



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Dimensionerende transmissionstab i nybyggeriet

analyse af krav i bygningsreglement 2018

Kragh, Jesper; Aggerholm, Søren

Creative Commons License
Ikke-specificeret

Publication date:
2021

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Kragh, J., & Aggerholm, S. (2021). *Dimensionerende transmissionstab i nybyggeriet: analyse af krav i bygningsreglement 2018*. (1 udg.) Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet. BUILD Rapport Bind 2021 Nr. 26 <https://build.dk/Pages/Dimensionerende-transmissionstab-i-nybyggeriet.aspx>

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

BUILD RAPPORT 2021:26

Dimensionerende transmissionstab i nybyggeriet

Analyse af krav i Bygningsreglement 2018





DIMENSIONERENDE TRANSMISSIONSTAB I NYBYGGERIET

Jesper Kragh
Søren Aggerholm

BUILD, Aalborg Universitet
2021

TITEL	Dimensionerende transmissionstab i nybyggeriet
UNDERTITEL	Analyse af krav i Bygningsreglement 2018
SERIETITEL	BUILD Rapport 2021:26
FORMAT	Digital
UDGIVELSEÅR	2021
UDGIVET DIGITALT	November 2021
FORFATTER	Jesper Kragh, Søren Aggerholm
SPROG	Dansk
SIDETAL	50
LITTERATURHENVISNINGER	Side 49
EMNEORD	Bygningsreglementet, isolering, klimaskærm, dokumentation, energiforbrug, vinduer, døre, vægge, dimensionerende transmissionstab
ISBN	978-87-563-2012-2
ISSN	2597-3118
UDGIVER	Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet A.C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV E-post build@build.aau.dk www.anvisninger.dk

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven.

INDHOLD

FORORD	4
1 SAMMENFATNING	5
2 BAGGRUND	8
3 BYGNINGERNE	12
3.1 Bygningsstørrelse	15
3.2 Varmeforsyning	16
3.3 Solceller	18
4 KRAVOPFYLDELSE OG BYGGELØSNINGER	22
4.1 Kravopfyldelse	22
4.2 Vinduesareal	26
4.3 Vinduesdata	30
4.4 Loft og tag	35
4.5 Ydervægge	37
4.6 Terrændæk og gulv	39
4.7 Dobbelthøje rum	41
4.8 Små boliger	42
5 ENERGIFAKTORER	46
5.1 Huse med fjernvarme	46
5.2 Energifaktorenes udvikling	48
6 REFERENCER	49

FORORD

Ved ændringen i Bygningsreglement 2018 pr. 1/7-2018 af energifaktorerne og kravet til det dimensionerende transmissionstab blev der fra myndighederne lovet en evaluering.

I nærværende rapport analyseres effekten på nybyggeriet af ændringen af det dimensionerende transmissionstab og ændringen af energifaktorerne. Analysen er gennemført af BUILD. Det har ikke været en del af opgaven for BUILD at vurdere et eventuelt behov for ændringer i bygningsreglementets regler.

I forbindelse med gennemførelsen af analysen har TBST/BPST etableret en følgegruppe fra byggebranchen, som har haft mulighed for at fremlægge problemstillinger og synspunkter. Følgegruppen har bestået af:

Søren Dyck Madsen, CONCITO

Kurt Emil Eriksen, VELUX

Uffe Schifter-Holm, Dansk Fjernvarme

Laila Aagren Christensen, Huscompagniet

Renato Ezban, Rådet for Grøn Omstilling

Torben Hessing-Olsen, DI Dansk Byggeri

Peter Noyé, Niras

Steffen Maagaard, MOE

Jakob Orbesen, DI Byg

Marine Mazin, Rockwool

Stor tak til følgegruppen for deres synspunkter og råd.

BUILD – Institut for Byggeri, By og Miljø (tidl. SBI), Aalborg Universitet København
Afdelingen for Bæredygtighed, Energi og Indeklima

Tine Steen Larsen sektionsleder

1 SAMMENFATNING

Analysens formål er at opgøre effekten på nybyggeriet af ændringen af det dimensionerende transmissionstab og ændringen af energifaktorerne i bygningsreglementet BR18 pr. 1/7-2018.

Analysen er primært gennemført på baggrund af oplysninger om nybyggeriet i energimærke-databasen. Databasen indeholder for de enkelte bygninger ud over selve energimærkningen også oplysninger om blandt andet bygningernes varmforsyning, etage- og transmissionsarealer samt U-værdierne for loft, tag, ydervægge, vinduer og terrændæk.

Den gennemsnitlige margen til kravet til det dimensionerende transmissionstab for de forskellige bygningskategorier er vist i Tabel 1. Margenen til kravet er bestemt ved at trække det i energimærket beregnede dimensionerende transmissionstab fra det tilladte dimensionerende transmissionstab. Rækkehusene har den største margen, mens stuehusene har den mindste margen. De øvrige fire bygningskategorier inklusive parcelhusene har nogenlunde den samme margen på 3,6 – 4,0 W/m². 1,0 W/m², som svarer til ca. 5 pct. af det dimensionerende transmissionstab.

TABEL 1. Gennemsnitlig margen til kravet til det dimensionerende transmissionstab for bygningskategorierne

	Margen, W/m ²
Stuehuse	2,8
Parcelhuse	3,8
Rækkehuse	6,3
Etageboliger	4,0
Erhverv	4,0
Institutioner	3,6

I rapporten gennemgås forskellene på U-værdier, rudevalg og vinduesarealer med videre før og efter ikrafttrædelse af de nye bestemmelser. Generelt er det meget begrænset, hvordan de nye regler for dimensionerende transmissionstab og ændringen af energifaktorerne har påvirket de anvendte løsninger og isoleringsniveauer i nybyggeriet. En af udfordringerne ved ændringen af energifaktorerne er den forskel, der opstod på huse med forskellige varmforsyninger fx varmepumpeopvarmning og fjernvarme. Det lader til, at det nye krav til dimensionerende transmissionstab har bevirket, at der ikke er opstået egentlig forskel på isoleringsniveauerne i huse med forskellige varmforsyninger. I forbindelse med huse med dobbelthøje rum kan det nye krav til dimensionerende transmissionstab dog i nogle tilfælde begrænse muligheden for at lave en hensigtsmæssig løsning. Detaljerne i analysen kan ikke sammenfattes kort og må derfor læses i selve rapporten.

I forlængelse af analysen opstod en diskussion af muligheden for at bygge helt små boliger. Analysen viser, at det nye krav til dimensionerende transmissionstab ikke i sig selv giver en begrænsning af muligheden for at bygge små boliger. Men derfor kan det godt alligevel være hensigtsmæssigt at vurdere om helt små boliger, hvor det samlede energiforbrug for boligen er meget lavt, bør håndteres anderledes end andre bygninger.

The background of the page is filled with a pattern of thin, dark blue, wavy lines that create a sense of movement and depth. These lines are arranged in concentric, flowing patterns that curve around the central text.

1

BAGGRUND

2 BAGGRUND

Baggrunden for analysen er ændringen af energifaktorerne og kravet til dimensionerende transmissionstab i nybyggeriet i Bygningsreglement 2018 pr. 1/7-2018 (Bygningsreglementet, 2021).

I Tabel 2 er vist energifaktorerne i bygningsreglementet, som skal bruges ved beregning af bygningernes energibehov. Energifaktorerne i BR15 og i BR18 frem til 1/7-2018 er ens. I BR15 skelnes der mellem energifaktorerne ved beregning af energibehovet i almindeligt byggeri og energifaktorerne ved beregning af energibehovet i lavenergibyggeri. I BR15 stiller energifaktorerne bygninger med fjernvarme og bygninger opvarmet med varmepumper ret ens i forhold til samlet virkningsgrad for energiforsyningen under hensyn til varmepumpernes virkningsgrad. Det gør, at valget mellem fjernvarme og varmepumpeopvarmning er neutralt i forhold til de løsninger, der ellers er nødvendige, for at bygningerne skal opfylde energirammerne i BR15. I BR18 ændres denne balance mellem fjernvarme og varmepumpeopvarmning for både almindeligt byggeri og lavenergibyggeri primært ved, at elfaktoren for almindeligt byggeri sættes ned fra 2,50 til 1,90, og fjernvarmefaktoren for lavenergibyggeri sættes op fra 0,60 til 0,85. Baggrunden for ændringen af energifaktorerne i BR18 er ønsket om at afspejle de faktiske energifaktorer bedre i bygningsreglementets krav. Ændringen stiller varmepumper gunstigere i energiberegningen.

Ændringen i energifaktorerne gjorde det nødvendigt at justere energirammen for lavenergibyggeri fra 20,0 til 27,0 kWh/m² pr. år for boliger og fra 25,0 til 33,0 kWh/m² pr. år for andet byggeri, således at det stadig vil være muligt at opføre bygninger med fjernvarme som lavenergibyggeri. Der skete ingen ændring af energirammerne for almindeligt byggeri, hvor energibehovet for fjernvarmeopvarmede bygninger ville være på samme niveau med de nye energifaktorer, da den lille forøgelse af energifaktoren for fjernvarme typisk kompenseres af den lavere energifaktor for el. For bygninger med varmepumpe gav den nye energifaktor for el en betydelig lempelse af energirammekravet.

TABEL 2. Energifaktorer i bygningsreglementet ved beregning af bygningers energibehov.

BR	BR15 / BR18		BR18
	1/1-2016 - 30/6-2018		1/7-2018 -
Type	Almindeligt	Lavenergi	Alt
El	2,50	1,80	1,90
Fjernvarme	0,80	0,60	0,85
Anden varme	1,00	1,00	1,00

TABEL 3. Krav i bygningsreglementet frem til 1/7-2018 til dimensionerende transmissionstab i W pr. m² klimaskærm eksklusiv vinduer og døre.

BR	BR10	BR15 / BR18	Lavenergi
Én etage	5,0	4,0	3,7
2 etager	6,0	5,0	4,7
3 etager eller mere	7,0	6,0	5,7

For at undgå, at ændringerne i energifaktorerne skal føre til dårligt isolerede bygninger, blev der samtidig ændret i kravene til bygningernes dimensionerende transmissionstab. Kravniveauet i forhold til forskellige bygningsudformninger blev analyseret før indførelse af de nye krav. Analysen er i et notat udarbejdet af SBI (Aggerholm, 2017). Kravet til dimensionerende transmissionstab frem til 1/7-2018 er vist i Tabel 3. Fra 1/7-2018 ændredes kravet til, at det dimensionerende transmissionstab i W pr. m² etageareal ikke må overstige:

Almindeligt byggeri: 12,0+6,0/E+300/A

Lavenergibyggeri: 11,0+6,0/E+300/A

hvor E er antallet af etager, og A er det opvarmede etageareal.

Antal etager er et decimaltal, der udregnes som opvarmet etageareal divideret med bebygget areal. Bygninger med gennemsnitlig rumhøjde over 4,0 meter får et tillæg på 1,0 W/m² pr. meter gennemsnitlig rumhøjde over 4,0 meter. Opvarmet kælder, der ikke indgår i etagearealet, medregnes med 40 pct. i antal etager og i det opvarmede etageareal.

I det oprindelige krav til bygningernes dimensionerende transmissionstab frem til 1/7-2018 var vinduer og døre ikke omfattet af kravet, mens det nye krav omfatter alle bygningsdele i klimaskærmen inklusive vinduer og døre.



3

BYGNINGERNE

3 BYGNINGERNE

De opvarmede bygninger er i analysen inddelt i seks overordnede bygningskategorier, se Tabel 4. Der er kun medtaget bygningsanvendelser, som året rundt normalt er opvarmet til en rumtemperatur på ca. 20 °C.

Specielt i tilknytning til erhverv er der et større antal bygninger, der er delvis opvarmet fx indenfor BBR-anvendelseskode 323, som omfatter bygninger til lager fx i forbindelse med industriproduktion, værksteder, kontor og handel, undervisning, hospital mv. samt i forbindelse med postordrefirmaer, e-handel mv., hvor der foregår vareudlevering fra bygningen inklusive kontorer i forbindelse med disse. Disse bygninger er ikke inkluderet i analysen.

I Tabel 5 er fra BBR (BBR Bygge og Bolig Registeret, 2020) opgjort det samlede bygningsantal og det opvarmede areal af bygningerne i nybyggeriet 2016-2020 samt den gennemsnitlige bygningsstørrelse i hver af de seks bygningskategorier. For rækkehusene er hvert hus (boligenhed) i BR defineret som en bygning. Til sammenligning med fx rækkehusene er den gennemsnitlige boligstørrelse (lejlighed) i etageboligerne på brutto 88 m² inkl. fx trappeopgang.

TABEL 4. De seks overordnede bygningskategorier og deres indplacering i BBR.

Bygningskategori	Anvendelse	BBR-koder
Stuehuse	Stuehus til landbrugsejendom	110
Parcelhuse	Fritliggende enfamiliehus	120
Rækkehuse	Række- og kædehus samt dobbelthuse	130, 131 og 132
Etageboliger	Etagebolig-bygning, flerfamiliehus eller tofamiliehus samt kollegier og døgninstitutioner	140, 150 og 160
Erhverv	Kontor, detailhandel, butikscenter, hotel, konferencecenter, restaurant, servicevirksomhed	320-339 ekskl. 323 og 325
Institutioner	Biograf, museum, bibliotek, kirke, skole, universitet, hospital, sundhedscenter, lægehus, daginstitution, kaserne, fængsel	410-490

TABEL 5. Antal bygninger og opvarmet etageareal samt bygningsstørrelse i nybyggeriet 2016-2020 i de seks bygningskategorier. (BBR Bygge og Bolig Registeret, 2020)

	Antal bygninger	Opvarmet etageareal, m ²	Bygningsstørrelse, m ²
Stuehuse	939	216.970	231
Parcelhuse	23.687	4.166.590	176
Rækkehuse	21.749	2.401.774	110
Etageboliger	2.986	4.631.436	1.551
Erhverv	1.959	2.212.985	1.130
Institutioner	1.228	1.454.740	1.185
Samlet	52.548	15.084.495	

Effekten af de nye krav i BR18 fra 1/7-2018 på nybyggeriet er analyseret med udgangspunkt i data for den enkelte bygning i energimærkningsordningens database, EMO-databasen (Bekendtgørelse om energimærkning af bygninger, 2020) trukket i oktober 2020. I Tabel 6 er vist antallet af bygninger i de seks bygningskategorier fra nybyggeriet 2016-20 i EMO-databasen. Ved opgørelse af det samlede antal bygninger er kun medregnet bygninger, hvor det har været muligt at trække konsistente data ud af EMO-databasen. I tabellen er også angivet antallet af bygninger, hvor det også har været muligt at trække information ud om bygningsdelenes placering i klimaskærmen som fx loft, tag, ydervægge, gulv og terrændæk. Bygningsdelenes arealer og U-værdier er typisk i databasen, og det er alene deres placering i klimaskærmen, som ikke altid er angivet. Ved mærkning af eksisterende bygninger bliver bygningsdelenes placering i klimaskærmen normalt angivet, mens det for nybyggeriet ikke er nødvendigt. Så det er egentligt heldigt, at det alligevel sker i forholdsvis stor udstrækning, da det åbner mulighed for analyse af de forskellige bygningsdeles U-værdier.

Ved at sammenholde Tabel 5 og Tabel 6 ses det, at 98 pct. af parcelhusene, 90 pct. af rækkehusene og 79 pct. af etageboligerne (bygningerne) i nybyggeriet 2016-2020 på den måde kan findes i EMO-databasen. For stuehuse er det 67 pct., som kan findes i EMO-databasen, og for erhverv og institutioner er det henholdsvis 45 pct. og 36 pct., som kan findes. Det er fint med den høje procent af parcelhusene i nybyggeriet 2016-20, som kan findes i EMO-databasen. Der er ikke nogen umiddelbar forklaring på, hvorfor det er mere begrænset, hvad der kan findes i EMO-databasen for de andre bygningskategorier.

TABEL 6. Antal bygninger i de seks bygningskategorier fra nybyggeriet 2016-2020 i EMO-databasen henholdsvis samlet og med information om bygningsdelenes placering i klimaskærmen som fx loft, tag, ydervæg, gulv og terrændæk.

	Samlet	Med information om bygningsdelenes placering
Stuehuse	632	280
Parcelhuse	23.197	9.213
Rækkehuse	19.631	10.628
Etageboliger	2.362	1.236
Erhverv	883	311
Institutioner	439	172
Samlet	47.144	21.840

TABEL 7. Antal bygninger i de seks bygningskategorier fordelt på bygningsreglement ved opførelse af bygningen samt samlet for nybyggeriet 2016-2020 i EMO-databasen. Tallene for BR15 er inklusive det første ½-år med BR18, hvor kravene var som i BR15.

	BR10	BR15	BR18	Samlet
Stuehuse	309	230	93	632
Parcelhuse	6.781	10.283	6.133	23.197
Rækkehuse	7.918	8.649	3.064	19.631
Etageboliger	926	1.222	214	2.362
Erhverv	357	353	173	883
Institutioner	216	184	39	439
Samlet	16.507	20.921	9.716	47.144

I Tabel 7 er vist bygningernes fordeling på bygningsreglement. Tallene for BR15 er inklusive det første ½-år med BR18, hvor kravene var som i BR15. Når der er en ret stor andel af bygningerne, som er opført efter BR10 også i nybyggeriet afsluttet i perioden 2016-20, skyldes det, tiden der går med at projektere og opføre bygningerne, startende ved byggetilladelsen og afsluttende ved ibrugtagning. For parcelhusene er det 29 pct. og for rækkehusene 40 pct., som er opført efter BR10, mens det for de andre bygningskategorier i gennemsnit er 42 pct. Tilsvarende gælder, at andelen af parcelhuse opført efter BR18 med nyt transmissions-tabskrav og nye energifaktorer, som er energimærket i perioden frem til oktober 2020, udgør 26 pct. For rækkehuse er det tilsvarende 16 pct. og for de øvrige bygningskategorier i gennemsnit 12 pct.

I Tabel 8 er vist antal bygninger i de seks bygningskategorier med energimærke A2015 efter BR18 med nyt transmissionstabskrav og nye energifaktorer i EMO-databasen for nybyggeriet 2016-2020, og i Tabel 9 er det tilsvarende vist for bygninger med energimærke A2020.

TABEL 8. Antal bygninger i de seks bygningskategorier med energimærke A2015 efter BR18 med nyt transmissions-tabskrav og nye energifaktorer i EMO-databasen for nybyggeriet 2016-2020.

	Samlet	Med information om bygningsdele
Stuehuse	72	56
Parcelhuse	4.855	3.244
Rækkehuse	2.702	2.442
Etageboliger	190	45
Erhverv	166	37
Institutioner	32	13
Samlet	8.017	5.837

TABEL 9. Antal bygninger i de seks bygningskategorier med energimærke A2020 efter BR18 med nyt transmissions-tabskrav og nye energifaktorer i EMO-databasen for nybyggeriet 2016-2020.

	Samlet	Med information om bygningsdele
Stuehuse	21	18
Parcelhuse	1.278	835
Rækkehuse	362	301
Etageboliger	24	14
Erhverv	7	2
Institutioner	7	4
Samlet	1.699	1.174

3.1 Bygningsstørrelse

Fordelingen af bygningsstørrelserne i EMO-databasen opgjort som opvarmet etageareal i de 6 bygningskategorier er vist i Tabel 10 for det samlede nybyggeri i perioden 2016-20.

Det ses, at nogle af de nybyggede stuehuse er ret store. Den gennemsnitlige størrelse på de nye stuehuse opført i perioden 2016-20 er 229 m². For stuehuse opført efter BR18 er gennemsnitsstørrelsen 215 m². For parcelhusene er gennemsnitsstørrelsen for perioden 2016-20 176 m² og 175 m² for parcelhuse opført efter BR18. For rækkehuse er gennemsnitsstørrelsen for perioden 2016-20 110 m² og for rækkehuse opført efter BR18 er den 107 m².

Etageboligerne er af meget varieret størrelse. 10,2 pct. af dem er under 325 m². Det vil nok typisk være tofamiliehuse og mindre byhuse. I den anden ende af skalaen er 12,4 pct. af etageboligerne over 5.000 m² og 4,0 pct. er over 10.000 m². Gennemsnitsstørrelsen på en etagebolig bygning opført i perioden 2016-20 er 2.274 m² og gennemsnitsstørrelsen for etageboliger efter BR18 er 1.403 m². I virkeligheden er gennemsnitsstørrelsen på bygninger med så stor forskel i størrelse ikke særligt relevant, fordi enkelte store bygninger kan dominere gennemsnittet.

Også erhvervsbygninger og institutioner er af meget varieret størrelse. 18,5 pct. af erhvervsbygningerne og 28,9 pct. af institutionerne er mindre end 325 m². I den anden ende af skalaen er det 13,8 pct. af erhvervsbygningerne og 13,4 pct. af institutionerne, som er over 5.000 m².

Det er en meget lille del af bygningerne, som er under 75 m². Den højeste andel er for rækkehuse, hvor 4,6 pct. er under 75 m². Da hver boligenhed i rækkehuse betragtes som en bygning, vil den samlede bygningskrop for disse normalt være mindst dobbelt så stor.

TABEL 10. Bygningsstørrelse, opvarmet etageareal i m². Pct. af antal bygninger i de seks bygningskategorier opført i perioden 2016-20. Data fra EMO.

	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Erhverv	Institutioner
Under 75 m ²	0,2	0,2	4,6	0,2	1,1	0,5
< 125 m ²	2,7	6,8	70,4	1,6	5,0	9,3
< 175 m ²	24,2	51,4	97,6	2,7	9,3	13,9
< 225 m ²	53,5	91,6	98,9	5,8	13,0	21,2
< 275 m ²	78,5	97,9	99,7	8,0	15,6	24,8
< 325 m ²	89,6	99,2	99,8	10,2	18,5	28,9
Over 500 m ²	0,5	0,0	0,0	78,2	71,8	60,4
> 1.000 m ²	0,0	0,0	0,0	53,6	55,8	40,3
> 2.000 m ²	0,0	0,0	0,0	31,1	29,9	24,8
> 5.000 m ²	0,0	0,0	0,0	12,4	13,8	13,4
> 10.000 m ²	0,0	0,0	0,0	4,0	6,7	6,4

3.2 Varmeforsyning

I Tabel 11 er vist varmforsyningen til nybyggerierne i perioden 2016-20 i henhold til data fra EMO-databasen. De nye etageboliger er næsten udelukket opvarmet med fjernvarme. Tilsvarende gælder også i stor udstrækning for rækkehuse samt erhvervsbygninger og institutioner. Også hovedparten af parcelhusene er tilsluttet fjernvarme. For stuehusene har opvarmning med varmepumpe stor udbredelse.

I Tabel 12 er det samme vist alene for bygninger opført efter BR18. Der er ikke stor forskel på varmforsyningen i BR18 byggeriet og i gennemsnit for byggeriet fra perioden 2016-20. Bygningernes varmforsyning vil i øvrigt i stor udstrækning være afhængig af mulighederne, hvor de bliver bygget.

TABEL 11. Varmeforsyning til bygningerne. Pct. af antal bygninger i de seks bygningskategorier opført i perioden 2016-20. Data fra EMO.

	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Erhverv	Institutioner
Fjernvarme	7,8	58,3	71,8	93,1	69,4	71,5
Varmepumpe	81,0	30,8	17,2	3,0	14,8	15,3
Gas	2,2	10,6	11,0	3,9	14,5	8,7
Biomasse	9,0	0,2	0,0	0,0	1,2	4,6

TABEL 12. Varmeforsyning til bygninger, som er opført efter BR18. Pct. af antal bygninger i de seks bygningskategorier opført i perioden 2016-20. Data fra EMO.

	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Erhverv	Institutioner
Fjernvarme	10,8	60,4	70,8	86,9	63,6	61,5
Varmepumpe	88,2	31,7	22,1	8,4	22,5	28,2
Gas	0,0	7,8	7,0	4,7	13,9	7,7
Biomasse	1,1	0,1	0,0	0,0	0,0	2,6

TABEL 13. Varmeforsyning til bygninger i fjernvarmeområderne. Pct. af antal bygninger i de seks bygningskategorier opført i perioden 2016-20. Data fra EMO.

	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Erhverv	Institutioner
Fjernvarme	-	91,3	93,6	98,8	92,2	97,6
Varmepumpe	-	8,0	5,8	0,9	5,7	2,0
Gas	-	0,7	0,5	0,3	2,1	0,4

TABEL 14. Varmeforsyning til bygninger opført efter BR18 i fjernvarmeområderne. Pct. af antal bygninger i de seks bygningskategorier opført i perioden 2016-20. Data fra EMO.

	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Erhverv	Institutioner
Fjernvarme	-	93,3	90,6	98,0	89,1	84,6
Varmepumpe	-	6,2	9,0	1,0	8,7	15,4
Gas	-	0,5	0,4	1,0	2,2	0,0

I Tabel 13 er vist varmforsyningen til nybyggerierne i fjernvarmeområderne i perioden 2016-20 i henhold til data fra EMO-databasen. Tilslutningen til fjernvarmen er over 90 pct. for nybyggeri i fjernvarmeområderne i perioden 2016-20. I Tabel 14 er tilsvarende vist varmforsyningen til nybyggerier efter BR18 i fjernvarmeområderne. Der ses at være nogle mindre forskelle, men det kan ikke afgøres, om forskellene er signifikante.

I Tabel 15 er vist varmforsyningen til nye parcelhuse med energimærke A2015 i fjernvarmeområderne opdelt efter bygningsreglement. A2015 er den frivillig lavenergiklasse i BR10, som bliver obligatorisk med BR15. Der er i EMO-databasen i alt registreret opført 1.754 A2015 parcelhuse i fjernvarmeområderne efter BR18. Det ses, at tilslutningen til fjernvarme er stigende hen over bygningsreglementerne, og at anvendelsen af varmepumper er vigende.

I Tabel 16 er det tilsvarende vist for nye parcelhuse med energimærke A2020. For A2020 parcelhuse ses det, at tilslutningen til fjernvarmen går både op og ned hen over bygningsreglementerne. Der er i EMO-databasen i alt registreret opført 239 A2020 parcelhuse i fjernvarmeområderne efter BR18. Det ses også, at tilslutningen til fjernvarmen generelt er væsentligt lavere for parcelhuse med energimærke A2020 end for huse med energimærke A2015. Specielt for BR18 er det markant, at tilslutningen til fjernvarme er høj for energimærke A2015 parcelhusene og relativt lav for parcelhuse med energimærke A2020.

TABEL 15. Varmeforsyning til parcelhuse med energimærke A2015 i fjernvarmeområderne opdelt efter bygningsreglement. Pct. af bygninger. BR 15 indeholder også det første ½ år med BR18 med gamle energifaktorer og transmissionstabskrav.

	BR10	BR15	BR18
Fjernvarme	82,4	95,8	97,3
Varmepumpe	17,6	4,0	2,2
Gas	0,0	0,2	0,4

TABEL 16. Varmeforsyning til parcelhuse med energimærke A2020 i fjernvarmeområderne opdelt efter bygningsreglement. Pct. af bygninger. BR 15 indeholder også det første ½ år med BR18 med gamle energifaktorer og transmissionstabskrav.

	BR10	BR15	BR18
Fjernvarme	54,2	72,8	62,4
Varmepumpe	45,8	26,4	36,8
Gas	0,0	0,8	0,8

3.3 Solceller

I Tabel 17 er vist anvendelsen af solceller i nybyggeriet opført i perioden 2016-20 opdelt efter bygningsreglement. Der ses at være stigende anvendelse af solceller i alle bygningskategorier i BR15 i forhold til BR10. Men for BR18 falder solcelleanvendelsen i alle bygningskategorier i BR18 i forhold til BR15.

I Tabel 18 er anvendelsen af solceller i bygninger opført efter BR15 eller BR18 opdelt på energimærke A2015 og A2020. Det ses, at faldet i anvendelsen af solceller i alle bygningskategorier i BR18 i forhold til BR15 sker både for bygninger med energimærke A2015 og for bygninger med energimærke A2020. Dog bortset fra institutioner med energimærke A2015, hvor der er en lille stigning fra BR15 til BR18.

I Tabel 19 er anvendelsen af solceller i BR18 opdelt på både energimærke A2015 og A2020 og på varmforsyning med henholdsvis fjernvarme, varmepumpe eller gas. Der ses at være højere solcelleanvendelse i bygninger med fjernvarme eller gas end i bygninger med varmepumpe. Specielt for fjernvarmeforsynede eller gasopvarmede parcelhuse med energimærke A2020 er der meget høj anvendelse af solceller. For nogle kombinationer er der ikke tilstrækkeligt med bygninger til at opgøre anvendelsen af solceller.

Til sammenligning er der i Tabel 20 vist anvendelsen af solceller i BR15 opdelt på energimærke og varmforsyning. Der ses at være nogenlunde den samme anvendelse af solceller i fjernvarmeforsynede bygninger opført efter BR15 og efter BR18. For gasopvarmede parcelhuse med energimærke A2015 er anvendelsen af solceller steget fra BR15 til BR18, mens den er faldet for parcelhuse med energimærke A2020. Den store ændring er for bygninger med energimærke A2020 opvarmet med varmepumpe, hvor anvendelsen af solceller er faldet i bygninger opført efter BR18 i forhold til bygninger opført efter BR15.

TABEL 17. Andel af bygninger med solceller i pct. opdelt efter bygningsreglement for bygninger opført i perioden 2016-20.

	BR10	BR15	BR18
Stuehuse	11,9	22,2	10,8
Parcelhuse	9,6	31,1	23,2
Rækkehuse	10,4	17,1	7,1
Etageboliger	30,7	40,7	19,2
Erhverv	31,6	56,7	41,6
Institutioner	43,6	48,9	51,3

TABEL 18. Andel af bygninger med solceller i pct. opdelt efter bygningsreglement og energimærke. Bygninger opført efter BR15 eller BR18.

	BR15		BR18	
	A2015	A2020	A2015	A2020
Stuehuse	18,4	56,5	6,9	23,8
Parcelhuse	19,5	82,4	17,0	46,7
Rækkehuse	9,9	63,8	5,6	17,8
Etageboliger	34,2	86,8	17,9	29,2
Erhverv	53,7	87,1	41,0	57,1
Institutioner	41,5	96,0	43,8	85,7

TABEL 19. Andel af bygninger med solceller i pct. opdelt efter energimærke og varmforsyning. Bygninger opført efter BR18.

	A2015			A2020		
	Fjernvarme	Varmepumpe	Gas	Fjernvarme	Varmepumpe	Gas
Stuehuse	-	8,3	-	-	14,3	-
Parcelhuse	14,2	6,5	71,9	92,0	28,1	83,3
Rækkehuse	4,0	1,6	28,4	6,3	12,6	-
Etageboliger	16,3	-	-	-	-	-
Erhverv	47,7	-	-	-	-	-
Institutioner	52,6	-	-	-	-	-

TABEL 20. Andel af bygninger med solceller i pct. opdelt efter energimærke og varmforsyning. Bygninger opført efter BR15.

	A2015			A2020		
	Fjernvarme	Varmepumpe	Gas	Fjernvarme	Varmepumpe	Gas
Stuehuse	-	17,2	-	-	57,9	-
Parcelhuse	15,2	13,1	63,2	94,6	72,9	96,7
Rækkehuse	4,1	10,2	61,7	63,7	69,4	25,0
Etageboliger	32,3	-	92,1	86,0	-	-
Erhverv	58,2	-	48,9	84,6	-	-
Institutioner	50,0	-	-	100,0	-	-

KRAVOPFYLDELSE OG BYGGELØSNINGER

4 KRAVOPFYLDELSE OG BYGGELØSNINGER

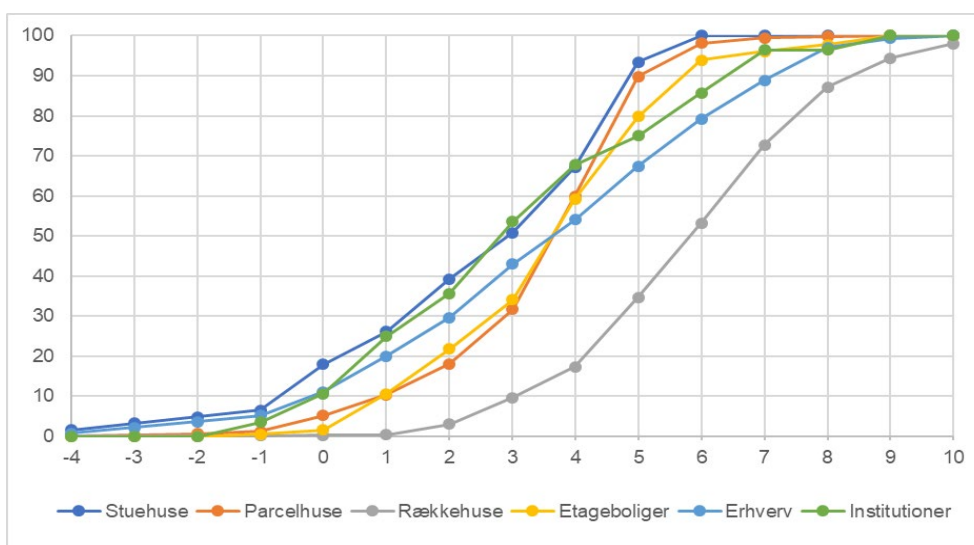
Kapitlet indeholder først en analyse af opfyldelsen af det nye krav til dimensionerende transmissionstab og efterfølgende en analyse af de byggetekniske løsninger i bygningerne.

4.1 Kravopfyldelse

Opfyldelsen af kravet til dimensionerende transmissionstab i BR18 efter 1/7-2021 er analyseret ved at sammenholde kravet til transmissionstab med det beregnede transmissionstab i energimærket for bygningen. Desværre er kravet til det dimensionerende transmissionstab ikke blandt de data, der bliver gemt i EMO-databasen. Kravet er derfor i analysen rekonstrueret ud fra bygningens bebyggede areal og etageantallet som decimaltal. Ud fra dette bestemmes margenen til kravet ved at trække det i energimærket beregnede dimensionerende transmissionstab fra det tilladte dimensionerende transmissionstab. En positiv margin er således udtryk for, at kravet er mere end opfyldt, og en negativ margin er udtryk for, at kravet ikke er opfyldt.

I Figur 1 er vist fordelingen af margenen til transmissionstabskravet for de forskellige bygningskategorier for bygninger med energimærke A2015. Et udvalg af energimærkerne for bygninger med negativ margin er kontrolleret manuel. Af nogle af dem fremgår specifikt at bygningen ikke opfylder transmissionstabskravet. Men de forbliver i EMO-databasen. Hvordan de efterfølgende er håndteret vides ikke.

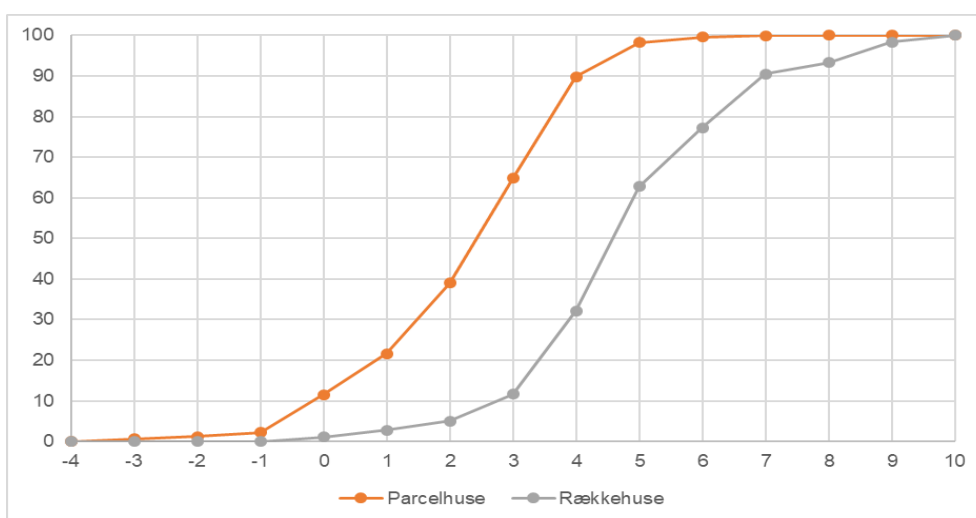
Rækkehusene har en gennemsnitlig margin på $+6,3 \text{ W/m}^2$. Det er væsentligt højere end for de andre bygningskategorier, og skyldes formodentligt, at de grundlæggende har lavere varmetab end andre bygninger, fordi gavlene i stor udstrækning er sammenbyggede med nabohuset. Parcelhusene har en margin på $+3,8 \text{ W/m}^2$. Stuehusene har den laveste gennemsnitlige margin på $+2,8 \text{ W/m}^2$. For de andre bygningskategorier varierer margenen mellem $+3,6$ og $4,0 \text{ W/m}^2$.



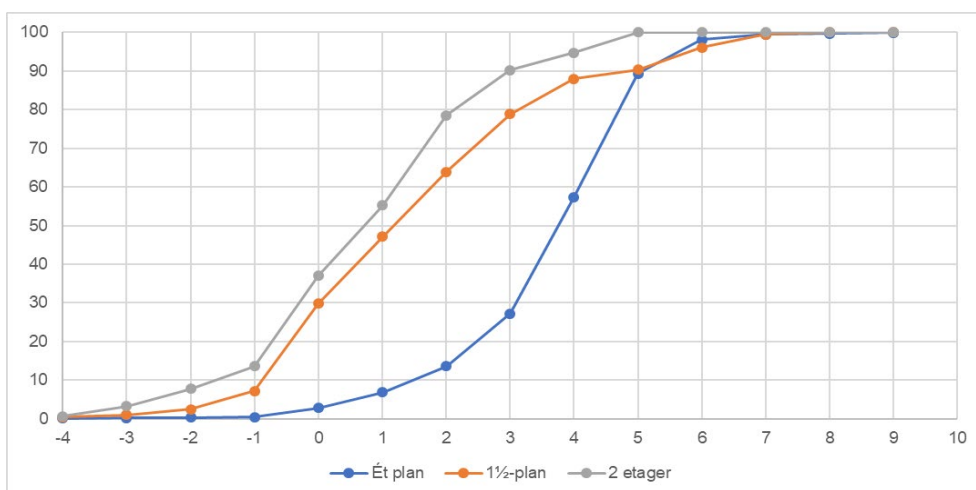
FIGUR 1. Margen i W/m^2 til krav til dimensionerende transmissionstab for bygninger med energimærke A2015. Pct. af antal bygninger.

I Figur 2 er vist fordelingen af margenen til transmissionstabskravet for bygninger med energimærke A2020. For bygninger med energimærke A2020 er der dog kun tilstrækkeligt med parcelhuse og rækkehuse til at bestemme fordelingen. For parcelhuse med energimærke A2020 er margenen til transmissionstabskravet $+2,7 \text{ W/m}^2$, mens den er $+5,3 \text{ W/m}^2$ for rækkehusene. Det er således ca. den samme forskel, som der er på kravet til A2020 i forhold til A2015. Det tyder ikke på den store forskel på isolering af bygninger med energimærke A2020 i forhold til bygninger med energimærke A2015. Det vil blive analyseret senere i kapitlet.

I Figur 3 er vist fordelingen af margenen til transmissionstabskravet for parcelhuse med energimærke A2015 opdelt efter antal etager. Den gennemsnitlige margen er $+4,0 \text{ W/m}^2$ for parcelhuse i ét plan, mens den er henholdsvis $+1,9$ og $+1,1 \text{ W/m}^2$ for parcelhuse i $1\frac{1}{2}$ plan eller 2 etager.



FIGUR 2. Margen i W/m^2 til krav til dimensionerende transmissionstab for parcelhuse og rækkehuse med energimærke A2020. Pct. af antal bygninger.

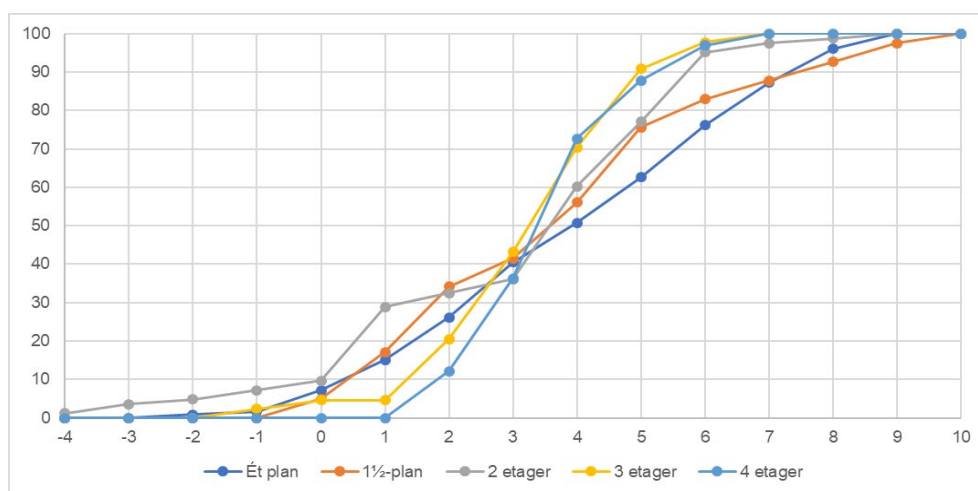


FIGUR 3. Margen i W/m^2 til krav til dimensionerende transmissionstab for parcelhuse med energimærke A2015 opdelt efter antal etager. Pct. af antal bygninger.

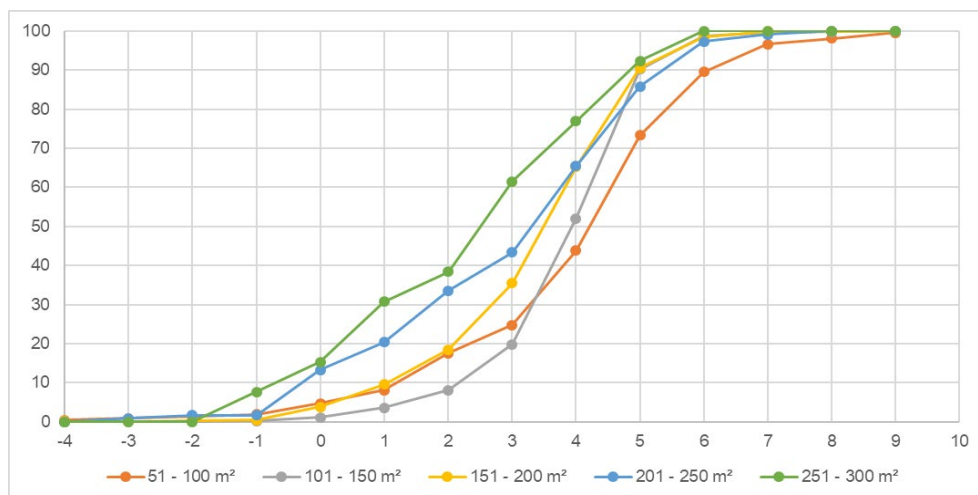
I Figur 4 er vist den samlede fordelingen af margenen til transmissionstabskravet for etageboliger, erhverv og institutioner med energimærke A2015 opdelt efter antal etager. Der er ingen umiddelbar forskel på margenen i disse bygningskategorier afhængigt af etageantal.

Desværre er der for få bygninger og for lille variation i etageantallet i de andre bygningskategorier til at kunne lave analysen af etageantallets betydning for margenen til transmissionstabskravet. Tilsvarende gælder for bygninger med energimærke A2020.

I Figur 5 er vist fordelingen af margenen til transmissionstabskravet for parcelhuse med energimærke A2015 i afhængighed af husets størrelse. Den gennemsnitlige margin for huse op til 150 m² er + 4,2 W/m². Den gennemsnitlige margin falder med stigende husstørrelse til henholdsvis +3,6, +2,6 og +2,0 W/m².



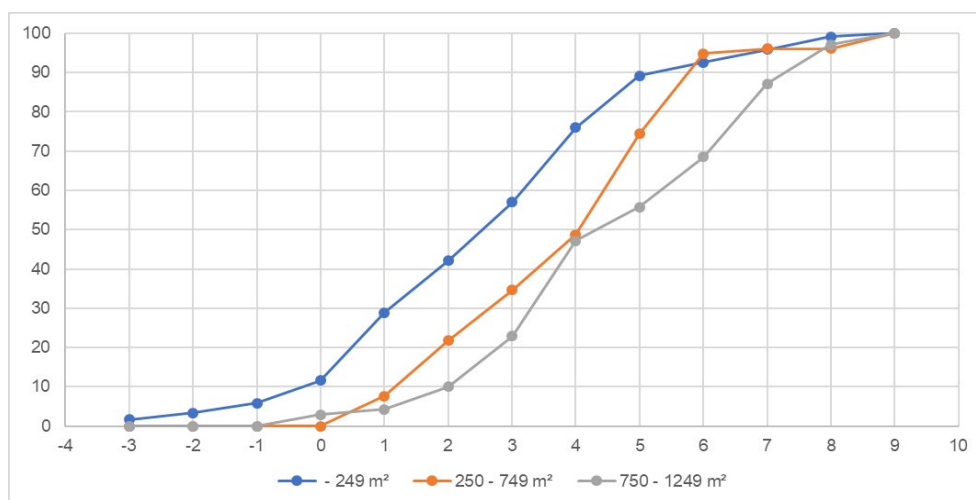
FIGUR 4. Margin i W/m² til krav til dimensionerende transmissionstab for etageboliger, erhverv og institutioner med energimærke A2015 opdelt efter antal etager. Fælles opgørelse for de tre bygningskategorier. Pct. af antal bygninger.



FIGUR 5. Margin i W/m² til krav til dimensionerende transmissionstab for ét plan parcelhuse med energimærke A2015 i afhængighed af husets størrelse. Pct. af antal bygninger.

I Figur 6 er vist den samlede fordelingen af margenen til transmissionstabskravet for etageboliger, erhverv og institutioner med energimærke A2015 i afhængighed af bygningens størrelse. Margenen stiger med stigende bygningsstørrelse. Den gennemsnitlige margin er + 3,0 W/m² for bygninger op til 250 m², + 4,1 W/m² for bygninger på 250-749 m² og + 5,1 W/m² for bygninger på 750-1249 m². For større bygninger er der for få bygninger til at kunne bestemme marginens fordeling.

I Tabel 21 er vist den gennemsnitlige margin for de forskellige bygningskategorier til krav til dimensionerende transmissionstab opdelt efter energimærke og varmeforsyning. Der er ikke stor forskel på margenen i de forskellige bygningskategorier i afhængighed af varmeforsyningen. For parcel- og rækkehuse med energimærke A2015 er margenen marginalt mindre i huse med varmepumper end i huse med fjernvarme eller gasopvarmning. For parcelhuse med energimærke A2020 er det fjernvarmeopvarmede huse, som har det mindste gennemsnitlige margin. Det kan ikke afgøres, om disse forskelle er signifikante. For nogle af bygningskategorierne, energimærkerne og varmeforsyningerne er der for få bygninger, til at det giver mening at bestemme værdierne.



FIGUR 6. Margen i W/m² til krav til dimensionerende transmissionstab samlet for etageboliger, erhverv og institutioner i afhængighed af bygningens størrelse. Bygninger med energimærke A2015. Pct. af antal bygninger.

TABEL 21. Gennemsnitlig margin i W/m² til krav til dimensionerende transmissionstab opdelt efter energimærke og varmeforsyning. Bygninger opført efter BR18.

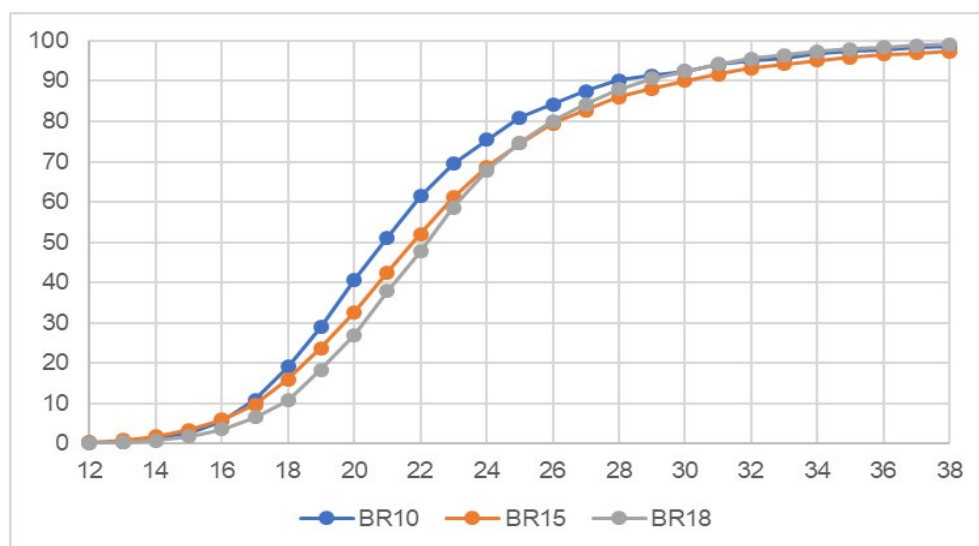
	A2015			A2020		
	Fjernvarme	Varmepumpe	Gas	Fjernvarme	Varmepumpe	Gas
Stuehuse	-	2,7	-	-	2,1	-
Parcelhuse	4,0	3,4	3,7	2,3	2,8	3,2
Rækkehuse	6,2	6,0	7,5	7,4	5,2	-
Etageboliger	3,9	-	-	-	-	-
Erhverv	4,5	-	-	-	-	-
Institutioner	3,8	-	-	-	-	-

4.2 Vinduesareal

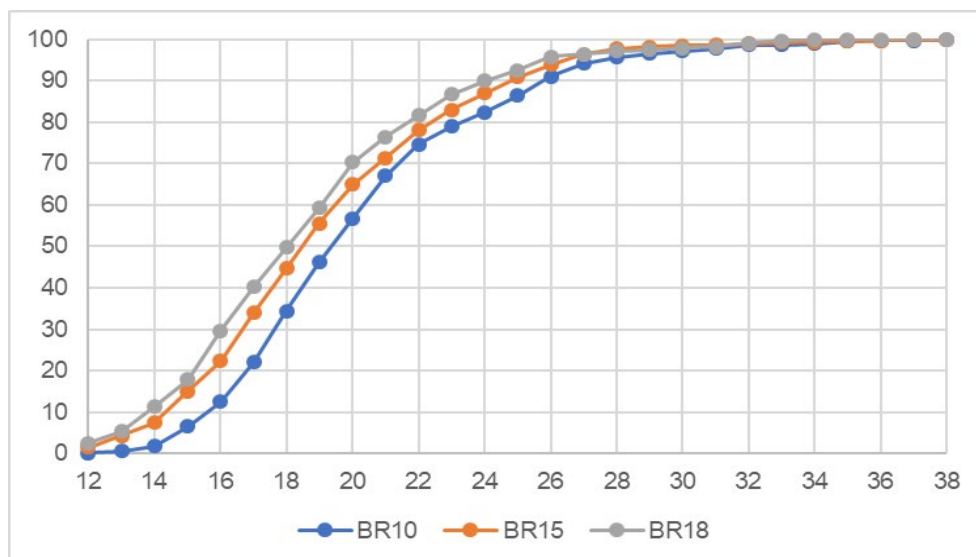
I Tabel 22 er vist gennemsnit for vinduesareal i pct. af etageareal opdelt efter bygningsreglement for bygninger med energimærke A2015 opført i perioden 2016-20. Opgørelserne for vinduer inkluderer også ovenlys. Gennemsnittet dækker over en forholdsvis stor spredning i pct. vinduesareal for de enkelte bygninger i hver af de seks bygningskategorier. For stuehuse, parcelhuse og institutioner er der tilsyneladende sket en lille stigning i det gennemsnitlige pct. vinduesareal fra BR10 til BR15, mens der for rækkehuse og etageboliger tilsyneladende er sket en lille fald i pct. vinduesareal. For erhvervsbygninger er der tilsyneladende tale om et mere markant fald i pct. vinduesareal. Det kan dog være, fordi bygningskategorien består af en ret blandet skare af anvendelser, som det kan være forskelligt, hvad der er blevet bygget af, under de forskellige BR. Fra BR15 til BR 18 er der tilsyneladende sket en lille stigning i pct. vinduesareal for stuehusene, mens parcelhusene er uændret, og der er et lille fald for rækkehuse, etageboliger, erhverv og institutioner.

TABEL 22. Gennemsnitligt vinduesareal i pct. af etageareal opdelt efter bygningsreglement for bygninger med energimærke A2015 opført i perioden 2016-20.

	BR10	BR15	BR18
Stuehuse	21,9	23,2	23,5
Parcelhuse	22,4	23,3	23,3
Rækkehuse	20,6	19,6	18,9
Etageboliger	20,6	20,3	18,8
Erhverv	20,3	16,7	15,5
Institutioner	19,2	21,3	19,9



FIGUR 7. Fordeling af vinduesareal i pct. af etageareal i parcelhuse opdelt efter bygningsreglement for huse med energimærke A2015 opført i perioden 2016-20. Pct. af antal bygninger.



FIGUR 8. Fordeling af vinduesareal i pct. af etageareal i rækkehusene opdelt efter bygningsreglement for huse med energimærke A2015 opført i perioden 2016-20. Pct. af antal bygninger.

I Figur 7 er fordelingen i pct. vinduesareal vist for parcelhuse med energimærke A2015 opført i perioden 2016-20 opdelt efter bygningsreglement, og i Figur 8 er det samme vist for rækkehusene med energimærke A2015. Det ses, at selv om gennemsnittet for pct. vinduesareal i parcelhuse med energimærke A2015 er ens i huse opført efter BR15 og BR18, er der forskel på fordelingen af husenes pct. vinduesareal. Der er således en lavere andel af parcelhusene opført efter BR18 end efter BR15, som har et meget lille eller et meget stort pct. vinduesareal. For rækkehuse ses det, at der er en andel af dem, som tilsyneladende har et noget lavt pct. vinduesareal, uanset hvilke bygningsreglement de er opført under.

I Tabel 23 er fordelingen af pct. vinduesareal i de seks bygningskategorier opgjort i forhold til grænseværdier på 20, 22, 25 og 30 pct. vinduesareal for bygninger med energimærke A2015 opført efter BR15, og i Tabel 24 er det samme vist for bygninger med energimærke A2015 opført efter BR18. For parcelhusene kan det fx ses, at andelen af parcelhuse med pct. vinduesareal under eller på 20,0 pct. er faldet fra 28,9 pct. for parcelhuse opført efter BR15 til 23,2 pct. for huse opført efter BR18. Tilsvarende er andelen af parcelhuse med pct. vinduesareal over eller på 30,0 pct. faldet fra 10,9 pct. til 8,5 pct. for huse efter henholdsvis BR15 og BR18. Lidt anderledes ser det ud for rækkehuse, etageboliger, erhverv og institutioner, hvor andelen af huse med pct. vinduesareal under eller på 20,0 pct. er steget noget mellem BR15 og BR18.

TABEL 23. Andel af bygninger i pct. som har vinduesareal i pct. af etageareal, der er over eller under de angivne grænser. Bygninger opført efter BR15 med energimærke A2015.

	<= 20,0 pct.	<= 22,0 pct.	>= 25,0 pct.	>= 30,0 pct.
Stuehuse	34,8	51,2	29,0	14,5
Parcelhuse	28,9	48,1	28,2	10,9
Rækkehuse	61,2	76,7	10,9	1,6
Etageboliger	56,7	73,3	15,6	5,6
Erhverv	64,6	70,5	16,5	8,7
Institutioner	49,7	67,3	21,4	11,9

TABEL 24. Andel af bygninger i pct. som har vinduesareal i pct. af etageareal, der er over eller under de angivne grænser. Bygninger opført efter BR18 med energimærke A2015.

	<= 20,0 pct.	<= 22,0 pct.	>= 25,0 pct.	>= 30,0 pct.
Stuehuse	30,6	50,0	30,6	13,9
Parcelhuse	23,2	43,8	28,7	8,5
Rækkehuse	67,9	81,0	8,8	2,5
Etageboliger	65,3	77,4	14,2	1,1
Erhverv	71,1	77,7	13,3	4,2
Institutioner	62,5	78,1	15,6	9,4

TABEL 25. Gennemsnitligt vinduesareal i pct. af etageareal opdelt efter bygningsreglement for bygninger med energimærke A2020 opført i perioden 2016-20.

	BR10	BR15	BR18
Stuehuse	24,6	24,0	26,2
Parcelhuse	23,8	23,9	23,7
Rækkehuse	19,2	19,5	18,0
Etageboliger	19,1	19,9	19,9
Erhverv	21,1	16,6	15,0
Institutioner	19,0	18,9	20,4

TABEL 26. Andel af bygninger i pct. som har vinduesareal i pct. af etageareal, der er over eller under de angivne grænser. Bygninger opført efter BR15 med energimærke A2020.

	<= 20 pct.	<= 22 pct.	>= 25 pct.	>= 30 pct.
Stuehuse	30,4	52,2	34,8	17,4
Parcelhuse	17,0	37,6	32,6	10,7
Rækkehuse	56,9	85,2	7,5	2,3
Etageboliger	58,3	76,8	13,9	2,6
Erhverv	64,5	74,2	12,9	9,7
Institutioner	64,0	80,0	16,0	4,0

TABEL 27. Andel af bygninger i pct. som har vinduesareal i pct. af etageareal, der er over eller under de angivne grænser. Bygninger opført efter BR18 med energimærke A2020.

	<= 20 pct.	<= 22 pct.	>= 25 pct.	>= 30 pct.
Stuehuse	28,6	38,1	42,9	38,1
Parcelhuse	20,3	41,3	32,9	10,1
Rækkehuse	72,0	91,1	4,2	0,5
Etageboliger	58,3	62,5	12,5	0,0
Erhverv	-	-	-	-
Institutioner	-	-	-	-

I Tabel 25 er tilsvarende til Tabel 22 vist gennemsnit for vinduesareal i pct. af etageareal opdelt efter bygningsreglement for bygninger med energimærke A2020 opført i perioden 2016-20. Der er ikke væsentlig forskel på det gennemsnitlige vinduesareal i bygningskategorierne i bygninger med energimærke A2020 i forhold til bygninger med energimærke A2015.

I Tabel 26 er fordelingen af pct. vinduesarealet vist for bygninger efter BR15 med energimærke A2020 i forhold til de tidligere anvendte grænseværdier. Og i Tabel 27 er det samme vist for bygninger opført efter BR18. Der er dog for få erhvervsbyggerier og institutioner efter BR18 med energimærke A2020 til at kunne lave opgørelsen for disse.

For parcelhuse med energimærke A2020 er andelen af huse med stort vinduesareal det samme for huse opført efter BR18, som for huse opført efter BR15. Til gengæld ser det ud til, at der er et lidt større andel af parcelhuse med energimærke A2020 opført efter BR18, som har et lavt vinduesareal i pct. af etageareal end for huse opført efter BR15. Tilsvarende gælder for rækkehusene og etageboligerne med energimærke A2020 opført efter BR18, at der er en lidt større andel af bygningerne, som har et lidt lille vinduesareal.

I Tabel 28 er der vist det gennemsnitlige vinduesareal i pct. af etageareal opdelt efter energimærke og varmforsyning for bygninger opført efter BR18. For parcelhusene er der ikke forskel på vinduesarealet opdelt efter varmforsyningen. For rækkehuse med energimærke A2015 er der ikke forskel på vinduesarealet i huse opvarmet med fjernvarme og huse opvarmet med varmepumpe, men vinduesarealet i huse med gas er mindre end ved det to andre forsyningsformer. For rækkehuse med energimærke A2020 er vinduesarealet tilsyneladende lidt mindre i huse med fjernvarme end i huse med varmepumpe.

TABEL 28. Gennemsnitligt vinduesareal i pct. af etageareal i opdelt efter energimærke og varmforsyning. Bygninger opført efter BR18.

	A2015			A2020		
	Fjernvarme	Varmepumpe	Gas	Fjernvarme	Varmepumpe	Gas
Stuehuse	-	23,7	-	-	-	-
Parcelhuse	23,1	23,5	23,5	24,4	23,4	23,3
Rækkehuse	19,1	19,3	17,0	16,6	18,1	-
Etageboliger	18,8	-	-	-	-	-
Erhverv	14,5	18,8	15,7	-	-	-
Institutioner	19,8	-	-	-	-	-

4.3 Vinduesdata

I Tabel 29 er vist den gennemsnitlige U-værdi i W/m²K for vinduerne opdelt efter bygningsreglement og energimærke. For parcelhusene er der ikke forskel på den gennemsnitlige U-værdi i afhængighed af bygningsreglement BR15 og BR18 eller i afhængighed af energimærke A2015 og A2020. For de andre bygningstyper er der tilsyneladende en svag tendens til lidt lave U-værdi for bygninger efter BR18 end for bygninger efter BR15. Tilsvarende gælder for bygninger med energimærke A2020 i forhold til bygninger med energimærke A2015. For erhverv og institutioner efter BR18 med energimærke A2020 er der for få bygninger til at fastlægge et gennemsnit.

TABEL 29. Gennemsnitlig U-værdi i W/m²K for vinduerne opdelt efter bygningsreglement og energimærke. Bygninger opført efter BR15 eller BR18.

	BR15		BR18	
	A2015	A2020	A2015	A2020
Stuehuse	0,93	0,93	0,90	0,89
Parcelhuse	0,85	0,83	0,84	0,83
Rækkehuse	0,89	0,85	0,85	0,83
Etageboliger	0,87	0,86	0,86	0,79
Erhverv	1,05	0,97	1,06	-
Institutioner	0,92	0,87	0,95	-

TABEL 30. Gennemsnitlig g-værdi for ruderne i vinduerne opdelt efter bygningsreglement og energimærke. Bygninger opført efter BR15 eller BR18.

	BR15		BR18	
	A2015	A2020	A2015	A2020
Stuehuse	0,52	0,50	0,51	0,50
Parcelhuse	0,51	0,50	0,50	0,49
Rækkehuse	0,51	0,49	0,52	0,51
Etageboliger	0,50	0,50	0,48	0,44
Erhverv	0,45	0,44	0,46	-
Institutioner	0,48	0,50	0,49	-

TABEL 31. Gennemsnitlig glasandel for vinduerne opdelt efter bygningsreglement og energimærke. Bygninger opført efter BR15 eller BR18.

	BR15		BR18	
	A2015	A2020	A2015	A2020
Stuehuse	0,67	0,68	0,68	0,69
Parcelhuse	0,71	0,71	0,70	0,70
Rækkehuse	0,70	0,72	0,71	0,71
Etageboliger	0,74	0,75	0,72	0,64
Erhverv	0,67	0,70	0,65	-
Institutioner	0,71	0,73	0,74	-

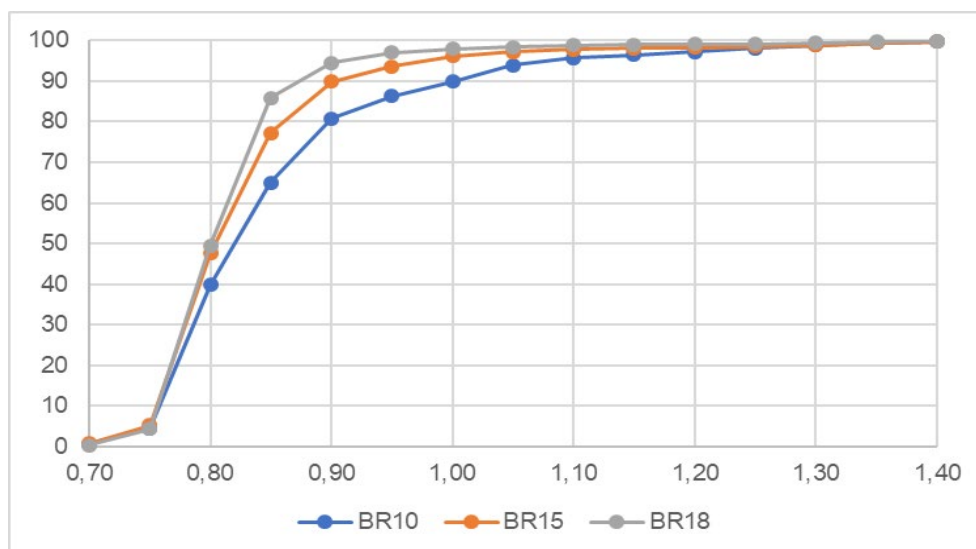
I Tabel 30 er vist den gennemsnitlige g-værdi for ruderne i vinduerne opdelt efter bygningsreglement og energimærke. For småhusene er der ikke forskel på rudernes g-værdi i afhængighed af bygningsreglement eller energimærke. For etageboligerne efter BR18 sker der tilsyneladende et lille fald i g-værdien for ruderne i forhold til g-værdien for ruderne i byggeri efter BR15. Desuden er g-værdien for ruderne i bygninger efter BR18 med energimærke A2020 lavere end i bygninger efter BR18 med energimærke A2015. For erhverv og institutioner efter BR18 med energimærke A2020 er der for få bygninger til at fastlægge et gennemsnit.

I Tabel 31 er vist den gennemsnitlige glasandel for vinduerne opdelt efter bygningsreglement og energimærke. Mønsteret for glasandel følger de samme tendenser, som mønsteret for g-værdi.

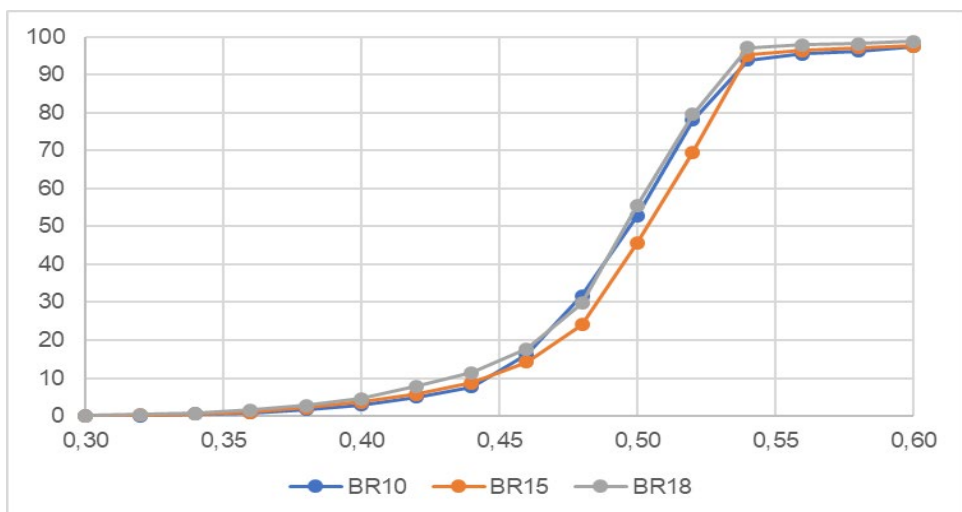
I Figur 9 er for parcelhuse med energimærke A2015 vist fordelingen af den gennemsnitlige U-værdi i W/m^2K for vinduerne opdelt efter bygningsreglement. I parcelhuse opført efter BR10 er det 20 pct. af husene, som har vinduer med en U-værdi over $0,90 W/m^2K$. For parcelhuse opført efter BR15 er det faldet til 10 pct. af husene, og for parcelhuse efter BR18 er det kun 6 pct. For parcelhuse efter BR10 er det 40 pct. af husene, som har vinduer med en U-værdi under $0,80 W/m^2K$. For huse efter BR15 og BR18 er det steget til henholdsvis 47 og 49 pct.

I Figur 10 er for de samme parcelhuse med energimærke A2015 vist fordelingen af den gennemsnitlige g-værdi for ruderne i vinduerne opdelt efter bygningsreglement. For parcelhuse efter både BR10, BR15 og BR18 er fordelingen af g-værdi for ruderne i vinduerne ret ens. Hovedparten af husene eller ca. 80 pct. har vinduer med ruder med g-værdi på $0,46$ til $0,54$, mens ca. 15 pct. af husene har ruder med g-værdi lavere end $0,46$.

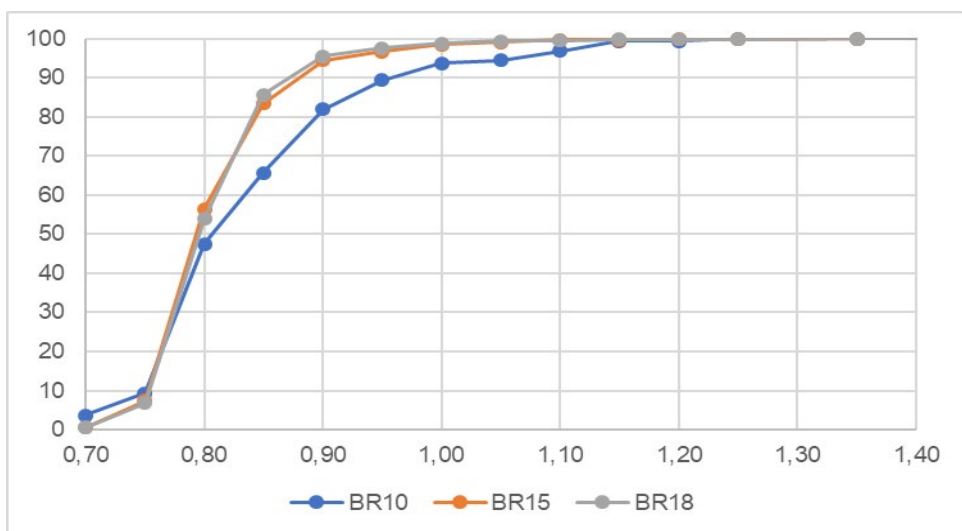
I Figur 11 og Figur 12 er det samme vist for parcelhuse med energimærke A2020. Der ses ikke at være synderlig forskel på fordelingen af U- og g-værdier for parcelhuse med henholdsvis energimærke A2015 og A2020.



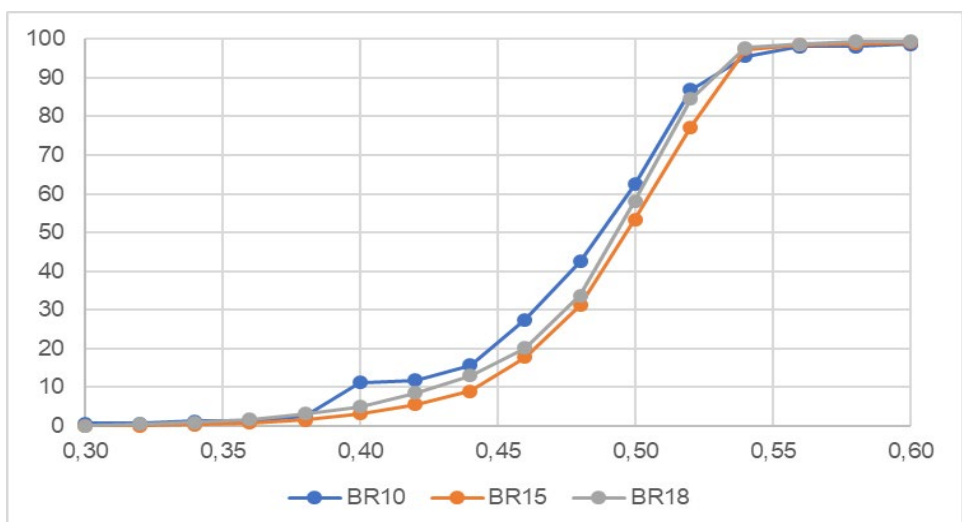
FIGUR 9. Fordeling af gennemsnitlig U-værdi i W/m^2K for vinduerne i husene opdelt efter bygningsreglement. Parcelhuse med energimærke A2015. Pct. af antal bygninger.



FIGUR 10. Fordeling af gennemsnitlig g-værdi for ruderne i vinduerne opdelt efter bygningsreglement. Parcelhuse med energimærke A2015. Pct. af antal bygninger.

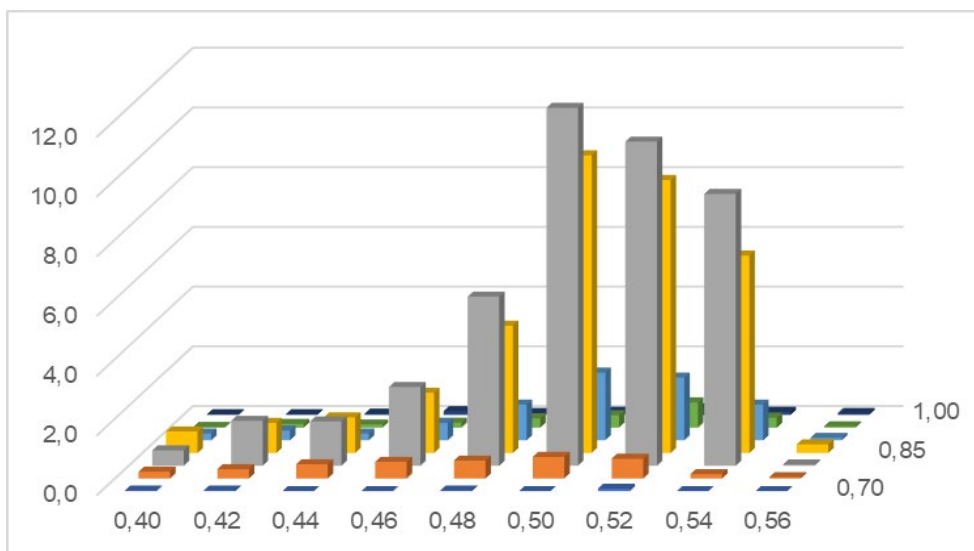


FIGUR 11. Fordeling af gennemsnitlig U-værdi i W/m²K for vinduerne i husene opdelt efter bygningsreglement. Parcelhuse med energimærke A2020. Pct. af antal bygninger.

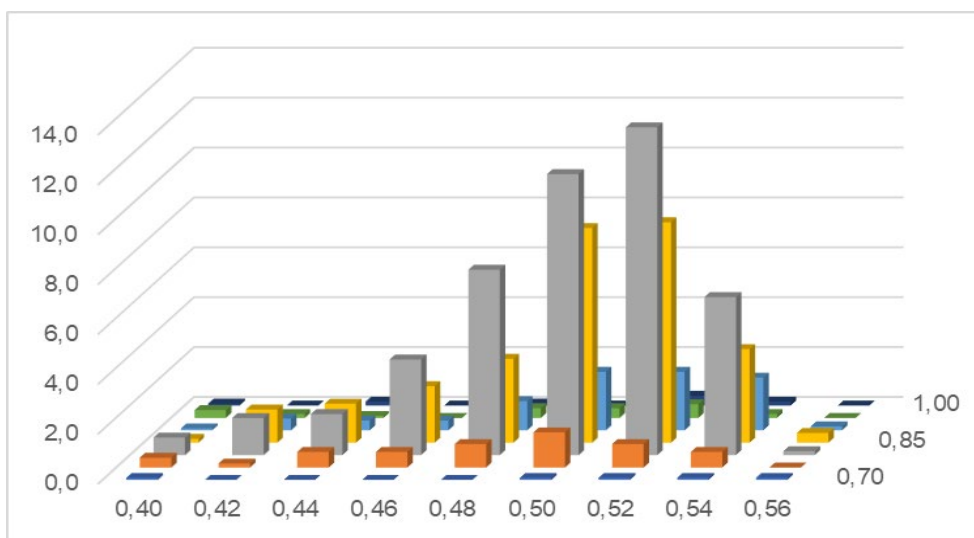


FIGUR 12. Fordeling af gennemsnitlig g-værdi for ruderne i vinduerne opdelt efter bygningsreglement. Parcelhuse med energimærke A2020. Pct. af antal bygninger.

I Figur 13 og Figur 14 er vist kombinationen af U-værdi og g-værdi for vinduerne og ruderne i parcelhuse opført efter BR18 henholdsvis med energimærke A2015 og A2020. Der kan ikke ses nogen umiddelbar sammenhæng mellem valget af U- og g-værdi i husene.



FIGUR 13. Andel af parcelhuse i pct. fordelt efter rude g-værdi og vindues U-værdi. Huse opført efter BR18 med energimærke A2015.



FIGUR 14. Andel af parcelhuse i pct. fordelt efter rude g-værdi og vindues U-værdi. Huse opført efter BR18 med energimærke A2020.

TABEL 32. Gennemsnitlig U-værdi i W/m²K for vinduerne opdelt efter energimærke og varmforsyning. Bygninger opført efter BR18.

	A2015			A2020		
	Fjernvarme	Varmepumpe	Gas	Fjernvarme	Varmepumpe	Gas
Stuehuse	-	0,91	-	-	-	-
Parcelhuse	0,83	0,86	0,84	0,83	0,83	0,82
Rækkehuse	0,85	0,86	0,85	0,78	0,83	-
Etageboliger	0,86	-	-	-	-	-
Erhverv	1,04	1,10	1,14	-	-	-
Institutioner	0,96	-	-	-	-	-

I Tabel 32 er vist den gennemsnitlige U-værdi i W/m²K for vinduerne i de forskellige bygningstyper opdelt efter energimærke og varmforsyning for bygninger opført efter BR18. Kun bygningstyper med varmforsyning med tilstrækkeligt antal bygninger til at danne et sammenligneligt gennemsnit er medtaget i tabellen. Der kan ikke umiddelbart ses nogen forskel på valget af U-værdier for vinduerne i afhængighed af varmforsyningen.

4.4 Loft og tag

I Tabel 33 er vist den gennemsnitlige U-værdi i W/m^2K for loft og tag opdelt efter bygningsreglement og energimærke for bygninger opført efter BR15 eller BR18. Data for den enkelte bygning kan i nogle tilfælde indeholde flere loft- og tagkonstruktioner med forskellig U-værdi. Hvor dette er tilfældet, er der som U-værdi for loft og tag for bygningen, anvendt den arealvægtede middelværdi.

Der er tilsyneladende ikke større forskel på den gennemsnitlige U-værdi for loft og tag i bygningskategorierne som følge af bygningsreglement eller energimærke. Men der er forskel på U-værdien for loft og tag i de forskellige bygningskategorier. Parcelhusenes loft og tag er i gennemsnit de bedst isolerede, mens erhvervsbygningernes loft og tag i gennemsnit er de dårligst isolerede.

I Tabel 34 er for parcel- og rækkehuse opført efter BR18 vist den gennemsnitlige U-værdi i W/m^2K for loft og tag opdelt efter energimærke og antal etager. I de andre bygningskategorier er der ikke tilstrækkeligt med bygninger til at lave opdelingen på etager.

For både parcelhuse og rækkehuse og med både energimærke A2015 og A2020 er den gennemsnitlige U-værdien for tag og loft mindst for huse i étplan og større for huse i 1½-plan. Étplan husene vil typisk have et koldt loftrum og isoleringen på en vandrette loftkonstruktion med god plads til isolering, mens 1½-plan husene typisk vil have isoleringen i paralleltaget (skråvæggen) med begrænset plads til isoleringen. For huse i to planer er den gennemsnitlige U-værdi for loft og tag også større end for huse i ét plan. Men det varierer om den er større eller mindre end for huse i 1½-plan.

For parcelhuse i ét plan opført efter BR18 er den gennemsnitlige U-værdi en brøkdel højere i huse med energimærke A2020 end i huse med energimærke A2015, mens den er en brøkdel lavere for parcelhuse i to plan. For parcelhuse i 1½-plan er den gennemsnitlige U-værdi lidt lavere i huse med energimærke A2020 end i huse med energimærke A2015.

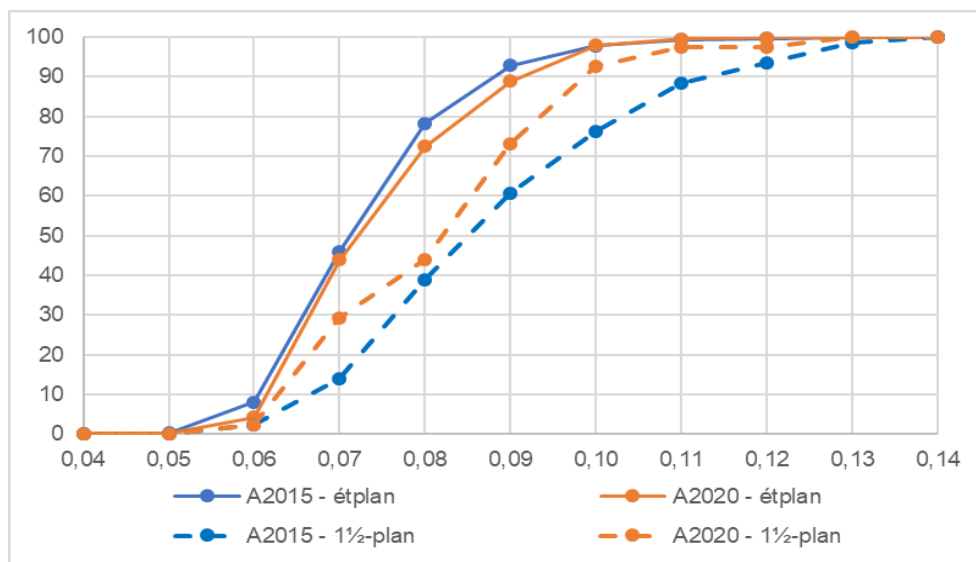
For rækkehuse i ét eller to plan er den gennemsnitlige U-værdi lavere i huse med energimærke A2020 end i huse med energimærke A2015. For rækkehuse i 1½ plan er der derimod en stigning i U-værdien fra A2015 til A2020.

TABEL 33. Gennemsnitlig U-værdi i W/m^2K for loft og tag opdelt efter bygningsreglement og energimærke. Bygninger opført efter BR15 eller BR18.

	BR15		BR18	
	A2015	A2020	A2015	A2020
Stuehuse	0,093	0,103	0,087	0,083
Parcelhuse	0,084	0,082	0,079	0,080
Rækkehuse	0,090	0,094	0,087	0,081
Etageboliger	0,094	0,095	0,093	0,090
Erhverv	0,109	0,104	0,114	-
Institutioner	0,092	0,092	0,096	-

TABEL 34. Gennemsnitlig U-værdi i W/m^2K for loft og tag opdelt efter antal etager og energimærke. Parcel- og rækkehuse opført efter BR18.

	A2015			A2020		
	Étplan	1½-plan	Toplan	Étplan	1½-plan	Toplan
Parcelhuse	0,078	0,093	0,087	0,079	0,086	0,086
Rækkehuse	0,084	0,090	0,096	0,079	0,102	0,092



FIGUR 15. Fordeling af U-værdier for loft og tag i parcelhuse opført efter BR18 opdelt efter energimærke og antal etager, ét- eller 1½-plan. Pct. af antal bygninger.

TABEL 35. Gennemsnitlig U-værdi i W/m²K for loft og tag opdelt efter energimærke og varmforsyning. Bygninger i ét plan opført efter BR18.

	A2015			A2020		
	Fjernvarme	Varmepumpe	Gas	Fjernvarme	Varmepumpe	Gas
Stuehuse	-	0,083	-	-	-	-
Parcelhuse	0,077	0,081	0,078	0,082	0,078	0,076
Rækkehuse	0,085	0,083	0,084	0,084	0,075	-
Etageboliger	-	-	-	-	-	-
Erhverv	0,116	0,113	0,116	-	-	-
Institutioner	0,086	-	-	-	-	-

I Figur 18 er vist fordelingen af U-værdier for loft og tag i parcelhuse opført efter BR18 opdelt efter energimærke og antal etager, henholdsvis étplan og 1½-plan. Det ses, at 70-80 pct. af ét plan parcelhusene har loft eller tag med U-værdi på 0,08 W/m²K eller lavere. Her kan det i øvrigt også ses, at for parcelhuse i ét plan er U-værdi for loft og tag en brøkdel højere i huse med energimærke A2020 end i huse med energimærke A2015. For huse i 1½ plan er det kun ca. 40 pct., som har loft eller tag med U-værdi på 0,08 W/m²K eller lavere. For parcelhuse i 1½ plan har ca. 75 pct. af husene med energimærke A2015 en U-værdi for loft og tag på 0,10 W/m²K eller lavere. For 1½ plan parcelhuse med energimærke A2020 har ca. 75 pct. af husene en U-værdi for loft og tag på 0,09 W/m²K eller lavere. De bedst isole-rede lofter har U-værdi på 0,06 W/m²K.

I Tabel 35 er vist den gennemsnitlige U-værdi for loft og tag i ét plan bygninger opdelt efter energimærke og varmforsyning. Det ses, at U-værdien for loft og tag ikke afhænger af varmforsyningen.

4.5 Ydervægge

I Tabel 36 er vist den gennemsnitlige U-værdi i W/m^2K for ydervægge opdelt efter bygningsreglement og energimærke for bygninger opført efter BR15 eller BR18. Data for den enkelte bygning kan i nogle tilfælde indeholde flere ydervægskonstruktioner med forskellig U-værdi. Hvor dette er tilfældet, er der som U-værdi for ydervægge for bygningen, anvendt den arealvægtede middelværdi.

Der er tilsyneladende ikke større forskel på den gennemsnitlige U-værdi for ydervæggene i bygningskategorierne som følge af bygningsreglement eller energimærke, og der er heller ikke større forskel på U-værdien for ydervæggene i de forskellige bygningskategorier, bortset fra for erhvervsbygningerne, hvor den gennemsnitlige U-værdi for ydervæggene er lidt højere end i de andre bygningskategorier.

I Tabel 37 er for parcel- og rækkehuse opført efter BR18 vist den gennemsnitlige U-værdi i W/m^2K for ydervæggene opdelt efter energimærke og antal etager. I de andre bygningskategorier er der ikke tilstrækkeligt med bygninger til at lave opdelingen på etager.

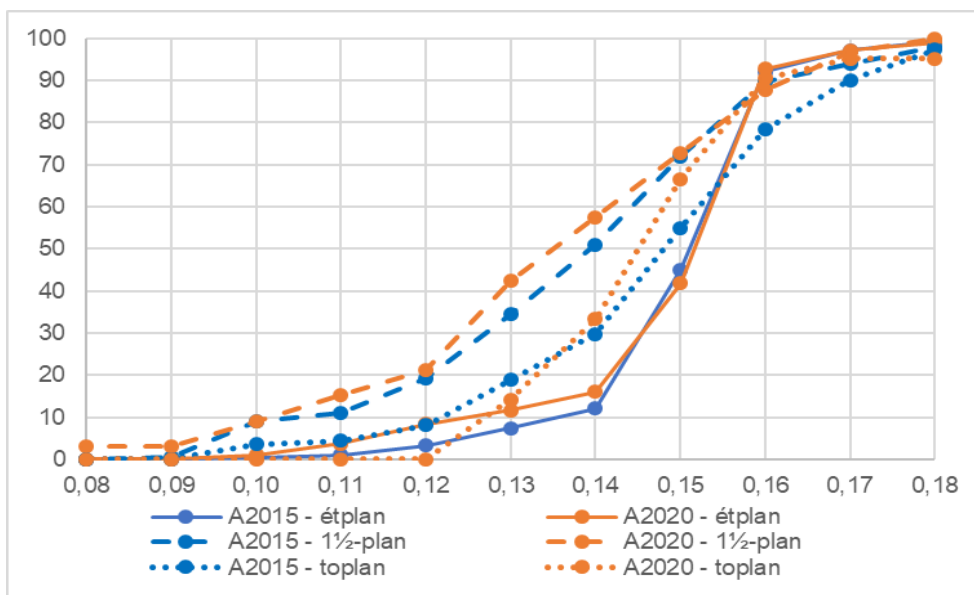
Huse med energimærke A2015 i ét henholdsvis to plan har tilsyneladende den samme isolering i ydervæggene, og der er ikke egentlig forskel på ydervægsisoleringen i parcelhuse og rækkehuse. For parcelhuse i ét eller to plan er der heller ikke forskel på isoleringen i huse med energimærke A2015 og A2020, mens de tilsvarende rækkehuse i gennemsnit er bedre isoleret, hvis de har energimærke A2020. Umiddelbart skulle man synes, at rækkehusene burde være dårligere isoleret end parcelhusene, fordi de har mindre transmissionsareal, som derfor alt andet lige ikke behøver at være så godt isoleret. Forskellen på parcelhuse og rækkehuse kan måske også hænge sammen med, at rækkehusene nok er mere individuelt projekterede, eller at der er en større andel af lette ydervægge, hvor der nemmere er plads til mere isolering.

TABEL 36. Gennemsnitlig U-værdi i W/m^2K for ydervæggene opdelt efter bygningsreglement og energimærke. Bygninger opført efter BR15 eller BR18.

	BR15		BR18	
	A2015	A2020	A2015	A2020
Stuehuse	0,148	0,157	0,152	0,149
Parcelhuse	0,150	0,150	0,153	0,152
Rækkehuse	0,147	0,145	0,152	0,142
Etageboliger	0,149	0,142	0,157	0,124
Erhverv	0,159	0,169	0,162	-
Institutioner	0,142	0,141	0,144	-

TABEL 37. Gennemsnitlig U-værdi i W/m^2K for ydervæggene opdelt efter antal etager og energimærke. Parcel- og rækkehuse opført efter BR18.

	A2015			A2020		
	Étplan	1½-plan	Topplan	Étplan	1½-plan	Topplan
Parcelhuse	0,154	0,144	0,155	0,153	0,138	0,151
Rækkehuse	0,151	0,162	0,153	0,143	0,122	0,133



FIGUR 16. Fordeling af U-værdier for ydervægge i parcelhuse opført efter BR18 opdelt efter energimærke og antal etager, ét-, 1½-plan eller toplan Pct. af antal bygninger.

TABEL 38. Gennemsnitlig U-værdi i W/m²K for ydervægge opdelt efter energimærke og varmforsyning. Bygninger i ét plan opført efter BR18.

	A2015			A2020		
	Fjernvarme	Varmepumpe	Gas	Fjernvarme	Varmepumpe	Gas
Stuehuse	-	0,154	-	-	-	-
Parcelhuse	0,154	0,154	0,157	0,154	0,152	0,157
Rækkehuse	0,151	0,146	0,155	0,124	0,146	-
Etageboliger	-	-	-	-	-	-
Erhverv	0,171	0,140	0,167	-	-	-
Institutioner	0,137	-	-	-	-	-

For parcelhuse i 1½-plan er ydervæggene bedre isoleret end i ét og to plan husene. Men også her kan det være, at der er en større andel af lette ydervægge eller ydervæggen reelt er en trempel i tagkonstruktionen, som også giver nemmere plads til mere isolering. For rækkehuse i 1½ plan er isoleringen dårlige i huse med energimærke A2015, mens den er bedre i huse med energimærke A2020. Igen er det bedste gæt på årsagen, at rækkehusene er mere individuelt projekterede. Det er i øvrigt ikke muligt indenfor rammerne af dette projekt at komme nærmere på årsagssammenhængene.

I Figur 16 er vist fordelingen af U-værdier for ydervæggene i parcelhuse opført efter BR18 opdelt efter energimærke og antal etager, henholdsvis étplan, 1½-plan og to plan. Det ses, at ca. 90 pct. af husene har ydervægge med U-værdi på 0,16 W/m²K eller lavere. For toplanhuse med energimærke A2015 dog kun 80 pct. For ét plan husene er det ca. 85 pct., som har ydervægge med U-værdi i intervallet 0,14 – 0,16 W/m²K, mens der for 1½ og toplan husene er større hyppighed af lavere U-værdier for ydervæggene.

I Tabel 38 er vist den gennemsnitlige U-værdi for ydervæggene i ét plan bygninger opdelt efter energimærke og varmforsyning. Det ses, at U-værdien for ydervæggene ikke afhænger af varmforsyningen i parcelhusene og i rækkehuse med energimærke A2015. For rækkehuse med energimærke A2020 er den gennemsnitlige U-værdi lavere for huse med fjernvarme end for huse med varmpumpe.

4.6 Terrændæk og gulv

I Tabel 39 er vist den gennemsnitlige U-værdi i W/m^2K for terrændæk inklusive andre typer gulve i nederste opvarmede etage opdelt efter bygningsreglement og energimærke for bygninger opført efter BR15 eller BR18. Data for den enkelte bygning kan i nogle tilfælde indeholde flere terrændæks- eller gulvkonstruktioner med forskellig U-værdi. Hvor dette er tilfældet, er der som U-værdi for terrændækket for bygningen, anvendt den arealvægtede midelværdi.

Der er tilsyneladende ikke større forskel på den gennemsnitlige U-værdi for terrændækket i bygningskategorierne som følge af bygningsreglement eller energimærke. Men der er tilsyneladende en tendens til, at terrændækkene i de små bygninger og især i parcelhusene er bedre isoleret end i de større bygninger. Det gælder især for erhvervsbygningerne og til dels også for etageboliger, hvor den gennemsnitlige U-værdi for terrændækket er noget højere end i de andre bygningskategorier.

I Tabel 40 er for parcel- og rækkehuse opført efter BR18 vist den gennemsnitlige U-værdi i W/m^2K for terrændækket opdelt efter energimærke og antal etager. I de andre bygningskategorier er der ikke tilstrækkeligt med bygninger til at lave opdelingen på etager.

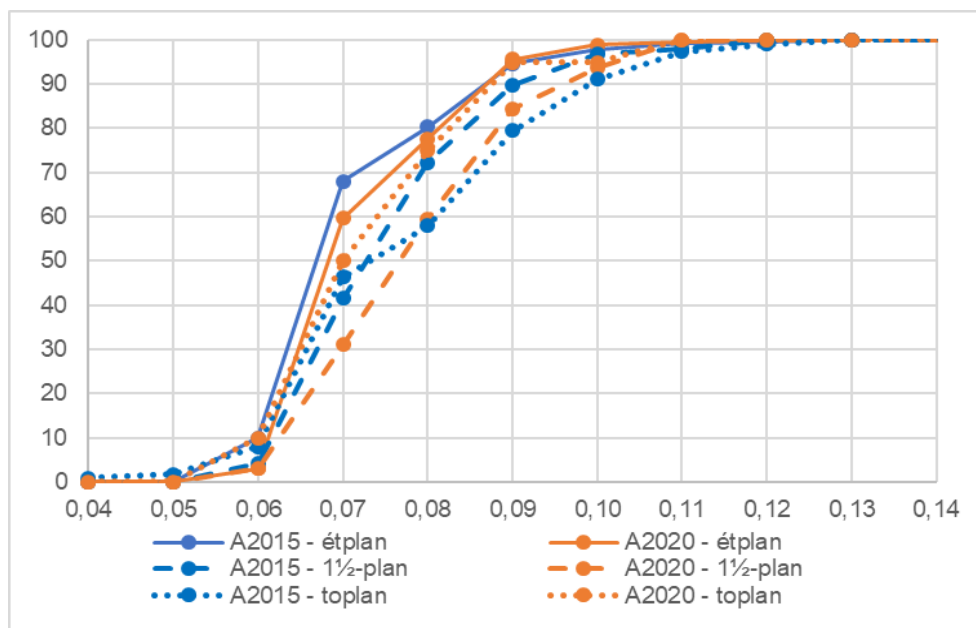
Huse i ét plan og især ét plan parcelhuse har i gennemsnit bedre isolering i terrændækket end huse i 1½ og to plan. For huse i ét plan er der ikke forskel på isoleringen i terrændækket i huse med energimærke A2015 og energimærke A2020. Huse i 1½ og to plan har i varierende grad en isolering i terrændækket, som er lidt dårligere end i ét plan husene. Det kan måske i nogen udstrækning skyldes, at der er behov for bærende skillevægge i 1½ og to plan husene, som bryder isoleringsplanet i terrændækket, eller det kan simpelthen være, fordi der ikke er samme behov for stor isolering i terrændækket i 1½ og to plan huse som i ét plan husene.

TABEL 39. Gennemsnitlig U-værdi i W/m^2K for terrændækket opdelt efter bygningsreglement og energimærke. Bygninger opført efter BR15 eller BR18.

	BR15		BR18	
	A2015	A2020	A2015	A2020
Stuehuse	0,083	0,085	0,083	0,082
Parcelhuse	0,080	0,078	0,076	0,076
Rækkehuse	0,087	0,086	0,085	0,084
Etageboliger	0,096	0,116	0,093	0,091
Erhverv	0,109	0,110	0,111	-
Institutioner	0,093	0,097	0,083	-

TABEL 40. Gennemsnitlig U-værdi i W/m^2K for terrændækket opdelt efter antal etager og energimærke. Parcel- og rækkehuse opført efter BR18.

	A2015			A2020		
	Étplan	1½-plan	Topplan	Étplan	1½-plan	Topplan
Parcelhuse	0,075	0,080	0,082	0,077	0,086	0,078
Rækkehuse	0,084	0,082	0,085	0,083	0,106	0,086



FIGUR 17. Fordeling af U-værdier for terrændækket i parcelhuse opført efter BR18 i opdelt efter energimærke og antal etager, ét-, 1½-plan eller toplan. Pct. af antal bygninger.

TABEL 41. Gennemsnitlig U-værdi i W/m²K for terrændækket opdelt efter energimærke og varmforsyning. Bygninger i ét plan opført efter BR18.

	A2015			A2020		
	Fjernvarme	Varmepumpe	Gas	Fjernvarme	Varmepumpe	Gas
Stuehuse	-	0,085	-	-	-	-
Parcelhuse	0,075	0,078	0,075	0,077	0,077	0,072
Rækkehuse	0,085	0,085	0,078	0,086	0,080	-
Etageboliger	-	-	-	-	-	-
Erhverv	0,107	0,090	0,093	-	-	-
Institutioner	0,082	-	-	-	-	-

I Figur 17 er vist fordelingen af U-værdier for terrændækket i parcelhuse opført efter BR18 opdelt efter energimærke og antal etager, henholdsvis étplan, 1½-plan og toplan. 75 pct. af ét plan parcelhusene har terrændæk med U-værdi på 0,08 W/m²K eller lavere. Det samme gælder for to plan parcelhuse med energimærke A2020. For de andre kombinationer af etager og energimærke er det ned til 60 pct. af parcelhusene, som har terrændæk med U-værdi på 0,08 W/m²K eller lavere. De bedst isolerede terrændæk i parcelhusene har U-værdi på 0,06 W/m²K.

I Tabel 41 er vist den gennemsnitlige U-værdi for terrændækket i ét plan bygninger opdelt efter energimærke og varmforsyning. Det ses, at U-værdien for terrændækket ikke afhænger af varmforsyningen i parcelhusene. For rækkehuse med energimærke A2015 er der ikke forskel på isoleringen i terrændækket i huse opvarmet med fjernvarme og i huse opvarmet med varmepumpe. I rækkehuse med energimærke A2015 opvarmet med gas er terrændækkene i gennemsnit bedre isoleret end i de tilsvarende huse opvarmet med fjernvarme eller varmepumpe. I rækkehuse med energimærke A2020 er der tilsyneladende en lidt bedre isolering i terrændækket i huse opvarmet med varmepumpe end i huse opvarmet med fjernvarme.

4.7 Dobbelthøje rum

Dobbelthøje rum kan være en attraktiv måde at skabe mere spændende arealer med ekstra meget dagslys. Dobbelthøje rum, som går gennem to etager, kan ifølge branchen være et problem i enfamiliehusene i forhold til opfyldelse af kravet til dimensionerende transmissionstab. I Tabel 42 er opgjort etageareal, krav til dimensionerende transmissionstab i W/m^2 og samlet i W for parcelhuset henholdsvis uden og med dobbelthøjt rum på 20 pct. af det bebyggede areal samt differencen i transmissionstabskrav for huset opgjort henholdsvis samlet i W og i W/m^2 -etageareal for huset med dobbelthøjt rum.

Det ses, at der afhængigt af husets størrelse er en difference på ca. 200-400 W i kravet til dimensionerende transmissionstab for toetagers parcelhuse henholdsvis uden og med dobbelthøjt rum på 20 pct. af husets bebyggede areal. Det svarer til 1,33 W/m^2 -etageareal uanset husstørrelse opgjort i forhold til huse med dobbelthøjt rum.

I udgangspunktet vil klimaskærmen i huse uden og med dobbelthøjt rum være den samme, dog således at der ofte vil være ønske om et lidt større vinduesareal i forhold til facadearealet i dobbelthøje rum end i rum med almindelig etagehøjde. Af den årsag kan differencen i dimensionerende transmissionstab mellem huse uden og med dobbelthøjt rum godt blive noget større.

TABEL 42. Krav til dimensionerende transmissionstab i toetagers parcelhuse uden og med dobbelthøjt rum svarende til 20 pct. af det bebyggede areal. Differencen i W/m^2 er opgjort i forhold til etagearealet i huset med dobbelthøjt rum.

Bebygget areal, m^2	90	100	110	120	130	140	150	160
Uden dobbelthøjt rum								
Etageareal, m^2	180	200	220	240	260	280	300	320
Krav, W/m^2	16,67	16,50	16,36	16,25	16,15	16,07	16,00	15,94
Krav, W	3.000	3.300	3.600	3.900	4.200	4.500	4.800	5.100
Med dobbelthøjt rum								
Etageareal, m^2	162	180	198	216	234	252	270	288
Krav, W/m^2	17,19	17,00	16,85	16,72	16,62	16,52	16,44	16,38
Krav, W	2.784	3.060	3.336	3.612	3.888	4.164	4.440	4.716
Difference								
W	216	240	264	288	312	336	360	384
W/m^2	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33

4.8 Små boliger

I de senere år er der opstået ønske om at kunne bygge helt små boliger også som fritliggende, individuelle bygninger. De mindste boliger, som også indeholder bad og køkken, er på 20-25 m²-etageareal. Enkelte firmaer reklamerer endog med, at disse småhusene er mobile som én enhed, samtidig med at de overholder bygningsreglementets krav til permanente helårsboliger.

Flytbare pavilloner laves normalt i bredde på 3,0 – 4,0 m og længde på 8,0 – 12,0 m. Bredder op til 3,3 m kan umiddelbart transporteres på blokvogn uden særtransporttilladelse, mens større bredde kræver anmeldelse af transporten. De større pavilloner er ofte både bredde og lange, mens de mindre pavilloner er smalle og korte, hvilket bl.a. hænger sammen med effektiv udnyttelse af arealet.

I Tabel 43 er vist varmetab, dimensionerende transmissionstabskrav samt margen mellem krav og tab i W/m² for pavilloner med 3,0 m bredde og varierende længde fra 4,0 – 12,0 m. Desuden er vist muligt vinduesareal i m² og pct. af etageareal ved at konverterer margenen til en forøgelse af vinduesarealet. Pavillonerne er med 2,50 m loftshøjde. U-værdien er 0,19 W/m²K for ydervæggene, 0,12 W/m²K for gulvet og 0,11 W/m² for taget, som typisk kan opnås med henholdsvis 195 mm, 315 mm og 340 mm effektiv isolering i trækonstruktioner. Vinduesarealet er i udgangspunktet 25 pct. af etagearealet, og den gennemsnitlige U-værdi for vinduerne er 0,85 W/m²K. I Tabel 44, Tabel 45 og Tabel 46 er det samme vist for pavilloner med henholdsvis 3,3 m; 3,6 m og 4,0 m bredde.

TABEL 43. Pavilloner med 3,0 m bredde. Varmetab, dimensionerende transmissionstabskrav og margen i W/m² samt muligt vinduesareal i m² og pct. af etageareal ved at konverterer margenen til en forøgelse af vinduesarealet.

Længde, m	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0
Etageareal, m ²	12,0	15,0	18,0	21,0	24,0	27,0	30,0	36,0
Varmetab, W/m ²	32,1	30,8	29,9	29,3	28,8	28,5	28,2	27,7
Krav, W/m ²	43,0	38,0	34,7	32,3	30,5	29,1	28,0	26,3
Margen, W/m ²	10,9	7,2	4,8	3,0	1,7	0,7	-0,2	-1,4
Muligt vinduesareal								
m ²	9,2	8,9	8,5	8,2	7,9	7,6	7,3	6,6
pct.	76,5	59,1	47,5	39,2	33,0	28,1	24,3	18,4

TABEL 44. Pavilloner med 3,3 m bredde. Varmetab, dimensionerende transmissionstabskrav og margen i W/m² samt muligt vinduesareal i m² og pct. af etageareal ved at konverterer margenen til en forøgelse af vinduesarealet.

Længde, m	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0
Etageareal, m ²	13,2	16,5	19,8	23,1	26,4	29,7	33,0	39,6
Varmetab, W/m ²	31,2	29,9	29,0	28,3	27,9	27,5	27,2	26,7
Krav, W/m ²	40,7	36,2	33,2	31,0	29,4	28,1	27,1	25,6
Margen, W/m ²	9,5	6,3	4,2	2,6	1,5	0,6	-0,1	-1,1
Muligt vinduesareal								
m ²	9,2	9,0	8,9	8,7	8,5	8,3	8,1	7,8
pct.	69,9	54,8	44,7	37,5	32,1	28,0	24,6	19,6

TABEL 45. Pavilloner med 3,6 m bredde. Varmetab, dimensionerende transmissionstabskrav og margen i W/m² samt muligt vinduesareal i m² og pct. af etageareal ved at konverterer margenen til en forøgelse af vinduesarealet.

Længde, m	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0
Etageareal, m ²	14,4	18,0	21,6	25,2	28,8	32,4	36,0	43,2
Varmetab, W/m ²	30,5	29,1	28,2	27,5	27,1	26,7	26,4	25,9
Krav, W/m ²	38,8	34,7	31,9	29,9	28,4	27,3	26,3	24,9
Margen, W/m ²	8,3	5,5	3,7	2,4	1,4	0,6	0,0	-0,9
Muligt vinduesareal								
m ²	9,3	9,2	9,2	9,1	9,1	9,0	9,0	8,9
pct.	64,3	51,2	42,4	36,2	31,5	27,8	24,9	20,5

TABEL 46. Pavilloner med 4,0 m bredde. Varmetab, dimensionerende transmissionstabskrav og margen i W/m² samt muligt vinduesareal i m² og pct. af etageareal ved at konverterer margenen til en forøgelse af vinduesarealet.

Længde, m	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0
Etageareal, m ²	16,0	20,0	24,0	28,0	32,0	36,0	40,0	48,0
Varmetab, W/m ²	29,7	28,3	27,4	26,7	26,2	25,8	25,5	25,0
Krav, W/m ²	36,8	33,0	30,5	28,7	27,4	26,3	25,5	24,3
Margen, W/m ²	7,0	4,7	3,1	2,0	1,2	0,6	0,0	-0,7
Muligt vinduesareal								
m ²	9,3	9,4	9,6	9,7	9,8	10,0	10,1	10,3
pct.	58,2	47,2	39,9	34,6	30,7	27,7	25,2	21,5

Det ses, at man for fritstående pavilloner med bredde på 3,0 – 4,0 m har mulighed for at etablere vinduesareal på 7,5 – 10,0 m² i pavilloner med etageareal på 20 – 40 m², hvis man holder sig under ca. 10 m længde på pavillonen. Det svarer til et vinduesareal på minimum 25 pct. af etagearealet i de lange pavilloner på 10 m længde. For mindre pavilloner med bredde på 3,3 m og etageareal på 20 – 25 m² kan der opnås et vinduesareal på 33 – 45 pct. af etagearealet. Det største vinduesareal kan opnås i de mindste pavilloner.

Nogle har ønske om at bygge helt små mobile boliger med mindre bygningsbredde end de sædvanlige pavilloner. I Tabel 47 er vist varmetab, dimensionerende transmissionstabskrav og margen i W/m² samt muligt vinduesareal i m² og pct. af etageareal ved at konverterer margenen til en forøgelse af vinduesarealet for helt små mobile boliger med 2,5 m bredde og varierende længde fra 4,0 – 10,0 m.

TABEL 47. Mobile små boliger med 2,5 m bredde. Varmetab, dimensionerende transmissionstabskrav og margen i W/m² samt muligt vinduesareal i m² og pct. af etageareal ved at konverterer margenen til en forøgelse af vinduesarealet.

Længde, m	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	
Etageareal, m ²	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0	
Varmetab, W/m ²	34,0	32,8	32,0	31,4	30,9	30,6	30,3	
Krav, W/m ²	48,0	42,0	38,0	35,1	33,0	31,3	30,0	
Margen, W/m ²	14,0	9,2	6,0	3,8	2,1	0,7	-0,3	
Muligt vinduesareal								
m ²	9,1	8,6	8,0	7,5	7,0	6,4	5,9	
pct.	91,2	68,6	53,6	42,8	34,8	28,5	23,5	

Det ses, at det også for helt små mobile boliger med bygningsbredde på 2,5 m og etageareal på 18 – 24 m² er muligt at opnå et vinduesareal på 25 – 40 pct. af etagearealet.

Hvis man ønsker at bygge boliger på 40-80 m² etageareal med pavilloner, vil man normalt bygge to pavilloner sammen på langsiden. I Tabel 48 er vist varmetab, dimensionerende transmissionstabskrav og margen i W/m² samt muligt vinduesareal i m² og pct. af etageareal ved at konverterer margenen til en forøgelse af vinduesarealet for to sammenbyggede pavilloner med 3,0 m bredde og varierende længde fra 6,0 – 12,0 m. I Tabel 49 er det samme vist ved sammenbygning af to pavilloner med 3,3 m bredde.

Det ses, at der også for disse mellem små boliger kan opnås vinduesarealer på 25 – 30 pct. af etagearealet.

TABEL 48. Sammenbyggede pavilloner med 2 x 3,0 m bredde. Varmetab, dimensionerende transmissionstabskrav og margen i W/m² samt muligt vinduesareal i m² og pct. af etageareal ved at konverterer margenen til en forøgelse af vinduesarealet.

Længde, m			6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0
Etageareal, m ²			36,0	42,0	48,0	54,0	60,0	72,0
Varmetab, W/m ²			24,8	24,1	23,5	23,1	22,8	22,2
Krav, W/m ²			26,3	25,1	24,3	23,6	23,0	22,2
Margen, W/m ²			1,5	1,1	0,7	0,5	0,2	-0,1
Muligt vinduesareal								
m ²			11,6	12,6	13,7	14,7	15,7	17,8
pct.			32,3	30,1	28,5	27,2	26,2	24,7

TABEL 49. Sammenbyggede pavilloner med 2 x 3,3 m bredde. Varmetab, dimensionerende transmissionstabskrav og margen i W/m² samt muligt vinduesareal i m² og pct. af etageareal ved at konverterer margenen til en forøgelse af vinduesarealet.

Længde, m			6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0
Etageareal, m ²			39,6	46,2	52,8	59,4	66,0	79,2
Varmetab, W/m ²			24,3	23,6	23,0	22,6	22,3	21,7
Krav, W/m ²			25,6	24,5	23,7	23,1	22,5	21,8
Margen, W/m ²			1,2	0,9	0,6	0,4	0,3	0,0
Muligt vinduesareal								
m ²			12,2	13,5	14,8	16,1	17,4	20,0
pct.			30,9	29,3	28,1	27,1	26,4	25,2



5

ENERGIFAKTORER

5 ENERGIFAKTORER

Ved den oprindelige fastsættelse af energifaktorer frem til 2018 har det været tilstræbt at bygninger med varmepumpe og fjernvarme skulle kunne udføres med de samme byggeløsninger, da valget af energiforsyning i de forskellige områder primært er en samfundsopgave, som den enkelte bygningsejer helst skal følge.

Energifaktorerne bliver i bygningsreglementet BR18 fra 1/7-2018 ændret til:

Fjernvarme	0,85
Anden varme	1,00
EI	1,90

Ændringen gør, at varmepumper bliver stillet mere gunstigt end fjernvarme ved opførelse af bygningernes energibehov. Nye varmepumper kan opnå en gennemsnitlig årsvirkningsgrad, COP på 3,00 eller mere, selv om de også skal lave varmt brugsvand. Det giver en resulterende energifaktor for eldrevne varmepumper på højst $1,90 / 3,00 = 0,63$.

I de følgende er opgjort konsekvensen af denne forskel for parcelhuse med fjernvarme henholdsvis opvarmet med varmepumpe. Desuden er det beregnet hvordan energifaktorerne kan forventes at ændre sig yderligere i de kommende år.

5.1 Huse med fjernvarme

I Tabel 50 er vist forskellen på energibehov i et parcelhus, som netop opfylder energirammekravet med fjernvarme, hvis det i stedet opvarmes med varmepumpe. Varmepumpen antages at have en års COP på 3,00. Den årlige COP er bestemt, som det samlede årlige varmeforbrug inklusive varmt brugsvand divideret med varmepumpens årlige elforbrug. Ved bestemmelse af lempelsen for varmepumpe (VP) i forhold til fjernvarme er der antaget det samme elforbrug til ventilation og pumper ved begge varmeforsyninger.

Det ses, at opvarmning med varmepumpe med års COP på 3,00 i BR18 parcelhuse reducerer husets energibehov med 7-8 kWh/m² år, svarende til ca. 20 pct. af energirammen. For huse, som er i lavenergiklassen, er lempelsen ca. 5 kWh/m² år svarende til ca. 18,5 pct. af energirammen. Lempelse ved at opvarme med varmepumpe kan fx bruges til at lave større vinduesareal eller reducere isoleringen. BR18 energirammen svarer til energimærke A2015, mens LEK svarer til energimærke A2020.

TABEL 50. Forskel på energibehov i kWh/m² år i et parcelhus, som netop opfylder energirammekravet med fjernvarme, hvis det i stedet opvarmes med varmepumpe.

Etageareal, m ²	120	150	180	210	240	270
BR18 krav, kWh/m ² år	38,3	36,7	35,6	34,8	34,2	33,7
VP's lempelse ift. BR18, kWh/m ² år	7,8	7,5	7,3	7,1	7,0	6,9
LEK krav, kWh/m ² år	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0
VP's lempelse ift. LEK, kWh/m ² år	5,0	5,0	5,1	5,1	5,1	5,2

TABEL 51. Energiforbrug og margin til energirammen i kWh/m² år for typiske parcelhuse med fjernvarme.

Loft eller tag		Loft		Loft		20° saddeltag		20° saddeltag	
Facadespring		Uden		10 pct.		10 pct.		10 pct.	
Isolering		Typisk		Typisk		Typisk		Ekstra	
Etageareal	Energiramme	Behov	Margen	Behov	Margen	Behov	Margen	Behov	Margen
m ²	kWh/m ² pr. år								
1-plan									
150	36,7	36,2	0,5	37,3	-0,6	38,9	-2,2	36,3	0,4
200	35,0	34,9	0,1	35,9	-0,9	37,4	-2,4	34,7	0,3
2-plan									
200	35,0	30,7	4,3	31,8	3,2	32,8	2,2		

I Tabel 51 er vist energiforbrug og margin til energirammen i kWh/m² år for nogle typiske parcelhuse med fjernvarme. Husene er isoleret svarende til et typisk niveau fra analysen i forrige kapitel med U-værdi for loft på 0,08 W/m²K, for tag på 0,09 W/m²K, for ydervægge på 0,15 W/m²K, for terrændæk på 0,08 W/m²K samt for vinduer på 0,85 W/m²K og et vinduesareal på 25 pct. af etagearealet.

I udgangspunktet er huset 8,0 m bredt, med koldt loftrum og isolering på loft og uden nogen form for spring i facadeforløbet. I dette udgangspunkt kan huset i 1-plan netop opfylde energirammen med en margin på 0,5 eller 0,1 kWh/m² år, afhængigt af om det er på 150 m² eller 200 m² etageareal. 2-plan huset er noget gunstigere stillet med en margin på 4,3 kWh/m² år.

I den første variant er der tilføjet nogle mindre spring i facadeforløbet, svarende til at den samlede facadelængde forøges med 10 pct. Det kan fx være 1,0 m indhak ud for en hoveddør i et 20 m facadeforløb eller to karnapper på 0,5 m i den samme længde facadeforløb. Det ses, at de 10 pct. facadespring forøger energiforbruget med ca. 1,0 kWh/m² år, der resulterer i huset i 1-plan ikke opfylder energirammen med en negativ margin på -0,6 henholdsvis -0,9 kWh/m² år.

I den anden variant er der yderligere tilføjet loft til kip i en 20° saddeltagsløsning. Det ses at forøge energiforbruget med yderligere ca. 1,5 kWh/m² år i 1-planhuset, så marginen bliver henholdsvis -2,2 og -2,4 kWh/m² år. Igen er 2-plan huset gunstigere stillet med en positiv margin på 2,2 kWh/m² år.

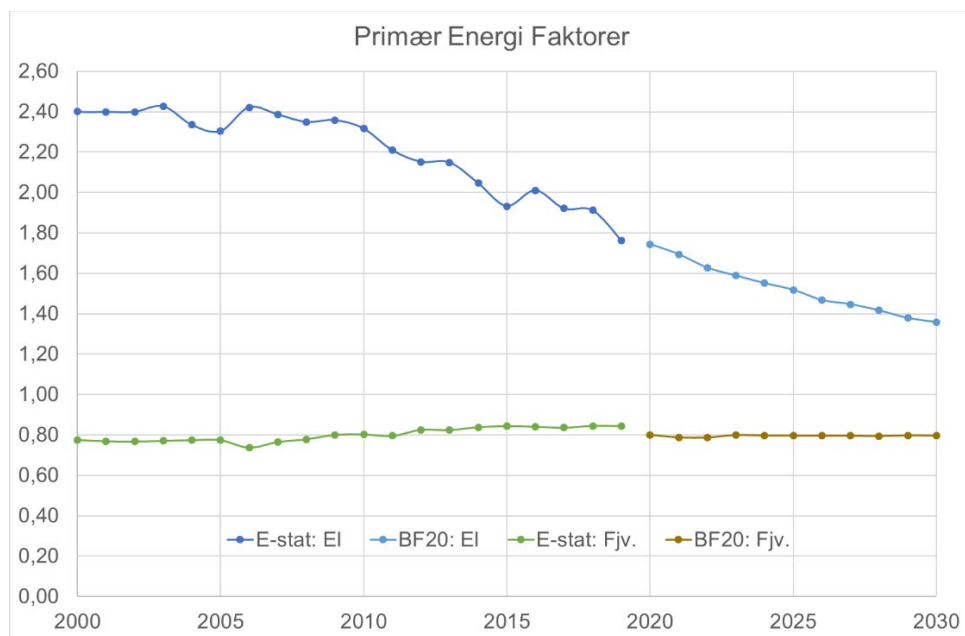
I den sidste variant er 1-plan huset med 10 pct. spring i facaden og 20° saddeltag ekstra isoleret til U-værdi for loft på 0,07 W/m²K, for tag på 0,07 W/m²K, for ydervægge på 0,15 W/m²K, for terrændæk på 0,07 W/m²K og for vinduer på 0,80 W/m²K. Det ses, at huset derved netop kan opfylde energirammen med en margin på 0,4 henholdsvis 0,3 kWh/m² år.

Eksemplerne illustrerer, at det er lige på grænsen, at parcelhuse med fjernvarme kan opfylde energirammen, samt at der ikke er plads til løsninger, som kan skabe et mere attraktivt hus.

5.2 Energifaktorenes udvikling

I Figur 18 er vist energifaktorenes udvikling fra årene 2000 - 2030. Årene 2000 - 2019 er fra Energistatistik 2019 (Energistatistik 2019, 2020), mens årene 2020 – 2030 er fra Energi-styrelsens Basisfremskrivning (Basisfremskrivning 2020, 2020).

Det ses, at energifaktoren for el forventes fortsat at falde i de kommende år, mens energifaktoren for fjernvarme forventes at forblive forholdsvis konstant.



FIGUR 18. Energifaktorer fra Energistatistik 2019 og Basisfremskrivning 2020.

6 REFERENCER

- Aggerholm, S. (2017). *Dimensionerende transmissionstab*. Notat: Statens Byggeforskningsinstitut, SBI.
- (2020). *Basisfremskrivning 2020*. Energistyrelsen.
- BBR Bygge og Bolig Registeret*. (2020). Hentet fra BBR: bbr.dk
- Bekendtgørelse om energimærkning af bygninger*. (2020). Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, Energistyrelsen.
- Bygningsreglementet*. (2021). Hentet fra www.bygningsreglementet.dk
- Energistatistik 2019*. (2020). Energistyrelsen.

Ved ændringen i Bygningsreglement 2018 pr. 1/7-2018 af energifaktorerne og kravet til det dimensionerende transmissionstab blev der fra myndighederne lovet en evaluering.

I nærværende rapport analyseres effekten på nybyggeriet af ændringen af det dimensionerende transmissionstab og ændringen af energifaktorerne.

Analysen er primært gennemført på baggrund af oplysninger om nybyggeriet i energimærke-databasen. Databasen indeholder for de enkelte bygninger ud over selve energimærkningen også oplysninger om blandt andet bygningernes varmforsyning, etage- og transmissionsarealer samt U-værdierne for loft, tag, ydervægge, vinduer og terrændæk.

