svarende til hhv. syd og nord for polarcirklen.

Generelt lægges der i rapporten op til at et fremtidigt grønlandsk bygningsreglement i vid udstrækning opbygges analogt med det tilsvarende danske reglement, idet der herved opnås flere fordele. F.eks. vil entreprenører, arkitekter, ingeniører, bygningshåndværkere m.m. formentligt i forvejen have kendskab til det danske reglement og dets opbygning. Ligeledes vil det være en fordel at eftervisningen af kravene for nybyggeri vil kunne udføres med programmet Be10 med relativt få ændringer og tilføjelser til programmet (ændring af energiramme-niveauer og vejrdata).

Krav til nybyggeri

Nye bygninger skal opfylde tre krav;

1. Energiramme
2. Dimensionerende transmissionstab (ekskl. vinduer og døre)
3. Mindste varmeisolering

Ad. 1: Energirammen for nye bygninger er angivet nedenfor. Bemærk at der skelnes mellem bygninger som anvendes til beboelse og bygninger som ikke anvendes til beboelse, idet der for sidstnævnte også medtages belysning i beregningen:

Klimazone 1		Klimazone 2	
Boliger		Boliger	
$80 + \frac{60}{e_{antal}}$	$[\text{kWh/m}^2 \text{ pr. år}]$	$100 + \frac{75}{e_{antal}}$	$[\text{kWh/m}^2 \text{ pr. år}]$
Andet		Andet	
$80 + \frac{60}{e_{antal}}$	$[\text{kWh/m}^2 \text{ pr. år}]$	$100 + \frac{75}{e_{antal}}$	$[\text{kWh/m}^2 \text{ pr. år}]$

Hvor e_{antal} er antallet af etager.

Ad. 2: Det dimensionerende transmissionstab må højst være:

Bygninger i 1 etage:	5,0 W pr. m^2 klimaskærm
Bygninger i 2 etager:	6,0 W pr. m^2 klimaskærm
Bygninger i 3 eller flere etager:	7,0 W pr. m^2 klimaskærm

Ad. 3: Mindste varmeisolering er vist nedenfor:

Skema over U-værdier	U-værdi W/m ² K
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,30
Etageadskillelser og skillevægge mod rum, der er uopvarmede eller opvarmet til en temperatur, der er mere end 8K lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	0,40
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum.	0,20
Etageadskillelser under gulve med gulvvarme mod rum, der er opvarmede.	0,50
Loft- og tagkonstruktioner, herunder skunkvægge, flade tage og skråvægge direkte mod tag.	0,20
For yderdøre, ovenlyskupler, porte og lemme mod det fri eller mod rum, der er uopvarmede og disse samt glasvægge og vinduer mod rum opvarmet til en temperatur, der er mere end 5 K lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	1,80
Skema med linjetab	linjetab W/mK
Fundamenter omkring rum, der opvarmes til mindst 5°C.	0,40
Fundamenter omkring gulve med gulvvarme.	0,20
Samling mellem ydervæg og vinduer eller yderdøre, porte og lemme.	0,06
Samling mellem tagkonstruktion og ovenlysvinduer eller ovenlyskupler.	0,20

Den foreslåede energiramme svarer til en reduktion af energibehovet i forhold til GBR06 på ca. 25 – 30 % plus at energibehovet til varmt brugsvand skal medregnes. Energirammen skulle kunne opfyldes for traditionelt byggeri uden brug af ventilations med varmegenvinding eller brug af vedvarende energianlæg.

Krav til lavenergibyggeri

For at forberede byggeriet på kommende skærper er der desuden foreslået indført et nyt krav til en bygningsklasse 2020. Forslaget til bygningsklasse 2020 svarer til en reduktion af energirammen med yderligere 25 %, hvilket brude kunne opfyldes med en kombination af en højsole-ret og lufttæt klimaskærm, ventilation med varmegenvinding eller brug af vedvarende energianlæg. Lavenergiklassen defineres ved følgende energiramme:

Boliger, kollegier, hoteller m.m.

Zone 1	Zone 2
$0,75 \cdot \left(80 + \frac{60}{e_{antal}} \right) \text{ [kWh/m}^2 \text{ pr. år]}$	$0,75 \cdot \left(100 + \frac{75}{e_{antal}} \right) \text{ [kWh/m}^2 \text{ pr. år]}$

hvor e_{antal} er antallet af etager.

For bygningsklasse 2020 stilles ligeledes krav til det maksimale dimensionerende transmissi-onstab for klimaskærmen eksklusive vinduer og yderdøre.

Bygninger i 1 etage:	4,0 W pr. m ² klimaskærm
Bygninger i 2 etager:	5,0 W pr. m ² klimaskærm
Bygninger i 3 eller flere etager:	6,0 W pr. m ² klimaskærm

Krav ved ændret anvendelse og tilbygninger

For ændret anvendelse af eksisterende byggeri og nye tilbygninger kan kravene opfyldes på én af følgende to måder:

1. Energiramme
2. U-værdikrav opfyldes

For tilbygninger kan energikravene ligeledes overholdes ved opfyldelse af en:

3. Varmetabsramme

Ad. 1: Se kravene til nybyggeri

Ad. 2: Nedenstående krav opfyldes:

Krav til U-værdier [W/m^2K] og linjetab [W/mK] for tilbygninger og ændret anvendelse.

Konstruktion	GBR06	GBR14	
		Scenarie A	Scenarie B
Ydervægge og kældervægge mod jord	-	0,15	0,12
Etageadskillelser og skillevægge mod rum, der er uopvarmede eller opvarmet til en temperatur, der er mere end 8K lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	-	0,40	0,30
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum.	0,20	0,12	0,08
Loft- og tagkonstruktioner, herunder skunkvægge, flade tage og skråvægge direkte mod tag.	-	0,11	0,08
For yderdøre, ovenlyskupler, porte og lemme mod det fri eller mod rum, der er uopvarmede og disse samt glasvægge og vinduer mod rum opvarmet til en temperatur, der er mere end 5 K lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	-	1,40	1,20
Samling			
Fundamenter	0,25	0,12	0,12
Samlingen mellem ydervæg og vinduer/yderdøre, glasvægge, porte og lemme	0,03	0,03	0,03
Samlingen mellem tagkonstruktion og vinduer i tag eller ovenlys	0,10	0,10	0,10

Ad. 3: U-værdier og linjetab for konstruktioner i tilbygninger kan ændres, og vinduesareal m.v. forøges, hvis tilbygningens varmetab ikke derved bliver større, end hvis kravene i ovenstående tabel var opfyldt. De enkelte bygningsdele skal dog mindst isoleres svarende til mindste varmeisolering for nybyggeri.

Enkeltforanstaltninger ved ombygning, vedligeholdelse og udskiftning

I forbindelse med ombygning og vedligehold af bygninger eller udskiftning af bygningsdele, skal energibesparelser gennemføres, hvis ombygningen eller ændringerne vedrører klimaskærmen. Enkeltforanstaltningerne vedrører i denne sammenhæng kun den del af klimaskærmen, der er omfattet af ændringen.

Kravet i den forbindelse er, at de berørte bygningsdele skal isoleres op til et niveau svarende til en række angivne U-værdikrav. For vinduers vedkommende går kravet på E_{ref} værdien (se afsnit 4.2). Der kan dog være byggetekniske forhold der indebærer, at kravene vedrørende enkeltforanstaltninger ikke kan opfyldes på fugtteknisk forsvarlig måde. I så fald, kan der imidlertid være et mindre omfattende arbejde, der nedbringer energibehovet, og det er i så fald dette arbejde, der skal gennemføres.

Referencer

- [1] Analyser til det nye grønlandske bygningsreglement, Jesper Kragh, Svend Svendsen, BYG-DTU, oktober 2002.
http://www.byginform.gl/Portals/0/pdf/rapport/Energiramme_analyse_okt2002.pdf
- [2] Anvisning – Beregning af bygningers varmebehov i Grønland, R-086, Kragh J., Rose. J., BYG-DTU, Juni 2004.
- [3] Grønlands Statistik, <http://www.stat.gl>, 2012
- [4] Illorput 2000, Sanati A/S, Arkitekt-Ingeniørfirma, 3911 Sisimiut
- [5] V&S prisdata 2012, Byggecentrum, 2012
- [6] Bygningers energibehov. Beregningsvejledning, Aggerholm, Søren; Sørensen, Karl Grau, Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut, SBI, 2011. (SBI-anvisning 213).