

Passiva hus i kallt klimat

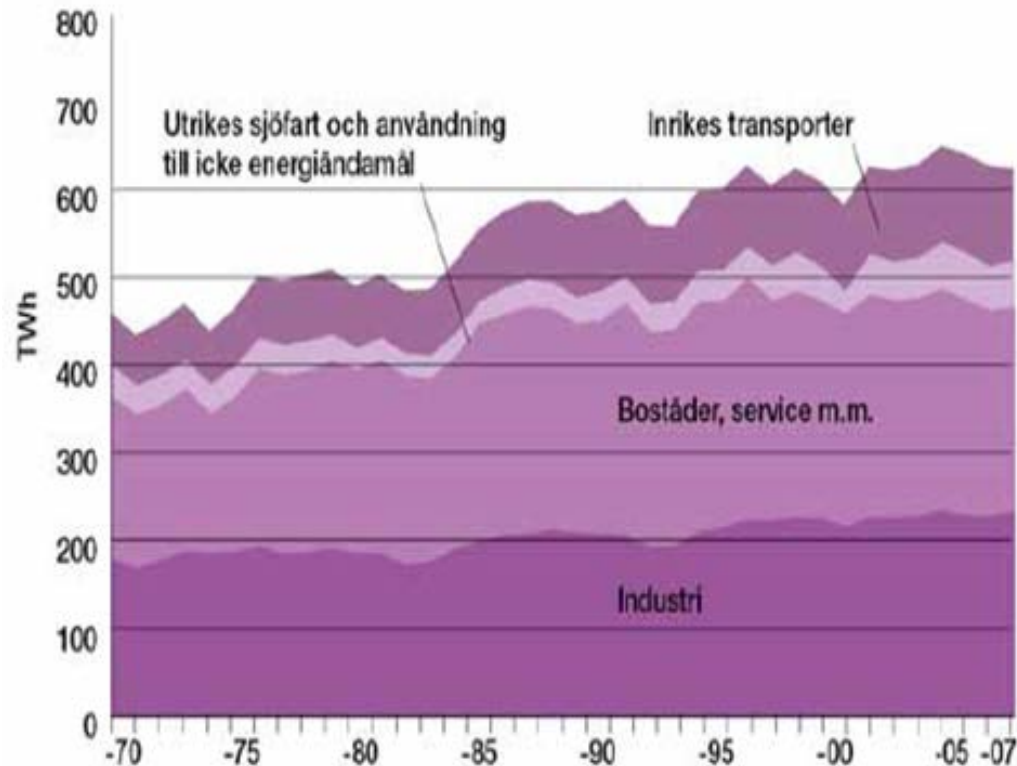
Kort historik och några undersökningar vid Umeå universitet

Thomas Olofsson

2013-01-14



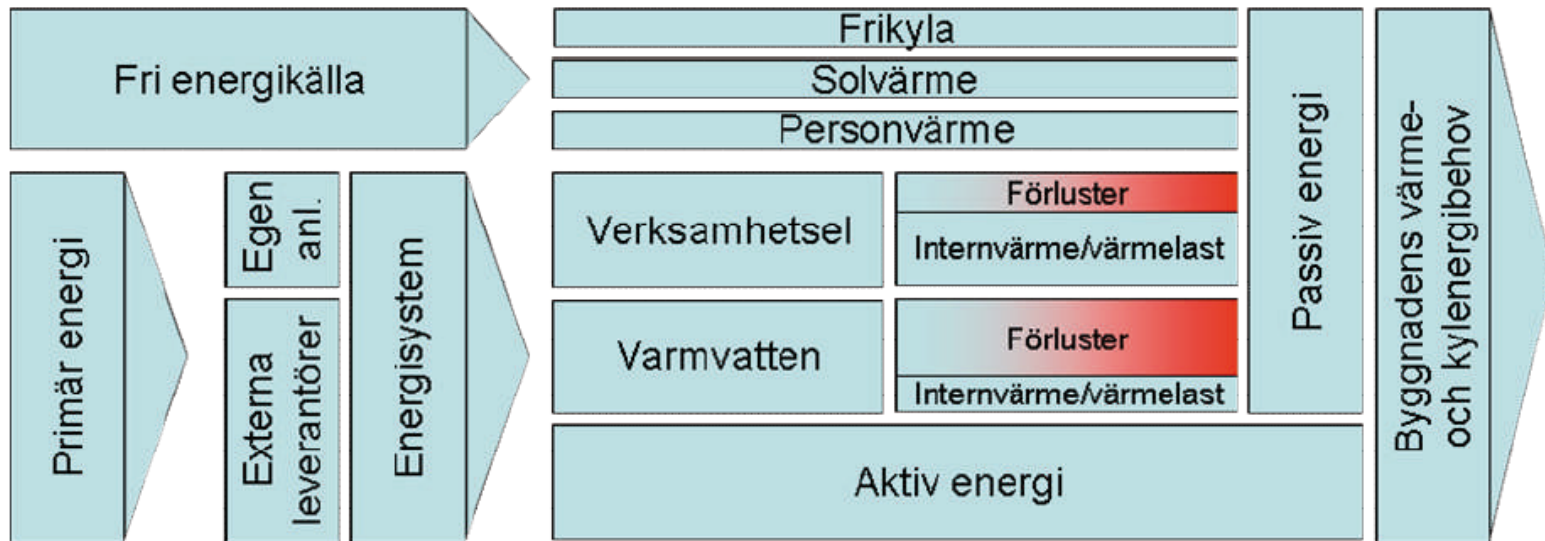
Lite energistatistik...



KÄLLA: SCB OCH ENERGIMYNDIGHETEN

} Byggnadernas andel av energi-användningen

Byggnadens energi



Källa: Erlandsson & Lindholm, 2009

Energibalansekvation

$$E_{fri} + E_{sol} + E_{pers} + n_{el}E_{el} + n_{vv}E_{vv} + E_{aktiv} = E_{passiv} + E_{aktiv} = E_{behov}$$

E = Energi

n = Verkningsgrad

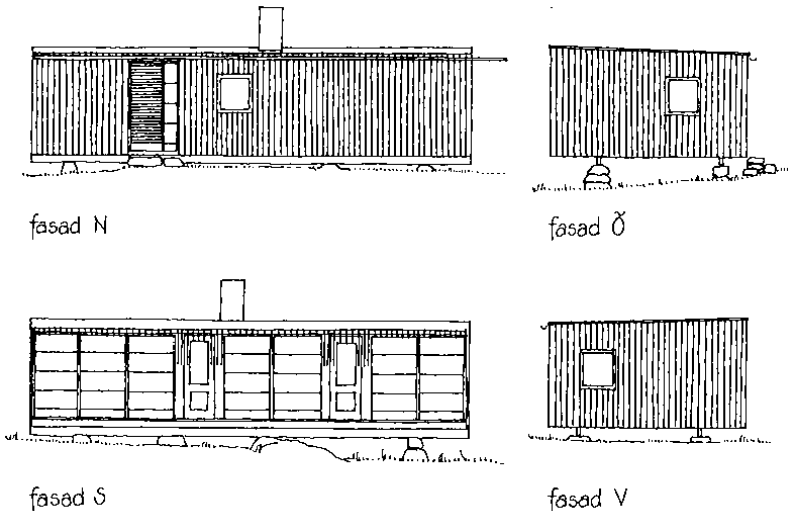
Tidig energieffektiv byggteknik i Sverige

- Disponentvillan i Yxhult, Lättbetonghus
- Arkitekt Ragnar Östberg, 1931
- Lättbetongen började tillverkas 1929
- Uppfinnare Axel Eriksson, KTH, avd. för byggnadsteknik



Källa: Y som är Yxhult, Örebro, 2008

Passiv solvärme under Suez-krisen



- Möja, Sommarhus, Stockholm
- Bengt Hidemark, 1957
- Inspiration för passiv solvärme av Gunnar Pleijel



<http://web.mit.edu/solardecathlon/solar4.html>

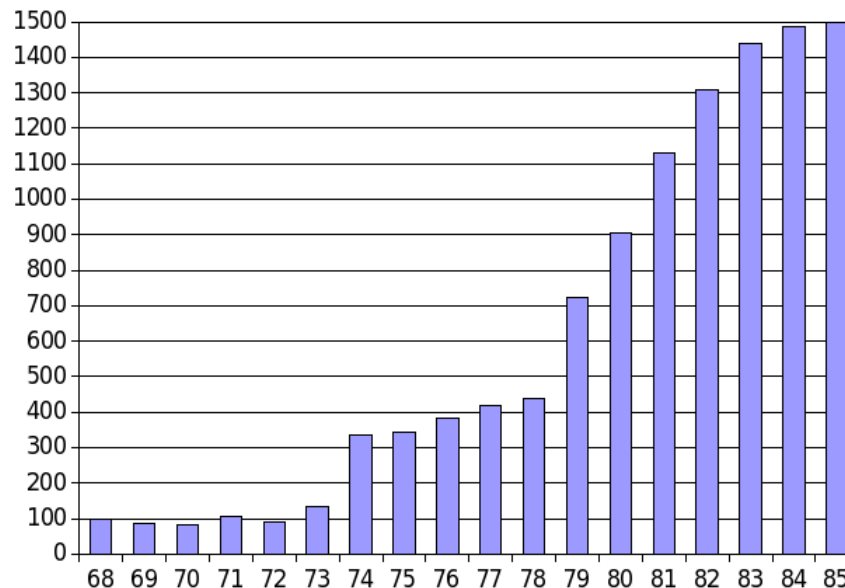
Källa: Sol Energi Form, Byggforskningsrådet 1986

- Solar IV, Enfamiljshus, 1959
- Lexington, MA, USA
- MIT
- Passiv solvärme

Energikrisen i mitten på 1970-talet

- Kraftigt ökade energipriser
 - OPEC-länderna införde oljeembargo
 - Lite regnvatten i norrlandsälvarnas vattenmagasin
- Regeringen införde i nov. 1973 bestämmelser och startade kampanjer för att minska energianvändningen

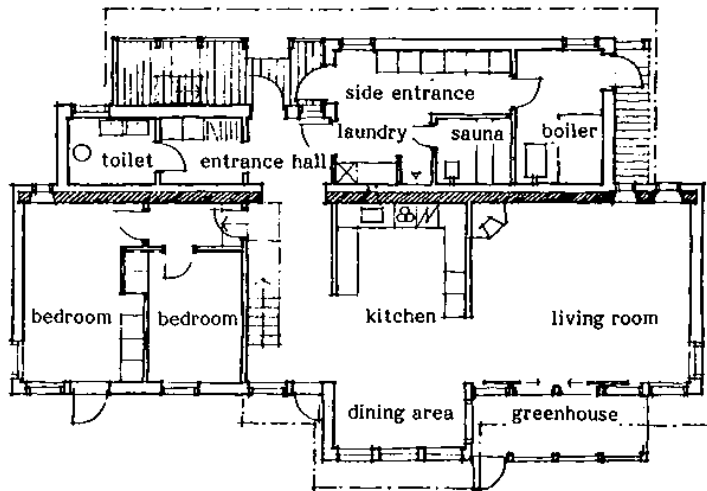
Importprisindex för petroleum 1968-1985



SCB, Statistiska Centralbyrån

Passiv solvärme efter energikrisen

- Färgelanda, Dalsland
- Arkitekt Hans Eek, 1978
- Enfamiljshus, Passiv solvärme
- Värmebehov 23 kWh/m²



Ground floor

Källa: Hans Eek, SBR 1987

Samtida uppfattning om passiva solvärmehus

- Måttlig merkostnad vid produktion
- Upp till 70% energibesparing
- Problem med övertemperaturer
- Med stigande energipris ansågs det "effektivare" att tilläggsisolera

Superisolerade hus, tidiga exempel



Källa: Energy efficient building, Danmark 2005

- Nul-energihusprojektet
- Technical University of Denmark, 1974
- Professor Vagn Korsgaard
- 300 mm minull i väggar, golv, tät konstruktion
- Värmeväxlare, Passiv solvärme
- Solfångare för varmvatten
- "Nästan" inget värmebehov

- Lo-Cal, Madison, USA, 1976
- Small House Council, University of Illinois
- U-värde 0,27 W/m²/K, Tät konstruktion
- Datorsimulerat, Fönster mot söder, VVX



Källa: Parker, Very low energy homes in the US..., 2009

Svenska välisolerade hus

- Smålands-Taberg, Jönköping
- Hidemark, Adamson, 1976-81
- Flerfamiljshus
- Välisolerade med glasade uterum
- Specifik energianvändning 131 kWh/m²,år



Källa: Maria Wall, LTH, 2003

Problem med tidiga superisolerade hus

- Tekniska problem
 - Svårt att få husen tillräckligt lufttäta
 - Fukt, Små luftflöden, Sjuka hus
 - Otäta värmeväxlare
 - Avancerade styr- och reglersystem (teknikjulgranar)
- Ej hänsyn till byggnadens energibalans, bl.a. vad gäller att minimera hushållselen

Dr. Wolfgang Feist och det första passivhuset

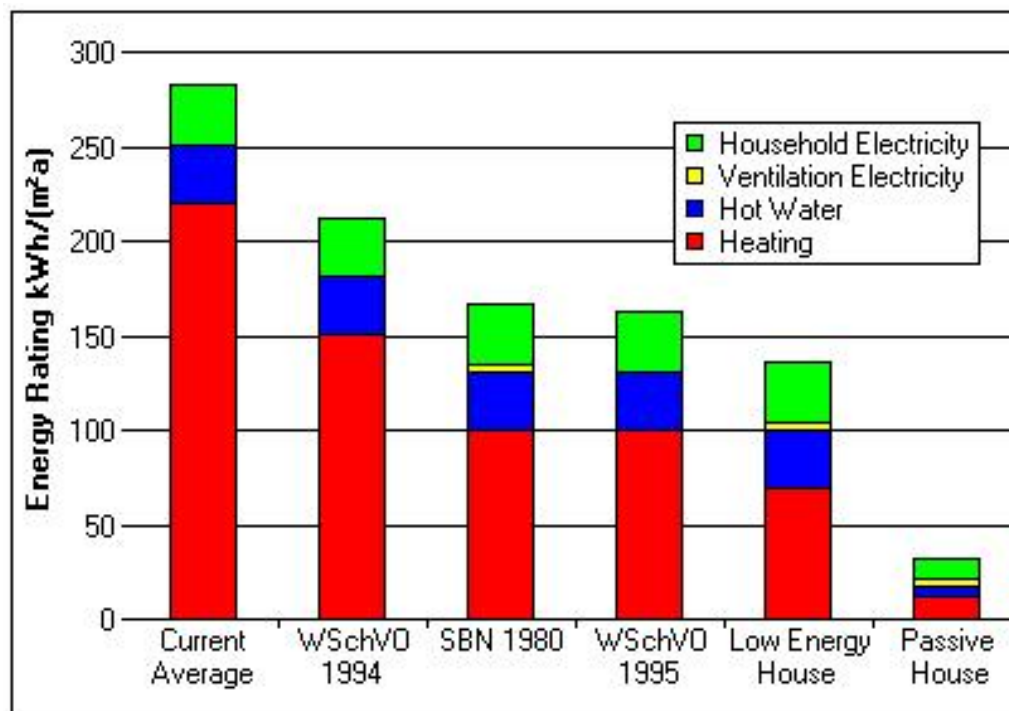
- Gästforskare 1987 hos Bo Adamson, LTH
- Bostadshus i Darmstadt, Tyskland, 1991
- Första passivhuset, minimalt aktivt värmebehov
- Välisolerat, Lufttätt, Värmeåtervinning
- Passivhaus Institut grundat 1996
 - Främjande av passivhus
 - Utfärdar certifiering enligt en frivillig teknisk standard



Källa www.passiv.de

Passivinstitutets standard i Tyskland

- Energikrav (15 kWh/m²,år)
- Värmeåtervinning, ventilation (80%)
- Solvärme eller värmepump för varmvatten
- Energieffektiva vitvaror mm
- Luftläckage (0,6 oms/h)
- Byggdelar (0,15 W/m²,K)
- Fönster (0,80 W/m²,K)



Källa www.passiv.de

Svenska passivhus

- Lindås, söder om Göteborg
- Arkitekt Hans Eek, 2001
- Radhus, 20 lägenheter, första svenska passivhuset
- Utvärderade av Maria Wall, LTH
- Värmebehov 35 kWh/m²,år
- Värmebehov inklusive hushållsel 68 kWh/m²,år



Källa www.passivhuscentrum.se

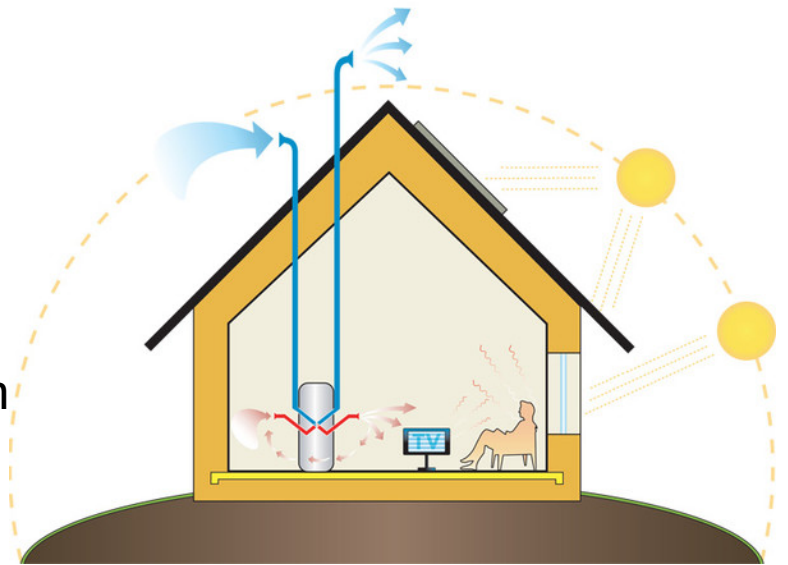
Passivhusstandard, Sverige ss 02 43 10

Utöver kraven i BBR, regelsamling för byggande gäller:

- Värmeeffekt flerbostadshus 10W/m^2 , friliggande 12W/m^2 (+4 W/m^2 i Norr)
- Energikrav: $45\text{ kWh/m}^2, \text{år}$ (söder) $55\text{ kWh/m}^2, \text{år}$ (norr)
- A-klass vitvaror, lågenergibelys, solvärt varmvatten, rekommenderas
- Luftläckage ($0,30\text{ l/s, m}^2$)
- Fönster, Dörrar ($0,90\text{ W/m}^2, \text{K}$)
- Golv, Tak, Väggar ($0,10\text{ W/m}^2, \text{K}$)
- Ljudklass B i sovrum

Kritik mot passivhus

- Elvärme för att värma luft och vatten således stort primärt energibehov
- Om solfångaren bidrag räknas bort kan energikravet bli $80\text{ kWh/m}^2, \text{år}$



Passivhus i Kiruna

Titel: *Passivhus norr om polcirkeln*
- *Passivhuslösningar i Kiruna*

(Examensarbete I byggt teknik, Daniel Söderlund,
Umeå universitet 2010)

Förutsättningar:

- Radhus i Kiruna med samma grundkonstruktion som Bläckhornen
- Fjärrvärme
- Golvvärme
- Simuleras med PHPP



Är det möjligt att bygga ett passivhus i kallt klimat? – Baserat på PHPP-simulering

Konstruktion

Resultat

Vägg	0,096 W/m ² K	Energibehov enligt årsmetoden	14,8 kWh/m ² ,år
Tak	0,080 W/m ² K	Energibehov enligt månadsmetoden	15,5 kWh/m ² ,år
Mark	0,105 W/m ² K	Effektbehov	9,9 W/m ²
Fönster	0,69 W/m ² K	Specifikt primärenergibehov	65 kWh/m ² ,år
		Övertemperaturfrekvens	0%
		Specifikt energibehov enli BBR	32 kWh/m ² ,år

Svar: JA det är teoretiskt möjligt!

Problem:

- Osäkra klimatdata för PHPP
- Lokala klimatet i Kiruna varierar
- Simuleringar i kallt klimat inte utvärderade
- Tekniken bör utvärderas

IEEB – Increasing Energy Efficiency in Buildings

Interregprojekt IVA/Nord

- Oulu University of Applied Science
- Norut i Narvik
- LTU
- Umeå univ

Doktrand Ingrid Allard i Umeå undersöker vi bl.a.

- Nordiska standarder och byggregler energieffektivitet och lufttäthet
- Jämför mätmetoder med fokus på skillnader mellan de nordiska länderna



National specifications for passive houses

		Sweden	Norway	Finland	
		Passivhus centrum	Standard Norge	VTT	RIL
Level of requirement	Regulation	-	X	-	-
	Specification	X	-	X	X
Requirement	U-values [W/m ² K]	x ^a	X	-	X
	Heat load [W/m ²]	X	-	-	-
	Space heating energy [kWh/m ²]	-	X	X	X
	Primary energy [kWh/m ²]	-	-	X	X
	Air tightness [h ⁻¹]	X	X	X	X
	Heat recovery in ventilation [%]	-	X	-	-
Area	Heated floor area, external	-	-	X	x ^b
	Heated floor area, internal ^c	x ^d	x ^e	-	-
Climate zones	None	-	x ^f	-	-
	Three	X	-	X	X
Included posts in net, delivered or total energy	Space heating	-	-	X	X
	Hot water	-	-	X	X
	Cooling	-	-	X	X
	Ventilation and auxiliary energy ^j	-	-	X	X
	Lighting	-	-	X	X
	Household electricity	-	-	X	X
Weighting factors used	None	-	x ^g	-	-
	National	X	-	-	-
	Primary	-	-	X	X

a Only for windows

b Spaces heated over 17° C

c Internal wall included

d Spaces heated over 10° C, including internal garage area

e All spaces with installed heating system

f Continuous climate scale

g Less than the total net energy minus half of the net energy for domestic hot water should come from fossil fuels or electricity



Gränslösa möjligheter



EUROPEISKA UNIONEN
Europeiska regionala
utvecklingsfonden

**INTERREG
IV/A/NORD**



Methods for energy performance evaluation

(M: measured, C: calculated, V: standard values or equations, S: survey)

		Sweden			Norway		Finland	Other
		Building code	Passive house	SVEBY	Building code	Passive house	Building code ^a	Energy Signature
Cover	Heat losses	x ^b	x ^c	-	x ^c	x ^c	-	x ^{cd}
	Heat load ^e	-	x	-	-	-	x	x
	Net energy	-	-	-	x	x	x	-
	Supplied energy	x	-	x	x ^f	x ^f	x	x
	Primary energy	-	-	-	x	x	-	-
	Energy from different energy carriers	-	-	-	x	x	-	-
	CO ₂ -emissions	-	-	-	x	x	-	-
	Energy cost	-	-	-	x	x	-	-
Methods	Monthly stationary method	x ^g	x	x	x ^d	x ^d	x	-
	Simplified hourly dynamic calculation	-	-	-	x	x	-	-
	Detailed dynamic simulation programs	x	-	-	x	x	-	-
Based on	Calculations	x ^h	x	-	x ^d	x ^d	x	-
	Measurements	x ⁱ	x ^d	x ^d	x ⁱ	x ⁱ	x	x
Calculated energy	Standard equations/values	x	-	-	x ^j	x ^j	x ^k	-
	Measured input values	-	x	-	x ^l	x ^l	x ^m	-
Measured energy	Energy production efficiency	-	-	-	V	V	V	-
	Correction for normal year	x ⁿ	-	x ^o	x ^p	x ^p	-	x
	Duration	1 year	-	2 years	3 years	3 years	-	10 periods ^q
	Solid fuels	C	-	C	-	-	C	-
	Exported energy	-	-	-	x ^r	x ^r	-	-
	Hot water	M ^s	M/C	C	-	-	M/C	M ^t
	Building electricity	-	x ^u	M ^v /V	-	-	M/V	-
	Household energy	M ^s	S/M	M ^v /V	-	-	-	-
	Electric heating	-	-	M	-	-	-	-
	Energy factors	-	-	-	x	x	-	-
	Internal loads account	x	-	-	-	-	x ^x	x
	Sun energy	-	x ^y	-	-	-	-	x
	Number of residents	-	S	-	-	-	-	-
	Indoor temperature	-	M/S	-	-	-	-	x
	Separating energy between buildings	-	-	M	-	-	-	-
Weather data	Local climate	x	x	-	-	x	x	-
	Capital climate	-	-	-	x	-	-	-

a 2010

b Presented as average heat transfer coefficient

c Presented as thermal heat loss coefficient

d Standard method

e Include space heating/cooling, hot water & electricity

f Weighted

g Degree days

h For new buildings

i For existing buildings

j For building code compliance

k If no measurements are available

l For predicting real energy

m Voluntary

n Degree days or energy index

o Degree days or energy signature

p According to NS-EN 15603

q At least 7 days long each

r Deductible

s Alternative

t Energy use during summer

u Recommendation

v If the energy amounts to more than 3 kWh/m²

x Only if significant

y Values from SMHI, measurements or data from the normal year



National regulations and specifications for air tightness

		Building codes					Passive houses			
		Sweden	Norway		Finland	Finland	Sweden	Norway	Finland	Finland
			Alt. 1	Alt. 2	2010	2012			VTT	RIL
Level of requirement	Standard	x	x	x	x	x	-	x	-	-
	Specification	-	-	-	-	-	x	-	x	x
Measured quantity	Air permeability, q_{50}	-				x	x			
	Air change rate, n_{50}	-	x	x	x			x	x	x
Requirement at 50 Pa pressure	Small buildings ^a	-	2,5 h ⁻¹	3 ^b h ⁻¹	4 h ⁻¹	4 m ³ /(hm ²)	0,3 l/sm ²	0,6 h ⁻¹	0.6 h ⁻¹	0.6 h ⁻¹
	Other buildings	-	1,5 h ⁻¹	3 ^b h ⁻¹	4 h ⁻¹	4 m ³ /(hm ²)	0,3 l/sm ²	0,6 h ⁻¹	0.6 h ⁻¹	0.6 h ⁻¹
Normalization	Volume	-	x	x	x			x	x	x
	Enclosing area ^c	-				x	x			
	Floor area	-								
Follow up		-	-	-	-	-	x	x	x ^d	x ^d



Projekt plan – fortsatta undersökningar

- Undersökningar av rekommendationer om energi och lufttäthetsmetoder kommer att fortsätta
- Vissa rekommendationer kommer att testas i praktiken och möjligheter till förbättringar/förenklingar ska undersökas
- Skillnaderna mellan de tre ländernas byggandsregler ska testas teoretiskt genom att använda de på ett antal referensbyggnader

Utveckling-Passivhus

- Generalisera passivhusregler
- Utveckla hur energin ska beaktas
- Både låg energianvändning och hög energieffektivitet
- Inte bygga hus som en standardkomponent utan integrera teknik-klimat-användare-arkitektonisk utformning
- Passivhusen i systemperspektiv
- Lära av äldre byggteknik