

TRE GLASS I VINDUER

— EN ØKONOMISK UNDERSØKELSE

Av Sven Erik Lundby

69.003 : 69.028.2

Norges byggeforskningsinstitutt har gjort en liten undersøkelse for *Drammens Glassverk*: om det lønner seg å bruke tre glass i vinduer eller ikke. Det nødvendige materiale er samlet inn blandt annet med hjelp fra Ljøterud trevarefabrikk, Skollenborg og fra forretningsfører Birger Gaustad og inspektør, malermester Johs. Thorstensen, foruten fra Drammens Glassverk. Nedenfor blir det gitt en liten oversikt over det en kom frem til ved å bearbeide dette materiale. Med de beste av de veggkonstruksjonene som er vanlige for boliger i dag, kan varmetapet gjennom et vanlig dobbeltvindu bli iallfall syv ganger varmetapet gjennom tilsvarende veggflate, og det kan være mange grunner for å redusere det: Energitildelingen kan være begrenset — f. eks. hvor en har basert oppvarmingen vesentlig på elektrisitet. Slitet med å skaffe brensel kan være uforholdsmessig stort — f. eks. nordpå eller på fjellet. Også ønsket om gode møbleringsmuligheter, hensynet til trivselen og de helsemessige kravene er faktorer som kan spille inn.

Hvilke k-verdier kan vi regne med?

Ved overgang fra vinduer med to til vinduer med tre glass, vil alle kostnadene unntatt brenselkostnadene øke eller være de samme. Minskningen i brenselkostnadene er på den annen side stor. I vårt klima kan den mer enn oppveie økingen av de andre kostnadene.

Hvis undersøkelsen skal ha noen verdi, må de data som ligger til grunn for beregningene så godt som mulig gi uttrykk for forholdene i virkeligheten. Et hus vil motta varme gjennom vinduene på grunn av solinnstråling, og det vil tape varme ved luftlekkasje. I en økonomisk sammenligning må det tas hensyn til disse momentene. Varmetapsberegningene kan derfor ikke godt baseres bare på teoretiske k-verdier for varme-strømmer gjennom vinduer. Da det er forskjellen

mellom brenselkostnadene i de to tilfelle som kommer inn, er det forskjellen mellom de valgte verdier som interesserer, og ikke så mye de enkelte verdier.

De kalde vintrene under krigen skapte økt interesse for vinduer med tre glass. I denne forbindelse pekte *Heimbürger og Kreüger* [3] på hvor lite man egentlig visste om den virkningen som kunne oppnås. Det vitenskapelige grunnlaget var uhyre magert.

Eldre, sammenhørende verdier for varmegjennomgangen gjennom to og tre glass var gjerne oppgitt med en differanse på 1 kcal/m².h.°C, kanskje også mer. Dette er laboratorieverdier. Således oppgir *Eriksson* [4] «lämpliga värden på värmegenomgangstalet k vid beräkningar av värmeekonomien» til 2,9 for to og 1,9 for tre lag glass.

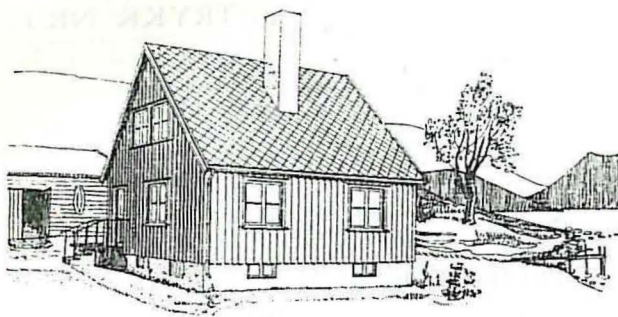
I en svensk undersøkelse, bl. a. over den økonomiske motiveringen for å bruke tre glass i stedet for to i vinduer, har *Bergvall og Dahlberg* [5] satt k-verdiene til 2,35 og 3,25 kcal/m².h.°C.

Helt nye finske forsøk, hvor varmetapet er målt i hus under virkelige forhold og hvor solinnstråling m. m. derfor har fått spille inn normalt, skal tyde på at et slik forsiktig valg av verdier er korrekt. Under virkelige forhold bør en kanskje regne med en differanse på 0,8 kcal/m².h.°C på de nominelle k-verdiene for to- og treglassvinduer.

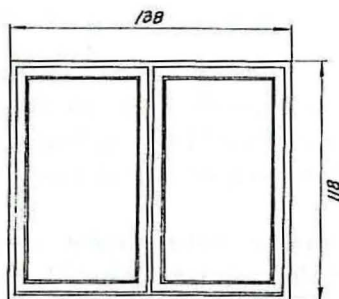
For de undersøkelsene som her er gjengitt, ble det derfor *valgt å sette de nominelle k-verdiene til 2,4 og 1,6 for vinduer med to og tre glass.*

Forholdet vegg — vindu

Den store forskjellen på varmegjennomgangen gjennom vegg- og vindusflate er blitt ytterligere markert i de senere årene, hvor det jevnt over er blitt atskillig bedre isolasjon i bjelkelag og yttervegger. Dette skjerpede forholdet kan lettest illustreres med et lite eksempel:



Boligdirektoratets typehus nr 207.

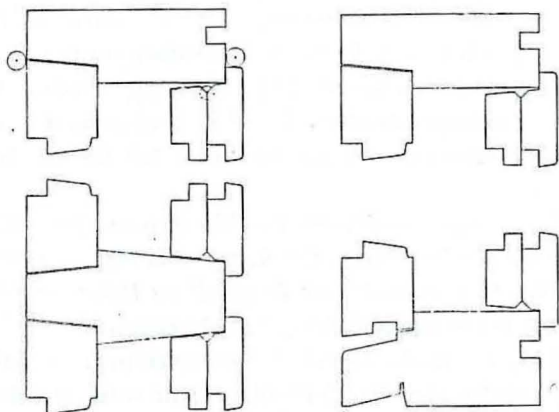


2 STK.

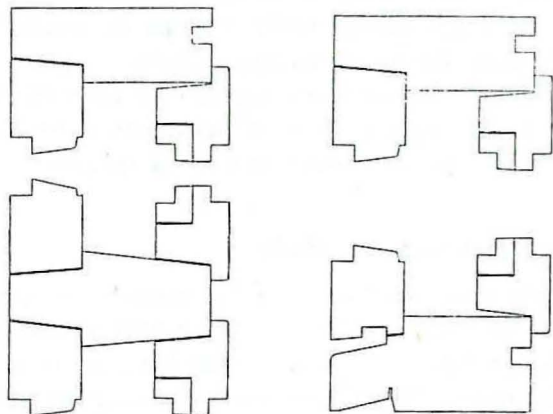
I UTADSLÅENDE MED INNADSL. DOBB. VAREVINDU

/ — " — " • KOBLET INN. — " —

Vinduet som ble lagt til grunn for sammenligningen.



Treglassvindu med utadslående vindu og innadslående koblet varevindu.



Treglassvindu med utadslående vindu og innadslående varevindu som er dobbelt. Innerrammen har en fals hvor det er satt inn en ekstraramme.

I virkeligheten varierer forholdet fra hus til hus, bl. a. etter hvor store vindusflatene er i forhold til de andre overflatene. Varmetapene varierer også fra sted til sted.

I dette eksemplet kan vi holde oss til et bestemt hus. Vi har valgt Boligdirektoratets typehus nr 207. Først tenker vi oss huset bygd i tradisjonelt bindingsverk med fire lag panel og fire lag papp i ytterveggene ($k = 0,8$). Brenselsforbruket vil da være 6—7 % høyere når huset har vanlige dobbeltvinduer enn når det har vinduer med tre glass. Vi tenker oss så det samme huset bygd med moderne veggkonstruksjoner, f. eks. med elastisk steinullmatte som isolasjon ($k = 0,3$) og med tilsvarende god utførelse av bjelkelagene. Huset vil da ha et brenselsforbruk som er 10—11 % høyere når det har vanlige dobbeltvinduer enn når det har vinduer med tre glass.

Selv med tre glass i vinduene vil varmetapet gjennom dører og vinduer være omtrent like stort som gjennom veggene ellers, når huset er bygd på denne siste måten.

Grunnlaget for lønnsomhetsberegningen

Når lønnsomheten av å bruke to eller tre glass i vinduene skal undersøkes, kan momenten som forholdet mellom glass og veggflate holdes utenfor og vinduet betraktes for seg. Undersøkelsene kan utføres som en sammenligning mellom de to vindustypene.

Vi valgte et bestemt, alminnelig toramsvindu av tre med midtpost til sammenligningen. Karmbredde var 138 cm og karmhøyden 118 cm. Vinduet med to glass var et vanlig utadslående vindu med innadslående varevindu etter Norsk Standard. Treglassvinduet var lagt nær opp til Norsk Standard og tegnet som utadslående vindu med innadslående koblet varevindu. En variant hadde varevindu med fals, hvor det var satt inn et ekstravindu. Se figurene.

Disse treglassvinduene kan lett bli utsatt for kondensasjon om vinteren, i og med at det ytterste luftrommet står i like lett forbindelse med romluften som ved vanlige dobbeltvinduer. For sammenligningens skyld er de imidlertid tilfredsstillende. De har også sin interesse i og med at vinduer av denne type allerede er noe i bruk.

Det ble regnet med vanlige beslag og utførelser som var nøyaktig spesifisert. Svenskelukkeren for treglassvinduet er en nyere og noe mindre type.

Varmetapet ble regnet for *vanlige oppholdsrom* med gjennomsnittstemperatur + 17°C. Brenselsprisen ble satt til 4 øre pr kWh eller 4,65 øre pr 1000 kcal ved 100 % utnyttelse av energien.

I en sammenligning av varmeforbruket ved en elektrisk oppvarmet og en oljefyrt boligblokk i Oslo oppgir *Hagen* [8] den gjennomsnittlige direkte energipris for disse bestemte blokkene for et normalår til henholdsvis ca 3,0 og ca 3,35 øre pr kWh. Oljeprisen var da satt til 0,25 kr pr l.

Varmetapet ble regnet for Røros med 6000 graddager, for Oslo med 3660 graddager og for Bergen med 3030 graddager.

	Vindu med 3 glass		Vindu m. to glass (Dobbeltvindu)
	Koblet varevindu	Dobbelt varevindu	
1. Snekkerarbeider (vindu med beslag).....	123.67	115.—	89.86
+ 5 % til byggmester	6.18	5.75	4.49
Antatt frakt	1.—	1.—	1.—
2. Tømmermanns- og blikkenslagerarbeider .	77.—	77.—	76.60
3. Glass og glassarbeider	56.75	56.75	40.15
4. Malerarbeider.	50.35	53.—	40.70
Anleggskostnader, sum i kr:.....	314.95	308.50	252.80

Tabell 1. Anleggskostnader for det valgte vindu.

Anleggskostnadene pr vindu

Det ble regnet som om det valgte vinduet var satt på plass i en bindingsverksvegg. Anleggskostnadene ble regnet ut etter prisene i april 1953. Resultatet er vist i *tabell 1*.

(Det er verd å merke seg at det koster nesten like mye å bygge et vanlig dobbeltvindu inn i veggen på tradisjonell måte som å kjøpe det på trevarefabrikken.)

Årskostnadene pr vindu

Valg av rentesats påvirker sluttresultatet i vesentlig grad. I beregningen av årskostnadene er renter og avdrag (annuiteten) satt til 5 % av anleggskostnadene. Forskjellen i anleggskostnader på to og treglassvinduer var ca 60 kr, og en annuitet på f. eks. 4 % ville derfor gi sluttresultater 0,60 kr mer til gunst for treglassvinduer. Omvendt vil en renteøkning gjøre treglassvinduer mindre fordelaktige.

Rentene regnet etter 3½ % og levetiden 70 år vil gi en annuitet på 3,85 %. Den valgte annuiteten på 5 % svarer til 4 % rente og vel 40 års avskrivningstid, eller til 4½ % rente og vel 50 års avskrivningstid.

Årskostnadene for det valgte vindu er vist i *tabell 2*.

Med en brenselpris på 4 øre pr kWh, dvs. 4,65 øre pr 1000 kcal, og med dagens priser (april

	Vindu med 3 glass		Vindu m. to glass (Dobbeltvindu)
	Koblet varevindu	Dobbelt varevindu	
1. Renter og avdrag: 5 % av anleggskostnadene	15.75	15.40	12.65
2. Vedlikehold: maling	3.55	3.60	3.05
ellers	1.—	1.—	0.75
Sum 1 + 2 i kroner ..	20.30	20.—	16.45
3. Brensel: — Røros	17.45	17.45	26.—
— Oslo	10.70	10.70	16.—
— Bergen	8.85	8.85	13.25
Årskostnad, sum i kr.: — Røros	37.75	37.45	42.45
— Oslo	31.—	30.70	32.45
— Bergen	29.15	28.85	29.70
Årskostnad dobbeltvindu ÷ årskostnad treglassvindu: — Røros	4.70	5.00	
— Oslo	1.45	1.75	
— Bergen	0.55	0.85	

Tabell 2. Årskostnader for det valgte vindu.

1953) på materialer og arbeid, får vi følgende årlige besparelse pr vindu når vi bruker den skiserte typen treglassvinduer i stedet for vanlige dobbeltvinduer: På Røros ca kr 5,—, i Oslo vel kr 1,50 og i Bergen vel kr 0,50. Vinduets karmål var 138 cm × 118 cm, og varmetapet var regnet som for et vanlig oppholdsrom med gjennomsnittstemperaturen + 17°C.

En vil med andre ord under de gitte forutsetninger ikke kunne redusere årskostnadene ved å velge treglassvinduer hvis brenselprisen er under 1,8 øre pr kWh på Røros, 2,8 øre pr kWh i Oslo og 3,5 øre pr kWh for Bergen.

Disse brenselprisene refererer seg naturligvis til allslags brensel selv om de er oppgitt i øre pr kWh og gjelder for 100 % utnyttelse av energien.

Nå er et vindu med tre glass mer arbeidsomt å pusse. Dette momentet er ikke tatt med i beregningene. Men det teller, når en skal vurdere om en vil ha treglassvinduer eller ikke. I den tid av året da varevinduene er inne, kan vinduene bli pusset kanskje fire ganger i mildere strøk av landet. Pr vindu betyr dette i gjennomsnitt kanskje en halv times ekstra arbeid pr år.

Besparelsene ved et mindre dimensjonert fyringsanlegg er heller ikke tatt med. Dette betyr ikke noe hvor det f. eks. fyres med vedovner, mens det har en viss betydning, f. eks. for sentralfyringsanlegg.

To eller tre glass?

For mange byggherrer betyr nettopp anleggs-kostnadene svært mye. Under byggetida må ut-legg som ikke er strengt nødvendige, kuttet bort. Selv om en byggherre vet, at tre glass i vinduene vil lønne seg på lang sikt, kan han av ren penge-mangel være nødt til å bygge med vanlige dobbelt-vinduer.

I kaldere strøk av landet burde treglassvinduer bli vanlige. De burde også bli brukt mer i Oslo-området, særlig når også andre grunner enn de rent økonomiske taler for det. Den som skal bygge, bør iallfall drøfte spørsmålet om to eller tre glass ut fra de forutsetningene som foreligger.

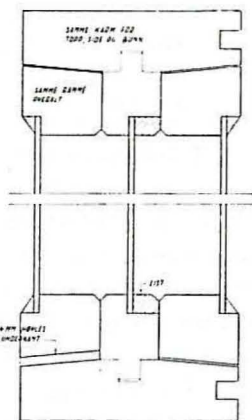
For å spare brensel er det i dag vanlig, mest ut over landet, å la rom stå ubrukt som vinteren. Folk har mindre glede av husene sine på denne måten. De klumper seg sammen på en brøkdel av

den plassen de egentlig har til rådighet. Bedre isolerte vinduer ville gjøre det rimeligere å ut-nytte husene bedre og kanskje føre til en bedring av folks boligvaner.

De konstruksjonene som er lagt til grunn for undersøkelsene, er ikke ment som endelige forslag til vinduer med tre glass. Det er en egen oppgave både å finne riktige konstruksjoner og egnet be-slag. F. eks. har arkitekt P. A. M. Mellbye tegnet et treglassvindu med det midtre glasset fast. En snekkerfabrikk har tilbudt seg å levere dette vin-duet betydelig billigere enn de typene vi har brukt i vår sammenligning. Ved Mellbyes konstruksjon unngår en kondensasjon på ytterglasset, men har til gjengjeld ulempene ved at ytterrammen må settes inn utenfra. Vinduet er derfor først og fremst beregnet på enetasjes hus.

Litteratur:

- [1] *Kreüger, H. og A. Eriksson.* Undersökningar rörande byggnadskonstruktioners värmeisoleringsförmåga. I. Sthm 1922. (Ingeniörsvetenskaps-akademien. Handlingar, 7).
- [2] — Undersökningar rörande byggnadskonstruktioners värmeisoleringsförmåga. II. Sthm 1924. (Ingeniörsvetenskaps-akademien. Handlingar 36).
- [3] *Heimbürger, G. og C- H. Kreüger.* Några fönsterproblem. Byggnadstidningen, 1942, nr 18, s. 239.
- [4] *Eriksson, A.* Byggnadsteknisk värmeekonomi. Sthm 1943. (Ingeniörsvetenskapsakademien. Handlingar, 167).
- [5] *Bergvall, L. og E. Dahlberg.* Värmeisolering och lufttätthet hos fönster. Byggnadstidningen 1944, nr 15, s. 272.
- [6] *Ruedy, R.* Heat loss through windows. A summary of available information. Publ. by National research council of Canada. Ottawa, u. å.
- [7] *American society of heating and ventilating engineers.* Heating, ventilating, air conditioning guide 1952. N. Y. 1952, s. 197.
- [8] *Hagen, H.* Varmeforbruk i boliger. Oslo 1953. (Norges byggforskningsinstitutt, Rapport 6).
- [9] *Kreüger, C- H.* Aktuella fönsterproblem. Byggnadsvärlden, 1953, nr 51, s. 557.



Treglassvindu med fast midtglass etter tegning av arkitekt P. A. M. Mellbye.

Summary

Three-pane windows

The question of whether or not three-pane windows are economically justifiable has been studied by the Norwegian Building Research Institute. Thermal loss has been assumed as 2,4 and 1,6 Kcal/m² hC° for windows with two and three panes, respectively. An introductory analysis of the heat loss from a small house shows the significance of better-insulated windows. The study thereafter concerns itself exclusively to the comparative costs

of a 138 x 118 cm (frame size) window. Costs of installation are shown in Table 1, annual costs in Table 2. On the given assumptions, the annual saving with a three- versus a two-pane window varies from N. kr. 0,50 to 5,00 (6 d. to 5 s.), dependent primarily on where in Norway the installation is made. In the colder sections of Norway the greater adoption of three-pane windows is justifiable.

OSLO 1954

Særtrykk av BYGG 1954, nr 1

I kommisjon: Johan Grundt Tanum Forlag

Aas & Wabls Boktrykkeri, Oslo