

# Stenagervænget 12

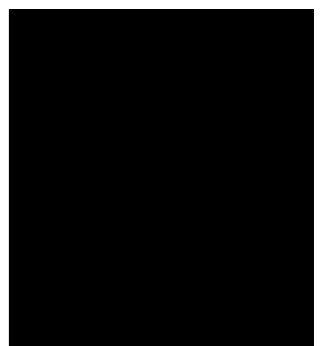


**Projektudvikler**  
Thyholm Murer A/S  
Floulevej 6  
7790 Thyholm  
Telefon 97 87 15 55  
www.thyholm-murer.dk

**Arkitekt**  
Møller Nielsens Tegnestue  
Hjermvej 29  
7600 Struer  
Telefon 97 85 08 33  
www.mntarkitekter.dk

**Ingeniør**  
Ellehaug & Kildemoes  
Vestergade 48H, 2.tv  
8000 Århus C  
Telefon 86 13 20 16  
www.elle-kilde.dk

**Entreprenør**  
Thyholm Murer A/S  
Floulevej 6  
7790 Thyholm  
Telefon 97 87 15 55  
www.thyholm-murer.dk



*Verdens første fuldmurede passivhus*

# Stenagervænget 12



## Arkitektens ord

Husets arkitektoniske principper bygger på et koncept, der kan passe ind i hvilket som helst villakvarter, og det er bevidst, at vi har valgt en hustype, som 70 procent af parcelhusfolket bor i. Af samme grund er huset et længehus, hvor det ud fra et energimæssigt synspunkt burde have været mere kvadratisk.

Vi har ønsket at gå efter det minimalistiske.

Husets ganglinier er reduceret ved at danne en kerne i huset, hvor værelserne er placeret rundt om køkken/alrum, i en åben forbindelse.

Det store vinduesparti i stuen giver en fantastisk følelse af at være ét med naturen, mens vinduer i badeværelser er nedprioriteret. Dagslyskomforten er sikret ved at have over 22 procent vinduesareal og ved at samle glasarealet i store vinduespartier. Vi undgår, at vinduerne virker som dybe huller ved at placere lysningen i flugt med væggen, så lyset reflekteres ind i rummet.

I opbygningen af huset har det været vigtigt at vælge traditionelle danske materialer og materialer, som i forvejen findes i et parcelhuskvarter. Ligesom vi har forsøgt at lave huset tæt på vedligeholdelsesfrit. Det er vandskuret i hvidt og sort.

Huset er designet til at kunne ligge hvor som helst og som regel have en nabo både mod syd og nord.

Konsortiet har arbejdet sammen mange gange før, og konceptet er blevet brugt før i tidligere projekter. Til dette projekt er tagets udhæng afkortet for at få mere sollys ind i huset.



Det store vinduesparti mod sydøst bringer naturen og sollyset ind i stuen, og det bredde udhæng skærmer for direkte solindfald om sommeren. På det oprindelige typehus er udhænget endnu bredere. Men i passivhusversionen er solindfaldet optimeret.

## Fuldmuret hus

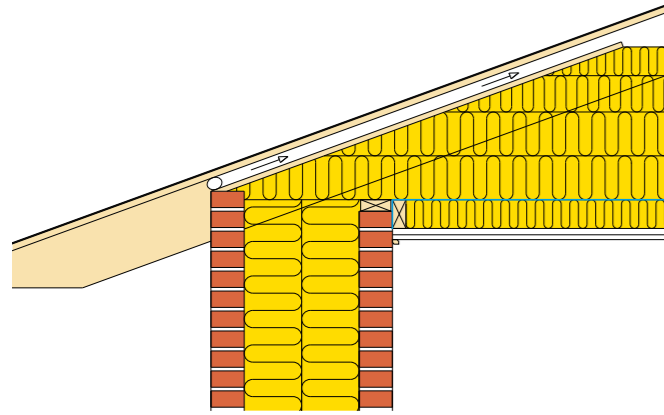


Vinduer	Areal	Varmetab ved transmission kWh/år	Tilskud ved solindfald kWh/år
Vinduer mod nord	4,6 m <sup>2</sup>	11,6 %	411
Vinduer mod øst	6,1 m <sup>2</sup>	15,4 %	409
Vinduer mod syd	19,5 m <sup>2</sup>	49,4 %	1891
Vinduer mod vest	9,3 m <sup>2</sup>	23,5 %	537
Ovenlysvinduer	0,0 m <sup>2</sup>	0,0 %	0
I alt	39,5 m <sup>2</sup>		2745

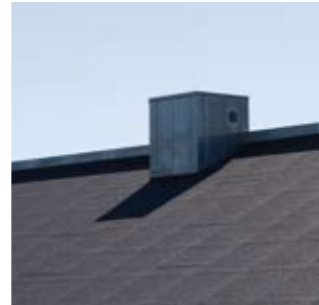
Kilde: PHPP beregning

Hoveddata		
<b>PHPP verifikationsdata</b>		
Rumvarmebehov	15	kWh/m <sup>2</sup> år
Primært energibehov i alt	91	kWh/m <sup>2</sup> år
- uden husholdnings-el	36	kWh/m <sup>2</sup> år
Varmelast	12	W/m <sup>2</sup>
Overtemperatur	6	%
<b>BE06 beregning</b>		
Rumvarmebehov	8,9	kWh/m <sup>2</sup> år
Energibehov	25,9	kWh/m <sup>2</sup> år
BlowerDoor testresultat	0,59	h <sup>-1</sup>
BlowerDoor testresultat	0,33	l/s/m <sup>2</sup>
<b>Bygningskroppen</b>		
Netto etageareal	145	m <sup>2</sup>
Brutto etageareal	177	m <sup>2</sup>
Andel vinduesareal/bruttoetageareal	22	%
Areal klimaskærm	568	m <sup>2</sup>
<b>Konstruktionerne</b>		
Varmekapacitet (PHPP)	204	Wh/m <sup>2</sup> K
<b>U-værdier</b>		
Ydervæg	0,086	W/m <sup>2</sup> K
Tag	0,059	W/m <sup>2</sup> K
Dæk	0,066	W/m <sup>2</sup> K
<b>Ψ-værdier</b>		
Fundament	0,000	W/m K
Fundament ved døre/vinduer	0,057	W/m K
Samling ydervæg/tag	-0,063	W/m K
Samling ydervæg/ydervæg	-0,064	W/m K
<b>Vinduerne</b>		
Fabrikat:	Optiwin, Silverstar	
Rammetype:	Træ/alu, isoleret	
Ruder:	3 lag glas, argonfyldt	
U <sub>g</sub>	0,60	W/m <sup>2</sup> K
U <sub>f</sub>	0,95	W/m <sup>2</sup> K
U <sub>w</sub> (vægtet gennemsnit)	0,77	W/m <sup>2</sup> K
Solvarmetransmittans (g-værdi)	0,54	
Vindueslysning dybde	150	mm
<b>Installationen</b>		
Fabrikat:	Drexel & Weiss, type Aerosmart, XLS	
Kompakt aggregat	Ja	
Behovsstyret ventilation	Ja	
Effektivitet luft til luft VGV	75,3	%
Gennemsnitlig luftskifterate	0,34	h <sup>-1</sup>
Gennemsnitligt vent. flow	123	m <sup>3</sup> /h
Jordrørsystem (luft)	-	Ø mm/ m
Jordslange (væske)	180	m
Solfanger	-	m <sup>2</sup>
Solceller	-	m <sup>2</sup>
Distribution ventilationsluft:	Både indblæsning og udsugning i nedforskallet lag under loftet	
Placering af luftindtag:	I siden af "skorstenen"	
Distribution af vandbåret varme:	Gulvvarme i badeværelser, entre, bryggers og køkken/alrum, ialt 80 m <sup>2</sup>	
Emhætte:	Recirkulation med kulfilter	

# Konstruktioner



## Tag



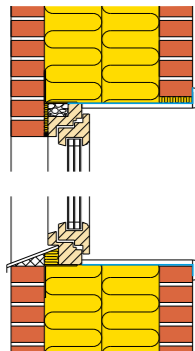
Taget er en traditionel gitterspærskonstruktion med 505 mm ISOVER på loftet og 95 mm i det nedforskallede lag. Taget er afsluttet med tagpap. Den "traditionelle" skorsten er husets luftindtag.



Tagkonstruktionen er opbygget traditionelt. Den vindtætte afdækning er ført op over isoleringen og tætnet udefra. Lufttætheden er opnået ved at montere dampspærren direkte på gitterspærrene og klemme den ind mod den tætte bagvæg med en 45 x 95 mm regel, som udgør nedforskallingen. Overlæggene er både fuget og tapet. Der er brugt helt almindelige produkter, men med stor omhyggelighed. Undervejs er der afprøvet tre forskellige slags tape for at finde en, der hæfter godt nok.

En klar tape giver mulighed for at kontrollere, om der er kanaler og luftblærer i samlingen.

## Vinduer



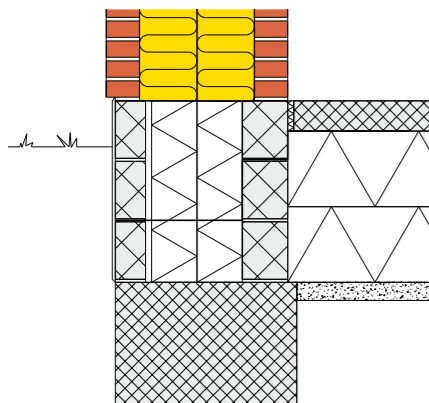
Formuren er opmuret forskudt for bagmuren, så det udvendige murhul er mindre end det indvendige. Vinduet er monteret indefra. Ved at føre formuren er ført hen foran vinduet, mindskes kuldebroen omkring vinduet, og vinduesrammen synes mindre.



Vinduet er monteret, så det er placeret ud for isoleringslaget. Vinduet står på vinkelbeslag monteret indvendigt på formuren og fastgjort foroven med beslag på falsen. Når vinduet trækkes ind i isoleringslaget bliver afstanden for stor til, at der kan udføres et traditionelt rulleskifte som sålbænk. For at undgå unødige kuldebroer er den traditionelle pudsede fals udeladt, og den indvendige afslutning består af et lysningspanel. Lufttætheden er sikret med en dampspærrekrave, der er klæbet på vinduet inden montagen og klemt bag lysningspanelet. Efterfølgende er hulrummet omkring lysningspanelet isoleret.

Sålbænken er lavet i zink med opbukkede sider. Normalt bør sålbænken rilles ind i lysningen, men her skærmer det brede udhæng for slagregn.

## Fundament og ydervæg



Fundamentet er udført traditionelt - men som et dobbelt fundament med 300 mm polystyren. Af hensyn til stabiliteten er fundamentet udført med murbindere. Der er projekteret 10 mm afstand mellem formuren og isoleringen af hensyn til montagen. Terrændækket er isoleret med 500 mm polystyren.

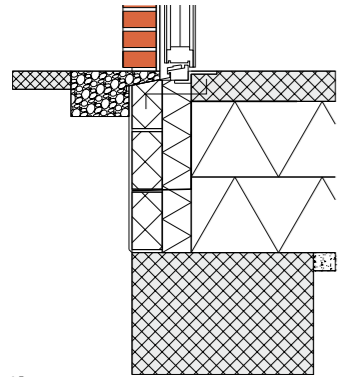


Ydervæggene er isoleret med 380 mm ISOVER. Binderne er 500 mm, Ø 4 mm - 8 stk/m<sup>2</sup>. Ved det store vinduesparti er en ståldrager nødvendig for at bære lasten fra taget. Stålbjælker og dragere er placeret i isoleringslaget for at minimere kuldebroen. I selve vindueslysningen er stolpen placeret på den varme side af vinduet.

Stolperne er isoleret omhyggeligt.

# Konstruktioner

## Kuldebrosfrit dørtrin



Niveaufri adgang med minimal kuldebro.

## Søjler



Omhyggelig tilpasning af isoleringen omkring stålsøjlerne er nødvendig for at sikre mod linietaf langs profilet.

## Linjetab omkring vinduer

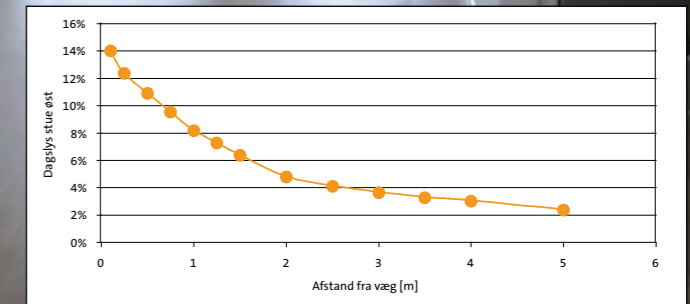
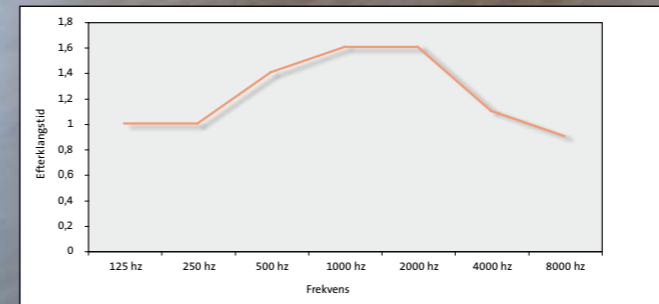


Det er muligt at mure hen foran de tyske vinduer, da de åbner indad. Dette er med til at minimere kuldebroen. Gummifugen sikrer, at der ikke løber vand ind bag vinduet og ind i hulmuren.

## Loftslem i gavlen



Loftslemmen er placeret i gavlen for ikke at gennembryde det lufttætte lag. En loftslem øger infiltrationen unødigt, da lukkemekanismen er vanskelig at gøre helt tæt.



Graf 1, efterklangstid stue. Graf 2, dagslys stue øst. Kilde: Fra projektet "Demonstration af energiforbrug og indeklima i 10 danske passivhuse" af Tine Steen Larsen, Aalborg Universitet. Projektet er støttet økonomisk af Realdania.

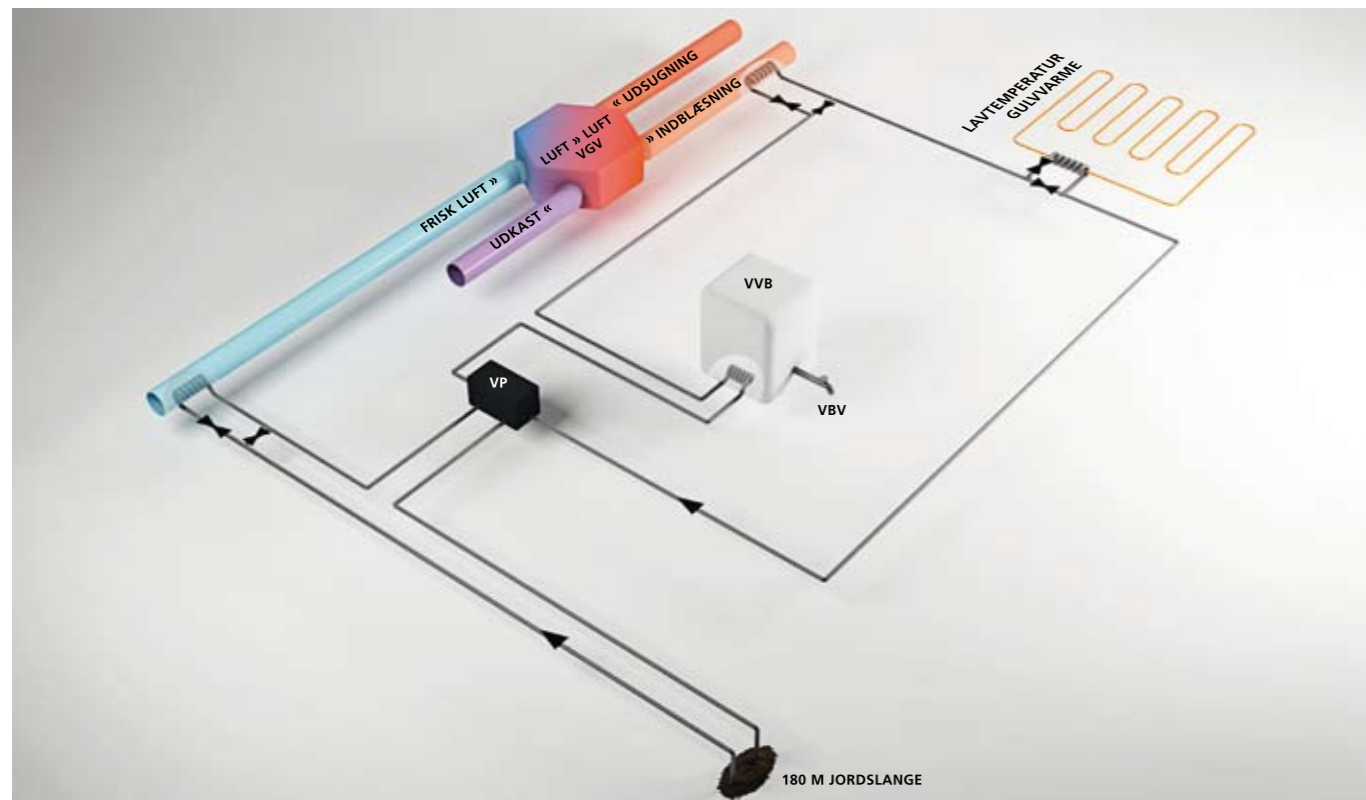


"I denne proces har det været et helt tæt parløb mellem arkitekt, ingeniør og entreprenør, hvor hver eneste parameter er blevet sendt frem og tilbage hele tiden for ikke at køre ud i en blindgyde. Det har gjort byggeprocessen meget anderledes."

"Man skal tage samarbejdet alvorligt, og ude på pladsen skal alle være gearret og informeret om, at det her er ikke, som det plejer."

"Der burde stå et skilt: Anderledes byggeri - her bygges der efter tegningen."

# Installationer



Det valgte kompaktanlæg er fra østrigske Drexel und Weiss og leverer ventilation, varme og varmt brugsvand. En væskefyldt jordkreds på 180 meter er tilsluttet varmepumpen, der er integreret i anlægget. Om vinteren sørger den for, at der ikke opstår frostproblemer i modstrømsveksleren. Om sommeren benyttes jordkredsen til køling af huset. Jordkredsen leverer også det varme brugsvand. Ventilationen af huset er varmestandard neutral. Opvarmning sker i stedet ved hjælp af et traditionelt gulvvarmeanlæg, som dækker hovedparten af huset, herunder bryggers, entré, køkken-alrum og badeværelser. Gulvvarmen bidrager væsentligt til komfortoplevelsen i huset. Det varme vand til gulvvarmen kommer fra varmeveksler i anlægget.



For at minimere el-forbruget i husholdningen er der valgt energisparepærer overalt samt hårde hvidevarer i bedst mulige energiklasse.

## Ingeniørens ord

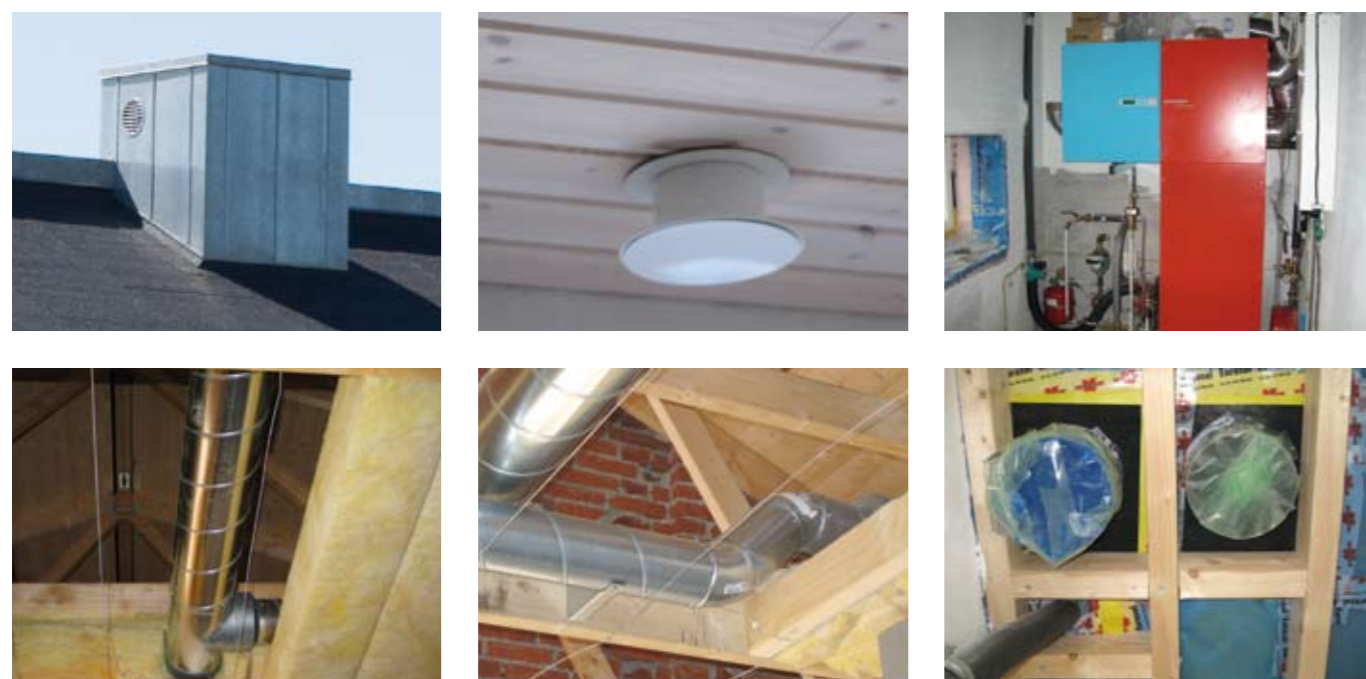
Som udgangspunkt valgte vi at leve med de udfordringer lokalplanen gav ved at orienteringen af huset ikke blev helt optimal.

Energimæssigt blev vinduerne i de nordvendte badeværelser skåret væk. Det havde dog været enkelt at sætte vinduer i foroven ind mod stue og gang, så der kom et naturligt lys ind i badeværelserne.

Husets installation er tænkt som et enkelt anlæg, hvor der er tre knapper at trykke på: Hjemme, ude og gæster. Og så skal der komme en og skifte filter en gang om året. Med andre ord: Man skal ikke være civilingeniør for at bo i huset.

Installationen er, som den blev projekteret. Der blev ikke fundet anledning til ændringer undervejs i byggeprocessen. Solvarme var inde i billedet men blev valgt fra på grund af pladmæssige forhold og rentabilitet.

Hvis huset skulle opføres i dag, ville konsortiet formentlig vælge gulvvarme i alle rum - men med samme mængder slanger - for at opnå en mere jævn varmefordeling. Endvidere ville man vælge et andet vinduesfabrikat - set i lyset af de indbygningsmæssige og mekaniske problemer, som de nuværende vinduer gav anledning til.



Traditionelt hus med "skorsten" som luftindtag. Indblæsningen er placeret i loftet. Indblæsningsluften distribueres i spirorør i loftrummet, så langt nede i isoleringen som muligt. Der er valgt større rørdimensioner,  $\varnothing 160$  mm, for at minimere støjen samtidig med, at der er brugt lyd-dæmpere. Installationen er et kompakt aggregat fra Drexel & Weiss.



Verdens første murede passivhus blev til virkelighed ved opførelsen af KOMFORT HUSENE i Skibet. Det var en vanskelig proces, men med  $0,33$  l/s/m<sup>2</sup> ved blowerdoor testen stod det klart, at selv et traditionelt fuldmuret hus kan bygges lufttæt nok til passivhuskriteriet. På billedet ses indehaveren af Thyholm Murer a/s Poul Erik Gravgard sammen med arkitekt Per Clausen og ingeniør Troels Kildemoes foran det nycertificerede hus.