

Energi- och miljökrav på Lundafastigheters nya förskolor

Martin Einarsson
Linus Gustafsson

Avdelningen för installationsteknik
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet, 2011
Rapport TVIT--11/5020



Lunds Universitet

Lunds Universitet, med nio fakulteter samt ett antal forskningscentra och specialhögskolor, är Skandinaviens största enhet för forskning och högre utbildning. Huvuddelen av universitetet ligger i Lund, som har 100 400 invånare. En del forsknings- och utbildningsinstitutioner är dock belägna i Malmö, Helsingborg och Ljungbyhed. Lunds Universitet grundades 1666 och har idag totalt 6 000 anställda och 41 000 studerande som deltar i ett 90-tal utbildningsprogram och ca 1000 fristående kurser erbjudna av 88 institutioner.

Avdelningen för installationsteknik

Avdelningen för Installationsteknik tillhör institutionen för Bygg- och miljöteknologi på Lunds Tekniska Högskola, som utgör den tekniska fakulteten vid Lunds Universitet. Installationsteknik omfattar installationernas funktion vid påverkan av människor, verksamhet, byggnad och klimat. Forskningen har en systemanalytisk och metodutvecklande inriktning med syfte att utforma energieffektiva och funktionssäkra installationssystem och byggnader som ger bra inneklimat.

Nuvarande forskning innefattar bl a utveckling av metoder för utveckling av beräkningsmetoder för godtyckliga flödessystem, konvertering av direktvärmdda hus till alternativa värmesystem, vädring och ventilation i skolor, system för brandsäkerhet, alternativa sätt att förhindra rökspredning vid brand, installationernas belastning på yttre miljön, att betrakta byggnad och installationer som ett byggnadstekniskt system, analysera och beräkna inneklimatet i olika typer av byggnader, effekter av brukarnas beteende för energianvändning, reglering av golvvärmsystem, bestämning av luftflöden i byggnader med hjälp av spårgasmetod. Vi utvecklar även användbara projekteringsverktyg för energi och inomhusklimat, system för individuell energimätning i flerbostadshus samt olika analysverktyg för optimering av ventilationsanläggningar hos industrin.

Energi- och miljökrav på Lundafastigheters nya förskolor

Martin Einarsson
Linus Gustafsson

© Martin Einarsson och Linus Gustafsson

ISRN LUTVDG/TVIT--11/5020--SE(117)

Avdelningen för installationsteknik
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
22100 LUND

Förord

Detta examensarbete utgör den avslutande delen av civilingenjörsprogrammet Väg- och vattenbyggnad. Examensarbetet är utfört i samarbete med Lundafastigheter, Bengt Dahlgren i Malmö och avdelningen för installationsteknik vid Lunds Tekniska Högskola.

Tack till Carina Pålsson på Lundafastigheter för den hjälp hon har bistått med rörande information om förskolan Ormen Långe. Till sist vill vi rikta ett stort tack till våra handledare, Catarina Warfvinge vid Bengt Dahlgren och Birgitta Nordquist vid avdelningen för installationsteknik.



Martin Einarsson



Linus Gustafsson

Sammanfattning

- Titel:** Energi- och miljökrav på Lundafastigheters nya förskolor
- Författare:** Martin Einarsson och Linus Gustafsson
- Handledare:** Catarina Warfvinge, Bengt Dahlgren AB.
Birgitta Nordquist, Institutionen för Bygg- och miljöteknologi, Avdelningen för Installations- och klimatiseringslära, Lunds tekniska högskola.
- Problemställning:** Tekniska lösningar och komponenter kan väljas med utgångspunkten att få en låg byggkostnad men med följderna att energikostnaderna under byggnadens driftskede blir stora. En byggnad kan även byggas så att dess energianvändning blir väldigt låg under driftskedet men eventuellt med konsekvensen att byggkostnaderna blir så stora att besparingen i driftskedet aldrig hämtas hem. Vilka tekniska lösningar ska väljas för att nå en så låg kostnad som möjligt sett ur ett livscykelperspektiv?
Ett miljöklassningssystem sträcker sig längre än vad lagar och förordningar föreskriver. Hur står sig en nybyggd förskola till de krav som ställs i ett miljöklassningssystem och hur stora åtgärder krävs för att förbättra klassningen?
- Syfte:** Syftet med arbetet är att hjälpa Lundafastigheter utreda vilka tekniska lösningar som är mest lönsamma sett till en förskolas livscykel.
Ett annat syfte är att undersöka hur en befintlig förskola i Lundafastigheters bestånd bedöms enligt Miljöklassad Byggnad. Utifrån resultatet av bedömningen identifieras styrkor och brister. Med dessa som utgångspunkt ska förslag ges på hur Lundafastigheters framtida förskolor kan utformas för att erhålla ett bra betyg enligt Miljöklassad Byggnad.
- Metod:** Ormen Långe, en förskola ur Lundafastigheters bestånd används som referensobjekt. Förskolan ses som ett objekt som väl representerar hur Lundafastigheters förskolor projekteras och byggs idag. En modell av byggnaden skapas i energiberäkningsprogrammet VIP-

Energy. Med modellen som utgångspunkt testas hur olika tekniska lösningar påverkar energianvändningen. Kostnaden för de tekniska lösningarna bestäms och det kontrolleras om de är lönsamma ur ett livscykelkostnadsperspektiv.

Utöver energianalysen görs en bedömning av referensobjektet enligt miljöklassningssystemet Miljöklassad Byggnad. Miljöklassningen utförs genom beräkningar, simuleringar, mätningar och undersökningar.

Utifrån energianalysen och miljöklassningen ges förslag på hur framtida förskolor kan utformas för att bli mer kostnadseffektiva och ge en bättre brukarupplevelse.

Slutsats:

Undersökningen visar att det för referensobjektet varit ekonomiskt lönsamt att investera mer resurser vid projekterings- och byggskedet för att minska energikostnaderna i driftskedet. Författarna tror att stor vikt ska läggas vid projekteringen, energiberäkningar bör kopplas till LCC-beräkningar för att utreda vad som är optimalt att bygga.

En förskola byggd som Ormen Långe når BRONS i en miljöklassning enligt klassificeringssystemet Miljöklassad Byggnad. En förbättring från BRONS till GULD skulle kräva en väldigt medveten satsning på Miljöklassad Byggnad. Författarna gör istället bedömningen att SILVER är ett bättre alternativ. Ett SILVER har klart inte riktigt samma genomslagskraft som ett GULD men visar ändå på en tydlig ambition i att bygga bättre än vad lagar och regler förordnar.

Författarna är positiva till Miljöklassad Byggnad. Miljöklassningssystemet behandlar viktiga frågor och genom att genomföra en miljöklassning sätts extra fokus på dem. Detta kommer med stor sannolikhet innebära bättre byggnader och innemiljö för brukarna.

Nyckelord: Miljöklassad Byggnad, energianvändning, energiberäkning, miljöklassningssystem, inomhusmiljö.

Abstract

- Title:** Energy and environmental demands on Lundafastigheters new preschools.
- Authors:** Martin Einarsson and Linus Gustafsson
- Supervisors:** Catarina Warfvinge, Bengt Dahlgren AB.
Birgitta Nordquist, Department of Building & Environmental Technology, Division of Building Services, Lund University Faculty of Engineering, LTH
- Question:** In order to obtain a low construction cost, cheap technical solutions and components could be chosen but with large operation costs later on as a consequence. A building can also be built to have a low energy usage in the stage of operation but the savings might not cover the extra investments at stage of construction. Which technical solutions should be chosen to reach the lowest lifecycle cost?

An environmental classification system stretches further than laws and statutes. What class would a recently built school receive in an environmental classification and how great would the measures be in order to improve that class?
- Purpose:** The project's purpose is to help Lundafastigheter investigate which technical solutions have the lowest lifecycle cost.

Another intention is to study which class one of Lundafastigheter's existing buildings would get according to the environmental classification system Miljöklassad Byggnad. The result should be evaluated to identify strengths and weaknesses. Suggestions shall be given for how Lundafastigheter's future preschools should be built to receive a higher class.
- Method:** The preschool Ormen Långe is used as a reference object. The building is seen as an object that well represents how Lundafastigheters preschools are built today. A model of the building is established in the program VIP-Energy. The model is then used to test how different technical solutions affect the building's

used energy. The costs for each technical solution are determined to see if it's profitable from a lifecycle cost perspective.

In addition to the analysis of lifecycle costs, the reference object is also classified according to the environmental classification system Miljöklassad Byggnad. The classification is done through calculations, simulations, measurements and researches.

The energy analyze and environmental classification leads to suggestions for how future preschools can be projected to be more cost effective and give a better experience to the users of the buildings.

Conclusion:

Results show that it would have been cost effective to make larger investments in the stage of projection and production for the reference object to decrease energy costs in stage of operation. The authors believe that the projection should be done properly, energy calculations and lifecycle costs should be done in association to determine what's optimal to build.

Ormen Långe obtains BRONS in an environmental classification according to Miljöklassad Byggnad. A conscious effort would be needed to improve the class from BRONS to GULD. The authors sees instead SILVER as a better option for Lundafastigheter. SILVER is not as good as GULD but it still shows on an ambition to build better than laws and statutes ordains.

The authors are positive about Miljöklassad Byggnad. The assessment method deals with important issues and by doing an environmental classification extra focus are put on them. This will most likely lead to better buildings and an improved environment for the users of the buildings.

Keywords:

Miljöklassad Byggnad, energy usage, energy calculations, environmental calssification, indoor environment

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Problemställning	2
1.3	Syfte	2
2	Metod.....	3
2.1	Tillvägagångssätt	3
2.2	Använda beräkningsverktyg	3
3	Modell av referensobjekt i VIP-Energy	7
3.1	Beskrivning av referensobjekt	7
3.2	VIP-Energy	8
3.3	Energibalans.....	9
3.4	Ormen Långe i VIP-Energy	13
3.5	Driftstatistik från Ormen Långe	15
3.6	Anpassning av energimodell till Ormen Långe	15
4	Optimering	17
4.1	Ytterväggar	17
4.2	Täthet	19
4.3	Fönster.....	20
4.4	Isolering tak	20
4.5	Alla åtgärder sammansatt.....	21
5	Miljöklassad Byggnad.....	23
5.1	Bygga-bo-dialogen.....	23
5.2	Miljöklassningssystemets uppbyggnad	24
6	Miljöklassning av Ormen Långe.....	27
6.1	Energianvändning	27
6.2	Energibehov vinter.....	33
6.3	Energibehov sommar	34
6.4	Energislag	38
6.5	Ljudmiljö.....	41
6.6	Luftkvalitet - radon	45
6.7	Luftkvalitet – ventilation.....	48

6.8	Luftkvalitet - trafikföroreningar.....	51
6.9	Fuktsäkerhet.....	54
6.10	Termiskt klimat vinter.....	64
6.11	Termiskt klimat sommar.....	67
6.12	Dagsljus.....	71
6.13	Risk för legionella.....	73
6.14	Dokumentation av byggvaror.....	76
6.15	Utfasning av ämnen med farliga egenskaper.....	77
6.16	Samlad bedömning av Ormen Långe.....	81
7	Förslag för bättre klassning.....	83
7.1	Energianvändning.....	83
7.2	Energibehov vinter.....	84
7.3	Energibehov sommar.....	85
7.4	Energislag.....	85
7.5	Ljudmiljö.....	86
7.6	Luftkvalitet - radon.....	86
7.7	Luftkvalitet - ventilation.....	87
7.8	Luftkvalitet – trafikföroreningar.....	87
7.9	Fuktsäkerhet.....	88
7.10	Termiskt klimat vinter.....	88
7.11	Termiskt klimat sommar.....	89
7.12	Dagsljus.....	89
7.13	Risk för legionella.....	90
7.14	Loggbok.....	90
7.15	Utfasning av ämnen med farliga egenskaper.....	91
7.16	Slutresultat av författarnas rekommendationer.....	91
8	Slutsats.....	93
	Referenser.....	95
	Bilaga 1 Beräkning av värmeförlusttal.....	101
	Bilaga 2 PM markradonundersökning.....	103
	Bilaga 3 Beräkning av RF under golvmatta.....	104
	Bilaga 4 Beräkning av ytemperatur.....	105

Bilaga 5 Beräkning av dagsljusfaktor	106
--	-----

1 Inledning

1.1 Bakgrund

De senaste åren har frågan om den globala uppvärmningen och utsläppen av växthusgaser varit högt upp på dagordningen. EU har som ett led i sitt arbete med klimatfrågan antagit det så kallade 20-20-20-målet. Målet innebär att till år 2020 ska utsläppen av växthusgaser vara 20 % lägre än 1990 års nivå, 20 % av energin ska komma från förnybara källor och en energieffektivisering på 20 % ska åstadkommas. Målen är gemensamma för hela EU därefter har respektive medlemsland fått egna mål utifrån sina förutsättningar. För Sverige har det resulterat i att riksdagen beslutat om att 50 % av energianvändningen ska komma från förnybara källor. I fråga om energieffektivisering har Sverige som ambition att spara 20 % till 2020. Vidare ska utsläppen av växthusgaser minska med 40 % i förhållande till 1990 års utsläppsnivåer.¹

Bostäder och service står för 36 % av Sveriges totala energianvändning varav bostäder och lokaler utgör 86 % av sektorn.² Energianvändningen kopplad till lokaler och bostäder utgör därmed en viktig del i strävan att nå de uppsatta målen.

En minskad energianvändning är inte bara intressant ur miljösynpunkt utan innebär även lägre driftkostnader för fastighetsägare. Energisnålt byggande och energieffektiviseringar kan därför, förutom att leda till minskad miljöpåverkan, fungera som ekonomiska incitament.

Ett miljöarbete kopplat till byggbranschen handlar om mer än energifrågor. Av intresse är även att skapa en god inomhusmiljö. Vi tillbringar omkring 90 % av vår tid inomhus och det blir då viktigt att säkerställa att vi inte utsätts för ohälsa. Risk för ohälsa kan uppstå på flera vis: via skadliga legionellabakterier i tappvattnet, från radioaktivt radon i marken eller genom att skadliga material och ämnen byggs in i byggnaden. Historiskt har farliga ämnen använts vid byggande, som exempelvis asbest. Genom att dokumentera vilka produkter som används och vad de innehåller hoppas man minska risken för framtida misstag.

Förutom friska hus önskar vi en inomhusmiljö som vi trivs och kan arbeta i. Detta ställer bland annat krav på luftkvalitet, temperaturer, ljudmiljö och tillgång till dagsljus. Dessa faktorer påverkar vår komfort och prestationsförmåga.

Ovanstående frågor regleras i mångt och mycket genom lagstiftning men i takt med att miljöfrågor har blivit ett sätt att profilera sig på har olika miljöklassningssystem växt fram där man genom frivilliga åtaganden sträcker sig längre än lagstiftningen.

¹ Energimyndigheten. (2009). *Energiläget 2009*. Eskilstuna.

² Ibid.

LEED och BREEAM är exempel på internationella klassningssystem och Miljöklassad Byggnad är ett system som är framtaget nationellt i Sverige.

Lundafastigheter har uttryckt ett intresse för energi- och miljöfrågor och för miljöklassningssystemet Miljöklassad Byggnad. De önskar därför ha utrett hur de kan förändra sitt sätt att, med avseende på ovanstående frågor, projektera framtida byggnader.

1.2 Problemställning

En byggnad kan projekteras och byggas på många olika vis. Tekniska lösningar och komponenter kan väljas med utgångspunkten att få en låg byggkostnad men med följderna att energikostnaderna under byggnadens driftskede blir stora. En byggnad kan även byggas så att dess energianvändning blir väldigt låg under driftskedet men eventuellt med konsekvensen att byggkostnaderna blir så stora att besparingen i driftskedet aldrig hämtas hem. Någonstans finns en brytpunkt för vad som är mest ekonomiskt lönsamt sett ur byggnadens hela livscykel. Vilka tekniska lösningar ska väljas för att nå en så låg kostnad som möjligt sett ur ett livscykelperspektiv?

En byggnad är avsedd för brukarna. Det är därför viktigt med en god inomhusmiljö där brukarna känner sig komfortabla och ej riskerar att utsättas för ohälsa. Genom lagar och förordningar ställs vissa grundkrav som måste följas. Utöver dessa krav kan beställaren genom frivilliga åtaganden förbättra inomhusmiljön ytterligare. Ett sätt att göra detta kan vara att utgå från ett miljöklassningssystem vid projekteringen. Hur står sig en nybyggd förskola till de krav som ställs i miljöklassningssystemet Miljöklassad Byggnad och vilka åtgärder krävs för att förbättra klassningen?

1.3 Syfte

Syftet med arbetet är att hjälpa Lundafastigheter utreda vilka tekniska lösningar som är mest lönsamma sett till en förskolas livscykel.

Ett annat syfte är att undersöka hur en befintlig förskola i Lundafastigheters bestånd bedöms enligt Miljöklassad Byggnad. Utifrån resultatet av bedömningen identifieras styrkor och brister. Med dessa som utgångspunkt ges förslag på hur Lundafastigheters framtida förskolor kan utformas för att erhålla ett bra betyg enligt Miljöklassad Byggnad.

2 Metod

2.1 Tillvägagångssätt

Ormen Långe, en förskola ur Lundafastigheters bestånd används som referensobjekt. Den stod färdig under slutet av 2008 och ses som en byggnad som väl representerar hur Lundafastigheters förskolor projekteras och byggs idag.

Utifrån bygghandlingar skapas en modell av Ormen Långe i energiberäkningsprogrammet VIP-Energy. Genom handpåläggning justeras modellen för att överensstämma med verklig energianvändning som erhålls från driftstatistik. Med utgångspunkt i den färdiga modellen undersöks hur olika tekniska lösningar påverkar energianvändningen.

Kostnaden för de tekniska lösningarna bestäms. Tillsammans med uppgifterna om hur energianvändningen påverkas kontrolleras om lösningen är lönsam ur ett livscykelerspektiv.

Utöver energianalysen görs en bedömning av referensobjektet enligt miljöklassningssystemet Miljöklassad Byggnad. Miljöklassningen innefattar olika ämnesområden inom energi, inomhusmiljö och material och farliga ämnen. Klassningen utförs genom beräkningar, simuleringar, mätningar och fältundersökningar. Till varje ämnesområde genomförs även en litteraturstudie. Referensobjektet klassas på två sätt, som befintlig byggnad och som nyprojekterad byggnad.

Utifrån energianalysen och miljöklassningen ges förslag på hur framtida förskolor kan utformas för att bli mer kostnadseffektiva och ge en bättre brukarupplevelse.

2.2 Använda beräkningsverktyg

2.2.1 HEAT2

HEAT2 är ett program som kan användas för att beräkna köldbryggor. Vid sina beräkningar utgår programmet från den partiella differentialekvationen för värmeledning i två dimensioner:

$$\frac{\lambda}{\rho \cdot c} \left(\frac{d^2T}{dx^2} + \frac{d^2T}{dy^2} \right) = \frac{dT}{dt}$$

T = temperatur, K

x, y = längdkoordinater, m

t = tid, s

λ = värmeledningsförmåga, W/m, K

ρ = densitet, kg/m³

c = specifik värmekapacitet, J/kg, K

Genom att det i HEAT2 studerade objektet delas in i många små element där energiförändringen i varje element beräknas iterativt i små tidssteg löses ekvationen. Ju mindre tidssteg och element som används desto noggrannare blir beräkningen.³

2.2.2 VIP-Energy

VIP-Energy är ett program för att beräkna energianvändning i byggnader. Se vidare i avsnitt 3.2.

2.2.3 TeknoSim

TeknoSim används för att simulera inomhusklimatet i en byggnad. Med hjälp av ett bibliotek med byggdelar sätts en modell av ett rum ihop. Programmet beräknar effektbehov, temperaturer, och förväntad andel missnöjda personer med givet klimat så kallat PPD-index. TeknoSim kan även redovisa varaktigheter av övertemperaturer det vill säga hur ofta en viss given temperatur överskrids.⁴

2.2.4 ProClimWeb

ProClimWeb används för att simulera värmebalansen i ett rum.⁵ Utifrån balansen beräknas medeltemperaturen i rumsluften och den operativa temperaturen.⁶

2.2.5 ParaSol

ParaSol beräknar solfaktorn för ett system med fönster och olika typer av solavskärmning. För att bygga en modell av aktuellt rum används programmets bibliotek som innehåller olika typer av fönster och utrustning för solavskärmning. Vid beräkning tas hänsyn till byggnadens geografiska placering och åt vilket väderstreck det aktuella rummet är riktat.

2.2.6 Beräkning av LCC

För att se vad en byggnadsdel kostar under hela sin livstid beräknas LCC. Kostnaderna uppstår vid investering och drift. För att omvandla framtida driftkostnader till dagens värde används en nusummefaktor som beräknas enligt ekvationen nedan.⁷

³ Blomberg, Thomas. (2000). *HEAT2. A PC-program for heat transfer in two dimensions. Manual with brief theory and examples. Version 5.0.* Tillgänglig:

<http://www.buildingphysics.com/manuals/HEAT2_5.pdf>. (Läst 2010-11-21)

⁴ Lindab. (2009). *TEKNOsim. Klimatsimulering.* Tillgänglig: <

http://www.lindab.com/itcenter/IT-Center/LindabWebProducts/pdf/comfort/se/vatten/19_TEKNOsim_SE_WEB.pdf>. (Läst 2010-10-01)

⁵ Swegon. *ProClim Web.* Tillgänglig:

<<http://www.swegon.com/sv/Resurser/Programvaror/ProClim-Web/#>>. (Läst 2010-11-21)

⁶ Swegon. *Hjälp till ProClim Web.* Tillgänglig:

<<http://195.178.172.109/ProClimWeb1.14/swedish/help/ProClimWeb.htm>>. (Läst 2010-11-21)

⁷ Jernkontoret. (2007). *Livscykelkostnad.* Tillgänglig:

<<http://energihandbok.se/x/a/i/10246/Livscykelkostnad.html>>. (Läst 2010-12-07)

$$\text{Nusumme faktor} = \frac{1 - (1 + 0,01 \cdot r_k)^{-n}}{0,01 \cdot r_k}$$

r_k = kalkylräntan i procent

n = livslängd i år

Om energipriserna, som ingår i driftkostnaderna, antas öka med en viss procentsats per år minskas kalkylräntan med motsvarande procentsats.⁸

2.2.7 Beräkning av dagsljusfaktor

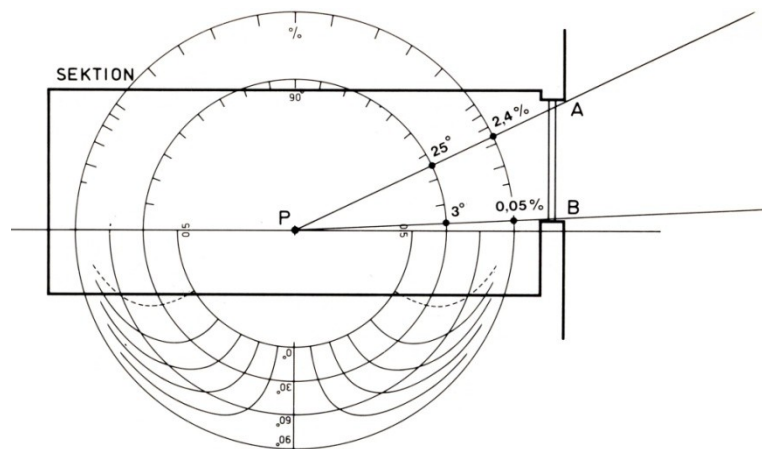
Vid beräkning av dagsljusfaktor används den metod som beskrivs av Löfberg i boken *Räkna med dagsljus*. Dagsljusfaktorn anger förhållandet mellan ljusstyrkan i en viss punkt inomhus och ljusstyrkan utomhus vid mulen himmel. Ljuset kan nå en punkt inomhus antingen direkt eller via reflektion på ytor i och utanför rummet. De tre komponenterna summeras och dagsljusfaktorn erhålls enligt ekvationen nedan.⁹

dagsljusfaktor =

himmelskomponent + utereflekterad komponent + innereflekterad komponent

Himmelskomponent (HK)

Himmelskomponenten är den andel ljus som strålar direkt från himlen och in på punkten i rummet. En dagsljusgradskiva används som verktyg vid beräkning av HK. Dagsljusgradskivornas utformning varierar med fönstrets uppbyggnad och dess lutning mot horisontalplanet. Figur 2.1 visar beräkning av HK för ett oändligt brett fönster, komponenten reduceras därefter med hänsyn till fönstrets verkliga bredd.¹⁰



Figur 2.1 Sektion med dagsljusgradskiva.

⁸ Ibid.

⁹ Löfberg, Hans Allan. (1987). *Räkna med dagsljus*. Statens institut för byggnadsforskning.

Gävle

¹⁰ Ibid.

Utereflekterad komponent (URK)

Den utereflekterade komponenten är det ljus som når den studerade punkten via reflektioner på vertikala ytor utanför rummet. Även vid bestämning av URK används en dagsljusgradskiva. Mängden ljus som reflekteras från en vertikal yta beror på ytskiktets utseende.¹¹

Innereflekterad komponent (IRK)

Den innereflekterade komponenten består av det ljus som når den studerade punkten via reflektion inne i rummet. IRK bestäms med hjälp av tabeller, dessa tabeller baseras på formler som beräknar den mängd ljus som når punkten efter upprepade reflektioner.¹²

¹¹ Ibid.

¹² Ibid.

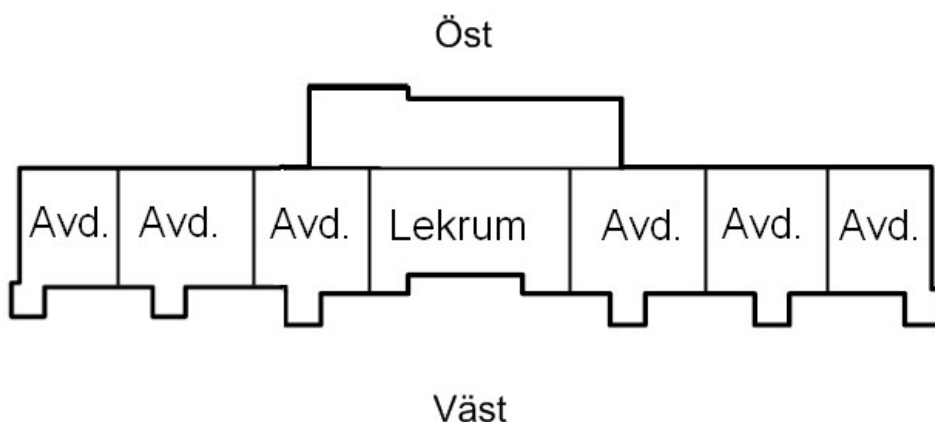
3 Modell av referensobjekt i VIP-Energy

3.1 Beskrivning av referensobjekt

Ormen Långe är en kombiskola belägen i östra Lund som stod klar hösten 2008. Kombiskola innebär att både förskole- och grundskoleverksamhet ska kunna bedrivas där. I dagsläget fungerar den endast som förskola och kommer i rapporten fortsättningsvis att beskrivas som en sådan.

Förskolan är uppdelad på sex stycken avdelningar. Varje avdelning hyser omkring 16 barn fördelade på en personalstyrka om tre personer. Verksamhet bedrivs vardagar klockan 7-17.

Byggnaden är i ett plan, undantaget installationsutrymmet som befinner sig i vindsplan. Varje avdelning har allrum, tvätttrum, wc och pentry. Tillhörande varje avdelning finns också ett litet lektrum som har en mycket stor fönsterarea. Ormen Långe har också en rad gemensamma utrymmen såsom lektrum, verkstad, ateljé, kök och personalrum. På fastigheten finns även ytor för uteverksamhet. Figur 3.1 visar översiktsbild av Ormen Långe där de utstickande delarna på västra fasaden är de små lekrummen med stor fönsterarea. Bild 3.1 visar ett sådant rum utifrån.



Figur 3.1 Översiktsbild av Ormen Långe, de sex avdelningarna och ett gemensamt lektrum är markerade.



Bild 3.1 Bild på ett litet lekrum utifrån.

Skolan är långsmal i sin utformning och mäter cirka 90 x 12 meter. Grunden är byggd som en platta på mark med underliggande isolering. Ytterväggarna utgörs av en träregelstomme med en utvändigt skalmur av tegel; isoleringens tjocklek uppgår till 190 mm. Fönstren ska enligt rambeskrivningen ha ett U-värde om max $1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$. Taket är isolerat med 400 mm isolering.

Ventilationen i Ormen Långe sköts av ett FTX-system. Luftbehandlingsaggregatet finns i installationsutrymme över plan ett och här sitter även värmeväxlaren samt till- och frånluftsfläktar. Ett värmebatteri värmer tilluften då återvunnen värme från värmeväxlaren inte räcker till. Frånluftsfläktar återfinns även i respektive avdelnings pentry, i det gemensamma köket samt i personalrummet. Värmesystemet är ett radiatorsystem där radiatorerna är placerade under fönstren. Förskolan är kopplad till fjärrvärmenätet. Ormen Långe har inga installationer för aktiv kylning av byggnaden.

3.2 VIP-Energy

VIP-Energy är ett energiberäkningsprogram för byggnader utvecklat av Structural Design Software in Europe AB. Programmet matas med indata om klimatskal, värme- och ventilationssystem och internlast för att skapa en beräkningsmodell av en byggnad. Till modellen kopplas klimatdata för byggnadens geografiska placering. Klimatdatan består av lufttemperatur, solinstrålning, vindstyrka och vindriktning samt luftfuktighet för ett medelår. Med den tillgängliga datan beräknar VIP-Energy energiflödet genom att en energibalans ställs upp. Det hela sker i en dynamisk beräkningsmodell i vilken energibalansberäkningen upprepas timme för timme. På så

sätt kan energianvändningen för ett år beräknas.¹³ Mer om energibalans och vilka flöden som ingår återfinns i nästföljande avsnitt.

3.3 Energibalans

En byggnad har många olika in- och utflöden av energi. När tillskottet är lika stort som förlusterna befinner sig byggnaden i balans och inomhustemperaturen är då konstant. Vid ett överskott av energi stiger temperaturen och det uppstår ett kylbehov som kan avhjälpas med ett komfortkylsystem eller genom vädring. Då utflödet är större än tillskottet sjunker temperaturen. I en byggnad önskas en viss temperatur, oftast tillåts dock en viss avvikelse uppåt eller neråt och energiflödena kan då vara i obalans under kortare tidsperioder.

Inflödet av energi till en byggnad består av värmesystem, uppvärmning av tappvarmvatten samt gratisenergi från solinstrålning och internlast. Förlusterna härstammar till största delen från transmission genom klimatskalet och från ventilationen. Förluster sker även via spillvattnet. Då det råder balans mellan in- och utflöden enligt ekvationen nedan är temperaturen i byggnaden konstant.

$$P_{in} = P_{ut} [W]$$

3.3.1 Transmissionsförluster

Temperaturdifferenser mellan ut- och insidan av klimatskalet leder till ett värmefflöde från den varma till den kalla sidan. Transmission sker genom ledning, konvektion och strålning. Transmissionsförlusterna är proportionella mot temperaturdifferensen vilket syns i ekvationen nedan. Varje byggnadsdel beräknas för sig och summeras därefter.

$$P_{transmission} = \sum_{i=1}^n U_i \cdot A_i \cdot (T_{inne} - T_{ute}) [W]^{14}$$

U_i = respektive byggnadsdels U – värde, $W/m^2, ^\circ C$

A_i = respektive byggnadsdels area, m^2

T_{inne} = temperatur inomhus, $^\circ C$

T_{ute} = temperatur utomhus, $^\circ C$

En stor del av värmeförlusterna genom klimatskalet sker via köldbryggor. I en homogen skiva med samma tjocklek överallt är värmefflödet jämnt spridat över hela skivan. Om ett material med sämre värmeisoleringsförmåga bryter igenom skivan ökar värmefflödet i denna punkt och en köldbrygga uppstår. Exempel på köldbryggor är stålpelare i en yttervägg eller en utkragande balkongplatta.¹⁵

Köldbryggor leder till ökade värmeförluster men kan också medföra andra olägenheter. En lokal sänkning av ytttemperaturen kan leda till obehag i inneklimatet

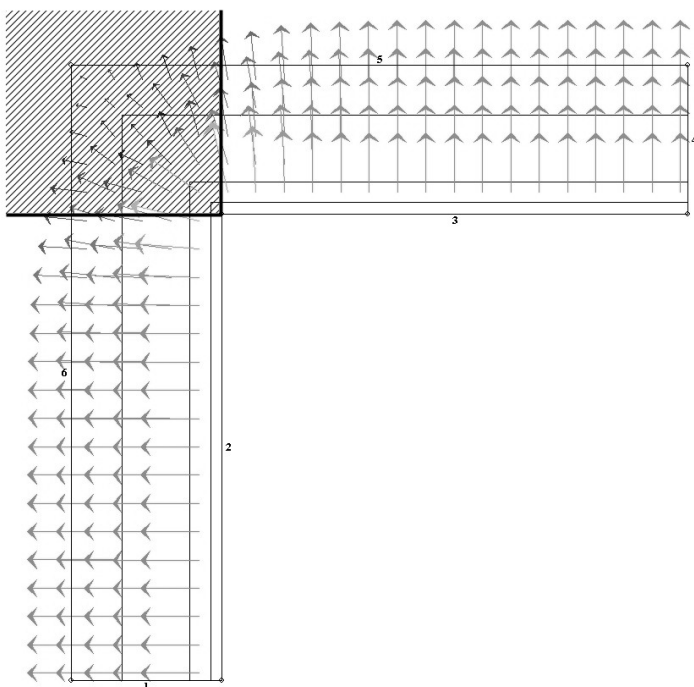
¹³ Structural Design Software. (2009). *VIP-Energy. Manual version 1.0.0. Svensk.*

¹⁴ Warfvinge, Catarina. (2003). *Installationsteknik AK för V.* LTH. Lund.

¹⁵ Sandin, Kenneth. (1996). *Värme och fukt.* LTH. Institutionen för byggnadsteknik, byggnadsfysik. Lund.

och kondensation med fuktproblem som följd. Köldbryggor kan även leda till lokal nedsmutsning eftersom smuts samlas fortare på kalla ytor.¹⁶

Vid energiberäkningar måste även hänsyn tas till så kallade geometriska köldbryggor. Exempel på sådana köldbryggor är vägghörn och anslutning mellan vägg och tak. Vid energiberäkning i VIP används den invändiga arean, ett utåtgående hörn har större utvändig än invändig area vilket måste beaktas. Se figur 3.2 nedan där det markerade området måste beräknas för sig självt i form av en köldbrygga.



Figur 3.2 Utåtgående hörn, geometrisk köldbrygga.

3.3.2 Ventilationsförluster

Vid luftväxling där inomhusluft byts mot kallare utomhusluft uppstår ventilationsförluster. Dessa består av styrd och ofrivillig ventilation. Den styrda ventilationen skapas av ett ventilationssystem som går att koppla till värmexchångare och på så sätt återvinns en del av värmen som annars hade gått förlorad. Ofrivillig ventilation består av läckage i form av otätheter och öppningar i klimatskalet. Effekten som krävs för att värma luften beskrivs i ekvationen nedan.

¹⁶ Ibid.

$$P_{vent+läckage} = (q_{vent} + q_{läckage}) \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_{inne} - T_{till}) [W]^{17}$$

q_{vent} = ventilationsflöde, m^3/s

$q_{läckage}$ = läckagets storlek, m^3/s

ρ = luftens densitet, kg/m^3

c_p = luftens specifika värmekapacitet, $J/kg, ^\circ C$

T_{inne} = temperatur inomhus, $^\circ C$

T_{till} = tilluftens temperatur, $^\circ C$

Den kalla tilluften kan värmas i ett luftbehandlingsaggregat med värmeväxlare och luftvärmebatteri och i rummet med exempelvis radiatorer.¹⁸

3.3.3 Solinstrålning

Den strålning från solen som träffar en byggnad bidrar till uppvärmningen. Den transmitterade solinstrålningen är inte konstant utan varierar med byggnadens geografiska läge, orientering, årstid, tid på dygnet, molnighet och typ av fönster. Strålningen kan transmittas igenom fönstren dels direkt och dels via reflektioner från omgivningen. Under en molnfri dag står solens direkta instrålning för upp till 90 % av den totala instrålningen.¹⁹

I Sverige blir den maximala strålningen från solen omkring $800-900 W/m^2$.²⁰ Solinstrålning kan även ge ett oönskat värmetillskott. Temperaturen inomhus kan stiga till för höga nivåer vilket gör att ett kylbehov skapas. För att minska solinstrålningen och därmed kylbehovet kan olika typer av solavskärmning användas.

3.3.4 Internlast

En byggnad värms till stora delar av gratisvärme från den verksamhet som bedrivs i lokalen.

Människor avger värme till inomhusluften som följd av metabolismen, effekten är beroende av aktivitetsgrad. Tabell 3.1 nedan visar avgiven effekt för en person vid olika aktiviteter.

¹⁷ Warfvinge, 2003

¹⁸ Warfvinge, Catarina & Dahlblom, Mats. (2010). *Projektering av VVS-installationer*. Lund: Studentlitteratur.

¹⁹ Warfvinge, 2003

²⁰ Sandin, 1996

Tabell 3.1 Avgiven effekt beroende på aktivitetsnivå.²¹

Aktivitet	Avgiven effekt, W/person
Liggande	80
Kontorsarbete, sittande	130
Hushållsarbete, stående	210
Elitidrottande	1570

Även annan gratisvärme kommer byggnaden tillgodo från belysning och apparater så som datorer. En stor del av internlasterna kan tillgodogöras till uppvärmningen av byggnaden. Samtidigt kan de skapa ett överskott av värme som leder till ett kylbehov.

3.3.5 Värmeförsörjning

Utöver det värmertilskott som sol- och internlasterna tillför behövs ett värmesystem för att ombesörja värmeförsörjningen. Värmeeffektbehovet fås genom att summera flöden enligt ekvationen nedan.

$$P_{\text{värme}} = P_{\text{transmission}} + P_{\text{ventilation}} - P_{\text{sol}} - P_{\text{intern}} [W]$$

Vid dimensionering av värmesystem sätts normalt tillskottet från sol- och internlasterna till noll eftersom det dimensionerande effektbehovet inträffar en vinternatt.²²

3.3.6 Tappvarmvatten

De flesta lokaler har ett eller flera tappställen såsom handfat, dusch et cetera. Schablonmässigt brukar man säga att 25-30 % av den totala vattenförbrukningen åtgår som tappvarmvatten.²³ Variationen kan dock vara stor för enskilda objekt. För småhus står tappvarmvattenuppvärmningen för omkring 25 % av totala energianvändningen medan den för lokaler är betydligt lägre och står för 2-7 %.²⁴ Normalt finns ingen återvinning utan energin i tappvarmvattnet följer med spillvattnet ut. Effektbehovet för tappvarmvatten bestäms enligt följande ekvation:

²¹ Fanger, P.O. (1997). *Värme og klimatteknik. Kap 1 Indeklima*. Hansen, Kjerulf-Jensen & Stampe (red.)

²² Warfvinge, Catarina & Dahlblom Mats, 2010

²³ Boverket & Energimyndigheten. (2007). *Energianvändning & inomhusmiljö i skolor och förskolor – Förbättrad statistik i lokaler, STIL2*.

²⁴ Persson, Agneta. (2002). *Energianvändning i bebyggelsen*. Energimyndigheten. Tillgänglig: <<http://www.iva.se/upload/Verksamhet/Projekt/Energiframsyn/Bebyggelse%20v1.pdf>>. (Läst 2010-11-21)

$$P_{\text{varmvatten}} = q \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_{\text{ut}} - T_{\text{in}})^{25}$$

q = vattenflöde, m^3/s

ρ = vattnets densitet, kg/m^3

c_p = vattnets specifika värmekapacitet, $J/kg, ^\circ C$

T_{ut} = temperatur som vattnet ska värmas till, $^\circ C$

T_{in} = kallvattnets temperatur, $^\circ C$

3.4 Ormen Långe i VIP-Energy

För att skapa en modell i VIP behöver en mängd indata definieras. Datan bestäms utifrån ritningar, rambeskrivning, intervjuer med mera. Därefter sker en energisimulering och resultatet jämförs med driftstatistik.

3.4.1 Indata

Att redovisa all indata är alltför omfattande, nedan följer dock den viktigaste som ligger till grund för skapandet av energimodellen i VIP.

Klimatort: Malmö

Klimatdata för Lund finns ej tillgängligt i VIP-Energy. Närmast belägna ort är Malmö varvid dess klimatdata används.

Vindhastighet av klimatfil: 70 %

Ormen Långe bedöms ligga något skyddat bland bebyggelse. Enligt manualen till VIP motsvarar detta 70 %.²⁶

A_{temp} : 1446 m^2

Arean finns beskriven i rambeskrivning och har kontrollerats mot ritningar.

U-värden:

$U_{\text{vägg}}$: 0,19 $W/m^2, K$

U_{tak} : 0,1 $W/m^2, K$

U_{platta} : 0,1 $W/m^2, K$

$U_{\text{fönster}}$: 1,45 $W/m^2, K$

Konstruktionen för väggar, tak och platta på mark har modellerats i VIP varvid U-värden erhållits.

U-värdet för fönstren ska enligt rambeskrivningen uppgå till ovanstående värde.

²⁵ Warfvinge, 2003

²⁶ Strusoft. (2010). *VIP-Energy. Manual Version 1.0.0. Svensk.*

g-värde fönster: 0,57

g-värdet är okänt men har bestämts enligt bilaga till manualen för Miljöklassad Byggnad utifrån fönstrets övriga egenskaper.²⁷

Solskydd

Takutsprången har modellerats som fasta solskärmar.

Otätthetsfaktor: 0,6 l/s,m²

Enligt rambeskrivning får otättheterna uppgå till högst 0,6 l/s,m² vid 50 Pa tryckskillnad.

Köldbryggor

Tillägg av geometriska köldbryggor har lagts till i modellen. Dessa har beräknats med programmet HEAT2. HEAT2 beräknar ett Ψ -värde som har enheten W/m,K för respektive köldbrygga. Ψ -värdet multipliceras med köldbryggans längd och därefter bestäms en ekvivalent area med tillhörande U-värde vilka matas in i VIP, se ekvationen nedan.

$$\Psi \cdot \text{uppmätt längd} = \text{ekvivalent area} \cdot U - \text{värde}$$

Köldbryggornas som beräknats i HEAT2 redovisas i tabell 3.2.

Tabell 3.2 Geometriska köldbryggor.

Köldbrygga	Resultat
Yttervägg – grund	0,03 W/m,K
Yttervägg – tak	0,10 W/m,K
Yttervägg – yttervägg	0,09 W/m,K

För fönsterinfästningar har ett värde på 0,03 W/m,K antagits.²⁸

Verksamhetstider: 7:00-17:00, måndagar - fredagar

Enligt personalen på Ormen Långe.

Personlast: 6 W/m²

²⁷ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd. (2010a). *Miljöklassad byggnad. Manual för befintlig byggnad. Utgåva version 2.0 2010*. Stockholm.

²⁸ Warfvinge, Catarina. (2009-03-18). Föreläsning. *Energiberäkning – Byggnadsfysik och klimatiseringssystem*. Lund.

Schablonvärde för förskolor enligt Snabbguide till VIP.²⁹

Verksamhetsenergi: 10 W/m²

Schablonvärde för förskolor enligt Snabbguide till VIP.³⁰

Tappvarmvatten: 3,5 W/m²

Anpassad efter verklig driftstatistik.

Drifttider för ventilation: 6:30-18:30

Enligt driftteknikerna på Serviceförvaltningen och Lundafastigheters drifttids- och temperaturpolicy.³¹

Verkningsgrad för värmeåtervinning ventilation: 75 %.

Enligt produktblad för värmeväxlaren.

Ventilationsflöden:

Tilluft: 3300 l/s

Frånluft: 3175 l/s

Utöver flödena ovan finns ett frånluftsflöde i el- och undercentral på 120 l/s. Under tre timmar varje dag ökas till- och frånluftsflödena i köket med cirka 350 l/s.

Resultat

Resultatet av simuleringen ger att Ormen Långe skulle ha en förväntad energianvändning för värme och tappvarmvatten som uppgår till 64 kWh/m².

3.5 Driftstatistik från Ormen Långe

Den normalsårskorrigerade energianvändningen för värme och tappvarmvatten uppgick 2009 till 98 kWh/m². Prognosen för 2010 pekar på en energianvändning på 87 kWh/m². Ett medelvärde av dessa, 93 kWh/m², har använts som referensvärde som Ormen Långes verkliga energianvändning för värme och tappvarmvatten.

Fastighetselanvändningen uppgick för 2009 till 66 kWh/m².

3.6 Anpassning av energimodell till Ormen Långe

Som kan konstateras finns en avvikelse mellan energimodellen skapad i VIP och driftstatistiken för Ormen Långe. I syfte att få en modell som bättre överensstämmer med verkligheten behöver indata justeras.

²⁹ Warfvinge, Catarina. (2008). *Snabbguide för VIP+ 080319*. Bengt Dahlgren.

³⁰ Ibid.

³¹ Lundafastigheter. *Lundafastigheter – Drifttider och temperaturpolicy*.

På förskolan förekommer både frivillig och ofrivillig vädring. Vid hämtning och lämning står dörrar öppna. Även när barnen ska ut till skolgården står dörrar öppna och ett luftombyte sker. Av samtal med personal framgår att vädring förekommer på regelbunden basis. Ett värde på 4 kWh/m² läggs därför till energianvändningen. Siffran är hämtad från SVEBY-programmet och gäller för flerbostadshus men vädringsrutinerna på Ormen Långe bedöms följa flerbostadshus bättre än kontor.³²

Byggnadens lufttätethet påverkar energianvändningen. Enligt rambeskrivningen ska läckaget vara högst 0,6 l/s,m² vid 50 Pa tryckskillnad. Då ingen tryckprovning genomförts har detta värde inte kunnat verifieras och ett antagande har gjorts om att lufttätetheten i själva verket är sämre. I modellen har läckaget satts till 0,8 l/s,m².

I ursprungsmodellen har all verksamhetsenergi på 10 W/m² antagits tillföras rumsluften. En förändring görs så att 5 W/m² istället avges externt utan att påverka byggnadens energibalans.

Tillverkaren av värmeväxlaren uppger att verkningsgraden är 75 %. Nedsmutsning och andra parametrar som verkar negativt på driften sänker verkningsgraden och i modellen har den antagits till 67 %.

Ett påslag på 10 % görs för distributions- och reglerförluster på det framräknade resultatet.³³

Resultat

Med korrigeringar enligt ovan blir energianvändningen för värme och tappvarmvatten 93 kWh/m² vilket överrensstämmer med driftstatistiken.

³² SVEBY. (2009). *Brukarindata för energiberäkningar i bostäder*.

³³ Warfvinge, Catarina. (2010). Muntligt.

4 Optimering

Den nya modellen i VIP används för att undersöka hur olika tekniska lösningar påverkar energianvändningen. Energibesparingen noteras och tillsammans med en bedömd merkostnad genomförs en livscykelkostnadsanalys för att undersöka om en viss åtgärd är lönsam.

Som underlag för livscykelkostnadsanalysen används indata enligt tabell 4.1 nedan.

Tabell 4.1 Indata för beräkning av livscykelkostnad.

Parameter	Värde
Inflation ³⁴	2 %
Kalkylränta ³⁵	4 %
Fjärrvärmepris	75 öre/kWh
Årlig fjärrvärmeprisökning ³⁶	4,5 %

Kostnader för åtgärderna har för ytterväggar, tak och täthet beräknats med hjälp av Sektionsfakta. Sektionsfakta tillhandahåller prisuppgifter för material och drifttider. Är man exempelvis intresserad av kostnaden för en isoleringsskiva till en yttervägg redovisas materialkostnad och drifttid för 1 m². Till drifttiden kopplas en arbetslön på 175 kr. Utöver materialkostnad och arbetslön tillkommer ett omkostnadspålägg på arbetslönen. Omkostnadspålägget som är på 252 % inbegriper ett 30-tal saker som kan vara allt från arbetsgivareavgifter till kostnader för maskiner på arbetsplatsen.³⁷ För yttervägg och tak har kostnaderna ökat på grund av större regler och tjockare isolering. När det gäller täthet har endast drifttiden antagits öka. Priser på fönster har hämtats ur fönstertillverkares prisböcker.

4.1 Ytterväggar

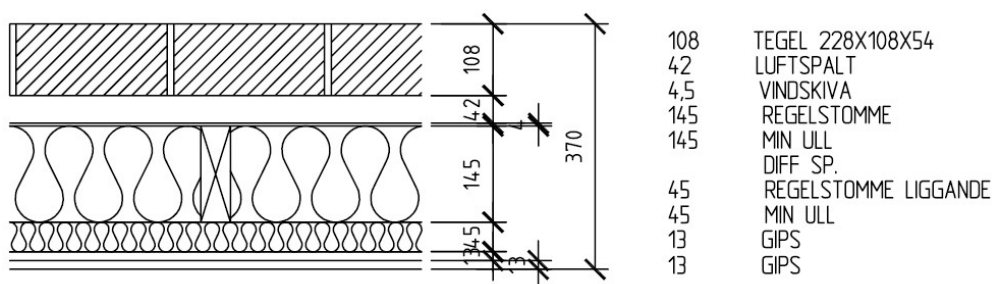
Väggarna består av en träregelstomme med en utvändig skalmur av tegel. Se figur 4.1.

³⁴ Riksbanken. (2010). *Inflationsmålet*. Tillgänglig: <<http://www.riksbank.se/templates/Page.aspx?id=8854>>. (Läst 2010-12-06).

³⁵ Nilsson, Sonny. Ekonomichef, Lundafastigheter.

³⁶ Svensk Fjärrvärme AB. (2010). *Fjärrvärmepriser 2010*.

³⁷ Wikells. (2010). *Sektionsfakta – NYB. Teknisk-ekonomisk sammanställning av byggdelar*. Växjö.



Figur 4.1 Ytterväggens konstruktion i Ormen Långe.

Väggen modifieras genom att isoleringstjockleken stegvis ökas. Hänsyn tas till att ångspärren, ur fuktsynpunkt, aldrig bör hamna mer än en fjärdedel in i väggen³⁸. I de tre första väggarna i tabell 4.2 har de stående reglarna med tillhörande isolering ökat i steg om 25 mm. I väggen med tjockleken 260 mm har de stående reglarna ökat med 50 mm och den invändiga isoleringen ökat med 20 mm. I sista väggen har de stående reglarna ökat med 75 mm och den invändiga isoleringen ökat med 20 mm från den ursprungliga väggen. Besparingen för respektive väggkonstruktion redovisas i tabell 4.2.

Vid ökad isolertjocklek blir temperaturen på yttre delen av reglarna lägre och den relativa fuktigheten ökar därmed. Analysen görs för befintlig väggkonstruktion men en mer fuktsäker vägg hade eventuellt haft en mineralullsskiva monterad utanpå reglarna för att höja temperaturen där något.

Tabell 4.2 Besparing av uppvärmningsenergi (kWh) beroende på väggstjocklek.

Väggstjocklek [mm]	Total värme [kWh]	Besparing värme [kWh]
190	134 300	-
215	133 200	1 100
240	132 400	2 000
265	131 600	2 700
260	131 800	2 600
285	131 100	3 200

Merkostnaden för de nya ytterväggarna beräknas med hjälp av Sektionsfakta.³⁹ Den bestäms per kvadratmeter och multipliceras sedan med förskolans totala ytterväggsarea. Vid LCC-beräkning används en kalkylperiod om 50 år, resultatet redovisas i tabell 4.3.

³⁸ Nevander, Lars Erik & Elmarsson Bengt. (2006). *Fukthandbok. Praktik och teori*. Mölnlycke.

³⁹ Wikells. (2010). *Sektionsfakta – NYB. Teknisk-ekonomisk sammanställning av byggdelar*. Växjö.

Tabell 4.3 Merkostnad och livscykelkostnad beroende på vägg tjocklek.

Vägg tjocklek [mm]	Merkostnad [kr/m ²]	Total merkostnad [kr]	LCC [kr]	LCC-tot [kr]
190	-	-	-	-
215	18,96	9 100	-47 000	-37 900
240	39,23	18 700	-85 000	-66 300
265	124,38	59 300	-115 000	-55 700
260	77,11	36 800	-111 000	-74 200
285	162,26	77 400	-137 000	-59 600

4.2 Täthet

Genom att extra tid läggs på att täta skarvar i ångspärren fås en tätare byggnad. I tabell 4.4 nedan visas resultatet från simuleringar i VIP där läcka get sänkts till 0,3 l/s vid 50 Pa tryckskillnad.

Tabell 4.4 Besparing av uppvärmningsenergi (kWh) med hänsyn till täthet.

Täthet [l/s,m ²]	Total värme [kWh]	Besparing värme [kWh]
0,8	134 300	-
0,3	122 300	12 000

Merkostnaden har beräknats genom att anta en fördubblad tidsåtgång vid monteringen av ångspärr i tak och ytterväggar. Kalkylperioden är satt till 50 år. I tabell 4.5 redovisas merkostnad och LCC.

Tabell 4.5 Merkostnad och livscykelkostnad beroende på täthet.

Täthet [l/s,m ²]	Total merkostnad [kr]	LCC [kr]	LCC-tot [kr]
0,8	-	-	-
0,3	55 400	-513 000	-457 600

4.3 Fönster

Fönster med olika U-värden modelleras i VIP. Ursprungsfönstret har ett U-värde på 1,45 W/m²,K därefter används U-värden enligt tabell 4.6.

Tabell 4.6 Besparing av uppvärmningsenergi (kWh) beroende på fönster.

U-värde [W/m ² ,K]	Total värme [kWh]	Besparing värme [kWh]
1,45	134 300	-
1,2	126 600	7 700
1,1	123 500	10 800
0,8	114 500	19 900

Priserna är baserade på uppgifter ur prisböcker från Trarydfönster och Elitfönster.^{40,41} Tabell 4.7 visar merkostnad och LCC.

Tabell 4.7 Merkostnad och livscykelkostnad beroende på fönster.

U-värde [W/m ² ,K]	Total merkostnad [kr]	LCC [kr]	LCC-tot [kr]
1,45	-	-	-
1,2	5 000	-187 000	-182 000
1,1	134 000	-263 000	-129 000
0,8	487 000	-484 000	3 000

4.4 Isolering tak

Taket har ursprungligen 400 mm isolering, det modifieras genom att isoleringstjockleken ökas i steg om 100 mm. En avgränsning görs i form av att endast merkostnad för isolering och arbetskostnad beräknas, takkonstruktionen i övrigt antas oförändrad. Besparingen i varje steg redovisas i tabell 4.8.

⁴⁰ Trarydfönster. (2010). *Prislista 2010*. Tillgänglig: [http://trarydfonster.se/Traryd/download.nsf/web_all/FC20C62364F86430C125770A0026EE_D8/\\$file/prislista_100329_omtryck_final_low.pdf](http://trarydfonster.se/Traryd/download.nsf/web_all/FC20C62364F86430C125770A0026EE_D8/$file/prislista_100329_omtryck_final_low.pdf). (Läst 2010-12-01).

⁴¹ Elitfönster. (2010). *Prisbok 2010:1*. Tillgänglig: <http://www.elitfonster.se/EgnaSystem/Katalogbestallning/pdf/Prisbok%202010-1.pdf>. (Läst 2010-12-01).

Vid ökad isoleringstjocklek i tak blir temperaturen under yttertaket lägre och det kan uppstå risk för hög relativ fuktighet. Det är viktigt med god tätning för att förhindra att varm och fuktig inomhusluft tränger upp till vinden.⁴²

Tabell 4.8 Besparing av uppvärmningsenergi (kWh) beroende på takisoleringens tjocklek.

Isoleringens tjocklek [mm]	Total värme [kWh]	Besparing värme [kWh]
400	134 300	-
500	131 300	3 100
600	129 200	5 100

Merkostnad och LCC redovisas i tabell 4.9.

Tabell 4.9 Merkostnad och livscykelkostnad beroende på takisoleringens tjocklek.

Isoleringens tjocklek [mm]	Total merkostnad [kr]	LCC [Kr]	LCC-tot [Kr]
400	-	-	-
500	83 000	-128 000	-45 000
600	166 000	-214 000	-48 000

Även om 600 mm är något mer lönsamt väljs 500 mm. Skillnaden är försumbar och större merkostnader för ändring av konstruktion antas för att få plats med 600 mm istället för 500 mm.

4.5 Alla åtgärder sammansatt

När flera energisparande åtgärder utförs tillsammans kan det visa sig att summan av dem inte blir densamma som om man summerar ihop de enskilda, det vill säga det uppstår en negativ synergieffekt, och besparingen blir inte så stor som förväntat. När en simulering i VIP genomförs med samtliga åtgärder visar sig dock ingen sådan negativ synergieffekt, åtminstone ingen nämnvärd, utan besparingen blir densamma. Något mervärde i att ytterligare simulera olika kombinationer ihop med varandra finns därför inte. Tabell 4.10 visar den sammanlagda besparingen i kWh.

⁴² Nevander & Elmarsson, 2006

Tabell 4.10 Sammanlagd besparing för samtliga åtgärder.

	Besparing för respektive åtgärd [kWh]	Besparing för alla åtgärder tillsammans [kWh]
Yttervägg 260 mm	2 600	-
Täthet 0,3 l/s,m ² vid 50 Pa	12 000	-
Fönster U-värde 1,2 W/m,K	7 700	-
500 mm isolering tak	3 100	-
	Σ 25 400	25 000

5 Miljöklassad Byggnad

Miljöklassad Byggnad är ett svenskt miljöklassningssystem som påbörjades av Bygga-bo-dialogen 2005. Sedan 2010 ansvarar intresseföreningen Miljöklassad Byggnad för klassningssystemet. Vid tidpunkten för denna rapport förs diskussioner om att Sweden Green Building Council ska överta ansvaret för miljöklassningssystemet.

5.1 Bygga-bo-dialogen

Bygga-bo-dialogen var ett samarbete mellan företag, kommuner, myndigheter och regeringen. Dialogen startade 1998 med syfte att arbeta för en hållbar bygg- och fastighetssektor som gynnar ett hållbart Sverige. Genom frivilliga åtaganden strävade aktörerna efter att nå längre än lagar och regler. Arbetet riktade in sig på främst tre områden: inomhusmiljö, användning av energi och användning av naturresurser.⁴³

2005 påbörjades arbetet med att utveckla ett miljöklassningssystem för byggnader. Arbetet leddes av forskare från KTH, Chalmers och Högskolan i Gävle. En grupp av företag deltog också i utvecklingsarbetet. Klassningen tar hänsyn till energianvändning, inomhusmiljö samt material och kemikalier i byggnader.⁴⁴

I en rapport där man tittade på erfarenheter från praktisk tillämpning av miljöklassningssystemet framgår det att inställningen till miljöklassning är positiv bland de som varit i kontakt med det och att systemet fungerar men går att utveckla vidare.⁴⁵

Efter 2009 upphörde Bygga-bo-dialogen efter att regeringen avslutat finansieringen av dess sekretariat. Med syfte att bevara och utveckla det klassningssystem som Bygga-bo-dialogen tagit fram bildades Intresseföreningen Miljöklassad Byggnad under 2009. I dagsläget är föreningen ansvarig för Miljöklassad Byggnad men diskussioner förs om att Sweden Green Building Council ska överta ansvaret.^{46,47}

⁴³ Bygga-bo-dialogen. *Bygga-bo-dialogen för hållbart byggande och förvaltande*. Tillgänglig: <http://www.byggabodialogen.se/upload/Pdf-filer/Bygga-bo-dialogen_screen_sv.pdf>. (Läst 2010-10-06).

⁴⁴ Bygga-bo-dialogen. *Bakgrund*. Tillgänglig: <http://www.byggabodialogen.se/templates/Page_3238.aspx>. (Läst 2010-10-06)

⁴⁵ Wintzell, Helene & Carlson, Per-Olof. (2008). *Miljöklassning av byggnader – erfarenheter från praktisk tillämpning*. Stockholm. Tillgänglig: <<http://www.byggabodialogen.se/upload/Pdf-filer/Milj%C3%B6klassade%20hus/Verifieringsrapport%20081124.pdf>>. (Läst 2010-10-06).

⁴⁶ Bygga-bo-dialogen. *Intresseförening Miljöklassad Byggnad*. Tillgänglig: <http://www.byggabodialogen.se/templates/Page_4115.aspx>. (Läst 2010-10-06).

⁴⁷ Sweden Green Building Council. (2010). *Positiva diskussioner om övertagande av Miljöklassad Byggnad*. Tillgänglig: <<http://www.sgbc.se/2010/08/positiva-diskussioner-om-overtagande-av-miljoklassad-byggnad>>. (Läst 2010-10-06).

5.2 Miljöklassningssystemets uppbyggnad

En byggnad kan bli miljöklassad enligt fyra olika nivåer: KLASSAD, BRONS, SILVER och GULD där KLASSAD är sämst och GULD bäst. Det finns möjligheter att klassificera både befintliga byggnader och nyprojekterade. Kraven mellan befintliga och nyprojekterade byggnader skiljer sig delvis åt men tillvägagångssättet för att genomföra en klassning är detsamma.⁴⁸

För att göra en miljöklassning studerar man olika indikatorer hos en byggnad. Tillhörande varje indikator finns det konkreta klassningskriterier som byggnaden ifråga ska uppfylla. Beroende på resultatet av klassningskriterierna betygsätts indikatorerna till KLASSAD, BRONS, SILVER eller GULD. Indikatorerna delas sedan i sin tur upp i aspekter. Betyget för en aspekt bestäms av det lägsta betyget för tillhörande indikator. Nästa steg är en indelning av aspekter till de tre områdena energi, innemiljö och material och kemikalier. Betyget för ett område ges genom en sammanvägning av aspektbetygen. Områdesbetyget blir en nivå över lägsta aspektbetyget om hälften av övriga aspekter har ett högre betyg. Slutligen miljöklassas hela byggnaden utifrån det lägsta betyget som ett område erhåller. Tabell 5.1 visar kopplingen mellan områden, aspekter och indikatorer.⁴⁹

⁴⁸ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

⁴⁹ Ibid.

Tabell 5.1 Miljöklassad Byggnads uppbyggnad, i sista kolumnen kopplas denna rapport avsnitt till respektive indikator.

	Områden	Aspekter	Indikatorer	Avsnitt
Byggnad	Energi	Energianvändning	Köpt energi	6.1 Energianvändning
		Energibehov	Värmeförlusttal	6.2 Energibehov vinter
			Solvärmelasttal	6.3 Energibehov sommar
		Energislag	Andel av olika energislag	6.4 Energislag
	Innemiljö	Ljudmiljö	Ljudklassning	6.5 Ljudmiljö
		Luftkvalitet	Radonhalt	6.6 Luftkvalitet - Radon
			Uteluftsflöde och teknisk utformning	6.7 Luftkvalitet – Ventilation
			Kvävedioxidhalt	6.8 Luftkvalitet - trafikföreningar
		Fuktsäkerhet	Åtgärder mot fukt	6.9 Fuktsäkerhet
		Termiskt klimat	Transmissionsfaktor alt. Max- och mintemp.	6.10 Termiskt klimat vinter
			Solvärmefaktor alt. Operativ temperatur	6.11 Termiskt klimat sommar
		Dagsljus	Fönsterglasarea genom golvarea alt. Dagsljusfaktor	6.12 Dagsljus
	Risk för legionella	Tappvattentemperatur	6.13 Risk för legionella	
	Material och kemikalier	Dokumentation av byggvaror	Krav på dokumentation	6.14 Dokumentation av byggvaror
		Utfasning av ämnen med farliga egenskaper	Dokumentation av farliga ämnen	6.15 Utfasning av ämnen med farliga egenskaper

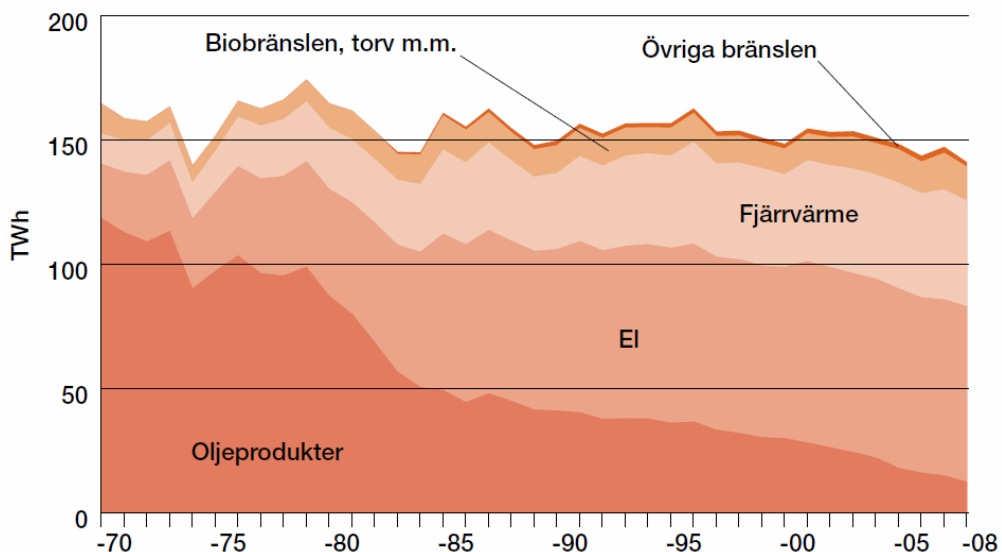
6 Miljöklassning av Ormen Långe

En klassning av Ormen Långe utförs både som befintlig byggnad och nybyggnad. Det förra i syfte att se hur en relativt modern förskola i Lundafastigheters bestånd står sig trots att inget fokus legat på att den ska klassificeras. Klassificeringen som nybyggnad genomförs för att identifiera brister och styrkor i nuvarande utformning och på så sätt fungera som ett referensobjekt för att undersöka vad som krävs för att nå en god klassning inom Miljöklassad Byggnad för framtida projekt.

6.1 Energianvändning

Energieffektivisering och minskad energianvändning har senaste åren varit i ropet på grund av dess koppling till den globala uppvärmningen och utsläppen av växthusgaser. I Sverige står bebyggelsesektorn för omkring en tredjedel av landets energianvändning och 15 % av koldioxidutsläppen. Sett över en byggnads livslängd åtgår cirka 15 % av energin till att bygga, 85 % i driftsskedet och mindre än 1 % till att riva.⁵⁰

2008 uppgick den normalårskorrigerade energianvändningen i sektorn bostäder och service till 149 TWh. Den totala energianvändningen i sektorn har varit relativt stabil sedan 1970 med viss nedgång de senaste åren. Se figur 6.1. Som framgår av figuren har en stor förändring däremot skett gällande vilka energikällor som är dominerande. Oljeanvändningen har under den redovisade tidsperioden minskat 90 %.⁵¹



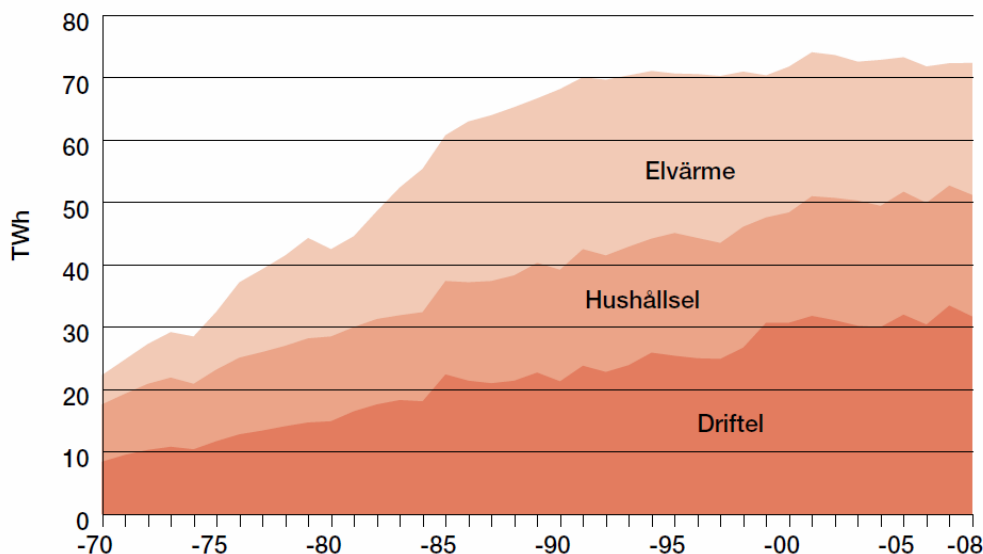
Figur 6.1 Energianvändning med hänsyn till energislager för sektorn bostäder och service 1970-2008.⁵²

⁵⁰ Persson, 2002

⁵¹ Energimyndigheten, 2009

⁵² Ibid.

Elanvändningen ökade från 1970 fram till mitten av 1990-talet från drygt 20 TWh till 70 TWh. Nivån har sedan dess varit relativt stabil även om en viss ökning kan skönjas de senaste åren. I elanvändningen står driftel i lokaler för en stor andel. Driftel är en sammanslagning av fastighetsel och verksamhetsel. Från 1970 har den ökat från 8,4 TWh till 30 TWh år 2008. Figur 6.2 visar elanvändningen från 1970 fram till 2008.⁵³



Figur 6.2 Normalårskorrigerad elanvändning inom sektorn bostäder och service för 1970-2008.⁵⁴

Under 2007 användes 84 TWh (normalårskorrigerat) för uppvärmning inklusive tappvarmvatten till bostäder och lokaler.⁵⁵ Tabell 6.1 visar hur energianvändningen till uppvärmning för lokaler har förändrats över 30 år.^{56,57}

⁵³ Ibid.

⁵⁴ Ibid.

⁵⁵ Ibid.

⁵⁶ Persson 2002

⁵⁷ Energimyndigheten & Statistiska centralbyrån. (2009). *Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler 2008*. Tillgänglig:

<http://webbshop.cm.se/System/ViewResource.aspx?p=Energimyndigheten&rl=default/Resources/Permanent/Static/2bdad6589c6a4dabb6edb7609fb1d305/ES2009_10W.pdf>. (Läst 2010-11-21)

Tabell 6.1 Energianvändning för uppvärmning inklusive tappvarmvatten bland bostäder och lokaler. Efter Persson (2000) och Energimyndigheten & Statistiska centralbyrån (2009).

År	Energianvändning (kWh/m ²)
1978	292
1990	176
2000	140
2008	127

Som framgår av tabellen har uppvärmningsbehovet minskat. Stora förbättringar har skett i byggnadsdelarnas isolerförmåga och en teknikutveckling har skett inom bland annat fönster och styr- och reglersystem. Vikt har även lagts på att öka byggnadernas täthet och minska antalet köldbryggor. Tabell 6.2 visar U-värden för en typisk byggnad från 1960 och en byggnad från 2000 där god teknik tillämpats.⁵⁸

Tabell 6.2 U-värden för byggnad från 1960 och 2000.⁵⁹

Byggnadsdel/Byggnad från	1960	2000
Vägg	0,6 W/m ² ,K	0,2 W/m ² ,K
Tak	0,5 W/m ² ,K	0,1 W/m ² ,K
Golv	0,6 W/m ² ,K	0,2 W/m ² ,K
Fönster	3,0 W/m ² ,K	1,0 W/m ² ,K

6.1.1 Myndigheters föreskrifter

BBR ställer krav för en byggnads specifika energianvändning. Kraven skiljer sig åt beroende på om den är eluppvärmd eller ej, där den förra har strängare krav. Dessutom ser de olika ut beroende på vilken klimatzon byggnaden är belägen i. Lund befinner sig i klimatzon III. Ett tillägg till den specifika energianvändningen får göras om man av hygieniska skäl har ett uteluftsflöde som är större än 0.35 l/s,m². BBR's krav för eluppvärmda lokaler och lokaler med andra uppvärmningssätt redovisas i tabell 6.3 respektive 6.4.⁶⁰

⁵⁸ Persson 2002

⁵⁹ Ibid.

⁶⁰ Boverket. (2008). *Regelsamling för byggande, BBR 2008*. Karlskrona.

Tabell 6.3 BBR's krav på energianvändning (kWh/m² A_{temp} och år) för eluppvärmda bostäder.

Klimatzon	I	II	III
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år]	95	75	55
+ tillägg då uteluftsflödet av utökade hygieniska skäl är större än 0,35 l/s per m ² i temperaturreglerade utrymmen. Där q _{medel} är det genomsnittliga specifika uteluftsflödet under uppvärmningssäsongen och får högst tillgodoräknas upp till 1,00 [l/s per m ²].	65(q _{medel} -0,35)	55(q _{medel} -0,35)	45(q _{medel} -0,35)

Tabell 6.4 BBR's krav på energianvändning (kWh/m² A_{temp} och år) för icke eluppvärmda bostäder.

Klimatzon	I	II	III
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år]	140	120	100
+ tillägg då uteluftsflödet av utökade hygieniska skäl är större än 0,35 l/s per m ² i temperaturreglerade utrymmen. Där q _{medel} är det genomsnittliga specifika uteluftsflödet under uppvärmningssäsongen och får högst tillgodoräknas upp till 1,00 [l/s per m ²].	110(q _{medel} -0,35)	90(q _{medel} -0,35)	70(q _{medel} -0,35)

6.1.2 Klassning av Ormen Långe som befintlig byggnad

Syftet med en klassning av denna punkt är att uppmuntra till en låg energianvändning. Energianvändningen mäts som energiprestanda enligt Boverkets föreskrifter om energieklareration. Detta innefattar värme, tappvarmvatten och fastighetsel.⁶¹

Uppmätt energianvändning jämförs med energistatistik från REPAB.⁶² Företaget REPAB erbjuder tjänster inom fastighetsförvaltning och ekonomi. De tillhandahåller bland annat nyckeltal och statistik kring fastigheters energianvändning.⁶³ Denna statistik ligger till grund för klassningskriterierna som visas i tabell 6.5. Olika krav

⁶¹ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

⁶² Ibid.

⁶³ REPAB. *Passion för fastighetssystem*. Tillgänglig:

<<http://www2.repab.se/se/ProductsandServices/Pages/default.aspx>>. (Läst 2010-10-07).

ställs beroende på vilken typ av verksamhet som bedrivs i byggnaden. Energianvändningen är i REPAB's statistik för förskolor beräknad på lokalarea (LOA).⁶⁴

Tabell 6.5 Klassningskriterier för Energianvändning, befintlig byggnad.⁶⁵

Indikator	Byggnad	Enhet	Areamått	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Köpt energi							
	Förskolor	kWh/m ²	LOA	EP≥234	EP<234	EP<182	EP<149
	Flerbostadshus	kWh/m ²	BOA	EP≥171	EP<171	EP<135	EP<110
	Vårdbyggnader	kWh/m ²	LOA	EP≥200	EP<200	EP<174	EP<133
	Skolor	kWh/m ²	LOA	EP≥206	EP<206	EP<170	EP<130
	Kontor	kWh/m ²	LOA	EP≥193	EP<193	EP<118	EP<84
	Småhus	kWh/m ²	BOA	EP≥162	EP<162	EP<105	EP<71

Energiprestandan för byggnaden beräknas med följande indata:

- Lokalarea för Ormen Långe: 1336 m²
- 2009 års energianvändning av värme och tappvarmvatten: 136,3 MWh
- 2009 års energianvändning av fastighetsel: 95,7 MWh

Enligt rapporten *Energianvändning & innemiljö i skolor och förskolor – Förbättrad statistik i lokaler, STIL2* från Boverket och Energimyndigheten uppgår fastighetselen för förskolor till omkring 35 % av den totala elanvändningen exklusive elvärme.⁶⁶

Energianvändningen beräknad på LOA blir därmed:

$$EP = \frac{(136,3 + 95,7 \cdot 0,35) \cdot 10^3}{1336} = 127 \text{ kWh/m}^2$$

Ormen Långe erhåller med detta resultat klassningen GULD.

6.1.3 Klassning av Ormen Långe som nybyggnad

Klassningskriterierna för nybyggnad skiljer sig från befintlig byggnad på så sätt att samma värde gäller för samtliga typer av byggnader. Kriterierna utgår ifrån BBR och dess nybyggnadskrav. Respektive betyg multipliceras med en faktor av detta nybyggnadsvärde enligt tabell 6.6.⁶⁷

⁶⁴ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

⁶⁵ Ibid.

⁶⁶ Energimyndigheten & Boverket 2007

⁶⁷ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd. (2010b). *Miljöklassad byggnad. Manual för nyprojekterad byggnad. Utgåva version 2.0 2010*. Stockholm.

Tabell 6.6 Klassningskriterier för Energianvändning, nybyggnad.⁶⁸

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Köpt energi	Alla	EP> Nybyggnadsvärde i BBR	EP≤1,00 x nybyggnadsvärde i BBR	EP≤0,75 x nybyggnadsvärde i BBR	EP≤0,65 x nybyggnadsvärde i BBR

I BBR får tillägg för ventilation göras enligt ekvationen nedan:

$$70(q_{medel} - 0,35)$$

q_{medel} är det genomsnittliga specifika uteluftsflödet dividerat på A_{temp} . Det får högst uppgå till 1 l/s,m².

För Ormen Långe uppgår q_{medel} till 2,3 l/s,m² och ett tillägg får därmed göras på 1 l/s,m². Vidare ligger Ormen Långe i klimatzon III. Sammantaget ger dessa förutsättningar klassningskriterier för Ormen Långe enligt tabell 6.7. Tabell 6.8 visar vilka kriterier som gäller om byggnaden varit eluppvärmd.

Tabell 6.7 Klassningskriterier för Energianvändning för Ormen Långe.

Köpt energi	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
kWh/m ²	>146	<146	<109	<95

Tabell 6.8 Klassningskriterier för Energianvändning för eluppvärmd byggnad belägen i Lund med tillägg för ventilation.

Köpt energi	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
kWh/m ²	>84	<84	<63	<55

Indata:

- Vid nybyggnad används areamåttet A_{temp} vilket för Ormen Långe är 1446 m²
- 2009 års energianvändning av värme och tappvarmvatten: 136,3 MWh
- 2009 års energianvändning av fastighetsel: 95,7 MWh

Energiprestandan blir därmed:

$$EP = \frac{(136,3 + 95,7 \cdot 0,35) \cdot 10^3}{1446} = 118 \text{ kWh/m}^2$$

En klassificering ger betyget BRONS.

⁶⁸ Ibid.

6.1.4 Resultat

Befintlig byggnad	GULD
Nybyggnad	BRONS

6.2 Energibehov vinter

Avgörande för en låg energianvändning är att förluster genom transmission och ventilation begränsas. Transmissionsförlusterna sker huvudsakligen genom klimatskalet. Den ofrivilliga delen av ventilationen i form av läckage bör begränsas och återvinning av värme i frånluften minskar värmebehovet.

6.2.1 Myndigheters föreskrifter

I BBR ställs krav på genomsnittlig värmeövergångskoefficient, U_m , vilken bestämmer transmissionen genom klimatskalet. För lokaler med annan uppvärmning än el är kravet $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ och för eluppvärmda lokaler är kravet $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vidare säger BBR att klimatskärmens lufttätethet ska vara tillräcklig för att kravet på den specifika energianvändningen ska klaras.⁶⁹

6.2.2 Klassning av Ormen Långe som befintlig byggnad

Syftet med en klassning är att premiera välisolerade byggnader med låga transmissionsförluster och med god återvinning av värmen i frånluften. Vid klassningen används det så kallade värmeförlusttalet.⁷⁰

Värmeförlusttalet definieras som summan av värmeförlusterna från transmission genom klimatskalet samt luftväxling i form av ventilation och läckage dividerat med A_{temp} . I nuvarande version av Miljöklassad Byggnad tas ingen hänsyn till värmeförluster genom avlopp. Vid beräkning av förlusterna används dimensionerande vinterutetemperatur (DVUT) för orten där byggnaden är placerad och inomhustemperaturen sätts till 22°C . Värmeförlusttalet ska vara oberoende av verksamheten i byggnaden och därför tas ingen hänsyn till internlast som ger ett tillskott av värme.⁷¹

I tabell 6.9 nedan presenteras gränserna i värmeförlusttal för respektive klass.

Tabell 6.9 Klassningskriterier för Energibehov vinter, befintlig byggnad.⁷²

Indikator	Byggnad	Enhet	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Värmeförlusttal (VFT)	Alla byggnader	W/m^2 (A_{temp}) vid DVUT	>70	≤70	≤45	≤30

Värmeförlusttalet beräknas enligt ekvationen nedan.

⁶⁹ Boverket 2008

⁷⁰ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

⁷¹ Ibid.

⁷² Ibid.

$$VFT = P_t + P_{vent} + P_{läck} (W/m^2)$$

P_t = transmissionsförluster via klimatskalet, W/m^2

P_{vent} = ventilationsförluster, W/m^2

$P_{läck}$ = förluster genom luftläckage, W/m^2

Värmeförlusttalet blir 60,6 W/m^2 och ger betyget BRONS, hela beräkningen återfinns i bilaga 1.

6.2.3 Klassning av Ormen Långe som nybyggnad

Tabell 6.10 visar att det ställs hårdare krav vid nybyggnad än på befintlig byggnad och eluppvärmda byggnader tillåts inte ha lika höga värmeförlusttal som byggnader utan elvärme.⁷³

Tabell 6.10 Klassningskriterier för Energibehov vinter, nybyggnad.⁷⁴

Indikator	Byggnad	Enhet	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Värmeförlusttal	Alla byggnader utan elvärme	W/m^2 (A_{temp}) vid DVUT	>60	≤60	≤40	≤25
	Byggnader med elvärme		>40	≤40	≤30	≤20

Värmeförlusttalet hämtas från klassningen av befintlig byggnad och är 60,6 W/m^2 . Utifrån kraven på nybyggnad blir betyget KLASSAD för såväl icke eluppvärmda som eluppvärmda byggnader.

6.2.4 Resultat

Befintlig byggnad	BRONS
Nybyggnad	KLASSAD

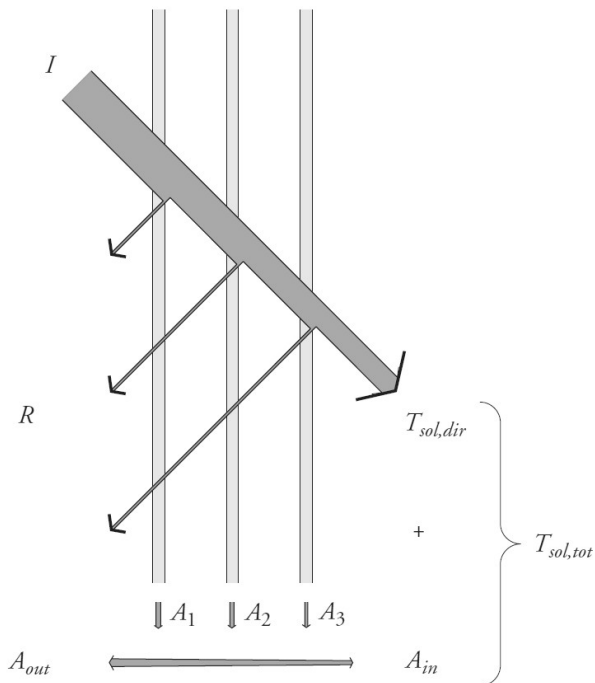
6.3 Energibehov sommar

Ett lågt energibehov under sommaren nås genom ett lågt kylbehov. Solinstrålning ger ofta ett oönskat värmetillskott under sommaren och bör därför begränsas. Yttre och inre solskydd i form av exempelvis markiser eller persienner begränsar solinstrålning. Ett annat sätt att minska instrålningen är genom att använda fönster med lågt g-värde.⁷⁵ Genom att ta summan för det transmittierande ljuset och den inåtgående delen av den absorberade värmen och dela med total infallande strålning erhålls fönstrets g-värde. Se figur 6.3.

⁷³ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010b.

⁷⁴ Ibid.

⁷⁵ Warfvinge, 2009



Figur 6.3 Principskiss över hur infallande solljus fördelar sig i en treglasruta genom reflektion, transmission och absorption.⁷⁶

Ett sätt att få ner g-värdet på fönster är att använda solskyddsglas. De första solskyddsglasen gjordes genom inblandning av metalloxid i glaset som då blev genomfärgat. Senare kom olika typer av beläggningar att användas. Vissa av dessa beläggningar är mjuka och måste placeras skyddat i en isolerruta medan andra beläggningar är motståndskraftigare och kan placeras utåt i fönsterkonstruktionen. Moderna solskyddsglas har förmåga att släppa in en stor del av dagsljuset och samtidigt filtrera bort den energirika nära-infraröda solstrålningen.⁷⁷

6.3.1 Klassning av Ormen Långe som befintlig byggnad

Syftet med en klassning av denna punkt är att belöna byggnader som har låga solvärmelaster och därmed inget eller lågt kylbehov under sommaren.⁷⁸

Kylbehovet i byggnaden bestäms utifrån ett solvärmelasttal. Solvärmelasttalet beskriver det maximala solvärmetilskottet och beräknas enligt:

$$SVL = I \cdot g \cdot \left(\frac{A_{glas}}{A_{golv}} \right)$$

⁷⁶ Bülow-Hübe, Helena. *Fönsterfysik och energitransport genom fönster*. Avdelningen för Energi- och Byggnadsdesign, LTH. Tillgänglig:

<<http://www.ahus.lth.se/?document=EBD/Utbiil/TNA265/fonsterfysik.pdf>>. (Läst 2010-10-10).

⁷⁷ Ibid.

⁷⁸ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

I sätts till 800 W/m^2 och är ett schablonvärde för maximalt infallande solinstrålning. g är en solfaktor som visar hur mycket av värmen från solen som tillförs till rummet via fönsterglas. Solfaktorn g påverkas av fönstrets g -värde samt eventuell solavskärmning. A_{glas} är glasarean hos berörda fönster och A_{golv} golvarean för rummet.⁷⁹

De mest utsatta rummen ska väljas ut för klassning och dess yta ska motsvara minst 20 % av ytan av ett typiskt våningsplan. Betyget blir ett högre än det sämsta för ett enskilt rum om minst hälften av betygen för övriga rum ligger över det lägsta betyget.⁸⁰

Klassningskriterierna redovisas i tabell 6.11.

Tabell 6.11 Klassningskriterier för Energibehov sommar, befintlig byggnad och nybyggnad.⁸¹

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
	Lokaler				
Solvärmelasttal (SVL)		≥ 48	<48	<43	<32

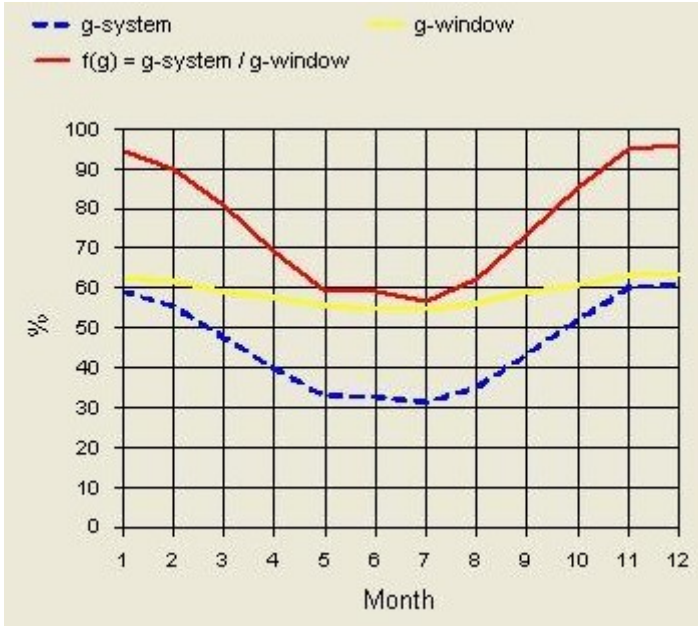
Allrummen och de små lekrummen har bedömts vara de mest utsatta rummen. Solfaktorn g har erhållits genom att modellera rummen i programmet ParaSol. Vissa förenklingar har fått genomföras då ParaSol ej har möjlighet att behandla flera fönster. Istället har ett fiktivt fönster fått ersätta flera fönster i modellen i Parasol. Solfaktorn varierar under året vilket framgår av figur 6.4 och 6.5 men då klassificeringen handlar om kylbehov sommartid väljs solfaktorn utifrån

⁷⁹ Ibid.

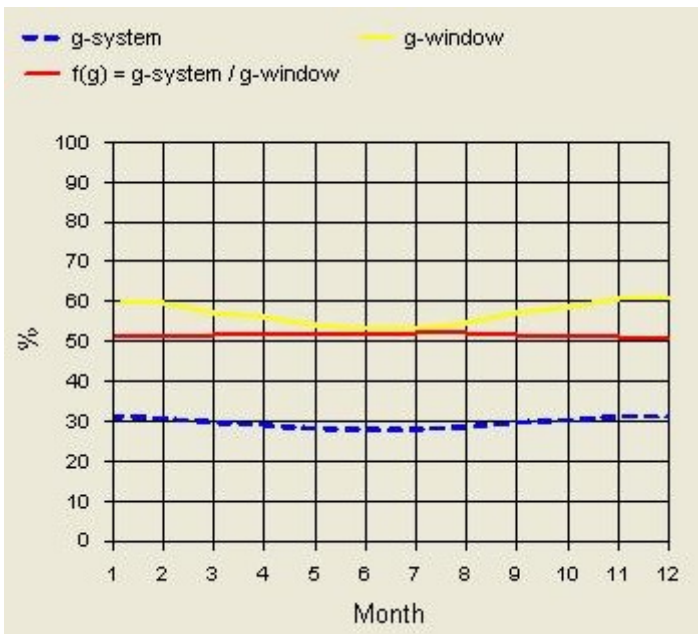
⁸⁰ Ibid.

⁸¹ Ibid.

sommarmånaderna. Indata för beräkning av solvärmelasttalet redovisas i tabell 6.12.



Figur 6.4 Solfaktor för allrum.



Figur 6.5 Solfaktor för de små lekrummen.

Tabell 6.12 Indata för beräkning av solvärmelasttalet för allrummen och de små lekrummen.

Rum	g	A _{glas} (m ²)	A _{golv} (m ²)
Allrum	0,33	6,8	49
Litet lekrum	0,30	10,7	8,1

Solvärmelast för allrum:

$$SVL = 800 \cdot 0,33 \cdot \left(\frac{6,8}{49}\right) = 36,6 \text{ W/m}^2$$

Solvärmelast för litet lekrum:

$$SVL = 800 \cdot 0,30 \cdot \left(\frac{10,7}{8,1}\right) = 317 \text{ W/m}^2$$

Då det lilla lekrummet får solvärmelasttalet 317 och det finns flera stycken av denna typ av rum blir betyget KLASSAD.

6.3.2 Klassning av Ormen Långe som nybyggnad

Klassningskriterierna och instruktionerna är desamma som för befintlig byggnad.⁸² Betyget blir därför KLASSAD.

6.3.3 Resultat

Befintlig byggnad	KLASSAD
Nybyggnad	KLASSAD

6.4 Energislag

Två byggnader med likvärdig energianvändning behöver inte ha samma miljöpåverkan eftersom olika energislag påverkar miljön i olika utsträckningar. En byggnad som värms genom förbränning av olja har till exempel en större miljöpåverkan än en byggnad med samma specifika energianvändning men som värms med fjärrvärme. Tabell 6.13 nedan innehåller statistik om uppdelningen mellan olika energislag, den visar att vanligast förekommande i förskolor är fjärrvärme och elvärme.

⁸² Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010b.

Tabell 6.13 Fördelning av energislag i skolor och förskolor.⁸³

Tillförd energi, specifikt per area (A_{temp}) [kWh/m ² A_{temp} , år]	Alla skolor	Förskolor	Skolor och gymnasier
Fjärrvärme	103,5	78,9	108,1
Oljepanna	21,5	9,3	21,6
Naturgas	6,5	10,1	5,7
Stadsgas	0,0	0,0	0,0
Rötgas	0,0	0,0	0,0
Pellets	4,2	0,0	4,8
Flis	0,0	0,0	0,0
Ved	0,0	0,0	0,0
Fjärrkyla	0,0	0,0	0,0
Annat	0,0	0,0	0,0
Elektricitet	80,3	130,8	72,8
varav elvärme	17,8	58,7	11,6
Total tillförd energi	216	229	213

6.4.1 Myndigheters föreskrifter

BBR skiljer på lokaler som är uppvärmda med elvärme och lokaler med annan typ av uppvärmning där kraven på energianvändningen är strängare för lokaler som är eluppvärmda. BBR anger också att energi från installerade solfångare eller solceller får dras av från energianvändningen. I övrigt förespråkar inte BBR något angående energislag.⁸⁴

6.4.2 Klassning av Ormen Långe som befintlig byggnad

Klassning av energislag finns med i Miljöklassad Byggnad för att gynna användning av förnybar energi. Kriterierna tar enbart hänsyn till andelar och specifik energianvändning spelar ingen roll. Objektets totala energianvändning delas in i fyra olika miljövalskategorier enligt tabell 6.14. I samma tabell redovisas även klassningskriterierna.⁸⁵

Tabell 6.14 Klassningskriterier för Energislag, befintlig byggnad och nybyggnad.⁸⁶

Miljövalskategori		Miljöklasser			
		KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
1. Sol, miljömärkt vatten- och vindkraft	Antingen mer än	Sämlre än BRONS		10%	20%
2. Miljögodkänd bibränsleeldning, ej miljöklassad/-märkt vattenkraft	eller mer än			50%	50%
3. Övrig bibränsleeldning	och mindre än				20%
4. Ej förnybart	och mindre än		50%	25%	20%

Sol- och vindel samt solvärme som produceras på objektets fastighet och som levereras ut till el- eller fjärrvärmenätet får tillgodoräknas som använd energi i

⁸³ Energimyndigheten & Boverket 2007

⁸⁴ Boverket 2008

⁸⁵ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

⁸⁶ Ibid.

miljövalskategori 1. Genom att räkna den producerade energin som använd ökar andelen energi av miljövalskategori 1.⁸⁷

Ormen Långe är anslutet till Lunds Energis fjärrvärmenät. År 2009 uppgick energianvändningen från fjärrvärmen till 136,3 MWh. Till manualen för Miljöklassad Byggnad finns en hjälpfil som innehåller data från olika fjärrvärmeleverantörer, för Lund ges följande andelsfördelning av miljövalskategorier vilka redovisas i tabell 6.15 nedan:

Tabell 6.15 Fördelning av miljövalskategorier i fjärrvärmen från Lunds Energi.⁸⁸

Miljövalskategori	Andel [%]
1	27,3
2	33,8
3	0
4	38,9

Ormen Långe använder el som är märkt med Bra Miljöval, all el hamnar därför i Miljövalskategori 1. 2009 uppgick elanvändningen till 95,7 MWh. Den totala energianvändningen fördelat på de olika miljövalskategorierna visas i tabell 6.16 nedan.

Tabell 6.16 Fördelning av miljövalskategorier för Ormen Långe.

Miljövalskategori	
1	$((136,3 \cdot 0,273) + 95,7) / (136,3 + 95,7) = 57,2 \%$
2	$(136,3 \cdot 0,338) / (136,3 + 95,7) = 19,9 \%$
3	0 %
4	$(136,3 \cdot 0,389) / (136,3 + 95,7) = 22,9 \%$

Klassningen i Miljöklassad Byggnad blir SILVER.

⁸⁷ Ibid.

⁸⁸ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd. (2010c). *Energislagsindikator. Svenska fjärrvärmenät 2008*. Tillgänglig: <

http://www.byggabodialogen.se/upload/filer/miljoklassad_byggnad/indataprotokoll/Hj%C3%A4lpfil%20f%C3%B6r%20energibehov%20&%20energislags%20100816.xls>.

6.4.3 Klassning av Ormen Långe som nybyggnad

Klassning vid nybyggnad sker på samma sätt som för befintlig byggnad och betyget blir därför SILVER.⁸⁹

6.4.4 Resultat

Befintlig byggnad	SILVER
Nybyggnad	SILVER

6.5 Ljudmiljö

Många förskolor upplever problem med buller vilket flertalet undersökningar visat. Buller definieras som icke önskvärt ljud, detta inbegriper såväl störande som hörselskadligt ljud.⁹⁰ Störningsgraden är svår att bedöma eftersom reaktionen av buller är individuell.⁹¹

I Solna överskred 9 av 17 förskolor de av miljökontoret rekommenderade gränsvärdena.⁹² I Trelleborg hade vid en genomgång 3 av 8 förskolor problem.⁹³ Rapporter från hela landet visar på ett genomgående bekymmer.⁹⁴

Om barns öron är känsligare för buller än vuxnas är inte klarlagt men de betraktas som en särskild riskgrupp. Deras hörselgång är kortare än vuxnas vilket ger en annorlunda ljudförstärkning. Buller maskerar i högre utsträckning samtal för barn än vuxna eftersom de ännu ej hunnit lära sig de mönster och regler som finns för språket och därmed får svårare att uppfatta talet. Detta gör att barn i högre grad missförstår tal vilket påverkar inlärning och förmåga att ta till sig instruktioner.⁹⁵

⁸⁹ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010b.

⁹⁰ AFS 2005:16. *Buller. Arbetsmiljöverkets föreskrifter om buller samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna.* Arbetsmiljöverket.

⁹¹ Nilsson, Erling et al. (2008). *Grundläggande akustik.* Lund: KFS i Lund AB.

⁹² Miljökontoret Solna stad. (2005). *Höga ljudnivåer – miljökontorets tillsynsprojekt på förskolor 2005.* Solna. Tillgänglig:

<<http://www.solna.se/Global/Boende%20och%20milj%C3%B6/MHF%20Rapporter/MHF%20Rapporter%202005/H%C3%B6ga%20ljudniv%C3%A5er%20-%20milj%C3%B6kontorets%20tillsynsprojekt%20p%C3%A5%20f%C3%B6rskolor%202005%20Rapport%208-2005.pdf>>. (Läst 2010-11-21).

⁹³ Miljöförvaltningen Trelleborg. (2005). *"Barn i bullerbyn". Bullermätning i förskolor.* Trelleborg. Tillgänglig:

<http://www.trelleborg.se/TrelleborgUpload/Miljo/Sammansteld_bullerrapport.pdf>. (Läst 2010-11-21).

⁹⁴ Statens folkhälsoinstitut. (2010). *Buller i skolmiljön – förekomst, effekter och åtgärder.* Tillgänglig: <<http://www.fhi.se/sv/Handbocker/Uppslagsverk-barn-och-unga/Buller-i-skolmiljon--forekomst-effekter-och-atgarder/>>. (Läst 2010-11-21).

⁹⁵ Arbetslivsinstitutet et al. (2006). *Bullret bort! En liten bok om god ljudmiljö i förskolan.* Stockholm.

Effekterna av buller blir bland annat koncentrationssvårigheter, påverkan av inlärning, försämrat minne, trötthet och sömnrörningar. Är ljudnivåerna väldigt höga föreligger även risk för tinnitus och andra hörselskador.⁹⁶

Svensk standard för byggakustik i lokaler

Ljudklassning av lokaler sker enligt SS 25268. Vid en ljudklassning enligt denna tittar man på olika parametrar. För varje parameter anges funktionskrav för fyra olika ljudklasser: A, B, C och D där A är bäst. Ljudklass C motsvarar föreskrifterna i BBR medan D är avsedd för äldre byggnader och klasserna A och B är tänkt när extra goda ljudförhållanden önskas. Parametrarna som ska ljudklassas är fem till antalet och följer nedan med en kort förklaring om vad de innebär:

- **Luftljudsisolering.** Förmågan att reducera luftburet ljud mellan rum.
- **Stegljudsisolering.** Förmågan att reducera impulsljud som steg, slag et cetera.
- **Efterklangstid.** Den tid det tar för ljudtrycksnivån att sjunka 60 dB från det att ljudkällan stängts av.
- **Ljudtrycksnivå från installationer.** Den kontinuerliga ekvivalenta ljudtrycksnivån under den tid installationerna är igång.
- **Ljudnivå från trafik och andra yttre ljudkällor.** Den dygnsekvivalenta ljudtrycksnivån för trafikbuller eller maximal ljudtrycksnivå. För övriga ljudkällor den ekvivalenta ljudtrycksnivån då dessa förekommer ihop med verksamheten den stör.⁹⁷

6.5.1 Myndigheters föreskrifter

I myndigheters råd anger man ofta ljudtrycksnivån i A-vägd form. Genom ett filter, i detta fall A-filter, har man förstärkt och försvagat ljudtrycksnivån vid olika frekvenser i syfte att bättre beskriva hur människan uppfattar ljudet. A-filtret minskar mycket av ljudets låga frekvenser och är avsett att användas vid låga ljudnivåer runt 30-40 dB samt vid ljudnivåer där hörselorganen kan komma att skadas.⁹⁸

BBR föreskriver att byggnader ska utformas så att uppkomst och spridning av störande ljud begränsas. Genom att följa ljudklass C i SS 25267 (bostäder) eller SS 25268 (lokaler) anses Boverkets krav vara uppfyllt. Boverket hänvisar vidare till andra myndigheters föreskrifter.⁹⁹

⁹⁶ Statens folkhälsoinstitut 2010

⁹⁷ Svensk standard SS 25268:2007. *Byggakustik – Ljudklassning av utrymmen i byggnader – Vårdlokaler, undervisningslokaler, dag- och fritidshem, kontor och hotell.* Swedish Standards Institute.

⁹⁸ Nilsson et al. 2008

⁹⁹ Boverket, 2008

Arbetsmiljöverket föreskriver att den ekvivalenta A-vägda ljudtrycksnivån normaliserad till en åtta timmars arbetsdag får vara högst 85 dB. Den maximala A-vägda ljudtrycksnivån får uppgå till högst 115 dB.¹⁰⁰

I Socialstyrelsens allmänna råd om buller inomhus ges riktvärden som ska tillämpas i lokaler där undervisning äger rum. Här anges att ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå inte ska överstiga 30 dB och för maximalt A-vägt buller ska 45 dB ej överskridas.¹⁰¹ Riktvärdet för ekvivalent ljudnivå gäller för den tidsperiod som störningen pågår och är avsedd att skydda mot sömnstörningar och talmaskering. Det maximala värdet på 45 dBA är ämnat att fungera som skydd mot insomningssvårigheter, risk för uppvaknande och mot påverkan av taluppfattbarhet.¹⁰²

6.5.2 Klassning av Ormen Långe som befintlig byggnad

Syftet med en klassning är att uppmuntra byggnader med en god ljudmiljö. Klassificeringen kan ske genom två olika alternativ.¹⁰³

Alternativ 1

I detta alternativ sker klassificering genom att göra en ljudbedömning på plats i byggnaden. Faktorer att ta hänsyn till är trafikbuller, ljud från installationer och hur lätt ljud sprider sig mellan rum i byggnaden. För att uppnå GULD i betyg krävs det att 80 % av brukarna via en enkät verifierar att de är nöjda med ljudmiljön. Vid klassningen ska de mest bullerexponerade utrymmena undersökas och dess yta motsvara minst 20 % av våningsplanets yta. Betyget blir ett högre än det sämsta för ett enskilt rum om minst hälften av betygen för övriga rum ligger över det lägsta betyget. Klassningskriterierna redovisas i tabell 6.17.¹⁰⁴

¹⁰⁰ AFS 2005:16

¹⁰¹ SOSFS 2005:6. *Buller inomhus*. Socialstyrelsen. Stockholm.

¹⁰² Nilsson et al. 2008

¹⁰³ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

¹⁰⁴ Ibid.

Tabell 6.17 Klassningskriterier för alternativ 1 Ljudmiljö, befintlig byggnad.¹⁰⁵

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Bedömning på plats	Alla*	Sämre än BRONS	<u>Trafik</u> Med stängda fönster hörs trafikljud svagt även när det är andra ljud i rummet. När det är tyst i rummet hörs trafikljud men man behöver inte höja rösten vid normalt samtal (stängda fönster).	<u>Trafik</u> Med stängda fönster hörs trafikljud enbart när det i övrigt är tyst i rummet.	SILVER + <u>Trafik</u> Bostäder: På natten hörs trafikljud bara som svagt brus med sovrumsfönstret på glänt. + <u>Enkät</u> Enkät visar att minst 80 % av brukarna är nöjda med ljudmiljön. Småhus: Deklaration visar att ljudmiljön är bra eller mycket bra.
			<u>Installationer</u> När det är tyst i rummet hörs installationsljud tydligt om man lyssnar efter det. Lokaler: Man märker när ventilationen stängs av på kvällen.	<u>Installationer</u> När det är tyst i rummet hörs installationsljud mycket svagt om man lyssnar efter det. Lokaler: Man hör knappt att ventilationen stängs av på kvällen.	SILVER + <u>Enkät</u> Enkät visar att minst 80 % av brukarna är nöjda med ljudmiljön. Småhus: Deklaration visar att ljudmiljön är bra eller mycket bra
				<u>Luft- och stegljud</u> Svagt ljud hörs vid normal samtalston från angränsande rum men innehållet i samtalet går ej att uppfatta. Svagt ljud hörs ovanför rummet vid flytt av möbler och från personer med hårda klackar.	SILVER + <u>Enkät</u> Enkät visar att minst 80 % av brukarna är nöjda med ljudmiljön. Småhus: Deklaration visar att ljudmiljön är bra eller mycket bra

*Gäller alla byggnadstyper såvida inte särskilda krav för viss byggnadstyp är angivna.

En klassning enligt alternativ 1 har genomförts genom en ljudbedömning på plats. Buller från trafik är svagt vilket är naturligt med tanke på att ingen större trafikerad väg finns i närheten. Installationsljud hörs tydligt när det för övrigt är tyst i rummet. Tal från angränsande rum hörs svagt men innehållet går ej att uppfatta. Andra ljud såsom flytt av möbler sprider sig i viss mån till andra rum. Vid enkätundersökning med personalen uppger 60 % att ljudmiljön är bra eller acceptabel medan 40 % anger den som dålig. Utifrån ovanstående observationer och resultat blir klassen BRONS enligt klassningskriterierna i tabell 6.17. Avgörande för att betyget blir BRONS är att ljuden från installationer hörs tydligt.

Alternativ 2

Om byggnaden är ljudklassad enligt SS 25268 kan en klassificering ske utifrån detta. I standarden tittar man på en rad parametrar såsom luftljudsisolering eller stegljudsisolering. Klassningskriterierna framgår utav tabell 6.18.¹⁰⁶

¹⁰⁵ Ibid.

Tabell 6.18 Klassningskriterier för alternativ 2 Ljudmiljö, befintlig byggnad.¹⁰⁷

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Ljudklass	Alla	Sämlre än BRONS	Minst ljudklass C på alla parametrarna i SS 25267 eller SS 25268*	Minst ljudklass C samt över 50% ljudklass B på parametrarna i SS 25267 eller SS 25268	Minst ljudklass B på alla parametrar i SS 25267 eller SS 25268 + <u>Enkät</u> visar att minst 80 % av brukarna är nöjda med ljudmiljön.

* SS 25267 (Bostäder) och SS 25268 (Kontor, skolor etc.)

Enligt Lundafastigheters konsulthandledning ska alla parametrarna i SS 25268 uppfylla minst klass C; luftljudsisolering, stegljudsnivå, efterklangstid, ljudtrycknivå inomhus från installationer samt ljudnivå mot yttre ljudkällor. Betyget blir därför BRONS.¹⁰⁸

6.5.3 Klassning av Ormen Långe som nybyggnad

Klassningen sker på samma vis som för alternativ 2 för befintligt byggnad. Betyget blir därmed BRONS.¹⁰⁹

6.5.4 Resultat

Befintlig byggnad	BRONS
Nybyggnad	BRONS

6.6 Luftkvalitet - radon

Radon är en radioaktiv ädelgas som bildas när radium sönderfaller. Radioaktiva ämnen sönderfaller spontant i mindre delar och bildar ett eller två nya grundämnen så kallade isotoper. Radon förekommer i naturen i tre olika isotoper: radon-222, radon-220 och radon-219 där respektive isotop ingår i sönderfallsserien för uran-238, torium-232 och uran-235. Uran och torium är båda två radioaktiva grundämnen som förekommer naturligt i jordskorpan bergarter.¹¹⁰

Halveringstiden för radon-219 är 3,96 sekunder och den förekommer i så låg koncentration att den anses ofarlig medan radon-222 och radon-220 anses utgöra en hälsorisk för människan. När radonisotoperna sönderfaller bildas så kallade radondöttrar, närmast i sönderfallsserien bildas isotoper med korta halveringstider från millisekunder upp till runt 25 minuter. Därefter följer i sönderfallsserien

¹⁰⁶ Ibid.

¹⁰⁷ Ibid.

¹⁰⁸ Lundafastigheter. (2009). *Konsulthandledning för projektering*. Utgåva 2009-11-01. Lund.

¹⁰⁹ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010b.

¹¹⁰ Clavensjö, Bertil & Åkerblom, Gustav. (2004). *Radonboken – förebyggande åtgärder i nya byggnader*. Stockholm.

radondöttrar med längre halveringstider. Radondöttrarna följer med inandningsluften ner i lungorna och kan där orsaka skador på lungcellerna vilket kan leda till lungcancer. Radondöttrarna fastnar lätt på partiklar i luften eller andra ytor, ett dammigt rum kommer därför ha en högre koncentration av radondöttrar i luften som därmed kan följa med inandningsluften ner i lungorna.¹¹¹

I en undersökning från 1993 genomförd av Institutet för miljömedicin vid Karolinska institutet har sambandet mellan radon i bostäder och lungcancer undersökts. Vid radonnivåer mellan 140 och 400 Bq/m³ var den relativa risken för lungcancer 1,3 jämfört med bostäder där radonhalten högst uppgick till 50 Bq/m³. Utifrån undersökningen har bedömningen gjorts att cirka 400 fall av lungcancer varje år är radonrelaterade.¹¹²

Mark delas in i olika riskklasser beroende på hur högt radoninnehållet är. Det finns tre olika klasser vilka visas i tabell 6.19. De olika riskklasserna kräver olika nivå på framförallt grundkonstruktionens utförande för att hindra att radon läcker in i huset.¹¹³

Tabell 6.19 Riskklassbedömning med tillhörande åtgärdskrav baserat på markradonhalt (Bq/m³).

Markradonhalt, Bq/m ³	Riskklass	Åtgärdskrav
>50 000	Högradonmark	Radonsäkert utförande
10 000 – 50 000	Normalradonmark	Radonskyddande utförande
<10 000	Lågradonmark	Traditionellt utförande

Radonskyddat utförande

Radonskyddat utförande innebär att man undviker ett konstruktionssätt som ger påtagliga otätheter. Detta innebär att man kantisolerar betongplattan längs ytterkanterna så att jordluft ej släpps igenom, tätar där man har genomgångar av rör i betongplattan och att man bygger på ett sätt så att sättningar undviks.¹¹⁴

Radonsäkert utförande

Vid ett radonsäkert utförande är det viktigt med god täthet för att undvika markradon via jordluften.¹¹⁵ En betongplatta utgör ett gott radonstoppande skydd förutsatt att man undviker sprickor. Främst är det genomgående sprickor man vill förhindra vilket sker genom att undvika sättningar. En vanligt förekommande lösning är att betongplattan isoleras underifrån. I de fall betongplattan isoleras med två lager av

¹¹¹ Ibid.

¹¹² Pershagen et al. (1993). *Radon i bostäder och lungcancer – En landsomfattande epidemiologisk undersökning*. Stockholm.

¹¹³ Clavensjö, Bertil & Åkerblom, Gustav, 2004

¹¹⁴ Boverket et al. (2005). *Åtgärder mot radon i bostäder*. Växjö.

¹¹⁵ Ibid.

cellplast bör dessa läggas med förskjutna fogar.¹¹⁶ Alla genomföringar av rör ska göras lufttäta så att jordluft ej kan vandra den vägen. Vid behov kan det vara aktuellt att ventileras bort radon ur marken. Det görs genom att dräneringsslangar placeras i det kapillärbrytande skiktet dessa kopplas sedan samman med ett större rör som dras vertikalt upp genom huset eller ut till ytterkanten av betongplattan.¹¹⁷¹¹⁸

6.6.1 Myndigheters föreskrifter

Enligt Boverkets Byggregler får årsmedelvärdet av den joniserande strålningen från radongas inte överstiga 200 Bq/m³.¹¹⁹ Socialstyrelsen säger i sina allmänna råd om radon i inomhusluft att i bostäder och lokaler för allmänna ändmål anses radonhalter med ett årsmedelvärde över 200 Bq/m³ vara en olägenhet för människors hälsa.¹²⁰

6.6.2 Klassning av Ormen Långe som befintlig byggnad

Syftet med en klassning är att premiera byggnader med låga radonhalter. Klassificering sker genom att mäta radonhalten i byggnaden. Mätningen ska ske under eldningssäsongen vilket avser perioden mellan 1 oktober och 30 april. Temperaturskillnaden inomhus och utomhus ger upphov till ett undertryck i huset som påverkar tillförseln av markradon, därför sker mätningen under eldningssäsongen. Mätperioden bör vara minst två månader.¹²¹ För detaljerade instruktioner om hur mätning bör förfaras hänvisas till Strålsäkerhetsmyndighetens skrift Metodbeskrivning för mätning av radon på arbetsplatser.¹²²

Klassning sker utifrån uppmätta radonhalter enligt tabell 6.20 nedan. Enhet för värdena är Bq/m³.

Tabell 6.20 Klassningskriterier för Radon, befintlig byggnad och nybyggnad.¹²³

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Radonhalt (Bq/m ³)	Bostäder, lokaler för allmänna ändamål (t.ex. skolor)	>200 eller inte uppmätt	200–101	100–51	≤ 50

En mätning av radonhalten inomhus har inte genomförts dock finns en mätning på förekomsten av markradon. Markradonhalten har uppmätts i två punkter med halter på <1 och 6,9 kBq/m³. Dessa nivåer faller inom lågriskintervallet som gäller för halter mellan 0-10 kBq/m³. På grund av relativt högt vatteninnehåll i jorden vid mättillfället bedömer konsulten som utfört mätningen att radonhalten är högre då

¹¹⁶ Clavensjö, Bertil & Åkerblom, Gustav, 2004

¹¹⁷ Ibid.

¹¹⁸ Boverket et al. 2005

¹¹⁹ Boverket, 2008

¹²⁰ SOSFS 1999:22. *Tillsyn enligt miljöbalken – radon i inomhusluft*. Socialstyrelsen. Stockholm.

¹²¹ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

¹²² Hagberg, Nils & Mjönes, Lars, Söderman, Ann-Louis. *Metodbeskrivning för mätning av radon på arbetsplatser*.

¹²³ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

vattnet verkar dämpande. Konsulten anser dock att nivåerna av markradon inte kommer överstiga nivåerna för normalriskmark under torrare markförhållanden. Normalriskmark ligger inom intervallet 10-50 kBq/m³. För konsultens utlåtande om markförhållandena se bilaga 2.

Enligt rambeskrivning för Ormen Långe ska grundläggning ske som radonskyddat utförande.

Då någon mätning ej skett ska betyget egentligen bli KLASSAD men om en mätning genomförs får chanserna till ett högre betyg anses goda. BRONS innebär att BBR's råd följs och antas vara uppfyllda. Då Ormen Långe befinner sig på normalradonmark och grundläggningen har utförts som radonskyddande kan eventuellt ännu högre betyg nås.

6.6.3 Klassning av Ormen Långe som nybyggnad

Klassningskriterierna är desamma som för befintlig byggnad och betyget blir därmed BRONS.¹²⁴

6.6.4 Resultat

Befintlig byggnad	BRONS
Nybyggnad	BRONS

6.7 Luftkvalitet - ventilation

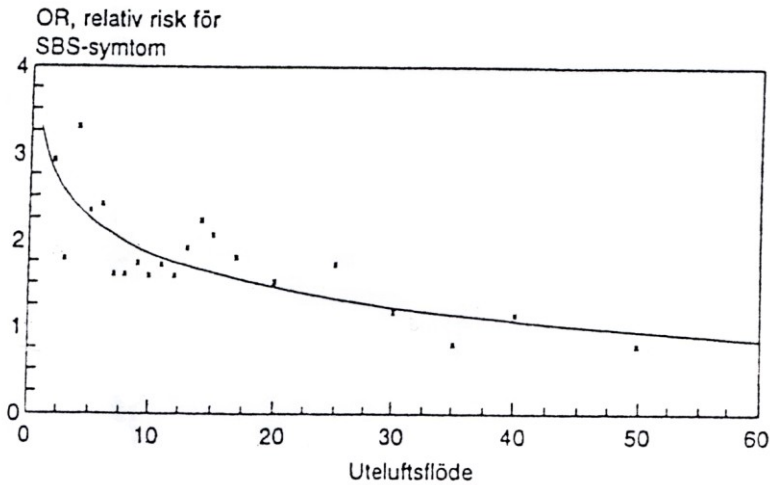
Ventilering av en byggnad syftar till att tillföra ren luft och föra bort de föroreningar som bildas. Föroreningar kan leda till att luftkvaliteten upplevs dålig och i värsta fall skapa ohälsa. Föroreningar som förekommer i ett rum kan vara emissioner från material, radon och dålig lukt. Människan uppfattar luftens kvalitet genom luktsinne och slemhinnor i ögon, näsa och hals vilka reagerar på olika gaser i luften.¹²⁵

Det är ofta svårt att peka ut enskilda luftföroreningar som orsaken till ett hälsoproblem. Koppling finns dock mellan ventilation och SBS-symptom. SBS står för sick building syndrome och karakteriseras av symptom så som irriterande ögon, rinnande näsa, rodnader och huvudvärk. Figur 6.6 visar hur uteluftsflödets storlek påverkar den relativa risken för SBS-symptom¹²⁶.

¹²⁴ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010b.

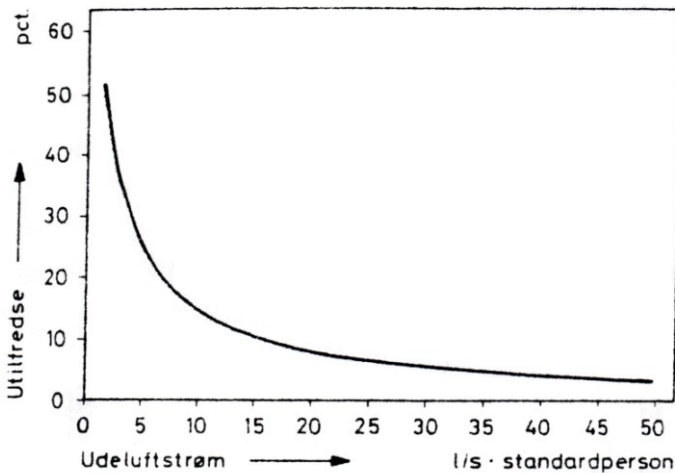
¹²⁵ Fanger, 1997

¹²⁶ Sundell, Jan et al. (1997). *Problem med inomhusklimatet: utredningar, mätningar, åtgärder*. BFR A8:19. Stockholm.



Figur 6.6 Samband mellan uteluftsflöde (l/s) och den relativa risken för SBS-symptom.

Storleken på luftflödet har även betydelse på hur brukarna upplever luftkvaliteten. Figur 6.7 visar sambandet mellan uteluftsflöde och andel personer som är otillfredsställda.¹²⁷



Figur 6.7 Samband mellan uteluftsflöde och andelen personer som är otillfredsställda med luftkvaliteten.¹²⁸

6.7.1 Myndigheters föreskrifter

BBR ställer krav på att ventilationssystemet utformas så att uteluftsflödet blir minst $0,35 \text{ l/s, m}^2$. För byggnader som inte är bostäder tillåts en reduktion när ingen vistas i lokalen. Ventilationen bör sättas igång så att en luftomsättning (1 oms) skett innan

¹²⁷ Fanger, 1997

¹²⁸ Ibid.

personer vistas i lokalen. Reduktionen av ventilationen får ej orsaka hälsorisker eller skador på byggnaden så som fuktskador.¹²⁹

Socialstyrelsen rekommenderar att det i förskolor bör finnas ett uteluftsflöde om 7 l/s och person samt 0,35 l/s,m². Som en indikator på hur god ventilationen är används koldioxidhalten. Som riktvärde anger Socialstyrelsen att halten ej bör överstiga 1000 ppm. Ej heller bör fuktillskottet vintertid överstiga 3 g/m³.¹³⁰ Även arbetsmiljöverket anger 1000 ppm som ett riktvärde för koldioxidhalten som ej bör överstigas i lokaler.¹³¹

Förordningen (1991:1273) om funktionskontroll av ventilationssystem (OVK) ställer krav på att ventilationssystem ska funktionskontrolleras innan de tas i drift. Därefter ska kontroller genomföras med jämna mellanrum, för förskolor är detta intervall tre år. Det åligger fastighetsägaren att se till att dessa funktionskontroller genomförs. Den som genomför kontrollen ska ha erforderlig utbildning för uppgiften och vid kontrollen ska protokoll föras.¹³²

6.7.2 Klassning av Ormen Långe som befintlig byggnad

Syftet med en klassning för denna punkt är att uppmuntra god ventilation i byggnader. För att uppnå BRONS krävs det att byggnaden har en godkänd OVK. För högre betyg ställs krav på att luftflödet uppgår till minst 0,35 l/s,m² + 7 l/s, person. Finns det luftflödesmätningar från OVKn kan dessa användas. Saknas detta kan mätningar utföras enligt Byggforskningsrådets rapport ”Rekommenderade metoder för flödesmätning i ventilationsinstallationer” eller enligt ISO-Standard 16000-8. För att uppnå GULD i betyg ska det vara möjligt att vädra eller på annat vis öka luftflödet med minst 20 % i rum avsedda för flera personer. Dessutom ska minst 80 % av brukarna vara nöjda med luftkvaliteten. Klassningskriterierna redovisas i tabell 6.21.¹³³

Tabell 6.21 Klassningskriterier för Luftkvalitet, befintlig byggnad.¹³⁴

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
	Alla utom bostäder ^{b)}	Ej godkänd OVK/ ej utförd OVK	Godkänd OVK	Godkänd OVK +: Uteluftsflöde ≥ 0,35l/s per m ² golvarea + ≥ 7 l/s, person ^{c)} (summaflöde)	SILVER + Goda vädrings-/ forceringsmöjligheter ^{d)} + Enkät som visar att minst 80 % av brukarna är nöjda med luftkvaliteten i stort

c) Avser antalet personer som de bedömda rummen är dimensionerade för.

d) Med goda vädrings-/forceringsmöjligheter avses att luftflödet i rum avsedda för flera personer ska kunna ökas med minst 20 %.

¹²⁹ Boverket, 2008

¹³⁰ SOSFS 1999:25. *Tillsyn enligt miljöbalken – Ventilation*. Socialstyrelsen. Stockholm.

¹³¹ AFS 2009:2. *Arbetsplatsens utformning*. Arbetsmiljöverket. Stockholm.

¹³² SFS 1991:1273. *Förordning om funktionskontroll av ventilationssystem*.

¹³³ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

¹³⁴ Ibid.

Godkänd OVK finns för Ormen Långe. Luftflödena uppfyller kravet om $0,35 \text{ l/s, m}^2 + 7 \text{ l/s, person}$ och det finns också möjligheter till att vädra förskolan. Enkäten som genomförts med personalen visar dock att bara 67 % tycker att luftkvaliteten är acceptabel eller bra vilket gör att klassen blir SILVER.

6.7.3 Klassning av Ormen Långe som nybyggnad

För nybyggnad är kraven strängare. Betyget för SILVER vid befintlig byggnad motsvarar här BRONS. För SILVER ska man i rum som har varierande belastning kunna behovsstyra ventilationen. GULD kräver att ventilationssystemet är behovsstyrt, ett så kallat VAV-system. VAV står för variable air volume. För att nå klassen GULD vid verifiering krävs även att en brukarenkät visar att 80 % av brukarna tycker att luftkvaliteten är bra eller acceptabel. Klassningskriterierna visas i tabell 6.22, kraven är främst anpassade för kontorslokaler men tillsvidare få de användas även för andra typer av lokaler.¹³⁵

Tabell 6.22 Klassningskriterier för Luftkvalitet, nybyggnad.¹³⁶

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Uteluftsflöde och teknisk utformning	Alla utom bostäder ^{b)}	Sämré än BRONS	Projekterat för: Uteluftsflöde $\geq 0,35 \text{ l/s per m}^2 \text{ golvarea}$ samt $\geq 7 \text{ l/s, person}^c)$ (summaflöde)	BRONS + Behovsstyrt i rum med varierande belastning (t.ex. sammanträdesrum)	BRONS + Behovsstyrd ventilation (VAV)

b) I dagsläget är angivna luftflöden anpassade för kontor. På sikt kommer kriterier för fler lokaltyper att övervägas.

c) Avser antalet personer som de bedömda rummen är dimensionerade för.

Kraven på uteluftsflöde har som konstaterats ovan uppfyllts. Ventilationssystemet är inte ett renodlat VAV-system men i rum där varierande belastning förekommer finns behovsstyrd ventilation som styrs via koldioxidgivare. Sammantaget blir därmed betyget SILVER.

6.7.4 Resultat

Befintlig byggnad	SILVER
Nybyggnad	SILVER

6.8 Luftkvalitet - trafikföroreningar

Kvävedioxid används ofta som indikator för att mäta trafikföroreningar. Merparten av kvävedioxidhalten i luften har sitt ursprung i förbränningsprocesser från trafiken. I förbränningsprocesser bildas kväveoxid som sedan oxiderar till kvävedioxid i luften. Största källan till utsläppen är trafik i närområdet men det händer också att

¹³⁵ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010b.

¹³⁶ Ibid.

luftvolymen med höga halter transporteras in från kontinenten.¹³⁷ Det kan också finnas källor inomhus som exempelvis gasspisar.¹³⁸

Studier har visat att kvävedioxid framförallt ger upphov till besvär på andningsorganen varför personer med astma är extra känsliga.¹³⁹ I miljömålet Frisk luft sätts 20 µg/m³ som övre gräns för årsmedelvärdet och 60 µg/m³ som timmedelvärde för kvävedioxid.¹⁴⁰ Enligt en rapport från IVL anges att nästan 600 dödsfall kunnat undvikas årligen om halterna sänktes ner till miljömålets gränser.¹⁴¹ Miljömålet ska uppnås 2010 men enligt Naturvårdsverket är utsikterna för att klara detta små.¹⁴²

6.8.1 Myndigheters föreskrifter

Enligt BBR ska en byggnad och dess installationer utformas så att halten av föroreningar i tilluften inte överskrider rådande gränsvärden för uteluft.¹⁴³ Vissa gränsvärden för föroreningar i uteluft återfinns i förordningen (2001:527) om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft. För kvävedioxid anger förordningen ett årsmedelvärde om högst 40 µg/m³.¹⁴⁴

6.8.2 Klassning av Ormen Långe som befintlig byggnad

Miljöklassad Byggnad premierar byggnader med god inomhusluft och liten halt av trafikföroreningar, vilket är syftet med klassningen av denna punkt. Om en byggnad ligger utanför tätbebyggt område och mer än 250 meter från en kraftigt trafikerad led fås klassen GULD automatiskt. Kvävedioxidhalten i luften fungerar som indikator för mängden av trafikföroreningar.¹⁴⁵

Om byggnaden inte uppfyller ovanstående krav om placering ska en mätning av kvävedioxid göras för att en klass högre än BRONS ska uppnås. Mätningen utförs med en provtagare som placeras i något av de mest utsatta rummen och i närheten av ett tilluftsdon. Mätningen ska pågå under minst sju dagar och det är sedan medelvärdet av halten kvävedioxid som används som indikator vid klassningen. Halterna av kvävedioxid är vanligtvis högre under vinterhalvåret, därför ska

¹³⁷ Miljöförvaltningen Lund. (2010). *Luften i Lund: Rapport för 2009 med jämförande mätningar 1990-2009*. Lund.

¹³⁸ Institutet för miljömedicin. (2009). *Kväveoxid*. Tillgänglig: <<http://ki.se/ki/jsp/polopoly.jsp?d=11353&a=5706&cid=11355&l=sv>>. (Läst 2010-10-13).

¹³⁹ Ibid.

¹⁴⁰ Naturvårdsverket. (2010). *Kvävedioxid (2010)*. Tillgänglig: <<http://www.miljomal.se/2-Frisk-luft/Delmal/Kvavedioxid-2010/>> (Läst 2010-10-13)

¹⁴¹ Sjöberg, Karin et al. (2007). *Quantification of population exposure to nitrogen dioxide in Sweden 2005*. Göteborg.

¹⁴² Naturvårdsverket, 2010

¹⁴³ Boverket 2008.

¹⁴⁴ SFS 2001:527. *Förordning om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft*.

¹⁴⁵ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

mätvärden korrigeras om mätningen utförs sommartid. Gränsvärden för de olika klasserna redovisas i tabell 6.23 nedan.¹⁴⁶

Tabell 6.23 Klassningskriterier för Trafikföreningar, befintlig byggnad och nybyggnad.

Indikator	Specifikation	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Kvävedioxidhalt [µg/m ³]	Byggnader i tätort eller nära trafikerad väg	–	>40 eller okänt	≤40	≤20

Mätning av kvävedioxid har inte utförts på Ormen Långe. Under 2009 var halterna av kvävedioxid i Lund högst i början och i slutet av året. Vid två tillfällen överskreds 36 µg/m³ men halterna var aldrig över 40 µg/m³. Årsmedelvärdet i Lund var 11,97 µg/m³.¹⁴⁷ Diagram 6.1 visar dygnsmedelvärde av kvävedioxid i Lund under 2009. Förekommer inga inomhuskällor motsvarar en utomhushalt på 40 µg/m³ en inomhushalt på 20-25 µg/m³.¹⁴⁸

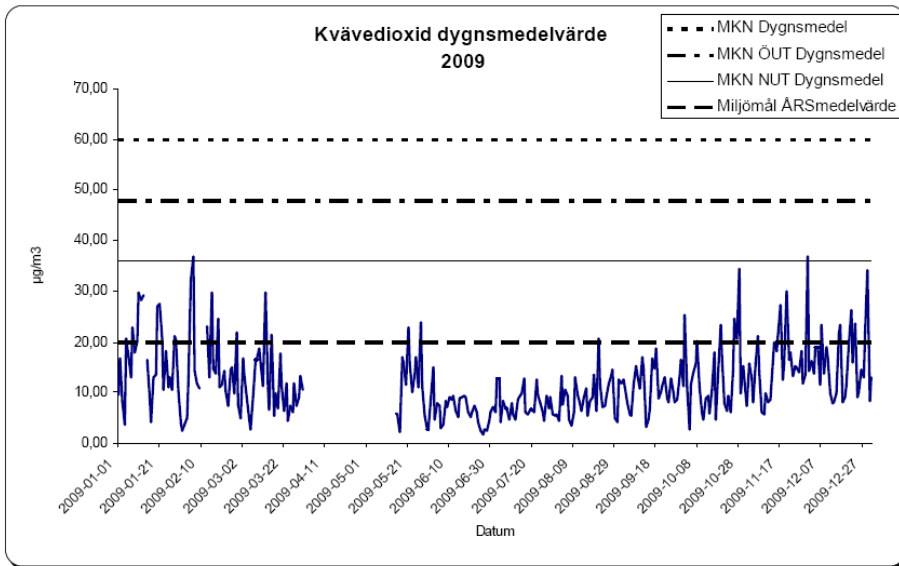


Diagram 6.1 Dygnsmedelvärde för kvävedioxid 2009 i Lund.

Då halterna aldrig överskrider 40 µg/m³ och det inte förekommer några inomhuskällor för kvävedioxid leder troligtvis detta till att en mätning ger klassen SILVER eller bättre.

¹⁴⁶ Ibid.

¹⁴⁷ Miljöförvaltningen Lund, 2010

¹⁴⁸ Institutet för miljömedicin, 2009

6.8.3 Klassning av Ormen Långe som nybyggnad

Gränserna vid klassning av nybyggnad är desamma som för befintlig byggnad. Vid klassning innan en mätning kan utföras görs en bedömning av mängden kvävedioxid utifrån statistik från lokala luftvårdsförbund eller kommunen.¹⁴⁹ Eftersom klassningskriterierna är samma som för befintlig byggnad blir betyget SILVER.

6.8.4 Resultat

Befintlig byggnad	SILVER
Nybyggnad	SILVER

6.9 Fuktsäkerhet

Fuktskador i byggnader är ett stort problem. Organisationen VVS-Installatörerna har gjort en undersökning av antalet vattenskador i Sverige och kostnaderna för dessa. Undersökningen grundar sig på uppgifter från sju bostadsföretag samt på statistik från försäkringsbolag. Utredningen visar att vattenskador kostar samhället mer än fem miljarder kronor årligen.¹⁵⁰ Utöver den rent ekonomiska belastningen kan oönskad fukt i byggnader också försämra inomhusmiljön och utgöra hälsorisker.¹⁵¹ För att komma tillrätta med problemen har flera olika aktörer tagit fram stöd för att förebygga och minska antalet fuktskador.

FuktCentrum och ByggaF

FuktCentrum vid Lunds Tekniska Högskola arbetar för att stärka forskning, utveckling och utbildning kring fuktfrågor i byggbranschen. Verksamheten ska leda till bättre förutsättningar för ett fuktsäkert arbete i olika byggprocesser.¹⁵²

FuktCentrum har arbetat fram ByggaF som är ett hjälpmedel för att uppnå en fuktsäker byggprocess. ByggaF är uppbyggt av anvisningar, checklistor och kontrollplaner som kan användas av olika aktörer i alla delar av byggprocessen.¹⁵³

Fuktsakkunnig

FuktCentrum i Lund håller kurser för att diplomera fuktsakkunniga. Kursen handlar om fuktsäkerhet i byggprocessen och motsvarar fem högskolepoäng.¹⁵⁴ Fuktsakkunniga kan ha olika roller i byggprocessen och arbetar för en ökad

¹⁴⁹ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010b.

¹⁵⁰ VVS-installatörerna. (2006). *Vattenskadeundersökningen 2005*. Stockholm.

¹⁵¹ Nevander & Elmarsson, 2006

¹⁵² Fuktcentrum. (2008). *Om Fuktcentrum*. Tillgänglig: <http://www.fuktcentrum.lth.se/om_fuktcentrum/>. (Läst 2010-11-24).

¹⁵³ Fuktcentrum. (2009). *Fuktsäkert Byggande*. Tillgänglig: <http://www.fuktcentrum.lth.se/verktyg_och_hjaelpmedel/fuktsaekert_byggande/>. (Läst 2010-11-24).

¹⁵⁴ Fuktcentrum. (2010). *Fuktsakkunnig*. Tillgänglig: <<http://www.fuktcentrum.lth.se/kurser/fuktsakkunnig/>>. (Läst: 2010-11-24).

fuktsäkerhet genom bland annat fuktberäkningar, fuktsäkerhetsdokumentation och fuktmätningar.¹⁵⁵

Fuktmätning enligt RBK

Rådet för ByggKompetens arbetar för att byggbranschen har tillgång till aktuell utbildning och att kompetensnivån ska vara hög. De som ingår i RBK är Sveriges Byggindustrier, Föreningen Sveriges Byggnadsinspektörer, Ledarna, Fastighetsägarna Sverige, Byggherrarna, SP SITAC samt Boverket.¹⁵⁶

RBK har tagit fram ett kontrollsystem för fuktmätningar i betong som bland annat omfattar vilka mätmetoder som ska godkännas, hur kalibrering av mätutrustning ska ske och rutiner för hur fuktmätningar ska genomföras. RBK auktoriserar fuktkontrollanter för betong.¹⁵⁷

VASKA

VASKA står för vattenskadesäkert byggande och är finansierat av Byggeforskningsrådet. Från början var det ett byggeforskningsprojekt med drygt 200 bostäder uppförda i Umeå. Bostäderna byggdes med fokus på säkerhet mot vattenskador. Efter drygt tio år hade ingen av bostäderna varit utsatt för vattenskada. Normalt skulle cirka 30 bostäder varit skadade enligt skadestatistiken. Efter de första 200 experimentbostäderna har ytterligare runt 4000 lägenheter byggts i Umeå med liknande teknik. Från dessa lägenheter har inte heller någon fuktskada rapporterats.¹⁵⁸

VASKA-tekniken går ut på att använda rätt typ av material och sedan ange krav för montering och kontroll. Våtrum och installationer ska utföras så att en vattenskada upptäcks fort och vatten som läcker ut ska inte orsaka omedelbara skador. Installationer ska placeras så att de är lätta att byta ut vid behov. Ur projektet har det kommit checklistor som kan användas både vid nybyggnad och för rivning och ombyggnad.¹⁵⁹

BBV

Byggkeramikrådets branschregler för våtrum, BBV, ges ut av leverantörer och entreprenörer inom kakelbranschen. Reglerna kan tillämpas både vid nybyggnad och renovering och omfattar framförallt montering av tätskiktssystem där ytskiktet utgörs av kakel, klinker eller mosaik.

¹⁵⁵ Fuktcentrum. (2009). *Program och innehåll*. Tillgänglig: <http://www.fuktcentrum.lth.se/kurser/fuktsakkunnig/program_och_innehaall/>. (Läst 2010-11-25).

¹⁵⁶ Rådet för ByggKompetens. *RBK – Ett centrum för kompetensutveckling*. Tillgänglig: <<http://www.rbk.nu/rbk.asp>>. (Läst 2010-11-24).

¹⁵⁷ Rådet för ByggKompetens. *RBK – auktoriserad fuktkontrollant betong – kvalitetssäkrad fuktmätning*. Tillgänglig: <http://www.rbk.nu/om_fuktkontrollant_betong.asp>. (Läst 2010-11-24).

¹⁵⁸ Andersson, Johnny & Kling Rolf. (2000). *Byggvattenskadesäkert. Vaska visar vägen. Ett beprövat sätt att spara pengar, hälsa och miljö*. Byggeforskningsrådet. Stockholm.

¹⁵⁹ Ibid.

GVK

Golvbranschens Våtrumskontroll, GVK, är en stiftelse där olika byggherrar, entreprenörer och förvaltare är medlemmar. Stiftelsen bildades 1988 och verkar för att minska fallen av vattenskadorna i våtutrymmen. GVK ger liksom Byggkeramikrådet ut branschregler för hur tätskikt i våtrum ska utföras. Till skillnad från BBV täcker GVK's regler ytskikt av både plast och keramiska material. GVK auktoriserar också företag i våtrumsarbeten genom att personal från de aktuella företagen genomför kurser som behandlar tät- och ytskikt med plast och keramik.¹⁶⁰

6.9.1 Myndigheters föreskrifter

Det allmänna kravet om fuktsäkerhet i BBR är att byggnader ska utformas så att fukt inte orsakar skador på byggnadsdelar eller olägenheter i inomhusmiljön som kan påverka människors hälsa. Rådet är att en fuktsäkerhetsprojektering utförs och att byggnadsmaterial under byggtiden skyddas från fukt och smuts.¹⁶¹

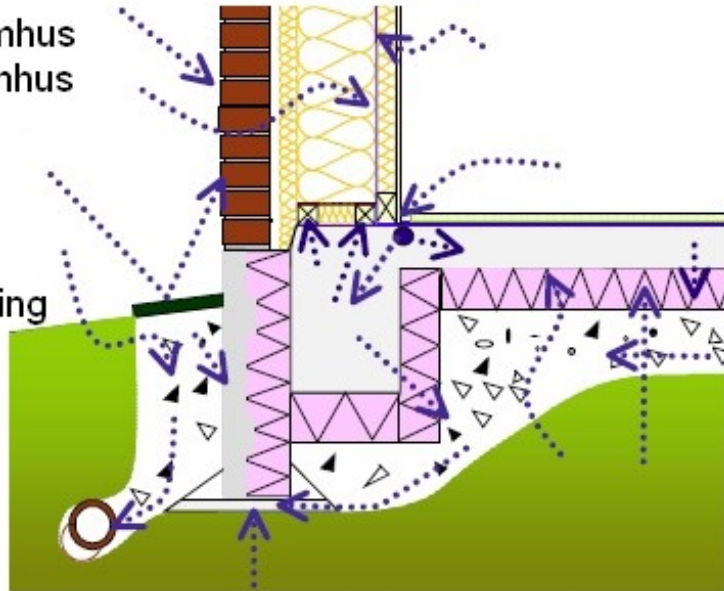
Högsta tillåtna fukttillstånd för byggnadsdelar bestäms genom att ingående materials kritiska fukttillstånd studeras. När ett material når det kritiska fukttillståndet har det inte längre avsedda egenskaper och funktion. Då ett materials kritiska fukttillstånd inte är känt sätts det till 75 % RF. Varje enskild byggnadsdel ska alltid ha ett lägre fukttillstånd än det högsta tillåtna, med undantag för byggnadsdelar där det är orimligt med hänsyn till deras avsedda användning.¹⁶² Figur 6.8 visar möjliga fuktkällor som kan finnas och fukttillståndet bedöms utifrån dessa.

¹⁶⁰ AB Svensk våtrumskontroll. *Detta är GVK*. Tillgänglig: http://www.gvk.se/hem/index.asp?art_cat=1. (Läst 2010-11-24).

¹⁶¹ Boverket, 2008

¹⁶² Ibid.

1. Nedebörd
2. Luftfukt utomhus
3. Luftfukt inomhus
4. Markfukt
5. Byggfukt
6. Limfukt
7. Läckage
8. Vattenspolning
9. Våtstädning



Figur 6.8 Fuktkällor som ligger till grund för bestämning av fuktillstånd.¹⁶³

6.9.2 Klassning av Ormen Långe som befintlig byggnad

Vid klassning av fuktsäkerhet i befintliga byggnader ska en fuktbesiktning genomföras. Alternativt kan tidigare utförda besiktningar användas såsom försäkringsbesiktningar. Vid en fuktbesiktning kontrolleras klimatskalet och fukt känsliga utrymmen inomhus.¹⁶⁴

Det krävs att de personer som utför fuktbesiktningar kan identifiera riskkonstruktioner ur fuktsynpunkt. Om riskkonstruktioner, exempelvis tilläggsisolerade tak eller uteluftsventilerade krypgrunder, upptäcks måste en mer grundlig undersökning göras och dokumenteras. För att uppnå klassen GULD måste också en brukarenkät genomföras som visar att mindre än 10 % av brukarna upplever allergi-, hälso- eller mögelbesvär.¹⁶⁵

Tabell 6.24 sammanfattar kraven för respektive klass.

¹⁶³ Harderup, Lars-Erik. (2009-03-18). Föreläsning. *Fuktskyddsdocumentation. Metodik med exempel.*

¹⁶⁴ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

¹⁶⁵ Ibid.

Tabell 6.24 Klassningskriterier för Fuktsäkerhet, befintlig byggnad.¹⁶⁶

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Bedömning av konstruktion och fuktskador	Alla	Dålig konstruktion med synliga fuktskador och/ eller mögelpåväxt.	Inga fukt- eller vattenskador förekommer.	BRONS+ Konstruktioner bedöms vara väl genomförda med betydande kvarvarande teknisk livslängd.	SILVER+ dokumenterat väl utförda våtrum. + för alla utom småhus: Enkät visar att färre än 10% upplever allergi-, hälso- och/eller mögelbesvär. Småhus: Deklaration visar "nej, sällan eller aldrig" upplevs allergi-, hälso- och/ eller mögelbesvär

Som grund till klassningen ligger en fuktinventering som gjorts på plats samt bedömning av riskkonstruktioner utifrån tillgängliga ritningar. Som hjälp vid inventeringen, har utöver manualen för Miljöklassad Byggnad även *Byggherrens arbete för fuktsäker byggnad* (Sikander, 2005) och *Fukthandboken* (Nevander & Elmarsson 2006) använts^{167,168}. I följande avsnitt beskrivs några av de vanligaste riskkonstruktionerna tillsammans med en bedömning om huruvida dessa återfinns hos Ormen Långe.

Riskkonstruktioner enligt Miljöklassad Byggnad

Nedanstående riskkonstruktioner är de som omnämns i manualen för Miljöklassad Byggnad:

- Tätskikt i våtrum där den tekniska livslängden uppnåtts
- Tätskikt på tak/terrasser där den tekniska livslängden uppnåtts
- Gamla stammar
- Tilläggsisolerade tak
- Platta/låglutande tak med invändig avvattning
- Uteluftsventilerade krypgrunder
- Uppreglade golv mot mark
- Gammal uttjänt/igensatt dränering¹⁶⁹

Vid granskning av ritningar upptäcktes ingen av dessa riskkonstruktioner. Då Ormen Långe är byggd 2008 återstår en lång teknisk livslängd och flera av punkterna utgör därför inget bekymmer. Återstående punkter består av konstruktioner som ej återfinns hos Ormen Långe.

Tryckförhållanden i byggnaden

I byggnader är undertryck önskvärt eftersom varm och fuktig luft annars kan gå in i klimatskalet och kondensera på kallare delar. Under taket i en byggnad råder det ofta övertryck under den kalla delen av året. Varm luft stiger uppåt, samlas under taket

¹⁶⁶ Ibid.

¹⁶⁷ Sikander, Eva. (2005). *Byggherrens arbete för fuktsäker byggnad. Krav, uppföljning, hjälpmedel och erfarenheter*. Borås: Sveriges provnings- och forskningsinstitut.

¹⁶⁸ Nevander & Elmarsson, 2006

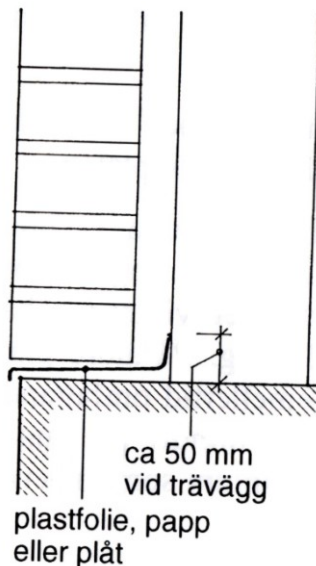
¹⁶⁹ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

och bildar ett övertryck. Processen brukar kallas för skorstensverkan.¹⁷⁰ Luft som tränger upp till den kalla vinden i Ormen Långe kan kondensera mot insidan av det kalla taket, fukten kan dels skada taket och även droppa ned på underliggande material. För att förhindra att den varma luften tränger ut krävs god lufttätet. Hur det aktuella förhållandet är har ej klarlagts då inspektion av vinden inte varit möjlig.

Ytterväggskonstruktion

Vid murning av skalmur finns risk att brukstuggor bildas vilka kan leda vatten över luftspalten. Luftspalter över 20 mm är tillräckligt för att förhindra farliga brukstuggor.¹⁷¹ Ormen Långe har 42 mm luftspalt och ligger därmed på säkra sidan.

Längst ner i luftspalten ska det finnas en vattenavledande papp enligt figur 6.9. Syftet med pappen är att undvika att vatten ansamlas. Denna papp får inte dras för långt upp då den kan bilda ett tätt skikt på den kalla sidan av väggen där fuktig luft inifrån kan kondensera.¹⁷² Enligt ritningarna finns denna papp, det är däremot svårt att bedöma hur långt upp den är dragen. I de nedersta raderna av teglet finns öppna stötfogar för dränering av vatten som nått luftspalten.



Figur 6.9 Vattenavledande papp i syfte att förhindra vattenansamling.¹⁷³

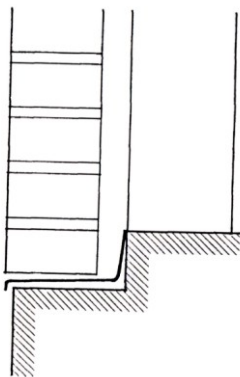
För att förenkla vattenavledningen är det positivt om teglet går längre ner än innanför liggande vägg, en så kallad avtappning enligt figur 6.10. Ormen Långe saknar denna konstruktionsdetalj.

¹⁷⁰ Ibid.

¹⁷¹ Ibid.

¹⁷² Ibid.

¹⁷³ Ibid.



Figur 6.10 Avtappning för att förenkla vattenavledning.¹⁷⁴

I Ormen Långes ytterväggskonstruktion ligger de stående reglarna kallt precis mot vindskivan och riskerar därför att få ett för högt fuktillstånd. För att höja temperaturen något kunde en mineralullsskiva monterats utanpå nuvarande reglar.¹⁷⁵

Under den varma delen av året finns risk för att sommarkondens uppstår. Förutsättningarna för att det ska hända är att solen värmer upp en blöt tegelvägg och att fuktdiffusion då kan ske in i byggnaden eftersom där är lägre temperatur. Om det finns ett tätskikt i väggen kan fukt kondensera där. Problemet kan förhindras genom att teglet impregneras och därigenom blir vattenavvisande eller att väggen byggs utan ångspärr och att lufttätheten ordnas på annat sätt till exempel genom att gipsskivorna skarvspacklas.¹⁷⁶ Ormen Långe har en ångspärr i väggen där kondens skulle kunna ske, samtidigt är luftspalten relativt bred och mycket av fukten kan därför ventileras bort.

Ytterväggen har indragen ångspärr vilket betyder att det ligger isolering på båda sidor om ångspärren. Tumregeln är att högst en fjärdedel av isoleringen får ligga på insidan av ångspärren för att den inte ska ligga för kallt och att risk för kondens därmed uppstår.¹⁷⁷ Förskolans yttervägg har 45 mm på insidan och 145 mm på utsidan och uppfyller därför kravet.

Vad gäller syllen har den ingen isolering på utsidan och ligger därmed kallt. Det kan leda till högre fuktillstånd och risk för fuktskador. Under syllen finns en papp som förhindrar att den tar upp fukt från betongen.

Fönster

Fönster bör placeras en bit in i fasaden för att träffas av mindre mängd regnvatten och därmed minskar risken för fuktskador. Denna placering gör också att det innersta glaset blir varmare vilket motverkar kondens. För att ytterligare minska

¹⁷⁴ Ibid.

¹⁷⁵ Ibid.

¹⁷⁶ Ibid.

¹⁷⁷ Ibid.

kondensrisken samt förhindra kallras kan en radiator placeras under fönstret. Den uppåtgående varmluftsströmmen från radiatoren ska då inte hindras av fönsterbänk eller liknande.¹⁷⁸



Bild 6.1 Fönster på Ormen Långe som sitter en bit in i fasaden.

Ormen Långe har fönster en bit in i fasaden, se bild 6.1. Merparten av fönstren sitter dessutom under takutsprång. Radiatorer finns placerade under i stort sett alla fönster. Varmluftsströmmen från dessa kan eventuellt ha svårt att nå glaset då fönstren sitter en bit in i väggen.

Våtutrymmen

Våtrummen är gjorda av GVK-auktoriserad aktör och tätskikten bör därför vara rätt utförda. Golvet har fall mot golvbrunnen och anslutningen av brunnen är stabil, inga rörelser uppstår vid belastning. Anslutningar och håltagningar i väggar är tätade och bedöms som välutförda.

Grundkonstruktion och omgivande mark

Under betongplattan finns enligt ritningar 150 mm makadam och cellplast i två lager. Under makadamen finns också en fiberduk som motverkar inblandning av annat jordmaterial.

En beräkning som återfinns i bilaga 3 visar att den relativa fuktigheten under golvmattan uppgår till 72 %. Kritiskt fuktillstånd för plastmatta är omkring 80 % och aktuellt fuktillstånd ligger således under¹⁷⁹.

¹⁷⁸ Ibid.

¹⁷⁹ Ibid.

På vissa ställen runt huset ser fallet ut att gå mot fel håll och leda vatten mot huset. Vid besök på plats har det varit uppehållsväder och torrt på marken varför det varit svårt att se var vatten kan samlas.

Fukttillskott

Fuktproduktion inomhus ger ett fukttillskott till inomhusluften jämfört med utomhusluften. Fuktproduktion uppstår från många olika källor, några av de största källorna är disk, tvätt, matlagning samt avdunstning från människor, djur och växter. Ventilationens storlek påverkar fukttillskottet genom att inomhusluften med hög ånghalt byts mot utomhusluft med lägre ånghalt.¹⁸⁰

Fukttillskottet har beräknats för Ormen Långe genom att loggrar som registrerar temperatur och relativ fuktighet satts upp i lekrum, allrum och utomhus. Utifrån temperaturer och relativ fuktighet beräknas ånghalt i inomhus- respektive utomhusluften. Efter korrektion för volymexpansionen då den kalla uteluften värms fås fukttillskottet genom differensen i ånghalt mellan luften inomhus och utomhus. Diagram 6.2 nedan visar fukttillskottet uppmätt i allrum och lekrum, mätperioden omfattar en dryg vecka. Fukttillskottet överstiger aldrig Socialstyrelsens gränsvärde på 3 g/m^3 och ses därför inte som någon fuktsäkerhetsrisk¹⁸¹.

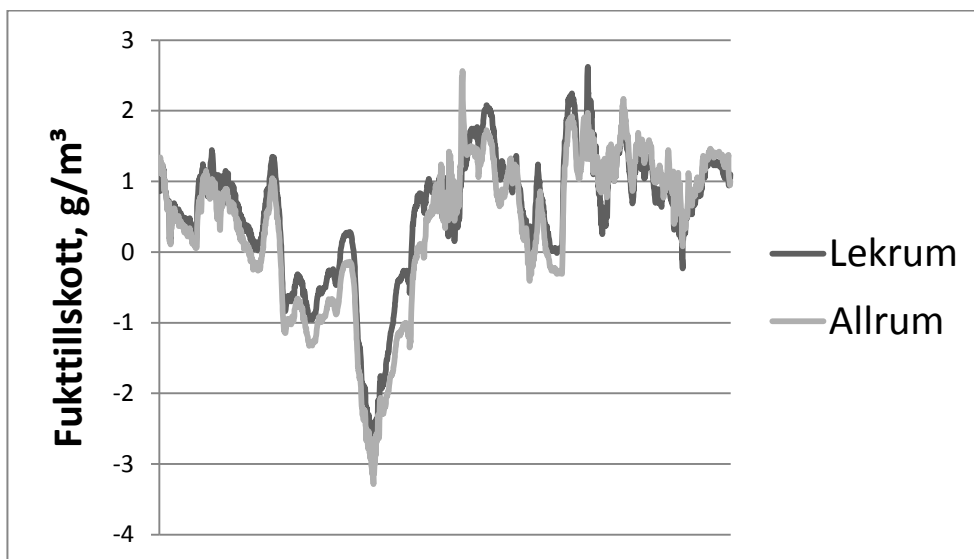


Diagram 6.2 Fukttillskottet uppmätt i allrum och lekrum. Mätperioden omfattar en dryg vecka.

Samlad bedömning

Några fukt- eller vattenskador förekommer inte. Konstruktionerna anses i stort vara väl utförda och fortfarande ha en lång teknisk livslängd kvar och bedömningen blir att

¹⁸⁰ Ibid.

¹⁸¹ SOSFS 1999:21. Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken – fukt och mikroorganismer. Stockholm.

kraven för SILVER uppnås. För att nå GULD måste en enkät visa att färre än 10 % får besvär av inomhusmiljön i form av upplevda allergi-, hälso- och mögelbesvär. Vid Ormen Långe svarar en tredjedel av personalen att de ibland eller ofta upplever besvär såsom klåda, irriterande ögon et cetera som de tror beror på arbetsmiljön. Ingen person upplever mögellukt. En person upplever att hennes allergiska besvär försämras vid arbetsplatsen. Enkätsvaren omöjliggör GULD i betyg. Betyget blir därmed SILVER.

6.9.3 Klassning av Ormen Långe som nybyggnad

Punkten fuktsäkerhet vid nybyggnad syftar till att undvika framtida fuktproblem genom att utforma och uppföra byggnaden på ett fuktsäkert sätt. Vid klassningen bedöms fuktsäkerhetsarbetet under byggprocessen och betyg ges enligt tabell 6.25.¹⁸²

Tabell 6.25 Klassningskriterier för Fuktsäkerhet, nybyggnad.¹⁸³

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Åtgärder mot fukt	Alla utom småhus	Byggnaden uppfyller ej BBR avsnitt 6:5.	Byggnaden är fuktsäkerhetsprojekterad och utförd enligt BBR avsnitt 6:5, dvs. fuktkritiska konstruktioner är identifierade och dokumenterade, kontrollplaner finns och utförandet dokumenteras.	BRONS+ Aktuella branschregler följs för utförande av våtrum samt Fuktsäkerhetsprojektering enligt Bygga F eller motsvarande samt Fuktmätningar i betong utförs enligt RBK (Rådet för Bygg Kompetens)	SILVER+ Diplomerad fuktsakkunnig (beställarens expert) och fuktsäkerhetsansvarig (entreprenörens expert) är utsedda.

Vid verifieringen av den färdiga byggnaden granskas dokumentationen av fuktsäkerhetsarbetet. För att nå GULD ska också en likadan enkätundersökning som den för befintlig byggnad genomföras.¹⁸⁴

Ormen Långe uppfyller kraven för BRONS då den är fuktsäkerhetsprojekterad enligt BBR. Vid utförande av våtrum har GVK's branschregler använts men däremot inte de andra verktygen under SILVER varvid betyget blir BRONS.

6.9.4 Resultat

Befintlig byggnad	SILVER
Nybyggnad	BRONS

¹⁸² Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010b.

¹⁸³ Ibid.

¹⁸⁴ Ibid.

6.10 Termiskt klimat vinter

Under vinterhalvåret kan inneklimatproblem uppstå då låga utomhustemperaturer medför att yttemperaturer inomhus sjunker. Ett problem är kallras som uppstår vid kalla fönsterytor, luften kyls och blir därmed tyngre varvid den strömmar ned längs väggen och skapar drag. Problemet är störst med äldre och dåligt isolerade fönsterkonstruktioner medan det knappt förekommer i nyare högisolerade fönster. Vid vistelse nära kalla ytor strålar värme från kroppen vilket leder till en lokal nedkylning, effekten kan upplevas som drag och kallas därför för falskt drag.¹⁸⁵ Drag upplevs värre under vintern och maximal lufthastighet bör vara 0,15 m/s, under sommaren kan hastigheter upp till 0,25 m/s accepteras.¹⁸⁶

6.10.1 Myndigheters föreskrifter

BBR kräver att byggnader ska vara utformade så att termisk komfort erhålls vid utrymmenas avsedda användning. Det allmänna rådet från BBR är att den lägsta operativa temperaturen i förskolor ska vara 20 °C och att den inte bör variera mer än 5 °C mellan olika punkter i rummet. Golvets yttemperatur bör på en förskola ligga mellan 20-26 °C. Rådet kring lufthastigheter är att de inte bör överstiga 0,15 m/s under uppvärmningssäsong och 0,25 m/s övrig tid.¹⁸⁷

Socialstyrelsen utger allmänna råd för temperaturer inomhus, för skillnad i strålningstemperatur rekommenderas maximalt 10 °C mellan fönster och motsatt vägg. Skillnaden mellan tak och golv bör inte överstiga 5 °C.¹⁸⁸

6.10.2 Klassning av Ormen Långe som befintlig byggnad

Syftet med Termiskt klimat vinter är att belöna byggnader med liten risk för komfortproblem vintertid. De mest utsatta rummen ska väljas ut för klassning och dess yta ska motsvara minst 20 % av ytan av ett typiskt våningsplan. Betyget blir ett högre än det sämsta för ett enskilt rum om minst hälften av betygen för övriga rum ligger över det lägsta betyget. En klassning kan utföras på två olika sätt.¹⁸⁹

Alternativ 1

I det första alternativet använder man en transmissionsfaktor som indikator. Denna beräknas enligt:

$$TF = \left(\frac{A_{\text{fönster}}}{A_{\text{golv}}} \right) \cdot U_g$$

$A_{\text{fönster}}$ och A_{golv} utgör areorna i berört rum och U_g är U-värdet för fönstrets glasmitt. För att använda detta alternativ krävs det att man undanröjt risken för kallras vid fönstren. För GULD krävs att en brukarenkät genomförs där 80 % av brukarna är

¹⁸⁵ Warfvinge, 2003

¹⁸⁶ Boverket, 2008

¹⁸⁷ Ibid.

¹⁸⁸ SOSFS 2005:15. *Temperatur inomhus*. Socialstyrelsen.

¹⁸⁹ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

tillfredsställda med komforten. Temperaturerna kan antingen uppmätas eller beräknas. Beräkningar utgår ifrån DVUT som är den dimensionerande vinterutetemperatur. DVUT är beroende av ort och tidskonstant. Tidskonstanten beror i sin tur på byggnadens stomme.¹⁹⁰ Ormen Långe som har en lätt stomme med platta på mark bedöms ha en tidskonstant på 150 h.¹⁹¹ Då DVUT inte sträcker sig längre än för tidskonstanten fyra dygn i manualen för Miljöklassad Byggnad väljs detta värde som för Lund är -10,0 °C. Klassningskriterierna redovisas i tabell 6.26.¹⁹²

Tabell 6.26 Klassningskriterier för alternativ 1 Termiskt klimat vinter, befintlig byggnad.¹⁹³

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Transmissionsfaktor (TF)	Bostäder	Sämlre än BRONS	TF<0,4 VärmeKälla under fönster eller risk för kallras undanröjt på annat sätt	BRONS+ TF<0,3	SILVER+ Enkät som visar att minst 80 % av brukarna enligt enkät är nöjda med termiska komforten vintertid (fråga 2). För småhus ersätts enkäten av en deklamation.
	Kontor Skolor	Sämlre än BRONS	TF<0,45 VärmeKälla under fönster eller risk för kallras undanröjt på annat sätt	BRONS+ TF<0,35	SILVER+ Enkät som visar att minst 80 % av brukarna enligt enkät är nöjda med termiska komforten vintertid (fråga 2). För småhus ersätts enkäten av en deklamation.

Rum utvalda till klassning är de små lekrummen och allrummen. Indata för beräkningen framgår av tabell 6.27.

Tabell 6.27 Indata för beräkning av transmissionsfaktor.

Rum	U _g	A _{fönster} (m ²)	A _{golv} (m ²)
Allrum	1,45	8,9	49
Litet lekrum	1,45	13,2	8,1

$$TF_{Utstick} = \left(\frac{A_{fönster}}{A_{golv}} \right) \cdot U_g = \frac{13,12}{8,1} \cdot 1,45 = 2,36$$

$$TF_{Allrum} = \left(\frac{A_{fönster}}{A_{golv}} \right) \cdot U_g = \frac{8,9}{49} \cdot 1,45 = 0,26$$

¹⁹⁰ Ibid.

¹⁹¹ Ruud, Svein. (2009). *Energieffektiva skolor och förskolor – Kravspecifikation för Minienergihus*. Tillgänglig:

<http://www.energieffektivabyggnader.se/download/18.3d9ff17111f6fef70e9800045012/Kravspec_minienergihus_skolor.pdf>. (Läst 2010-12-02)

¹⁹² Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

¹⁹³ Ibid.

En klassning enligt alternativ 1 ger därmed betyget KLASSAD.

Alternativ 2

I alternativ 2 tittar man på den operativa temperaturen, strålningsasymmetrier och på yttemperaturer. Klassningskriterierna redovisas i tabell 6.28.

Tabell 6.28 Klassningskriterier för alternativ 2 Termiskt klimat vinter, befintlig byggnad.¹⁹⁴

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Max- och mintemperaturer	Bostäder kontor skolor			BRONS +	SILVER +
Operativ temperatur vid DVUT		$\leq 18^{\circ}\text{C}$ ($\leq 20^{\circ}\text{C}$) ^a	$> 18^{\circ}\text{C}$ ($>20^{\circ}\text{C}$)	$> 20^{\circ}\text{C}$ ($>22^{\circ}\text{C}$)	att minst 80 % av brukarna enligt enkät är nöjda med termiska komforten under vinter. För småhus ersätts enkäten med en deklARATION
Skillnad i strålnings-temperatur					
Fönster – motsatt vägg Tak – golv		$\geq 10^{\circ}\text{C}$ $\geq 5^{\circ}\text{C}$	$< 10^{\circ}\text{C}$ $< 5^{\circ}\text{C}$		
Yttemperatur, golv		$\leq 16^{\circ}\text{C}$ ($\leq 18^{\circ}\text{C}$)	$\geq 16^{\circ}\text{C}$ ($\geq 18^{\circ}\text{C}$)	18–26 °C ($\geq 20^{\circ}\text{C}$)	

a) Värden inom parantes gäller hygienrum och vårdlokaler samt rum för barn i förskolor och för äldre i servicehus och dylikt.

Yttemperaturer

Beräkningarna redovisas i bilaga 4.

$$T_{glas} = 15,2^{\circ}\text{C}$$

$$T_{tak} = 20,1^{\circ}\text{C}$$

Strålningsasymmetri

Skillnaden i temperatur mellan fönster och motsatt vägg blir cirka 6 °C om man antar att väggen håller samma temperatur som luften det vill säga runt 21 °C. Även golvet kan antas hålla en temperatur runt 21 °C och temperaturskillnaden med taket blir då cirka 1 °C. Kraven för BRONS och högre uppfylls därmed med avseende på temperaturskillnader.

Yttemperatur

Golvet antas hålla 21 °C, eventuellt är det något kallare men inte så lågt som 20 °C, och når därför klasserna BRONS och högre även på denna punkt.

Operativ temperatur

Den operativa temperaturen beräknas på två olika sätt, först med en handberäkning och därefter med en simulering i programmet ProClimWeb. Klassningen grundas på simuleringen.

Den relativa lufthastigheten antas vara under 0,2 m/s. Enligt Fanger (1997) kan då den operativa temperaturen beräknas som medelvärdet av luft- och

¹⁹⁴ Ibid.

medelstrålningstemperaturen¹⁹⁵. För att beräkna medelstrålningstemperaturen bestäms synfaktorer för en sittande person i rummet. Synfaktorerna talar om hur stor andel av respektive yta som har ett strålningsutbyte med personen. Synfaktorer har beräknats med metoden enligt Fanger¹⁹⁶. Synfaktorer för ytorna i de små lekrummen redovisas nedan.

- Yttervägg: 0,16
- Glasvägg: 0,31
- Tak: 0,17
- Övrigt: 0,36

Med hjälp av synfaktorer bestäms medelstrålningstemperaturen:

$$T_r = 0,31 \cdot 15,2 + 0,17 \cdot 20,1 + 0,52 \cdot 21 = 19,0 \text{ °C}$$

Därefter beräknas den operativa temperaturen:

$$T_o = \frac{21 + 19,0}{2} = 20,0 \text{ °C}$$

En beräkning med ProClimWeb ger en operativ temperatur om 19,5 grader vid DVUT -10,0 °C i de små lekrummen.

Av brukarna är 84 % nöjda med den termiska komforten under vintertid. Baserat på resultatet från ProClimWeb får Ormen Långe betyget KLASSAD.

6.10.3 Klassning av Ormen Långe som nybyggnad

Kraven är nästintill desamma som för befintlig byggnad. Enda skillnaden är att i alternativ 1 ställs även ett krav om att lufthastigheten maximalt är 0,15 m/s. Betyget kommer därmed bli detsamma som vid befintlig byggnad det vill säga KLASSAD.¹⁹⁷

6.10.4 Resultat

Befintlig byggnad	KLASSAD
Nybyggnad	KLASSAD

6.11 Termiskt klimat sommar

Under sommaren stiger temperatur såväl utomhus som inomhus. Varmare utomhusluft och stark solinstrålning under lång tid kan leda till höga temperaturer inomhus. Förutom att skapa termisk diskomfort för brukarna påverkar höga

¹⁹⁵ Fanger, 1997

¹⁹⁶ Ibid.

¹⁹⁷ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010b.

temperaturer prestationen. Arbetstakt och mental prestation försämras och risken för olyckor ökar.¹⁹⁸

För att undvika höga temperaturer krävs kylning vilket kan ske aktivt via kylsystem eller passivt genom vädring, solavskärmning och fönster med rätt egenskaper. Se även avsnitt 6.3 Energibehov sommar för mer information.

6.11.1 Myndigheters föreskrifter

I BBR står det att byggnaden ska utformas så att god termisk komfort kan erhållas men det anges inget vidare om det termiska klimatet sommartid.¹⁹⁹

Arbetsmiljöverket ställer samma krav som BBR på termisk komfort med tillägget att arbetsplatsens termiska klimat ska vara anpassat till verksamheten.²⁰⁰

I Socialstyrelsens allmänna råd om temperatur inomhus anges att om den operativa temperaturen sommartid varaktigt överstiger 26 °C föreligger risk för olägenhet för människors hälsa. Kortvarigt är gränsvärdet för den operativa temperaturen 28 °C.²⁰¹

6.11.2 Klassning av Ormen Långe som befintlig byggnad

Syftet med denna punkt är att premiera byggnader med liten risk för termiska komfortproblem sommartid. Klassningen för en befintlig byggnad kan göras utifrån två olika alternativ.²⁰²

Alternativ 1

I alternativ 1 tittar man på en solvärmefaktor, SVF. Denna beräknas enligt:

$$SVF = \left(\frac{A_{glas}}{A_{golv}} \right) \cdot g$$

Fönsterglasarean divideras med golvarean och multipliceras med solfaktorn g . Solfaktorn visar på den andel av solenergin som når rummet. Denna faktor kan beräknas med programmet ParaSol. Solvärmefaktorn är samma sak som solvärmelasttalet som beräknas i Energibehov sommar med undantag för att solinstrålningen inte är med i beräkningen. Förutom att solvärmefaktorn ska vara lägre än gränsvärden i tabell 6.29 ska det för klasserna BRONS och högre finnas möjlighet att öppna fönstren. För att uppnå GULD i betyg ska minst 80 % av brukarna vara nöjda med klimatet.²⁰³

¹⁹⁸ Nordquist, Birgitta. (2009-03-25). *Inneklimat för Kv Brygghuset*. Föreläsning. Lund.

¹⁹⁹ Boverket, 2008

²⁰⁰ AFS 2009:2. Arbetsmiljöverket.

²⁰¹ SOSFS 2005:15. Socialstyrelsen.

²⁰² Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

²⁰³ Ibid.

Tabell 6.29 Klassningskriterier för alternativ 1 Termiskt klimat sommar, befintlig byggnad och för nybyggnad upp till SILVER.²⁰⁴

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Solvärmefaktor, SVF	Lokaler	≥0,06 eller ej öppningsbara fönster i skolor	<0,06 samt öppningsbara fönster i skolor	<0,054 samt öppningsbara fönster i skolor	SILVER + att minst 80 % av brukarna enligt enkät är nöjda med klimatet under sommarhalvåret eller BRONS + att komfortkyla finns installerad i vistelsezon samt att minst 80 % av brukarna enligt enkät är nöjda med klimatet under sommarhalvåret

Allrummen och de små lekrummen anses som mest utsatta och väljs därför till klassningen. Indata för beräkning av solvärmefaktor återfinns i tabell 6.30.

Tabell 6.30 Indata för beräkning av solvärmefaktor.

Rum	g	A _{glas} (m ²)	A _{golv} (m ²)
Allrum	0,33	6,8	49
Litet lekrum	0,30	10,7	8,1

Solvärmefaktor för allrum:

$$SVF = 0,33 \cdot \left(\frac{6,8}{49}\right) = 0,046$$

Solvärmelast för litet lekrum:

$$SVF = 0,30 \cdot \left(\frac{10,7}{8,1}\right) = 0,4$$

Utifrån solvärmefaktorerna ovan ger en klassning enligt detta alternativ betyget KLASSAD.

Alternativ 2

För klassning enligt alternativ 2 ersätter man SVF-talet och tittar istället på så kallade P-kriterier. Ett P27-krav innebär att temperaturen inte får överstiga 27 grader mer än 10 % av arbetstiden under juli månad. I övrigt är kriterierna samma som för alternativ 1, med krav på öppningsbara fönster och brukarenkät för högsta betyg. Klassningskriterierna återfinns i tabell 6.31.²⁰⁵

²⁰⁴ Ibid.

²⁰⁵ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010b.

Tabell 6.31 Klassningskriterier för alternativ 2 Termiskt klimat sommar, befintlig byggnad.²⁰⁶

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Operativ temperatur (mätning eller beräkning)	Lokaler	≥P28 °C	< P28 °C	< P27 °C	SILVER + att minst 80 % av brukarna enligt enkät är nöjda med klimatet under sommarhalvåret
	Skolor	≥P28 °C eller ej öppningsbara fönster	< P28 °C samt öppningsbara fönster	< P27 °C samt öppningsbara fönster	SILVER + att minst 80 % av brukarna enligt enkät är nöjda med klimatet under sommarhalvåret

Temperaturvärdena avser dagtid kl 08–20 den varmaste sju dagarsperioden i juli.

Det termiska klimatet i allrummen och de små lekrummen simuleras i programmet TeknoSim. I TeknoSim finns möjlighet att bestämma P-kriterier vilka sedan ligger till grund för klassningen.

Resultat från simulering i TeknoSim ger varaktighet för >P27 °C:

Allrum: 14,6 %

Litet lekrum: 9,5 %

Varaktighet för > P28 °C blir enligt följande:

Allrum: 5,7 %

Litet lekrum: 3,1 %

Ovanstående resultat skulle ge BRONS i betyg. Tillförlitlighet till resultatet för de små lekrummen bör dock ifrågasättas. En simulering i ProClimWeb ger en maximal operativ temperatur som överstiger 40 °C. Även detta resultat kan ifrågasättas men de motsägelsefulla resultaten visar på en problematik i att simulera ett rum av lekrummets karaktär, ett väldigt litet rum med stora fönster. Tillförlitligast blir att fråga brukarna på Ormen Långe och de vittnar om väldigt höga temperaturer under sommarhalvåret. Vid besök på förskolan 9/9 -10 uppmättes lufttemperaturen till 24,5 °C. Utomhus var temperaturen 18 °C och vädret klart och soligt. Betyget enligt detta alternativ bedöms därför också bli KLASSAD trots att TeknoSim antyder annat.

I enkäten som brukarna fått svara på uppger 73 % att de är nöjda med det termiska klimatet under sommarhalvåret.

6.11.3 Klassning av Ormen Långe som nybyggnad

Även vid nybyggnad kan klassningen ske enligt samma två alternativ som vid befintlig byggnad. Viss skillnad råder då det för GULD krävs en simulering enligt

²⁰⁶ Ibid.

alternativ 2. Kravet för GULD är dessutom skärpt till <P26, se tabell 6.32. Likt vid befintlig byggnad ska en brukarenkät genomföras för att kunna nå GULD.²⁰⁷

Tabell 6.32 Klassningskriterier för alternativ 2 Termiskt klimat sommar, nybyggnad.²⁰⁸

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Temperatursimulering	Lokaler	>P28°C	≤P28°C	≤P27°C	≤P26°C
	Skolor	≥P28°C eller ej öppningsbara fönster	<P28°C samt öppningsbara fönster	<P27°C samt öppningsbara fönster	≤P26°C samt öppningsbara fönster

Temperaturvärdena avser dagtid kl 08–20 den varmaste sju dagarsperioden i juli.

Resultatet blir detsamma som för befintlig byggnad det vill säga KLASSAD.

6.11.4 Resultat

Befintlig byggnad	KLASSAD
Nybyggnad	KLASSAD

6.12 Dagsljus

Bra dagsljusförhållanden är viktigt för välbefinnande och prestationsförmåga. En studie på en grupp elever i Sverige har visat på en systematisk variation under året i halter av stresshormonet kortisol. I studien var barnen uppdelade i fyra klassrum med varierande mängd dagsljus. Resultaten antyder att vistelse i lokaler med otillräckligt dagsljus kan skapa förändringar i hormonbalansen. Dessa rubbningar kan i sin tur påverka bland annat koncentrationsförmåga och benägenhet till samarbete. Studien visade också en lätt tendens till en koppling mellan sjukfrånvaro och kortisolnivåer, där låga nivåer minskade motståndskraften mot infektionssjukdomar.²⁰⁹

6.12.1 Myndigheters föreskrifter

Boverket föreskriver i sina byggregler tillfredsställande ljusförhållanden med tillräcklig ljusstyrka och rätt luminans samtidigt som det inte ska förekomma störande reflexer eller bländning. Boverket ställer även krav på att rum där människor vistas mer än tillfälligt ska ha god tillgång till direkt dagsljus. Som rekommendation för att uppnå ett bra dagsljusinsläpp anges att fönsterglasarean bör motsvara minst 10 % av golvarean. Utöver kraven i BBR hänvisar Boverket till de regleringar för ljusförhållanden på arbetsplatser som ges ut av Arbetsmiljöverket, senast i AFS

²⁰⁷ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010b.

²⁰⁸ Ibid.

²⁰⁹ Küller, Rikard & Lindsten, Carin. (2001). *Hälsoeffekter vid arbete i fönsterlösa klassrum*. Byggeforskningsrådet. Stockholm.

2009:2 Arbetsplatsens utformning.²¹⁰ Här anges att det på arbetsplatsen ska finnas tillfredsställande dagsljusförhållanden samt möjlighet till utblick.²¹¹

6.12.2 Klassning av Ormen Långe som befintlig byggnad

Syftet med denna punkt är att brukarna ska få god tillgång till dagsljus. Två olika alternativ anges i Miljöklassad Byggnad för att bestämma hur bra dagsljusförhållandet är i ett rum.²¹² De rum som väljs för klassning är allrummen och det stora lekrummet, dessa bedöms som representativa rum där stor del av verksamheten bedrivs.

Alternativ 1

Det första och enklaste alternativet är att ta fram förhållandet mellan fönsterglasarea och golvarea. Om fönsterglasarean motsvarar minst 15 % av golvarean uppnås SILVER. Klassningskriterier ges i tabell 6.33.²¹³

Tabell 6.33 Klassningskriterier för alternativ 1 dagsljus, befintlig byggnad.²¹⁴

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Alternativ 1					
AF. Fönsterglasarea/ golvarea (procent)	Alla	<10	≥10	≥15	SILVER+ att minst 80 % av brukarna enligt enkät är nöjda med dagsljusförhållandena

Allrum:

$$\frac{6,8}{49} = 13,9 \%$$

Lekrum:

$$\frac{15,8}{86,3} = 18,3 \%$$

Alternativ 1 med glasareans förhållande till golvarean ger för allrummen cirka 14 % och för lekrummet omkring 18 %. Det ger därmed betyget BRONS.

Alternativ 2

För att nå GULD krävs att alternativ 2 används vilket går ut på att bestämma en dagsljusfaktor. Vid bestämning av dagsljusfaktor används metoden som beskrivs i avsnitt 2.2.7. Betygen ges enligt tabell 6.34.²¹⁵

²¹⁰ Boverket, 2008

²¹¹ AFS 2009:2. Arbetsmiljöverket.

²¹² Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

²¹³ Ibid.

²¹⁴ Ibid.

²¹⁵ Ibid.

Tabell 6.34 Klassningskriterier för alternativ 2 dagsljus, befintlig byggnad.²¹⁶

Indikator Alternativ 2	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Dagsljusfaktor (procent)	Alla	<1,0	≥1,0	≥1,2	SILVER+ att minst 80 % av brukarna enligt enkät är nöjda med dagsljusförhållandena

Beräkning av dagsljusfaktor ger för allrum 0,97 % och för lekrum 0,82 %, för beräkningar se bilaga 5. Alternativ 2 ger därför betyget KLASSAD.

6.12.3 Klassning av Ormen Långe som nybyggnad

Kriterierna för nybyggnad är desamma som för befintlig byggnad och betyget blir därmed BRONS enligt klassning efter alternativ 1.²¹⁷

6.12.4 Resultat

Befintlig byggnad	BRONS
Nybyggnad	BRONS

6.13 Risk för legionella

Legionella är en familj av bakterier som förekommer naturligt i sjöar, jord och grundvatten. I dessa naturliga miljöer är mängden bakterier låg och kan inte orsaka någon sjukdom. I tappvattensystem kan däremot en tillväxt ske. Denna underlättas av den biofilm som förekommer på rörens insida. I biofilmen växer bland annat amöbor som legionellabakterien tränger in och förökar sig i. Vårdorganismen äts upp inifrån och spricker slutligen varvid en stor mängd legionellabakterier frigörs till vattnet.²¹⁸

Faran med legionellabakterier är att de kan orsaka legionärsjuka och pontiacfeber. Den förra är en lunginflammation som behandlas med antibiotika. Man bedömer att i Sverige drabbas varje år mellan 200 och 1000 personer av legionärsjuka. Sjukdomen kan vara allvarlig, särskilt för äldre personer eller de med nedsatt immunförsvar. Pontiacfeber är mindre allvarlig än legionärsjukan och har symptom som liknar influensa. Sjukdomen övergår av sig själv.²¹⁹

För att legionellabakterier ska kunna föröka sig krävs vissa förutsättningar såsom vatten, syre och näring. De näringsämnen som förekommer i kommunalt vatten är i regel tillräckliga för legionellabakterien. En viktig förutsättning för tillväxten av legionella är vattentemperaturen. Vid temperaturer under 20 °C överlever bakterierna medan de tillväxer vid temperaturer mellan 20 °C och 45 °C. Störst tillväxt sker vid

²¹⁶ Ibid.

²¹⁷ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010b.

²¹⁸ Stålbom, Göran & Kling, Rolf. (2002). *Legionella: risker i VVS-installationer: en handbok*. Stockholm.

²¹⁹ Ibid.

30-40°C. En annan faktor som ger ökad risk är låg strömningshastighet, där vatten står stilla eller strömmar sakta ges goda förutsättningar för tillväxt.²²⁰

Säker vatteninstallation

VVS-branschens aktörer har tagit fram regelverket Säker Vatteninstallation för att minska risken för vattenskador, legionellatillväxt, brännskador och förgiftning. Branschreglerna förvaltas och utvecklas av Säker Vatten AB som också auktoriserar VVS-företag.²²¹ I dagsläget finns drygt 1100 auktoriserade företag.²²²

6.13.1 Myndigheters föreskrifter

BBR föreskriver att installationer för tappvatten ska utformas så att risken för legionellatillväxt minimeras. Kallvattenledningar ska inte placeras så att de oavsiktligt värms och vatten i cirkulationsledningar för tappvarmvatten ska hålla minst 50 °C.

6.13.2 Klassning av Ormen Långe som befintlig byggnad

Syftet med en klassning av denna punkt är att belöna byggnader med låg risk för legionella i tappvattensystemet. Risken för legionella bedöms efter tappvattentemperaturerna. Varmvattentemperaturen ska mätas vid det tappställe som är längst från varmvattenberedaren samt ett tappställe till per plan. Kallvattentemperaturen ska mätas vid minst ett tappställe per plan. Är tappställena maxbegränsade ska mätning ske strax före nedshuntningen av vattentemperaturen. Betyget för klassningen bestäms av det sämsta uppmätta värdet. Klassningskriterierna redovisas i tabell 6.35.²²³

Tabell 6.35 Klassningskriterier för Legionella, befintlig byggnad.²²⁴

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Tappvattentemperatur – legionella	Alla	Sämlre än BRONS	Varmvattentemperaturen ≥ 50 °C efter 30 sekunders tappning Kallvattentemperaturen får inte överstiga rumstemperaturen* eller 25 °C vid tappning	BRONS + Varmvattentemperaturen ≥ 50 °C efter 10 sekunders tappning eller ≥ 55 °C efter beredaren/värmeväxlaren*	SILVER + Kallvattentemperaturen får inte överstiga rumstemperaturen* eller 23 °C vid tappning

* Med rumstemperatur avses högsta lufttemperaturen vid mätillfället i vistelserum gränsande till kallvatteninstallationer.

²²⁰ Ibid.

²²¹ Säker Vatten. (2008). *Branschregler Säker Vatteninstallation*. Tillgänglig: <http://www.sakervatten.se/download/177/T-07006_Branschregler_Saker_Vatteninstallation_-_Informationsbroschyr_med_regler.pdf>. (Läst 2010-11-24). Stockholm.

²²² Säker Vatten. (2010). *Branschregler Säker Vatteninstallation*. Tillgänglig: <<http://www.sakervatten.se/>>. (Läst 2010-11-24).

²²³ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

²²⁴ Ibid.

Tappvattentemperaturerna har mätts upp i två rum. I ett allrum, som bedöms ligga längst ifrån varmvattenberedaren, och i en av ateljéerna. Temperaturerna redovisas i tabell 6.36.

Tabell 6.36 Uppmätta tappvattentemperaturer i Ormen Långe.

Rum	Kallvatten (°C)	Rumstemperatur (°C)	Varmvatten 10 s (°C)	Varmvatten 30 s (°C)
Allrum	21,8	22,2	30,5	41,1
Ateljé	21,5	22,4	31,2	43,1

Varmvattentemperaturerna är maxbegränsade vid tappstället vilket föranleder de låga temperaturerna. Instruktionerna säger då att man ska titta på temperaturen strax före nedshutningen. Ormen Långe saknar temperaturgivare där men har en vid värmeväxlaren. Temperaturen är där 55 °C vilket avstäms regelbundet två gånger i veckan av drifttekniker vid Lundafastigheter. Temperaturen mäts även i cirkulationsledningen där den är 53 °C.

Baserat på att temperaturen efter värmeväxlaren är 55 °C och att temperaturen i cirkulationsledningen är 53 °C blir bedömningen att om maxbegränsningen ej funnits hade tappvattnet nått 50 °C efter 30 sekunders tappning. Eftersom temperaturen efter värmeväxlaren är 55 °C uppfylls kraven för GULD.

Kallvattentemperaturerna överstiger varken rumstemperatur eller 23 °C. Både varmvatten och kallvatten uppfyller därmed kraven för GULD vilket blir slutbetyg för denna punkt.

6.13.3 Klassning av Ormen Långe som nybyggnad

Projektering och utförande ska ske enligt ”Branschregler Säker Vatteninstallation”. För högre betyg ska risker förebyggas vid projekteringen, rör förses med tillräcklig isolering och kallvattenledningar får inte placeras nära värmekällor. För GULD ställs krav på utrustning för mätning av vattentemperaturer. Klassningskriterierna framgår i sin helhet av tabell 6.37.²²⁵

²²⁵ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010b.

Tabell 6.37 Klassningskriterier för Legionella, nybyggnad.²²⁶

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Tappvattentemperatur	Övriga byggnader	Sämlre än BRONS	Cirkulation med vattentemperatur ≥ 50 °C i samtliga horisontella och vertikala huvudledningar för tappvarmvatten.* Projektering och utförande enligt "Branschregler Säker Vatteninstallation"	BRONS + riskvärdering vid projektering + ingen förläggning av kallvattenledning nära värmekällor + tillräcklig isolering vid samlokalisering av kall- och varmvattenrör	SILVER + installation av utrustning för mätning/loggning av tappvattentemperaturer i utgående VV vid central, inkommande VVC vid central och respektive VVC-slinga + upprättande av instruktioner för regelbunden kontroll av vattentemperatur och analys av vattenprov.

* Ledningslängd fram till duschhuvud utan cirkulation mindre eller lika med 5 m.

Dokumentation som styrker att Branschregler Säker Vatteninstallation har använts vid byggandet av Ormen Långe har inte påträffats och därför ges betyget KLASSAD.

6.13.4 Resultat

Befintlig byggnad	GULD
Nybyggnad	KLASSAD

6.14 Dokumentation av byggvaror

Det är viktigt att veta vad som byggs in i en byggnad och vilka material och ämnen som kan återfinnas där. Under historien har det i efterhand visat sig att farliga material använts. I vissa fall måste byggnader inventeras för sådana material och om de påträffas saneras. Om loggbok funnits hade pengar och tid sparats genom att inventering då kunde ha undvikits.

Idag finns olika verktyg att tillgå vid skapande och administration av loggböcker. SundaHus och Byggvarubedömningen är två exempel på företag som säljer dessa tjänster. Företagen har egna databaser där byggprodukter klassificerats och lagts in, med hjälp av dessa databaser kan loggböcker byggas upp.

Punkten om loggbok finns bara med i klassningen av nya byggnader.

6.14.1 Klassning av Ormen Långe som nybyggnad

Vid nybyggnad ska en loggbok upprättas för klass BRONS eller högre vilken ska innehålla information om vilka byggvaror som används. Loggboken ska innehålla uppgifter om vad det är för typ av byggvara, varunamn, tillverkare, årtal, innehållsdeklaration, uppskattad mängd och placering i byggnaden. Uppskattad mängd samt placering krävs endast för klassen GULD. Loggboken ska uppdateras av

²²⁶ Ibid.

fastighetsägaren och medfölja byggnaden vid en eventuell försäljning. För klass över BRONS måste loggboken vara digital.²²⁷

Verifiering ska ske i den färdiga byggnaden genom att kontrollera att loggboken som låg till grund för den preliminära klassningen stämmer överens med vad som verkligen är inbyggt. Klassningskriterier redovisas i tabell 6.38.²²⁸

Tabell 6.38 Klassningskriterier för Dokumentation av byggvaror, nybyggnad.²²⁹

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Krav på dokumentationen	Alla	Sämlre än BRONS	En byggnadsrelaterad loggbok innehållande information om vilka byggvaror som ska användas har upprättats. Loggboken ska minst innehålla uppgifter om typ av byggvara (1), varunamn (2), tillverkare (3), årtal (4) och innehållsdeklaration (5).	BRONS+ att loggboken är digital och administreras på företagsnivå hos fastighetsägaren.	SILVER+ Loggboken ska även innehålla uppgifter om uppskattad mängd (6) samt placering i byggnad (7).

Det finns ingen loggbok för Ormen Långe och därför blir betyget KLASSAD.

6.14.2 Resultat

Nybyggnad	KLASSAD
-----------	----------------

6.15 Utfasning av ämnen med farliga egenskaper

Under historien har byggnadsmaterial använts som ur miljö- och hälsosynpunkt är olämpliga. Många ämnen är idag förbjudna att använda men fortfarande återfinns dessa ofta i befintliga byggnader. Några av de ämnen som tidigare använts men som idag inte får användas presenteras nedan.

Asbest användes framförallt efter andra världskriget och framåt. Materialet förekom flitigt bland annat i olika typer av isolering, i flamskyddande beklädnad och till produkter av asbestcement. Asbest är farligt vid inandning och kan ge upphov till asbestos och lungcancer. Så länge asbest är orörd utgör den inga större hälsorisker, riskerna uppkommer först vid rivning då asbestfibrer frigörs till luften. 1976 förbjöds användande av asbest i Sverige.²³⁰

Träskyddsmedel är en grupp av ämnen som används för att skydda trä mot biologiska angrepp. Till en början användes kemiska träskyddsmedel framförallt till telefon- och elledningsstolpar samt till järnvägssliprar. Först under 1960-talet blev användandet mer omfattat. Exempel på ämnen som ingått i träskydd är kreosot, koppar, krom och

²²⁷ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010b.

²²⁸ Ibid.

²²⁹ Ibid.

²³⁰ Hult, Marie & Lundblad Dag. (2006). *Farliga material i hus*. Stockholm

arsenik. Dessa ämnen är giftiga och cancerframkallande. Idag används mildare medel med mindre miljöpåverkan.²³¹

Radon förekommer vanligtvis i inomhusmiljön. Den vanligaste källan är markradon som tränger in i byggnaden. Stenbaserade byggnadsmaterial kan också leda till förhöjda radonhalter i inomhusluften, ett exempel är gasbetong baserad på alunskiffer även kallad blåbetong.²³²

Freoner användes från mitten av 1960-talet och fram till 1997 i olika typer av isolerprodukter. Ett annat stort användningsområde har varit som köldmedium i kylanläggningar. Freoner bryter ned ozonskiktet vilket leder till ökad UV-strålning vilket i sin tur ger högre frekvens av exempelvis hudcancer och starr. Förbud mot användning av olika typer av freoner kom åren runt 2000, i vissa fall har påfyllning i redan installerade kylsystem fått ske senare.²³³

Kvicksilver har nyttjats i många tekniska och elektriska varor. Ämnet har fördelaktiga egenskaper, som att det är elektriskt ledande, flytande vid rumstemperatur och utvidgar sig linjärt med temperaturen. Ämnet återfinns i exempelvis äldre termometrar, brytare och batterier. Kvicksilver kan leda till psykiska besvär och även ge skador på andningsorgan, njurar och centrala nervsystemet. Användningen är i dagsläget begränsad men det förekommer fortfarande i produkter som lågenergilampor och varor som importerats till EU.²³⁴

Kadmium användes mycket under 1960- och 1970-talen. Det förekom som legering av järn och i olika plast- och färgprodukter. Ämnet anrikas i kroppen och kan leda till skador på lever och njurar samt öka risken för cancer. I Sverige är målet att kadmium ska vara utfasat senast år 2010.²³⁵

Bly har använts sedan långt tillbaka i tiden och har många olika tillämpningar. I dagens byggnader kan bly återfinnas i plåtarbeten, i olika rörsystem och i diverse elektriska produkter. Bly som når in i människokroppen kan skada nervsystem, njurar och foster. Utvecklingsstörning kan också vara en följd av blyexponering. Bly används än idag men i minskande omfattning.²³⁶

PCB användes som mest under miljonprogrammet. PCB ingick i många fogmassor, elektriska komponenter och som mjukgörare i plast. PCB ackumuleras i fettvävnad och anrikas uppåt i näringskedjan. Ämnet påverkar nervsystemet, immunförsvaret och

²³¹ Ibid.

²³² ibid

²³³ ibid

²³⁴ ibid

²³⁵ ibid

²³⁶ ibid

fortplantningsförmågan. 1978 blev det förbjudet att använda PCB. I Sverige pågår en sanering för att få bort all PCB som finns inbyggt.²³⁷

6.15.1 Myndigheters föreskrifter

BBR föreskriver att material som används till en byggnad inte ska påverka inomhusmiljö eller byggnadens närmiljö negativt.²³⁸ Vidare hänvisar BBR till Kemikalieinspektionens regler för kemikalier samt till skriften *Kriterier för sunda byggnader och material* från Boverket och *Föroreningar och emissionsförhållanden i innemiljön* från Svenska Inneklimatinstitutet.

I skriften från Boverket sammanställs olika kriterier och krav för att bygga sunda hus med en bra inomhusmiljö. I ett avsnitt om materialemissioner anges att material innehållande ämnen från Kemikalieinspektionens publikation ”Allergi och kemiska produkter” inte bör väljas. Det framgår också att vid val mellan olika produkter inom samma produktgrupp, exempelvis papperstapeter, ska det material med lägst egenemission väljas.²³⁹

Föroreningar och emissionsförhållanden i innemiljön presenterar några av de vanligaste byggnadsmaterialen och beskriver vilka ämnen respektive material avger. Emissionsförloppet av ämnen från material beror på en rad faktorer så som flyktighet, temperatur och relativ fuktighet. Boken förklarar hur modeller för emissionsförloppet kan ställas upp.²⁴⁰

6.15.2 Klassning av Ormen Långe som befintlig byggnad

Syftet med en klassning är att befintliga byggnader inventeras och farliga ämnen saneras. För klassen BRONS gäller att rådande lagstiftning ska följas vad det gäller inventering och förekomst av farliga ämnen. För klasserna SILVER och GULD tillkommer en rad ämnen som inte får förekomma eller måste saneras. I manualen för Miljöklassad Byggnad finns en lista med farliga ämnen som beskriver haltgränser och under vilken tidsperiod de har använts. Byggnader som uppförts minst fem år efter respektive tidsperiods slut behöver inte inventeras för det aktuella ämnet. Ämnen och material som finns med på listan är: PCB, ozonedbrytande ämnen (freoner), asbest, kadmium, kvicksilver, bly, impregnerat virke och alla typer av radioaktiva isotoper. Klassningskriterier redovisas i tabell 6.39.²⁴¹

²³⁷ Ibid.

²³⁸ Boverket, 2008

²³⁹ Boverket. (1998). *Kriterier för sunda byggnader och material*. Karlskrona.

²⁴⁰ Svenska Inneklimatinstitutet. (1991). *Föroreningar och emissionsförhållanden i innemiljö*. Stockholm.

²⁴¹ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

Tabell 6.39 Klassningskriterier för Utfasning av ämnen med farliga egenskaper, befintlig byggnad.²⁴²

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Förekomst av vissa farliga ämnen	Alla	Sämre än BRONS	Lagstiftning gällande förekomst och inventering av ämnen med miljö- och hälsorisk uppfylls. Inkapslad asbest/asbestfibrer bundna i material finns i byggnaden enligt inventering.	BRONS + Ozonedbrytande ämnen (freoner), asbest och PCB (även småhus) har inventerats och har inte påträffats, eller har sanerats.	SILVER + Kadmium, bly, radioaktiva isotoper, kvicksilver samt impregnerat virke har inventerats och har inte påträffats, eller har sanerats.

De ämnen som ska kontrolleras enligt manualen för Miljöklassad Byggnad har inte använts vid den tid då förskolan uppförts. Klassningen blir därmed GULD.

6.15.3 Klassning av Ormen Långe som nybyggnad

Farliga ämnen ska undvikas i största mån vid nybyggnad och om de används ska det vara i begränsad utsträckning och dokumenteras i loggbok. För att få SILVER eller GULD ska loggboken som upprättats innehålla små respektive inga halter av särskilt farliga ämnen över vissa specificerade gränser. Berörda ämnen är de som klassas som utfasningsämnen av Kemikalieinspektionen enligt tabell 6.40. Finns ingen loggbok ges betyget BRONS. Klassningskriterierna framgår av tabell 6.41.²⁴³

Tabell 6.40 Utfasningsämnen enligt Kemikalieinspektionen.²⁴⁴

Egenskap	Riskfras	Haltgräns
Cancerframkallande (kategori 1 och 2)	R45 Kan ge cancer	0,1 % enligt KIFS 2005:7 för cancerframkallande (kategori 1 och 2)
	R49 Kan ge cancer vid inandning	
Mutagent (kategori 1 och 2)	R46 Kan ge ärftliga genetiska skador	0,1 % enligt KIFS 2005:7 för mutagent (kategori 1 och 2)
Reproduktionstoxiskt (kategori 1 och 2)	R60 Kan ge nedsatt fortplantningsförmåga	0,5 % enligt KIFS 2005:7 för reproduktionstoxiskt (kategori 1 och 2)
	R61 Kan ge fosterskador	
Hormonstörande	Kriterier finns ej	–
Kadmium och kadmiumföreningar	Särskilt farliga metaller; för kriterier se www.kemi.se	0,01 % enligt BVD3 (byggvarudeklarationer)
Kvicksilver och kvicksilverföreningar samt bly och blyföreningar	Särskilt farliga metaller; för kriterier se www.kemi.se	0,1 % enligt BVD3 (byggvarudeklarationer) Gäller inte lysrör, lågenergilampor eller glödlampor.
PBT/ vPvB – Persistenta, Bioackumulerande, Toxiska/ mycket Persistenta, mycket bioackumulerande	För kriterier se www.kemi.se	0,1 % i ilighet med kriterier för Basta
Ozonstörande ämnen	R 59 Farligt för ozonskiktet	0,1 % enligt KIFS 2005:7

²⁴² Ibid.

²⁴³ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010b.

²⁴⁴ Ibid.

Tabell 6.41 Klassningskriterier för Utfasning av ämnen med farliga egenskaper, nybyggnad.²⁴⁵

Indikator	Byggnad	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Dokumentation av farliga ämnen	Alla	–	Dokumentation saknas	Särskilt farliga ämnen finns i mindre omfattning i utpekade byggnadselement och är dokumenterade i en avvikelislista.	Särskilt farliga ämnen förekommer inte i utpekade byggnadselement överstigande specificerade haltgränser.

Lundafastigheter föreskriver i sin konsulthandledning att valda material ska klara BASTA's krav.²⁴⁶ BASTA är en databas där material som klarar vissa egenskapskriterier återfinns. BASTA drivs som ett ickevinstgivande företag ägt av IVL Svenska Miljöinstitutet och Sveriges Byggindustrier.²⁴⁷ Vidare står det i konsulthandledningen att om material som inte uppfyller BASTA's kriterier används skall detta motiveras. BASTA har i sina grundkriterier för alla typer av byggprodukter samma eller strängare krav som Kemikalieinspektionen.²⁴⁸ Det vill säga om man uppfyller BASTA's krav uppfyller man samtidigt kriterierna som finns i tabell 6.40.

Tydlig dokumentation i form av loggbok saknas och betyget blir därmed BRONS.

6.15.4 Resultat

Befintlig byggnad	GULD
Nybyggnad	BRONS

6.16 Samlad bedömning av Ormen Långe

6.16.1 Befintlig byggnad

Skulle Ormen Långe klassas som en befintlig byggnad skulle byggnaden som helhet nå betyget BRONS, se tabell 6.42. För kunskap om hur betygsättningen går till hänvisas till avsnitt 5.2 – Miljöklassningssystemets uppbyggnad.

²⁴⁵ Ibid.

²⁴⁶ Lundafastigheter, 2009.

²⁴⁷ BASTA. (2010). *Om BASTA*. Tillgänglig:

<<http://www.bastaonline.se/ombasta.4.3d9ff17111f6fef70e9800039305.html>>. (Läst 2010-12-08).

²⁴⁸ BASTA. (2010). *Egenskapskriterier – BASTA*. Tillgänglig:

<http://www.bastaonline.se/download/18.71afa2f11269da2a40580007408/Egenskapskriterier_BASTA.pdf>. (Läst 2010-11-24).

Tabell 6.42 Slutbetyg för Ormen Långe klassad som en befintlig byggnad.

Byggnad	Områden	Klass	Aspekter	Klass	Indikatorer	Klass
BRONS	Energi	BRONS	Energianvändning	GULD	Köpt energi	GULD
			Energibehov	KLASSAD	Värmeförlusttal	BRONS
					Solvärmelasttal	KLASSAD
	Energislag	SILVER	Andel av olika energislag	SILVER		
	Innemiljö	BRONS	Ljudmiljö	BRONS	Bedömning alt ljudklassning	BRONS
			Luftkvalitet	BRONS	Radonhalt	BRONS
					Ventilation	SILVER
					Kvävedioxid i ineluften	SILVER
			Fukt	SILVER	Fuktsäkerhet	SILVER
			Termiskt klimat	KLASSAD	Transmissionsfaktor	KLASSAD
					Solvärmefaktor	KLASSAD
	Dagsljus	BRONS	Dagsljus	BRONS		
	Vatten	GULD	Tappvarmvattentemperatur - legionella	GULD		
	Material och kemikalier	GULD	Förekomst	GULD	Förekomst av utpekade farliga ämnen.	GULD

6.16.2 Nybyggnad

Även en klassning som nybyggnad skulle ge BRONS i betyg, se tabell 6.43.

Tabell 6.43 Slutbetyg för Ormen Långe klassad som nybyggnad.

Byggnad	Områden	Klass	Aspekter	Klass	Indikatorer	Klass
BRONS	Energi	BRONS	Energianvändning	BRONS	Köpt energi	BRONS
			Energibehov	KLASSAD	Värmeförlusttal	KLASSAD
					Solvärmelasttal	KLASSAD
	Energislag	SILVER	Andel av olika energislag	SILVER		
	Innemiljö	BRONS	Ljudmiljö	BRONS	Bedömning alt ljudklassning	BRONS
			Luftkvalitet	BRONS	Radonhalt	BRONS
					Ventilation	SILVER
					Kvävedioxid i ineluften	SILVER
			Fukt	BRONS	Fuktsäkerhet	BRONS
			Termiskt klimat	KLASSAD	Transmissionsfaktor	KLASSAD
					Solvärmefaktor	KLASSAD
	Dagsljus	BRONS	Dagsljus	BRONS		
	Vatten	KLASSAD	Tappvarmvattentemperatur - legionella	KLASSAD		
	Material och kemikalier	BRONS	Dokumentation	KLASSAD	Dokumentation av byggvaror och kemiska ämnen	KLASSAD
Utfasning			BRONS	Verifiering av att särskilt farliga ämnen inte byggts in	BRONS	

7 Förslag för bättre klassning

Författarna anser att SILVER är en lämplig ambitionsnivå för Lundafastigheters kommande förskolor. GULD anses alltför svårt att uppnå då betygssystemet gör att ingen enskild indikator får ha betyg lägre än SILVER. Vidare måste minst hälften av aspekterna uppnå GULD vilket kan bli särskilt svårt inom området Innemiljö. En majoritet av indikatorerna inom detta område kräver en brukarenkät som visar att brukarna är tillfredställda med innemiljön. Ett gott resultat från brukarenkäter går aldrig att garantera och kan då stjäla ett GULD i betyg. I tabell 7.1 har de indikatorer som kräver brukarenkät fått betyget SILVER vilket gör att fem av sex aspekter får SILVER, tre av sex hade varit nödvändigt för GULD på hela området.

Tabell 7.1 Klassning för området Innemiljö när indikatorerna som kräver 80 % tillfredsställelse bland brukarna har satts till SILVER och övriga till GULD. Betyget blir då SILVER för hela området.

Områden	Klass	Aspekter	Klass	Indikatorer	Klass
Innemiljö	SILVER	Ljudmiljö	SILVER	Bedömning alt ljudklassning	SILVER
		Luftkvalitet	SILVER	Radonhalt	GULD
				Ventilation	SILVER
				Kvävedioxid i ineluften	GULD
		Fukt	SILVER	Fuktsäkerhet	SILVER
		Termiskt klimat	SILVER	Transmissionsfaktor	SILVER
				Solvärmefaktor	SILVER
Dagsljus	SILVER	Dagsljus	SILVER		
Vatten	GULD	Tappvarmvattentemperatur legionella	GULD		

En silverklassning för kommande byggnader känns dock fullt uppnåbart utifrån givna förutsättningar. Genom att sikta på SILVER visar man ändå på en ambition i att bygga och arbeta på ett sätt som sträcker sig längre än vad lagstiftning och myndigheter föreskriver.

Nedan följer en diskussion kring varje enskild indikator och vilka förbättringsmöjligheter som finns. Diskussionen är generell men har också utgångspunkten att ett silverbetyg för hela byggnaden ska nås. Viktigt att komma ihåg är att enskilda indikatorer kan få BRONS trots att hela byggnaden får SILVER.

7.1 Energianvändning

Skillnaden i klassningskrav skiljer sig starkt åt för befintlig byggnad och nybyggnad. Vid klassning av befintlig byggnad används riktvärden från REPAB som baseras på befintlig energistatistik. Förskolor har högst energianvändning enligt denna statistik och därmed lägst krav på sig. Vid klassningen av befintlig byggnad tas ingen hänsyn till klimatzon. Vid nybyggnad ställs däremot samma krav oavsett typ av verksamhet och dessutom beaktas klimatzon vid klassning. Ett objekt som Ormen Långe kan

därför erhålla GULD när man klassar enligt befintlig byggnad medan om man skulle projektera kommande förskolor på ett liknande vis blir betyget inte bättre än BRONS.

Då klassningen vid nybyggnad följer BBR's krav kommer klassningsgränserna skilja sig åt beroende på om byggnaden är eluppvärmd eller ej. Tabell 7.2 visar klassningsförutsättningarna för en lokal belägen i klimatzon III där maximalt tillägg gjorts för ventilationen. Som framgår av tabellen ställs betydligt strängare krav på en eluppvärmd byggnad, så till den grad att gränsen för BRONS underskrider gränsen för GULD i en icke eluppvärmd byggnad. Man ska dock komma ihåg att betyget för BRONS motsvarar BBR's krav och ska uppfyllas. En väg att gå för att nå en lägre energiprestanda kan vara att använda sig av solfångare eller solceller. All energi som byggnaden kan tillgodogöra från dessa får reduceras från den totala energiprestandan.

Tabell 7.2 Klassningskriterier för Energianvändning för byggnad belägen i Lund där maximalt tillägg för ventilation gjorts. Siffrorna är angivna i kWh/m² räknat på A_{temp} och år.

	KLASSAD	BRONS	SILVER	GULD
Icke eluppvärmd	>146	<146	<109	<95
Eluppvärmd	>84	<84	<63	<55

Krav för att nå SILVER för hela byggnaden

Energianvändningen är en av de punkter som författarna anser nödvändig att förbättra. Ormen Långe har en energianvändning som överstiger kraven för SILVER med cirka 10 kWh/m². Kapitel 4 visar att förbättringsåtgärder kan sänka energianvändningen med drygt 17 kWh/m². Genom att genomföra dessa åtgärder nås SILVER samtidigt som de är lönsamma sett till livscykelkostnad.

7.2 Energibehov vinter

Ormen Långe erhåller betyget KLASSAD eftersom värmeförlusttalet är för högt. Den förenklade beräkningen som genomförts tillåter endast att 75 % av frånluften får tillgodoräknas i värmeåtervinningen. Övriga metoder tillåter att all luftomsättning får användas vilket troligen innebär att förutsättningar för BRONS redan finns.²⁴⁹

Även med förenklad beräkning är steget till BRONS inte långt då gränsen överskrids marginellt. En åtgärd som till exempel att byta till fönster med U-värde 1,2 W/m²,K istället för 1,45 W/m²,K räcker för att sänka värmeförlusttalet till under 60 W/m² som är gränsen. Genom att införa de åtgärder som visat sig vara mest lönsamma enligt kapitel 4 sänks värmeförlusttalet till drygt 56 W/m².

²⁴⁹ Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd, 2010a.

Krav för att nå SILVER för hela byggnaden

Energibehov vinter måste höjas till BRONS för att hela klassningen ska nå SILVER vilket kan åstadkommas genom ovan nämnda åtgärder.

7.3 Energibehov sommar

Ormen Långe erhåller betyget KLASSAD för energibehov sommar. Orsaken till det låga betyget är de små lekrummen. Med sin stora andel fönsterarea i kombination med en mycket liten volym blir solvärmelasttalet väldigt stort, över 300. Detta överskrider gränsen för BRONS flera gånger om. Vill man uppnå ett gott betyg för punkten energibehov sommar finns inget utrymme för denna typ av rum. Allrummen, som anses mest utsatta efter de små lekrummen, uppfyller kraven för SILVER.

En minskning av solfaktorn går att åstadkomma på flera sätt. Det är möjligt att använda sig av solskyddsfönster vilka har ett lägre g-värde än konventionella. Solskyddsfönster släpper in mindre solstrålning vilket får konsekvenser för energibalansen. Under eldningssäsongen bidrar solinstrålningen till uppvärmningen och solskyddsfönster kan leda till ett minskat värmetillskott och ökad energianvändning.

Ytterligare ett sätt att nå lägre solvärmelasttal är att minska förhållandet mellan fönsterglasarea och golvarea. Mindre andel fönster får dock konsekvenser för dagsljusstrålningen och kan då komma att påverka betyget för punkten Dagsljus, något man bör vara medveten om.

Möjligheterna till ett högt betyg bedöms som goda. Solvärmelasttalet är starkt förknippat till hur rummen utformas, framförallt med avseende på fönster och för att nå ett gott resultat blir utformningen viktig. Därför behöver hänsyn tas redan i ett tidigt skede där arkitekten har en viktig roll. Arkitekten behöver därför få stöd eller ha kunskap om solvärmelasttalet så att det blir bra från början. Även om möjligheten kanske finns att i efterhand installera någon typ av solavskärmning behöver, som tidigare konstaterats, rum likt de små lekrummen undvikas.

Krav för att nå SILVER för hela byggnaden

Som konstaterats räcker det att de små lekrummen försvinner för att SILVER ska erhållas på denna punkt, författarna anser därmed att detta är en rimlig nivå även för framtida byggnader.

7.4 Energislag

Ormen Långe erhåller på denna punkt SILVER. För en byggnad ansluten till fjärrvärmenät är det svårt att påverka energislagen då resultatet beror på hur fjärrvärmen är producerad. Det som går att påverka är elens miljövalkategori. Lundafastigheter använder sig av el märkt med Bra Miljöval vilket faller under miljövalskategori 1. Lundafastigheter har därmed gjort bästa möjliga val av levererad energi. För att nå GULD behöver andelen av miljövalskategori 4 minska. Denna andel härstammar från fjärrvärmen som kan reduceras via minskat

uppvärmningsbehov eller ökad elanvändning, där det senare alternativet inte är att rekommendera. I fallet Ormen Långe skulle uppvärmningsbehovet behöva minska med cirka 35 %.

En annan väg att gå är att ett solvärmesystem installeras, vilket skulle falla inom miljövalskategori 1. Med oförändrat uppvärmningsbehov skulle andelen solvärme behöva uppgå till cirka 12 % eller 17 MWh. En kombination av minskad energianvändning och solfångare är klart också möjlig.

Sättet på vilket fjärrvärmen produceras kan komma att förändra förutsättningarna för klassningen. Med ökad miljömedvetenhet hos såväl producenter som konsumenter går troligen utvecklingen åt ett positivt håll.

För en elvärmad byggnad skulle betyget bli GULD om man även här valde el i form av Bra Miljöval. Detta kan tyckas lite märkligt då man generellt anser att eluppvärmning inte är ett av de bättre alternativen men klassningskriterierna för Energislag är utformade på detta vis. Hänsyn till uppvärmningssätt får istället genomslag i punkten Energianvändning.

Krav för att nå SILVER för hela byggnaden

Möjligheterna till förändring på denna punkt är små men ej heller nödvändig då SILVER uppnås vilket är tillräckligt.

7.5 Ljudmiljö

Ormen Långe erhåller betyget BRONS på denna punkt då man i dagsläget projekterar utifrån att minst ljudklass C ska uppnås enligt SS 25268. För att nå SILVER behöver mer än hälften av parametrarna nå minst ljudklass B. Tittar man närmare i SS 25268 kan man konstatera att steget till detta dock inte är så stort då två av de fem parametrarna i en förskola utformad som Ormen Långe har samma krav för ljudklass B och C, det vill säga endast en parameter till behöver nå ljudklass B. För att klara detta kan det räcka att något enstaka rum får en bättre ljudklass för att över hälften av parametrarna ska ha ljudklass B.²⁵⁰

Krav för att nå SILVER för hela byggnaden

BRONS är tillräckligt för denna punkt men författarna rekommenderar att man satsar på SILVER då steget från BRONS troligen är litet.

7.6 Luftkvalitet - radon

Svårigheten att uppnå ett visst betyg varierar med geografisk plats och dess förekomst av markradon. Det är därför svårt att för varje enskilt objekt ha samma mål för klassningen. Författarna tror att det är komplicerat att efter kända markradonhalter bedöma inomhushalterna av radon. En markradonundersökning bör ändå göras inför projektering av nya byggnader. Som riktlinje kan sedan tabell 7.3 användas för att

²⁵⁰ Svensk standard SS 25268:2007.

bestämma nivå för radonförebyggande åtgärder. Eventuellt kan radonsäkert utförande användas även för normalradonmark för att vara på säkra sidan och säkerställa en låg inomhushalt.

Tabell 7.3 Riskklassbedömning med tillhörande åtgärdskrav baserat på markradonhalt (Bq/m³).

Markradonhalt, Bq/m ³	Riskklass	Åtgärdskrav
>50 000	Högradonmark	Radonsäkert utförande
10 000 – 50 000	Normalradonmark	Radonskyddande utförande
<10 000	Lågradonmark	Traditionellt utförande

Krav för att nå SILVER för hela byggnaden

Författarna anser att BRONS är acceptabelt på denna punkt då det vore oklokt att låta ett högre betyg vara en förutsättning för att hela byggnaden ska nå SILVER. Detta eftersom det vid byggnation vid högradonmark eventuellt är svårt att nå högre än BRONS.

7.7 Luftkvalitet - ventilation

Kraven för klassning av förskolor kan i framtiden komma att ändras då luftflöden i manualen anpassats för kontorslokaler. Rådande luftflödeskrav är dock desamma som Socialstyrelsen ställer på förskolor och är därför ändå aktuella.

Som Ormen Långe är utformad uppfylls kraven för SILVER för såväl befintlig byggnad som nybyggnad. För att nå GULD måste VAV-system installeras och 80 % av brukarna måste vara tillfreds med luftkvaliteten. Ett GULD går inte att garantera då man inte kan vara säker på att brukarna är nöjda men det kan ändå vara intressant att använda VAV-system sett ur ett driftekonomiskt perspektiv.

Krav för att nå SILVER för hela byggnaden

BRONS vore tillräckligt men Ormen Långe uppfyller SILVER och någon anledning till att sänka ambitionen ser inte författarna.

7.8 Luftkvalitet – trafikföroreningar

Om lokalen befinner sig utanför tätort och mer än 250 meter från trafikerad led med mer än 10 000 fordon/dygn erhålls GULD automatiskt för denna punkt. Då de flesta förskolor antas byggas i tätort måste verifiering i den färdiga byggnaden ske genom mätning för att nå betyg högre än BRONS. Förutsättningarna för ett visst betyg är till stor del avhängigt placeringen av byggnaden men möjligheterna till SILVER eller GULD anses som goda då Lunds årsmedelvärde uppgår till knappt 12 µg/m³. Normalt är dessutom inomhusvärdena lägre än halterna i utomhusluften.

Krav för att nå SILVER för hela byggnaden

Ett BRONS är tillräckligt och uppnås automatiskt på denna punkt men troligen blir betyget bättre.

7.9 Fuktsäkerhet

Ormen Långe erhåller betyget BRONS eftersom föreskrivna verktyg för SILVER och GULD inte används i tillräcklig utsträckning.

Eftersom fuktskador är ett problem som medför stora kostnader bör varje beställare ta fuktsäkerhetsarbetet på allvar. Beställare bör lägga resurser på att ta fram en tydlig plattform för hur fuktsäkerhetsarbetet ska gå till i varje enskilt projekt. Författarna tror att en strävan efter GULD i Miljöklassad Byggnad när det gäller fuktsäkerhet för med sig ett bra förebyggande arbete mot framtida fuktskador.

Genom att uppfylla kraven för GULD kommer personer med kunskap inom området in i projektet i form av en diplomerad fuktsakkunnig på beställarens sida och en fuktsäkerhetsansvarig på entreprenörens sida. Användning av ByggaF eller motsvarande för att göra en fuktsäkerhetsprojektering utgör en bra grund för fuktsäkerhetsarbetet. Användning av ByggaF medför också att checklistor från VASKA-projektet troligen utnyttjas vilket ses som positivt. För att uppnå GULD ska även branschregler såsom GVK, BBV och RBK användas vilket tryggar fuktsäkerheten i produktionsskedet.

Krav för att nå SILVER för hela byggnaden

Fuktsäkerhet är en av punkterna som behöver ett bättre betyg för att den totala klassningen ska nå SILVER. Författarna rekommenderar att man går hela vägen och siktar på GULD då det ger bra förutsättningar för en fuktsäker byggprocess.

7.10 Termiskt klimat vinter

Klassningen kan utföras enligt två olika alternativ, oavsett vilket erhåller Ormen Långe betyget KLASSAD. Orsaken till det låga betyget beror på de små lekrummen. Med sin stora fönsterarea blir transmissionsfaktorn stor (alternativ 1) och den operativa temperaturen vid DVUT låg (alternativ 2).

Bortser man från de små lekrummen finns förutsättningar för SILVER enligt alternativet där klassning sker via beräkning av transmissionsfaktor. Med ett värde på 0,26 i allrummen och med radiatorer under fönstren som undanröjer kallras uppfylls kraven för SILVER. Författarna tror därför att det vid nybyggnad är enkelt att nå SILVER så länge man är medveten om frågan redan i projekteringen och därmed utformar rummen på ett lämpligt sätt. Dessutom finns ytterligare förbättringspotential för en lägre transmissionsfaktor genom att välja fönster med lägre U-värde.

Med rådande förutsättningar, där börvärdet för lufttemperaturen i Lundafastigheters förskolor är satt till 21 °C, blir det svårt att nå betyg högre än BRONS enligt klassningsalternativ 2 då det för SILVER krävs att den operativa temperaturen

överstiger 22 °C. Lufttemperaturen skulle därför behöva ökas. Detta skulle få negativa följder i form ökad energianvändning och därmed eventuellt försämra klassningen på andra punkter.

Krav för att nå SILVER för hela byggnaden

Då SILVER skulle uppnås på denna punkt om man bortser från de små lekrummen rekommenderar författarna att man strävar efter detta genom att använda alternativet där man beräknar transmissionsfaktorer.

7.11 Termiskt klimat sommar

En klassificering genom beräkning av SVF-talet innebär i stort sett samma sak som klassificeringen av Energibehov sommar där man räknar med SVL-talet. Det enda som skiljer SVF-talet och SVL-talet ifrån varandra är att den senare multipliceras med en faktor om 800 som utgör maximalt infallande solstrålning. Bortser man från denna faktor är även klassningsgränserna desamma. Väljer man att klassificera efter alternativ 1 kommer man följaktligen att erhålla samma betyg som för punkten Energibehov sommar vilket för Ormen Långes fall blir KLASSAD men samtidigt skulle betyget bli SILVER om de små lekrummen inte existerat.

Klassningen kan även utföras genom simulering men författarna rekommenderar alternativet med SVF-tal då det är enklare och ger samma klassningsresultat som Energibehov sommar.

Krav för att nå SILVER för hela byggnaden

Det räcker att de små lekrummen försvinner för att SILVER ska erhållas på denna punkt, författarna anser därmed att detta är en rimlig nivå även för framtida byggnader.

7.12 Dagsljus

Det finns två sätt att klassificera dagsljus. Genom alternativ 1 där betyget är avhängigt andelen fönsterglasarea i förhållande till golvarean erhålls betyget BRONS. Betyget blir KLASSAD i det andra alternativet där man räknar dagsljusfaktor. Orsaken till detta är att takutsprången skärmar av mycket av ljuset. Med kortare takutsprång skulle eventuellt BRONS nås men då detta redan uppnås med den enklare andelsmetoden rekommenderar författarna denna, både ur betygs- och bekvämlighetsskäl.

Krav för att nå SILVER för hela byggnaden

Författarna anser att man bör nöja sig med BRONS vilket är tillräckligt. För att nå ett SILVER i betyg krävs en större mängd fönsterearea vilket skulle kunna försämra klassningen eller åtminstone försvåra projekteringen för flera andra punkter. Följande punkter skulle påverkas negativt av större andel fönster:

- Energianvändning – Sämre U-värde för klimatskalet
- Energibehov vinter – Större transmissionsförluster

- Energibehov – Högre solvärmelasttal
- Termiskt klimat vinter – Större transmissionsfaktor
- Termiskt klimat sommar – Större solvärmefaktor

7.13 Risk för legionella

Ormen Långe får betyget KLASSAD eftersom ingen dokumentation påträffats som styrker att Branschregler Säker Vatteninstallation har använts. Författarna ser emellertid inte steget till GULD som särskilt stort. Åtgärderna som krävs är inte alltför omfattande och till viss del uppfylls de redan genom att varmvattencirkulation finns till huvudledningarna och att temperaturgivare redan finns vid erforderliga ställen. Det som saknas är att Branschregler Säker Vatteninstallation används vid projektering och utförande. Projekteringen ska säkerställa att kallvattenledningar inte hamnar nära värmekällor. Den ska även innehålla en riskvärdering. Slutligen ska instruktioner upprättas för regelbundna kontroller av tappvattentemperaturer och analyser av vattenprover.

Krav för att nå SILVER för hela byggnaden

SILVER på denna punkt bör uppnås för att få SILVER för hela byggnaden. Författarna rekommenderar dock att man går hela vägen och satsar på GULD då det säkerställer ett gott skydd mot legionella.

7.14 Loggbok

Ormen Långe blir KLASSAD eftersom det inte finns någon loggbok. En sådan behöver föras i kommande projekt för att erhålla betyget BRONS eller högre. Rutiner för hur loggbok ska föras bör bestämmas så att den utförs enhetligt för samtliga projekt. Fördelarna med ett gemensamt system är att loggboken kommer med från början i varje nytt projekt samt att alla objekt finns tillgängliga i en gemensam databas. Som hjälpmedel vid utarbetande av rutiner och administration av databasen finns verktyg att tillgå så som SundaHus eller Byggvarudeklarationen. Genom att använda något av dessa verktyg blir också loggboken digital vilket ger betyget SILVER förutsatt att kraven för BRONS uppfylls.

Författarna anser att förande av loggbok är positivt. En sådan ger möjlighet att i efterhand spåra ämnen om de senare skulle visa sig vara hälsovådliga. Det är därför lämpligt att även föra in placering och mängd av använda byggvaror, vilket är en förutsättning för GULD. Loggboken ger också beställaren bättre möjlighet att följa upp vilka byggvaror som använts och att dessa motsvarar de krav som ställts. En möjlig komplikation är att samtliga byggvaror måste ha en tillhörande innehållsdeklaration.

Krav för att nå SILVER för hela byggnaden

Betyget för loggbok måste höjas till lägst SILVER för att hela byggnaden ska kunna nå SILVER. Författarna anser att målet ska vara GULD med stöd av resonemanget ovan.

7.15 Utfasning av ämnen med farliga egenskaper

Ormen Långe erhåller betyget BRONS. Förutsättningarna för ett bättre betyg är emellertid goda eftersom Lundafastigheter i sin konsulthandledning föreskriver att BASTA's egenskapskriterier för byggprodukter ska följas. Om loggbok upprättas där valda material förs in och avvikelser noteras blir betyget SILVER. GULD kan dock inte garanteras eftersom det i konsulthandledning står att undantag från BASTA's kriterier får göras.

Krav för att nå SILVER för hela byggnaden

BRONS erhålls automatiskt på denna punkt vilket är tillräckligt för SILVER totalt sett. Om loggbok införs höjs dock betyget till SILVER då övriga nödvändiga rutiner är implementerade och då författarna rekommenderar att en sådan förs blir rekommendationen för denna punkt SILVER.

7.16 Slutresultat av författarnas rekommendationer

Tabell 7.4 visar hur slutbetyget skulle bli om författarnas rekommendationer följs. Som framgår av tabellen blir betyget SILVER för hela byggnaden. Ett betyg i SILVER för byggnaden hade givetvis kunnat erhållas genom många andra möjliga kombinationer men denna väg är den författarna anser ligger närmast till hands efter de förutsättningar som finns. Det är dessutom så att det finns en marginal till betyget; det hade kunnat åstadkommas även med mindre ansträngning:

- Ingen indikator behöver GULD
- För indikatorn solvärmelasttal hade BRONS räckt.
- Inom området Innemiljö hade det varit tillräckligt att tre aspekter nått SILVER i betyg.

Tabell 7.4 Slutresultat för klassning utifrån författarnas rekommendation.

Byggnad	Områden	Klass	Aspekter	Klass	Indikatorer	Klass
SILVER	Energi	SILVER	Energianvändning	SILVER	Köpt energi	SILVER
			Energibehov	BRONS	Värmeförlusttal	BRONS
					Solvärmelasttal	SILVER
	Energislag	SILVER	Andel av olika energislag	SILVER		
	Innemiljö	SILVER	Ljudmiljö	SILVER	Bedömning alt ljudklassning	SILVER
			Luftkvalitet	BRONS	Radonhalt	BRONS
					Ventilation	SILVER
					Kvävedioxid i ineluften	BRONS
			Fukt	GULD	Fuktsäkerhet	GULD
			Termiskt klimat	SILVER	Transmissionsfaktor	SILVER
					Solvärmefaktor	SILVER
			Dagsljus	BRONS	Dagsljus	BRONS
	Vatten	GULD	Tappvarmvattentemperatur - legionella	GULD		
	Material och kemikalier	SILVER	Dokumentation	GULD	Dokumentation av byggvaror och kemiska ämnen	GULD
			Utfasning	BRONS	Verifiering av att särskilt farliga ämnen inte byggts in	SILVER

Den enskilt största åtgärden för att förbättra klassningen är att ta bort de små lekrummen. Utan dessa förbättras direkt betyget för energibehov sommar, termiskt klimat vinter och termiskt klimat sommar. När det gäller fuktsäkerhet, legionella och loggbok är det områden författarna anser bör förbättras oavsett hänsyn till klassning. Därför ses det inte som en belastning att bättra klassningen på dessa punkter. Inte heller reduktion av energianvändningen ses som någon belastning då åtgärderna enligt kapitel 4 visar sig vara ekonomiskt lönsamma.

8 Slutsats

Undersökningen visar att det för referensobjektet varit ekonomiskt lönsamt att investera mer resurser vid projekterings- och byggskedet för att minska energikostnaderna i driftskedet. Författarna tror att stor vikt ska läggas vid projekteringen, energiberäkningar bör kopplas till LCC-beräkningar för att utreda vad som är optimalt att bygga.

Simuleringarna i avsnitt 4 visar att enskilda förbättringar av klimatskalet inte sparar speciellt mycket värmeenergi årligen. I många fall visar de sig ändå vara lönsamma vid beräkning av LCC eftersom kalkylperioden är lång.

Rapporten visar också att en förskola byggd som Ormen Långe når BRONS i en miljöklassning enligt klassificeringssystemet Miljöklassad Byggnad både som befintlig byggnad och nybyggnad. Det senare resultatet är mest intressant för kommande projekt.

En förbättring från BRONS till GULD skulle kräva en väldigt medveten satsning på Miljöklassad Byggnad; och även om en sådan satsning genomförs innebär den en risk då resultatet inte går att garantera. Författarna gör istället bedömningen att SILVER är ett bättre alternativ. Ett SILVER har inte fullt samma genomslagskraft som ett GULD men visar ändå på en tydlig ambition i att bygga bättre än vad lagar och regler förordnar. Förutsättningarna för SILVER finns redan där i viss utsträckning. Även för SILVER behövs en medveten strategi men de åtgärder som krävs är färre och går att implementera enklare och på ett mer naturligt vis i nuvarande arbetssätt.

Författarna är positiva till Miljöklassad Byggnad. Miljöklassningssystemet behandlar viktiga frågor och genom att genomföra en miljöklassning sätts extra fokus på dem. Detta kommer med stor sannolikhet innebära bättre byggnader och inomhusmiljö för brukarna.

Projekteringen är den del av byggprocessen där det går att påverka slutresultatet mest. Författarna rekommenderar därför Lundafastigheter att i varje projekt genomföra LCC-beräkningar baserade på energiberäkningar och projektera för att nå SILVER enligt Miljöklassad Byggnad.

Referenser

AB Svensk våtrumskontroll. *Detta är GVK*. Tillgänglig:

<http://www.gvk.se/hem/index.asp?art_cat=1>. (Läst 2010-11-24).

AFS 2005:16. *Buller. Arbetsmiljöverkets föreskrifter om buller samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna*. Arbetsmiljöverket.

AFS 2009:2. *Arbetsplatsens utformning*. Arbetsmiljöverket. Stockholm.

Andersson, Johnny & Kling Rolf. (2000). *Byggvattenskadesäkert. Vaska visar vägen. Ett beprövat sätt att spara pengar, hälsa och miljö*. Bygghälsorådet. Stockholm.

Arbetslivsinstitutet et al. (2006). *Bullret bort! En liten bok om god ljudmiljö i förskolan*. Stockholm.

ATON Teknikkonsult AB. (2007). *Energideklarering av bostadsbyggnader- Metoder för besiktning och beräkning*. Tillgänglig: <<http://www.aton.se/img/userfiles/file/Metoder%20f%C3%B6r%20besiktning.pdf>>. (Läst 2010-12-02).

BASTA. (2010). *Egenskapskriterier – BASTA*. Tillgänglig: <http://www.bastaonline.se/download/18.71afa2f11269da2a40580007408/Egenskapskriterier_BASTA.pdf>. (Läst 2010-11-24).

BASTA. (2010). *Om BASTA*. Tillgänglig: <<http://www.bastaonline.se/ombasta.4.3d9ff17111f6fef70e9800039305.html>>. (Läst 2010-12-08).

Boverket. (2008). *Regelsamling för byggande, BBR 2008*. Karlskrona.

Boverket. (1998). *Kriterier för sunda byggnader och material*. Karlskrona.

Boverket & Energimyndigheten. (2007). *Energianvändning & innemiljö i skolor och förskolor – Förbättrad statistik i lokaler, STIL2*.

Boverket et al. (2005). *Åtgärder mot radon i bostäder*. Växjö.

Blomberg, Thomas. (2000). *HEAT2. A PC-program for heat transfer in two dimensions. Manual with brief theory and examples. Version 5.0*. Tillgänglig: <http://www.buildingphysics.com/manuals/HEAT2_5.pdf>. (Läst 2010-11-21)

Bülow-Hübe, Helena. *Fönsterfysik och energitransport genom fönstret*. Avdelningen för Energi- och Byggnadsdesign, LTH. Tillgänglig: <<http://www.ahus.lth.se/?document=EBD/Utbiil/TNA265/fonsterfysik.pdf>>. (Läst 2010-10-10).

Bygga-bo-dialogen. *Bakgrund*. Tillgänglig: <http://www.byggabodialogen.se/templates/Page_3238.aspx>. (Läst 2010-10-06)

Bygga-bo-dialogen. *Bygga-bo-dialogen för hållbart byggande och förvaltande.*

Tillgänglig: <http://www.byggabodialogen.se/upload/Pdf-filer/Bygga-bo-dialogen_screen_sv.pdf>. (Läst 2010-10-06).

Bygga-bo-dialogen. *Intresseförening Miljöklassad Byggnad.* Tillgänglig:

<http://www.byggabodialogen.se/templates/Page_4115.aspx>. (Läst 2010-10-06).

Clavensjö, Bertil & Åkerblom, Gustav. (2004). *Radonboken – förebyggande åtgärder i nya byggnader.* Stockholm.

Elitfönster. (2010). *Prisbok 2010:1.* Tillgänglig:

<<http://www.elitfönster.se/EgnaSystem/Katalogbestallning/pdf/Prisbok%202010-1.pdf>>. (Läst 2010-12-01).

Energimyndigheten. (2009). *Energiläget 2009.* Eskilstuna.

Energimyndigheten & Statistiska centralbyrån. (2009). *Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler 2008.* Tillgänglig:

<http://webbshop.cm.se/System/ViewResource.aspx?p=Energimyndigheten&rl=default/Resourcer/Permanent/Static/2bdad6589c6a4dabb6edb7609fb1d305/ES2009_10_W.pdf>. (Läst 2010-11-21)

Fanger, P.O. (1997). *Varme og klimatteknik. Kap 1 Indeklima.* Hansen, Kjerulf-Jensen & Stampe (red.)

Fuktcentrum. (2010). *Fuktsakunnig.* Tillgänglig:

<<http://www.fuktcentrum.lth.se/kurser/fuktsakkunnig>>. (Läst: 2010-11-24).

Fuktcentrum. (2009). *Fuktsäkert Byggande.* Tillgänglig:

<http://www.fuktcentrum.lth.se/verktyg_och_hjaelpmedel/fuktsaekert_byggande/>. (Läst 2010-11-24).

Fuktcentrum. (2008). *Om Fuktcentrum.* Tillgänglig: <

http://www.fuktcentrum.lth.se/om_fuktcentrum/>. (Läst 2010-11-24).

Fuktcentrum. (2009). *Program och innehåll.* Tillgänglig:

<http://www.fuktcentrum.lth.se/kurser/fuktsakkunnig/program_och_innehaall/>. (Läst 2010-11-25).

Hagberg, Nils & Mjönes, Lars, Söderman, Ann-Louis. *Metodbeskrivning för mätning av radon på arbetsplatser.*

Harderup, Lars-Erik. (2009-03-18). Föreläsning. *Fuktskyddsdocumentation. Metodik med exempel.*

Hult, Marie & Lundblad Dag. (2006). *Farliga material i hus.* Stockholm

- Institutet för miljömedicin. (2009). *Kväveoxid*. Tillgänglig: <<http://ki.se/ki/jsp/polopoly.jsp?d=11353&a=5706&cid=11355&l=sv>>. (Läst 2010-10-13).
- Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd. (2010a). *Miljöklassad byggnad. Manual för befintlig byggnad. Utgåva version 2.0 2010*. Stockholm.
- Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd. (2010b). *Miljöklassad byggnad. Manual för ny/projekterad byggnad. Utgåva version 2.0 2010*. Stockholm.
- Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd. (2010c). *Energislagsindikator. Svenska fjärrvärmnät 2008*. Tillgänglig: <http://www.byggabodialogen.se/upload/filer/miljoklassad_byggnad/indataprotokoll/Hj%C3%A4lpfil%20%C3%B6r%20energibehov%20&%20energislags%20100816.xls>.
- Jernkontoret. (2007). *Livscykelkostnad*. Tillgänglig: <<http://energihandbok.se/x/a/i/10246/Livscykelkostnad.html>>. (Läst 2010-12-07)
- Küller, Rikard & Lindsten, Carin. (2001). *Hälsoeffekter vid arbete i fönsterlösa klassrum*. Byggeforskningsrådet. Stockholm.
- Lindab. (2009). *TEKNOsim. Klimatsimulering*. Tillgänglig: <http://www.lindab.com/itcenter/IT-Center/LindabWebProducts/pdf/comfort/se/vatten/19_TEKNOsim_SE_WEB.pdf>. (Läst 2010-10-01)
- Lundafastigheter. (2009). *Konsulthandledning för projektering. Utgåva 2009-11-01*. Lund.
- Lundafastigheter. *Lundafastigheter – Drifftider och temperaturpolicy*.
- Löfberg, Hans Allan. (1987). *Räkna med dagsljus*. Statens institut för byggnadsforskning. Gävle
- Miljöförvaltningen Lund. (2010). *Luften i Lund: Rapport för 2009 med jämförande mätningar 1990-2009*. Lund.
- Miljöförvaltningen Trelleborg. (2005). *"Barn i bullerbyn". Bullermätning i förskolor*. Trelleborg. Tillgänglig: <http://www.trelleborg.se/TrelleborgUpload/Miljo/Sammansteld_bullerrapport.pdf>. (Läst 2010-11-21).
- Miljökontoret Solna stad. (2005). *Höga ljudnivåer – miljökontorets tillsynsprojekt på förskolor 2005*. Solna. Tillgänglig: <<http://www.solna.se/Global/Boende%20och%20milj%C3%B6/MHF%20Rapporter/MHF%20Rapporter%202005/H%C3%B6ga%20ljudniv%C3%A5er%20>

[%20milj%C3%B6kontorets%20tillsynsprojekt%20p%C3%A5%20f%C3%B6rskolor%202005.%20Rapport%208-2005.pdf](#)>. (Läst 2010-11-21).

Naturvårdsverket. (2010). *Kvävedioxid (2010)*. Tillgänglig:
<<http://www.miljomal.se/2-Frisk-luft/Delmal/Kvavedioxid-2010/>> (Läst 2010-10-13)

Nevander, Lars Erik & Elmarsson Bengt. (2006). *Fukthandbok. Praktik och teori*. Mölnlycke.

Nilsson, Erling et al. (2008). *Grundläggande akustik*. Lund: KFS i Lund AB.

Nordquist, Birgitta. (2009-03-25). *Inneklimat för Kv Brygghuset*. Föreläsning. Lund.

REPAB. *Passion för fastighetssystem*. Tillgänglig:
<<http://www2.repab.se/se/ProductsandServices/Pages/default.aspx>>. (Läst 2010-10-07).

Riksbanken. (2010). *Inflationsmålet*. Tillgänglig:
<<http://www.riksbank.se/templates/Page.aspx?id=8854>>. (Läst 2010-12-06).

Ruud, Svein. (2009). *Energieffektiva skolor och förskolor – Kravspecifikation för Minienergihus*. Tillgänglig:
<http://www.energieffektivbyggnader.se/download/18.3d9ff17111f6fef70e9800045012/Kravspec_minienenergihus_skolor.pdf>. (Läst 2010-12-02)

Rådet för ByggKompetens. *RBK – auktoriserad fuktkontrollant betong – kvalitetssäkrad fuktmätning*. Tillgänglig:
<http://www.rbk.nu/om_fuktkontrollant_betong.asp>. (Läst 2010-11-24).

Rådet för ByggKompetens. *RBK – Ett centrum för kompetensutveckling*. Tillgänglig:
<<http://www.rbk.nu/rbk.asp>>. (Läst 2010-11-24).

Pershagen et al. (1993). *Radon i bostäder och lungcancer – En landsomfattande epidemiologisk undersökning*. Stockholm.

Persson, Agneta. (2002). *Energianvändning i bebyggelsen*. Energimyndigheten. Tillgänglig:
<<http://www.iva.se/upload/Verksamhet/Projekt/Energiframsyn/Bebyggelse%20v1.pdf>>. (Läst 2010-11-21)

Sandin, Kenneth. (1996). *Värme och fukt*. LTH. Institutionen för byggnadsteknik, byggnadsfysik. Lund.

Sikander, Eva. (2005). *Byggherrens arbete för fuktsäker byggnad. Krav, uppföljning, hjälpmedel och erfarenheter*. Borås: Sveriges provnings- och forskningsinstitut.

SFS 1991:1273. *Förordning om funktionskontroll av ventilationssystem*.

- SFS 2001:527. *Förordning om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft.*
- SOSFS 1999:21. *Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken – fukt och mikroorganismer.* Stockholm.
- SOSFS 1999:22. *Tillsyn enligt miljöbalken – radon i inomhusluft.* Socialstyrelsen. Stockholm.
- SOSFS 1999:25. *Tillsyn enligt miljöbalken – Ventilation.* Socialstyrelsen. Stockholm.
- SOSFS 2005:6. *Buller inomhus.* Socialstyrelsen. Stockholm.
- SOSFS 2005:15. *Temperatur inomhus.* Socialstyrelsen.
- Statens folkhälsoinstitut. (2010). *Buller i skolmiljön – förekomst, effekter och åtgärder.* Tillgänglig: <<http://www.fhi.se/sv/Handbocker/Uppslagsverk-barn-och-unga/Buller-i-skolmiljon--forekomst-effekter-och-atgarder/>>. (Läst 2010-11-21).
- Structural Design Software. (2009). *VIP-Energy. Manual version 1.0.0. Svensk.*
- Stålbom, Göran & Kling, Rolf. (2002). *Legionella: risker i VVS-installationer: en handbok.* Stockholm.
- Sundell, Jan et al. (1997). *Problem med inomhusklimatet: utredningar, mätningar, åtgärder.* BFR A8:19. Stockholm.
- SVEBY. (2009). *Brukarindata för energiberäkningar i bostäder.*
- Sweden Green Building Council. (2010). *Positiva diskussioner om övertagande av Miljöklassad Byggnad.* Tillgänglig: <<http://www.sgbc.se/2010/08/positiva-diskussioner-om-overtagande-av-miljoklassad-byggnad>>. (Läst 2010-10-06).
- Swegon. *ProClim Web.* Tillgänglig: <<http://www.swegon.com/sv/Resurser/Programvaror/ProClim-Web/#>>. (Läst 2010-11-21)
- Svensk Fjärrvärme AB. (2010). *Fjärrvärmepreiser 2010.*
- Svensk standard SS 25268:2007. *Byggakustik – Ljudklassning av utrymmen i byggnader – Vårdlokaler, undervisningslokaler, dag- och fritidshem, kontor och hotell.* Swedish Standards Institute.
- Svenska Inneklimatinstitutet. (1991). *Föroreningar och emissionsförhållanden i innemiljö.* Stockholm.
- Säker Vatten. (2008). *Branschregler Säker Vatteninstallation.* Tillgänglig: <<http://www.sakervatten.se/download/177/T->

[07006_Branschregler_Saker_Vatteninstallation - Informationsbroschyr_med_regler.pdf](#)>. (Läst 2010-11-24). Stockholm.

Säker Vatten. (2010). *Branschregler Säker Vatteninstallation*. Tillgänglig: <<http://www.sakervatten.se/>>. (Läst 2010-11-24).

Trarydsfönster. (2010). *Prislista 2010*. Tillgänglig: <[http://trarydfenster.se/Traryd/download.nsf/web_all/FC20C62364F86430C125770A0026EED8/\\$file/prislista_100329_omtryck_final_low.pdf](http://trarydfenster.se/Traryd/download.nsf/web_all/FC20C62364F86430C125770A0026EED8/$file/prislista_100329_omtryck_final_low.pdf)>. (Läst 2010-12-01).

VVS-installatörerna. (2006). *Vattenskadeundersökningen 2005*. Stockholm.

Warfvinge, Catarina. (2003). *Installationsteknik AK för V*. LTH. Lund.

Warfvinge, Catarina. (2009-03-18). Föreläsning. *Energiberäkning – Byggnadsfysik och klimatiseringssystem*. Lund.

Warfvinge, Catarina. (2008). *Snabbguide för VIP+ 080319*. Bengt Dahlgren.

Warfvinge, Catarina & Dahlblom, Mats. (2010). *Projektering av VVS-installationer*. Lund: Studentlitteratur.

Wikells. (2010). *Sektionsfakta – NYB. Teknisk-ekonomisk sammanställning av byggdelar*. Växjö.

Wintzell, Helene & Carlson, Per-Olof. (2008). *Miljöklassning av byggnader – erfarenheter från praktisk tillämpning*. Stockholm. Tillgänglig: <<http://www.byggabodialogen.se/upload/Pdf-filer/Milj%C3%B6klassade%20hus/Verifieringsrapport%20081124.pdf>>. (Läst 2010-10-06).

Muntliga källor:

Nilsson, Sonny. (2010-11-22) Ekonomichef, Lundafastigheter.

Warfvinge, Catarina. (2010-11-12).

Bilaga 1 Beräkning av värmeförlusttal

$$VFT = P_t + P_{vent} + P_{läck} \text{ (W/m}^2\text{)}$$

P_t = transmissionsförluster via klimatskalet, W/m²

P_{vent} = ventilationsförluster, W/m²

$P_{läck}$ = förluster genom luftläckage, W/m²

Transmissionsförluster:

$$P_t = \left(\sum_{j=1}^n U_j \cdot A_j + \sum_{k=1}^m l_k \cdot \psi_k \right) \cdot (T_{inne} - DVUT) / A_{temp}$$

U_j = byggnadsdels U – värde, W/m², °C

A_j = byggnadsdels area, m²

l_k = linjeformad köldbryggas längd, m

Ψ_k = värmegenomgångskoefficient för köldbryggan, W/m, °C

T_{inne} = temperatur inomhus, °C

$DVUT$ = dimensionerande vinterutetemperatur, °C

A_{temp} = m²

Ventilationsförluster:

$$P_{vent} = q_{vent} \cdot \rho \cdot c_p (1 - v) \cdot (T_{inne} - DVUT)$$

Q_{vent} = ventilationsflöde, m³/s

ρ = luftens densitet, kg/m³

c_p = luftens specifika värmekapacitet, J/kg, °C

v = temperaturverkningsgrad för återvinningsaggregat, –

T_{inne} = temperatur inomhus, °C

$DVUT$ = dimensionerande vinterutetemperatur, °C

Läckageförluster:

$$P_{läck} = q_{läckage} \cdot \rho \cdot c_p (T_{inne} - DVUT) / A_{temp}$$

$q_{läckage}$ = läckflöde, m³

ρ = luftens densitet, kg/m³

c_p = luftens specifika värmekapacitet, J/kg, °C

T_{inne} = temperatur inomhus, °C

$DVUT$ = dimensionerande vinterutetemperatur, °C

Dimensionerande vinterutetemperatur är beroende av ort och tidskonstant. Tidskonstanten beror i sin tur på byggnadens stomme. Ormen Långe som har en lätt stomme med platta på mark bedöms ha en tidskonstant på 150 h.²⁵¹ Då DVUT inte sträcker sig längre än för tidskonstanten fyra dygn i manualen för Miljöklassad Byggnad väljs detta värde²⁵².

$$DVUT_{96h} = -10,0 \text{ °C}$$

²⁵¹ Ruud, Svein. (2009). *Energieffektiva skolor och förskolor – Kravspecifikation för Minienergihus*. Tillgänglig:

<http://www.energieffektivbyggnader.se/download/18.3d9ff17111f6fef70e9800045012/Kravspec_minienergihus_skolor.pdf>. (Läst 2010-12-02).

²⁵² Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd. (2010b). *Miljöklassad byggnad. Manual för nyprojekterad byggnad. Utgåva version 2.0 2010*. Stockholm.

U-värde för hela klimatskalet hämtas från modellen I VIP:

$$U_{medel} = 0,26 \text{ W/m}^2, \text{ } ^\circ\text{C}$$

Omslutningsarean mäts upp utifrån ritningar:

$$A = 3400 \text{ m}^2$$

$$P_t = 0,26 \cdot \frac{3400(22 - (-10,0))}{1446} = 19,6 \text{ W/m}^2$$

Ventilationsförlusterna beräknas i två steg. Enligt manualen för Miljöklassad Byggnad får endast 75 % av luftomsättningen tillgodoräknas för värmeåtervinning.

VFT för den del av ventilationen där återvinning får tillgodoräknas:

$$P_{vent1} = 0,75 \cdot 3,3 \cdot 1,2 \cdot 1000(1 - 0,75) \cdot \frac{22 - (-10,0)}{1446} = 16,4 \text{ W/m}^2$$

VFT för de 25 % av flödet där återvinning inte får tillgodoräknas:

$$P_{vent2} = 0,25 \cdot 3,3 \cdot 1,2 \cdot 1000 \cdot \frac{22 - (-10,0)}{1446} = 21,9 \text{ W/m}^2$$

Luftläckaget antas vara $0,6 \text{ l/s, m}^2$ vid 50 Pa tryckskillnad, med omslutningsarean 3400 m^2 blir $q_{50}=2 \text{ m}^3/\text{s}$. För ett från- och tilluftssystem fås verkligt läckflöde genom att dividera q_{50} med 20 .²⁵³(1)

$$P_{läck} = \frac{2}{20} \cdot 1,2 \cdot \frac{1000(22 - (-10,0))}{1446} = 2,7 \text{ W/m}^2$$

Totala värmeförlusttalet:

$$VFT = 19,6 + 16,4 + 21,9 + 2,7 = 60,6 \text{ W/m}^2$$

²⁵³ ATON Teknikkonsult AB. (2007). *Energideklarering av bostadsbyggnader- Metoder för besiktning och beräkning*. Tillgänglig: <
<http://www.aton.se/img/userfiles/file/Metoder%20f%C3%B6r%20besiktning.pdf>>. (Läst 2010-12-02).

Bilaga 2 PM markradonundersökning

Geoteknisk PM: Radon för kombiskola i kv Ormen Långe inom utbyggnadsområdet Linero III i Lund

ORIENTERING

På uppdrag av Lundafastigheter har uppmätning av markradon utförts i två punkter inom nybyggnadsområdet.

De geotekniska förhållandena framgår av vår rapport daterad 070316.

Mätningen är utförd genom exponering på spårfilm som monterad i kaster nerförts till 0,7 m djup under markytan. Filmerna är exponerade under 12 dagar.

Mätningarna är utförda i anslutning till borrhål 2 och 5 i den geotekniska undersökningen

Mätutrustningen har tillhandahållits av Radonanalys GJAB i Lund vilka även svarar för utvärderingen enligt bifogad rapport.

RESULTAT

De uppmätta markradonhalterna uppgår till <1 och 6,9 kBq/m³ vilket innebär inom lågriskintervallet som omfattar halter 0-10 kBq/m³.

Vatteninnehållet i marken bedöms som relativt högt vid mättillfället vilket inverkar dämpande på radonavgivningen. Värdena bedöms dock inte stiga så att de hamnar över gränsen för normalriskmark (10-50 kBq/m³) under "torr" årstid.

Med ledning av undersökningsresultaten bedöms att det inte erfordras några åtgärder i geokonstruktionerna som skydd mot markradonstrålning.

GEOEXPERTEN AB **GEOTEKNISK KONSULT**

Rolf Svensson

Bifogat: Resultatrapport från Radonanalys-GJAB i Lund

Bilaga 3 Beräkning av RF under golvmatta

Beräkningarna utgår från Fukthandboken.²⁵⁴

L = byggnadens längd, m

B = byggnadens bredd, m

d_i = tjocklek på underligande värmeisolering, m

λ_i = värmeledningsförmåga för värmeisolering, W/m, K

λ = jordens värmeledningsförmåga, W/m, K

d = ekvivalent jordtjocklek, m

T_1 = årsmedeltemperatur inomhus, °C

T_0 = årsmedeltemperatur utomhus, °C

T_j = temperatur på isoleringens undersida, °C

u_{mitt} = relativ temperatur mitt under byggnaden, -

ΔT

= temperaturskillnad mellan inneluft och värmeisoleringens undersida, °C

$$\frac{L}{B} = \frac{94}{15} = 6,27 \rightarrow \infty$$

$$d = \frac{d_i \cdot \lambda}{\lambda_i} = \frac{0,2 \cdot 1,5}{0,036} = 8,33$$

$$\frac{d}{B} = \frac{8,33}{15} = 0,56 \rightarrow u_{\text{mitt}} = 0,52$$

$$\Delta T = T_1 - T_j = (1 - u_{\text{mitt}})(T_1 - T_0) = (1 - 0,52)(21 - 7,5) = 6,5$$

$$T_j = T_1 - \Delta T = 21 - 6,5 = 14,5$$

$$v_s(14,5) = 12,45 \text{ g/m}^3$$

$$v_s(20) = 17,28 \text{ g/m}^3$$

$$RF = \frac{12,45}{17,28} = 72\%$$

²⁵⁴ Nevander, Lars Erik & Elmarsson Bengt. (2006). *Fukthandbok. Praktik och teori*. Mölnlycke.

Bilaga 4 Beräkning av ytemperatur

Genom att sätta värmeflödet över hela väggen lika med värmeflödet över det inre värmemotståndet beräknas ytemperaturerna för glasväggarna och yttertaket. DVUT har satts till $-10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ eftersom byggnadens tidskonstant bedöms vara 150 timmar²⁵⁵.

$m_i = \text{inre övergångsmotstånd } (m^2 \cdot K)/W$

$m_u = \text{yttre värmeövergångsmotstånd, } (m^2 \cdot K)/W$

$m_{v\ddot{a}gg} = \text{väggens värmemotstånd, } (m^2 \cdot K)/W$

$U = \text{fönstrens } U - \text{värde, } W/m^2, K$

$T_{inne} = \text{temperatur inomhus, } C^{\circ}$

$T_{ute} = \text{temperatur utomhus, } C^{\circ}$

$$\frac{(T_{inne}-T_{ute})}{(m_u+m_{v\ddot{a}gg}+m_i)} = \frac{(T_{inne}-T_{yta})}{m_i} \quad m_u + m_{v\ddot{a}gg} + m_i = \frac{1}{U}$$

$$\Rightarrow T_{yta} = T_{inne} - m_i(T_{inne} - T_{ute}) \cdot U$$

Glasväggar:

$$T_{glas} = 21 - 0,13(21 - (-10,0))1,45 = 15,2^{\circ}\text{C}$$

Yttertak:

$$T_{tak} = 21 - 0,13(21 - (-10,0))0,22 = 20,1^{\circ}\text{C}$$

²⁵⁵ Ruud, Svein. (2009). *Energieffektiva skolor och förskolor – Kravspecifikation för Minienergihus*. Tillgänglig:

<http://www.energieffektivbyggnader.se/download/18.3d9ff17111f6fef70e9800045012/Krav_spec_minienergihus_skolor.pdf>. (Läst 2010-12-02)

Bilaga 5 Beräkning av dagsljusfaktor

Dagsljusfaktor allrum

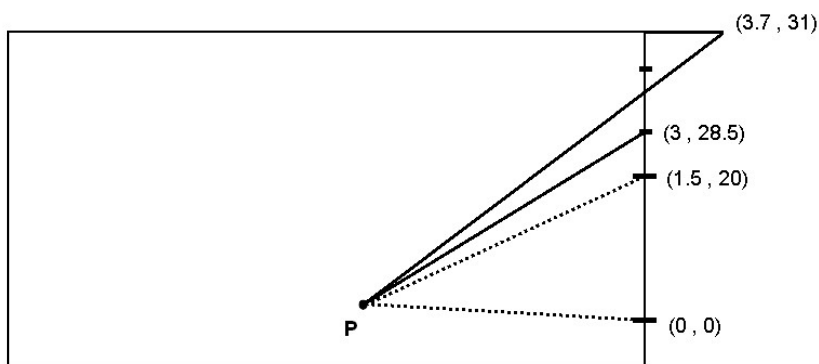
Det finns totalt sex stycken allrum i förskolan Ormen Långe. Vid beräkningen av dagsljusfaktor i allrummen utesluts kapprummen som antas vara ett eget rum.

Himmelskomponent, HK

Beräkningen av HK görs två gånger, en gång för den övre fönsterraden och en gång för de nedre fönstren. De båda komponenterna summeras därefter.

Oändligt brett fönster

Figur 1 visar en sektion av allrummet med den övre och nedre fönsterraden. Värdet inom parentes anger avlästa värden för HK och höjdvinkel på dagsljusgradskivan.



Figur 1 Sektion av allrum. Avlästa värden för HK och höjdvinkel inom parentes.

$$HK_{\infty,1} = 3,7 - 3 = 0,7 \%$$

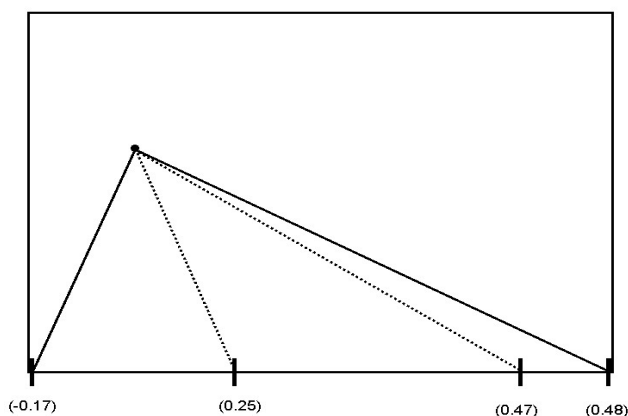
$$\text{Höjdvinkel: } \frac{31+28,5}{2} = 29,75^\circ$$

$$HK_{\infty,2} = 1,5 - 0 = 1,5 \%$$

$$\text{Höjdvinkel: } \frac{20+0}{2} = 10^\circ$$

Korrektion för fönstrets bredd

Figur 2 visar plan av allrummet. Den övre raden av fönster går längs med hela väggen medan den nedre är mindre. Värdet inom parentes visar på dagsljusgradskivan avlästa korrektionsfaktorer för fönstrens bredd.



Figur 2 Plan av allrum. Korrektionsfaktorer för fönstrets bredd inom parantes.

$$0,48 + 0,17 = 0,65$$

$$HK_1 = 0,7 * 0,65 = 0,455$$

$$0,47 - 0,25 = 0,22$$

$$HK_2 = 0,22 - 1,5 = 0,33 \%$$

$$HK_{tot} = 0,46 + 0,33 = 0,79 \%$$

Utereflekterad komponent

Det finns inga direkt närliggande byggnader kring Ormen Långe, den utereflekterade komponenten sätts därför till noll.

Innereflekterad komponent

Reflektionsfaktorerna antas vara följande: golv 0,3, tak 0,7, väggar 0,5 och glas 0,15.

Medelvärde av ytornas reflektionsfaktorer

$$R = 0,49$$

R_{gv} och R_{tv}

Rummet ska delas vid fönstrens medelhöjd till en undre och en övre del. Den övre raden av fönster har en glasarea på 2,15 m² och medelhöjden ligger 2,96 m över golvet. De nedre fönstren har arean 3,67 m² med medelhöjden 1,32 m. En viktning ger medelhöjden 1,9 m.

$$R_{gv} = 0,40$$

$$R_{tv} = 0,61$$

C

Skärmvinkeln sätts till 90° då det inte finns någon angränsande byggnad. Faktorn C blir då 3.

$$IRK_{medel} = \frac{(0,95 - 0,1 \cdot 3)5,84}{179,9(100 - 0,49)} (3 \cdot 0,40 + 5 \cdot 0,61) = 0,18 \%$$

$$DF = 0,79 + 0,18 = 0,97 \%$$

Dagsljusfaktor lekrum

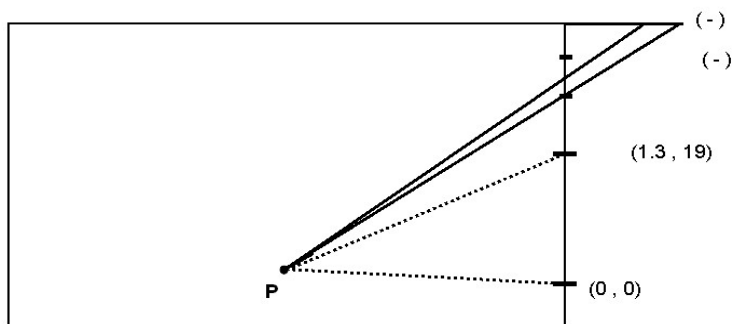
Förskolan har ett stort gemensamt lekrum beläget mitt på byggnaden.

Himmelskomponent, HK

Beräkningen av HK delas upp i tre fall. Den översta fönsterraden är första fallet och den nedre raden av fönster delas i ytterligare två fall. De tre fallen summeras sedan.

Oändligt brett fönster

Figur 3 visar en sektion av lekrummet med den övre och nedre fönsterraden. Den övre raden skärmas helt av utav takutsprånget och ger därför inget tillskott. Värden inom parantes anger avlästa värden för HK och höjdvinkel på dagsljusgradskivan.



Figur 3 Sektion av lekrum. Avlästa värden för HK och höjdvinkel inom parantes.

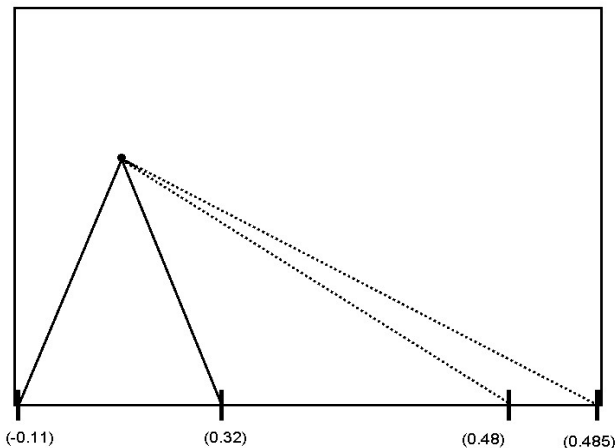
$$HK_{\infty,1} = 0 \%$$

$$HK_{\infty,23} = 1,3 - 0 = 1,3 \%$$

$$\text{Höjdvinkel: } \frac{19+0}{2} = 9,5^\circ$$

Korrektion för fönstrets bredd

Figur 4 visar plan av lekrummet. Värden inom parantes visar på dagsljusgradskivan avlästa korrektionsfaktorer för fönstrens bredd.



Figur 4 Plan av lekrum. Korrektionsfaktorer för fönstrets bredd inom parantes.

$$0,32 + 0,11 = 0,43$$

$$HK_2 = 1,3 \cdot 0,43 = 0,559 \%$$

$$0,485 - 0,48 = 0,005$$

$$HK_3 = 1,3 \cdot 0,005 = 0,0065 \%$$

$$HK_{tot} = 0,559 + 0,0065 = 0,57 \%$$

Utereflekterad komponent

Det finns inga direkt närliggande byggnader kring Ormen Långe, den utereflekterade komponenten sätts därför till noll.

Innereflekterad komponent

Reflektionsfaktorerna antas vara följande: golv 0,3 , tak 0,7 , väggar 0,5 och glas 0,15.

Medelvärde av ytornas reflektionsfaktorer

$$R = 0,48$$

R_{gv} och R_{tv}

Eftersom takutsprånget skärmar bort hela den övre fönsterraden så antas gränsen mellan R_{gv} och R_{tv} gå i den undre fönsterradens medelhöjd vid 1,3 m.

$$R_{gv} = 0,36$$

$$R_{tv} = 0,62$$

C

Skärmvinkeln sätts till 90° då det inte finns någon angränsande byggnad. Faktorn C blir då 3.

$$IRK_{medel} = \frac{(0,95 - 0,1 \cdot 3)14,9}{313,1(100 - 48)} (3 \cdot 36 + 5 \cdot 62) = 0,25 \%$$

$$DF = 0,57 + 0,25 = 0,82 \%$$