



LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

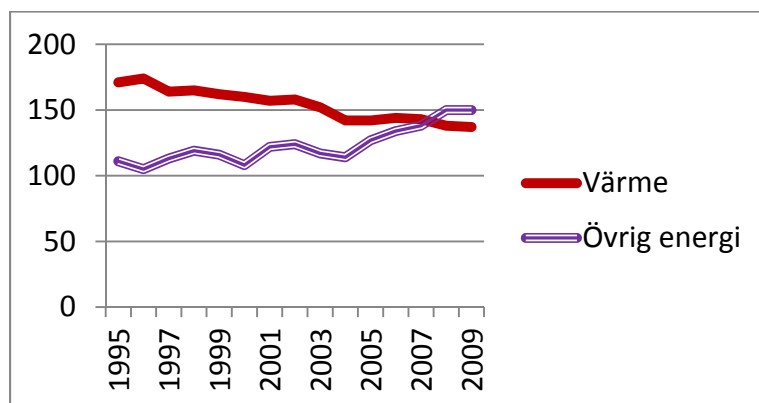


12115 Energieffektiv kontorsbyggnad med låg internvärme – Simuleringar och projekteringsriktlinjer

Bakgrund

Enligt EU:s Direktiv om Byggnaders Energiförbrukning, EPBD, ska alla nybyggda hus vara nära nollenergibyggnader i slutet av 2020 (European Parliament, 2010). Senaste statistiken för kontorsbyggnader (Stegvis STIL år 1) visar dock att befintliga kontor i Sverige använde i genomsnitt 210 kWh/m² år 2005 (Energimyndigheten, 2007). Hälften (108) av denna energi var el och utav den totala elanvändningen visade sig hälften (57) vara verksamhetsel. Framförallt avslöjade inventeringen av de 123 kontoren en stor spridning mellan minsta och största värde, vilket tyder på stor förbättringspotential för kontor generellt.

Idag bygger vi bättre klimatskal och återvinner värmen i ventilationsluften i allt högre grad jämfört med kontoren som var med i stegvis STIL. Figur 1 visar att värmeanvändningen stadigt minskar i våra lokaler. Samtidigt ökar den övriga energianvändningen, främst elanvändningen på grund av att vi använder mer och mer utrustning. Elanvändningen alstrar värme vilket leder till internlast och överskottsvärme, vilket minskar värmebehovet men ökar kylbehovet. Dessutom har trenden varit att bygga kontor med stora glasfasader vilket i många fall orsakar ett överskott av solvärme och komfortproblem. Värmeöverskottet från internlast och solvärme innebär ett onödigt stort kylbehov i vårt kalla klimat.



Figur 1 Energianvändning i lokaler (kWh/m²,år). Data från Energimyndigheten (2011).

Mot denna bakgrund initierades forskningsprojektet "Energieffektiv kontorsbyggnad med låg internvärme - Simuleringar och projekteringsriktlinjer" i ett samarbete mellan LTH och NCC. Licentiatavhandlingen "Very low energy office buildings in Sweden - Simulations with low internal heat gains", som sammanfattas i detta dokument, är slutrapporteringen för projektet (Flodberg, 2012).

Syfte

Det övergripande syftet med projektet har varit att öka kunskapen om hur byggbranschen kan säkerställa kostnadseffektiva kontorsbyggnader med bra inneklimat och låg energianvändning.

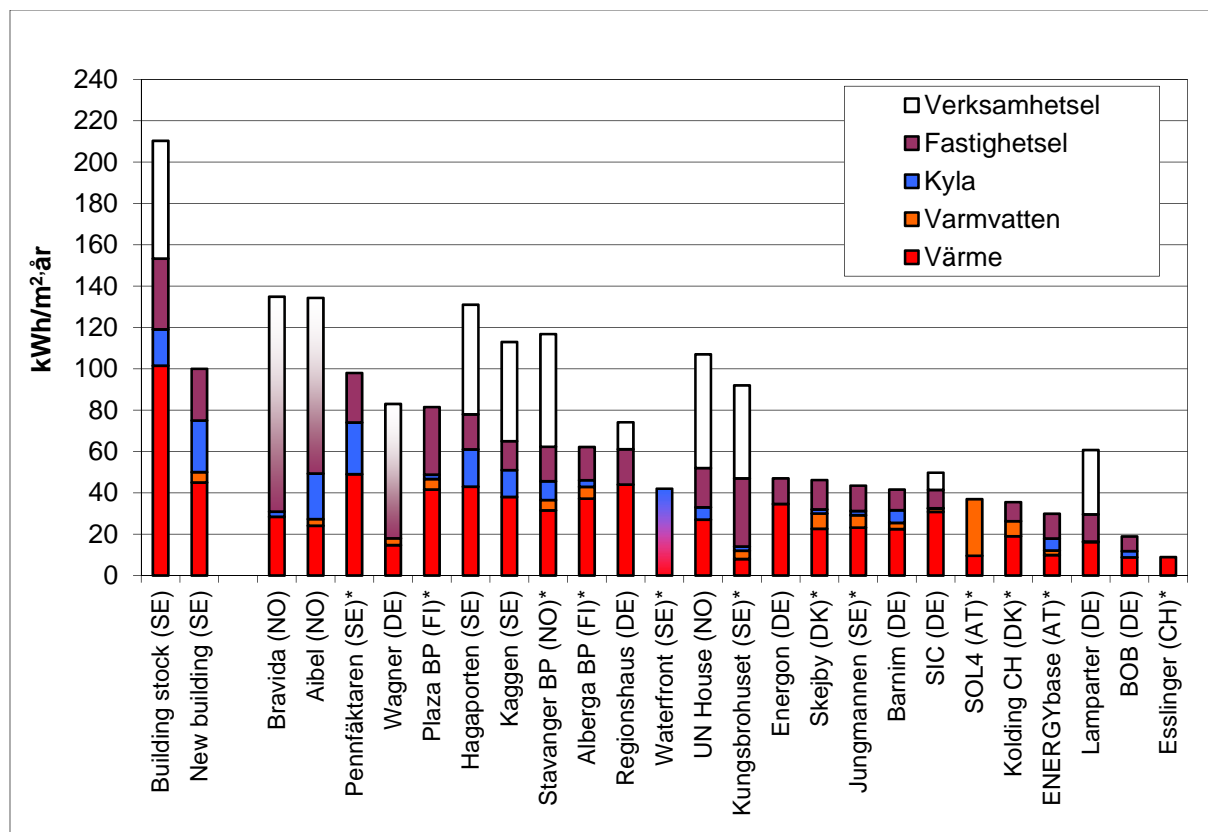
Målet har varit att, med hjälp av beprövad teknik, halvera den totala energianvändningen jämfört med ett vanligt nybyggt kontor. Fokus har varit att minska elanvändningen för kontorsutrustning och belysning och därmed även minska internvärmerna och kylbehovet.

Genomförande och resultat

Avhandlingen inleds med en litteraturstudie som presenterar dagens forskning och kunskapsbas om lågenergikontor och energieffektiv byggnads- och installationsteknik. I en state-of-the-art studie studeras exempel på befintliga lågenergikontor i norra Europa och i en simuleringsstudie i IDA ICE 4 analyseras effekten av olika byggnads- och installationstekniska parametrar på energianvändningen.

State-of-the-art

I state-of-the-art studien samlades information in om 24 befintliga eller projekterade lågenergikontor i norra Europa. Vanliga typer av arkitektoniska och tekniska lösningar analyserades och erhållna uppgifter om energianvändning visas i figur 2. Observera att det är köpt energi som presenteras, inte byggandens energibehov. Länderna i studien har olika energikrav och olika sätt att redovisa energin på, vilket gör att jämförelsen i diagrammet inte blir helt rättvis. I flera fall har energianvändningen konverterats från primärenergi till köpt energi med hjälp av nationella omvandlingsfaktorer, vilket innebär en viss risk för fel. Staplarna längst till vänster visar referensvärden i form av genomsnittlig energianvändning för befintliga svenska kontor (från stegvis STIL) samt en fiktiv byggnad som uppfyller BBR18. I de fall det fanns information om uppmätt verksamhetsel redovisas denna som en vit stapel på toppen.



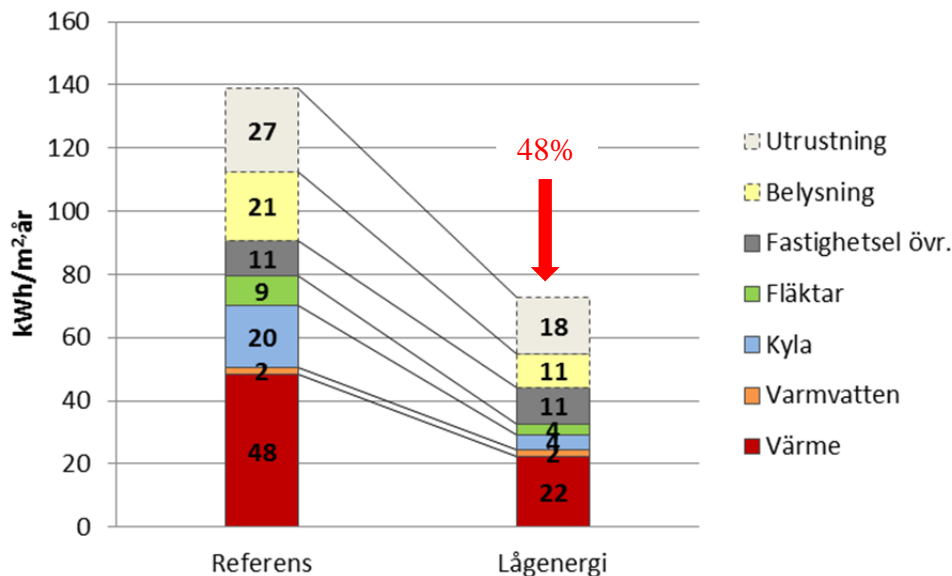
Figur 2 Köpt energi (kWh/m²,år) för befintliga lågenergikontor i norra Europa. Uppmätta samt beräknade (*) värden.

Tyskland är det land som var först ut med att bygga lågenergikontor och det var också här som det internationella passivhusinstitutet grundades 1996. Många av de tyska kontoren i studien har varit med i ett ekonomiskt program (EnBau) för att bygga kontor med mycket låg primärenergianvändning. Lägsta uppmätta energianvändning visar kontoret BOB i Tyskland, med en köpt energi på 19 kWh/m²,år exklusive verksamhetsel. Lägsta uppmätta energianvändning av de svenska kontoren i studien visar Kaggen i Malmö med en specifik energianvändning på 65 kWh/m² år exklusive verksamhetsel. Resultaten indikerar att Tyskland ligger i framkant vad gäller utformning av lågenergikontor. Tyskland, Österrike och Schweiz verkar utnyttja ”gratis” solenergi och geoenergi i mycket större utsträckning än vad Sverige och Norden gör, varför mängden köpt energi blir så låg. Dessutom accepteras lägre ventilationsflöden och större temperaturvariationer i dessa länder. Generellt har kontoren från Tyskland med omnejd bättre klimatskal (passivhusstandard) än de nordiska kontoren.

Simuleringar

Dynamiska simuleringar gjordes i IDA ICE 4. En referensbyggnad i sex våningar med cellkontor längs fasaden modellerades med indata enligt Svebyprogrammets *Brukarindata för energiberäkningar i kontor* (SVEBY, 2010). Total energianvändning (köpt energi) för referensbyggnaden är 139 kWh/m²,år inklusive verksamhetsel och den specifika energianvändningen för värme, varmvatten, kyla och fastighetsel är 92 kWh/m²,år vilket precis uppfyller kravet i BBR 18 (Boverket, 2011a) på 100 kWh/m²,år + tillägg för stora uteluftflöden (se figur 3). För referensfallet visar sig värme och verksamhetsel vara dominerande energiposter. I en parameterstudie studerades en mängd olika tekniska lösningar såsom isolermängd, lufttäthet, termisk massa, glasmängd, solskydd, ventilation, nattkyla,

belysning och elektrisk utrustning för att se vilken inverkan olika parametrar har på inomhusklimatet och den totala energianvändningen. Dessutom studerades inverkan av klimat, närvarograd och byggnadsform/kontorsplanlösning i en känslighetsanalys. Slutligen kombinerades de mest effektiva parametrarna till en lågenergisimulering för att se vilken besparingspotential som är möjlig med beprövad teknik. Resultatet visar att 48% kan sparas i total köpt energi jämfört med ett vanligt nybyggt kontor som precis uppfyller BBR 18 (se figur 3). Den specifika energianvändningen för värme, varmvatten, kyla och fastighetsel är 44 kWh/m²,år för detta lågenergifall och verksamhetselen är 29 kWh/m²,år.



Figur 3 Köpt energi (kWh/m²,år) för referensfallet och lågenergifallet.

Slutsats

Simuleringarna visar att det är möjligt att halvera energianvändningen jämfört med ett vanligt kontor genom att använda dagens beprövade teknik. Med en välplanerad utformning reduceras värmebehov samt kylbehov och genom att ha behovsstyrda installationer reduceras elbehov, värmebehov och kylbehov. De viktigaste parametrarna för att uppnå en mycket låg energianvändning är:

- Begränsad glasmängd
- Behovsstyrd ventilation
- Behovsstyrd belysning och låg installerad effekt för belysning och utrustning
- Större temperaturintervall
- Välsolerat och lufttätt klimatskal

Dessa anvisningar är direkt tillämpbara i byggbranschen idag, och innebär troligtvis ingen större ökning av investeringskostnaden. För att uppnå nära nollenergikontor i Sverige blir nästa steg, efter att ha reducerat värme-, kyl- och elbehovet, att välja rätt energisystem och att använda förnybar energi i så stor utsträckning som möjligt. För att pressa nettoenergibehovet mot noll kan bästa tillgängliga teknik behöva installeras och med det ökar naturligtvis investeringskostnaden.

Simuleringsstudien visar att det är viktigt att minska den brukarrelaterade elanvändningen (belysning och datorer) för att nå en, totalt sätt, mycket låg energianvändning. En vanlig uppfattning i byggbranschen är att minskad elanvändning ökar värmebehovet. Detta stämmer visserligen men samtidigt minskar kylbehovet och elanvändningen i än större grad och dessutom blir det mindre internlast och ett jämnare inomhusklimat. Det är även att föredra ett större värmehov jämfört med elbehov eftersom värmebehovet lättare kan tillgodoses med förnybar energi. Eftersom verksamhetselen inte är reglerad i energikraven idag blir det en utmaning att minska den. Något incitament skulle behövas, antingen i form av nya lagkrav eller i form av ekonomiska incitament.

Referenser

- Boverket (2011). Boverkets byggregler, BBR 18. BFS 2011:6 (2011a).
- Energimyndigheten. (2007). Förbättrad energistatistik för lokaler - "Stegvis STIL" Rapport för år 1: Statens Energimyndighet.
- European Parliament. (2010). DIRECTIVE 2010/31/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast). *Official Journal of the European Union 53 (2010)*.
- Flodberg, K. (2012). *Very low energy office buildings in Sweden: Simulations with low internal heat gains*. Licentiate Thesis, Lund University, Lund, Sweden. (EBD-T--12/14)
- SVEBY. (2010). Brukarindata för energiberäkningar i kontor - vägledning. Stockholm, Sweden: SVEBY <http://www.sveby.org/>.