



Utredning avseende för-/systemstudie för installation av nya luftbehandlingsaggregat på tak med indirekt evaporativ kyla inom samma systemlösning för Karolinska sjukhuset, Huddinge, byggnad K2 och byggnad R2

punkt R AB
Box 80, 162 12 Vällingby

+46 70 514 43 58

gillis.r.wikander@punktr.com

Organisationsnummer 556639-5140
www.punktr.com



Innehåll

0. BAKGRUND	3
1. SAMMANFATTNING.....	4
2. UPPDRAGETS OMFATTNING.....	5
3. REKOMMENDERAD SYSTEMLÖSNING FÖR BYGGNAD K2 OCH R2.	6
4. BESKRIVNING AV ARBETSGÅNG FÖR INSTALLATION AV NYTT LUFTBEHANDLINGSSYSTEM FÖR BYGGNAD K2 RESPEKTIVE BYGGNAD R2.	11
5. PROBLEMSTÄLLNINGAR SOM SKALL BELYAS I KOMMANDE SKEDEN	15
6. INVESTERINGSKOSTNADER FÖR NYTT LUFTBEHANDLINGSSYSTEM.	16
7. INDATA FÖR BERÄKNING AV LCC-KOSTNADER.	18
8. RESULTAT FRÅN LCC-BERÄKNINGAR	19
9. DRIFTSTRATEGIER FÖR DET NYA LUFTBEHANDLINGSSYSTEMET FÖR BYGGNAD K2 PÅ KAROLINSKA SJUKHUSET I HUDDINGE	20
10. SLUTSATSER OCH DISKUSSIONER	21

Bilaga 1:1 Systemlösning på takplan, Byggnad K2 och byggnad R2, Karolinska Sjukhuset, Huddinge. Planer och sektioner.

Bilaga 1:2 Systemlösning för brandevakuering för byggnad K2 respektive byggnad R2, Karolinska Sjukhuset, Huddinge

Bilaga 2:1 LCC-beräkningar för alternativen 1, 4 resp. 6 för byggnad K2

Bilaga 2:2 LCC-beräkningar för alternativen 1, 4 resp. 6 för byggnad R2

Bilaga 2:3 LCA-beräkningar för alternativen 1, 4 respektive förbyggnad K2/R2



0. Bakgrund

På uppdrag av LOCUM AB har punkt R AB anlåtats för att utreda förutsättningar för installation av nya luftbehandlingsaggregat på Huddinge sjukhus på tak med hög energieffektivitet i kombination med indirekt evaporativ kyla i samma systemösning. Lösningen skall leverera indirekt evaporativ kyla i syfte att minska sjukhusets ökande kyleffektbehov i kombination med högsta möjliga energiåtervinning för värmefallet.

I denna utredning har studerats att ersätta befintligt luftbehandlingssystem i byggnad K2 och R2 på Karolinska Sjukhuset i Huddinge. Lösningen ska också om möjligt kunna appliceras med så få störningar som möjligt i samband med utbyten av befintliga luftbehandlingssystem på ett flertal byggnader med likartad strukturell uppbyggnad för ventilationsförsörjning.

I en tidigare utredning¹ studerades kapacitet, ekonomi och effektivitet avseende luftväxling med plattvärmeväxlare och evaporativ kyla. Utredningen påvisade klara fördelar i att applicera ventilationssystem med hög värmeåtervinning och evaporativ kyleffektivitet i relation till på marknaden förekommande alternativ. Stor vikt lades vid att utreda ett antal system som driftsattes 2009 under den rekordvarma och fuktiga sommaren 2014. Från denna framkom att tekniken klarar Locums behov av luftburen kyla alla sommardagar. I denna förstudie studeras möjligheter för implementering av en lösning som innebär en vidareutvecklad effektivitet med en evaporativ kylkapacitet och samtidig förmåga att maximalt återvinna energi från frånluften till tilluften genom en rekuperativ motströmsvärmeväxlare allt integrerat i samma systemlösning.

¹ "Utredning om införande av indirekt evaporativ kyla inom LSFs fastigheter med tappkallvatten som köldmedium" daterad december 2014



1. Sammanfattning

I denna förstudie har genomförts en jämförelse mellan Tyréns tidigare genomförda utredningar 2013. Dessa alternativ Alt. 1 och Alt. 4 har applicerats för byggnad K2 med en kompletterande studie för Alt. 6 som innebär att den befintliga luftbehandlingen för byggnad K2 respektive byggnad R2 på Karolinska Sjukhuset i Huddinge ersätts båda byggnaderna med nya installationer på tak med mycket energieffektiva luftbehandlingsaggregat i kombination med indirekt evaporativ kyla i samma systemlösning. Denna systemlösning har beskrivits ingående i tidigare utförd principutredning, se not 1 ovan.

Den skissade systemlösningen visar entydigt att Alt. 6 är klart lönsammast för genomförda LCC-analyser samt att emissionsdata för CO₂ är de lägsta jämfört med Alt. 1 resp. Alt. 4, se sammanställning sid 19. Motsvarande sammanställning har även genomförts för byggnad R2.

I de investeringskalkyler som tagits fram för Alt. 6 har vi använt de underlag som redovisats i tidigare utredningar från 2013 map kostnadsnivåerna för brandsäker kabelförläggning för elkraftsförsörjning, Styr- och Övervakning samt ombyggnadskostnaderna som redovisats för demontering av efterbehandlingsapparater på plan 3.

Alt. 6 är det klart lönsammaste av de 3 jämförda alternativen för både byggnad K2 och R2. Investeringskostnaderna för byggnad R2 är något högre beroende på mer omfattande kompletteringar av konstruktionslösningar för att bära ett nyetablerat fläktrum ovan befintlig hissmaskinrum samt nya tilluftskanaler på tak ovan befintlig kontorsbyggnad.



2. Uppdragets omfattning

I uppdraget skall följande utredas:

- △ Inventering på plats på tak på byggnad K2 och R2 för att för respektive byggnad se hur man kan utnyttja befintligt frånluftsfläktrum inklusive befintliga frånluftsfläktar, 8 st., som ska vara i drift under ombyggnationen för att bygga ut detta för installation av nya luftbehandlingsaggregat. Även befintliga tilluftsfläktar på plan 2, totalt 4 stycken i två parallella axlar, skall kunna användas under ombyggnadesarbetena utan att driften störs fram till dess att överväxling kan ske till det nya luftbehandlingssystemet.
- △ Bedöma hur pelarindelning på tak kan utnyttjas för att minimera håltagningar på befintligt asfaltstak för luftbehandlingsaggregat som skall placeras mellan befintliga lanternider och på befintliga frånluftsfläktrum. Genomförs av WSP och resultatet redovisas i separat handling från WSP.
- △ Preliminära kanaldragningar för från- och tillufts-, utluftskanaler. Inkoppling av nya frånluftskanaler till befintliga frånluftsschakt för att minimera problem och ställtid vid överväxling till kommande luftbehandlingssystem.
- △ Diskussioner med brandkonsult för att säkerställa brandklassningar etc. för de kommande luftbehandlingssystemen. Systemlösning för hur de olika brandcellerna skall styras vid ett eventuellt brandgaslarm.
- △ Bedöma elkraftförsörjning till nya luftbehandlingsaggregat med förläggning av elkablage för inkoppling till nya elskåp för ny elförsörjning samt hitta kanalisationsvägar för övergripande Styr- och Övervakning samt behov av brandsäker förläggning av tillkommande elkraftförsörjning till luftbehandlingsaggregat.
- △ Kortfattad beskrivning för arbetsgång hur ombyggnaden till nytt luftbehandlingssystem skall kunna genomföras.
- △ Identifiera och lista vilka problem som måste lösas i kommande programskede för att klara ut vilka lösningar som måste tillgripas för att få full funktionalitet.
- △ Göra översiktliga investeringskalkyler för ovanstående inklusive LCC-och LCA-kalkyler enligt LOCUM.



- △ Diskutera olika möjligheter till driftsstrategier för att klara maximala effektbehov vid givna tilluftstemperaturer för dels värme- dels kylfallet och för avfrostningar.

3. Rekommenderad systemlösning för byggnad K2 och R2.

En översiktlig inventering har genomförts för hus K2 och R2 på tak samt källare på plan 2 och 3 där befintliga installationer av luftbehandlingsaggregat för tilluft finns installerade.

Enligt genomförd OVK-mätning med spårgasmätningar på befintliga tilluftsaggregat i byggnad K2 visar på att det befintliga tilluftsflödet idag uppgår till totalt $41 \text{ m}^3/\text{s}$. Byggnad R2 har bedömts ha ett lika stort tilluftsflöde på ca $41 \text{ m}^3/\text{s}$. För att kompensera detta för framtida ökade luftomsättningskrav har till- och frånluftsflöde korrigerats uppåt med 20 %, enligt R20 kap. 5.1, dvs de totala luftflöden som de nya luftbehandlingssystemen för skall klara för K2 respektive R2 skall uppgå till $1,2 \cdot 41 \text{ m}^3/\text{s} = 50 \text{ m}^3/\text{s}$.

Förslag på placering av aggregat av typen Menerga Adconair, totalt 8 st. med ett nominellt flöde om vardera på $6,25 \text{ m}^3/\text{s}$, ger ett nominellt flöde på till- och frånluft på $50 \text{ m}^3/\text{s}$, se bilaga 1 för K2 respektive Bilaga 2 för R2.

Totalt luftflöde om $50 \text{ m}^3/\text{s}$ som skall distribueras till huskropparna K2 respektive R2 är vardera uppdelade på två luftbehandlingsaxlar om vardera $25 \text{ m}^3/\text{s}$. Dessa tilluftskanaler är tänkta att byggas som separata tilluftskanaler som försörjer vardera ett uteluftsschakt. För att få redundans kan dessa vara varandras reserver om det finns behov av servicearbeten av någon form.

Befintliga uteluftsschakt, 2 st på gaveln av hus K2 och 2 st på gaveln av hus R2 kommer att anslutas med nya tilluftskanaler. De befintliga uteluftsschakten skall alla tilläggsisoleras invändigt för att klara distribution med 19°C tilluftstemperatur i vinter som sommarfallet. För byggnad R2 kommer de tidigare övertäckningarna att demonteras samt att de tidigare uteluftsgallren på plan 5 att sättas igen.

I denna systemlösning kommer även ny dragnig av brandsäker elkraftmatning ske till respektive apparatskåp som försörjer varje dubbelt luftbehandlingsaggregat samt dragnig av kallvattenledningar för anslutning till respektive luftbehandlingsaggregat. Kallvattenledningarna skall förses med värmekabel för undvikande av frysning vintertid. Avloppen för avfrostningar skall även de förses med värmekabel för att undvika frysning av kondensavlopp från respektive värmeväxlare.



All eventuell spetsvärmning för att vid extrema utetemperaturförhållanden nå en slutlufttemperatur på 19°C kommer att ske med befintliga 4 st. värmebatterier per axel, totalt 8 st på plan 2 i källare för byggnad K2 respektive R2. Dessa kommer att bytas ut då de faller för åldersstreck och nya kommer att vara av typen kombibatterier för både värme och kyla. Befintliga dörrar mellan intagsschakt och fläktar tas bort och förses med insektsnät. Befintliga styrventiler med styrdon och temperaturgivare för reglering av tilluftstemperaturen byts ut för värmefallet och kompletteras för kylfallet. Ledskenor installeras som minskar motstånd i böjar från intagsschakt till tryckkammare till plan 2.

I denna utredning kommer även efterbehandlingsaggregaten att demonteras på plan 3 för K2 respektive R2. Detta görs bl.a. för att skapa nya uthyringsbara utrymmen på detta plan. Den befintliga tryckkammaren på plan 3 kommer att avvecklas och byggas om med nya kanaldragningar där eventuella behov av justerad tilluftstemperatur över 19°C kommer att tillgodoses. Detta sker genom installationer av eftervärmningsbatterier i nära anslutning till båda axlarna i plan 3 för de zoner som kräver högre lufttemperaturer. Totalt frilagd yta för plan 3 efter demontering av efterbehandlingsapparater och tryckkammare beräknas uppgå till ca 700 m². Denna tillkommande yta kan hyras ut för förråd och serviceutrymmen. Intäkt för denna frilagda yta beräknas uppgå till $790 \cdot 700 = 553.000$ kr/år². Även det befintliga frånluftsfläktrummet om total 450 m² kan efter ombyggnad till det nya luftbehandlingssystemet nyttjas för förråd och serviceutrymmen. Intäkt för denna frilagda yta beräknas uppgå till $450 \cdot 790 = 355.000$ kr/år. Totala intäkter är $355.000 + 553.000 = 908.000$ kr/år. Dessa intäkter tillgodoräknas i LCC-kalkylen för byggnad K2.

För byggnad R2 är motsvarande frilagda ytor på plan 3 uppgår till ca 700 m². Motsvarande frilagda ytor i de 4 befintliga frånluftsfläktrummen uppgår till $33 + 41 + 33 + 41 = 148$ m². Intäkter för dessa frilagda ytor uppgår för byggnad R2 till totalt om $(700 + 148) \cdot 790 = 700.000$ kr/år. Dessa intäkter tillgodoräknas i LCC-kalkylen för byggnad R2.

Båda axlarnas tilluftsfläktar i byggnad K2 respektive R2, totalt $2 \cdot 2 = 4$ st/byggnad skall demonteras när de nya luftbehandlingsaggregaten på tak har installerats för att idrifttagas.

Även förvärmningsbatterierna tillhörande Ecotermssystemet på plan 2 för byggnad K2 respektive byggnad R2 samt snöbatterierna i botten på uteluftsschakten demonteras och saneras. Befintliga värmebärarledningar, pumpar etc. demonteras som hör till ecotermåtervinningen, ledningar saneras för att därefter proppas, men behålles för övrigt.

² Enligt tidigare fördjupad förstudie utförd av Tyrens "Huddinge Sjukhus Fördjupad förstudie ventilation 20131210"



Förberedelser med inkoppling av frånluftsschakt på tak för byggnad K2 skall göras för att snabbt kunna göra en överväxling då det gamla luftbehandlingssystemet skall avvecklas och de nya luftbehandlingsaggregaten driftsättas. Befintliga frånluftsfläktar på plan 9 för byggnad K2, totalt 8 st, avvecklas när de nya luftbehandlingsaggregaten har installerats för att idrifttagas. Även, filterbankar, frånluftsbatterierna tillhörande Ecotermssystemet demonteras därefter och saneras. Befintliga värmebärar ledningar som hör till ecotermåtervinningen saneras för att därefter proppas på plan 9, men behålles för övrigt.

För byggnad R2 kommer ett nytt fläktrum att etableras ovan befintligt hissmaskinrum och inbyggnad kommer att ske till yta som är lika stor som för byggnad K2. Motsvarande åtgärder som för byggnad K2 skall även göras för byggnad R2. Demontering av frånluftsfläktar totalt 8 st med filterbankar, frånluftsbatterierna tillhörande Ecotermssystemet demonteras därefter och saneras. Befintliga värmebärar ledningar som hör till ecotermåtervinningen saneras för att därefter proppas, men behålles för övrigt.

För både byggnad K2 och R2 skall ny dragning av brandsäkra elkablar ske till de nya luftbehandlingsaggregaten från befintliga ställverk och kopplas in på nya apparatskåp. Denna elförsörjning skall för respektive byggnad K2 och R2 mata i par om LB 01/LB02, LB03/LB04, LB05/LB06 och LB07/LB08. Matning för elförsörjning skall dras från befintliga ställverk i källarplan för att via utluftschakter dras över tak för försörjning av de nya luftbehandlingsaggregaten LB 01-08 dels för byggnad K2 del för byggnad R2. Allt elkablage på tak skall förläggas med brandsäker förläggning.

Alla kanaler på på tak för byggnad K2 respektive R2, utlufts-, frånlufts och tilluftskanaler, skall vara isolerade och i förekommande fall kondensisolerade och dimensionerade för att hålla en tilluftstemperatur på 19°C med minimala temperaturförluster för till- och frånluftskanaler på tak och anslutas till de båda befintliga utluftsschakten. Vidare skall till- och frånluftskanaler vara dimensionerade för att erhålla så låga sfp-värden som möjligt. Utluftsschakten som tilluften skall anslutas till skall tilläggsisoleras invändigt för att minimera temperaturförluster för driftfallen värme- respektive kylfallet.

De nya luftbehandlingsaggregaten skall dimensioneras för att klara en inblåsningstemperatur på tilluften som är 19°C för både värme- som kylfallet oavsett säsong. Luftbehandlingsaggregaten på takplan skall **inte** förses med mediaförsörjning av värmevatten till eftervärmabatterier eller kyla då denna eftervärmning och/eller efterkylning kommer att ske på plan 2 i källarplanet för respektive luftbehandlingsaxel för byggnad K2 respektive byggnad R2.



Nytt fläktrum etableras för luftbehandlingsaggregaten LB 01-08 ovanpå befintligt frånlufttrum för byggnad K2 med väggar av lättviktstyp som är isolerade samt att tak skall vara dimensionerade för snölast.

Nytt fläktrum etableras för luftbehandlingsaggregaten LB 01-08 ovanpå befintligt hissmaskinrum för byggnad R2 med väggar av lättviktstyp som är isolerade samt att tak skall vara dimensionerade för snölast.

Minimering av håltagningar skall eftersträvas för att undvika framtida läckage på tak från nederbörd etc.

WSP har parallellt med denna förstudie utrett de statistiska förhållandena på befintliga tak för både byggnad K2 och R2 med tillhörande kostnadsuppskattningar. Redovisning av denna parallella utredning görs separat av WSP.

Styr- och övervakning till de nya luftbehandlingsaggregaten skall ske enligt LOCUMS standard för platsbyggda styrskåp för att samla data från respektive luftbehandlingsaggregat för övervakning och styrning till Dator Huvud Central, DHC samt styrning av brandevakuering till installerade brandevakueringsfläktar med tillhörande brandspjäll som går i sekvens med varandra.

Separata brandevakueringsfläktar installeras för byggnad K2 respektive byggnad R2 som vardera betjänar respektive brandcell totalt 4 st/byggnad. Dessa försörjs från platsbyggda styrskåp med möjlighet att elkraftsförsörjningen till dessa sköts med en switch i respektive styrskåp mellan normal elkraftsförsörjning till respektive luftbehandlingsaggregat och drift av brandevakueringsfläktar vid utlöst brandlarm.

De nya luftbehandlingsaggregaten har all nödvändig styrkapacitet för att klara alla driftsfall i respektive luftbehandlingsaggregat om totalt 8 st. för byggnad K2 respektive byggnad R2 oavsett vilken utomhustemperatur som råder. Även eventuella sekventiella avfrostningscykler klaras av det interna styrsystemet i varje luftbehandlingsaggregat som givetvis ska övervakas och förändras via HDC. Alla parametervärden överförs från respektive luftbehandlingsaggregat till platsbyggt styrskåp för vidare kommunikation till HDC. Vid fallet att ett aggregat skall gå in i avfrostning kommer aktuellt luftbehandlingsaggregat att varva ner tilluftsfläktarna och samtidigt ge signal till HDC att varva upp de övriga luftbehandlingsaggregaten för att hålla inställda börvärden på tilluftsflöden och tryckuppsättningar i tilluftskanaler.

I tidigare utredning³ där Menergas Adsolair aggregat utreddes stämde Locums krav på styr och övervakning av och har verifierades av systemintegratören Trebor.

³ Utredning om införande av indirekt evaporativ kyla inom LSFs fastigheter mha tappkallvatten som köldmedium



Alla temperaturnivåer, luftmängder på till- och frånluftsmängder, vattenförbrukningar för indirekt evaporativ kyla, momentana temperaturverkningsgrader etc. ska kunna loggas och följas upp genom hantering från platsbyggt styrskåp till HDC.

I de diskussioner som förevarit med LOCUMs brandexpert har det klargjorts att brandsäker kabelförläggning till respektive luftbehandlingaggregat skall ske upp till takplan för K2 respektive R2.

Brandsäker kabelförläggning skall även ske för den del av elkraftsförsörjning som sker via uteluftsschakten.

Brandspjäll, totalt 8 st. för byggnad K2 respektive 8 st för byggnad R2 skall installeras i frånluften för de respektive 4 brandcellerna dels för att betjäna brandevakueringsfläktarna dels för att betjäna luftbehandlingsaggregaten. Brandevakuering skall ske genom att den brandcell det larmar på från aktuell brandgivare skall brandgasevakuering ske med aktuell brandevakueringsfläkt.

Alla luftbehandlingsaggregat stängs av vid ett brandlarm och brandspjällen för aktuell brandcell till luftbehandlingsaggregatens frånluft stängs samtidigt som brandspjällen till aktuell brandevakueringsfläkt öppnar och brandevakuering sker med aktuell brandevakueringsfläkt.

Övriga brandceller stängs av med de installerade brandspjällen. De luftbehandlingsaggregat som inte skall brandevakuera skall stängas på till- och frånluftsfälktar samt tillhörande spjäll på till- och frånluft.

I det fall att ytterligare brandceller larmar skall ytterligare en brandevakueringsfläkt evakuera detta branddriftsfall. Larmar alla brandcellerna, 4 st, skall alla brandevakueringsfläktar evakuera brandgaser med samma funktion som ovan.

I samtliga samtliga brandfall stoppas alla tilluftsfälktar samtidigt som tillhörande tilluftsspjäll stängs i alla luftbehandlingsaggregat. I samtliga brandfall skall befintliga tilluftsspjäll, placerade på plan 2 efter befintliga tilluftsfälktar, sammankopplas med brandlarmsystemet för att kunna stängas oavsett var brandlarm har utlöst för att undvika skortsensverkan i de befintliga uteluftsschakten.



4. Beskrivning av arbetsgång för installation av nytt luftbehandlingssystem för byggnad K2 respektive byggnad R2.

För att minimera ställtiden för installationen av ett nytt luftbehandlingssystem, enligt föreslagen systemlösning ovan, kommer arbetet med installationerna för det nya luftbehandlingssystemet att kunna ske parallellt med att det befintliga luftbehandlingssystemet kan hållas idrift.

Alla insatser bör kunna genomföras ostört och parallellt sånär som håltagningar och/eller tätningar av befintliga frånluftssystem till nya. Detta kan även vara fallet då man skall tilläggsisolera uteluftsschakten. Detta kommer att kunna ske med minimal störning för det befintliga luftbehandlingssystemet.

Nedan beskrivs i punktform översiktligt de olika momenten för installation av nytt luftbehandlingssystem. Överväxlingen mellan de gamla och de nya luftbehandlingssystemen kan ske med bibehållen kapacitet av 75 % av nominella luftmängder till dess att all överväxling har skett med maximal kapacitet om 50 m³/s med vardera 25 m³/s per axel för byggnad K2 respektive byggnad R2.

Följande arbeten kommer att ske på tak på byggnad K2 respektive byggnad R2 för punkterna (1-25):

1. Taket på de befintliga frånluftsfläktrummen på plan 9 som består av betongelement som skall demonteras ovan det befintliga frånluftsfläktrummet på plan 9 för byggnad K2.
2. Etablering och montage av nytt balksystem för att bära den nya luftbehandlingsaggregaten LB 01-08. Gäller både byggnad K2 och R2.
3. Montering av mellangolv för nytt fläktrum samt montage av ny trappa till de nya luftbehandlingsaggregaten LB01-08 från plan 9 i befintligt frånluftsfläktrum till det nya fläktrummet för byggnad K2. För byggnad R2 byggs ett nytt fläktrum ovan befintligt hissmaskinrum med utlagda horisontella balkar och tvärbalkar ut mot husliv. Planet där hissmaskinrummet är placerat kläs in så att ytan för detta fläktrum för byggnad R2 blir geometriskt lika som för byggnad K2. Det utrymme som blir mellan befintligt hissmaskinrum och ytterväggar skall nyttjas för att förbinda frånluftskanaler från respektive brandcell till respektive dubbla luftbehandlingsaggregat. Montage av ny trappa till de nya luftbehandlingsaggregaten LB01-08 upp till det nya fläktrummet för byggnad R2.



4. Kanaler med brandspjäll ansluts till de nya brandevakueringsfläktarna, 4 st/byggnad, med tillhörande brandspjällfunktioner som skall monteras för respektive byggnad.
5. Lyftning på plats med Helikopter till de nya fläktrummen för luftbehandlingsaggregaten LB 01-08. Lyft på plats sker genom att aggregaten har delats i vardera 4 delar med en maximal vikt på 1750 kg för den största enskilda delen.
6. Dragning av separata brandskyddade elkraftmatningsledningar till respektive luftbehandlingsaggregat, 8 st 5-ledare, skall dras från ledigt fack i ställverk med kanalisationsväg upp till befintligt frånluftsfläktrum via uteluftsschakterna för respektive byggnad för vidare matningar till respektive styrskåp och luftbehandlingsaggregat samt brandevakueringsfläktar.
7. Montage av väggar till de nya fläktrummen ovan befintligt frånluftsfläktrum för byggnad K2 samt för befintligt hissmaskinrum för byggnad R2.
8. Montage av brandsäkrade elkraftsledningar till 8 luftbehandlingsaggregat samt 4 platsbyggda elskåp med styrutrustning för integration till HDC samt inkoppling till respektive luftbehandlingsaggregat och kommunikation till HDC för LB 01-08 för respektive byggnad.
9. Inkoppling av kallvattenledning från befintlig brandpostmatningsledning. Vattenledning med fördelningsledningar, PEM, som förses med värmekabel fram till varje aggregat LB 01-08. Elinkoppling av värmekablar. Detta tas från befintliga brandvattenledningar dels i byggnad K2 dels i byggnad R2.
10. Kanaler för uteluft byggs ovan de nya luftbehandlingsaggregaten, totalt 8 st för respektive byggnad.
11. Montage av tak till det nya fläktrummet för LB 01-08 för de båda byggnaderna.
12. Montage av tilluftskanaler med förberedelser och inkoppling till luftbehandlingsaggregaten, 8 st för respektive byggnad.
13. Montage av frånluftskanaler med förberedelser och inkoppling till luftbehandlingsaggregaten, 8 st för respektive byggnad. Förberedelser för montage av brandspjäll på platser där de befintliga frånluftsfläktarna är placerade totalt 8 st. I byggnad R2 görs detta i det utrymme som skapas när befintliga hissmaskinrummet byggs in.
14. Montage och anslutning av tilluftskanaler från LB 01-08 på tak för respektive byggnad.
15. Montage och anslutning av ute- och avluftskanaler till ytterväggsgaller på fläktrumsväggar.



16. Montage av tilläggsisolering av befintliga uteluftsschakt från plan 9 ner till plan 2 för byggnad K2. För byggnad R2 skall tidigare tak till uteluftsschakt demonteras och uteluftsgaller på plan 5 sättas igen därefter skall invändig isolering ske av båda uteluftsschakten.
17. Förberedelser för inkoppling av tilluftskanaler till befintliga uteluftsschakt.⁴
18. Demontering av filterbankar i respektive frånluftssugkammare med demontering och sanering av Ecoterm-batterier på plan 9 med proppning av återvinningsledningar på plan 9 och plan 2 för byggnad K2. Motsvarande demonteringar skall ske för byggnad R2. I de frånluftsrum, 4 st, skall frånluftskanalen kortslutas uppåt och frånluftsaggregaten per frånluftsrum, 2 st. skall demonteras i sin helhet inkl. proppning och sanering av det befintliga ecotermssystemet.
19. Demontering av förvärmarebatterier på plan 2 inklusive all utrustning tillhörande ecotermssystemen med tillhörande sanering med proppning av återvinningsledningar på plan 2. Gäller för byggnad K2 och R2.
20. Demontering av befintliga eftervärmarebatterier inkl. styrutrustning med återmontage av nya kombibatterier för värme och kyla med tillhörande styrutrustning. Gäller för byggnad K2 och R2.
21. Demontering av dörrar på plan 2 med montage av insektsnät i dörrhål. Gäller för byggnad K2 och R2.
22. Montage av ledskenor efter uteluftschakten på plan 2. Gäller för byggnad K2 och R2.
23. Inkoppling av frånluftskanaler till befintliga avluftskanaler på plan 9. Gäller för byggnad K2 och R2.
24. Inkoppling av tilluftskanaler till befintliga uteluftschakt på husgavlar. Gäller för byggnad K2 och R2.
25. Etablering av en telfer med lastplan för byggnad K2 och R2 för intransport av servicematerial samt större reservdelar till luftbehandlingsaggregaten till respektive fläktrum för byggnad K2 resp. R2.

⁴ För att minimera driftsstörningar i samband med överväxling till det nya luftbehandlingssystemet kan avveckling av det gamla luftbehandlingssystemet göras i sekvenser. Sekvensen innebär att 2 frånluftsfläktar med tillhörande frånlufts-batterier demonteras med montering av brandspjäll samt inkoppling av frånluftsschaktetanslut till ett av de nya luftbehandlingsaggregaten. Tilluften har ingen begränsning i samband med t.ex. demontering av befintlig tilluftsfläkt. På detta sätt kan 75 % av nominella luftflöden vidmakthållas i samband med att överväxlingarna sker. Denna princip är tillämplig på både byggnad K2 och byggnad R2.



Följande arbeten kommer att ske på plan 2 och 3 för demontering och ombyggnad av efterbehandlingsaggregat på plan 2 och 3 i överensstämmelse i tillämpliga delar från beskrivning utförd av Tyréns utredning beskriven för byggnad M2 men applicerat för byggnad K2 respektive byggnad R2⁵ för punkterna (A-I):

Alla avbrott/störningar som påverkar verksamheten skall noggrant kommuniceras och tidplaneras innan arbetet börjar.

Aggregatrum plan 2 och 3 för byggnad K2 och R2

- A. Att ta ett nytt hål 2m² i vägg mot uteluftsschakt plan 2. Hålet täcks med smådjursäkert galler. Stomljud vid bilning av hål i yttervägg mot uteluftsschakt ca 2 m² på plan 2.
- B. Hänga av dörr mot uteschakt plan 2, dörrhål täcks med smådjursäkert galler. Hänga av dörrar (3st) runt tryckkammaren.
- C. Luftvärmarna plan 3 byts ut mot nya kombibatterier för kyla och värme med tillhörande styrventiler och styrsystem.
- D. Alla ecotermibatterier demonteras samt sanering av rör som proppas.
- E. Tryckkammare. Stomljud vid demontering av VVS-utrustning på plan 3. När pkt 1-4 är klart rivs (dammskyddat) delar av vägg i plan 2 mellan fördelningskammare och kanalutrymme. Kanalutrymmet tätas mot angränsande utrymmen. Tilluftskanaler i schakt kapas en och en vid schaktingången och förses med irisspjäll och injusteras till rätt flöde. Kanaler i plan 2 demonteras, efter kapning, en och en, hål mot plan 3 tätas. Anslutna efterbehandlingsapparat demonteras. Anslutande rör (VS och KB) demonteras.
- F. Stomljud av borring vid uppsättning av nya väggar och utrustning i plan 2, 3. Fläkrumspanelväggar respektive tak demonteras på plan 3.
Ny vägg (tryckskiljande) monteras på plan 3. Erforderliga hål tas (dammskyddat) mellan plan 2 och 3.
- G. Tilluftskanaler i schakt kapas en och en vid schaktingången och förses med irisspjäll och injusteras till rätt flöde. Kanaler i plan 3 demonteras, en och en. Anslutna efterbehandlingsapparat demonteras. Anslutande rör demonteras. Hål mot plan 2 tätas. Stomljud vid igensättning av hål mellan plan 2 och 3
- H. Nya kanaler ansluts till schakten och förses med tryckhållningsspjäll samt ljudämpare.
- I. Samtliga installationer vent, rör, sprinkler, el,styr demonteras. Rör som ska återanslutas (Spr, VS, KB, ÅV) proppas.

⁵ Enligt tidigare fördjupad förstudie utförd av Tyréns. Huddinge Sjukhus Fördjupad förstudie ventilation 20131210



5. Problemställningar som skall belysas i kommande skeden

1. Kontroll av beräkning för avlastningar för luftbehandlingsaggregaten som designas av WSP-konstruktör som bär vidare ansvaret i projekterings-skedet. Detta gäller för de luftbehandlingsaggregat som placeras ovanpå befintligt frånluftfläktrum på plan 9 för LB 01-08 byggnad K2 samt nytt fläktrum med luftbehandlingsaggregaten LB 01-08 som etableras ovan befintligt hissmaskinrum för byggnad R2. Varje tilluftsaggregat har en egenvikt på ca 6.500 kg plus vikten för lättviktsöverbyggnader och kanaler för ute-, från-, till- och avluftskanaler samt styrskåp och bjälklagsgolv.
2. Beräkning/alternativt erfarenheter från temperaturpåverkan i fläktrum för yttre klimatförhållanden sommar som vinter för att klargöra temperaturmiljö runt luftbehandlingsaggregaten för att utröna behov av eventuella tilläggsvärmare med elvärmda aerotemperar i dessa utrymmen.
3. Göra transmission- och temperaturberäkningar för hur mycket isolering som är lämplig i dels från- och tilluftskanaler samt hur de befintliga tilluftsschakten skall isoleras för att erhålla minsta möjliga temperaturfall i dessa ner till plan 2. Energikraven i R5 skall även beaktas.
4. Detaljstudera styrfunktioner vid avfrostningscykler med ett aggregat i taget med samtidig uppvarvning av övriga aggregat för att vidmakthålla inställda börvärden för luftflöden för respektive byggnad K2 och R2.
5. Mäta det statiska trycket för de befintliga luftbehandlingssystemet i byggnad K2 respektive byggnad R2 enligt Alt. 6.
6. Tryckfallsberäkningar för tilluft i byggnad K2 respektive byggnad R2 samt motsvarande tryckfallsberäkningar för frånluft för hela systemlösningen enligt Alt. 6.
7. Klargöra kanalisationsvägar för brandsäker kraftmatning från ställverk till respektive apparatskåp för byggnad K2 respektive byggnad R2.
8. Klarläggande av kanalisationsvägar för styrsystemen för byggnad K2 respektive byggnad R2.
9. Göra en grundligare analys av hur man kan demontera efterbehandlingsapparater inkl. demontering och återmontering av sprinkler på plan 3 för byggnad K2 respektive R2.
10. Samordna befintliga takomläggningar med exvis planerade installationer av solceller på Karolinska sjukhusets tak. Detta för att inte störa framdriften av denna entreprenad dels inte utgöra hinder för framkomligheter av främst tilluftskanaler på tak.
11. Utreda vilken entreprenadform som är den mest effektiva sett ur ett tidsperspektiv för att inte fördröja utbytet av befintliga luftbehandlingssystem. De entreprenadformer som kan vara aktuella att utreda vidare är ABT-07 eller AB-04.
12. Utreda om det är förenat med några fördelar att LOCUM handlar upp de nya luftbehandlingsaggregaten innan entreprenad är upphandlad för att minimera leveranstider. Kan även ge totala kostnadsfördelar för LOCUM.



13. Nyttja de kostnadsfördelar det innebär att samtidigt beställa entreprenadarbetena för både byggnad K2 och R2. Ger sannolikt en mer rationell framdrift av ombyggnationerna för ny luftbehandling på Karolinska sjukhuset i Huddinge.

6. Investeringskostnader för nytt luftbehandlingsystem.

Följande sammanställning har genomförts för denna systemlösning avseende byggnad K2. Kostnader är angivna exkl. projekteringskostnader, moms och byggherrekostnader.

	Material- och arbetskostnad
1. Nya luftbehandlingsaggregat typ 8 st Menerga Adconair.	8.800.000 kr
2. Lyft av 8 st luftbehandlingsaggregat med Helikopter.	195.000 kr
3. Sammansättning av 8 luftbehandlingsaggregat.	155.000 kr
4. Byggnad av fläktrum ovan befintligt frånluftsfläktrum med avlastningsbalkar samt 2 fläktrum mellan mellan lanternider plan 9 på tak.	6.560.000 kr
5. Till- och frånluftskanaler på frånluftsfläkttakplan plan 9 inkl. tilläggsisolering av befintliga tilluftsschakt samt kanaler för luftbehandlingsaggregat.	5.808.000 kr
6. Logistik inkl. eltruck på plan 3 för ut- och intransporter av material.	335.000 kr
7. Kran för transport av material från plan 3 till plan 9/10.	350.000 kr
8. Demontering av befintliga till- och frånluftsläktar samt Ecoterm-batterier.	300.000 kr
9. Montage av nya brandspjäll för respektive brandcell i befintligt Frånluftfläktrum samt brandevakueringsfläktar.	485.000 kr
10. Nytt elkraftkablage brandsäker förläggning på tak inkl. nytt elkraftkablage brandsäker förläggning i utomhusschakt:	1.435.000 kr
11. Styr för luftbehandlingsaggregat och DHC:	2.900.000 kr
12. Inkoppling till befintlig kv-ledning plan 9	5.000 kr
13. Kallvatten ledningar integrerade med värmekabelledning samt avlopp för avfrostningar försedda med värmekabel	150.000 kr
14. Demontering av befintliga eftervärmabatterier med återmontage av Nya kombibatterier för värme och kyla inkl. styrutrustning	300.000 kr
15. Demontering efterbehandlingsapparater plan 3	5.454.000 kr
Summa	33.232.000 kr



Följande sammanställning har genomförts för denna systemlösning avseende byggnad R2. Kostnader är angivna exkl. projekteringskostnader, moms och byggherrekostnader.

	Material- och arbetskostnad
1. Nya luftbehandlingsaggregat typ 8 st Menerga Adconair.	8.800.000 kr
2. Lyft av 8 st luftbehandlingsaggregat med Helikopter.	195.000 kr
3. Sammansättning av 8 luftbehandlingsaggregat.	155.000 kr
4. Byggande av fläktrum ovan befintligt hissmaskinrum med avlastningsbalkar ut mot befintliga husväggliv	8.560.000 kr
5. Till- och frånluftskanaler på frånluftsflykttakplan inkl. tilläggsisolering av befintliga tilluftsschakt samt kanaler för luftbehandlingsaggregat. Avtäckning och igensättning av utluftsgaller på plan 5 av befintliga utluftsschakt.	5.167.000 kr
6. Logistik inkl. eltruck på plan 3 för ut- och intransporter av material.	332.000 kr
7. Kran för transport av material från plan 3 till plan 9/10.	352.000 kr
8. Demontering av befintliga till- och frånluftsflyktar samt ecoterm-batterier:	100.000 kr
9. Montage av nya brandspjäll för respektive brandcell i det utrymme som uppstår runt befintligt hissmaskinrum.	486.000 kr
10. Nytt elkraftkablage brandsäker förläggning på tak inkl. nytt elkraftkablage brandsäker förläggning i utomhusschakt:	1.435.000 kr
11. Styr för luftbehandlingsaggregat och DHC:	2.900.000 kr
12. Inkoppling till befintlig kv-ledning	5.000 kr
13. Kallvatten ledningar integrerade med värmekabelledning	150.000 kr
14. Demontering av befintliga eftervärm-batterier med återmontage av Nya kombibatterier för värme och kyla inkl. styrutrustning	300.000 kr
15. Demontering efterbehandlingsapparater plan 3 ⁶	5.454.000 kr
Summa	34.391.000 kr

⁶ 60% av 12.817.000 angiven i utredning för Alt 1. I Tyréns utredning från 2013



7. Indata för beräkning av LCC-kostnader.

Följande indata har använts för beräkning av LCC-kalkyler enligt LOCUM's modell:

Indataparametrar som använts i alla jämförande energianalysberäkningar och LCC-kalkyler:

$T_{\text{tilluft}}=19^{\circ}\text{C}$

$T_{\text{frånluft}}=23^{\circ}\text{C}$

Till- och frånluftsflöde= $50\text{m}^3/\text{s}$. Drifttid: 06.00-18.00

Till- och frånluftsflöde= $25\text{m}^3/\text{s}$. Drifttid: 18.00-06.00

Uteluftens dimensionerande tillstånd för kyla: $T_{\text{ute}}=27^{\circ}\text{C}$; $\text{RH}_{\text{uteluft}}=50\%$;

10,2 gr/kg;

Frånluftens dimensionerande tillstånd för kyla: $T_{\text{frånluft}}=23^{\circ}\text{C}$; $\text{RH}_{\text{frånluft}}=60\%$;

10,7 gr/kg

Uteluftens Dimensionerande utetemperatur DUT: $T_{\text{ute}}=-18,6^{\circ}\text{C}$

Kylbehov – luftburen kyla till en vanlig avdelning :255 MWh

Energikostnader och energiprisutvecklingar som använts framgår av LOCUMs LCC-mall:

Fjärrvärmepris: 700 kr/MWh; Energiprisutveckling: 1,5 %/år realt

Elpris: 1.000 kr/MWh; Energiprisutveckling: 3,0 %/år realt

Fjärrkyla, komfort: 1200 kr/MWh; Energiprisutveckling: 3,0 %/år realt

Indirekt evaporativ kyla: 40 kr/MWh; $2\text{m}^3/\text{MWh}$, $20\text{kr}/\text{m}^3$;Energiprisutveckling: 2 %/år realt

Underhållskostnad: 5 % av investeringskostnaden i kr/år;

Underhållskostnadsutveckling: 2 %/år realt

Kalkylränta: 6 %/år realt

Ekonomisk livslängd: 50 år för byggnadsrelaterade investeringar och 20 år för installationer samt 10 år för Styr- och övervakningsinstallationer. Alla investeringar är normerade till en kalkyltid på 50 år.



8. Resultat från LCC-beräkningar

Med ovanstående indata har de tidigare alternativen Alt 1 och Alt 4 uppdaterats tillsammans med Alt 6. LCC-beräkningar har genomförts med LOCUMs LCC-mall med följande resultat:

Beräknade LCC-kostnader:

Systemlösning	Investering kk	Energiförbrukning fjärrvärme kk/år	Energiförbrukning el kk/år	Energiförbrukning fjärrkyla kk/år	Kallvattenförbrukning kk/år	LCC-kostnad kk	LCA ton CO ₂ /år
Alt 1. Uppgraderat Ecoterm Byggnad K2/R2	21.400	1.119	985	324	0	109.425*	259***
Alt 4. Uppgraderat Ecoterm med VP Byggnad K2/R2	23.200	365	1.216	0	0	81.264*	195***
Alt 6 8 nya Adconair aggregat Byggnad K2	33.232	2	606	0	11	33.784**	76***
Alt 6 8 nya Adconair aggregat Byggnad R2	34.391	2	606	0	11	44.262**	76***
Alt 1. Uppgraderat Ecoterm Byggnad K2 + R2	42.800	2.237	1.970	648	0	231.977*	518***
Alt 4. Uppgraderat Ecoterm med VP Byggnad K2 + R2	46.400	730	2.432	0	0	162.528*	390***
Alt 6 16 nya Adconair aggregat Byggnad K2 + R2	66.464	4	1.213	0	22	76.922**	152***

*) I denna LCC-kostnad har medräknats hyresintäkter för plan 3 efter ombyggnad

**) I denna LCC-kostnad har medräknats hyresintäkter för plan 3 och plan 9 i befintliga frånluftsutrymmen efter ombyggnad för byggnad K2 respektive byggnad R2

***) I denna LCA-analys har beräkning av emissionsdata för CO₂-värden inhämtats från utredning " Utredning om införande av indirekt evaporativ kyla inom LSFs fastigheter mha tappkallvatten som köldmedium"

Detaljerad information för LCC- och LCA-beräkningar redovisas i bilaga 2.



9. Driftstrategier för det nya luftbehandlingssystemet för byggnad K2 på Karolinska sjukhuset i Huddinge

För att klara alla driftsfall som kan förekomma för byggnad K2 och R2 kan ett antal scenarios diskuteras:

1. Avfrostning av aggregat.
Då sannolikheten att alla luftbehandlingsaggregat inte har ett samtidigt behov av avfrostning kan följande driftstrategi tillämpas.
För att minimera risken för påfrysning kan man genom att partiellt låta aktuellt luftbehandlingsaggregat gå ner i avfrostningsläge innan faktisk påfrysning har skett i intagsdelen av värmeväxlaren och därmed minimera påfrysningar som följd. Varje aggregats avfrostningscykel pågår under högst 10 minuter. Detta innebär att man kan kompensera med de övriga aggregaten genom att varva upp dessa så att det totala luftbehovet över tid bibehålles. Denna metod kan därefter sekventieras för de övriga aggregaten allt eftersom behovet uppstår. Konsekvensen av denna driftstrategi för avfrostning innebär att den totala temperaturverkningsgraden för luftbehandlingsaggregaten sänks några procent under tiden för avfrostning som är ca 10 minuter per avfrostningscykel vilket innebär att detta påverkar högst marginellt den totala kapaciteten för värmeåtervinning under värmesäsongen. Detta förfarande skall givetvis styras centralt från HDC med samtidig kommunikation till alla luftbehandlingsaggregat.
2. Öka effektuttaget för den momentana indirekta evaporativa kylan.
Om det visar sig att man behöver öka effektuttaget för kylbehovet under dagar då kylbehovet pga tillfälliga klimatologiska omständigheter, som ger ett momentant högre kylbehov, kan detta tillfredsställas genom att alla aggregat varvas upp för att därmed skapa en momentant högre kyleffekt med indirekt evaporativ kyla. Detta sker på bekostnad av att man får högre momentana SFP-värden och eventuella högre ljudnivåer pga. högre lufthastigheter i luftkanalsystemen i hela luftbehandlingsanläggningen. Man kan i dessa driftlägen slippa att starta upp efterkylare som försörjs med exempelvis fjärrkyla där vi i tidigare utredning visat på att skillnaden i kostnader är markant högre för fjärrkyla i förhållande till den indirekta evaporativa kylan samt att CO₂-emissionerna är jämförelsevis drastiskt mycket lägre för den indirekta evaporativa kylan.



10. Slutsatser och diskussioner

Denna förstudie visar på följande.

Alternativ 6 är tekniskt genomförbart med den bästa ekonomi i jämförelse med övriga alternativ att byta det befintliga luftbehandlingssystemet för byggnad K2 respektive byggnad R2 utan att driftsstörningarna blir särskilt märkbara. Detta eftersom ombyggnationerna sker till den största delen helt avskilt från den befintliga driften.

Överväxlingen mellan de befintliga och de nya luftbehandlingssystemen kan ske på ett smidigt sätt där avbrottstiden blir minimal och att till- och frånluftslöden kan bibehållas. Under fyra korta moment i samband med att respektive sugkammare kopplas in på det nya luftbehandlingssystemet reduceras flödet till 75 % av den nominella luftmängden.

Den LCC-analys som genomförts visar på att den nu framtagna systemlösningen, alternativ 6 är klart lönsammast gentemot alternativ 1 och 4. Alternativ 1 utgör uppgradering av befintlig luftbehandling med ny återvinningsutrustning typ Ecoterm och alternativ 4 i kombination med värme- och kylvärmepumpar hade tidigare den lägsta LCC-kostnaden som båda kraftigt underskrids i denna utredning av alternativ 6.

Den tilläggsenergi som krävs för att upprätthålla en konstant tillufttemperatur på 19°C är försumbar i alternativ 6. Under uppvärmningssäsongen klaras till 99% av drifttiden med max 50 m³/s per byggnad K2 respektive R2 genom effektiv energiåtervinning samt till 100% med 25 m³/s per byggnad K2 respektive R2 under nattdriftsfallet.

I princip klaras hela kyllasten med indirekt evaporativ kyla se tidigare genomförd utredning daterad december 2014⁷. För utrymmen med särskilda krav på hög värme eller kyla kompletteras dessa utrymmen med traditionella värmare och kylare.

Stockholm december 2015

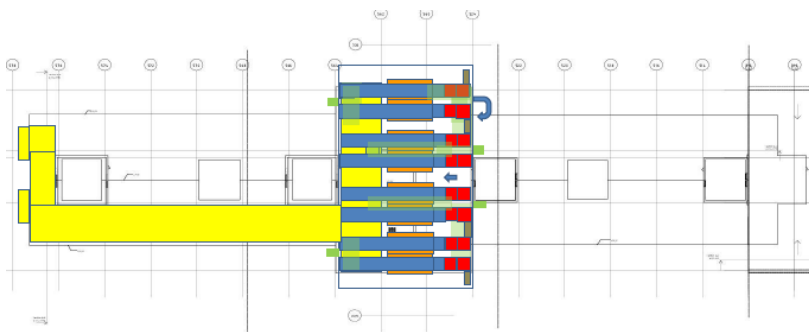
Gillis R. Wikander
punkt R AB

⁷ Utredning om införande av indirekt evaporativ kyla inom LSFs fastigheter mha tappkallvatten som köldmedium

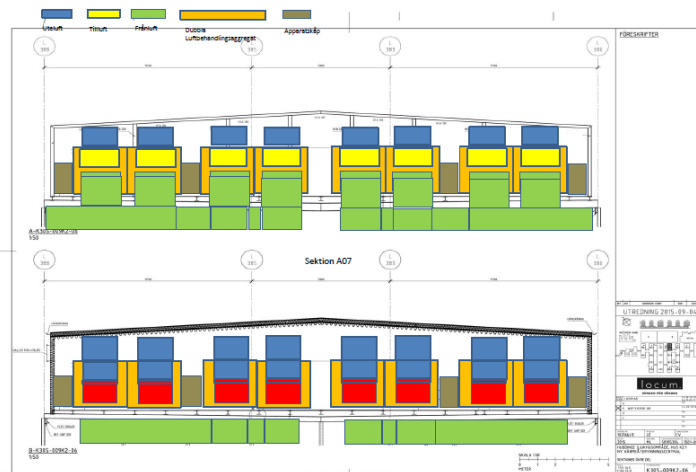


Bilaga 1:1 Systemlösning på plan 9, Byggnad K2, samt byggnad R2, Karolinska Sjukhuset, Huddinge

Översiktlig systemskiss för ny luftbehandling, Alternativ 6 med med 8 st Adconair luftbehandlingsaggregat integrerade med indirekt evaporativ kyla placerad på plan 9 ovan befintligt frånluftsfläktrum för byggnad K2, Karolinska Sjukhuset, Huddinge.



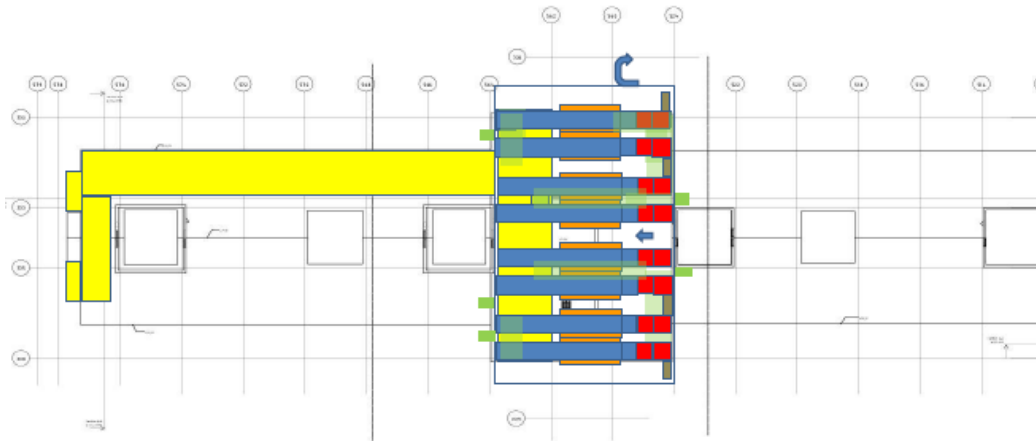
Ventilation_K2_Skiss_plan_09



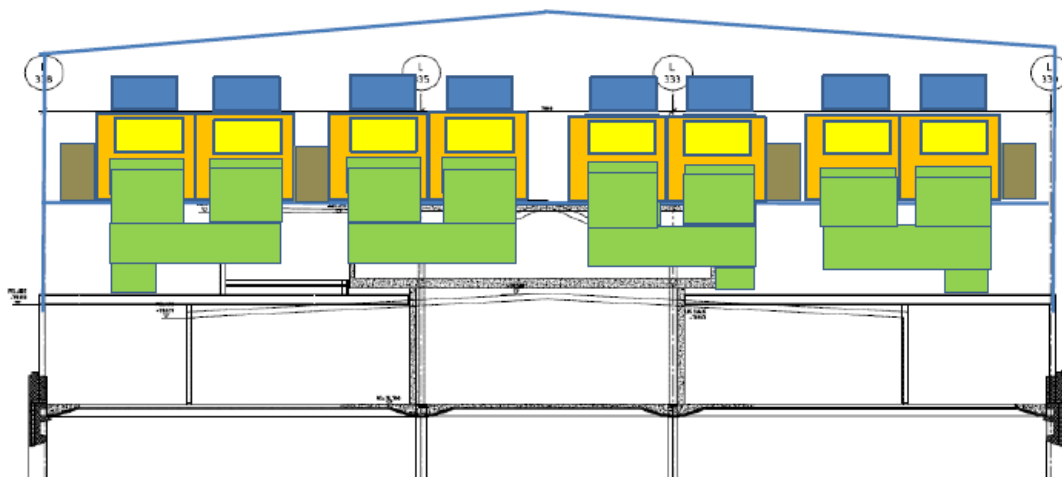
Sektion A06
Ventilation_K2_Skiss_R1



Översiktlig systemskiss för ny luftbehandling, Alternativ 6 med med 8 st Adconair luftbehandlingsaggregat integrerade med indirekt evaporativ kyla placerad ovanpå befintligt hissmaskinrum för byggnad R2, Karolinska Sjukhuset, Huddinge.



Ventilation_R2_Skiss_plan_R4

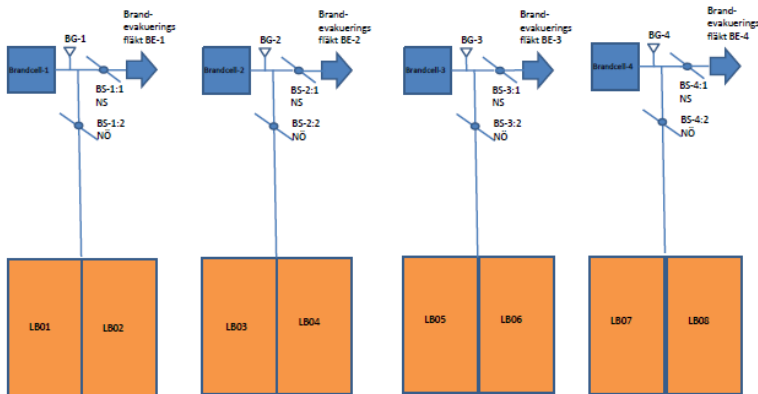


HISSMASKINSRUM + LANTERNIN OCH EXP BYGGNAD

Ventilation_R2_Skiss_sektion_R3



Bilaga 1:2 Systemlösning för brandevakuering för byggnad K2 respektive byggnad R2, Karolinska Sjukhuset, Huddinge

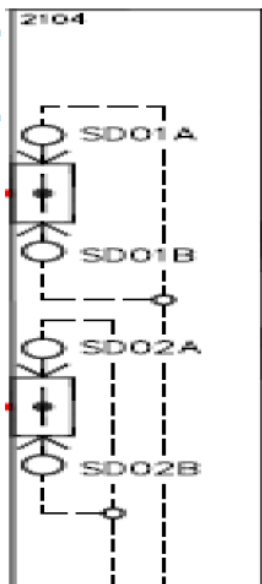


Princip för brandevakuering för byggnad K2 respektive byggnad R2

Vid brand i exvis brandcell 1 som får indikation från brandgivare BG-1 skall brandspjällen BS-1-1 öppna, BS-1-2 stänga i selvens och Brandevakueringssfiäkten BE-1 startas och evakuerar brandgäz. Alla Luftbehandlingsaggregat st Om fler än en brandcell larmar samtidigt sker motsvarande som för brandcell 1 enligt ovan.
De spjäll som finns på plan 2 SD01A, SD01b samt SD02A och SD02B och motsvarande för andra axeln skall stängas vid brandindikering på plan 9 för att motverka skorstenverkan i respektive uteluftschaikt för varje axel.

SDU1A och SDU1B kan manövreras gemensamt via operatörspanel AS02-OP1 på apparatskåp K2-AS02 med lägen ÖPPNA-AUTO.
I läge ÖPPNA styrs spjällen till öppet läge.
I läge AUTO styrs spjällen från PLC.

SD02A och SD02B kan manövreras gemensamt via operatörspanel AS02-OP1 på apparatskåp K2-AS02 med lägen ÖPPNA-AUTO.
I läge ÖPPNA styrs spjällen till öppet läge.
I läge AUTO styrs spjällen från PLC.





Bilaga 2:1 LCC-beräkningar för alternativen 1, 4 resp. 6 för byggnad K2

Beräkning av LCC-kostnad			
Endast vita fält fylls i, övriga celler röres ej. Beräkningar och anlaganden redovisas i filerna Klimatskal, Belysning och Tekniska Installationer.			
Datum (år-månad-dag)	2015-12-23 Rev. 20160216	Upprättad av	Gillis R. Wikander, punkt R AB
Ingångsvärden			
Utrustningens brukstid, år	50	Värme fjv, rörlig kost.	700 SEK/MWh
Kalkylränta, real	3,0%	Värmeprisökning, real	1,5%
Låneränta	4,0%	Eipris, rörlig kost.	1000 SEK/MWh
UH-prisökning, real	2,0%	Eiprisökning, real	3,0%
Belämningsgrad	70%	Kyla, rörlig kost.	1200 SEK/MWh
		Kylaprisökning, real	3,0%
Alternativ	1	Alt 1: Upprustning av bef installation med byte av VVX och rörliga delar etc. Byggnad K2	
	2	Alt 4: Två lokala VP/KM ansluts till växlar alternativ 1. Byggnad K2	
	3	Alt 6: 8 Motströms enhetsaggregat m evaporativ kyla plan 10. Lokaler plan 9 hyrs ut till förmod Byggnad K2	
Kapitalkostnad (SEK/år)			
Investeringskostnad (SEK)	21 400 000	23 200 000	33 232 000
Ränta (SEK/år)	599 200	649 600	930 496
Avskrivning (SEK/år)	428 000	464 000	664 640
Energikostnad (SEK/år)			
Värmeenergi, fjv (MWh/år)	1 598	522	3
Eleenergi (MWh/år)	985	1 216	606
Kylenergi (MWh/år)	270,0		
Nuvärde Energitkostnad, totalt (SEK)	104 600 651	73 588 886	30 824 701
Total årlig Energitkostnad (SEK)	2 427 600	1 581 400	608 639
Underhållskostnad (SEK/år)			
Årlig UH-kostnad (SEK/år)	70 000	95 000	70 000
Renoveringar (SEK/år)	20 620	22 420	26 672
Total UH-kost, nuvärde	3 551 952	4 602 408	3 789 167
Hyresintäkt			
Årlig ökad hyresintäkt (SEK/år)	-513 500	-513 500	-869 000
Nuvärde hyresintäkt	-20 127 206	-20 127 206	-34 061 426
Restvärde vid brukstidens slut (SEK)	0	0	0
LCC-kostnad (SEK)	109 425 397	81 264 088	33 784 442
		Differens LCC Alt 1 - Alt 4	28 161 309
		Differens LCC Alt 4 - Alt 6	47 479 646

Årlig vattenförbrukning: 540 m³/år
Nuvärde för indirekt evaporativ kyla 425250 kr.
Vattenkostnad 20 kr/m³ och 2 %/år kostnadsutveckling.

LCC-beräkningar enligt LOCUMS modell med jämförelse mellan alternativen 1, 2 och 6. Byggnad K2



Bilaga 2:2 LCC-beräkningar för alternativen 1, 4 resp. 6 för byggnad R2

Beräkning av LCC-kostnad			
Endast vita fält fylls i, övriga celler röres ej. Beräkningar och anslaganden redovisas i filerna Klimatskal, Belysning och Tekniska Installationer.			
Datum (år-månad-dag)	2015-12-23 Rev. 20160216	Upprättad av	Gillis R. Wikander, punkt R AB
Ingångsvärden			
Utrustningens brukstid, år	50	Värme fjv, rörlig kost.	700 SEK/MWh
Kalkylränta, real	3,0%	Värmeprisökning, real	1,5%
Låneränta	4,0%	Elpris, rörlig kost.	1000 SEK/MWh
UH-prisökning, real	2,0%	Elprisökning, real	3,0%
Beålningsgrad	70%	Kyla, rörlig kost.	1200 SEK/MWh
		Kylaprisökning, real	3,0%
Alternativ	1 Alt 1: Upprustning av bef installation med byte av VVX och rörliga delar etc. Byggnad R2 2 Alt 4: Två lokala VPIKM ansluts till växlare alternativ 1. Byggnad R2 3 Alt 6: 8 Motströms enhetsaggregat m evaporativ kyla plan 10. Lokaler plan 9 hyrs ut till förmod Byggnad R2		
Kapitalkostnad (SEK/år)	1	2	3
Investeringskostnad (SEK)	21 400 000	23 200 000	34 391 000
Ränta (SEK/år)	599 200	649 600	962 948
Avskrivning (SEK/år)	428 000	464 000	687 820
Energikostnad (SEK/år)			
Värmeenergi, fjv (MWh/år)	1 598	522	3
Elenergi (MWh/år)	985	1 216	606
Kylenergi (MWh/år)	270,0		
Nuvärde Energitkostnad, totalt (SEK)	104 600 651	73 588 886	30 824 701
Total årlig Energitkostnad (SEK)	2 427 600	1 581 400	608 639
Underhållskostnad (SEK/år)			
Årlig UH-kostnad (SEK/år)	70 000	95 000	70 000
Renoveringar (SEK/år)	20 620	22 420	25 831
Total UH-kost, nuvärde	3 551 952	4 602 408	3 756 203
Hyresintäkt			
Årlig ökad hyresintäkt (SEK/år)	-513 500	-513 500	-630 420
Nuvärde hyresintäkt	-20 127 206	-20 127 206	-24 710 016
Restvärde vid brukstidens slut (SEK)	0	0	0
LCC-kostnad (SEK)	109 425 397	81 264 088	44 261 888
		Differens LCC Alt 1 - Alt 4	28 161 309
		Differens LCC Alt 4 - Alt 6	37 002 200

Årlig vattenförbrukning: 540 m3/år
Nuvärde för indirekt evaporativ kyla 425250 kr.
Vattenkostnad 20 kr/m3 och 2 %/år kostnadsutveckling.

LCC-beräkningar enligt LOCUMS modell med jämförelse mellan alternativen 1, 2 och 6. Byggnad R2



Bilaga 2:3 LCC-beräkningar för alternativen 1, 4 resp. 6 för byggnad K2 +R2

Beräkning av LCC-kostnad

Endast vita fält fylls i, övriga celler röres ej. Beräkningar och anslaganden redovisas i filarna Klimatskal, Belysning och Tekniska installationer.

Datum (år-månad-dag) Upprättad av

Ingångsvärden		Värme fjv, rörlig kost.		Elpris, rörlig kost.		Kyla, rörlig kost.	
Utrustningens brukstid, år	<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="700"/>	<input type="text" value="SEK/MWh"/>	<input type="text" value="1000"/>	<input type="text" value="SEK/MWh"/>	<input type="text" value="1200"/>	<input type="text" value="SEK/MWh"/>
Kalkylränta, real	<input type="text" value="3,0%"/>	Värmeprisökning, real	<input type="text" value="1,5%"/>	Elprisökning, real	<input type="text" value="3,0%"/>	Kylaprisökning, real	<input type="text" value="2,0%"/>
Låneränta	<input type="text" value="4,0%"/>						
UH-prisökning, real	<input type="text" value="2,0%"/>						
Belämningsgrad	<input type="text" value="70%"/>						

Alternativ	1	2	3
Alternativ	Alt 1: Upprustning av bef. installation med byte av VVX och rörliga delar etc. emensam LCCberäkning för byggnad K2 och R2.		
	Alt 4: Två lokala VP/KM ansluts till växlare alternativ 1. emensam LCCberäkning för byggnad K2 och R2.		
	Alt 6: 8 Motsröms enhetsaggregat m evaporativ kyla. Lokaler plan 9 och plan 3 hyrs ut till förråd. Gemensam LCCberäkning för byggnad K2 och R2.		
Kapitalkostnad (SEK/år)			
Investeringskostnad (SEK)	<input type="text" value="42 800 000"/>	<input type="text" value="46 400 000"/>	<input type="text" value="66 464 000"/>
Ränta (SEK/år)	<input type="text" value="1 198 400"/>	<input type="text" value="1 299 200"/>	<input type="text" value="1 860 992"/>
Avskrivning (SEK/år)	<input type="text" value="856 000"/>	<input type="text" value="928 000"/>	<input type="text" value="1 329 280"/>
Energikostnad (SEK/år)			
Värmeenergi, fjv (MWh/år)	<input type="text" value="3 196"/>	<input type="text" value="1 044"/>	<input type="text" value="6"/>
Elenergi (MWh/år)	<input type="text" value="1 970"/>	<input type="text" value="2 432"/>	<input type="text" value="1 213"/>
Kylenergi (MWh/år)	<input type="text" value="540,0"/>		
Nuvärde Energikostnad, totalt (SEK)	<input type="text" value="202 200 386"/>	<input type="text" value="147 177 772"/>	<input type="text" value="61 651 403"/>
Total årlig Energikostnad (SEK)	<input type="text" value="4 856 200"/>	<input type="text" value="3 162 800"/>	<input type="text" value="1 217 278"/>
Underhållskostnad (SEK/år)			
Årlig UH-kostnad (SEK/år)	<input type="text" value="140 000"/>	<input type="text" value="190 000"/>	<input type="text" value="140 000"/>
Renoveringar (SEK/år)	<input type="text" value="41 240"/>	<input type="text" value="44 840"/>	<input type="text" value="53 344"/>
Total UH-kost, nuvärde	<input type="text" value="7 103 904"/>	<input type="text" value="9 204 816"/>	<input type="text" value="7 978 334"/>
Hyresintäkt			
Årlig ökad hyresintäkt (SEK/år)	<input type="text" value="-513 500"/>	<input type="text" value="-1 027 000"/>	<input type="text" value="-1 499 420"/>
Nuvärde hyresintäkt	<input type="text" value="-20 127 206"/>	<input type="text" value="-40 254 413"/>	<input type="text" value="-68 771 443"/>
Restvärde vid brukstidens slut (SEK)	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
LCC-kostnad (SEK)	<input type="text" value="231 977 084"/>	<input type="text" value="162 528 176"/>	<input type="text" value="76 922 294"/>
		Differens LCC Alt 1 - Alt 4	Differens LCC Alt 4 - Alt 6
		<input type="text" value="69 448 909"/>	<input type="text" value="85 605 881"/>

Årlig vattenförbrukning: 1.080 m³/år
 Nuvärde för indirekt evaporativ kyla 850500 kr.
 Vattenkostnad 20 kr/m³ och 2 %/år kostnadsutveckling.

LCC-beräkningar enligt LOCUMS modell med jämförelse mellan alternativen 1, 2 och 6. Byggnad K2 + R2



Bilaga 2:4 LCA-beräkningar för alternativen 1, 4 resp. 6 för byggnad K2/R2

Total beräkning av emission av

CO₂

Specifika emissioner

CO ₂ ,värme	0,082 kg/kWh
CO ₂ ,el	0,1255 kg/kWh
CO ₂ ,fjärrkyla	0,0159 kg/kWh
CO ₂ mekanisk kyla	0,1255 kg/kWh
CO ₂ indirekt evaporativ kyla	0,0719 kg/m ³

Kylenergi 270000 kWh/år

Alt 1	Elenergi fläktar	985 000 kWh/år	Fjärrvärme	1 598 000 kWh/år		
Alt 4	Elenergi fläktar +VP	1 216 000 kWh/år	Fjärrvärme	522 000 kWh/år		
Alt 6	Elenergi fläktar + pump	606 472 kWh/år	Fjärrvärme	3 096 kWh/år	Vattenf	540 m ³ /år

Alternativ

Utsläpp CO₂,totalt

Alt 1	258 947 kg/år
Alt 4	195 412 kg/år
Alt 6	76 405 kg/år