



# **UTVÄRDERING AV ÖVERORDNAD STYRNING AV VENTILATION, VÄRME OCH KYLA**

**UTVÄRDERING AV NYTT STYRSYSTEM I MODERN  
KONTORSBYGGNAD**

**LÅGAN rapport november 2015**

Mona Norbäck  
Lars Ekberg  
Peter Filipsson  
CIT Energy Management

Bengt Bergsten  
Chalmersfastigheter



## Förord

Traditionellt sett sker styrningen av en byggnads ventilation-, komfortkyla- och värmesystem helt eller delvis separat för de olika delsystemen. Styrningen baseras ofta på momentant uppmätta storheter utan att ta hänsyn till byggnadens termiska tröghet. Detta projekt omfattar en noggrann utvärdering av ett överordnat system för integrerad styrning av värme, kyla och ventilation, särskilt anpassat för att utnyttja byggnadens värmetröghet. Det utvärderade systemet marknadsförs av företaget Kabona och har i detta projekt installerats i en av Chalmersfastigheters kontorsbyggnader på Lindholmen i Göteborg.

Utvärderingen har utförts av en oberoende part, CIT Energy Management. Ambitionen var att installationen av det nya styrsystemet skulle vara den enda åtgärden i byggnaden vid tillfället. Därmed skulle all observerad inverkan på energi- och effektbehov samt inneklimat kunna härledas till just installationen av det nya styrsystemet.

Projektet har möjliggjorts av stöd från LÅGAN med samfinansiering från Chalmersfastigheter AB och Kabona AB. Projektledare har varit Bengt Bergsten, energistrateg på Chalmersfastigheter AB.



**LÅGAN-programmet** (program för byggnader med mycket LÅG energiANvändning) är ett nationellt program som drivs av Sveriges Byggindustrier med ekonomiskt stöd av Energimyndigheten. LÅGAN syftar till att stimulera energieffektiv ny- och ombyggnad, synliggöra marknaden för byggnader med låg energianvändning och bidra till ett brett utbud av aktörer som erbjuder produkter eller tjänster för lågenergihus och trygga beställare av sådana produkter och tjänster.

[www.laganbygg.se](http://www.laganbygg.se)

## Sammanfattning

En utvärdering har genomförts av ett byte till ett överordnat styrsystem med ökad behovsstyrning av ventilation, värme och komfortkyla. Denna utvärdering omfattar energianvändning under 24 månader (september 2013- september 2015) med tolv månader utan respektive tolv månader med det nya styrsystemet. Utvärderingen av inomhusmiljö och drift är gjord under kortare tidsperiod samma år. Styrsystemet har installerats i kontorshuset Kuggen i Göteborg som ägs och förvaltas av Chalmersfastigheter, har en tempererad area på 4898 m<sup>2</sup> och togs i drift år 2011. För utvärderingsperioden med det gamla styrsystemet (d.v.s. september 2013- september 2014) var den uppmätta specifika energianvändningen (normalårskorrigerad värme, kyla och fastighetsel) 66 kWh/m<sup>2</sup>. För samma period med det nya styrsystemet (d.v.s. september 2014- september 2015) var den 37 kWh/m<sup>2</sup>. Med utgångspunkt i BBR 22 så har bygganden gått från energiklass C till B. Kylbehovet var dock lägre under perioden med det nya systemet på grund av lägre sommartemperaturer 2015 vilket bidragit till en del av besparingen. Den årliga uppmätta totala energianvändningen inklusive verksamhetsel gick från 95 kWh/m<sup>2</sup> före installation till 69 kWh/m<sup>2</sup> med det nya systemet i drift. En åtgärd som gjordes med den nya styrningen var nattavstängning av ventilation och en grov uppskattning av den specifika energianvändningen innan installation med korrigering för nattavstängningen var 60 kWh/m<sup>2</sup>. Om besparingen från nattavstängningen räknas bort blir besparingen i total energianvändning (inklusive verksamhetsel) ändå ca 22 %. En del av denna besparing kan dock härledas till ett lägre kylbehov under sommaren med det nya styrsystemet.

Installationen av det nya överordnade styrsystemet gjordes den 27 augusti 2014 och denna utvärdering har fokuserat på hur detta har påverkat inomhusmiljö, energianvändning och drift. Under första delen av perioden för utvärderingen förekom en del driftsproblem både med värmeåtervinningen och värmepumpen i fastigheten. Vidare byttes både driftspersonal och webbserver med förlorad loggad data i tilluftsdonen som följd. Detta har försvårat jämförelsen mellan det gamla och det nya styrsystemet.

Baserat på underlaget är slutsatsen att kraven på inomhusmiljö uppfylls under kontorstider med det nya byggnadsintegrerade styrsystemet. Den nya styrningen ger större variationer i rumstemperaturer och luftflöden, men den ökade variationen sker utanför komforttiderna (som var 4.30-20.00). Med det nya styrsystemet stängs ventilationen av kvällar och helger (om det inte föreligger behov av nattkyla) medan den tidigare var i drift dygnet runt men med reducerad drift natt och helg. Då få personer i byggnaden kände till att det finns tryckknappar för förlängd ventilation finns en risk att kraven på ventilation och temperatur inte uppfylls för de som arbetar utanför de inställda komforttiderna, då ventilation stängs av helt.

Enkätundersökningar om inomhusmiljön genomfördes i maj 2014 och i maj 2015. En brist var att det var svårare att få respondenter att delta i den andra undersökningen vilket resulterade i att färre personer deltog i denna (33 st) jämfört med undersökningen som genomfördes med det gamla styrsystemet (53 st). Vidare var det endast 13 personer som deltog i båda enkätundersökningarna. Med bakgrund i detta är det svårt att dra någon generell slutsats om hur det nya styrsystemet påverkat upplevelsen av inomhusmiljön. En tredjedel av deltagarna i den uppföljande enkätundersökningen besvarades av för låga rumstemperaturer och ungefär hälften av instängd luft. Ökningen av upplevda besvär gällde även andra faktorer (utöver temperatur och luftkvalitet) som

inte kan kopplas till klimatsyrning. Ökningen av upplevda besvär kan inte direkt härledas till det nya styrsystemet och överlag upplevs inomhusmiljön bra såväl med gamla som det nya styrsystemet.

Effektsignaturen för värme visar ett minskat energibehov med det nya styrsystemet jämfört med utan. Den visar även att med EcoPilot förskjuts värmesystemets start till en lägre dygnsmedeltemperatur utomhus jämfört med tidigare. Den totala energibesparingen i fjärrvärme för perioden september 2014 till och med augusti 2015 (normalårskorrigerad) är 53 % jämfört med samma period året innan (utan EcoPilot). Om den producerade värmen från värmepumpen inkluderas blir totala besparingen av värme ca 50 % för samma period. Mängden använd fjärrkyla under perioden med det nya styrsystemet (sept 2014-aug 2015) var 67 % lägre, men de låga sommartemperaturerna 2015 kan det ha bidragit till en del av besparingen. Fastighetselen minskade med 26 % med det nya styrsystemet. Verksamhetselen ökade däremot med 11 % under perioden med det nya styrsystemet, vilket förklaras med ökad verksamhet i fastigheten.

# Innehållsförteckning

Byggnaden .....	6
Verksamhet och krav .....	6
Klimathållningssystem .....	6
Beskrivning av det överordnade styrsystemet .....	7
Genomförande .....	10
Driftstörningar under utvärderingsperioden .....	11
Resultat .....	12
Innemiljö .....	12
Enkätundersökningarna .....	12
Rumstemperaturer med och utan EcoPilot .....	14
Rumstemperatur och närvaro .....	16
Luftflöden med och utan EcoPilot .....	21
Luftflöden och närvaro .....	22
Koldioxid .....	25
Energianvändning .....	25
Fjärrkyla .....	26
Värmeanvändning .....	26
Normalårskorrigerad energianvändning med och utan EcoPilot .....	28
Förändringar i fastighetsdrift .....	30
Diskussion och slutsatser .....	31
Slutsatser .....	31
Inneklimat .....	31
Energianvändning .....	32
Bilaga 1-Enkätundersökning 2014 .....	34
Bilaga 2-Enkätundersökning 2015 .....	45

## Byggnaden

Det utvärderade överordnade styrsystemet driftsattes den 27e augusti 2014 i Chalmersfastigheters kontorsbyggnad "Kuggen" belägen på Chalmers Lindholmen i Göteborg. Byggnaden togs i drift år 2011 och består av 190 "kuggar" där varje kugge motsvarar en kontorsmodul. Byggnaden har fem våningar och våningsplanens area ökar med byggnadens höjd för att på så sätt skapa skugga för de nedersta planen. Det översta planet är försett med en mobil solavskuggningsskärm på 98 m<sup>2</sup> som ska följa solens rörelse. Kuggen är utformad med en tydlig hållbarhetsprofil med bra energiprestanda och har märkts enligt EU:s program för energieffektivt byggande (GreenBuilding) och certifierats enligt Miljöbyggnadsklass GULD. Byggnaden har en cirkulär form och den totala tempererade arean ( $A_{temp}$ ) är 4898 m<sup>2</sup>. Fasaden består av skärmtegel och fönstren är triangelformade för att minska fönsterarean men möjliggöra ljusinsläpp långt in i byggnaden. Energiprestanda enligt 2013 års energistatistik från Göteborg Energi är 37 kWh/m<sup>2</sup> per år för värme (normalårskorrigerad) och 27 kWh/m<sup>2</sup> år för fastighetsel. Användningen av fjärrkylan år 2013 uppgick till 9 kWh/m<sup>2</sup> och år och verksamhetselen för samma år var 28 kWh/m<sup>2</sup>. Kuggens specifika energianvändning för 2013 (värme, fastighetel och kyla) var alltså 73 kWh/m<sup>2</sup>.

### Verksamhet och krav

Byggnadens fem plan inrymmer olika typer av kontorsverksamheter och på entréplan anordnas även utställningar och events. I byggnaden arbetar ca 100-150 personer och verksamheten sker främst under kontorstid mellan klockan 6 och 19 på vardagar.

Enligt *R1-Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav* så bör rumstemperaturen i lokaler alltid kunna hållas över 20° C och under sommaren ca 3° C under utomhustemperaturen. Målvärdet bör vara ett temperaturintervall mellan 20-24 ° C vintertid och 23-26 ° C sommartid.

De krav på ventilation (Miljöbyggnads bedömningskriterier för nyproduktion, Manual 2.2 141001:141017) som anges för Miljöbyggnadsklass GULD innebär att uteluftsflödet ska följa arbetsmiljöverkets rekommendation (7 l/s, person + 0,35 l/s per m<sup>2</sup> golvarea) och att en enkätundersökning angående innemiljön ska visa att minst 80 % av svarande brukare anser att luftkvalitet och termiskt klimat är mycket bra, bra eller acceptabel.<sup>1</sup> Rörande lufthastigheter säger Arbetsmiljöverkets föreskrifter att det erfarenhetsmässigt har visat sig att lufthastigheter under 0,15-0,2 m/s av de flesta uppfattas som dragfria och när inomhustemperaturen är hög kan högre luftflöden normalt accepteras.<sup>2</sup> Vidare finns krav enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS 2009:2) på att koldioxidnivåer inte varaktigt bör överstiga 1000 ppm vid normal användning av en byggnad med arbetsplatser.

### Klimathållningssystem

Ventilationssystemet i Kuggen består av ett FTX-system med variabelt luftflöde och klimatstyrningen sker med undertempererad tilluft. Luftflödet styrs rumsvis med hänsyn till närvaro (en

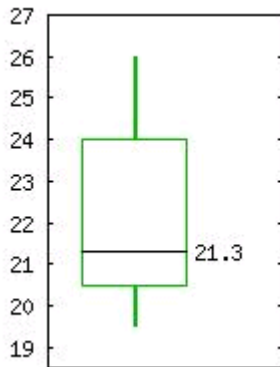
<sup>1</sup> <http://www.sgbc.se>

<sup>2</sup> <http://www.av.se>





optimera energianvändningen och kommunicerar med trådlösa rumsgivare för att hålla önskade inomhustemperaturer. Enligt leverantören är tanken bakom Ecopilot att man i en integrerad styrning av systemen utnyttjar byggnadens interna värmekällor och solinstrålning, tillåter större variationer i inomhustemperaturer och kontinuerligt beräknar energibalansen för att minska energibehovet i byggnaden. Utifrån de installationer av Ecopilot som gjorts sedan år 2008 kan Kabona visa en medelbesparing av fjärrvärme på 25 % och motsvarande besparing för el på 14 % och kyla 30 %. Enligt deras hemsida förväntas en energibesparing på minst 20 % vid installation av programvaran Ecopilot.



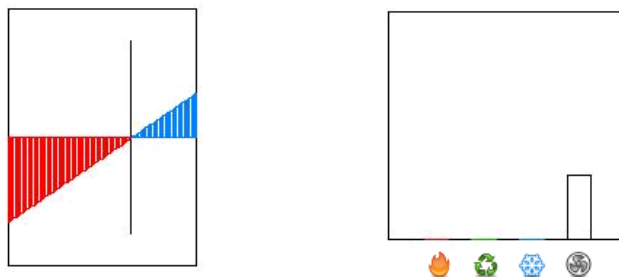
Kabona installerade EcoPilot i Kuggen i augusti 2014. Då huset är komplext, och det finns en stor mängd data från de installerade tilluftsdonen att tillgå, valdes en styrning per våningsplan. I Figur 2 finns ett exempel på hur temperaturstyrningen med EcoPilot för ett våningsplan i Kuggen kan se ut. Det finns ett läge som kallas komfortläget, vilket illustreras med den fyrkantiga boxen. Temperaturen hålls inom de gränser som anges av boxen under förutbestämda komforttider. Det lodräta strecket illustrerar de temperaturnivåer man kan tillåta då det inte finns kontorsaktivitet t.ex.

Figur 2 Illustration av de olika temperaturgränserna (komfort och lågaktivitet) i EcoPilot

kvällar, nätter och helger.

Systemen styrs även utifrån en förvald balanstemperatur, som syns till vänster i Figur 3. Bilden visar på ett läge mitt emellan värme- och kylbehov (typiskt övergång t.ex. höst och vår). Beroende på vilket behov som förväntas, enligt balanstemperaturen, så reagerar värme och kylsystem olika snabbt. Om exempelvis ett värmebehov föreligger (den röda delen) så reagerar värmesystemet snabbare vid sänkt rumstemperatur än om systemet befunnit sig i en kylbehovsperiod. Längst till höger i Figur 3 syns vilka system som är igång och hur stor del av kapaciteten som är utnyttjad på aktuellt våningsplan.

**Balanstemperatur:**  
Är den utomhustemperatur där man varken behöver värma eller kyla en byggnad. Denna påverkas bland annat av isolering och internlast i en byggnad.



Figur 3 EcoPilot balanstemperatur och aktiva funktioner (värme/kyla/ventilation)

Utöver temperaturintervall och balanstemperatur utgår styrningen även från väderprognoser och trender i rumstemperaturer.

Precis som innan installationen av Ecopilot styrs luftflödet rumsvís av den styrutrustning som är integrerad i Lindinventdonen. Innan installation av Ecopilot styrdes kanaltrycket utifrån hur stor del

av tilluftsdonen som gav signal om kyl eller värmebehov. Med EcoPilot styrs kanaltrycket istället utifrån utom- och inomhustemperatur, balanstemperatur och aktuellt värme och kylbehov. Funktionerna i Ecopilot reducerar kanaltrycket när kylbehovet minskar. I Kuggen görs denna reduktion per våningsplan, med ledning av medianvärdet av temperaturerna i samtliga rum på varje plan. Innan installation av Ecopilot reducerades luftflödet till en grundnivå efter kontorstid. Ecopilot stänger istället av ventilationen nattetid, undantaget när det finns behov av nattkyla.

Vid installation av EcoPilot injusteras styrningen under 2 år då personal från Kabona i samarbete med driftspersonalen justerar in, och vid behov ändrar, inställda värden på t.ex. temperaturnivåer och drifttider.

## Genomförande

Utvärderingen av det nya styrsystemet har gjorts utifrån tre huvudområden; innemiljö, energianvändning och drift. Projektet startade i mars 2014 men EcoPilot installerades inte i byggnaden förrän den 27 augusti 2014. Utvärderingen har gjorts löpande från april 2014 till oktober 2015 genom enkätundersökning, inhämtande och analys av loggad data från fastighetens systemövervakningsdator, sammanställning av energidata, platsbesiktning, koldioxidmätning och kontakt med driftpersonal. Uppföljning av energianvändningen har gjorts sedan installationen och sammanfattar energidata för tolv månader (1 september 2014 till 31 augusti 2015) och har jämförts med samma period före installationen (1 september 2013-31 augusti 2014).

För att få en uppfattning om hur fastighetens brukare upplevde innemiljön utan EcoPilot genomfördes en enkätundersökning under maj månad 2014 där en webbaserad enkät skickades ut, via kontaktpersoner på respektive företag, till de som arbetar i Kuggen. I enkäten ingick frågor om arbetsplatsen, termiskt klimat och luftkvalitet. Denna följdes sedan upp med en ny enkätundersökning under maj 2015 för att kunna jämföra upplevelsen av innemiljön med EcoPilot. Vid andra enkätundersökningen skickades webbenkäten ut till kontaktpersoner på varje företag i byggande, som skickade vidare till de som arbetar där.

Vidare hämtades loggad data över rumstemperatur och luftflöde för fyra tilluftsdon på plan 4, ett i varje väderstreck. Anledningen att plan 4 valdes var att närvaron på detta plan var ungefär den samma före och efter installationen av EcoPilot, vilket inte var fallet för plan 2 och 3 (troligen på grund av semesterar). Dessutom finns på plan 4 olika storlekar av kontorsrum medan plan 2 har mer öppna ytor där det är svårare att lokalisera var arbete sker och vilka delar tilluftsdonen förser.

På grund av ett byte av webbserver saknades loggad data över rumstemperaturer och luftflöden före juli 2014. Därför genomfördes en planerad avstängning av EcoPilot under februari 2015 (4/2-10/2) för att på så sätt även kunna utvärdera EcoPilots påverkan på rumstemperaturer och luftflöden under ett vinterfall. För vinterfallet hämtades data från samma fyra don på plan 4 som för sommarfallet, för att möjliggöra en jämförelse.

Under utvärderingen lokaliserades endast en koldioxidmätare i byggnaden, som dessutom visade uppenbarligen orimliga värden. I samband med avstängningen av EcoPilot i februari 2015 gjordes därför även mätningar av koldioxidnivå i två rum på plan 4, ett kontorsrum på 8 m<sup>2</sup> och ett större, mer öppet lunch-/fikarum. Mätningarna gjordes för att få en uppfattning om det gick att se någon tydlig koppling mellan EcoPilot och koldioxidnivåer.

Data över energianvändningen har hämtats in dels från Göteborg Energi men även från loggad data i systemövervakningsdatorn (bland annat för fjärrkyla och värmepumpens produktion). Utvärdering av energianvändning har gjorts som en jämförelse mellan två perioder och visas dels med effektsignatur men även med uppmätta energianvändning. För effektsignaturen sträcker sig perioden utan EcoPilot från oktober 2013-27 augusti 2014 och med EcoPilot 28 augusti 2014-oktober 2015. För energianvändning är motsvarande period sep-aug 2013/2014 och sep-aug 2014/2015.

De inställda komforttiderna med EcoPilot var till en början vardagar 6-19 men har under utvärderingsperioden ändrats till vardagar 4.30-20 (med start 16 december 2014) som en följd av injustering av EcoPilot.

### Driftstörningar under utvärderingsperioden

Under en tid före och efter installationen av det nya överordnade styrsystemet har det förekommit vissa driftsproblem med luftbehandlingsaggregatets roterande värmeväxlare. Detta har inneburit att tilluften periodvis haft för låg temperatur. Detta problem avhjälpes första gången under början av oktober 2014 men med ytterligare problem under oktober och november då det slutligen åtgärdades. Problemet har sannolikt påverkat upplevelsen av inneklimatet under dessa tidsperioder.

Under januari flyttade nya hyresgäster in på våning 5, som tidigare stått tomma. I samband med detta upptäcktes att kallrasskyddet (som styrs av LindInvent) i vissa rum inte varit aktiverat vilket åtgärdades under januari.

I Kuggen tillgodoses en del av värmebehovet med en värmepump. Under perioden september-november 2014 fungerade inte värmepumpen och gav under denna period ingen värme. Denna del av värmebehovet tillgodosågs då istället med fjärrvärme. Problemet avhjälpes i slutet av november och efter det ska driften ha varit normal. Detta har lett till en ökad fjärrvärmeanvändning och en minskad elanvändning under perioden med driftsproblem.

## Resultat

Resultaten från denna utvärdering inkluderar resultat från innemiljöenkät före och efter EcoPilot, rumstemperaturer och luftflöden för sommarfall och vinterfall dels med EcoPilot och dels utan, koldioxidmätning under februari 2015 med och utan EcoPilot, energianvändningen under ett år och driftpersonalens upplevelse av det nya styrsystemet.

### Innemiljö

Som nämnt så ställs vissa krav på innemiljö för att en fastighets brukare ska kunna arbeta i en tillfredställande arbetsmiljö. Vissa av dessa krav är nära sammankopplade med energianvändningen då temperaturer och luftflöden påverkar hur mycket energi de tekniska systemen behöver. Därför är det av intresse att se hur innemiljön i Kuggen ändras vid installation av det nya styrsystemet EcoPilot. Detta har utvärderats utifrån en enkätundersökning och loggad data över rumstemperaturer och luftflöden med och utan EcoPilot.

### Enkätundersökningarna

Resultatet av enkätundersökningen som genomfördes under maj 2014 blev 53 svar, medan motsvarande enkätundersökning under maj 2015 resulterade i 33 svar.

Klimatet utomhus under enkätutvärderingsperioderna kan ha påverkan på hur respondenterna upplever innemiljön. I Tabell 1 syns klimatmånadsmedel för februari t.o.m. maj för respektive enkätundersökningsomgång. Det framgår att det 2015 var något lägre medeltemperatur, att medelnederbörden var något högre samt att det var en något lägre medelsolinstrålning. Variationerna i klimat mellan de två perioderna var dock inte avsevärt stora.

**Tabell 1 Månadsmedel för temp, nederbörd och solstrålning under månaderna före enkätutskicken.**

månadsmedel Göteborg för feb-maj	2014	2015	differens
temp (°C)	8,5	6,73	1,78
nederbörd (mm)	45,5	53,75	-8,25
solinstrålning (W/m <sup>2</sup> )	129	122,2	6,8

Källa: Miljöförvaltningen Göteborg, mät punkt Femman i Nordstan.

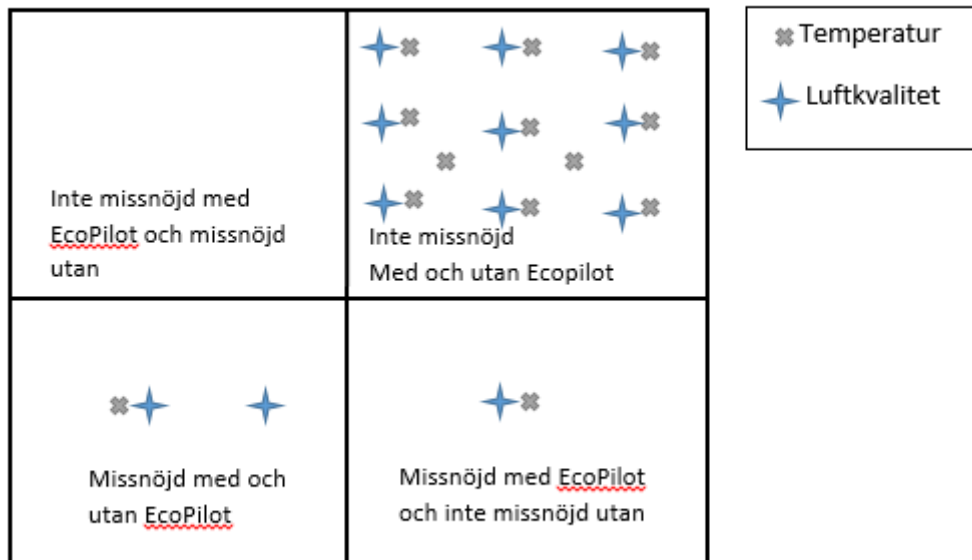
I de båda undersökningarna var fördelning på åldrar bland respondenterna liknande och något fler jobbade mestadels i kuggen i undersökningen 2015 jämfört med 2014 (83 respektive 93 %). Det var även samma fördelning av vilken rumstyp som respondenterna satt i ( eget rum, kontorsrum eller kontorslandskap). Enkäterna 2014 och 2015 var identiskt utformade, med undantag för en förtydligande fråga om när under dygnet eventuella problem med temperatur upplevdes som lades till 2015. Det lades även till en fråga om förlängd ventilation i den senare enkätundersökningen. Detta gjordes eftersom den förlängda ventilationen inte användes och det fanns misstankar om att det fanns bristande information om att denna möjlighet fanns. Detta visade sig stämma då endast 15 % av respondenterna visste att det fanns tryckknappar för förlängd ventilation.

Angående den allmänna uppfattningen om temperaturförhållandena utan installerad EcoPilot (2014) ansåg 19 % att den var mycket bra, ca 37 % att den var bra och 36 % att den var acceptabel. Ungefär 8 % ansåg att temperaturförhållandena var dåliga. I enkätundersökningen som gjordes efter att EcoPilot varit i drift 8 månader (2015) ansåg 15 % att temperaturförhållanden var mycket bra, 24 %

att de var bra och 42 % att de var acceptabla. 15 % ansåg att de var dåliga och 3 % mycket dåliga vilket är en ökning jämfört med perioden utan EcoPilot. De upplevda problem som framförallt angavs ha ökat var att det var för kallt under vinterhalvåret dagtid.

Rörande luftkvaliteten i undersökningen 2014 ansåg 88 % av respondenterna att den var mycket bra, bra eller acceptabel och 12 % att den var dålig. Motsvarande svar i undersökningen 2015 visade att 67 % ansåg luftkvaliteten vara mycket bra, bra eller acceptabel och 33 % ansåg att den var dålig eller mycket dålig.

Eftersom färre personer deltagit i den andra enkätundersökningen valdes 13 respondenter ut som förekommit i båda enkätundersökningarna. Deras svar på frågan vad de anser om temperatur respektive luftkvaliteten på arbetsplatsen presenteras i Figur 4. *Missnöjd* representerar svaret dåligt eller mycket dåligt medan *Inte missnöjd* representerar svaret Mycket bra, bra eller acceptabel.

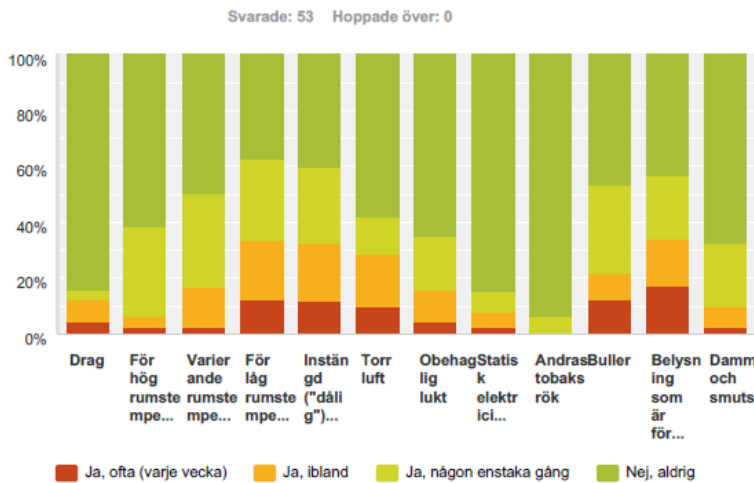


**Figur 4 Svar på frågan om upplevelse av temperatur och luftkvalitet för de 13 respondenter som deltagit i båda undersökningarna. En av respondenterna hade inte svarat på frågan om luftkvalitet och därav ett bortfall.**

I Figur 4 syns att av de som svarat i båda enkätundersökningen (utan och med EcoPilot) var de flesta (11 av 13) nöjda med temperaturförhållandet och luftkvaliteten såväl utan som med EcoPilot. En av respondenterna hade inte svarat på frågan om luftkvalitet och därav ett bortfall.

Övriga resultat från enkätundersökningen visar att oberoende av EcoPilot anser hela 64 % att det är ett problem att vädringsmöjligheter saknas. Andelen som anser det vara problem med att lukter förekommer har ökat från 16 % till 37 % men anledningen till ökningen är inte fastställd. I båda enkätundersökningarna var uppfattningen att det främst var under eftermiddagar som problem med luftkvaliteten upplevdes.

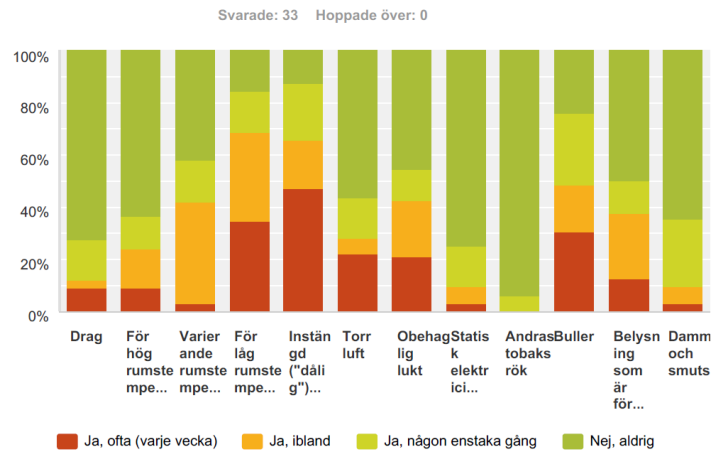
På frågan om besvär som upplevts på arbetsplatsen de senaste 3 månaderna (alltså februari-april) syntes en ökning från 2014 till 2015 i för låga rumstemperaturer från 12 % till 34 % och att upplevda problem med instängd luft ökat från 12 % till 47 %.



Figur 5 Svar på frågan "Har du de senaste 3 månaderna känt dig besvärad av någon/några av följande faktorer på din arbetsplats" från enkätundersökning 2014 med alla 53 svar.

dig besvärad av någon/några av följande faktorer på din arbetsplats" syns från undersökningen maj 2014 i Figur 5 och motsvarande från maj 2015 i Figur 6. Som nämnt så visar dock inte svar från de 13 respondenter som deltagit i båda enkätundersökningarna att de upplevda problemen direkt kan kopplas till byte till EcoPilot.

Andra kommentarer var att arbetstiderna varierade mycket i byggnaden och att det förekom verksamhet även kvällar och helger. Flera upplevde att belysningen var otillräcklig. En sammanställning av enkätsvaren från båda enkätundersökningarna finns i Bilaga 1 respektive Bilaga 2.

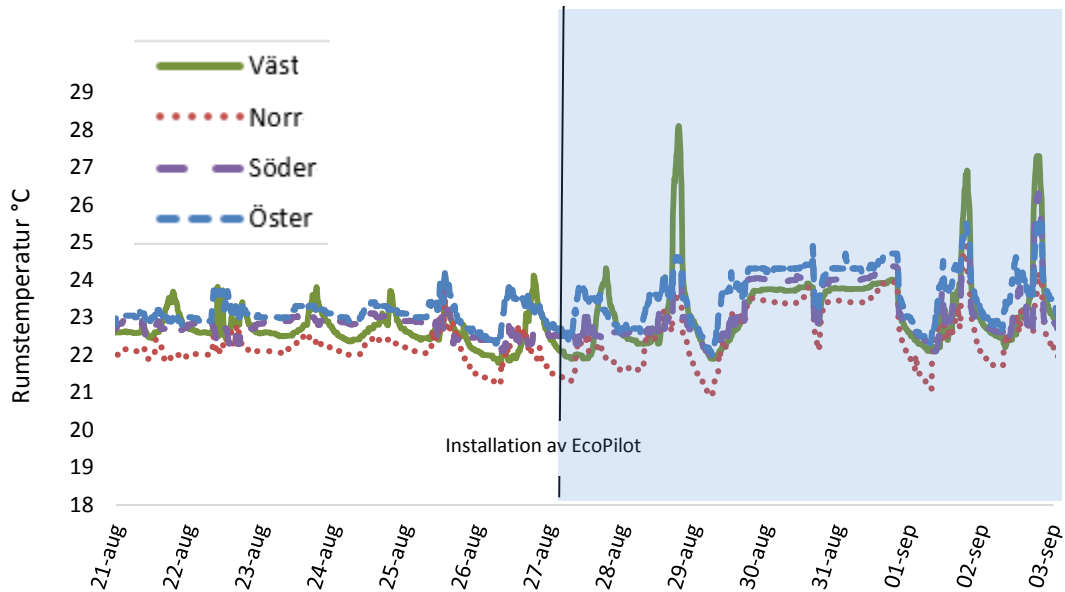


Figur 6 Svar på frågan "Har du de senaste 3 månaderna känt dig besvärad av någon/några av följande faktorer på din arbetsplats" från enkätundersökning 2015 med alla 33 svar.

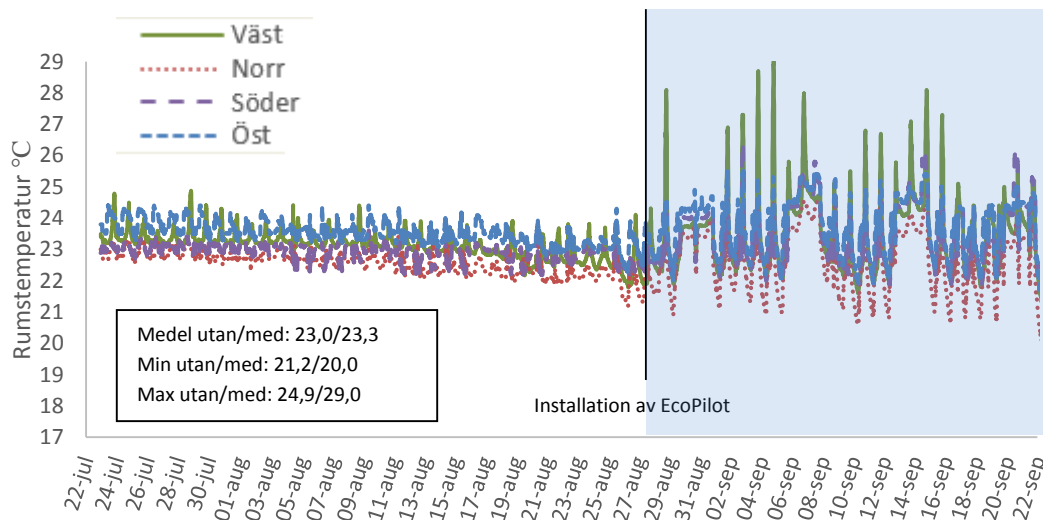
### Rumstemperaturer med och utan EcoPilot

Då rumstemperatur är en viktig del i den upplevda komforten samlades loggad data in för dels ett sommarfall i anslutning till installation av EcoPilot (juli till september 2014) och dels för ett vinterfall då EcoPilot stängts av (en vecka i början av februari 2015). All data över rumstemperaturer och

luftflöden som presenteras är från tilluftsdon på våningsplan 4 i Kuggen, ett i varje väderstreck.<sup>3</sup> I Figur 7 sträcker sig mätperioden från några dagar innan installation av Ecopilot (som installerades 2014-08-27) till några dagar efter. I Figur 8 däremot är tidsperioden längre och den sträcker sig från ungefär en månad innan installation till en månad efter. Båda dessa representerar sommarfall.



**Figur 7 Rumstemperatur på Plan 4 i Kuggen under perioden 20/8-3/9 år 2014 där det markerade området är med EcoPilot och det vita är utan.**



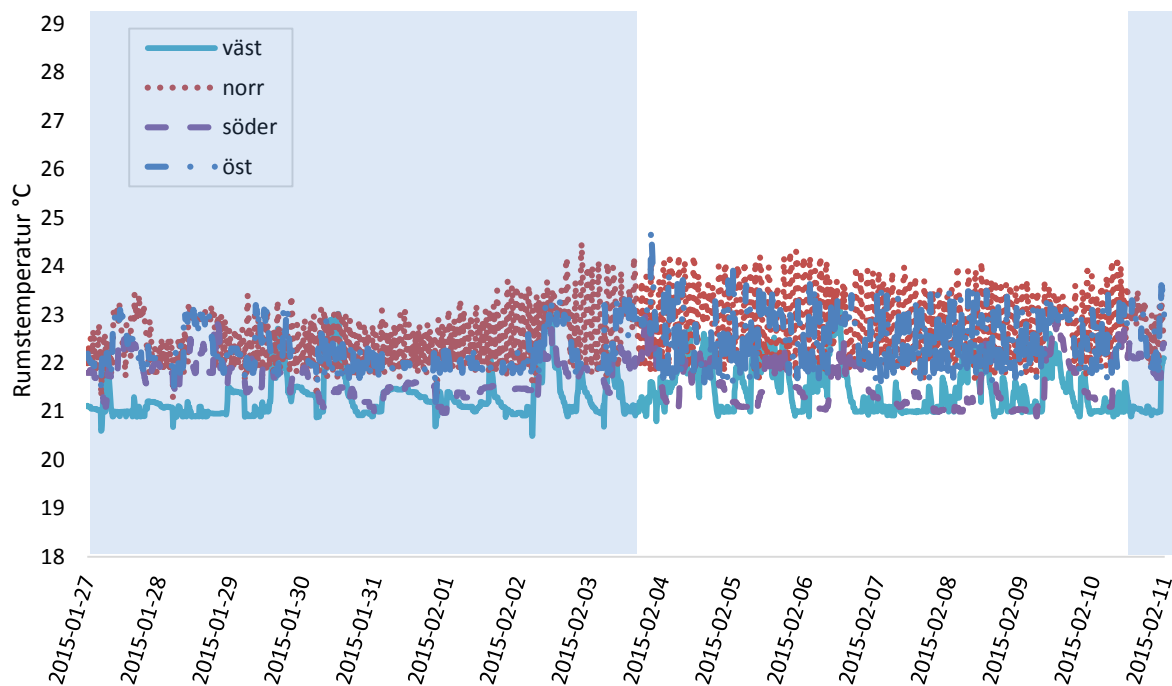
**Figur 8 Rumstemperatur på Plan 4 i Kuggen under perioden 22/7-22/9 år 2014 där det markerade området är med EcoPilot och det vita utan.**

<sup>33</sup> Mätpunkten i väster är belägen i ett större kontorsrum på runt 16 m<sup>2</sup>, i norr och öster i mindre kontorsrum på runt 8 m<sup>2</sup> vardera och i söder i ett större rum på runt 32m<sup>2</sup>



Utifrån data över rumstemperaturer för sommarfallet, såväl på kort sikt som längre sikt, syns en tydlig förändring i temperaturvariationerna efter installation av EcoPilot. Medelvärden av rumstemperaturerna för sommarfallet, utan och med EcoPilot, låg ganska konstant på omkring 23 °C vilket uppfyller normala krav på inneklimatet. Däremot förekom stora variationer mellan de lägsta och högsta temperaturerna. Lägsta rumstemperatur (för de fyra utvalda donen) var 21,2 °C före installationen och 20,0 °C efter. Den högsta rumstemperaturen utan EcoPilot var 24,9 °C och med var den 29,0 °C. Data visar alltså att även om medeltemperaturen hålls konstant före och efter installation av EcoPilot så tillåts en lägre lägsta temperatur och framförallt tillåts en högre maxtemperatur med det nya styrsystemet. Hur temperaturvariationen förhåller sig till närvaro undersöks vidare i Tabell 1. Utomhustemperaturerna i Figur 8 var högre under perioden utan EcoPilot (22/7-26/8) än med (28/8-22/9) och därmed kan det utslutas att utetemperaturen är källan till den högre maxtemperaturen med EcoPilot. Motsvarande diagram för samma period men på våningsplan 3 visar samma trender, vilket utsluter att det skulle vara en specifik trend för ett av våningsplanen.

I Figur 9 visas motsvarande diagram som i Figur 6 men för ett vinterfall (med EcoPilot 27/1-3/2 och utan 4/2-10/2 2015).



Figur 9 Rumstemperatur på plan 4 i Kuggen under perioden 27/1 -11/2 2015 där det markerade området är med EcoPilot och det vita är utan.

För vinterfallet syns att rumstemperaturerna hålls över en lägsta temperatur på 20 °C, såväl med som utan EcoPilot. Jämfört med sommarfallet så är maxtemperaturerna som förväntat lägre under vinterfallet och generellt är de något lägre med EcoPilot än utan. Av Figur 7 framgår att såväl med som utan EcoPilot hålls rumstemperaturer inom rimliga nivåer under vinterfallet.

### Rumstemperatur och närvaro

Vidare jämfördes data över rumstemperaturen med signalerna från närvarogivarna i de fyra rummen på plan 4, såväl för sommarfallet under perioden kring installationen av EcoPilot som för vinterfallet i

februari 2015. Resultat från båda fallen finns samlade i Tabell 2, uppdelat på de fyra donen i respektive väderstreck. Data insamlades med ett värde var 10 minut. Att notera är att temperaturgivarna sitter i tilluftsdonen vilket kan ha påverkan på temperaturmätningen då ventilationen är avstängd (vilket sker oftare med EcoPilot).

Tabell 2 Rumstemperatur och närvaro på plan 4 för sommar och vinterfall och med och utan EcoPilot där det gråmarkerade området är de rekommenderade temperaturnivåerna.

Plan 4		Sommarfall (19/8-1/9 2014)		Vinterfall (27/1 -11/2 2015).	
Väster	Rumstemperatur °C				
		Frånvaro	Närvaro	Frånvaro	Närvaro
Söder	Rumstemperatur °C				
		Frånvaro	Närvaro	Frånvaro	Närvaro

Plan 4		Sommarfall (19/8-1/9 2014)		Vinterfall (27/1 -11/2 2015).	
Norr	Rumstemperatur °C				
		Frånvaro	Närvaro	Frånvaro	Närvaro
Öster	Rumstemperatur °C				
		Frånvaro	Närvaro	Frånvaro	Närvaro

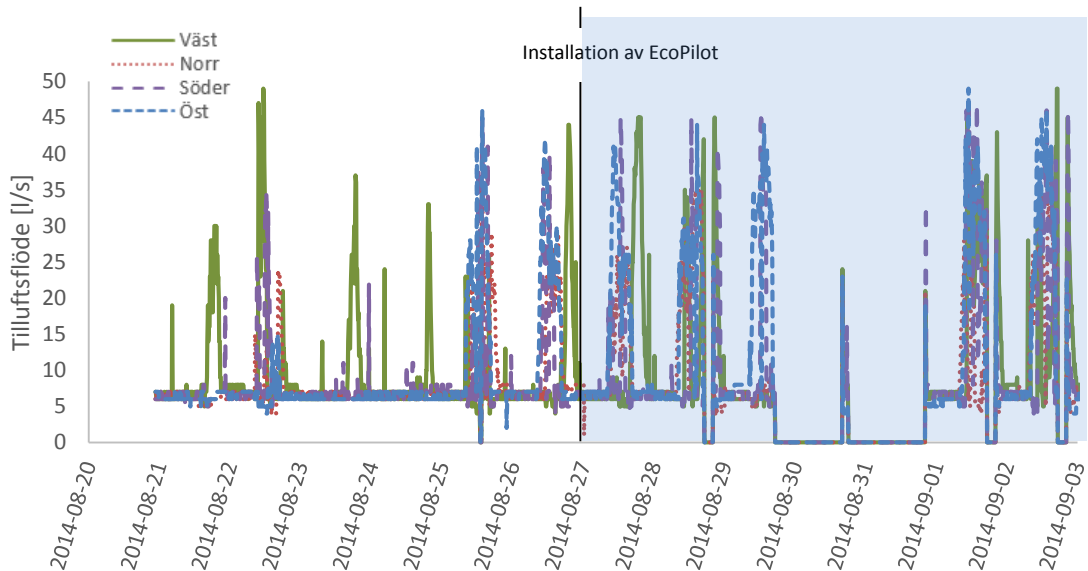
Det som framgår i Tabell 2 är att de stora variationerna i rumstemperaturer för sommarfallet med EcoPilot framförallt skedde under frånvaro.<sup>4</sup> Detta beror inte på att systemet styr efter närvaro, då det inte finns en sådan koppling mellan donens närvarogivare och styrsystemet, utan snarare att större temperaturvariationer tillåts utanför de förvalda komforttiderna. För sommarfallet observerades förhöjda rumstemperaturer med EcoPilot, vid närvaro, i rummen mot norr och söder under några tillfällen mitt på dagen/tidig eftermiddag. Dessa temperaturtoppar låg dock under 25°C, och var således inom normala komfortkrav sommartid.

<sup>4</sup> Antalet närvarotimmar i de olika rummen varierade under perioden men var jämnt fördelad mellan före och efter i samtliga av de fyra rummen.

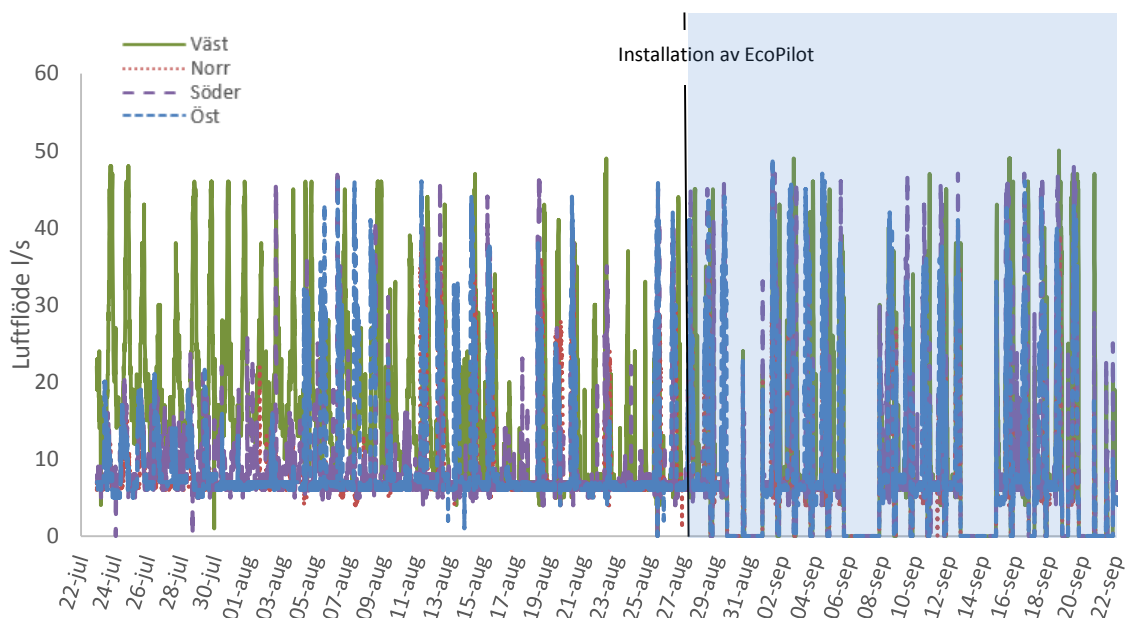
Vad som även kan utläsas från Tabell 2 är att vid vinterfallet hölls ungefär samma temperaturnivåer med och utan EcoPilot (vilka som förväntat är något lägre än för sommarfallet). I väster och söder hölls temperaturerna vid närvaro mellan 21-23 ° C och i norr och öster ca 22-24 ° C vilka uppfyller kraven på rumstemperatur vintertid. Detta visar att EcoPilot klarar att uppfylla ställda krav på rumstemperaturer, vid närvaro, såväl sommar som vinter. Att notera är även att sommartemperaturerna vid närvaro, såväl med som utan EcoPilot, ligger något lägre än de rekommenderade nivåerna mellan 23-26 °C. För samtliga loggningar sitter temperaturgivarna i tilluftsdonen vilket kan påverka uppmätta temperaturer då ventilationen är av.

## Luftflöden med och utan EcoPilot

En annan viktig del av innemiljön är tilluftsflödet eftersom det påverkar luftkvaliteten. Därför undersöktes detta för såväl sommar som vinterfallet genom att sammanställa loggad data över tilluftsflöde (l/s) från samma fyra tilluftsdon på våningsplan 4 som användes i föregående utvärdering av rumstemperaturen. Även tidperioderna för vinter och sommarfallen är de samma. I Figur 10 och 11 ses luftflöde utan och med EcoPilot för sommarfallet 20/8-3/9 år 2014.



**Figur 10** Tilluftsflöde i Kuggen på Plan 4 under perioden 20/8-3/9 år 2014 där det markerade området är med EcoPilot och det vita är utan.

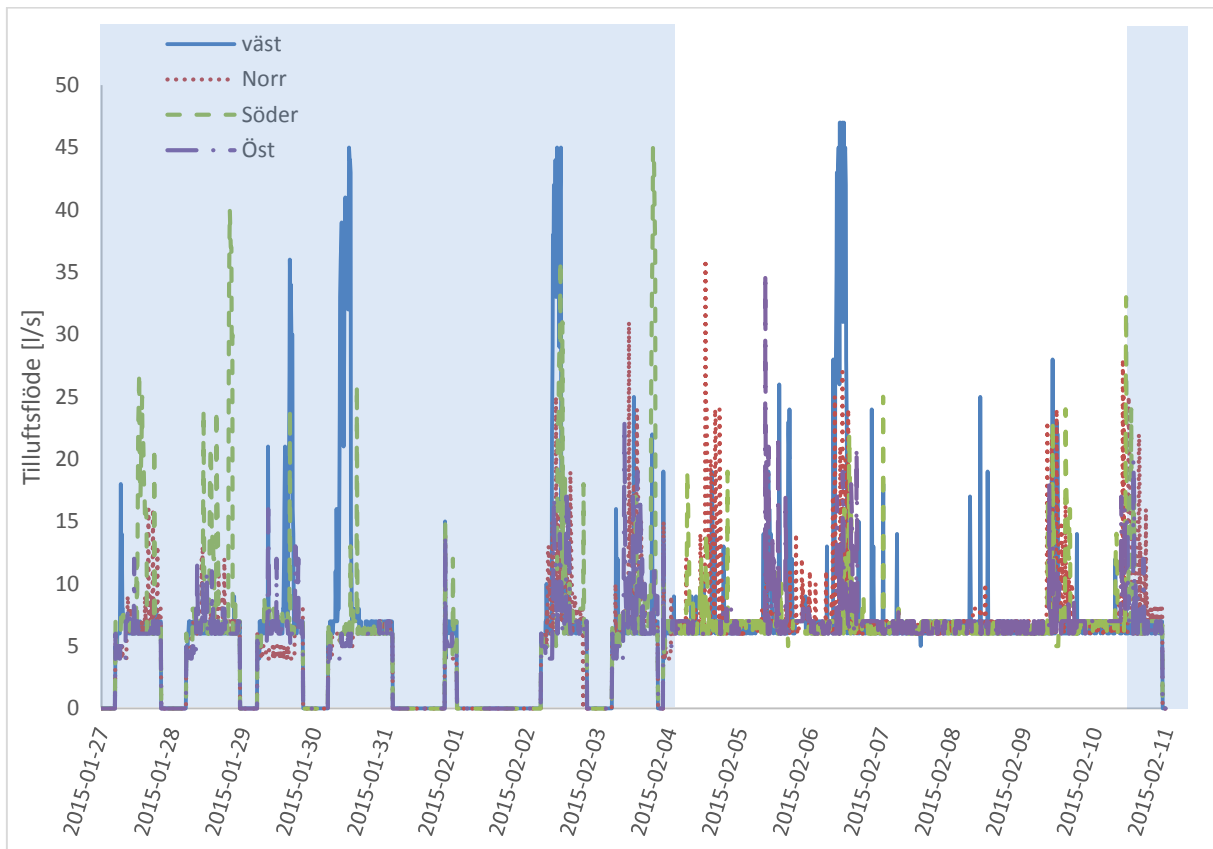


**Figur 11** Tilluftsflöde på Plan 4 i Kuggen under perioden 22/7-22/9 år 2014

Den tydligaste förändringen i tilluftsflödet med och utan EcoPilot (vilket syns tydligt i Figur 10) är att tilluftsflödet med EcoPilot helt stängs av under kvällar och helger, då temperaturnivåerna för lågaktivitet är uppfyllda, vilket inte var fallet med den gamla styrningen. Detta gör att energi kan

sparas både i form av värme och i form av el till fläktar under perioder utan verksamhet. Eftersom klimatsystemet har effektiv värmeåtervinning med en roterande värmeväxlare påverkar dock denna avstängning endast värmebehovet i liten grad. Avstängningen förväntas inte märkbart påverka inomhusklimatet för de som arbetar i huset med det har framgått av enkätsvaren att arbete även sker på kvällar och helger, vilket styrningen i nuläget inte tar hänsyn till då komforttiderna innefattar vardagar mellan klockan 4.30–20. Om tryckknapparna för forcerad ventilation inte används kan denna förändring att stänga av ventilation helt utanför komforttid indirekt påverka inomhusmiljön utanför komforttiderna negativt.

I Figur 12 syns samma luftflöde med och utan EcoPilot för vinterfallet. Även då syns tydligt att ventilationen med EcoPilot är avstängd under kvällar och helger och luftflödena var generellt lite lägre än för sommarfallen.



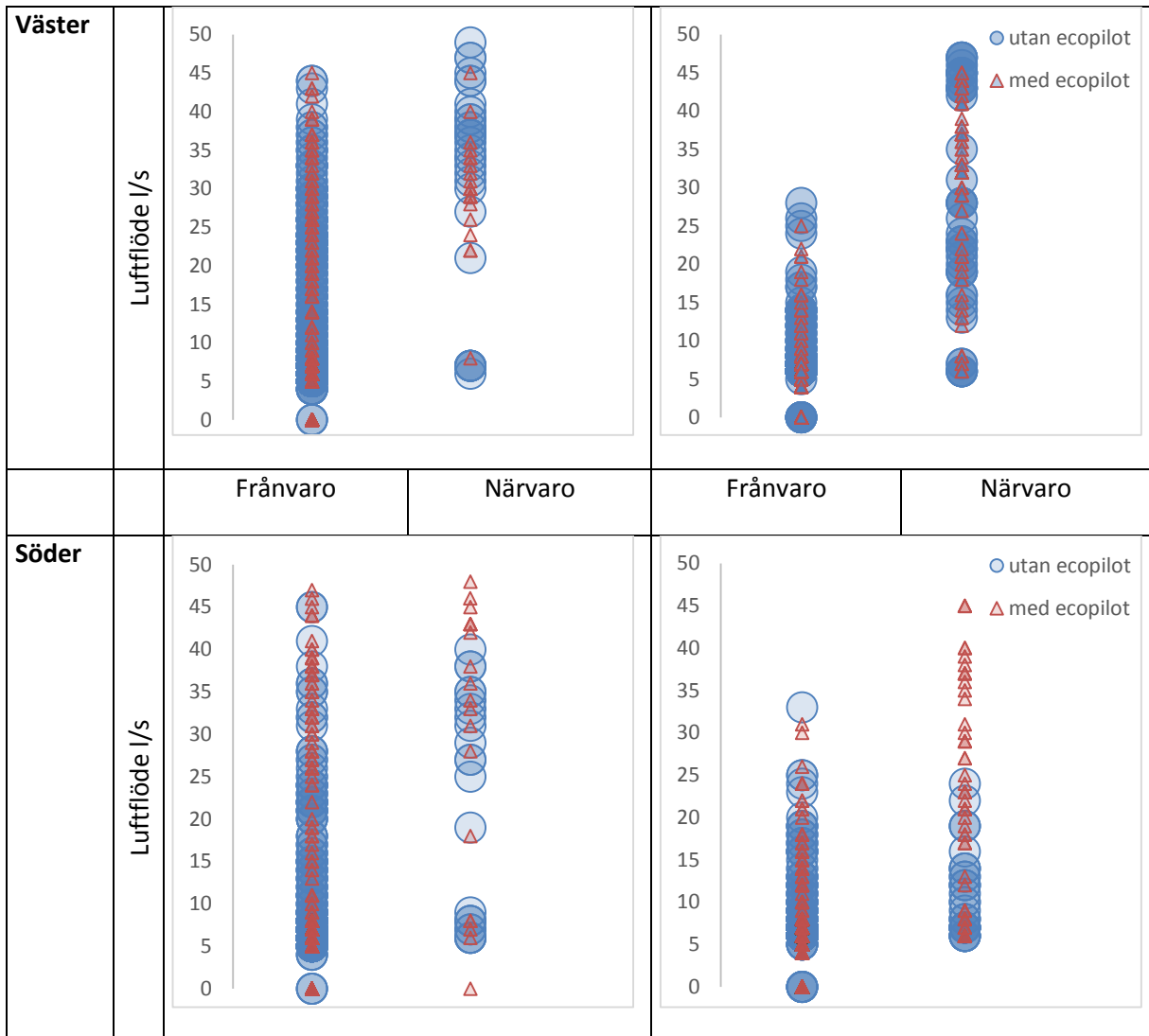
Figur 12 Tilluftflöden i Kuggen på plan 4 vid vinterfallet under 27/1-10/2 2015 där det markerade området är med EcoPilot och det vita är utan.

### Luftflöden och närvaro

Genom att jämföra luftflödena med närvaro på samma sätt som med rumstemperaturer i föregående avsnitt erhöles Tabell 3.

Tabell 3 Luftflöden och närvaro i Kuggen på plan 4 under sommar och vinterfall

Plan 4	Sommarfall (19/8-1/9 2014)	Vinterfall (27/1 -11/2 2015).





		Frånvaro	Närvaro	Frånvaro	Närvaro
<b>Plan 4</b>		<b>Sommarfall (19/8-1/9 2014)</b>		<b>Vinterfall (27/1 -11/2 2015).</b>	
<b>Norr</b>	Luftflöde l/s				
		Frånvaro	Närvaro	Frånvaro	Närvaro
<b>Öster</b>	Luftflöde l/s				
		Frånvaro	Närvaro	Frånvaro	Närvaro

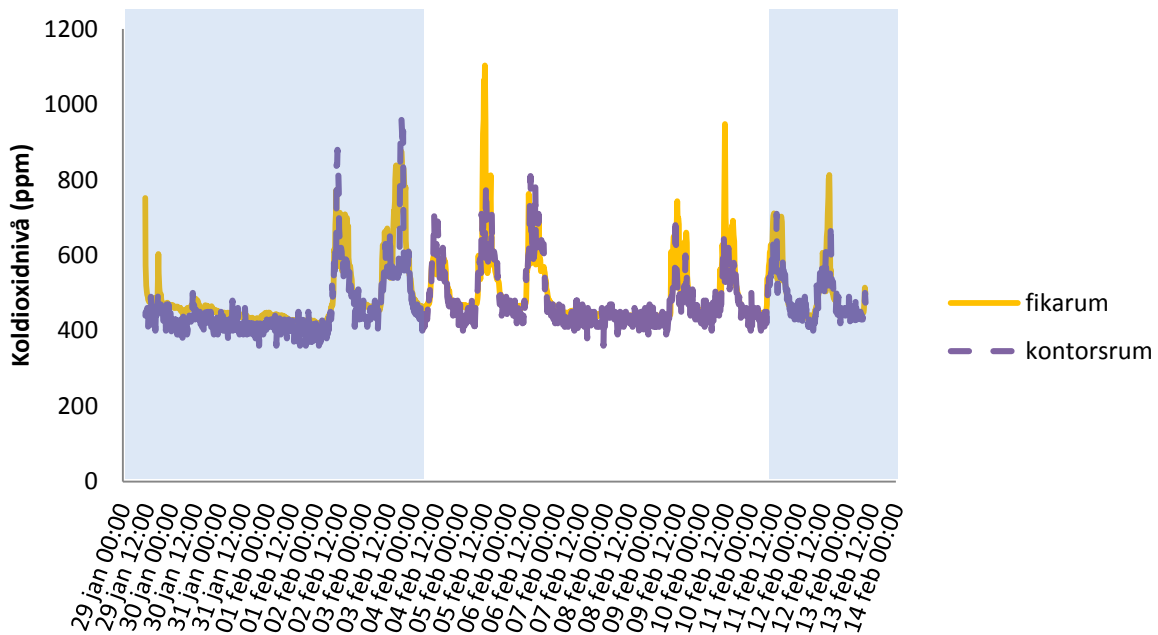
Generellt i Tabell 3 syns att luftflödena är lägre under vintern än sommar vilket beror på ett lägre kylbehov. I söder är det under vinterfallet högre luftflöden vid närvaro med EcoPilot än utan medan det under samma förhållanden i det västra rummet är lite lägre maxvärden på luftflödet. De olika storlekarna på rummen påverkar sannolikt vilka luftflöde som behövs och i det södra rummet som är ett fikarum/lunchrum är det troligen många personer som vistas i rummet samtidigt vilket innebär att högre luftflöde behövs jämfört med i ett litet kontorsrum (t.ex. norr och öster).

Det framgår även att luftflödena under såväl sommarfallet som vinterfallet till största del uppfyller kravet på minst ca 10 liter per sekund och person (med en golvyta på 10 m<sup>2</sup>), vid närvaro. Det finns däremot tillfällen då luftflödet är för lågt vid närvaro och detta sker i samma utsträckning med som utan EcoPilot. Närvarogivaren kan inte detektera hur många personer som vistas i ett rum och därför är det oklart om 10 liter/s och person verkligen är uppfyllt vid närvaro. Rummen i väster och söder är större (16 m<sup>2</sup> och 32 m<sup>2</sup>) och där kan det vara fler än en person som arbetar i rummen, men det finns

även fler tilluftsdon i samma rum. Ett sätt att säkerställa luftkvaliteten i ett sådant rum, avsett för flera personer, är att undersöka koldioxidnivån.

## Koldioxid

Efter undersökningar huruvida Kuggen är utrustad med koldioxidgivare visade det sig att det fanns ett enda don med koldioxidgivare i mötesrummet på plan 4. Loggade värden verkade dock inte rimliga och har därför inte inkluderats i analysen. Däremot gjordes koldioxidmätning i ett kontorsrum och ett fikarum på plan 4 i samband med avstängningen av EcoPilot under februari 2015, och resultatet syns i Figur 13.



Figur 13 Koldioxidmätning i ett kontorsrum och ett fikarum på våningsplan 4 med EcoPilot och under stoppet av EcoPilot 4/2-10/2 där markeringen är med EcoPilot och det vita området utan.

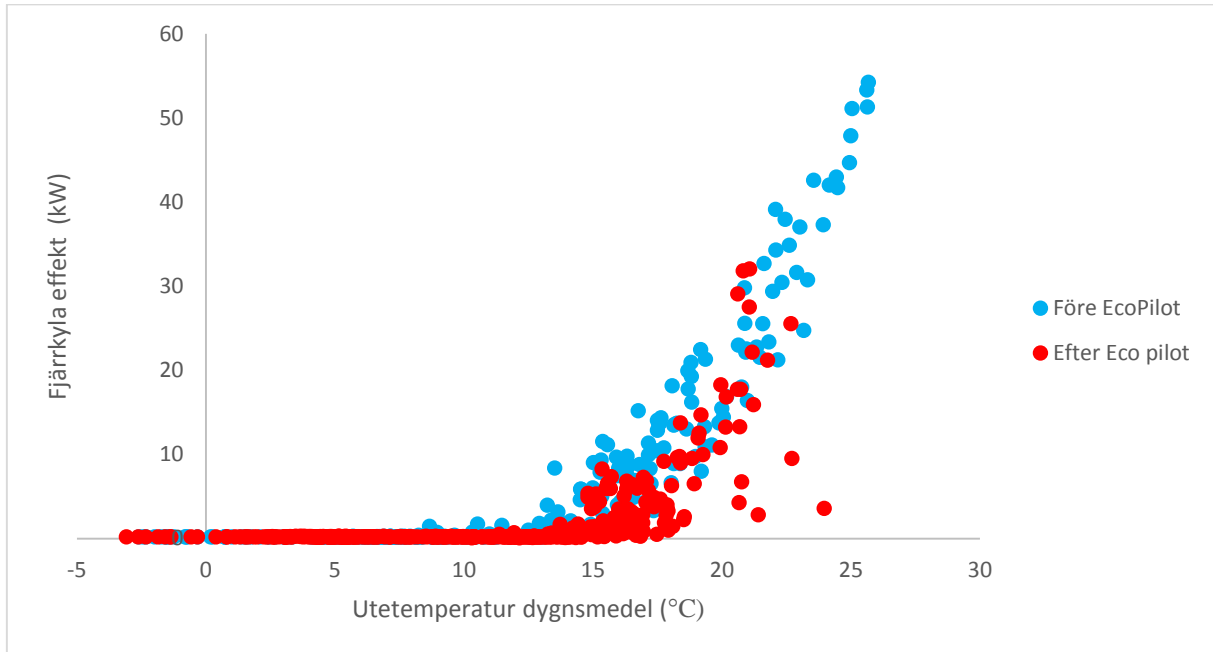
Det framgår att koldioxidhalterna, i både fallet med EcoPilot och utan, inte varaktigt överstiger 1000 ppm. Alltså uppfylls kraven på koldioxidnivå. Resultatet av mätningarna visar inte några stora skillnader mellan fallen med respektive utan EcoPilot. Koncentrationstopparna i fikarummet var dock högre utan EcoPilot. Mätningarna gjordes under en begränsad tid och endast vid två mätpunkter i byggnaden och koldioxidhalten påverkas till stor del av antalet personer i rummen vilket inte närvarogivaren kan uppfatta. Slutsatsen från dessa mätningar är att koldioxidhalterna hålls inom rimliga gränser, såväl med som utan EcoPilot.

## Energianvändning

En viktig del av utvärderingen av det nya styrsystemet EcoPilot är hur energianvändningen i byggnaden påverkas. Därför har uppmätta värden för energianvändning i form av värme, kyla och el sammanställts för ett års period med och utan EcoPilot. Sammanställningen inkluderar dels okorrigerade värden, presenterade i form av effektsignaturer men även normalårskorrigerad data (enligt graddagsmetod) från Göteborg Energi presenterad i tabellform.

## Fjärrkyla

I Kuggen används fjärrkyla, fjärrvärme och el. För att utetemperaturen med och utan EcoPilot inte ska påverka jämförelsen presenteras användningen i form av en effektsignatur. Värdena på dygnsmedeltemperaturen utomhus har tagits från en temperaturgivare på byggnaden, vilket innebär att värdet kan påverkas av byggnaden. Effektsignaturen för fjärrkyla syns i Figur 14.

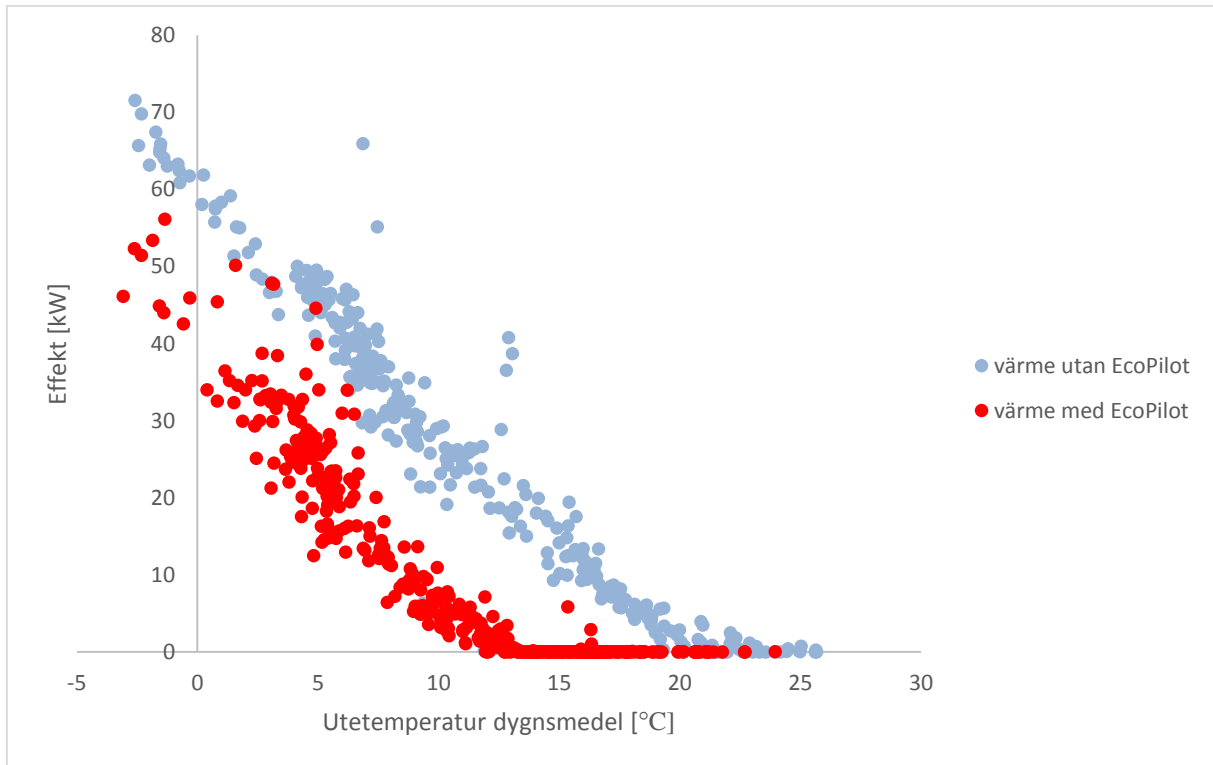


**Figur 14 Effektsignatur för fjärrkyla. Före EcoPilot motsvarar perioden 1/10 2013-27/8 2014 och efter EcoPilot perioden 28/8 2014- 13 oktober 2015, med dygnsmedelvärden för effekt och temperatur.**

Effektsignaturen för fjärrkyla antyder att vid de dygnsmedeltemperaturer som rådde efter installation av EcoPilot så låg fjärrkyleanvändningen något lägre än med det gamla styrsystemet.

## Värmeanvändning

Effektsignaturen för värme sträcker sig över perioden 1 oktober 2013 till 13 oktober 2015. De redovisade värdena avser endast värme för klimathållning (d v s tappvarmvattenberedning är inte inkluderat) inklusive värme från värmepumpen. Värmepumpens effekt räknades ut som en dygnsmedelffekt utifrån värden för dess producerade värmeenergi (kWh) per dygn. Resultatet finns i Figur 15.



**Figur 15 Effektsignatur för värmebehovet för uppvärmning. Före EcoPilot motsvarar perioden 1/10 2013-27/8 2014 och efter EcoPilot perioden 28/8 2014- 13 oktober 2015, med dygnsmedelvärden för effekt och temperatur.**

Effektsignaturen visar dygnsmedeleffekt för värmesystemen (inkluderat värme som kommer från värmepumpen). Det syns en tydlig trend där värmebehovet är lägre med EcoPilot jämfört med utan, vid samma utomhustemperaturer. Ur effektsignaturen syns även att trenden med en lägre energianvändning är ganska konstant vid varierande utetemperaturer och är alltså oberoende av hur stort värmebehovet är.

Antalet personer i byggnaden påverkar hur mycket värme och kyla som behövs. Då uppgifter om beläggning inte fanns tillgängligt fick istället verksamhetsel användningen representera beläggingsgraden. Då verksamheterna och uthyrningsgraden skiljer sig mycket mellan de olika våningsplanen visas uppmätt verksamhetsel för perioden september 2013 till augusti 2014 (utan EcoPilot) respektive september 2014 till augusti 2015 (med EcoPilot) för varje våningsplan och detta presenteras i Tabell 4.

Tabell 4 Verksamhetselanvändning utan EcoPilot( sept 2013-aug 2014) och med (sept 2014-aug 2015).

Plan	Hyresgästel sept 2013-aug 2014 (MWh)	Hyresgästel sept 2014-aug 2015 (MWh)
hyresgästel pl 1	21,1	20,7
hyresgästel pl 2	32,0	32,6
hyresgästel pl 3	29,3	31,6
hyresgästel pl 4	37,2	43,2
hyresgästel pl 5	22,7	29,2
Totalt:	142,3	157,4

Verksamhetselanvändningen är ungefär den samma för plan 1, 2 och 3 under perioden med EcoPilot som perioden utan. För plan 4 och 5 är verksamhetselen högre under perioden med EcoPilot jämfört med samma period året innan. Den totala verksamhetselanvändningen i byggnaden varierade med 11 % eller 3 kWh/m<sup>2</sup>, år och kan därför anses vara något högre för perioden med EcoPilot jämfört med perioden utan EcoPilot, och så även uthyrningsgraden.

### Normalårskorrigerad energianvändning med och utan EcoPilot

Energistatistik från Göteborg Energi ligger till grund för de värden över energianvändningen som presenteras i Tabell 5. Värdena för fjärrkyleanvändningen har tagits från loggade värden i systemövervakningsdatorn, eftersom Göteborg Energis fjärrkylemätare inkluderar fler byggnader än Kuggen. Då undermätare för tappvarmvatten saknas är detta inkluderat i fjärrvärmeanvändningen, men eftersom byggnaden är en kontorsbyggnad med normal kontorsverksamhet har antagandet gjorts att tappvarmvattenanvändningen endast utgör en liten del av fjärrvärmeanvändningen. Fastighetselen inkluderar el till värmepumpen.

Tabell 5 Energianvändningen med och utan EcoPilot för perioderna 1a sep- 31aug.

	Utan EcoPilot sept 2013-aug 2014 (MWh)	Med EcoPilot sept 2014-aug 2015 (MWh)	Skillnad (MWh)	
Normalårskorrigerad fjärrvärmeanvändning	127	60	-67	-53 %
Fjärrvärmeanvändning	114	53	-61	-53 %
Värme från värmepump	132	69	-64	-48 %
Total värmeanvändning	246	122	-124	-50 %
Fjärrkyla	53	17	-36	-67 %
Fastighetsel (inkl. värmepumpsel)	141	104	-37	-26 %
Verksamhetsel	142	157	15	+11 %

Det syns att produktionen av värme från värmepumpen skiljer sig markant mellan 2013/2014 och 2014/2015 vilket delvis beror på driftsproblemen under hösten 2014 som ledde till att fjärrvärme använts som värmekälla i större utsträckning än under hösten 2013. Om man ser på värme från värmepumpen och fastighetselanvändning för endast december, januari februari så har värmepumpen producerat 11 % mindre värme och minskningen av fastighetsel för samma period är 16 %. Detta tyder på att en del av besparingen av fastighetsel beror på hur värmepumpen har gått, men man kan fortsatt se en besparing i fastighetsel under de månader där pumpen har fungerat felfritt. Anledningen att den producerat mindre värme trots felfri funktion kan bero på att det totala

värmebehovet har minskat, vilket kan påverkas av ökad spillvärme från ökad verksamhetsel samt yttre faktorer som utetemperaturer.

Delar av besparingen av värme och fastighetsel som syns i Tabell 5 kan bero på åtgärder som kunnat genomföras utan installation av det överordnade styrsystemet; exempelvis förändringar i drift där man stänger av ventilationen nattetid. En analys av de flöden som loggats av övervakningsdatorn visar att det genomsnittliga luftflödet var drygt 2,9 m<sup>3</sup>/s innan installation av det överordnade styrsystemet och ca 1,9 m<sup>3</sup>/s efter. Flödesreduktionen beror till allra största delen på att ventilationen stängdes nätter och helger, förutom under perioder då nattkyla behövdes. Innan EcoPilot togs i drift var ventilationen i drift dygnet runt men med något reducerad drift nattetid. Flödet underskred dock sällan 2 m<sup>3</sup>/s .

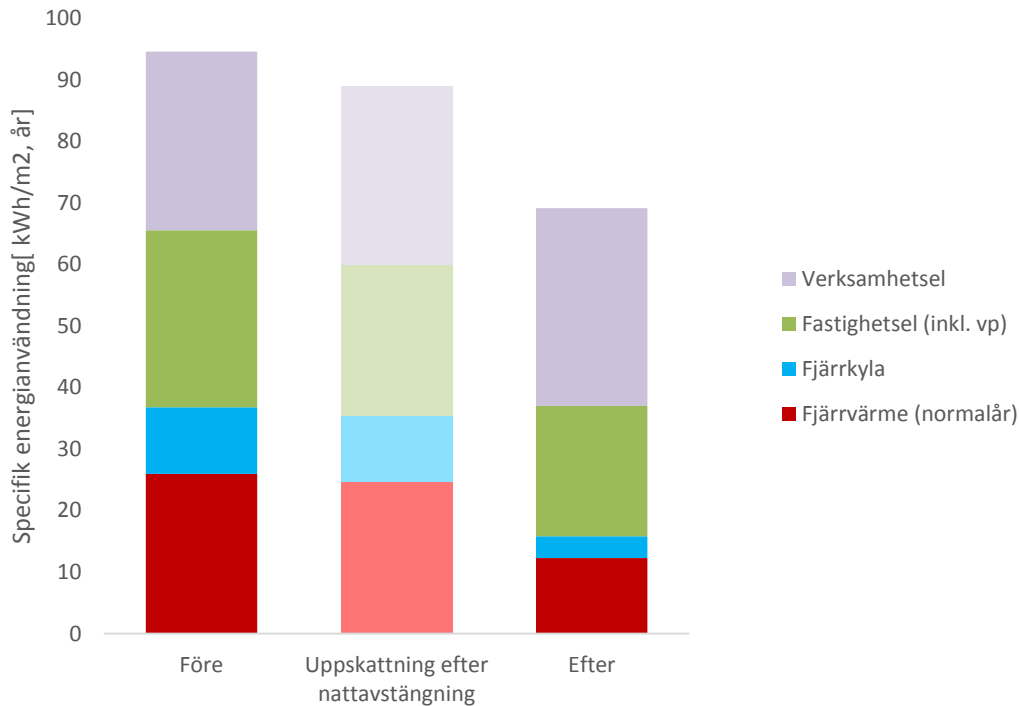
Behovet av eftervärmning kan beräkningsmässigt uppskattas till ca 14 MWh/år under förutsättning att ventilationen stängs av på natten. Om ventilationen istället hade varit i drift dygnet runt skulle behovet av eftervärmning ha uppgått till ca 25 MWh/år. Motsvarande värde för fläktel beräknas till 33 MWh/år vid nattstängd ventilation och 52 MWh/år om ventilationen hade varit i drift dygnet runt. Således beräknas nattstängningen bidra till en värmebesparing på 11 MWh/år och en elbesparing (fläktel) på 19 MWh/år. En jämförelse med uppmätt energianvändning enligt Tabell 5 visar att nattstängningen uppskattas svara för knappt 10 % av minskningen av värmebehovet och ca 50 % av minskningen av behovet av fastighetsel. Uppskattningsvis skulle den årliga specifika energianvändningen exklusive verksamhetsel innan installation ha varit 60 kWh/m<sup>2</sup> om endast nattsänkning hade genomförts. Nattstängningen bedöms svara för ungefär 20 % (6 kWh/m<sup>2</sup>) av den totala besparingen av fjärrvärme, fjärrkyla och el (29 kWh/m<sup>2</sup>).

Beräkningsresultatet i föregående stycke gäller under följande antaganden: SFP-värde 2,0 kW per m<sup>3</sup>/s, temperaturverkningsgrad för värmeåtervinningen 70 %, tilluftstemperatur 17°C och en frånluftstemperatur 22°C.

Minskningen av komfortkyla är 67 %. En bidragande orsak var att sommaren 2015 var kallare än sommaren 2014 och då det främst är under sommarmånaderna som komfortkyla behövs så påverkar sommarklimatet kylbehovet. Detta gör det svårt att bedöma hur stor påverkan det nya styrsystemet haft på användningen av fjärrkyla.

En del av ökningen av verksamhetsel är förmodligen kopplad till att våningsplan 5 sedan årsskiftet 2015 använts i full utsträckning, vilket inte varit fallet innan 2015. Men det syns även en nästan lika stor ökning för plan 4 och anledningen till denna ökning är okänd. Den årliga totala specifika energianvändningen inklusive verksamhetsel gick från 95 kWh/m<sup>2</sup> före installation till 69 kWh/m<sup>2</sup> med det nya systemet i drift.

I Figur 16 finns Kuggens specifika energianvändning presenterad. Elen för värmepumpen är inte normalårskorrigerad.



**Figur 16** Energianvändning i kWh/m<sup>2</sup>, dels före installation av det nya styrsystemet och mittsapelns visar en grov uppskattning av energianvändningen med bara nattavstängning. Slutligen visas energianvändningen efter installation av det nya styrsystemet. De olika fälten visar hur stor del som hör till värme, kyla, fastighetsel respektive verksamhetsel. Mätperioden är 12 månader (september-augusti).

Kuggen har alltså under utvärderingsperioden gått från en specifik energianvändning på 66 kWh/m<sup>2</sup> per år utan EcoPilot till 37 kWh/m<sup>2</sup> per år med. Dessa siffror är exklusive verksamhetsel. Inklusive verksamhetsel blir siffrorna 95 kWh/m<sup>2</sup> per år respektive 69 kWh/m<sup>2</sup> per år. Om endast nattavstängning hade genomförts uppskattas den specifika energianvändningen exklusive verksamhetsel vara 60 kWh/m<sup>2</sup>.

Med senaste byggregler som referens (BBR 22) har byggnaden gått från energiklass C (motsvarar kravet) till energiklass B som räknas som byggnad med låg energianvändning.

### Förändringar i fastighetsdrift

Ett annat mål med utvärderingen var att undersöka hur driften av Kuggen förändrats med det nya styrsystemet. Under perioden för byte av styrsystem byttes dessvärre även driftpersonalen ut vilket gjorde det svårt att göra en jämförelse i driften före och efter EcoPilot. Samtal har hållits med den nya driftpersonalen i början av december 2014. Upplevelsen var att man på driften fått bra stöd från personal på Kabona och att man har en kontinuerlig kontakt. Skillnaden som man upplevt jämfört med andra byggnader utan EcoPilot är att i och med att EcoPilot är ett överordnat styrsystem ger det mindre möjligheter för driftpersonal att påverka bland annat framledningstemperaturer. Däremot kan driftpersonalen gå in och styra börvärden för rumstemperaturer via Lindinventsystemet vid felanmälningar rörande temperaturer. Detta är möjligt då radiatorernas styrventiler är kopplade till tilluftsdonen. Andra skillnader som driften uppmärksammat är att eftersom radiatorerna i Kuggen håller jämförelsevis låg temperatur så uppfattar brukare i byggnaden att de inte fungerar tillfredsställande. Detta framgick dock inte om detta har förändrats med EcoPilot eller om det är en konsekvens av Lindinventdonens styrning av radiatorerna. Driftpersonalen bekräftar även problem

med värmeåtervinningen under hösten men efter byte av motor för drivning av rotern i slutet av november 2014 ska problemen med stor sannolikhet vara avhjälpta. Under perioderna då återvinningen inte fungerat har tilluftstemperaturerna varit mycket låga, men trots detta är uppfattningen att man inte märkt av någon skillnad i mängden felanmälningar rörande rumstemperaturer i direkt samband med dessa driftsproblem. Generellt gällande felanmälningar kopplade till termiskt klimat upplever driftavdelningen, som är de som tar emot felanmälningarna, att personer i Kuggen i högre utsträckning än i andra fastigheter anser att det är för kallt. Detta kan till viss del bero på att problemen med värmeåtervinnaren lett till låga inomhustemperaturer. Under utvärderingsperioden har injusteringar av systemet gjorts där bland annat tiderna för komfortdrift ändrats och driftpersonalen upplever att detta lett till minskat antal felanmälningar under början av 2015. Huruvida det finns någon koppling mellan antalet felanmälningar och byte av styrsystem har inte kunnat klargöras då man även bytt felanmälningssystem under perioden för utvärdering.

## Diskussion och slutsatser

Det övergripande målet med projektet var att utföra en opartisk utvärdering av det aktuella systemets funktion med avseende på energibesparingspotential, inverkan på inneklimat och förenklad fastighetsdrift. Under utvärderingen har det däremot förekommit driftsproblem för värmeåtervinning och värmepump, förändringar i driftspersonal, byte av webbserver och felrapporteringssystem. Detta har försvårat utvärderingen då dessa parametrar kan ha påverkat resultatet.

Mer konkret formulerades hypoteser, från Kabonas erfarenheter, att energibehovet skulle minska med 20 % värme, 15 % kyla och 5 % fastighetsel och att inneklimatet skulle bli oförändrat eller förbättrat. Utfallet i denna utvärdering blev total värmebesparing på ca 50 %, fjärrkylbesparing på 67 % och minskning i fastighetsel 26 %.

### Slutsatser

Nedan följer de slutsatser som kunnat dras rörande innemiljö och energianvändningen i Kuggen med det nya styrsystemet (september-augusti 2014/2015) och utan (september- oktober 2013/2014).

### Inneklimat

- Under kontorsarbetstid, dagtid, uppfylldes normala temperaturkrav både med och utan det överordnade styrsystemet såväl vinter som sommar.
- Inomhusluftens temperatur varierade mer med det nya styrsystemet än med det gamla. De kraftigare temperaturvariationerna uppträdde framförallt då ventilationen stängts av enligt förutbestämda drifttider.
- Med det nya styrsystemet stängs ventilationen av nattetid och helger. Innan driftsättning reducerades luftflödet till en grundnivå, men stängdes aldrig av. Då det under utvärderingen framgick att tryckknapparna för forcerad ventilation inte används (endast 15 % svarade i enkäten att de kände till knapparna) kan avstängningen innebära risk för otillfredsställande innemiljö utanför komforttiderna.
- Under normal kontorsarbetstid observerades luftflöden i samma storleksordning med det nya styrsystemet jämfört med det gamla och ett tillräckligt luftflöde erhöles oftast såväl med som utan EcoPilot.



- Enligt koldioxidmätningar i två rum under februari överstegs inte 1000 ppm varaktigt varken med eller utan det nya styrsystemet vilket tyder på att koldioxidnivåerna i Kuggen uppfyller kraven.
- Enkätundersökningarna visar på att andelen missnöjda med upplevelsen av temperaturförhållanden och luftkvalitet har ökat från maj 2014 till maj 2015 (då det nya styrsystemet varit i drift i 8 månader). Det som framförallt har upplevts som problem är att det är dålig instängd luft under eftermiddagar och att det är för kallt under vinterhalvåret under kontorstider. Enligt enkätundersökningen före byte av styrsystem så ansåg 88 % att luftkvaliteten var mycket bra, bra eller acceptabel medan motsvarande resultat i enkätundersökningen med det nya styrsystemet var 67 %.
- Om man bara ser på svar från de tretton respondenter som deltagit i båda enkätundersökningarna (med och utan EcoPilot) så syns ingen tydlig påverkan på inomhusmiljön som följd av det nya styrsystemet.
- Försämringen i upplevt inneklimat gäller även när det specifikt frågas om en period (senaste 3 månaderna) då driften varit normal. Då antalet svarande är lägre i den uppföljande undersökningen är resultatet mindre tillförlitligt. Då det är få personer som svarat i båda enkätundersökningarna kan det inte helt uteslutas att det kan vara så att EcoPilot har påverkat upplevelsen av luftkvalitet och temperaturförhållande i Kuggen. Däremot tyder genomförda mätningar av luftflöde, temperatur och CO<sub>2</sub> på att inneklimatet inte har försämrats med EcoPilot under komforttiderna.

I den nya överordnade styrningen av Kuggen tas inte hänsyn till signalen från närvarogivare. Den möjligheten finns dock rent tekniskt. Detta förutsätter dock att data kan levereras från det befintliga styrsystemet till det nya överordnade systemet. Så länge detta inte görs är det svårt att uppfylla kraven på termiskt klimat, ventilation och luftkvalitet för brukare som använder lokalerna utanför de förutbestämda drifttiderna (4.30-20.00). Som nämnt ska det dock finnas tryckknappar i byggnaden så att brukarna kan aktivera komfortdrift men dessa används inte i någon större utstäckning. För att säkerställa att dessa används som det är tänkt bör det informeras om tryckknapparnas funktion till de som arbetar i fastigheten. Om tryckknapparna används aktiveras i nuläget komfortdrift på ett helt våningsplan istället för endast i de rum där det finns behov, vilket hade varit möjligt med närvarostyrning.

### Energianvändning

- Effektsignaturen för fjärrkyla antyder en liten minskning i fjärrkylaanvändning med EcoPilot jämfört med utan trots en total minskning på 67 %. Men man ser även att det var lägre maxtemperaturer under perioden med det nya styrsystemet. Detta tyder alltså på att behovet av kyla på grund av höga utetemperaturer var större under perioden före byte jämfört med perioden med det nya styrsystemet i drift.
- Effektsignaturen för värme (där produktion från värmepump inkluderats) visar en tydlig trend i minskad användning av värme med det nya styrsystemet. Effektsignaturen för värme visar även att man med EcoPilot börjar använda värme vid en lägre dygnsmedeltemperatur utomhus (ca 13 °C) jämfört med utan. Enligt funktionsbeskrivning är värmesystemets pumpar i drift vid en utetemperatur under 16 °C.
- Energianvändningen för Kuggen förväntades minska med det nya styrsystemet och utvärderingen av de tolv månaderna som EcoPilot varit i drift tyder på att så är fallet. Under

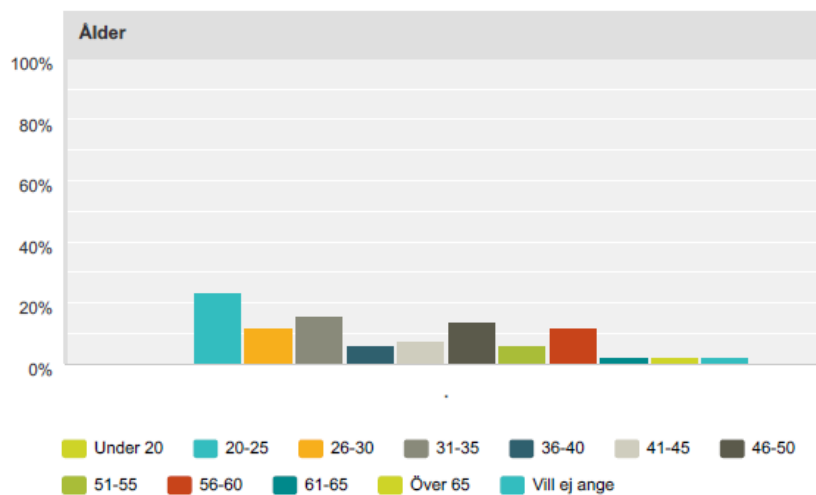
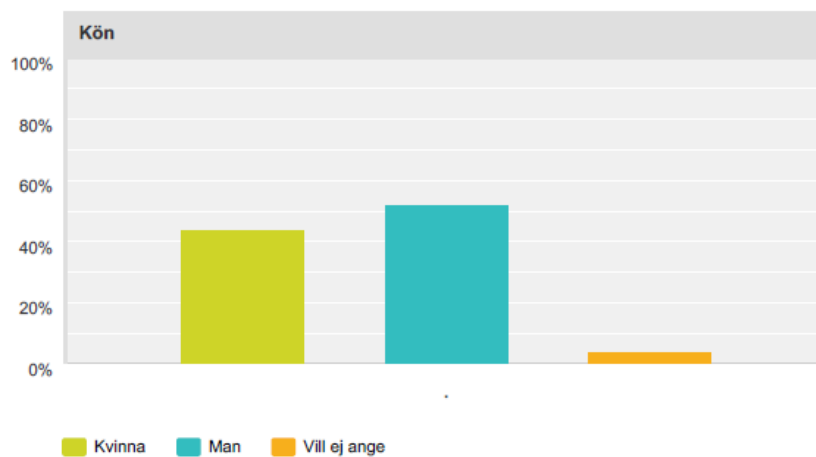
perioden sept-aug 2014/2015 har den normalårskorrigerade fjärrvärmeanvändningen minskat med 53 %, vilket mycket väl uppfyller den förväntade besparingen på 20 %. Om värmepumpens värmeproduktion inkluderas till värmeanvändningen (normalårskorrigerad) blir den totala besparingen av värme 50 % för perioden med det nya styrsystemet. En besparing på 50 % är anmärkningsvärt högt i en ny byggnad som har bra energiprestanda redan från början.

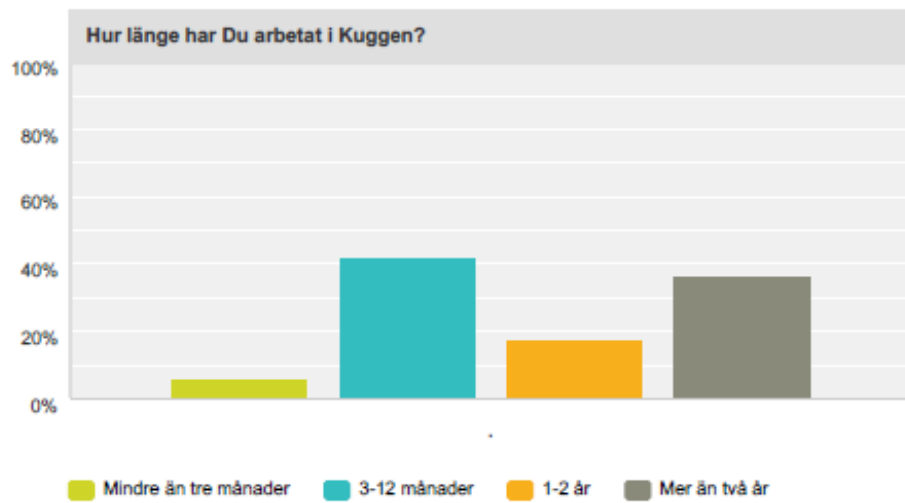
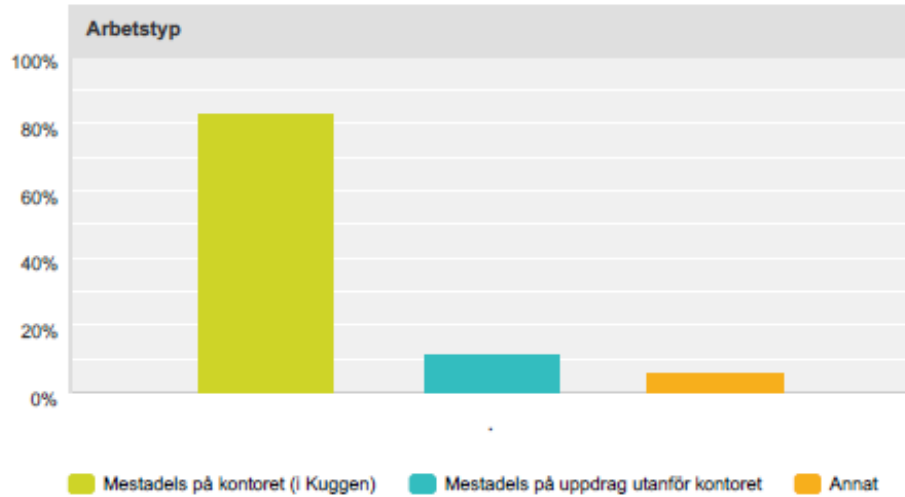
- Delar av besparingarna beror på åtgärder, som natt- och helgavstängning av ventilation, som hade kunnat genomföras utan EcoPilot. Av värmebesparingen uppskattades dock nattavstängningen stå för knappt 10 % av besparingen.
- Fjärrkylanvändningen har minskat med 67 % under perioden med det nya styrsystemet vilket mycket väl uppfyller den förväntade besparingen på 15 %. Det har däremot varit ett lägre behov på grund av lägre sommartemperaturer under perioden vilket kan bidra till en stor del av besparingen. Effektsignaturen visar däremot att kyleffektbehovet har minskat något med det nya byggnadsintegrerade styrsystemet.
- Även fastighetselanvändningen (inklusive el till värmepumpen) har minskat och är 26 % lägre med det nya styrsystemet. En del av minskningen kan bero på att värmepumpen knappt varit i drift under hösten 2014, vilket då minskat behovet av fastighetsel. Vid jämförelse för period med och utan EcoPilot där värmepumpen fungerat normalt är samma minskning 16 %. Det är alltså troligt att, även bortsett från problem med värmepumpen, så kan en minskning av fastighetselen på 5 % kan uppnås med det nya styrsystemet. Uppskattningsvis är ungefär hälften av besparing i fastighetsel från åtgärden att stänga av ventilationssystemet under kvällar och helger, vilket minskar den totala drifttiden väsentligt, vilket skulle kunna genomföras utan EcoPilot.
- Den uppmätta årliga specifika energianvändningen (normalårskorrigerad värme, kyla samt fastighetsel) för Kuggen har gått från 66 kWh/m<sup>2</sup> till 37 kWh/m<sup>2</sup> och bygganden har gått från energiklass C till energiklass B som motsvarar byggnad med låg energianvändning (med BBR 22 som referens). En åtgärd som gjordes med den nya styrningen var nattavstängning av ventilation och värmesystem. Uppskattningsvis skulle den specifika energianvändningen med bara nattavstängning ha resulterat i ca 60 kWh/m<sup>2</sup>.
- Om besparingen från nattavstängningen räknas bort blir besparingen i total energianvändning (inklusive verksamhetsel) ändå ca 22 %. En del av denna besparing kan dock härledas till ett lägre kylbehov under sommaren med det nya styrsystemet.

# Bilaga 1-Enkätundersökning 2014

## Q1 Basfakta

Svarade: 53 Hoppade över: 0

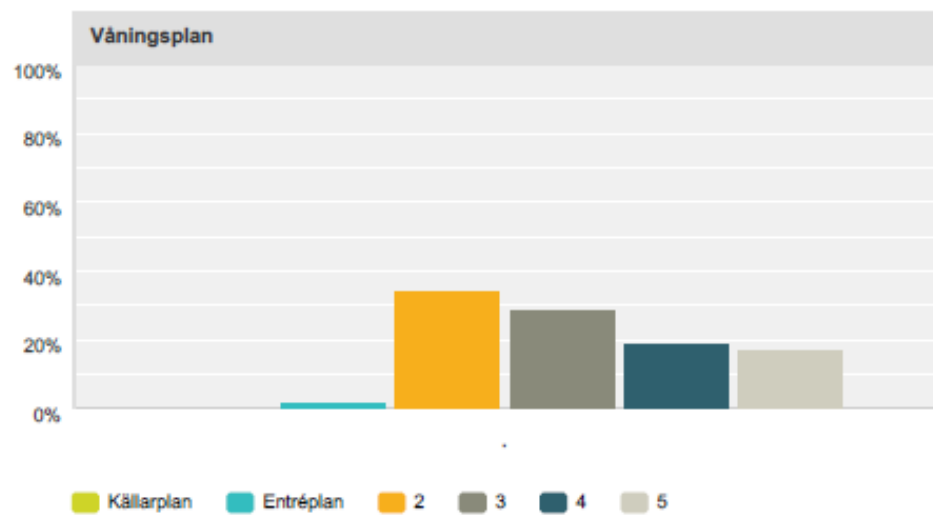
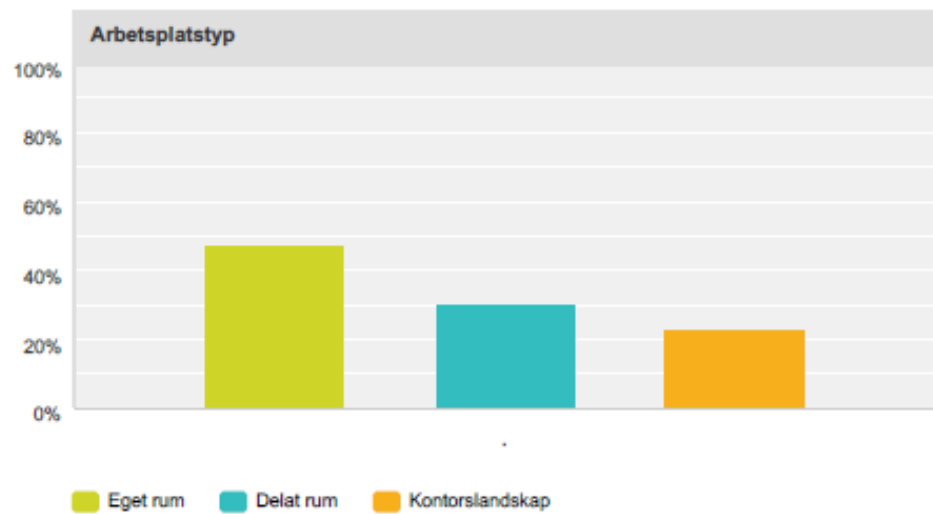




Kön													
	Kvinna			Man			Vill ej ange			Totalt			
.	44,23%			51,92%			3,85%			52			
	23			27			2						
Ålder													
	Under 20	20-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	Över 65	Vill ej ange	Totalt
.	0,00%	23,08%	11,54%	15,38%	5,77%	7,69%	13,46%	5,77%	11,54%	1,92%	1,92%	1,92%	52
	0	12	6	8	3	4	7	3	6	1	1	1	
Arbetstyp													
	Mestadels på kontoret (i Kuggen)				Mestadels på uppdrag utanför kontoret				Annat		Totalt		
.	83,02%				11,32%				5,66%		53		
	44				6				3				
Hur länge har Du arbetat i Kuggen?													
	Mindre än tre månader			3-12 månader			1-2 år		Mer än två år		Totalt		
.	5,66%			41,51%			16,98%		35,85%		53		
	3			22			9		19				

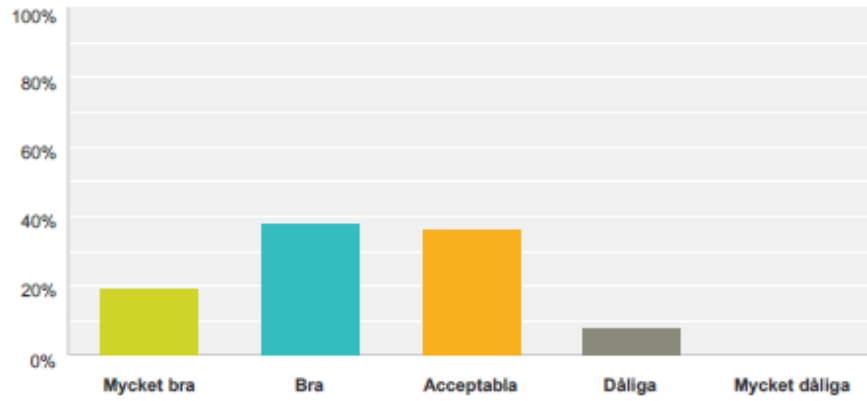
## Q2 Om arbetsplatsen

Svarade: 53 Hoppade över: 0

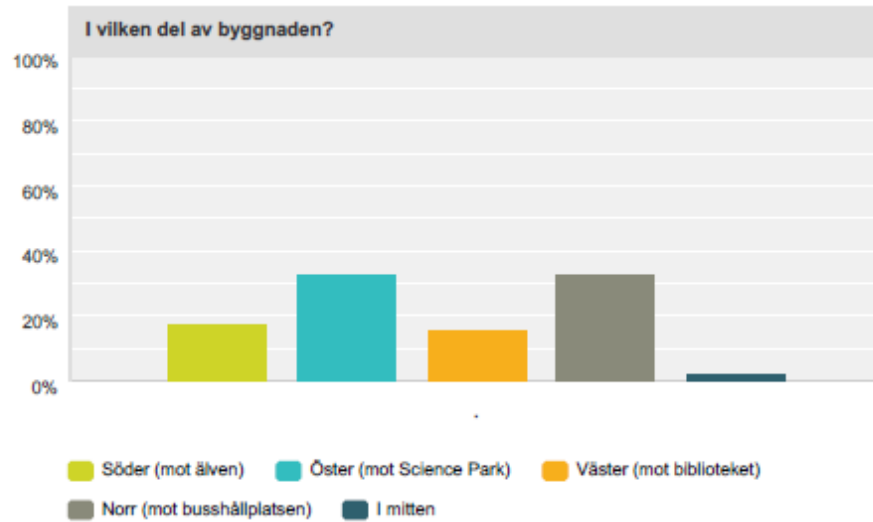


### Q3 Vad anser du om temperaturförhållandena på arbetsplatsen?

Svarade: 53 Hoppade över: 0



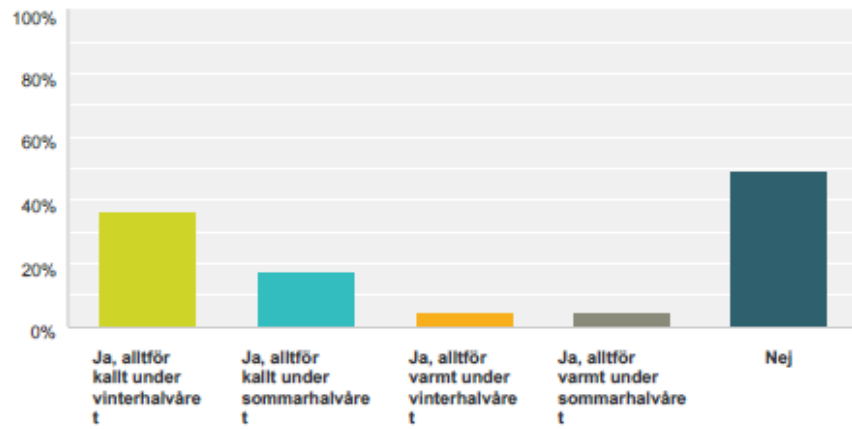
Svarsval	Svar
Mycket bra	18,87% 10
Bra	37,74% 20
Acceptabla	35,85% 19
Dåliga	7,55% 4
Mycket dåliga	0,00% 0
<b>Totalt</b>	<b>53</b>



Arbetsplatstyp							
	Eget rum	Delat rum	Kontorslandskap				Totalt
.	47,17% 25	30,19% 16	22,64% 12				53
Våningsplan							
	Källarplan	Entréplan	2	3	4	5	Totalt
.	0,00% 0	1,89% 1	33,96% 18	28,30% 15	18,87% 10	16,98% 9	53
I vilken del av byggnaden?							
	Söder (mot älven)	Öster (mot Science Park)	Väster (mot biblioteket)	Norr (mot busshållplatsen)	I mitten	Totalt	
.	17,31% 9	32,69% 17	15,38% 8	32,69% 17	1,92% 1	52	

### Q4 Har du upplevt några problem med temperaturen på arbetsplatsen?

Svarade: 47 Hoppade över: 6

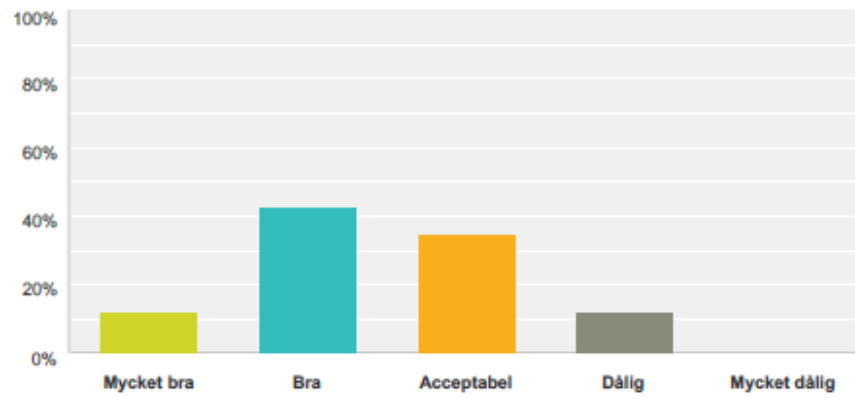


Svarsval	Svar
Ja, alltför kallt under vinterhalvåret	36,17% 17
Ja, alltför kallt under sommarhalvåret	17,02% 8
Ja, alltför varmt under vinterhalvåret	4,26% 2
Ja, alltför varmt under sommarhalvåret	4,26% 2
Nej	48,94% 23
<b>Totalt antal svarande: 47</b>	



### Q5 Vad anser du om luftkvaliteten på arbetsplatsen?

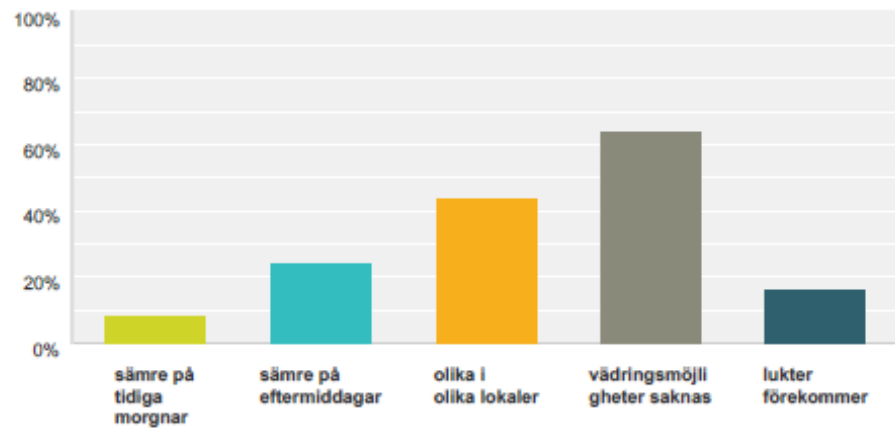
Svarade: 52 Hoppade över: 1



Svarsval	Svar	Antal
Mycket bra	11,54%	6
Bra	42,31%	22
Acceptabel	34,62%	18
Dålig	11,54%	6
Mycket dålig	0,00%	0
<b>Totalt</b>		<b>52</b>

### Q6 Om problem med luftkvaliteten:

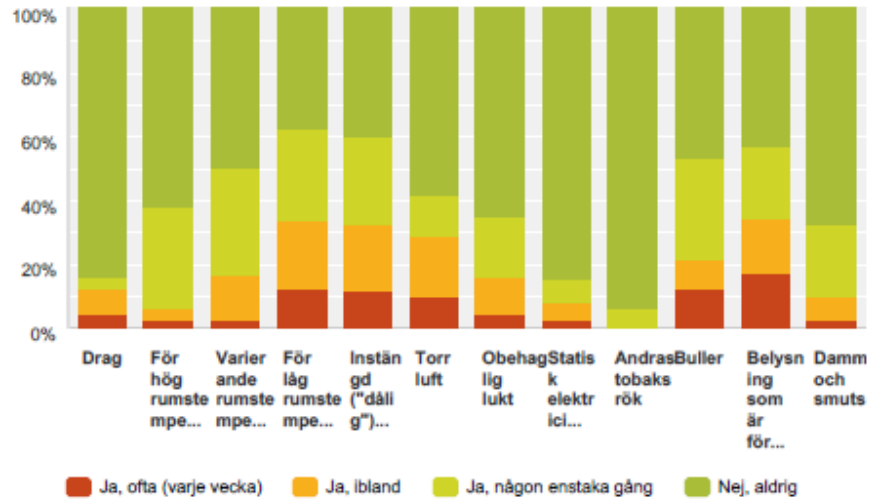
Svarade: 25 Hoppade över: 28



Svarsval	Svar	Antal
sämre på tidiga morgnar	8,00%	2
sämre på eftermiddagar	24,00%	6
olika i olika lokaler	44,00%	11
vädringsmöjligheter saknas	64,00%	16
lukter förekommer	16,00%	4
<b>Totalt antal svarande: 25</b>		

### Q7 Har du de senaste 3 månaderna känt dig besvärad av någon eller några av följande faktorer på din arbetsplats?

Svarade: 53 Hoppade över: 0



	Ja, ofta (varje vecka)	Ja, ibland	Ja, någon enstaka gång	Nej, aldrig	Totalt
Drag	3,92% 2	7,84% 4	3,92% 2	84,31% 43	51
För hög rumstemperatur	2,00% 1	4,00% 2	32,00% 16	62,00% 31	50
Varierande rumstemperatur	2,08% 1	14,58% 7	33,33% 16	50,00% 24	48
För låg rumstemperatur	11,76% 6	21,57% 11	29,41% 15	37,25% 19	51
Instängd ("dålig") luft	11,54% 6	21,15% 11	26,92% 14	40,38% 21	52
Torr luft	9,43% 5	18,87% 10	13,21% 7	58,49% 31	53
Obehaglig lukt	3,85% 2	11,54% 6	19,23% 10	65,38% 34	52
Statisk elektricitet som gör att du lätt får stötar	1,89% 1	5,66% 3	7,55% 4	84,91% 45	53
Andras tobaksrök	0,00% 0	0,00% 0	5,77% 3	94,23% 49	52
Buller	11,76% 6	9,80% 5	31,37% 16	47,06% 24	51
Belysning som är för svag eller ger bländning och/eller reflexer	16,98% 9	16,98% 9	22,64% 12	43,40% 23	53

Damm och smuts	1,92% 1	7,69% 4	23,08% 12	67,31% 35	52
----------------	------------	------------	--------------	--------------	----

## Q8 Ytterligare synpunkter

Svarade: 22 Hoppade över: 31

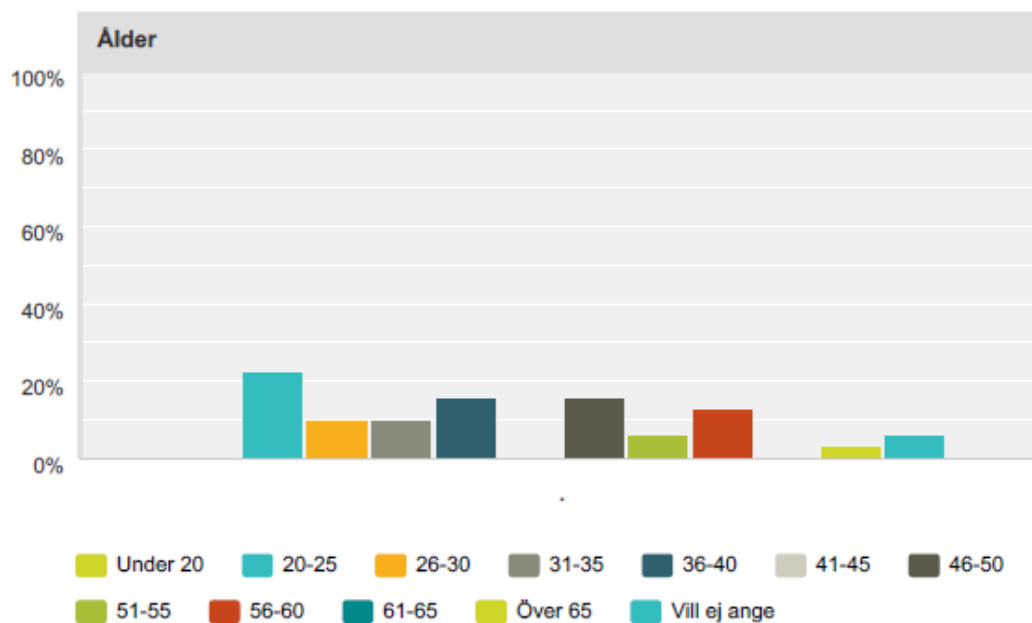
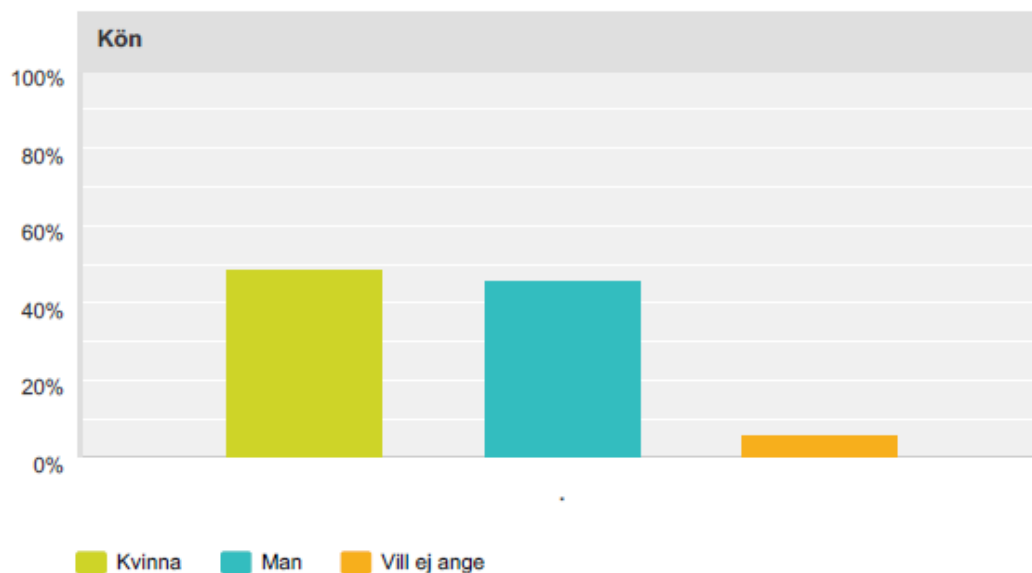
#	Svar	Datum
1	[manuellt inmatad från engelska enkäten]	2014-05-19 11:30
2	[manuellt inmatad från engelska enkäten]	2014-05-19 11:29
3	[manuellt inmatad från engelska enkäten]	2014-05-19 11:28
4	[manuellt inmatad från den engelska enkäten]	2014-05-19 11:25
5	Kan inte se några större problem med klimatet.	2014-05-13 09:36
6	Tidigare var det problem med kallras över axlarna, men efter minimering av det ena donet fungerar det bra.	2014-05-12 18:03
7	kuggen är en jättefin arbetsmiljö! men det finns några hos oss som gärna klagar på lite av varje...	2014-05-12 14:10
8	Väldigt olika beroende på vilket håll rummen vetter åt, men även individuella skillnader där. Varken belysning eller luftklimat fungerar tillfredsställande.	2014-05-12 12:52
9	Väggar ger väldigt lite ljudisolering vilket gör att det kan vara störande med möten som pågår nära det egna rummet även om man stänger dörren	2014-05-09 13:23
10	Har jobbat halvtid sedan januari vilket motsvarar mindre än 3 månader på plats.	2014-05-09 08:33
11	Det är synd att fönstren inte går att öppna även eftersom det känns instängt. Det är kallare i mitten på planet (köket är ett köldhål på vintern). Enkätsynpunkt: Finns det någon anledning att fråga efter kön och ålder? Vad tänkte ni göra om män visar sig tycka att det är smutsigare? Städa deras rum oftare eller sparka ut dem?	2014-05-08 22:31
12	-- Allt för torr luft: jag har metat, det ligger på 10-20% om vintern, 25-35% om sommarn; det hälsosamma nivå ligger på 50-60%. Att 50-60% är hälsosamt är vetenskaplig erkänd och känd sedan många år. Vid bygg att Kuggen blev det medvetet beslutat att inte bygga inn luft-fuktare, kanske en fel. Vid att fönstren inte kan öppnas kan man heller inte få inn bättre luft från utomhus. -- När det är lunch på köket, så känn matos på hela planet. -- Akustik: Planet är bygg med mycket glas, men det finns ingen ljudabsorberande material (som textil eller träd på väggen, eller mattor på golvet). Detta skapar en mycket obekvämt ekande. Även normala samtal hörs på helt motstående håll av samma plan. Det finns kompetens på akustik inom 200 meter från Kuggen, vid Nordconsult AB. Varför blev inte akustikexperter involverat vid bygg av innemiljö? Kanske kan heltäckningsmatta lösa problemet? Helt klart att Volvo har förhandlat fram helteckningsmatte på plan 4, antaglig på grund av för mycket ekande. -- Ljud-isolation mellan kontoren är inte bra. Man hör helt normal samtal från ett kontor till ett annat. Lägste byggnorm blev vald, det håller inte. -- Det centrala rummet på nivå 3 är inte uppvärmt, och är hela året mycket kallt, särskilt om vintern. -- Ljust: Även vid normalt dagsljus kommer det in för litet dagsljus, eftersom fönstren är för små. -- Ljus: Lamporna på plan 3 ger för kallt ljus, det var en felbeställning. Felbeställning har blivit bekräftat av elektriker. -- Styrning av ljus fungerar ej. Behoven till dom som arbetar måste komma före energi-spar-standards. Rörelse sensorer fungerar inte. Styrning av ljus (från/till) fungerar inte. Det ser ut som det mesta med ljus, ljud, värme etc. har gått fel i detta huset. Kan man göra om, börja på nytt? Varför har inte Chalmers Fastigheter kört hårdare på garanti rättigheter överför el, ljus, och luft-leverantörer? Jag kan gärna återkoppla om behövs, jag kan dokumentera allt som är sagt här mycket noga, och jag har också vetenskapliga rapporter som visar på att fönster måste kunna öppnas för att dom som arbetar i huset skal känna sig väl. Fönster som inte kan öppnas leder till huvudvärk och brist på trivsel. Det är en signifikant skillnad. Jag sände detta dokumentet till Chalmers Fastigheter, Lars Mauritzon, vid planering av Kuggen. Det saknas också växter på planet, och det saknas vatten-hoar för att hämta vatten till växter. Jag handleder 4-5 kolleger som säkerligen sluter sig till allt detta. Dom sitter nära mig. Dom är alla Engelsk-språklig, så jag ber om att dessa åsikter får vikt för 5 personer, tack!	2014-05-08 17:33
13	I rummet High det finns mycket lukt på grund av diskbänken, resten är OK	2014-05-08 16:48

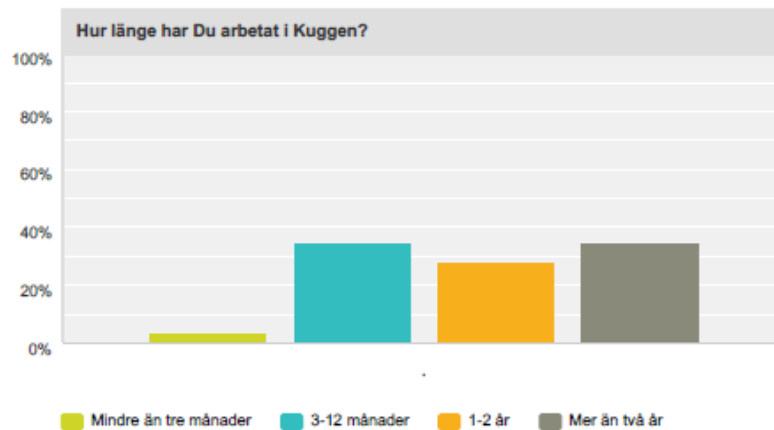
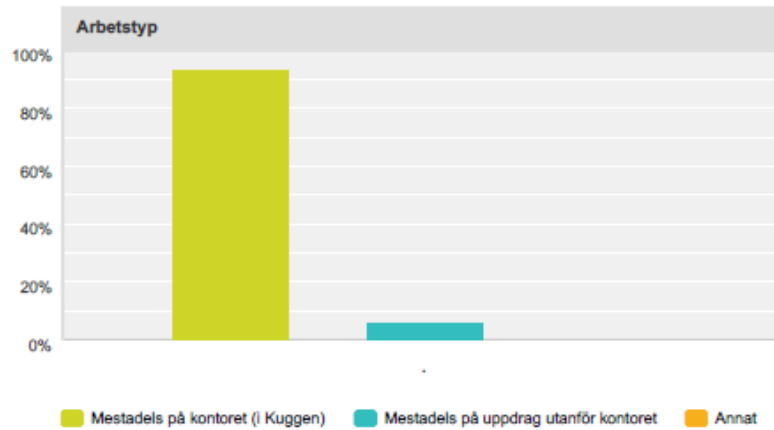
14	Belysning och ventilation verkar vara inställd på att ingen är i byggnaden efter kl 18:00. Då vi håller på med forskning så är det en aktivitet som ofta sker på kvällstid och fram till tidig natt. Belysningen i lokalerna stängs av vilket gör att det blir ett mycket mörkt intryck som skapar en otrevlig miljö. Lamporna i de enskilda rummen släcks om man sitter stilla och arbetar. MKT irriterande. Medarbetare har köpt in och ställt fram egen belysning för att motverka den dåliga belysningen och att det släcks ner, vilket naturligtvis är en bra sak för vår upplevda miljö men sämre ur ett perspektiv då vi skall spara ström. Dessa lampor kan ibland stå på dygnet runt. Vore därför fint om den centrala styrningen av belysningen kan bli bättre och mer anpassad för vårt sätt att arbeta. I övrigt ger de tunna väggarna en hel del "överhöring" av telefonsamtal och andra samtal vilket kanske inte alltid är helt lyckat. Samtal i de öppna miljöerna och i korridoren fortplantas med gott resultat vilket gör att samtal i korridoren på en sidan av Kuggen ibland kan överhöras till andre delen av samma våningsplan i kuggen. Inte en helt lyckad lösning helt enkelt. De små möteskuberna drabbas av dålig luft när man sitter 3 personer i dessa.	2014-05-08 16:36
15	Belysningen lever sitt eget liv... Det är hopplöst att det inte går att "vädra ur" en lokal under en kort paus, vare sig genom att öppna fönster eller forcera ventilation.	2014-05-08 07:53
16	Kuggen är en underbar skapelse. Jag önskar att arkitekten hade tagit vara på miljön och lagt en terrass som krans runt våningsplanet!!	2014-05-07 20:48
17	Ljusskärmens motorer låter en del då den "kör" runt huset, ganska störande faktiskt,	2014-05-07 18:34
18	Nyser en hel del när jag är på jobbet!	2014-05-07 15:54
19	den "smarta" belysningen tar inte hänsyn till verksamheten i lokalen, vilket innebär ett störande moment vid det generella arbetet och ger upphov till avbrott i exempelvis presentationer och filmvisning. Studenterna saknar eluttag för datorer annat än längs ytterväggen. Dagens lösning är kedjor av förgreningsdosor som ibland är av tveksam kvalitet. Uttag som hänger från taket kan vara en god idé.	2014-05-07 14:54
20	Det är ofta väldigt mörkt.	2014-05-07 14:53
21	Solskärmen väsnas	2014-05-07 14:22
22	Toaletterna är inte så bra städade.	2014-05-06 14:51

## Bilaga 2-Enkätundersökning 2015

### Q1 Basfakta

Svarade: 33 Hoppade över: 0





Kön													
	Kvinna				Man				Vill ej ange			Totalt	
.	48,48%				45,45%				6,06%			33	
	16				15				2				

Ålder													
	Under 20	20-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	Över 65	Vill ej ange	Totalt
.	0,00%	21,88%	9,38%	9,38%	15,63%	0,00%	15,63%	6,25%	12,50%	0,00%	3,13%	6,25%	32
	0	7	3	3	5	0	5	2	4	0	1	2	

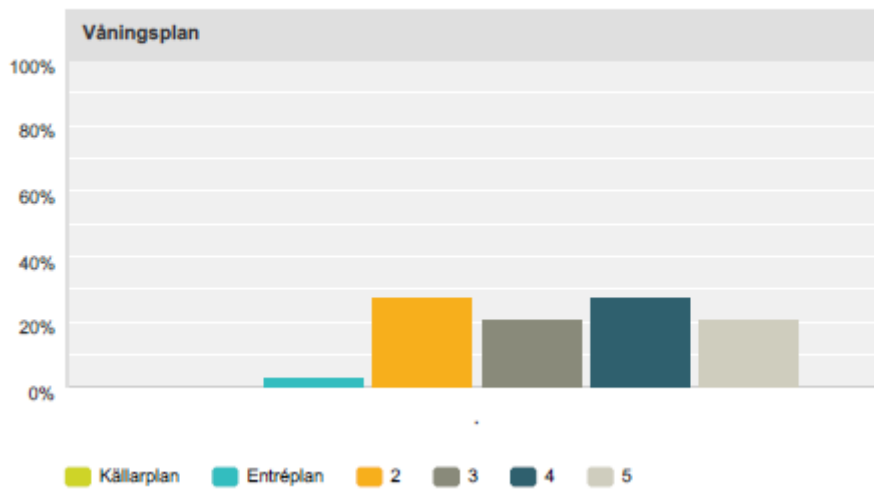
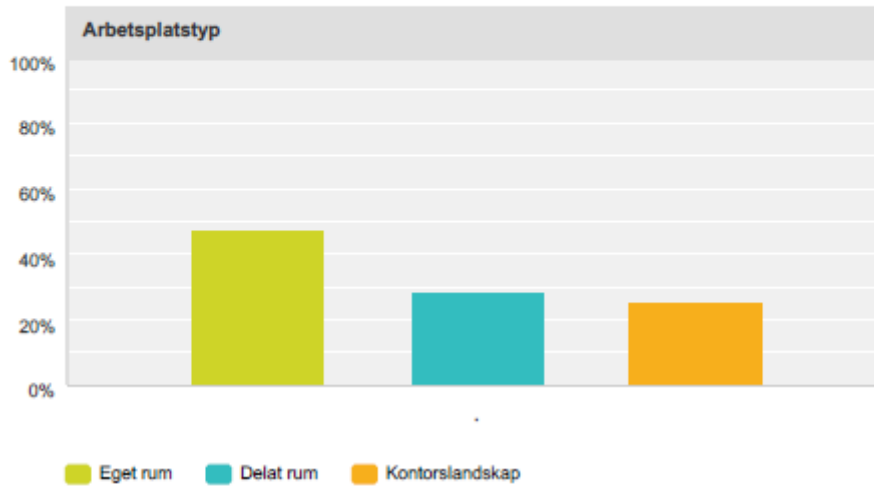
Arbetstyp						
	Mestadels på kontoret (i Kuggen)		Mestadels på uppdrag utanför kontoret		Annat	Totalt
.	93,75%		6,25%		0,00%	32
	30		2		0	

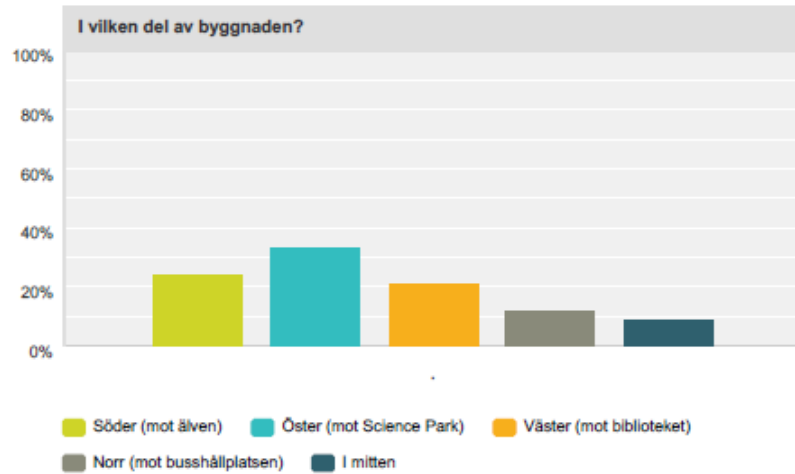
Hur länge har Du arbetat i Kuggen?						
	Mindre än tre månader		3-12 månader	1-2 år	Mer än två år	Totalt
.	3,13%		34,38%	28,13%	34,38%	32
	1		11	9	11	

## Q2 Om arbetsplatsen

Svarade: 33 Hoppade över: 0



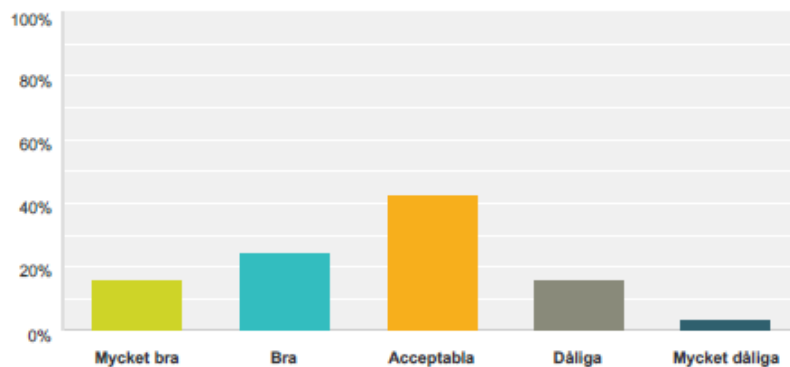




Arbetsplatstyp							
	Eget rum	Delat rum	Kontorslandskap			Totalt	
	46,88% 15	28,13% 9	25,00% 8			32	
Våningsplan							
	Källarplan	Entréplan	2	3	4	5	Totalt
	0,00% 0	3,03% 1	27,27% 9	21,21% 7	27,27% 9	21,21% 7	33
I vilken del av byggnaden?							
	Söder (mot älven)	Öster (mot Science Park)	Väster (mot biblioteket)	Norr (mot busshållplatsen)	I mitten	Totalt	
	24,24% 8	33,33% 11	21,21% 7	12,12% 4	9,09% 3	33	

### Q3 Vad anser du om temperaturförhållandena på arbetsplatsen?

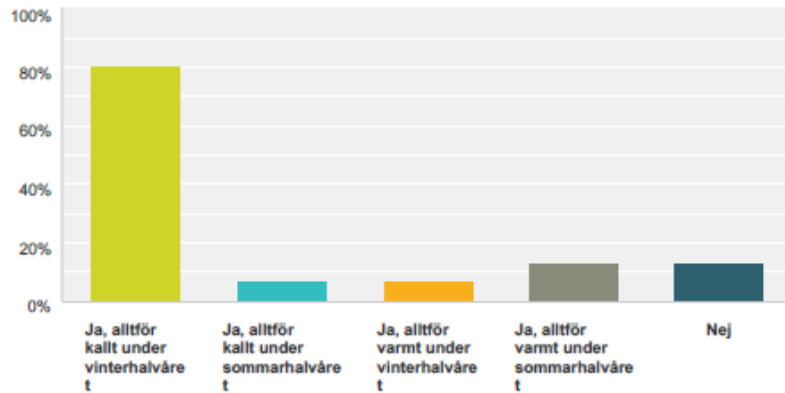
Svarade: 33 Hoppade över: 0



Svarsval	Svar
Mycket bra	15,15% 5
Bra	24,24% 8
Acceptabla	42,42% 14
Dåliga	15,15% 5
Mycket dåliga	3,03% 1
<b>Totalt</b>	<b>33</b>

### Q4 Har du upplevt några problem med temperaturen på arbetsplatsen?

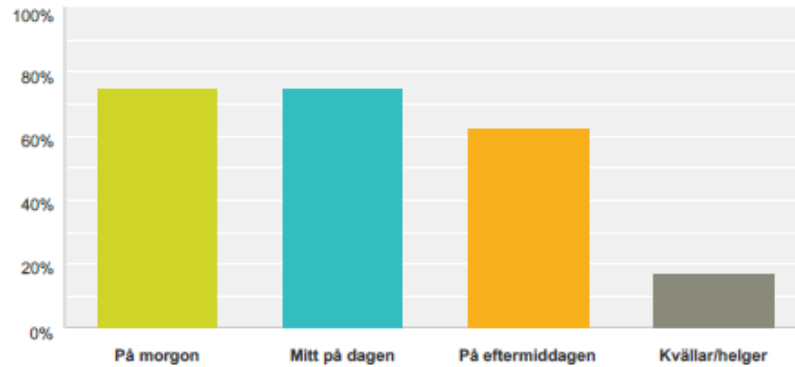
Svarade: 31 Hoppade över: 2



Svarsval	Svar
Ja, alltför kallt under vinterhalvåret	80,65% 25
Ja, alltför kallt under sommarhalvåret	6,45% 2
Ja, alltför varmt under vinterhalvåret	6,45% 2
Ja, alltför varmt under sommarhalvåret	12,90% 4
Nej	12,90% 4
<b>Totalt antal svarande: 31</b>	

### Q5 Om problem med temperatur upplevts, när har de upplevts?

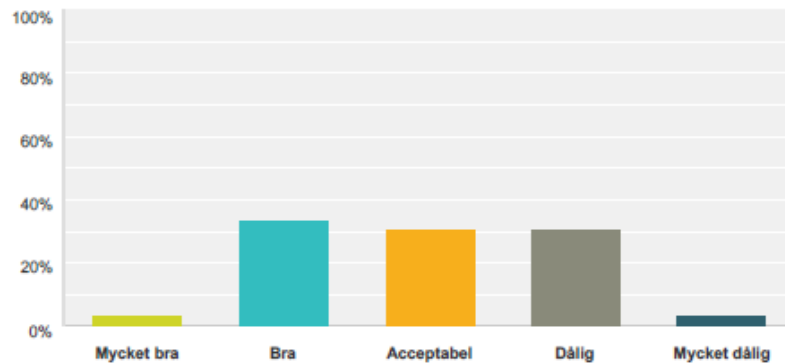
Svarade: 24 Hoppade över: 9



Svarsval	Svar
På morgon	75,00% 18
Mitt på dagen	75,00% 18
På eftermiddagen	62,50% 15
Kvällar/helger	16,67% 4
<b>Totalt antal svarande: 24</b>	

### Q6 Vad anser du om luftkvaliteten på arbetsplatsen?

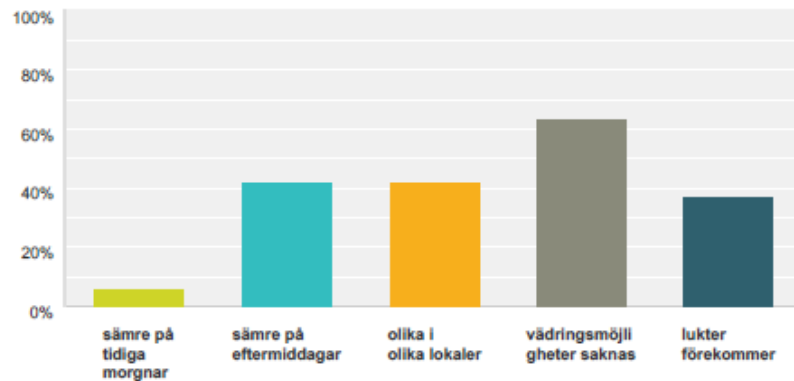
Svarade: 33 Hoppade över: 0



Svarsval	Svar	Antal
Mycket bra	3,03%	1
Bra	33,33%	11
Acceptabel	30,30%	10
Dålig	30,30%	10
Mycket dålig	3,03%	1
<b>Totalt</b>		<b>33</b>

### Q7 Om problem med luftkvaliteten:

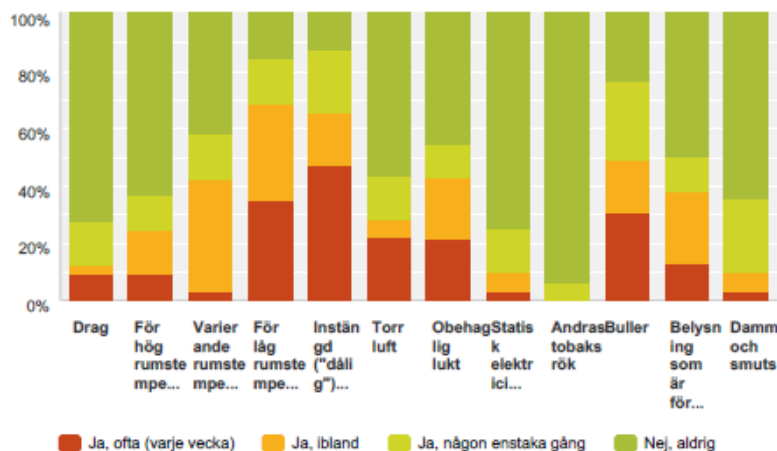
Svarade: 19 Hoppade över: 14



Svarsval	Svar	Antal
sämre på tidiga morgnar	5,26%	1
sämre på eftermiddagar	42,11%	8
olika i olika lokaler	42,11%	8
vädringsmöjligheter saknas	63,16%	12
lukter förekommer	36,84%	7
<b>Totalt antal svarande: 19</b>		

### Q8 Har du de senaste 3 månaderna känt dig besvärad av någon eller några av följande faktorer på din arbetsplats?

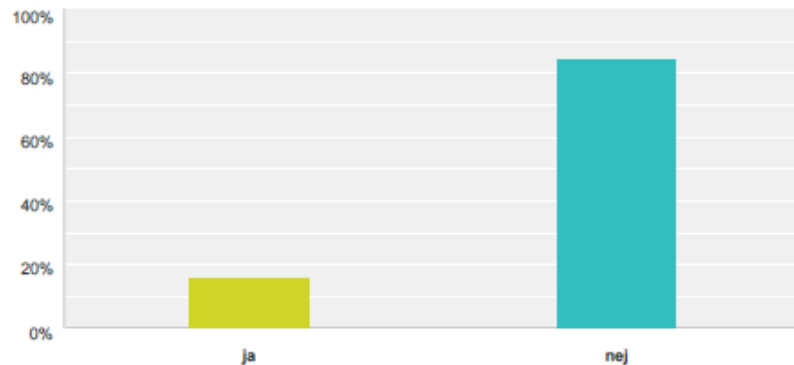
Svarade: 33 Hoppade över: 0



	Ja, ofta (varje vecka)	Ja, ibland	Ja, någon enstaka gång	Nej, aldrig	Totalt
Drag	9,09% 3	3,03% 1	15,15% 5	72,73% 24	33
För hög rumstemperatur	9,09% 3	15,15% 5	12,12% 4	63,64% 21	33
Varierande rumstemperatur	3,23% 1	38,71% 12	16,13% 5	41,94% 13	31
För låg rumstemperatur	34,38% 11	34,38% 11	15,63% 5	15,63% 5	32
Instängd ("dålig") luft	46,88% 15	18,75% 6	21,88% 7	12,50% 4	32
Torr luft	21,88% 7	6,25% 2	15,63% 5	56,25% 18	32
Obehaglig lukt	21,21% 7	21,21% 7	12,12% 4	45,45% 15	33
Statisk elektricitet som gör att du lätt får stötar	3,13% 1	6,25% 2	15,63% 5	75,00% 24	32
Andras tobaksrök	0,00% 0	0,00% 0	6,06% 2	93,94% 31	33
Buller	30,30% 10	18,18% 6	27,27% 9	24,24% 8	33
Belysning som är för svag eller ger bländning och/eller reflexer	12,50% 4	25,00% 8	12,50% 4	50,00% 16	32
Damm och smuts	3,23% 1	6,45% 2	25,81% 8	64,52% 20	31

### Q9 Känner du till att det finns knappar för förlängd ventilation i byggnaden?

Svarade: 33 Hoppade över: 0



Svarsval	Svar	
ja	15,15%	5
nej	84,85%	28
<b>Totalt</b>		<b>33</b>

### Q10 Ytterligare synpunkter

Svarade: 13 Hoppade över: 20

#	Svar	Datum
1	Buttons generally do not function. Even after they were changed they do not work. This is valid for light, and for ventilation, the functions do not work.	2015-06-08 10:13
2	never manage to change the light with the little white square on the wall. I miss to be able to switch on and off the light in the room where it's automatically done with detection.	2015-06-08 09:50
3	Överlag tycker jag kvaliteten är väldigt bra i kuggen och det luktar sällan konstigt i byggnaden dock stannar lukter kvar i köket efter maten som jag nämnt tidigare.	2015-05-22 14:32
4	Det saknas automatisk släckning av ljuset i de små grupprummen. Obehagligt att ena lysröret släcks när man arbetar i ett dubbelrum eftersom rörelsedetektorerna inte är sammankopplade.	2015-05-19 09:11
5	Ventilationen på Kuggen är helt enkelt undermålig. Jag har arbetsmiljöansvaret på Kuggen. Vi mätte för något år sedan, men jag fick nog aldrig se resultatet. Mkt bra med miljöhus etc, men det kan inte vara många syremolekyler som kommer genom ventilationen.	2015-05-19 05:56
6	Ventilationen i hela CPE lokalen på vän 4 har jag tänkt väldigt ofta på framförallt när man kommer in i lokalen vid lunchtid. Det finns liksom inget syre kvar-väldigt torr, instängd, dammig luft. I mitt rum tar syre slut när jag stänger dörren vilket jag måste göra för att det står en stor skrivare utanför.	2015-05-18 11:31
7	Ljudet från rastrett som åker runt huset är lite irriterande då man hör det i princip hela dagen (dvs även när inte rastrett är utanför fönstret). När det sedan passerar smäller det i det ganska rejält. Skull också önska att städningen blev lite bättre. Vid flera tillfällen så har jag själv fått tömma min papperskorg för att det inte ska bli dålig lukt på rummet.	2015-05-18 11:01
8	Ljudnivån från inpassering i entrén och i trapphuset är störande i Speaker's corner på entréplan. Vore bättre om det var inglasat eller fick skjuldörrar el dyl. Det luktar med jämna mellanrum avlopp i entrén.	2015-05-18 10:22
9	Solskyddsskärmen funkar inte. besvärande solstrålning i konferensrum åt söder. Dessutom väsnas skärmen när den rör sig. Skärmen har endast fungerat riktigt under korta perioder under de 2,5 år jag suttit på Kuggen	2015-05-18 10:10
10	Vi fick temperaturen uppjusterad efter några månader och sedan dess har det inte varit förkallt.	2015-05-12 08:51
11	Stark drag gör det svår att öppna dörren på plan 3 varje dag.	2015-05-12 00:53
12	Gardinerna är tyvärr helt värdelösa för sitt syfte. Jobbar man sent har man sol direkt in så som jag sitter, gardinerna hjälper lite lite, men man ser nästan inte sin skärm och får sitta och försöka huka bakom någonting.	2015-05-11 16:18
13	När det är kallt på vinterhalvåret så är det i första hand efter helgen då det varit tomt i byggnaden. Framåt veckan blir det ofta varmare igen.	2015-05-07 07:02



LÅGAN (program för byggnader med mycket LÅG energiANvändning) är ett samarbete mellan Energimyndigheten, Boverket, Sveriges Byggindustrier, Västra Götalandsregionen, Formas, byggherrar, entreprenörer och konsulter med syfte att öka byggtakten av lågenergibygnader.

[www.laganbygg.se](http://www.laganbygg.se)

