

Solskyddstekniker projektarbete 2012-03-02
Inneklimatets påverkan gällande produktivitet och lönsamhet
Grupp 8
Anders Lindgren

Solskyddstekniker kurs 2012-01-11 till 2012-01-12

uppdaterad version

Inneklimatets påverkan gällande produktivitet och lönsamhet

Solskyddstekniker projektarbete 2012-03-02
Inneklimatets påverkan gällande produktivitet och lönsamhet
Grupp 8
Anders Lindgren

Innehållsförteckning

Kurs; diplomerad solskyddstekniker

Plats; Mälardalens Högskola

Genomförande av Anders Lindgren

- 1. Sammanfattning**
- 2. Inledning**
- 3. Människans effektivitet i olika operativa temperaturer, hur den operativa temperaturen påverkar oss och dagsljusets betydelse**
 - 3.1 Generellt om det termiska inneklimatet**
 - 3.2 Hur den operativa temperaturen påverkar oss**
 - 3.3 Hur effektiviteten påverkas**
 - 3.4 Dagsljusets påverkan på människan**
 - 3.5 Fönsters placering och storlek**
- 4. Lönsamhet gällande människans effektivitet/produktivitet i olika operativa temperaturer**
 - 4.1 Finns det någon lönsamhet?**
 - 4.2 Lönsamheten grovt räknat**
 - 4.3 Elevers inlärningsförmåga och dess lönsamhet**

Solskyddstekniker projektarbete 2012-03-02
Inneklimatets påverkan gällande produktivitet och lönsamhet
Grupp 8
Anders Lindgren

1. Sammanfattning

Under många år har ett antal forskare försökt få fram fakta på hur mycket det termiska inneklimatet påverkar människans arbete & prestationsförmåga. Tyvärr har det inte varit någon lätt uppgift eftersom alla människor reagerar olika och det har varit svårt att få fram ett konsekvent resultat. Det är inte bara lufttemperaturen som avgör utan även klädsel, lufthastighet, luftfuktighet med mera.

Rent generellt är människor allmänt nöjda eller missnöjda med det termiska inneklimatet helt oberoende av prestation. Detta kan man läsa om i vårt kursmaterial under termiska inneklimatet och se den procentuella fördelningen under PPD.

När det gäller forskning och resultat på de ekonomiska aspekterna så hittar vi inte så mycket fakta, till exempel har Woods -89 samt Seppänen -99 tagit fram siffror baserat på vår förmåga och prestation under olika termiska inneklimat. Den senaste rapporten vi kunde hitta är Fisk 2011, alla rapporter grundar sig dock på de amerikanska löneförhållandena.

Det termiska klimatet har stor betydelse för människans prestationsförmåga. Om den operativa temperaturen är för låg fokuserar kroppen på att värma dess vitala delar vilket resulterar i att händer och fötter får en lägre temperatur. Detta leder i sin tur till att aktivitetsnivån sjunker samt att man får svårare att använda händerna, som t.ex. att skriva. Bli däremot den operativa temperaturen för hög och vi börjar svettas, uppkommer ett behov av värmereglering. Detta leder ofta till minskad arbetstakt, koncentrationssvårigheter, vi slutar anstränga oss och kroppen går ner i ett viloläge.

Det forskningsrapporterna visar och kommit fram till är att även små temperaturförändringar i det termiska inneklimatet har stor påverkan gällande vår prestationsförmåga. Man har i sina forskningsrapporter räknat utifrån olika förutsättningar vilket gör det svårt att få fram en jämförelse mellan de vi har hittat. Fel inneklimat minskar vår produktivitet, inlärningsförmåga och kostar samhället en massa pengar. Detta projektarbete ska försöka ge en klarare bild på hur mycket det påverkar oss och ge en översikt på de ekonomiska aspekterna detta kan få för samhället. Även om summorna som presenteras i rapporten mer är ett tanke experiment där facit saknas, så ger det ändå en grov uppfattning om att detta kan kosta samhällen stora summor på årsbasis.

Solskyddstekniker projektarbete 2012-03-02
Inneklimatets påverkan gällande produktivitet och lönsamhet
Grupp 8
Anders Lindgren

2. Inledning

I rapporten förklaras vikten av ett bra termiskt inneklimat och dess påverkan på människan. Rapporten kommer inte behandla hur mycket energi som kan sparas eller hur det påverkar miljön i det stora hela. När man jobbar med solskydd och oftast får frågan om hur mycket energi ett solskydd kan bespara glömmar man lätt bort människorna som faktiskt befinner sig i och arbetar i lokalen. Vad kostar det att se till att de får en bra arbetsmiljö med bra termiskt inneklimat som gör att de inte tappar fokus och prestationsförmåga? Detta gäller inte bara kontorslokaler utan även, skolor, sjukhus med mera. Man kan säga att detta gäller oberoende av prestation som avgör om man är nöjd eller missnöjd med inneklimatet.

Ett solskydd är med andra ord inte bara till för att spara energi utan en ännu större besparing kan göras med att människorna i lokalen får ett bättre termiskt inneklimat. Det vill säga, de slipper utsättas för höga/låga operativa temperaturer och sol som strålar rakt in när de arbetar.

I rapporten ges en uppfattning om hur det termiska inneklimatet påverkar oss och vilka ekonomiska konsekvenser detta kan innebära för samhället i det stora hela. Tanken är att kunna påvisa att vinster genom att skapa ett bra termiskt inneklimat inte bara ligger i hur många kilowatt timmar det kostar att driva en lokal.

Solskyddstekniker projektarbete 2012-03-02
Inneklimatets påverkan gällande produktivitet och lönsamhet
Grupp 8
Anders Lindgren

3. Människans effektivitet i olika operativa temperaturer, hur den operativa temperaturen påverkar oss och dagsljusets betydelse

3.1 Generellt om det termiska inneklimatet samt innerbörden av operativ temperatur, lufttemperatur och ekvivalent temperatur

De flesta människor vill ha mellan 20-23 grader inomhus. De faktorer som påverkar människans upplevelse av inneklimatet kallas för det termiska inneklimatet, dessa faktorer är:

*Lufttemperatur

*Medel Strålningstemperatur

*Lufthastighet (synpunkt denna information är hämtad från vårt studiemateriel och står som en faktor under PPD)

*Luftfuktighet

Temperaturen inomhus bör bedömas utifrån dessa fyra faktorer samt vilka kläder man har på sig och vilka aktiviteter som pågår i rummet man befinner sig i. Generellt är det svårt att hitta en optimal inomhustemperatur där alla i rummet upplever att det är en behaglig inomhustemperatur samt att effektiviteten är som störst. Detta beror på att människan är en unik individ där de fysiologiska karaktärsdragen är individuella för var och en. Ett exempel är att kraftiga personer gärna vill ha en lägre inomhustemperatur än de personer som är smala.

PPD (förväntad procent otillfredsställda) detta index mäter den förväntade procentuella andelen av en grupp människor som är endera till eller otillfredsställda med det termiska inneklimatet, detta verktyg kan användas för att t ex motivera inköp av solskydd.

Operativ temperatur

Operativ temperatur är ett sammanvägt värde av lufttemperaturen och medelstrålningstemperaturen. Den operativa temperaturen beskriver bättre om hur temperaturen upplevs i ett rum.

Lufttemperatur

Lufttemperatur är, precis som namnet anger, luftens temperatur. Lufttemperaturen kan ibland vara missvisande då andra faktorer spelar in som till exempel, luftfuktigheten och strålningstemperaturen. Även om termomtern visar att lufttemperaturen i ett rum är till exempel 23 grader betyder inte det att personen i rummet upplever att det är 23 grader i rummet. Personen som befinner sig i rummet kanske sitter precis vid ett fönster där solen strålar in. Då spelar strålningstemperaturen in och gör att personen vid fönstret upplever att det är varmare än 23 grader i rummet.

Solskyddstekniker projektarbete 2012-03-02
Inneklimatets påverkan gällande produktivitet och lönsamhet
Grupp 8
Anders Lindgren

Ekvivalent temperatur

Ekvivalent temperatur är ett fysiologiskt "upplevelse mått". En sammanvägning görs av inverkan av lufttemperatur, medelstrålningstemperatur och lufthastighet. Man kan säga att den ekvivalenta temperaturen är den mest rättvisande temperaturen i ett rum då den ekvivalenta temperaturen tar flera faktorer i beaktning.

3.2 Hur den operativa temperaturen påverkar oss

Ett inomhusklimat som är eller upplevs som kallt, varmt eller dragigt kan ge direkta eller indirekta effekter på människans hälsa. Direkta hälsoeffekter är vid för låg temperatur; hjärt-, kärl-, och lungrelaterade sjukdomar. Vid hög temperatur är de direkta hälsoeffekterna; påverkan på luftvägarna pga. torr luft, illamående, trötthet och huvudvärk. Drag ökar risken för snabb avkylning av kroppen, vilket kan upplevas som obehagligt, samt att det kan ge muskelvärk, nackspärr och ögonirritation.

Indirekta hälsoeffekter är påverkan på den mentala förmågan, arbetskapaciteten, styrkan och rörligheten. Att den mentala förmågan försämras kan i sin tur leda till olyckor. Inlärningsförmågan minskar vid höga temperaturer, det beror på att när man är på gränsen till att börja svettas vill man minska aktiviteten. Man sänker arbetstakten vilket leder till att koncentrationsförmågan avtar och man slutar anstränga sig. Så vid redan ganska små operativa temperatur ändringar så minskar människans effektivitet.

3.3 Hur effektiviteten påverkas

Många länder rekommenderar nu att höja inomhuslufttemperaturen under sommartid och ha lättare kläder på sig för att spara energi. Tyvärr har undersökningar visat att om inomhuslufttemperaturen ökas till 28 grader och över, samt att människan bär lättare kläder så minskas människans effektivitet med minst 0,5 %. Högre inomhuslufttemperatur ökar också risken för sjuka hus symptom. De ökade lufttemperaturerna resulterar, som tidigare skrivits, även i fysiologiska reaktioner som ögonproblem, förändringar i luftvägarna och syre utbyte. Bättre är det då att vid vintertid hålla en konstant inomhuslufttemperatur på 20 grader för att spara energi. Effektiviteten får en minimal påverkan, ca 0,05 % i minskning, samt att sjuka hus symptomens intensitet och frekvens minskas rejält. Även den ekonomiska effekten blir positiv.

I en rapport av Seppänen och Fisk från 2005 om vilken inomhuslufttemperatur som resulterade i mest effektivitet kom man fram till att den optimala lufttemperaturen skulle ligga på 21,6 grader. Data hämtades från olika ställen, kontor, fabriker, fältexperiment och klassrum. En modell gjordes så att den ekonomiska aspekten av ökad hälsa och effektivitet gjordes till en kostnad-nytta-analys och tillsammans med förväntad energi och underhålls kostnader kunde ett resultat räknas fram. I modellen finns även aspekten på ventilation, luftkvalitet, inomhustemperatur och den procentuella effektivitetsförändringen per grad. Rapporten visar att effektiviteten är som högst när inomhuslufttemperaturen är mellan 20-23 grader. Över 23 grader så minskade effektiviteten.

Solskyddstekniker projektarbete 2012-03-02
Inneklimatets påverkan gällande produktivitet och lönsamhet
Grupp 8
Anders Lindgren

Man skall däremot ha klart för sig att detta är en sanning med modifikation, och inte en generell sanning. Många faktorer kan påverka detta som t ex klädsel mm.

För att få bättre kontroll på ett termiskt inneklimat skulle ett yttre solskydd vara till stor hjälp och öka prestationsförmågan ytterligare med tanke på att ett solskydd tar bort strålningsvärmens redan innan den når rummet och ventilationen gör så att ny luft tillförs i rummet.

3.4 Dagsljusets påverkan på människan

Dagsljus har stor betydelse för människors hälsa och välbefinnande. Vårt behov av dagsljus beror bland annat på att det styr flera viktiga biologiska funktioner i kroppen, så kallade icke-visuella effekter. Bland annat så styrs vår vakenhet av två typer av hormon som påverkar insomning respektive vakenhet. Vi är också beroende av dagsljuset för att kroppsrytmen ska ligga i fas med dygnsrytmen. Om kroppsklockan kommer i otakt med dygnets timmar är det omöjligt att koncentrera sig och tillgodogöra sig undervisning. Dagsljuset påverkar oss även psykiskt, stämning och humör är i högsta grad beroende av om solen skiner eller inte. Dagsljus är även betydelsefullt för hur vi uppfattar rum, föremål och människor. Olika sorters ljus påverkar upplevelsen av en yta. En solbelyst vägg ser annorlunda ut än en som ligger i skugga, trots att de är målade i samma färg eller har samma tapet. Kvällssol eller mulet, norrläge eller söderläge, lysrör, glödlampa eller en färgad skärm är exempel på detta.

Dagsljuset har i alla tider utnyttjats för belysning inomhus. Fönster för vidare dagsljuset till husens inre och mängden dagsljus som kommer in beror på fönstrens storlek, antal glas och om glaset har lågmissionsskikt. Men även rummets djup och höjd samt vägg- och takytornas reflektion påverkar storleken på dagsljusinfallet. En viktig faktor för dagsljusinfallet är även hur byggnadens omgivning ser ut, t.ex. hur hög vegetationen är utanför byggnaden samt hur höga och nära omgivande byggnader är.

3.5 Fönsters placering och storlek

Fönsters placering är det allra viktigaste när det gäller att få det optimala dagsljus inläppet. Norrvända fönster ger ett diffust himmelsljus som är det mest användbara arbetsljuset. Det ger minsta störningar eftersom inget direkt solljus kommer från norr. Öster- och västervända fönster ger morgon- respektive eftermiddagssol som ger en positiv känsla i rummet men som kräver solavskärmning under vår och höst. Södervända fönster ger mest solljus i ett rum, detta kan dock vara ett problem om man eftersträvar det optimala arbetsljuset och solljus från södervända fönster kan ge bländande solljus. Solavskärmning är ett måste vid södervända fönster. Bästa ljusförhållandet fås i rummet då det är möjligt att kombinera ljus från olika väderstreck. De klassiska konstnärateljéerna, där det krävdes ett optimalt arbetsljus, utformades med stora, högt sittande, norrvända fönster som gav basbelysningen. Dessa kombinerades med mindre, lågt sittande fönster i något av de övriga väderstrecken för att få en kompletterande riktning och färg på ljuset i rummet.

Fönstrens läge har stor betydelse för att kunna ge utblick och mängden ljus som kommer in i rummet. Högt sittande fönster ger ett jämnt ljus även långt in i rummet. Takfönster och väggfönster

Solskyddstekniker projektarbete 2012-03-02
Inneklimatets påverkan gällande produktivitet och lönsamhet
Grupp 8
Anders Lindgren

som ligger ovanför ögonhöjd har egentligen bara en funktion som ljus insläppare. Högt placerade fönster orsakar lätt bländning, därför ska man i planeringsstadiet av fönster vara noggrann med kontrastutjämning och avskärmning för att undvika bländning. För att få den trivsammaste utsikten bör man placera fönstren i ögonhöjd, så att omgivande byggnader, landskap och gärna horisonten kan iakttas. Bra utsikt behöver vanligtvis inte innebära stora fönsterytor. Tvärtom gör små fönsteröppningar utsikten mer intressant och koncentrationen ökar. Likt fönstrens placering så är en kombination av olika storlek på fönstren det som ger bäst positiv upplevelse av rummet.

4. Lönsamhet gällande människans effektivitet/produktivitet i olika operativa temperaturer

4.1 Finns det någon lönsamhet?

Vilka ekonomiska vinster finns det i att försöka uppnå ett perfekt termiskt inneklimat i offentliga byggnader? Kan vi tjäna pengar på att investera i förbättringar gällande värme och kyla? Eller är det så att mindre skillnader i inomhuslufttemperaturer inte lönar sig att åtgärda? Investeringen som måste göras ger för dålig avkastning?

Det man kan se via forskning är att en så pass liten skillnad som +/-3 grader från den ultimata termiska innetemperaturen som är 21,6 grader får människor att uppleva det som endera för kallt eller för varmt.

I ett utdrag från Socialstyrelsens riktlinjer för att påbörja en utredning gällande dåligt inneklimat finns följande temperaturer uppgivna:

Under 20 grader

Över 24 grader

Golvtemperatur som understiger 18 grader

Med tanke på att den ultimata termiska innelufttemperaturen ska vara 21,6 grader så är det en mycket liten avvikelse som godkänns, vilket borde säga oss något.

4.2 Lönsamheten grovt räknat

Det finns stora vinster för samhället att investera i att försöka få en så pass bra termisk innemiljö som möjligt.

Löner för kontorsarbetare i I-länder är många gånger högre än att driva den byggnad de sitter i (Woods 1989), därför kan även små förbättringar av inomhusmiljön ge en stor ekonomisk nytta.

Det finns många rapporter som påvisar hur en sämre innemiljö påverkar vår möjlighet att prestera på arbetsplatsen, men inte många som tagit fram hur mycket i pengar det innebär för företagen och samhället. Det är underligt med tanke på att kan vi visa hur mycket pengar det går att spara eller vinna gör det lättare för ett företag att ta denna investering. Via rapporter och statistik från Statistiska Centralbyrån går det att göra en grov kalkyl. Kalkylen baseras på de antal som enligt Statistiska Centralbyrån har ett arbete i Sverige kontra de produktionsförluster som finns i dokumenterade rapporter.

Solskyddstekniker projektarbete 2012-03-02
 Inneklimatets påverkan gällande produktivitet och lönsamhet
 Grupp 8
 Anders Lindgren

I Fisk & Rosenfelts rapport 1997 kom man fram till att genom små förbättringar av det termiska inneklimatet skulle effektiviteten öka med 0,5-5%, genom ökad effektivitet skulle produktiviteten förbättra omsättningen i USA med 12-125 miljarder dollar per år. Vänder man på dessa siffror så får man fram vilka förluster detta kan ge företagen.

I nedanstående exempel med väldigt grova siffror, där det egentligen inte finns något facit,

I Sverige finns idag ca 4.5 miljoner som är sysselsatta i något slags arbete på heltid. Hur många som jobbar på kontor finns det ingen exakt siffra på så vi räknar på att alla jobbar inomhus.

Snittlönen idag är 25 800:- enligt Statistiska Centralbyrån.

En heltidstjänst baseras på 172 timmar per månad, om man tappar 5 % av sin produktivitet på grund av för hög eller för låg innelufttemperatur, tappar man 8,6 timmar per månad.

Grovt räknat jobbar man ca 10 månader per år. Då är semester, helgdagar med mera borträknande. Detta ger en total förlust på 86 timmar per år.

25 800:- delat med 172 timmar är 150:-/h

86 timmar x 150:- = 12 900:-

12 900:- x 4,5 miljoner = 58 050000000:-

En förlust på ca 58 miljarder per år.

Även om detta är som vi skrev i inledningen ett tanke experiment där inget facit finns idag och att det är väldigt grova siffror så ger det ett skrämmande resultat. Går man efter till exempel Andersson 1992, så är förlusten så hög som 10 % vid +/- 3 grader. Detta innebär att spannet på vinster/förluster kan bli väldigt stort, beroende på vilka siffror man baserar sin uträkning på. Faktum kvarstår dock att det lönar sig att se över det termiska inneklimatet i offentliga byggnader.

Det uppenbara är att det gynnar alla arbetsmiljöer/arbetsplatser att värdera det inneklimat som vi är verksamma i för att få alla att må bättre på sina arbetsplatser. Kan vi dessutom påvisa att man kan räkna hem dessa investeringar inte bara genom förbättrad prestationsförmåga utan även genom sänkta driftkostnader så blir det lättare att få både privata och offentliga sektorn att se över sina arbetsmiljöer.

4.3 Elevers inlärningsförmåga och dess lönsamhet

Enligt Socialstyrelsen utredning gällande innemiljön i våra skolor, kan den operativa temperaturen skilja sig väldigt mycket mellan att sitta vid ett fönster eller längst in i klassrummet. De elever som sitter vid fönsterraden har en operativ temperatur som överstiger 30 grader när solen ligger på. Jämfört med de elever som sitter längst in i rummet som har en operativ temperatur som understiger 22 grader. Enligt David Won/Harriet Vads rapport är inlärningsförmågan endast 80 % när den operativa inomhustemperaturen överstiger 30 grader. Detta skulle innebära att de elever som sitter vid fönsterraden har en lägre inlärningsförmåga än de elever som sitter längre in i klassrummet. Det här gäller ju inte bara våra elever utan även våra lärare, vilket i sin tur innebär att det blir dubbel verkan.

Solskyddstekniker projektarbete 2012-03-02
 Inneklimatets påverkan gällande produktivitet och lönsamhet
 Grupp 8
 Anders Lindgren

Byggnadsstyrelsen har i en handling från 1992 visat hur mycket ett yttre solskydd tar bort den direkta solstrålningen och på så sätt utjämnar den operativa inomhustemperaturen i klassrummet. Många skolor är utformade med stora fönsterpartier för bra ljusinsläpp vilket resulterar i att behovet av solskydd är stort.

Exempel på avskärmning av direkt transmission av solen med eller utan från Byggnadsstyrelsens avhandling från 1992

2-glas fönster utan eller annat solskydd	0 %
3-glas fönster med samma förutsättningar som ovan	10%
3-glas fönster med mellanglas persienn	30%
3-glas fönster med behandlad yta (reflekterande)	30-60%
3-glas fönster med utanpåliggande markis	85%

Att värdera en minskning i inlärningsförmåga på 20% är svårt och få siffror finns på detta. Närmaste rapporten som visar detta är en rapport från högskolan i Köpenhamn. Rapporten visar en beräkningsmall för ombyggnation av ventilation, solskydd, värme och nedkylning i en skola. Beräkningarna i mallen visar på att investeringen kan räknas hem på så kort tid om 2,5 år. Givetvis ska parametrar som skolans storlek i förhållande till antalet elever med mera tas i hänsyn. Men det ger en fingervisning på hur snabbt man kan räkna hem en investering gällande förbättrat termiskt inneklimat.

Att räkna ut i siffror hur mycket samhället förlorar på att elever får sämre koncentrations förmåga och på så sätt inte lär sig så mycket finns det inga uppgifter på och kan väl ses som en nästintill omöjlig uppgift att få fram. Men med tanke på att skolan är Sveriges största arbetsplats med elever inräknade, så är det självklart en tung ekonomisk faktor att räkna med och en arbetsmiljö som måste vara lika mycket värd att investera i.

Solskyddstekniker projektarbete 2012-03-02
Inneklimatets påverkan gällande produktivitet och lönsamhet
Grupp 8
Anders Lindgren

Källor:

dessa är tagna från internet och går att googla fram

Fisk & Rosenfelt Termiska inneklimatets påverkan på människan

Wood -89 Samhällets ekonomiska förluster i samband med dåliga termiska inneklimat

Seppänen -99 samma som Woods

David Won & Herriet Vads, rapport om inlärningsförmåga kontra inneklimat

Byggnadsstyrelsens hemsidor , avhandling gällande solskydd

SBC hemsida, snittlöner i Sverige samt statistik på antal anställda i Sverige

Andersson -92 avhandling om människans påverkan i olika termiska inneklimat

Från undervisnings materiel:

PPD under flik termiska inneklimat

Dagsljuset påverkan

Fakta om fönster placering