



VVS-planering av industrifastighet med krävande ventilation

Jonathan Sulkakoski

Examensarbete
Energi- och miljöteknik
2022

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Energi- och miljöteknik
Identifikationsnummer:	8615
Författare:	Jonathan Sulkakoski
Arbetets namn:	VVS-planering av industrifastighet med krävande ventilation
Handledare (Arcada):	Kim Roos
Uppdragsgivare:	CLIMAPRO Ab Oy
Sammandrag:	
<p>Syftet med examensarbetet var att göra VVS-planeringen för en industribyggnad som byggs av Baltic Yachts Oy Ab. Fastigheten är en tillbyggnad av företagets befintliga hall som kommer att användas för tillverkning av segelbåtar och dess komponenter. Verksamheten medför damm, föroreningar och kemikalier som ställer höga krav på ventilationssystemet. Ventilationen planerades med flera ventilationsaggregat eftersom byggnaden består av många utrymmen med olika användningsområden. Systemet består av totalt 12 aggregat med maskinell till- och frånluft. För att transportera bort kemikalieångor och föroreningar i de utrymmena var kemikalierna hanteras placeras frånluften vid golvnivå och tilluften vid taket. Utöver ventilationen planerades värme- och kylsystemet, vatten- och avloppssystemet samt tryckluftssystemet. Byggnaden värms upp med fjärrvärme och kylningen sker med kylmaskiner som placeras på fastighetens vattentak. Värmen distribueras ut i byggnaden med hjälp av radiatorer, värmefläktar och genom ventilationen. Kylningen sker med fläktkonvektorer och genom ventilationssystemet. VVS-tekniken planerades så att de allmänna föreskrifter och förordningar uppfylls samtidigt som de verksamhetsspecifika behoven beaktades. Som huvudprogram för VVS-planeringen användes CAD programmet CADMATIC HVAC. All VVS-teknik planerades i 3D och sammanfogades med hjälp av BIM programmet Dalux. Resultatet av planeringen blev ett energieffektivt VVS-system med kompletta arbetsritningar och 3D-modeller.</p>	
Nyckelord:	VVS, ventilation, industrifastighet, värmesystem, kyla, kemikalier
Sidantal:	67
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	16.05.2022

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Energy and Environmental Engineering
Identification number:	8615
Author:	Jonathan Sulkakoski
Title:	VVS-planering av industrifastighet med krävande ventilation
Supervisor (Arcada):	Kim Roos
Commissioned by:	CLIMAPRO Ab Oy
<p>Abstract:</p> <p>The purpose of the degree thesis was to do the HVAC planning for an industrial building that Baltic Yachts Oy Ab are building. The property is an extension of the company's existing hall that will be used for manufacture of sailboats and its components. The operation causes dust, pollutants and chemicals that place high demands on the ventilation system. The ventilation is planned with several ventilation units as the building consists of many rooms with different areas of use. The system is built with 12 ventilation units with mechanical supply and exhaust air. To ventilate chemical vapors and pollutants in the rooms where the chemicals are handled, the exhaust air is placed at floor level and the supply air at the ceiling. The building is heated by district heating, the heat is distributed in the building by radiators, heating fans and through the ventilation. The building is cooled with fan convectors and through the ventilation, the cooling units are placed on the water roof. The HVAC technology was planned so that the general regulations and ordinances are met at the same time as the business-specific needs were considered. The CAD program CADMATIC HVAC was used as main program for the HVAC planning. All HVAC technology was planned in 3D and combined using the BIM program Dalux. The results of the planning were an energy-efficient HVAC system with complete drawings and 3D models.</p>	
Keywords:	HVAC, industrial property, heating, cooling, chemicals
Number of pages:	67
Language:	Swedish
Date of acceptance:	16.05.2022

INNEHÅLL

SAMMANDRAG

ABSTRACT

FIGURER

TABELLER

FÖRORD

1	Inledning.....	9
1.1	Problemformulering	9
1.2	Planeringsmetod.....	10
1.3	Avgränsningar	11
2	Ventilation	11
2.1	FTX-system	11
2.2	Ventilationsmaskiner.....	12
2.2.1	Ventilationsmaskinernas energieffektivitet	14
2.2.2	Dimensionering av fläktar	14
2.3	Kanalsystem.....	17
2.4	Dimensioneringskriterier	18
2.1	Kemikalier och föroreningar	19
2.2	Luftdistribution	22
2.3	Ventilationsdon	24
2.4	Brandsäkerhet	26
2.5	Ljuddämpning.....	27
2.6	Luftintag och utblås.....	28
2.7	Injustering och skötsel	28
3	Värme	29
3.1	Värmebehov	30
3.2	Värmesystemet.....	30
3.3	Funktion	31
3.4	Installation	31
3.5	Dimensionering och reglering.....	32
4	Kyla.....	34
5	Tryckluft	36
6	Tappvatten	36
6.1	Dimensionering.....	37

6.2	Vattenarmaturer.....	38
6.3	Reglering och service	39
6.4	Brandvatten	39
7	Avlopp	40
7.1	Golvbrunnar.....	40
7.2	Rörledningar	40
8	Slutsats.....	41
	Källor	43
	Bilagor	45

Figurer

Figur 1. 3D bild av fastigheten. Skärmlipp från Dalux.....	10
Figur 2. Roterande värmeväxlare. (Guide: FTX, 2021).....	13
Figur 3. Plattvärmeväxlare. (Guide: FTX, 2021)	13
Figur 4. Vätskeburna batterier. (Guide: FTX, 2021)	14
Figur 5. Schakt med ventilationskanaler. Skärmlipp från Dalux.....	18
Figur 6. GHS08 – allvarlig hälsorisk. (Varningmärken för kemikalier)	20
Figur 7. GHS04 – gaser under tryck. (Varningmärken för kemikalier)	20
Figur 8. GHS07- Hälsorisk/farligt för ozonskiktet. (Varningmärken för kemikalier) ..	20
Figur 9. GHS02-Lättantändlig. (Varningmärken för kemikalier).....	20
Figur 10. Lamineringsutrymme med frånluft vid golv. Skärmlipp från Dalux.	23
Figur 11. Blandningsrum med frånluft vid golv och tak samt utsug från dragskåpen. Skärmlipp från Dalux.....	24
Figur 12. FKD tilluftsdon. Lindab.....	25
Figur 13. Tilluftsdon DVC. Swegon.....	25
Figur 14. Tilluftsdon DHC. Swegon.....	25
Figur 15. Tilluftsventil KSO. FläktGroup.....	25
Figur 16. Tilluftsventil KTS. FläktGroup.	25
Figur 17 Frånluftsdon GRL. Swegon.....	26
Figur 18. Frånluftsdon ALC. Swegon.....	26
Figur 19. Tilluftsdon LPA. Swegon.....	26
Figur 20. Tilluftsdon FALCON. Swegon.....	26
Figur 21. Ljuddämpning i kontor. Skärmlipp från Dalux.	27
Figur 22. Luftkammaren i tredje våningens teknikrum. Skärmlipp från Dalux.	28
Figur 23. Exempel på serviceutrymme. Skärmlipp från Dalux.	29
Figur 24. Varmluftsfläkt i trälagret. Skärmlipp från Dalux.	31
Figur 25. Radiatorer i mötesrummet. Skärmlipp från Dalux.....	32
Figur 26. Flödesreglering. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s 2:50).	33
Figur 27. Temperaturreglering. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s 2:50).	34
Figur 28. Kylmaskiner. Skärmlipp från Dalux.	35
Figur 29. Kylsystemets teknikrum. Skärmlipp från Dalux.	35
Figur 30. Kopparrör monogram. Finlandsbyggbestämmelsesamling D1.	38

Figur 31. Tvättställ med nöddusch. Skärmlapp från Dalux.	39
---	----

Tabeller

Tabell 1. Faroangivelser. (Märkningens innehåll och utformning 2021)	20
Tabell 2. Farliga kemikalier som används i fastigheten.....	21
Tabell 3. Gaser som används i byggnaden.....	21
Tabell 4. Damm som förekommer byggnaden.....	21
Tabell 5. Normflöden för vattenarmaturer. Finlands byggbestämmelsesamling D1.....	37

FÖRORD

Examensarbetet gjordes som ett beställningsarbete för ingenjörbyrå CLIMAPRO Ab Oy. Först och främst vill jag tacka arbetets beställare Patrik Slussnäs för den handledning jag har fått under arbetets gång. Jag vill även tacka min handledare Kim Roos för ett gott samarbete samt alla konstruktörer som deltagit i byggprojektet.

Larsmo 5.4.2022

Jonathan Sulkakoski

1 INLEDNING

Detta examensarbete behandlar VVS-planeringen för en industribyggnad med ett krävande ventilationssystem. Arbetets beställare är ingenjörbyrån CLIMAPRO Ab Oy.

För att få en klar bild av vad arbetet innefattar behandlas till först fastigheten i fråga. Fastigheten är en industribyggnad som byggs av Baltic Yachts Oy Ab som en tillbyggnad av företagets befintliga hall som finns i Jakobstad. Byggnaden kommer att användas för att tillverka av lyxyachter och dess komponenter.

Fastigheten har tre våningar som är indelade i olika utrymmen som behövs för verksamheten. Byggnaden består av allt från snickeriutrymmen, lamineringsutrymmen, fräs utrymmen, ytbehandlingsutrymmen, lagerutrymmen till kontors- och sociala utrymmen. Första våningen är 3752 m² stor och andra våningen är 2819 m² stor. På första och andra våningen finns sociala utrymmen samt kontor- och produktionsutrymmen. Tredje våningen är 1110 m² stor och består av utrymmen som matsal, kök, mötesrum samt ett teknikrum för ventilationen. Byggnaden har en total våningsyta på 7681 m² och en volym på 49 000 m³.

1.1 Problemformulering

Den största utmaningen med VVS-planeringen är ventilationsplaneringen på grund av att verksamheten i byggnaden för med sig mycket damm, smuts och kemikalier. Ventilationssystemet är uppbyggd av många ventilationsmaskiner eftersom byggnaden består av flera utrymmen med olika användningsområden.

Verksamheten ställer ett visst krav på VVS-systemet. Specifika lösningar och metoder som skiljer sig från mer allmänna fastigheter redogörs i arbetet.

1.2 Planeringsmetod

VVS-systemet är i huvudsak planerad i CAD programmet CADMATIC HVAC. Programmet har ett brett användningsområde inom VVS-planering och kan producera allt från vanliga 2D arbetsritningar till kompletta 3D-modeller.

Hela fastighetens teknikersystem är planerad i 3D. I och med att allt planeras i 3D bör planeringen ske på en väldigt detaljerad nivå för att systemen ska passa ihop med varandra. 3D modelleringen av VVS-systemen är konstruerade i CADMATIC HVAC. För att kombinera systemen med själva byggnaden har 3D modellerna exporterats till IFC filer och ett BIM program har använts för att läsa filerna.

BIM (building information modeling) eller på svenska byggnadsinformationsmodellering innebär att man skapar och använder en digital modell av ett byggnadsverk. En modell som innehåller information om objektet och dess komponenter, som till exempel information om byggnadsmaterial, leverantörer, mått, priser med mera. Att använda sig av BIM har många fördelar, hela processen effektiviseras, kvaliteten höjs, tiden optimeras och kostnaderna sänks. (Vad är BIM 2021).

För att modellera VVS planeringen har jag använt mig av BIM programmet Dalux men också andra BIM program har använts under projektets gång. Figur 1 är en 3D bild av fastigheten.



Figur 1. 3D bild av fastigheten. Skärmbild från Dalux.

1.3 Avgränsningar

Arbetet behandlar endast VVS planeringen på en basnivå och går inte in på små detaljer. Syftet är att läsaren ska få en förståelse över hela VVS-systemets uppbyggnad med en fördjupning i ventilationssystemet.

2 VENTILATION

Ventilationen i fastigheten är av typen FTX-system, det vill säga maskinell till- och frånluft med värmeåtervinning. Målet med ventilationen är att bibehålla ett gott inomhusklimat genom att tillföra ren och frisk luft och föra bort gammal och smutsig luft. Det som har prioriterats högt vid ventilationsplaneringen är att uppnå ett kostnadseffektivt system utan att kompromissa med kvaliteten. Fastighetens ventilationsritningar finns i [bilaga 4](#).

Ventilationen planeras enligt de bestämmelser som anges i (Miljöministeriets förordning om inomhusklimat och ventilation i nya byggnader 2017) och (Statsrådets förordning om säkerhetskraven vid industriell hantering och upplagring av farliga kemikalier 2012).

2.1 FTX-system

FTX systemet består av ett ventilationsaggregat med värmeåtervinning utrustad med maskinella till- och frånluftsfläktar. Ventilationsaggregatet består av fläktar, filter, värmeåtervinnare, kylbatteri, eftervärmningsbatteri, ljuddämpare samt spjäll. Värmeåtervinningen i ett FTX system minskar eftervärmningsbehovet med ungefär 80 procent. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s.2:16-18).

2.2 Ventilationsmaskiner

Byggnadens ventilationsmaskiner är indelade i två teknikrum, ett rum på tredje våningen i fastighetens norra del och ett rum på andra våningen i fastighetens södra del. Andra våningens teknikrum består av två ventilationsmaskiner som betjänar enbart de stora lamineringsutrymmena och utgör ungefär hälften av fastighetens luftflöden. Tredje våningens teknikrum består av tio ventilationsmaskiner som betjänar alla utrymmen förutom lamineringsdelen.

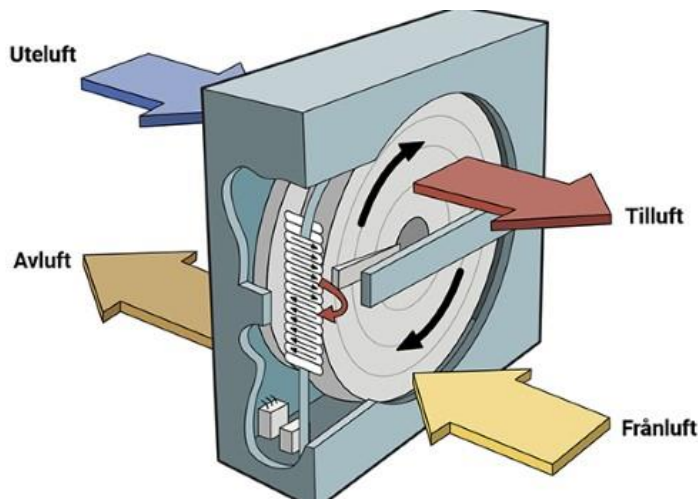
Ventilationsaggregatens värmeåtervinningsmetod varierar beroende på vad som passar bäst just för de utrymmen som aggregaten betjänar. Det finns flera olika metoder för att återvinna värmen i ett ventilationsaggregat.

De vanligaste typerna av värmeväxlare i ventilationsaggregat är:

- Roterande värmeväxlare
- Vätskeburna batterier
- Plattvärmeväxlare

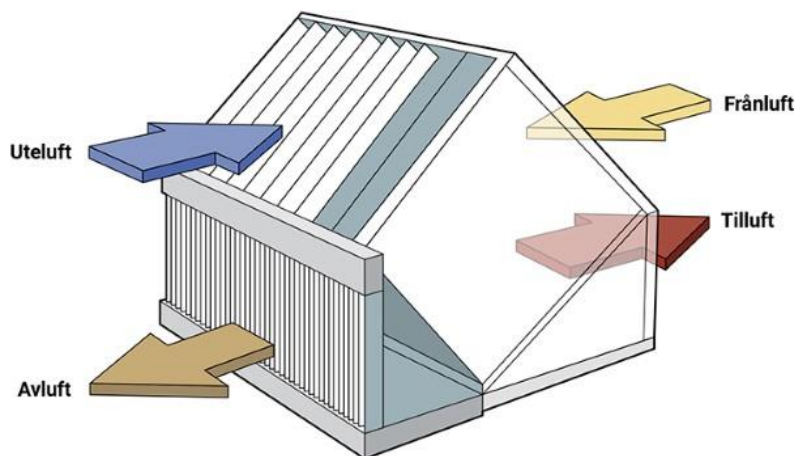
Det som är viktigt att tänka på vid val av värmeväxlare är dess temperaturverkningsgrad. Temperaturverkningsgraden, anger hur effektivt värmeväxlaren kan överföra värmen. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s.2:53).

Den roterande värmeväxlaren består av ett rotorhjul tillverkat av korrugerad metallplåt som lindas lager på lager och bildar många små luftkanaler. Rotorhjulet värms upp av den varma frånluften och kyls sen ned av den kalla uteluften. På så sätt överförs värmen mellan till- och frånluften. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s 2:54). Figur 2 är en bild på hur en roterande värmeväxlare fungerar.



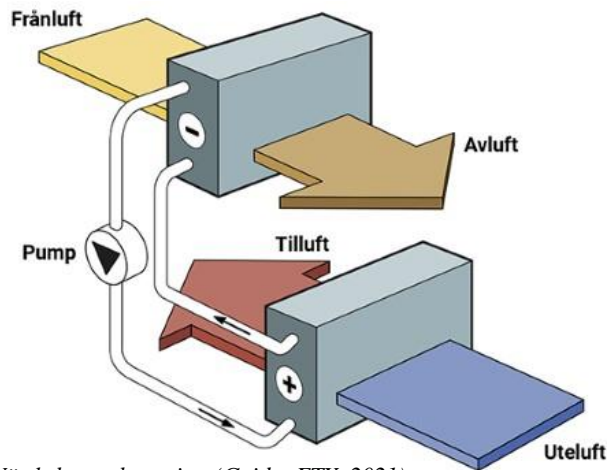
Figur 2. Roterande värmeväxlare. (Guide: FTX, 2021)

Den platta värmeväxlaren är gjord av tunna metallplåtar. Plåtarna bildar tunna spalter varvid varm frånluft strömmar genom varannan spalt och kall uteluft genom varannan. Värmen överförs utan att till- och frånluften kan komma i kontakt med varandra. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s.2:56). Figur 3 är en bild av den platta värmeväxlaren.



Figur 3. Plattvärmeväxlare. (Guide: FTX, 2021)

Vätskeburen värmeväxlare innebär två luftbatterier som kopplas ihop till en gemensam vätskekrets. Ett batteri installeras i frånluftskanalen och ett i tillluftskanalen. Värmen tas upp i frånluftsbatteriet och avges i tilluftsbatteriet. Det positiva med denna metod är att till- och frånluften inte kan blandas och att aggregaten kan vara separerade från varandra. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s.2:57-58). Figur 4 är en bild av värmeåtervinning med vätskeburna batterier.



Figur 4. Vätskeburna batterier. (Guide: FTX, 2021)

2.2.1 Ventilationsmaskinernas energieffektivitet

SFP (Specifik Fan Power) eller specifik fläkteffekt är ett mått som mäter ventilationssystemets el-effektivitet. Ju lägre SFP-talet är desto lägre är elförbrukningen. SFP talet beräknas som summan av till- och frånluftsfläktarnas effekter per luftflöde i ventilationssystemet. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s.2:73). Och beräknas enligt formeln:

$$SFP = \frac{P_{tilluft} + P_{frånluft}}{q_{max}} \quad (\text{kW/m}^3/\text{s})$$

där

$P_{tilluft}$ = tillförd el till tilluftsfläkten (kW)

$P_{frånluft}$ = tillförd el till frånluftsfläkten (kW)

q_{max} = det största av till- och frånluftsflödena (m^3/s)

För att nå ett lågt SFP-tal bör utformningen och dimensioneringen av kanalsystemet och ventilationsaggregatet vara korrekt gjorda. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s.2:73)

2.2.2 Dimensionering av fläktar

Fläktarna dimensioneras så att summan av tryckfallen i den dimensionerande sträckan i kanalsystemet ska vara lika stor som den tryckökning fläkten ger vid ett visst luftflöde. Den dimensionerande sträckan är den väg i kanalsystemet som har högst tryckfall. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s.2:97)

Fastighetens ventilationssystem består av följande ventilationsaggregat:

1. TKPK 001 ATEX
2. TKPK 002 LAGER
3. TKPK 003 SOCIALA
4. TKPK 004 PRODUKTION
5. TKPK 005 CORECELL
6. TKPK 006 LAMINERING 1
7. TKPK 007 WC
8. TKPK 008 SNICKERI
9. TKPK 009 LAMINERING 2
10. TKPK 010 SHOWROOM
11. TKPK 011 MATSAL
12. TKPK 012 KÖK

TKPK 001 ATEX betjänar fastighetens utrymmen som är explosionsfarliga. Aggregatet har ett dimensionerande luftflöde på 2,6 m³/s och värmeåtervinningen sker med vätskeburna batterier för att utesluta att till- och frånluften inte blandas med varandra vid värmeåtervinningen. TKPK 002 LAGER har ett dimensionerande luftflöde på 3,5 m³/s och värmeåtervinningen sker med roterande värmeväxlare. Aggregatet betjänar alla lagerutrymmen.

TKPK 003 SOCIALA betjänar det stora omklädningsrummet som finns i befolkningskyddet på första våningen och har ett luftflöde på 0,5 m³/s och är utrustad med en roterande värmeväxlare. TKPK 004 PRODUKTION betjänar främst produktionsutrymmet på första våningen och genererar en luftmängd på 1,5 m³/s och har en roterande värmeväxlare.

TKPK 005 CORECELL betjänar corecell-lagret samt slip- och mattbearbetningsrummen. Aggregatet genererar en luftmängd på 1 m³/s och värmeåtervinningen sker med en plattvärmeväxlare för att förhindra blandning av till- och frånluft. TKPK 006 LAMINERING 1 är det största aggregatet av alla med en luftmängd på 11 m³/s och betjänar det stora lamineringsutrymmet på första våningen. Värmeväxlingen sker i en roterande värmeväxlare.

TKPK 007 WC betjänar alla wc:n som finns i byggnaden. Aggregatet genererar en luftmängd på 0,6 m³/s och värmeväxlaren är av typen plattvärmeväxlare för att förhindra luftblandning mellan till- och frånluften. TKPK 008 SNICKERI har ett luftflöde på 7 m³/s och betjänar byggnadens snickeriutrymmen. Värmeåtervinningen sker med en roterande värmeväxlare.

TKPK 009 LAMINERING 2 betjänar det lamineringsutrymme som finns på andra våningen. Aggregatet genererar en luftmängd på 4,5 m³/s och värmeåtervinningen sker med en roterande värmeväxlare.

TKPK 010 SHOWROOM genererar en luftmängd på 0,8 m³/s och betjänar utställningsrummet på tredje våningen. Aggregatet har en roterande värmeväxlare. TKPK 011 MATSAL betjänar fastighetens matsal med en luftmängd på 2 m³/s och värmeåtervinningen sker med en roterande värmeväxlare.

TKPK 012 KÖK har till- och frånluftsaggregaten separerade från varandra. Tilluftsaggregatet finns i tredje våningens teknikrum och frånluftsaggregatet är placerad på vattentaket ovanför köket. Aggregaten genererar en luftmängd på 1,5 m³/s och värmeåtervinningen sker med vätskeburna batterier.

Alla ventilationsmaskiner har vätskeburna värmebatterier för att efter värma tilluften när värmeåtervinningen inte räcker till. De flesta aggregat har även kylbatterier för att kyla ned tilluften. Ventilationsaggregaten är dimensionerade med hjälp av SystemAirCAD som är ett dimensioneringsprogram av företaget Systemair Ab. En mer detaljerad beskrivning av ventilationsmaskinerna finns i [bilaga 1](#).

2.3 Kanalsystem

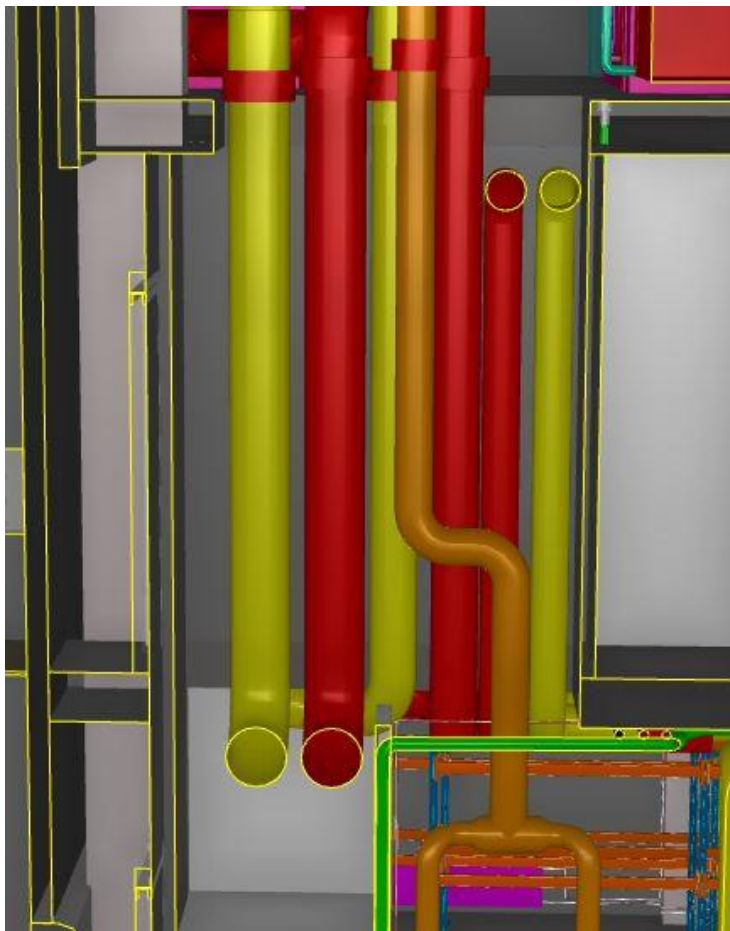
Kanaldragningarna benämns enligt (Warfvinge & Dahlblom 2010 s 2:76) i fyra kategorier:

- *huvudkanal* mellan ventilationsfläkten och stamkanalen
- *stamkanal* mellan huvudkanal och grenkanal
- *grenkanal* mellan stamkanal och anslutningskanal
- *anslutningskanal* mellan donet och grenkanalen.

Kanalsystemet har varit en utmanande del av planeringen. Eftersom ventilationssystemet består av många maskiner blir det också många olika kanaldragningar som ska utföras. Därav har utmaningen varit att få allt att passa ihop utan att kollisioner uppstår.

Kanalerna är för det mesta cirkulära kanaler men även rektangulära kanaler förekommer när det har varit utrymmesbrist eller om luftflöden har varit för stora för cirkulära kanaler. Cirkulära kanaler tillverkas i standardmått 63–1250 mm i diameter. Krävs det större kanaler än 1250 mm så övergår man till rektangulära kanaler. Ventilationsaggregatet TKPK009 Laminering 2 som betjänar det stora lamineringsutrymmet har ett kanalsystem gjord av rektangulära kanaler på grund av det stora luftflödet i systemet.

Ventilationssystemens stamkanaler följer samma rutt så långt det går för att få så strukturerade kanaldragningar som möjligt. Där kanalerna går igenom en våning är de samlade till ett schakt. Figur 5 är en bild av schaktet i teknikrummet på våning 3.



Figur 5. Schakt med ventilationskanaler. Skärmlipp från Dalux.

2.4 Dimensioneringskriterier

Kanalerna är dimensionerade enligt lufthastigheten m/s. Vägledande lufthastigheter som har använts vid dimensionering av kanalstorlekarna:

- huvudkanalerna 6–9 m/s
- stamkanalerna 4–6 m/s
- grenkanalerna 2–4 m/s
- anslutningskanalerna 2 m/s

Specifika anvisningar och bestämmelser för luftflöden i utrymmen för den här typen av verksamhet är ganska oklara. Produktionsutrymmens luftflöden dimensioneras så att åtminstone minimikraven enligt (SFS 3358 2008) uppfylls men luftflöden kan vara

betydligt högre än vad minimikraven säger beroende på utrymmets användning. Luftflöden i produktionsutrymmen planeras enligt hur många gånger luften byts ut per timme, (1/h) och dimensioneras enligt modellen:

- Laminering 1005 = 4,5 1/h
- Efterbehandling 1028= 1,5 1/h
- Fräs 1011= 1,38 1/h
- Blandrum + hartslager 1002= 2,65 1/h
- Snickeri 2008= 4 1/h
- Ytbehandling 2010= 10 1/h
- Maskiner 2022= 3 1/h

Luftflöden i wc och omklädningsrum går enligt Finlands byggbestämmelsesamling D2.

Wc och omklädningsrum planeras enligt modellen:

- wc: frånluft -20 l/s, tilluft tas som överluft från omklädningsrummen.
- Omklädningsrum: frånluft -4 l/s/skåp, tilluften minst 5 l/s/m² men oftast blir det mer för att ersätta frånluften från wc och dusch.
- duschutrymme: frånluft -16 l/s/dusch, tilluften tas som överluft från omklädningsrummet.

Kontoren, matsal, kök och mötesrummen planeras med luftmängder enligt:

- mötesrum klass S2, till- och frånluft 8 l/s/person.
- kontor klass S1, till- och frånluft 16 l/s/person eller 1,5 l/s/m²
- matsal klass S3, till- och frånluft 3 l/s/m²
- kök klass S1, till- och frånluft 15–40 l/s/m²

(sisäilmastoluokitus 2018)

2.1 Kemikalier och föroreningar

Vid tillverkning av båtar används många olika kemikalier som är brandfarliga och skadliga. Vid Baltic yachts används flera sådana ämnen, vilket ställer höga krav på ventilationen.

I en arbetsmiljö eftersträvas en luftsammansättning som innehåller 78 procent kvävgas, 21 procent syrgas, 0,93 procent argon samt 0,04 procent koldioxid. Luftens tyngd används som ett referensvärde i samband med gaser och anges då ha ett densitetvärde på 1. Gasernas densitet avgör vart gasen söker sig, antingen nedåt om dess densitet är över 1, eller uppåt om densiteten är under 1. (Huvudsakliga risker med arbete i farlig atmosfär 2022).

Kemikalier och ämnen indelas i olika faroklasser och markeras med varningsskyltar eller ett så kallat piktogram. Figur 6–9 är de vanligaste varningsskyltarna som förekommer i samband med de kemikalier och gaser som används vid Baltic yachts.



Figur 6. GHS08 – allvarlig hälsorisk. (Varningsmärken för kemikalier)



Figur 7. GHS04 – gaser under tryck. (Varningsmärken för kemikalier)



Figur 8. GHS07- Hälsorisk/farligt för ozonskiktet. (Varningsmärken för kemikalier)



Figur 9. GHS02-Lättantändlig. (Varningsmärken för kemikalier)

Kemikalierna delas även in i ytterligare faroangivelser som beskriver vilka farliga egenskaper ämnet har. Tabell 1 beskriver de faroangivelser som anges i tabell 2 och 3.

Tabell 1. Faroangivelser. (Märkningens innehåll och utformning 2021)

Kod	Beskrivning
H220	Extremt brandfarlig gas
H225	Mycket brandfarlig vätska och ånga
H226	Brandfarlig vätska och ånga
H280	Innehåller gas under tryck. Kan explodera vid uppvärmning
H302	Skadligt vid förtäring.
H304	Kan vara dödligt vid förtäring om det kommer ner i luftvägarna.
H315	Irriterar huden
H319	Orsakar allvarlig ögonirritation.
H332	Skadligt vid inandning

H336	Kan göra att man blir dåsig eller omtöcknad
H361d	Misstänks kunna skada fertiliteten eller det ofödda barnet
H373	Kan orsaka organskador

Några farliga kemikalier som används i fastighetens produktionsutrymmen presenteras i tabell 2.

Tabell 2. Farliga kemikalier som används i fastigheten.

Kemikalier	Relativ ångdensitet	Piktogram	Faroangivelser
Aceton	2	GHS02, GHS07	H225, H319, H336
Butylacetat	4	GHS02, GHS07	H226, H336
N-butanon	2,5	GHS02, GHS07	H225, H319, H336
4-metylpentan-2-on	3,45	GHS02, GHS07	H225, H332, H319, H335
Toluen	3,1	GHS02, GHS07, GHS08	H225, H315, H336, H304, H373, H361d
Styren	3,6	GHS02, GHS07, GHS08	H226, H304, H315, H319, H332, H361d, H372, H412
2-heptanon	3,9	GHS02, GHS07	H226, H332, H302, H336
1-methoxy-2-propanol	3,1	GHS02, GHS07	H226, H336

Alla kemikalier som nämns i tabell 2 har en relativ ångdensitet som är tyngre än luftens densitet, vilket betyder att deras ångor sjunker ned till golvet. I tabell 3 presenteras de gaser som används i byggnaden.

Tabell 3. Gaser som används i byggnaden.

Gas	Densitet	Piktogram	Faroangivelser
Gasol	1,56	GHS02, GHS04	H220, H280
Acetylen	0,9	GHS02, GHS04	H220, H280

Verksamheten medför även damm som kan vara skadligt och brandfarligt. I tabell 4 presenteras de damm typerna som förekommer i produktionsutrymmen. Mera information om alla farliga ämnen som finns i byggnaden finns i [bilaga 5](#).

Tabell 4. Damm som förekommer byggnaden.

Damm	Partikelstorlek μm	Lägsta koncentration av brandfarligt damm g/m^3
Trädamm	27	100
Epoxiharts	31	30

Polyesterharts	162	30
Mål- och lackdamm	31	30

2.2 Luftdistribution

Luftdistributionen är en aning speciell i denna fastighet jämfört med de vanligaste metoderna för luftdistribuering. Vanligtvis placeras tilluften i taket eller vid golvet och frånluften i taket. I många utrymmen förekommer gaser och kemikalieångor som är tyngre än luften och sjunker per automatik ned till golvet.

Kemikalieångorna och gaserna kan medföra brandfara och hälsorisker om de inte ventileras bort. För att transportera bort damm, gaser och ångor som sjunker ned till golvet placeras frånluften vid golvet och frisk uteluft tillförs vid taket.

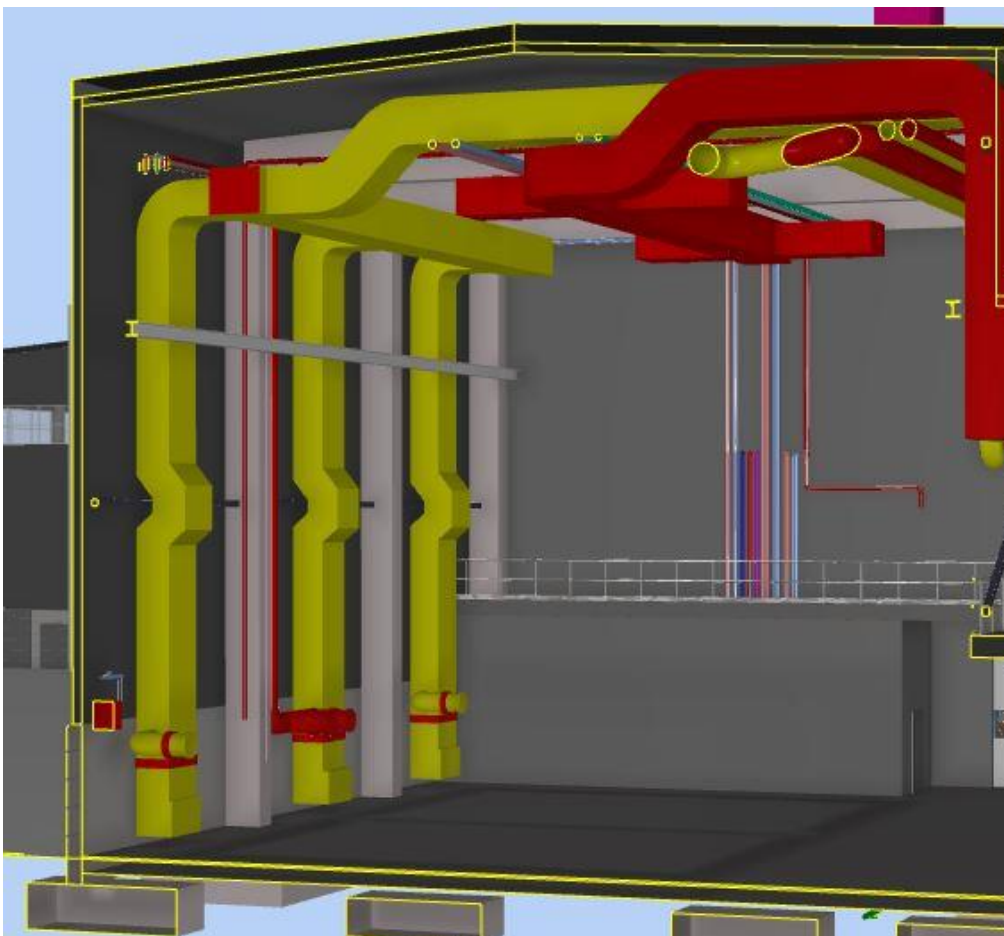
Ventilationen i de utrymmen var kemikalierna hanteras och lagras planeras enligt de föreskrifter som anges i (Statsrådets förordning om säkerhetskraven vid industriell hantering och upplagring av farliga kemikalier 2012).

Utrymmen som används för hantering och lagring av kemikalier ska förses med sådan ventilation att brännbar gas, ånga eller dimma av brännbar vätska eller explosionsfarligt damm inte orsakar antändning. Ventilationen skall vara avskild från den övriga ventilationen i fastigheten. Ventilationssystemet bör bestå av sådant material som tål den frätande fukten och ångan som kemikalierna bildar. (Statsrådets förordning om säkerhetskraven vid industriell hantering och upplagring av farliga kemikalier 2012).

Gaser, ångor, dimma och damm som innehåller farliga kemikalier ska begränsas till ett så litet område i rummet som möjligt. Detta kan utföras med punktutsug, flödesbegränsade hinder eller andra tekniska medel. Om kemikalierna kan bilda ånga, damm, gaser eller rök som är tyngre än luften ska frånluften placeras i nedre delen av rummet. (Statsrådets förordning om säkerhetskraven vid industriell hantering och upplagring av farliga kemikalier 2012).

Luftflödet i de utrymmena var kemikalier hanteras och lagras ska dimensioneras så att brännbar gas, brännbar vätska eller explosionsfarligt damm inte överstiger en halt på 25 procent av kemikaliernas nedre antändningsgräns. (Statsrådets förordning om säkerhetskraven vid industriell hantering och upplagring av farliga kemikalier 2012).

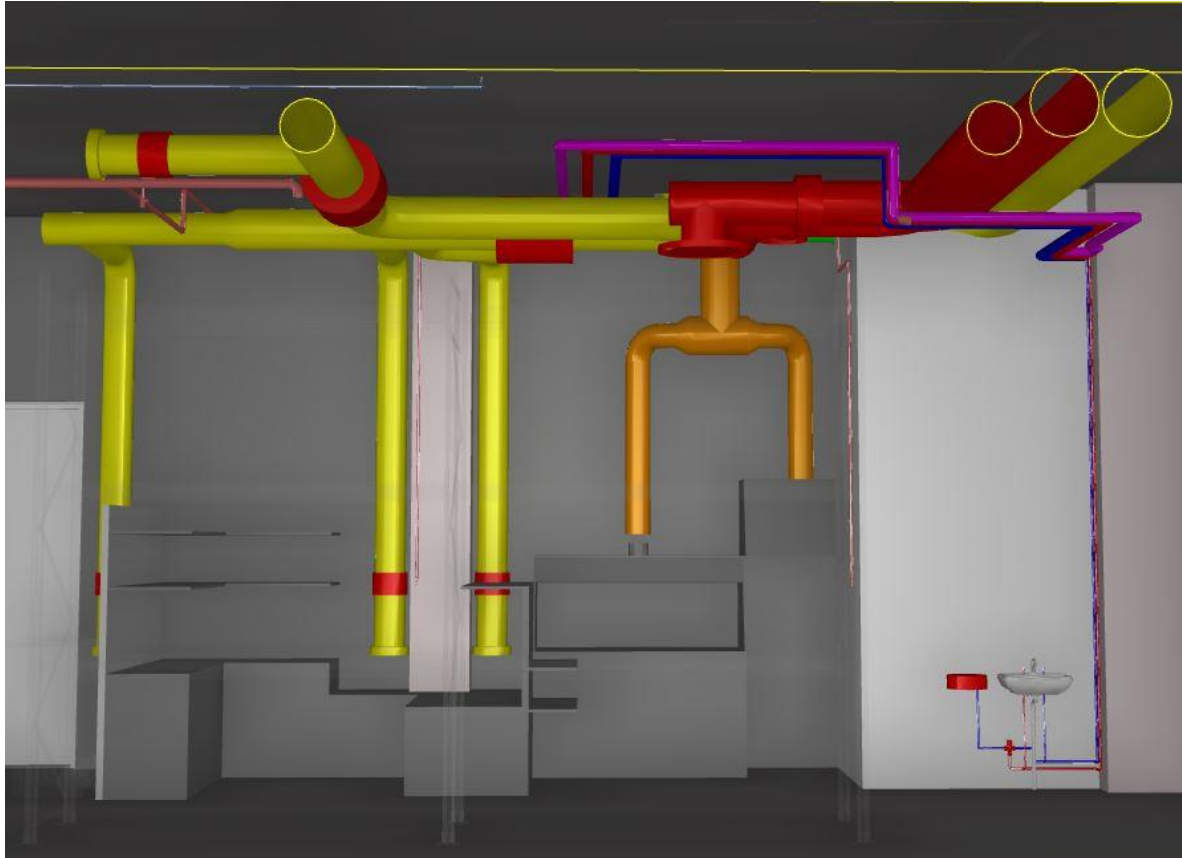
Frånluften i byggnaden sugs ut vid golvet endast i de smutsigaste utrymmen som lamineringsutrymmen, explosionsfarligautrymmen och snickeriutrymmet. Figur 10 är en bild av det stora lamineringsutrymmet med frånluft vid golv och tilluft vid tak. Gula kanaler är frånluft och röda kanaler är tilluft.



Figur 10. Lamineringsutrymme med frånluft vid golv. Skärmlapp från Dalux.

Byggnaden består av tre blandningsrum var kemikalierna blandas och hanteras. Blandrummen utrustas med frånluft vid både golv och tak för att säkerställa att både kemikalieångor och föroreningar som stiger uppåt och nedåt ventileras bort. 30 procent av frånluften sugas bort vid taket och 70 procent vid golvet. Största delen av rummens utsug koncentreras till det område var kemikalierna hanteras.

Blandrummen utrustas med separata frånluftsfläktar som placeras på fastighetens vattentak. Figur 11 är en bild av blandrummet på första våningen med utsug vid både golv och tak samt utsug från dragskåpen.



Figur 11. Blandningsrum med frånluft vid golv och tak samt utsug från dragskåpen. Skärmdokument från Dalux

I den resterande delen av fastighetens placeras frånluften vid taket och tilluften antingen vid tak eller golvnivå.

2.3 Ventilationsdon

Ventilationsdonen är valda enligt rummets ändamål. I de sociala utrymmen samt i mötesrum och dylikt som kräver lite finare utrustning är ventilationsdonen kopplad till en anslutningslåda med ljuddämpning. Produktionsutrymmen som inte kräver samma nivå på ljuddämpning och komfort har lite enklare typer av don.

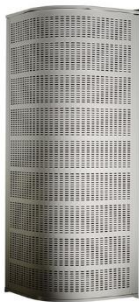
Sugkonor på frånluften är något som har använts i många utrymmen. Sugkonan ser ut som en vanlig reducering med galler i ena änden. Tilluftsdonen i produktionsutrymmen som placeras i takhöjd tillverkas av Lindab och är av modellen FKD.

FKD är ett tilluftsdon tillverkad i metall som är uppbyggd av flera konor, donet har en luftspridning som går att justera mellan vertikal och horisontell inblåsning. (FKD). Figur 12–14 är tilluftsdon som används i fastighetens produktionsutrymmen.



Figur 12. FKD tilluftsdon. Lindab

Produktionsutrymmen med deplacerade tilluftsdon tillverkas av Swegon och är av modellerna DVC och DHC. De deplacerade tilluftsdonen har en låg inblåsningshastighet med ställbar spridning. (Luftburna rumsprodukter).



Figur 13. Tilluftsdon DVC. Swegon.



Figur 14. Tilluftsdon DHC. Swegon.

Utrymmen och rum som inte kräver stora luftmängder utrustas med enkla till- och frånluftsventiler. Modellerna är KTS för tilluft och KSO för frånluft och tillverkas av Fläktgroup. Figur 15 och 16 är bilder av luftventilerna som används.



Figur 16. Tilluftsventil KTS. FläktGroup.



Figur 15. Tilluftsventil KSO. FläktGroup.

Till matsalen och mötesrummen som finns på tredje våningen installeras don från Swegon. Donen förses med anslutningslådor med ljuddämpning. LPA takdon installeras för tilluft, LPA donet har en stor induktionseffekt och är lätt att montera. Frånluftsdonen i matsalen är av typen ALG som har en fast spridningsbild och frånluftsdonen i mötesrummen är gallerformade don av typen GRL som klarar av stora luftflöden. (Luftburna rumsprodukter). Figur 17–19 är bilder av de nämnda donen.



Figur 17 Frånluftsdon GRL. Swegon.

Figur 18. Frånluftsdon ALC. Swegon.

Figur 19. Tilluftsdon LPA. Swegon.

Kökets frånluft sugas ut via huvar tillverkad av rostfri metallplåt. Tilluftsdonen i köket var lite utmanade att välja eftersom de kräver en väldigt stor luftmängd. Valet föll på Swegons tilluftsdon FALCON eftersom den klarar av stora luftmängder och har en ställbar spridningsbild. Figur 20 är en bild av kökets tilluftsdon.



Figur 20. Tilluftsdon FALCON. Swegon.

2.4 Brandsäkerhet

Fastigheten består av många olika brandsektioner. Där kanalerna går igenom en brandsektion bör antingen ventilationskanalerna vara brandisolerade eller förses med brandspjäll. I det här fallet har i första hand brandspjäll använts, men brandisolering förekommer också där sträckan mellan två brandsektioner är kort.

2.5 Ljuddämpning

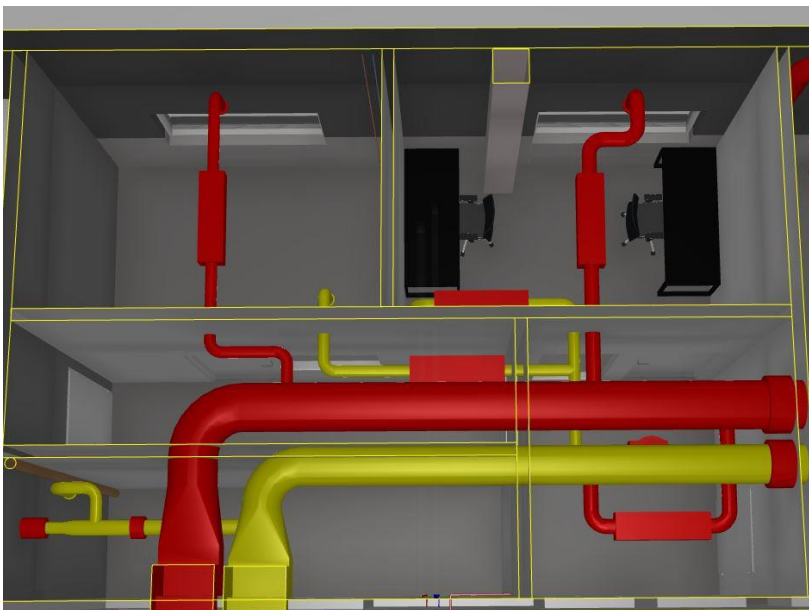
Ljuddämpning behövs för att reducera ljudet som fläktar och kanalerna alstrar. Ljuddämparen har ett yttre skal och ett inreskal. Det yttre skalet är gjord av vanlig stålplåt och det inre skalet är gjord av perforerad stålplåt. Utrymmet mellan det inre och det yttre skalet består av mineralull som absorberar ljudet. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s 2:102)

Fastighetens ventilationsaggregat utrustas med ljuddämpare både på till- och frånluftssidan. Ljuddämpningen planeras enligt utrymmens krav. Ljudnivån i kontor samt mötesrummen är de utrymmen som ställer de högsta ljudkraven. Ljudnivån i produktionsutrymmen får vara betydligt högre än ljudnivån i de sociala utrymmena och kräver därför inte lika effektiv ljuddämpning.

Ljuddämpare installeras i både till- och frånluftskanalerna i de sociala utrymmen som kontor och mötesrum. Ljuddämpningen planeras enligt de krav som ställs i (sisäilmas-toluokitus 2018) klass S1 enligt modellen:

- Kontor ≤ 35 dB
- Mötesrum ≤ 35 dB

Figur 21 visar hur ljuddämpningen är utförd i kontorsutrymmen intill fräs utrymmet på första våningen.



Figur 21. Ljuddämpning i kontor. Skärmsklipp från Dalux.

2.6 Luftintag och utblås

Byggnadens ventilationssystem kräver en stor luftmängd. Vanligtvis görs luftintagen så att uteluftskanalen går rakt genom ytterväggen till ett luftgaller. I det här fallet krävs det att uteluften går genom en så kallad luftkammare på grund av den stora luftmängden.

Luftkammaren byggs som ett smalt rum längs med ytterväggen, uteluftskanalerna från aggregaten går till luftkammarens mellanvägg och luftgallren placeras i luftkammarens yttervägg. Luftkammaren underlättar installationen av luftintagen avsevärt. Storleken på uteluftsgallren dimensioneras så att lufthastigheten inte överskrider 0,6 m/s i luftintaget. Figur 22 visar hur luftkammaren är byggd i tredje våningens teknikrum.



Figur 22. Luftkammaren i tredje våningens teknikrum. Skärmbild från Dalux.

Avluften leds upp genom vattentaket till en avluftshuv. På så sätt stiger den smutsiga luften upp från byggnaden och inte riskeras att dras in i uteluftsgallren.

2.7 Injustering och skötsel

Det är viktigt att ventilationssystemet går att justera för att de rätta luftmängderna samt tryckbalansen ska uppnås. De flesta don har ett reglerspjäll som går att justera enligt luftflödet. Kanalsystemet förses med reglerspjäll för att underlätta injusteringen. Spjällen placeras före sådana don som saknar regleringsförmåga samt i kanalsystemet vid behov. Alla don och reglerspjäll har en K-faktor som används för att beräkna luftflödet som strömmar genom spjället eller donet. Luftflödet beräknas enligt formeln:

$$q=k*\sqrt{\Delta p}$$

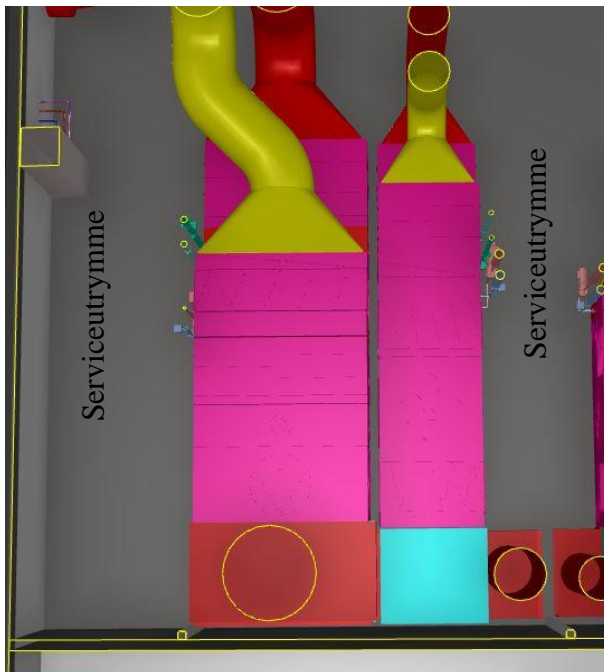
där

q= luftflöde (l/s)

k= k-faktor

Δp = tryckfall (pa)

För att kunna rengöra kanalsystemen installeras rensluckor med jämna mellanrum, det bör alltid finnas rensluckor vid brandspjäll för att underlätta service. Serviceutrymme för ventilationsaggregaten bör beaktas vid ventilationsplaneringen. Enligt Finlands byggbestämmelsesamling D2 ska serviceutrymmet framför en ventilationsmaskin vara lika stor som maskinens bredd. Figur 23 visar hur serviceutrymmet planeras för ventilationsaggregaten TKPK002 och TKPK005.



Figur 23. Exempel på serviceutrymme. Skärmlapp från Dalux.

3 VÄRME

Baltic yachts befintliga byggnad värms upp med fjärrvärme. I och med att fjärrvärmeanlutningarna redan är installerade till den befintliga hallen valdes också fjärrvärme som uppvärmningskälla för den nya hallen. Byggnaden har ett 158 m² stor frys lager som har en temperatur på -18 °C. För att effektivisera värmesystemet tas den värme som frigörs

från frysrummet till vara och distribueras ut i ventilationsbatteriernas värmekrets. Värmesystemsritningarna finns i [bilaga 3](#).

Fjärrvärme matningarna tas från det befintliga fjärrvärmerummet och dras i marken med kulvertar till den nya fastighetens fjärrvärmerum. Fjärrvärmecentralen består av fyra värmeväxlare enligt följande:

- LS.1, värmeväxlare 1 står för uppvärmningen av fastighetens tappvarmvatten och har en effekt på 250 kW.
- LS.2, värmeväxlare 2 värmer upp fastighetens värmesystem med en effekt på 280 kW.
- LS.3, värmeväxlare 3 värmer upp ventilationsbatteriernas värmekrets med en effekt på 700 kW.
- LS.4, värmeväxlare 4 står för uppvärmningen av måleriprocessen som finns på första våningen med en effekt på 300 kW.

3.1 Värmebehov

Värmeförlusterna för byggnaden beräknades med hjälp av programmet CADMATIC HVAC. Beräkningarna är gjorda med den dimensionerande utetemperaturen $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Effektbehovet beräknas till 136 kW för hela byggnaden. Värmesystemet dimensioneras ca 15–20 procent större än det beräknade värmebehovet vid utetemperaturen $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$, det vill säga för ungefär 160kW.

3.2 Värmesystemet

Värmen distribueras ut i fastigheten med hjälp av radiatorer och värmebläktar. Värmebläktarna installeras främst på första våningen intill de stora ytterdörrarna för att snabbt kunna ersätta den värmeförlust som uppstår när dörrarna öppnas och stängs. Vattenburen golvvärme installeras i köket på tredje våningen, övriga utrymmen utrustas med radiatorer.

3.3 Funktion

Värmesystemets uppgift är att skapa en behaglig lufttemperatur, temperaturgradient, strålningsförhållanden och lufthastighet. Värmesystemet väljs utifrån den ekonomiska aspekten, krav på underhåll och miljöpåverkan. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s 4:1)

Värmesystemet består av fyra huvudkomponenter:

- Värmare i rummen (ex. radiatorer, golvvärme)
- Distributionssystem
- Värmekälla (ex. fjärrvärme, bergvärme)
- Styr och reglersystem

Fastighetens rörsystem är av typen tvårörssystem, vilket betyder att vattnet som avgränsas från framledningen endast går via en radiator för att sen transporteras tillbaka till värmekällan via returledningen. Alla radiatorer parallell ansluts och har då samma framledningstemperatur. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s 4:38)

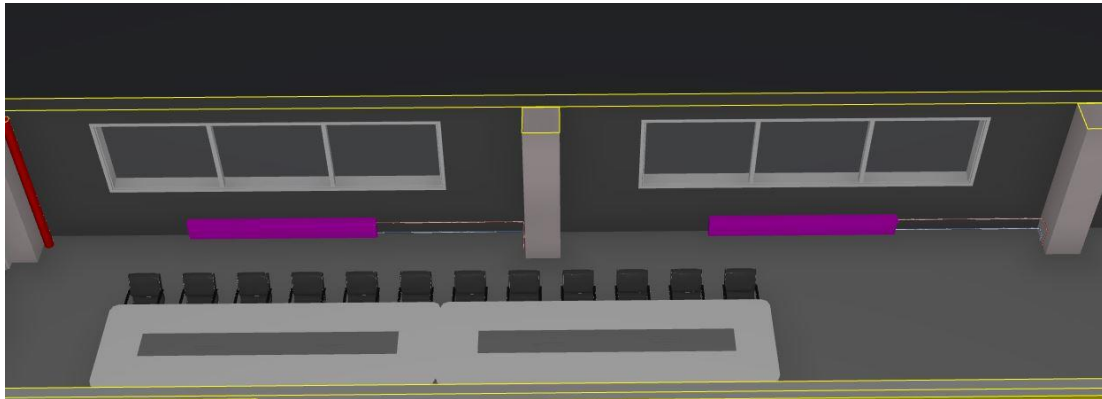
3.4 Installation

Värmebläktarnas tillverkare och modeller specificeras inte i ritningarna utan endast fläktens effekter, entreprenören får själv bestämma tillsammans med beställaren hurdana fläktar som installeras. Figur 24 är ett exempel på hur värmebläkten monteras i trälagret på första våningen.



Figur 24. Värmebläkt i trälagret. Skärmbild från Dalux.

Radiatorerna installeras i första hand under fönstren längs med ytterväggarna. Radiatorerna tillverkas av Purmo Group Finland Oy och modellerna är C11, C21, C22 och C33 i olika längder och höjder beroende på rummets specifika värmebehov. Figur 25 visar hur radiatorerna är monterade i mötesrummet på tredje våningen.



Figur 25. Radiatorer i mötesrummet. Skärmbild från Dalux.

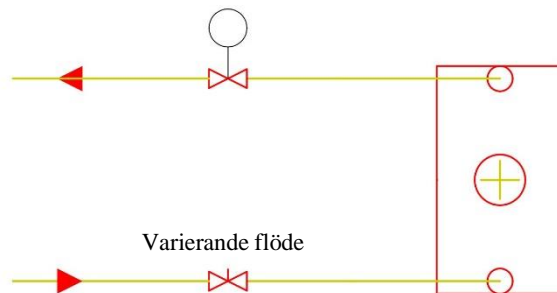
Värmesystemets matningar består av två stamlinjer, en linje som betjänar första våningen och en linje som betjänar andra och tredje våningen.

3.5 Dimensionering och reglering

Värmesystemet dimensioneras med temperaturerna 60/40 °C, vilket betyder att framledningen är 60 °C och returen 40 °C. Rörsystemet består av stålrör och dimensioneras så att flödet har en max hastighet på 1 m/s och tryckfallet max 80 Pa/m.

Regleringen av värmesystemet sker med ventiler. Radiatorerna utrustas med en termostatventil på framledningen som känner av rumstemperaturen och reglerar vattentillförseln enligt det. Reglerventiler placeras ut i distributionssystemet för att få systemet i balans.

Värmebläktarna regleras med flödesreglering, vilket innebär att vattenflödet genom batteriet justeras enligt effektbehovet med en motordriven ventil. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s 2:50). Figur 26 är ett exempel på hur flödet regleras vid flödesreglering.

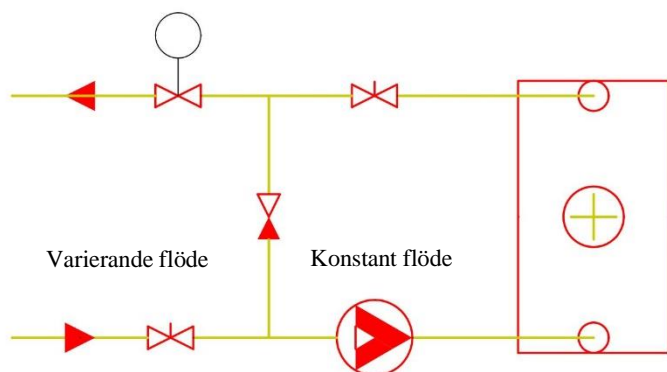


Figur 26. Flödesreglering. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s 2:50).

För att värma tilluften installeras värmebatteri i ventilationsaggregaten. Värmebatteriet värmer ventilationens tilluft till rätt temperatur. Batteriernas vätskekrets värms upp med fjärrvärme utöver den energi som återvinns från frysrummet. Uppvärmningen av tilluften kräver en ganska stor effekt i och med de stora luftmängderna som ska värmas upp.

Distributionssystemet för ventilationens batterikrets är uppbyggd av två matningslinjer, en för teknikrummet på tredje våningen och en för teknikrummet på andra våningen. Matlinjerna som går från fjärrvärmecentralen är gjord av stålrör och har en dimension på DN 100.

Ventilationssystemets värmebatterier regleras med hjälp av temperaturreglering. Temperaturreglering betyder att varje värmebatteri har en cirkulationskrets med en egen pump som upprätthåller ett konstant flöde i batteriet. Batterikretsen kopplas ihop med distributionssystemet. För att reglera temperaturen i batteriet regleras vattenflödet i distributionskretsen. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s 2:50). Figur 27 visar hur flödet regleras med temperaturreglering.

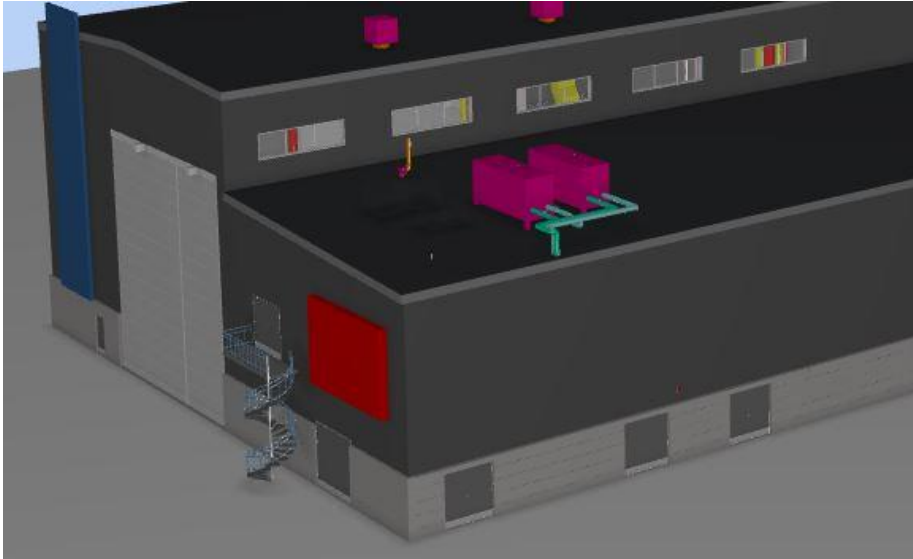


Figur 27. Temperaturreglering. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s 2:50).

4 KYLA

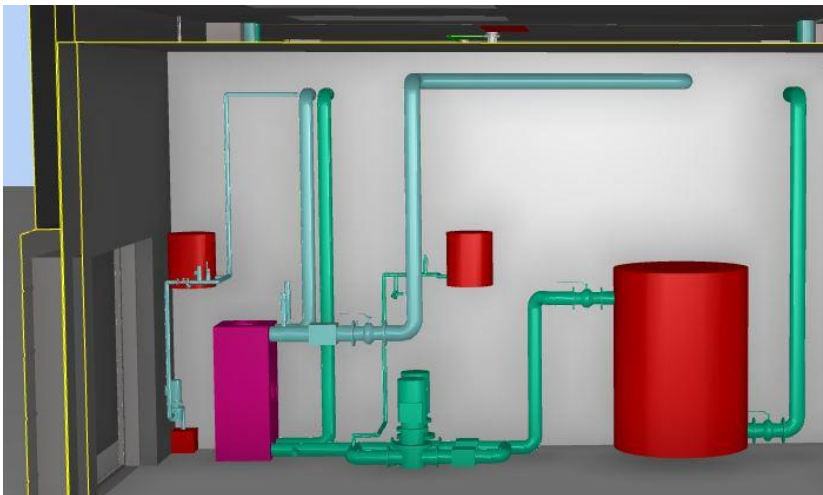
Kylning av fastighetens sker med ventilationsluften och vätskeburna fläktkonvektorer. Konvektorerna installeras i de utrymmen som inte klarar sig med endast kylning via ventilationsluften. De rum som utrustas med kylkonvektorer är köket, matsalen och mötesrummen på tredje våningen. Kylsystemsritningarna finns i [bilaga 3](#).

Kylsystemet består av två kylmaskiner med en sammanlagd kyleffekt på 400 kW. Kylaggregaten placeras på byggnadens vattentak. Värmeväxlaren och övrig teknik installeras i ett separat teknikrum. Systemet består av en krets som leder bort värmen från värmeväxlaren till kylmaskinerna och en krets som leder värmen från ventilationsbatterierna och fläktkonvektorerna till värmeväxlaren. Figur 28 är en bild av kylmaskinerna på vattentaket.



Figur 28. Kylmaskiner. Skärmlipp från Dalux.

Kylsystemets teknikrum består av de komponenter som krävs för att få ett fungerande kylsystem såsom värmeväxlare, cirkulationspumpar, expansionskärl, tank med mera. Distributionssystemet görs av syrafasta stålrör som kondensisoleras. Figur 29 är en bild från kylsystemets teknikrum.



Figur 29. Kylsystemets teknikrum. Skärmlipp från Dalux.

Reglering av kylsystemet görs på motsvarande sätt som värmesystemet. Både ventilationsbatterierna och konvektorerna regleras med flödesreglering. Kylsystemet dimensioneras med framledningstemperaturen $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ och returledningstemperaturen $12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Köldmediet som finns i vätskekretsen består av en alkoholblandning för att förhindra frysning i systemet.

Rörstorlekarna dimensioneras med en max hastighet på 1 m/s och ett tryckfall på max 100 Pa/m. Matningarna från kylsystemets teknikrum görs i storleken DN 150.

5 TRYCKLUFT

Alla produktionsutrymmen förses med tryckluft. Tryckluften distribueras ut till rummen från en kompressor. Kompressorn och dess tillbehör installeras i ett separat teknikrum. Rörsystemet görs av stålrör med en stamkanal på DN 65 och avgreningar DN 20. Rörsystemet förses med avtappningsventiler för eventuellt kondensvatten som kan uppstå i rören.

Tryckluftssystemet kopplas ihop med den befintliga hallens tryckluft. På så sätt kan den befintliga kompressorn och den nya kompressorn arbeta turvíst. Tryckluftsritningarna finns på samma ritning som värme och kyla i [bilaga 3](#).

6 TAPPVATTEN

Tappvatteninstallation innefattar rörledning, armaturer och övrig teknisk anordning i byggnaden som hör till tappvattensystemet. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s 5:1). Byggnadens tappvattenritningar finns i [bilaga 2](#).

Distributionssystem installeras med konsoler fästa i taket på alla tre våningarna. Rören som går från stamlinjen till tappställen installeras synliga på väggarna och görs av antingen målade kopparrör eller kromade kopparrör. Stamlinjen görs av vanliga kopparrör som isoleras. Tappvattensystemet planeras i sin helhet enligt de bestämmelser som anges i (Miljöministeriets förordning om byggnaders vatten- och avloppsinstallationer 2017).

6.1 Dimensionering

Rören dimensioneras enligt modellen:

- Kallvatten= max 2 m/s
- Varmvatten= max 2 m/s
- Varmvattencirkulation= max 0,5 m/s

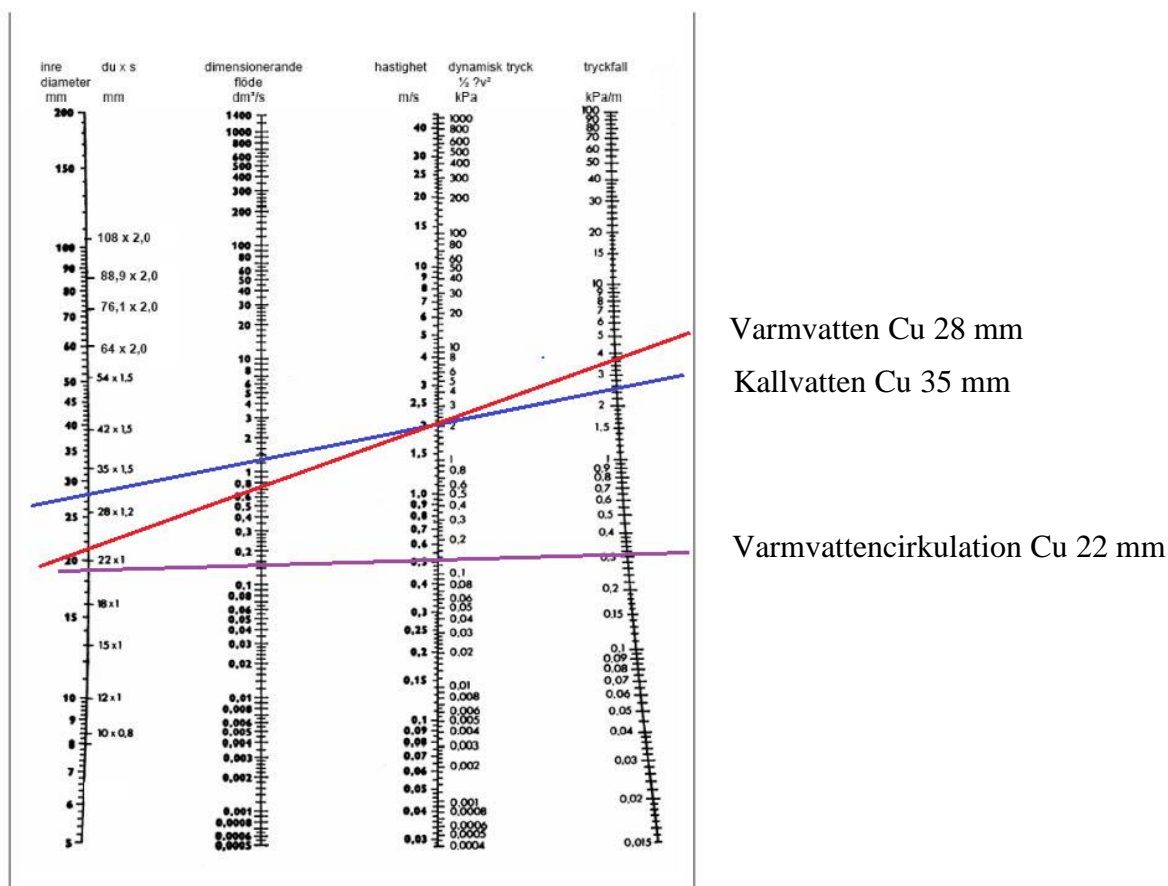
Flöden från alla tappställen beräknas enligt Finlands byggbestämmelsesamling D1. Tabell 5 är dimensioneringskriterierna för de olika tappvattenarmaturerna.

Tabell 5. Normflöden för vattenarmaturer. Finlands byggbestämmelsesamling D1.

Vattenuttag 1)	Normflöde qN dm ³ /s	
	Kallt vatten	Varmt vatten
Diskho	0,2	0,2
Diskmaskin i bostad	0,2	(0,2)
Tvättställ	0,1	0,1
Dusch	0,2	0,2
Badkar	0,3	0,3
WC-stol	0,1	-
Tvättmaskin i bostad	0,2	-
Tvättmaskin för hel fastighet eller motsv.	0,4	-
Vattenuttag i egnahemshus, DN 15	0,2	-
Vattenpost i våningshus, DN 20	0,4	-
Vattenkran i ho med plant botten	0,2	0,2
Bidé	0,1	0,1
Spolventil för urinal	0,4	-
Spolningskran för urinal	0,2	-
Tvättställsgrupp (n st)	0,07 + 0,03 n	0,07 + 0,03 n
Serikopplade urinaler (n st)	0,14 + 0,06 n	-
Gruppdusch (n st)	0,14 n	0,14 n
Industri- och övrig armatur	beräknas separat	-

Största utmaningen med att beräkna vattenflöden var i köket på tredje våningen. Vattentillförseln till vissa av kökets utrustningar fanns ej specificerat av köksleverantören. Därför krävdes en uppskattning av de flöden som inte var angivna för att kunna göra en dimensioneringsberäkning.

Kallvattnets totala normflöde blev 19 l/s och varmvattenflödet 9 l/s. Dimensioneringsflöden blir då enligt Finlands byggbestämmelsesamling D1 1,22 l/s respektive 0,84 l/s. Vattenflödet för varmvattencirkulation blir 0,15 l/s. Figur 30 visar hur stamlinjerna som går från teknikrummet är dimensionerade med en flödes hastighet på max 2 m/s för kall- och varmvatten samt 0,5 m/s för varmvattencirkulation.



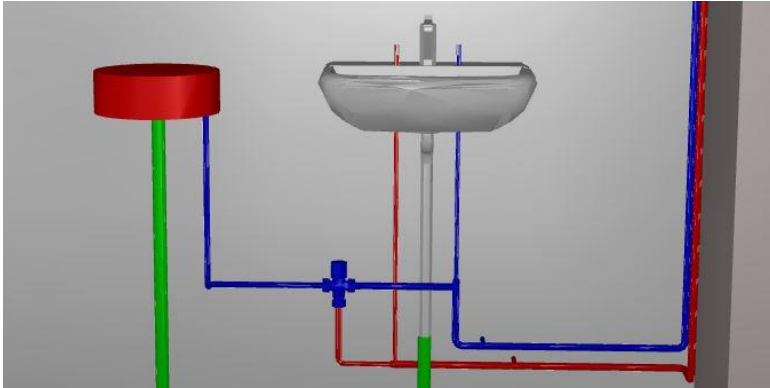
Figur 30. Kopparrör monogram. Finlandsbyggbestämmelsesamling D1.

Rören dimensioneras med hjälp av monogrammet för kopparrör. Ifall rörstorleken i teorin hamnar mellan två rördimensioner väljs det större röret. kallvatten blir 35 mm, varmvatten 28 mm och varmvattencirkulation 22 mm.

6.2 Vattenarmaturer

Fastighetens vattenarmaturer består främst av tvättställ, wc-stolar och duschar. Vattenarmaturerna är valda med beaktande av deras användarvänlighet, kostnad och installationsmetod. De flesta tvättställen utrustas med en elektronisk blandare som fungerar med 6 voltspänning. Detta underlättar installationen eftersom blandaren fungerar med ett 6 V batteri så då krävs inga elkablar.

Till de flesta tvättställen i produktionsutrymmen installeras även en ögondusch. Ögonduschen utrustas med en blandningsventil mellan kall- och varmvattenrören för att få en lämplig temperatur. Figur 31 är en bild av tvättstället och ögonduschen som installeras i förmonteringsutrymmet på andra våningen.



Figur 31. Tvättställ med nöddusch. Skärmlapp från Dalux.

6.3 Reglering och service

För att få varmvattencirkulationen i balans installeras reglerventiler i alla grenrör. Reglerventilerna har ett inställningsvärde som justeras enligt flödes hastigheten och tryckfallet över ventilen. Varm- och kallvattenrören utrustas med avstängningsventiler i alla grenrör för att underlätta service.

6.4 Brandvatten

Byggnaden utrustas med brandposter. Placeringen av brandposterna utfördes av brandsäkerhetsplaneraren. Min uppgift var att endast planera rörsystemet till posterna.

Brandposterna består av ett skåp utrustad med en 25 millimeter grov slang som är 30 meter lång. Rörsystemet tillverkas av syrafasta stålrör med stamlinjedimensionen DN 80 och grenrören DN 35.

Vattentillförseln till brandsystemet tas från den befintliga hallens brandvattensystem genom en kulvert som installeras i marken från det befintliga hallens sprinklerrummet till det nya hallens teknikrum.

7 AVLOPP

Alla vattenarmaturer förutom brandposterna kräver avlopp. Avloppssystemet planeras i enlighet med (Miljöministeriets förordning om byggnaders vatten- och avloppsinstallationer 2017).

Avloppen på andra- och tredje våningen dras rakt igenom bjälklagen för att underlätta service och installation. Rören fogas samman vid taket på den underliggande våningen för att sen dras ned till marken. Systemet tillverkas i huvudsak av plaströr förutom avloppen från köket på tredje våningen som tillverkas av syrafasta stålrör. Avloppsritningarna finns i [bilaga 2](#).

7.1 Golvbrunnar

Golvbrunnar placeras i duschrum, teknikrum, kök, städförråd och andra eventuella utrymmen som kräver golvbrunn. Alla ventilationsmaskiner utrustas med en egen golvbrunn för att kondensvatten som förekommer vid värmeåtervinning eller kylning ska ledas bort. Golvbrunnar har ett vattenlås för att förhindra luktspridning från avloppssystemet.

Torrbrunnar installeras i de utrymmena var det finns risk för att golvbrunnens vattenlås skulle torka ut eller frysa. Till ventilationsrummens luftkammare installeras torrbrunnar som leder kondensvatten vidare till en golvbrunn försedd med vattenlås.

Till de utrymmen som medför extra smuts såsom sand och damm installeras sandavskiljningsbrunnar. Alla städförråd samt köket är utrustad med sandavskiljningsbrunnar. Kökets avloppssystem går även till en fettavskiljningsbrunn innan det leds vidare till det kommunala avloppssystemet.

7.2 Rörledningar

Avloppsrören installeras med en lutning på 10 millimeter per meter och rörstorlekarna väljs enligt Finlands byggbestämmelsesamling D1. Stamlinjen ut ur byggnaden blir till

rördimensionen 160 millimeter i diameter. Avloppsledningarna utrustas med rensluckor för att möjliggöra service vid eventuella stoppningar i systemet.

Rörsystemet utrustas med luftledningar som leds upp till fastighetens vattentak. Luftledningarna behövs för att inte vakuum ska uppstå i systemet. Avloppsrör som går genom en brandsektion brand isoleras eller förses med brandmanschetter.

8 SLUTSATS

Arbetets syfte var att planera VVS-tekniken till en industribyggnad som används för tillverkning av segelbåtar. Projektet har varit krävande och utmanande på grund av fastighetens verksamhetsområde. De teknikersystem som jag planerade var ventilationssystemet, vatten- och avloppssystemet, värme- och kylsystemet, tryckluftssystemet samt brandvattenposter.

Ventilationsplaneringen var den del som var mest krävande av VVS planeringen. Fastigheten är indelad i många utrymmen med olika användningsområden vilket krävde många ventilationssystem med olika typer av aggregat. För att transportera bort kemikalier och föroreningar i de utrymmena var kemikalierna hanteras planerades frånluftsutsug i nedre delen av rummen och tilluften vid taket. Ventilationssystemet planerades totalt med 12 ventilationsaggregat med maskinell till- och frånluft. Utöver ventilationsaggregaten installerades även topventilatorer i de utrymmena var kemikalierna blandas och hanteras för att suga bort gaser och skadliga kemikalieångor.

Fastigheten värms upp med fjärrvärme och värmen distribueras ut i byggnaden med hjälp av radiatorer, varmluftsfläktar och ventilationsaggregatens värmebatterier. För att effektivisera värmesystemet återvinns den värme som frigörs från kylrummet och leds ut i ventilationsbatteriernas vätskekrets. Kylning av byggnaden sker med fläktkonvektorer och genom ventilationssystemet. Tappvattensystemet består av vattenarmaturer såsom tvättställ, duschar, wc-stolar, ögonduschar och köksmaskiner. Rörsystemet består av isolerade kopparrör som installeras synligt i tak samt målade eller kromade kopparrör som installeras på väggar. Tryckluften installeras i fastighetens produktionsutrymmen och är

uppbyggd av ett rörsystem som kopplas till en ny kompressor samt till den befintliga hallens tryckluftssystem. På så sätt kan den nya kompressorn och den befintliga kompressorn arbeta turvíst.

VVS-tekniken planerades så att gällande föreskrifter och förordningar uppfylldes samtidigt som de verksamhetsspecifika behoven beaktades. Som huvudprogram för planeringen användes CAD programmet CADMATIC HVAC och för 3D modelleringen användes BIM programmet Dalux. Resultaten av planeringen blev ett energieffektivt VVS-system med kompletta arbetsritningar och 3D-modeller. Det som kunde ha gjorts anorlunda var att samarbeta mera med alla sidoplanerare för att få en 3D modell av hela projektet med så lite kollisioner som möjligt. Arbetet har förstärkt mina kunskaper inom VVS-planering avsevärt.

KÄLLOR

- D1 Finlands byggbestämmelsesamling, 2007. *Fastigheters vatten- och avloppsinstallationer*. Miljöministeriet. Tillgänglig: <https://www.edilex.fi/data/rakentamismääräykset/d1r.pdf> Hämtad: 4.4.2022
- D2 Finlands byggbestämmelsesamling, 2012. *Byggnaders inomhusklimat och ventilation*. Miljöministeriet. Tillgänglig: https://www.edilex.fi/data/rakentamismääräykset/d2r_2012.pdf Hämtad: 21.3.2022
- FKD, Lindab. Tillgänglig: <https://www.lindab.se/produkter/ventilation/luftburna-rumsprodukter/industridon/fkd/?sort=popularity&display=16&page=1> Hämtad: 21.3.2022
- Guide: FTX, 2021, Svensk Byggtjänst. Tillgänglig: <https://byggkoll.byggtjanst.se/artiklar/2021/februari/guide-ftx/> Hämtad: 19.3.2022
- Huvudsakliga risker med arbete i farlig atmosfär, 2022, Arbetsmiljöverket. Tillgänglig: <https://www.av.se/halsa-och-sakerhet/kemiska-risker-och-luftforeningar/farlig-atmosfar/huvudsakliga-risker-med-arbete-i-farlig-atmosfar/> Hämtad: 2.4.2022
- Märkningens innehåll och utformning, 2021, Kemikalieinspektionen. Tillgänglig: <https://www.kemi.se/lagar-och-regler/clp-forordningen/markning-av-kemiska-produkter/markningens-innehall-och-utformning> Hämtad: 4.4.2021
- Luftburna rumsprodukter, Swegon. Tillgänglig: <https://www.swegon.com/sv/produkter/rumsprodukter/luftburet/deplacerade-don/> Hämtad: 21.3.2022
- Luftventiler, FläktGroup. Tillgänglig: <https://www.flaktgroup.com/se/products/luftdon-flodesk kontroll/luftventiler/> Hämtad: 22.3.2022
- Miljöministeriets förordning om byggnaders vatten- och avloppsinstallationer, 2017, Miljöministeriet. Tillgänglig: <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2017/20171047> Hämtad: 07.04.2022
- Miljöministeriets förordning om inomhusklimat och ventilation i nya byggnader, 2017, Miljöministeriet. Tillgänglig: <https://ym.fi/sv/finlands-byggbestammelsesamling> Hämtad: 7.4.2022

RT-07-11299, *Sisäilmastoluokitus 2018*, 2018, Rakennustieto. Tillgänglig: <https://www.rakennustietokauppa.fi/sivu/tuote/rt-07-11299-sisailmastoluokitus-2018-sisaympariston-tavoitearvot-suunnitteluohjeet-ja-tuotevaatimukset/2742604> Hämtad: 22.3.2022

SFS 3358, 2008. Tillgänglig: <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/SFS/ID2/3/416489.html.stx> Hämtad: 23.3.2022

Statsrådets förordning om säkerhetskraven vid industriell hantering och upplagring av farliga kemikalier, 2012. Tillgänglig: <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2012/20120856#Pidm45237817095056> Hämtad: 4.4.2022

Varningsmärken för kemikalier, Säkerhets- och kemikalieverket Tukes. Tillgänglig: <https://tukes.fi/sv/kemikalier/clp/markningar/varningsmarken> Hämtad: 3.4.2022

Vad är BIM?, 2021, Svensk Byggtjänst. Tillgänglig: <https://byggtjanst.se/artiklar/vad-ar-bim> Hämtad 21.3.2022

Warfvinge, C. & Dahlblom, M., 2010, *Projektering av VVS-installationer*, Studentlitteratur, Lund

BILAGOR

Bilaga 1 Teknisk beskrivning av ventilationsmaskinerna

Bilaga 2 Fastighetens vatten- och avloppsritningar

Bilaga 3 Fastighetens värme- och kylsystemsritningar

Bilaga 4 Fastighetens ventilationsritningar

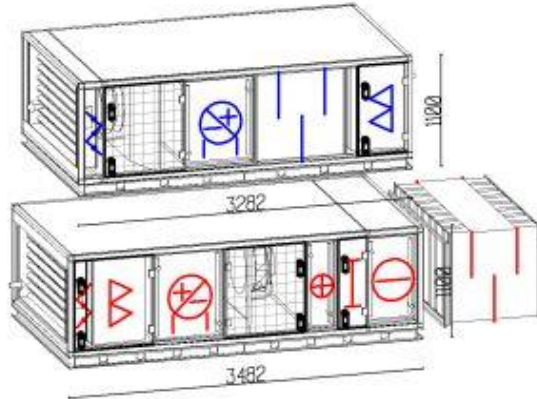
Bilaga 5 Farliga ämnen som används i fastigheten

Tarjousnumero
Projekti
Kone nro.

baltic maskiner 13012022
Baltic
TK001 Atex 2,6/PK 001 Atex 2,6

Koneen nimi: 10
Päiväys 14-02-2022
Sivu 1/139

Unit no.: 10
Geniox 18.09/18.09
Paino: 1168 / 913 kg
Koneen leveys: 1882 / 1882 mm



Ilma/Puhallin data	Tuloilma	Poistoilma, Imuaukko	Yksiköt
Ilmavirta (1,205 kg/m ³)	2.60	2.60	m ³ /s
Ölsapintanopeus (kone)	1.75	1.75	m/s
Kanavispaine	350	350	Pa
Puhaltimen pyörimisnopeus	1472	1479	RPM
Mootori; Jännite; Nimellisvirta, [A]	3.40; 3x400; 5.40	3.40; 3x400; 5.40	kW/V/A
Ympäristö	60 db(A)		
Suodatin Tuloilma / Poistoilma	F7 - ePM1 60 % / F7 - ePM1 60 %		
Lämmitys, vesi	39.8 kW ; 7.3/20.0°C		
	Lämmönsiirtoaine 60/40°C ; 12.0 kPa ; 0.49 l/s ; 1" / 1" Kytentäkoko		
Jäähdytys, vesi	25.9 kW ; 27.0/22.0°C		
	Lämmönsiirtoaine 6/12°C ; 27.2 kPa ; 1.04 l/s ; 1 1/4" / 1 1/4" Kytentäkoko		

Energia	Koon määrittely	Keskiarvo	Puhallimet [kWh/vuosi 3760 tunti]
Lämmöntalteenotto (Märkä / Kuiva)	65.0 % / 67.9 %	65.0 % / 67.9 %	
	Tuloilma : 1" / 1" - Poistoilma : 1" / 1"		
SFPv, puhtaat suodattimet m.l. taajuusmuuttajat	1.96 kW/(m ³ /s)	1.96 kW/(m ³ /s)	44693 kWh
SFPe, mitalussuodattimet sis. nopeussäätö.	2.10 kW/(m ³ /s)	2.10 kW/(m ³ /s)	47830 kWh
	2018		
Hyväksyty	Kyllä		
Ilmanvaihtokoneen sijainti	Helsinki Vantaa, Finland (t _{dry - bulb} 27.9 °C, t _{dew - point} 14.8 °C, t _{dry - bulbW} -18.0 °C)		

Systemair Oy

Puhelin : +358 0207920520
www.systemair.fi
mailbox@systemair.fi



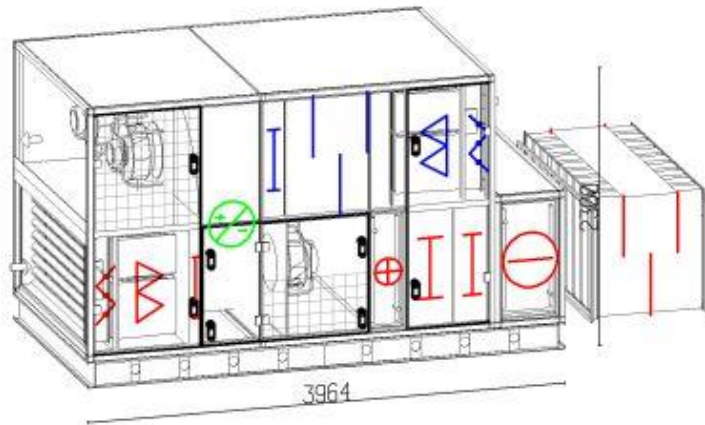
systemair



Tarjousnumero baltic maskiner 13012022
 Projekti Baltic
 Kone nro. TK002 V1 Lager/PK002 V1 Lager

Koneen nimi: 20
 Päiväys 14-02-2022
 Sivu 13/139

Unit no.: 20
 Geniox 20
 Paino: 2016 kg
 Koneen leveys: 2082 mm



Ilma/Puhallin data	Tuloilma	Poistoilma, imuaukko	Yksiköt
Ilmavirta (1,205 kg/m ³)	3.50	3.50	m ³ /s
Otsapintanopeus (kone)	1.89	1.89	m/s
Kanavistopaine	300	300	Pa
Puhaltimen pyörimisnopeus	1846	1784	RPM
Moottori, Jännite; Nimellisvirta, [A]	(2 x 3.40 kW) 6.80; 3x400; (2 x 5.40) 10.80	(2 x 3.40 kW) 6.80; 3x400; (2 x 5.40) 10.80	kW/VIA
Ympäristö	63 db(A)		
Suodatin Tuloilma / Poistoilma	F7 - ePM1 60 % / F7 - ePM1 60 %		
Lämmitys, vesi	32.1 kW ; 12.4/20.0°C		
	Lämmönsiirtoaine 60/40°C ; 6.8 kPa ; 0.40 l/s ; 1 1/4" / 1 1/4" Kytkenäkoko		
Jäähdytys, vesi	34.8 kW ; 27.0/22.0°C		
	Lämmönsiirtoaine 6/12°C ; 28.7 kPa ; 1.39 l/s ; 1 1/4" / 1 1/4" Kytkenäkoko		

Energia	Koon määrittely	Keskiarvo	Puhallimet [kWh/vuosi / 8760 tunti]
Lämmöntalteenotto (Märkä / Kuiva)	81.2 % / 81.2 %	81.2 % / 81.2 %	
SFPV, puhtaat suodattimet m.l. taajuusmuuttajat	1.83 kW/(m ³ /s)	1.83 kW/(m ³ /s)	56169 kWh
SFPE, mitollisuodattimet sis. nopeussäätö.	1.97 kW/(m ³ /s)	1.97 kW/(m ³ /s)	60400 kWh
	2018		
Hyväksyty	Kyllä		
Ilmanvaihtokoneen sijainti	Helsinki Vantaa, Finland		
	(t _{dry - bulb} 27.9 °C, t _{dew - point} 14.8 °C, t _{dry - bulbW} -18.0 °C)		



Systemair Oy

Puhelin : +358 0207920520
 www.systemair.fi
 mailbox@systemair.fi

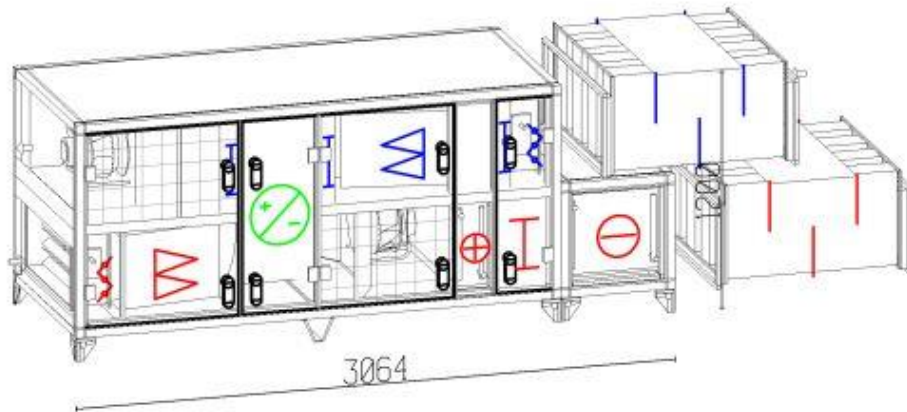


systemair

Tarjousnumero baltic maskiner 13012022
 Projekti Baltic
 Kone nro. TK003 v1 sociala/PK003 v1 sociala

Koneen nimi: 30
 Päiväys 14-02-2022
 Sivu 25/139

Unit no.: 30
 Geniox 10
 Paino: 725 kg
 Koneen leveys: 1082 mm



Ilma/Puhallin data	Tuloilma	Poistoilma, imuaukko	Yksiköt
Ilmavirta (1,205 kg/m³)	0.50	0.50	m³/s
Otsapintanopeus (kone)	1.17	1.17	m/s
Kanavispaine	350	350	Pa
Puhaltimen pyörimisnopeus	2595	2542	RPM
Moottori; Jännite; Nimellisvirta, [A]	0.78; 1x230; 4.00	0.78; 1x230; 4.00	kW/VA
Ympäristö	52 db(A)		
Suodatin Tuloilma / Poistoilma	F7 - ePM1 60 % / F7 - ePM1 60 %		
Lämmitys, vesi	3.4 kW; 14.3/20.0°C		
	Lämmönsiirtoaine 60/40°C; 3.9 kPa; 0.04 l/s; 3/4" / 3/4" Kytkentäkoko		
Jäähdytys, vesi	9.2 kW; 27.0/18.0°C		
	Lämmönsiirtoaine 6/12°C; 27.8 kPa; 0.37 l/s; 3/4" / 3/4" Kytkentäkoko		

Energia	Koon määrittely	Keskisarvo	Puhallimet [kWh/vuosi 8760 tunti]
Lämmöntalteenotto (Märkä / Kuiva)	85.0 % / 85.0 %	85.0 % / 85.0 %	
SFPv, puhtaat suodattimet m.l. taajuusmuuttajat	1.72 kW/(m³/s)	1.72 kW/(m³/s)	7547 kWh
SFPe, mitoitussuodattimet sis. nopeussäätö.	1.84 kW/(m³/s)	1.84 kW/(m³/s)	8059 kWh
	2018		
Hyväksytyt	Kyllä		
Ilmanvaihtokoneen sijainti	Helsinki Vantaa, Finland		
	t _{dry - bulb} 27.9 °C, t _{dew - point} 14.8 °C, t _{dry - bulbW} -18.0 °C		



Systemair Oy

Puhelin : +358 0207920520
 www.systemair.fi
 mailbox@systemair.fi

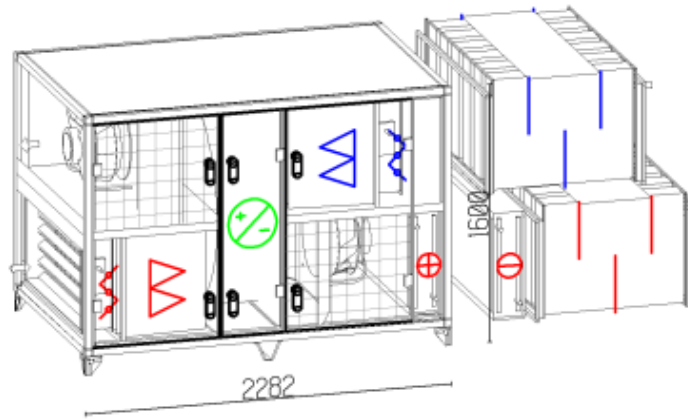


systemair

Tarjousnumero baltic maskiner 13012022
 Projekti Baltic
 Kone nro. TK004 v1 fräs/PK004 v1 fräs

Koneen nimi: 40
 Päiväys 14-02-2022
 Sivu 37/139

Unit no.: 40
 Geniox 14
 Paino: 1046 kg
 Koneen leveys: 1482 mm



Ilma/Puhallin data	Tuloilma	Poistoilma, Imuaukko	Yksiköt
Ilmavirta (1,205 kg/m³)	1.50	1.50	m³/s
Otsapintanopeus (kone)	1.71	1.71	m/s
Kanavistopaine	350	350	Pa
Puhallimen pyörimisnopeus	1744	1715	RPM
Moottori; Jännite; Nimellisvirta, [A]	3.40; 3x400; 5.40	3.40; 3x400; 5.40	kW/V/A
Ympäristö	58 db(A)		
Suodatin Tuloilma / Poistoilma	F7 - ePM1 60 % / F7 - ePM1 60 %		
Lämmitys, vesi	12.7 kW ; 13.0/20.0°C		
	Lämmönsiirtoaine 60/40°C ; 5.9 kPa ; 0.16 lis ; 3/4" / 3/4" Kytkentäkoko		
Jäähdytys, vesi	21.0 kW ; 27.0/20.0°C		
	Lämmönsiirtoaine 6/12°C ; 18.1 kPa ; 0.84 lis ; 1" / 1" Kytkentäkoko		

Energia	Koon määrittely	Keskiarvo	Puhallimet [kWh/vuosi 8760 tunti]
Lämmöntalteenotto (Märkä / Kuiva)	82.3 % / 82.3 %	82.3 % / 82.3 %	
SFPv, puhtaat suodattimet m.l. taajuusmuuttajat	1.83 kW/(m³/s)	1.83 kW/(m³/s)	24092 kWh
SFPe, mitoitusuodattimet sis. nopeussäätö.	1.98 kW/(m³/s)	1.98 kW/(m³/s)	26017 kWh
	2018		
Hyväksyty	Kyttä		
Ilmanvaihtokoneen sijainti	Helsinki Vantaa, Finland		
	(t _{dry - bulb} 27.9 °C, t _{dew - point} 14.8 °C, t _{dry - bulbW} -18.0 °C)		



Systemair Oy

Puhelin : +358 0207920520
 www.systemair.fi
 mailbox@systemair.fi

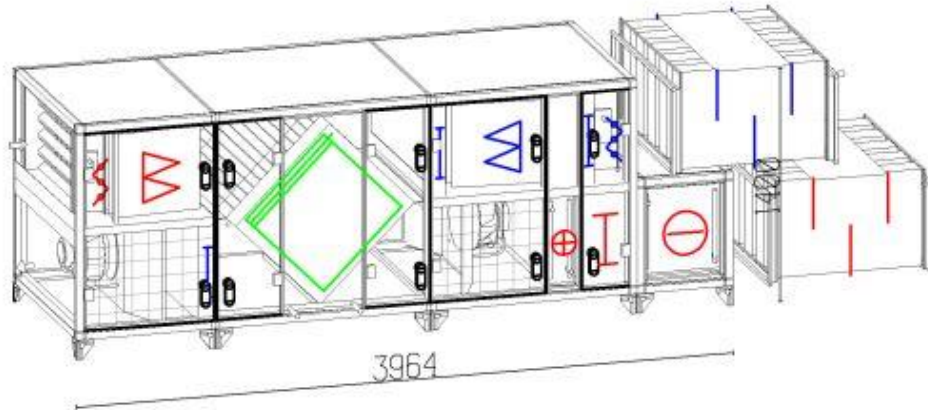


systemair

Tarjousnumero **baltic maskiner 13012022**
 Projekti **Baltic**
 Kone nro. **TK005 V1 Corecell/PK005 v1 corecell**

Koneen nimi: 50
 Päiväys 14-02-2022
 Sivu 48/139

Unit no.: 50
 Geniox 12
 Paino: 1135 kg
 Koneen leveys: 1282 mm



Ilma/Puhallin data	Tuloilma	Poistoilma, Imuaukko	Yksiköt
Ilmavirta (1,205 kg/m ³)	1.00	1.00	m ³ /s
Ösäpintanopeus (kone)	1.58	1.58	m/s
Kanavistopaine	350	350	Pa
Puhallimen pyörimisnopeus	2242	2204	RPM
Moottori; Jännite; Nimellisvirta, [A]	1.35; 1x230; 6.80	1.35; 1x230; 6.80	kW/V/A
Ympäristö	54 db(A)		
Suodatin Tuloilma / Poistoilma	F7 - ePM1 60 % / F7 - ePM1 60 %		
Lämmitys, vesi	14.4 kW ; 8.1/20.0°C		
	Lämmönsiirtoaine 60/40°C ; 11.3 kPa ; 0.18 l/s ; 3/4" / 3/4" Kytkentäkoko		
Jäähdytys, vesi	13.7 kW ; 27.0/20.0°C		
	Lämmönsiirtoaine 6/12°C ; 16.6 kPa ; 0.55 l/s ; 3/4" / 3/4" Kytkentäkoko		



Energia	Koon määrittely	Keskiarvo	Puhallimet [MWh/vuosi 3760 tunti]
Lämmöntalteenotto (Märkä / Kuiva)	72.5 % / 71.1 %	72.5 % / 71.1 %	
SFPv, puhtaasti suodattimet m.l. laajuusmuuttajat	1.85 kW/(m ³ /s)	1.85 kW/(m ³ /s)	16227 kWh
SFPe, mitoitussuodattimet sis. nopeussäätö.	1.99 kW/(m ³ /s)	1.99 kW/(m ³ /s)	17432 kWh
	2018		
Hyväksyty	Ei		
Ilmanvaihtokoneen sijainti	Helsinki Vantaa, Finland		
	(t _{dry - bulb} 27.9 °C, t _{dew - point} 14.8 °C, t _{dry - bulbW} -18.0 °C)		

Systemair Oy

Puhelin : +358 0207920520
 www.systemair.fi
 mailbox@systemair.fi

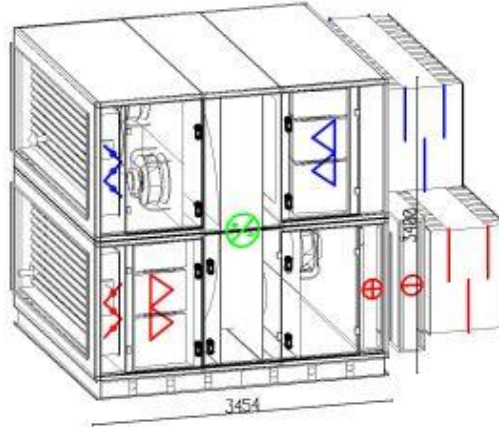


systemair

Tarjousnumero **baltic maskiner 13012022**
 Projekti **Baltic**
 Kone nro. **TK006 Laminering 1/PK006 Laminering 1**

Koneen nimi: 60
 Päiväys 14-02-2022
 Sivu 60/139

Unit no.: 60
 Geniox Go 31
 Paino: 3754 kg
 Koneen leveys: 3182 mm



Ilma/Puhallin data	Tuloilma	Poistoilma, Inuaukko	Yksiköt
Ilmavirta (1,205 kg/m ³)	11.00	11.00	m ³ /s
Ösapintanopeus (kone)	2.49	2.49	m/s
Kanavistopaine	250	250	Pa
Puhaltimen pyörimisnopeus	1745	1700	RPM
Mootori; Jännite; Nimellisvirta, [A]	(3 x 5.20 kW) 15.60; 3x400; (3 x 8.20) 24.60	(3 x 5.20 kW) 15.60; 3x400; (3 x 8.20) 24.60	kW/VIA
Ympäristö	69 db(A)		
Suodatin Tuloilma / Poistoilma	F7 - ePM1 60 % / F7 - ePM1 60 %		
Lämmitys, vesi	126.3 kW ; 10.5/20.0 °C		
Jäähdytys, vesi	98.5 kW ; 27.0/22.0 °C		
	Vesikierto 60/40 °C ; 14.4 kPa ; 1.55 l/s ; 1 1/4" / 1 1/4" Kytentäkoko		
	Jäähdytys, vesi Vesikierto 6/12 °C ; 27.0 kPa ; 3.94 l/s ; 2 1/2" / 2 1/2" Kytentäkoko		

Energia	Koon määrittely	Keskiarvo	Puhallimet (kWh/vuosi 8760 tunti)
Lämmöntalteenotto (Märkä / Kuiva)	77.4 % / 77.4 %	77.4 % / 77.4 %	
SFPv, puhtaata suodattimet m.l. taajuusmuuttajat	2.17 kW/(m ³ /s)	2.17 kW/(m ³ /s)	20885 kWh
SFPe, mitoitusuodattimet sis. nopeussäätö,	2.31 kW/(m ³ /s)	2.31 kW/(m ³ /s)	222592 kWh
	2018		
Hyväksyty	Ei		
Ilmanvaihtokoneen sijainti	Helsinki Vantaa, Finland		
	(t _{dry - bulb} 27.9 °C, t _{dew - point} 14.8 °C, t _{dry - bulb/W} -18.0 °C)		



Systemair Oy

Puhelin : +358 0207920520
 www.systemair.fi
 mailbox@systemair.fi

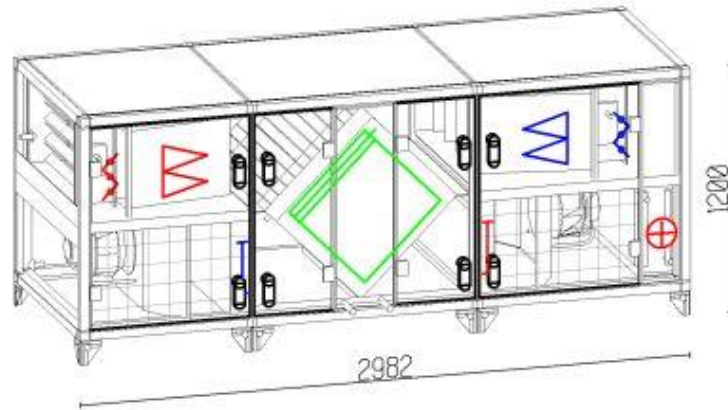


systemair

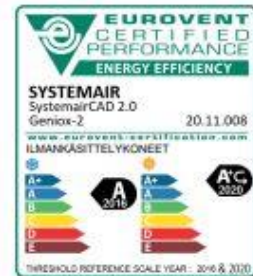
Tarjousnumero **baltic maskiner 13012022**
 Projekti **Baltic**
 Kone nro. **TK007 wc aggregat/PK007 wc aggregat**

Koneen nimi: 70
 Päiväys 14-02-2022
 Sivu 72/139

Unit no.: 70
 Geniox 10
 Paino: 564 kg
 Koneen leveys: 1082 mm



Ilma/Puhallin data	Tuloilma	Poistoilma, Imuaukko	Yksiköt
Ilmavirta (1.205 kg/m ³)	0.60	0.60	m ³ /s
Ösöpintanopeus (kone)	1.40	1.40	m/s
Kanavispaine	300	300	Pa
Puhaltimen pyörimisnopeus	2733	2721	RPM
Moottori; Jännite; Nimellisvirta, [A]	0.78; 1x230; 4.00	0.78; 1x230; 4.00	kW/V/A
Ympäristö	52 db(A)		
Suodatin Tuloilma / Poistoilma	F7 - ePM1 60 % / F7 - ePM1 60 %		
Lämmitys, vesi	6.3 kW; 11.3/20.0°C		
Lämmönsiirtoaine 60/40°C; 5.7 kPa; 0.08 l/s; 3/4" / 3/4" Kytentätkoko			
Energia	Koon määrittely	Keskiarvo	Puhallimet [kWh/vuosi/ 8760 tunti]
Lämmöntalteenotto (Märkä / Kuiva)	78.9 % / 75.4 %	78.9 % / 75.4 %	
SFPv, puhtaal suodattimet m.l. taajuusmuuttajat	1.68 kW/(m ³ /s)	1.68 kW/(m ³ /s)	8847 kWh
SFPe, mitoitusuodattimet sis. nopeussäätö.	1.83 kW/(m ³ /s)	1.83 kW/(m ³ /s)	9618 kWh
	2018		
Hyväksytyt	Kyttä		
Ilmanvaihtokoneen sijainti	Helsinki Vantaa, Finland		
	(t _{dry} - bulb 27.9 °C, t _{dew} - point 14.8 °C, t _{dry} - bulb -18.0 °C)		



Systemair Oy

Puhelin : +358 0207920520
 www.systemair.fi
 mailbox@systemair.fi

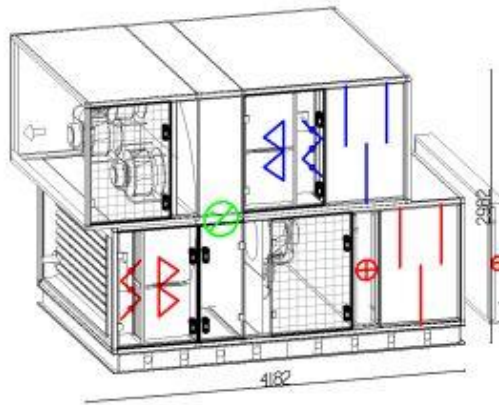


systemair

Tarjousnumero **baltic maskiner 13012022**
 Projekti **Baltic**
 Kone nro. **TK008 V2 snickeri/PK008 V2 Snickeri**

Koneen nimi: 80
 Päiväys 14-02-2022
 Sivu 82/139

Unit no.: 80
 Geniox 27
 Paino: 2997 kg
 Koneen leveys: 2782 mm



Ilma/Puhallin data	Tuloilma	Poistoilma, Imuaukko	Yksiköt
Ilmavirta (1,205 kg/m ³)	7.00	7.00	m ³ /s
Disapintanopeus (kone)	2.11	2.11	m/s
Kanavistopaine	300	300	Pa
Puhaltimen pyörimisnopeus	1716	1674	RPM
Mootori, Jännite, Nimellisvirta, [A]	(3 x 3.50 kW) 10.50; 3x400; (3 x 5.60) 16.80	(3 x 3.50 kW) 10.50; 3x400; (3 x 5.60) 16.80	KW/V/A
Ympäristö	65 db(A)		
Suodatin Tuloilma / Poistoilma	F7 - ePM1 60 % / F7 - ePM1 60 %		
Lämmitys, vesi	67.3 kW ; 12.0/20.0°C		
	Lämmönsiirtoaine 60/40°C ; 9.3 kPa ; 0.83 lis ; 1 1/2" / 1 1/2" Kytöntätkoko		
Jäähdytys, vesi	68.8 kW ; 27.0/22.0°C		
	Lämmönsiirtoaine 6/12°C ; 12.3 kPa ; 2.75 lis ; 2" / 2" Kytöntätkoko		

Energia	Koon määrittely	Keskiarvo	Puhallimet [kWh/vuosi 8760 tunti]
Lämmöntalteenotto (Märkä / Kuiva)	80.4 % / 80.4 %	80.4 % / 80.4 %	
SFPv, puhtaat suodattimet m.l. taajuusmuuttajat	1.86 kW/(m ³ /s)	1.86 kW/(m ³ /s)	114240 kWh
SFPe, mitalussuodattimet sis. nopeussäätö.	2.00 kW/(m ³ /s)	2.00 kW/(m ³ /s)	122640 kWh
	2018		
Hyväksyty	Kyllä		
Ilmanvaihtokoneen sijainti	Helsinki Vantaa, Finland		
	(t _{dry - bub} 27.9 °C, t _{dew - point} 14.8 °C, t _{dry - bubW} -18.0 °C)		



Systemair Oy

Puhelin : +358 0207920520
 www.systemair.fi
 mailbox@systemair.fi

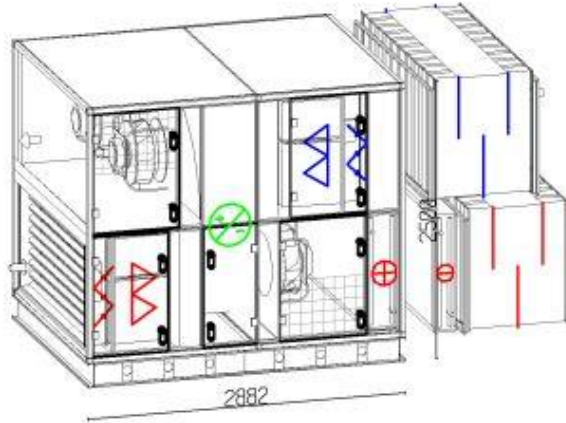


systemair

Tarjousnumero **baltic maskiner 13012022**
 Projekti **Baltic**
 Kone nro. **TK009 Laminering 2/PK009 Laminering 2**

Koneen nimi: 90
 Päiväys 14-02-2022
 Sivu 93/139

Unit no.: 90
 Geniox 22
 Paino: 2230 kg
 Koneen leveys: 2282 mm



Ilma/Puhallin data	Tuloilma	Poistoilma, Imuaukko	Yksiköt
Ilmavirta (1,205 kg/m ³)	4.50	4.50	m ³ /s
Ösäpintanopeus (kone)	1.99	1.99	m/s
Kanavistopaine	300	300	Pa
Puhaltimen pyörimisnopeus	1399	1361	RPM
Moottori; Jännite; Nimellisvirta, [A]	(2 x 3.40 kW) 6.80; 3x400; (2 x 5.40) 10.80	(2 x 3.40 kW) 6.80; 3x400; (2 x 5.40) 10.80	kW/V/A
Ympäristö	63 db(A)		
Suodatin Tuloilma / Poistoilma	F7 - ePM1 60 % / F7 - ePM1 60 %		
Lämmitys, vesi	42.3 kW ; 12.2/20.0°C		
	Lämmönsiirtoaine 60/40°C ; 8.0 kPa ; 0.52 lit/s ; 1 1/4" / 1 1/4" Kytentäkoko		
Jäähdytys, vesi	61.5 kW ; 27.0/20.0°C		
	Lämmönsiirtoaine 6/12°C ; 15.0 kPa ; 2.46 lit/s ; 1 1/2" / 1 1/2" Kytentäkoko		

Energia	Koon määrittely	Keskiarvo	Puhallimet [kWh/vuosi / 8760 tunti]
Lämmöntalteenotto (Märkä / Kuiva)	80.8 % / 80.8 %	80.8 % / 80.8 %	
SFPv, puhtaasti suodattimet m.l. taajuusmuuttajat	1.82 kW/(m ³ /s)	1.82 kW/(m ³ /s)	71650 kWh
SFPe, mitollisuodattimet sis. nopeussääd.	1.96 kW/(m ³ /s)	1.96 kW/(m ³ /s)	77263 kWh
2018			
Hyväksytyt	Kyllä		
Ilmarvaihtokoneen sijainti	Helsinki Vantaa, Finland		
	(dry - bulb 27.9 °C, t _{dry - point} 14.8 °C, t _{wet - bulb} -18.0 °C)		



Systemair Oy

Puhelin : +358 0207920520
 www.systemair.fi
 mailbox@systemair.fi



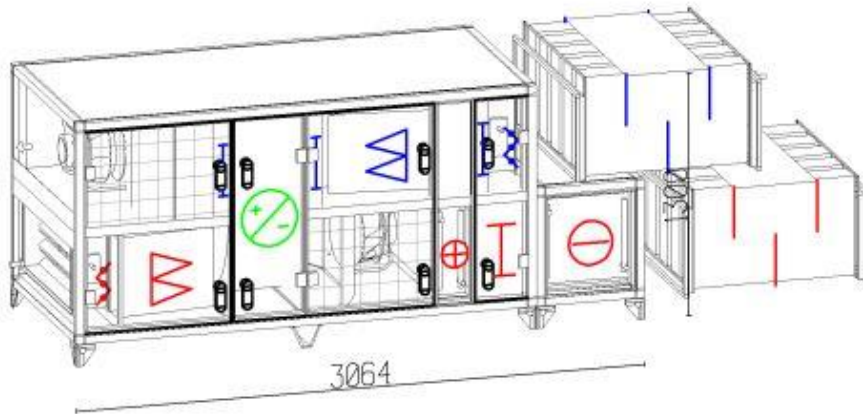
systemair

Tarjousnumero
Projekti
Kone nro.

baltic maskiner 13012022
Baltic
TK010 v3 Showroom/PK010 V3 Showroom

Koneen nimi: 100
Päiväys 14-02-2022
Sivu 104/139

Unit no.: 100
Geniox 11
Paino: 842 kg
Koneen leveys: 1182 mm



Ilma/Puhallin data	Tuloilma	Poistoilma, imusuukko	Yksiköt
Ilmavirta (1,205 kg/m³)	0.80	0.80	m³/s
Oisapintanopeus (kone)	1.52	1.52	m/s
Kanavispaine	300	300	Pa
Puhaltimen pyörimisnopeus	2031	1974	RPM
Moottori, Jännite, Nimellisvirta, [A]	1.35; 1x230; 6.80	1.35; 1x230; 6.80	kW/V/A
Ympäristö	54 db(A)		
Suodatin Tuloilma / Poistoilma	F7 - ePM1 60 % / F7 - ePM1 60 %		
Lämmitys, vesi	6.4 kW ; 13.3/20.0°C		
	Lämmönsäilöaine 60/40°C ; 6.2 kPa ; 0.08 lit ; 3/4" / 3/4" Kytkentäkoko		
Jäähdytys, vesi	14.4 kW ; 27.0/18.0°C		
	Lämmönsäilöaine 6/12°C ; 19.7 kPa ; 0.57 lit ; 3/4" / 3/4" Kytkentäkoko		

Energia	Koon määrittely	Keskiarvo	Puhallimet [kWh/vuosi 8760 tunti]
Lämmöntalteenotto (Märkä / Kuiva)	83.0 % / 83.0 %	83.0 % / 83.0 %	
SFPv, puhtaat suodattimet m.l. taajuusmuuttajat	1.72 kW/(m³/s)	1.72 kW/(m³/s)	12055 kWh
SFPe, mitoitussuodattimet sis. nopeussäätö.	1.85 kW/(m³/s)	1.85 kW/(m³/s)	12965 kWh
	2018		
Hyväksyty	Kyllä		
Ilmanvaihtokoneen sijainti	Helsinki Vantaa, Finland		
	t _{dry - bulb} 27.9 °C, t _{dew - point} 14.8 °C, t _{dry - bulbW} -18.0 °C)		



Systemair Oy

Puhelin : +358 0207920520
www.systemair.fi
mailbox@systemair.fi

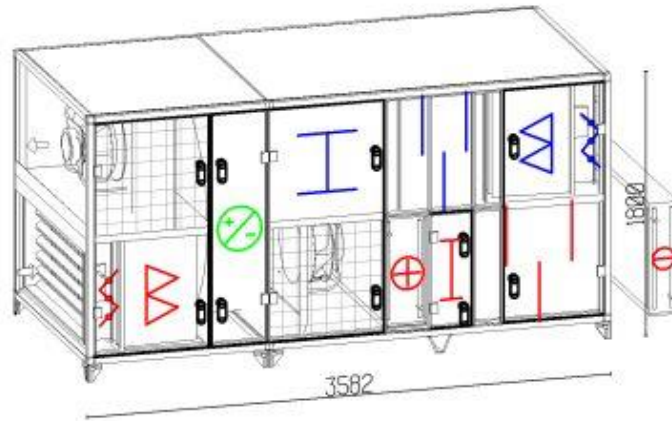


systemair

Tarjousnumero **baltic maskiner 13012022**
 Projekti **Baltic**
 Kone nro. **TK011 Matsal/PK011**

Koneen nimi: 110
 Päiväys 14-02-2022
 Sivu 116/139

Unit no.: 110
 Geniox 16
 Paino: 1235 kg
 Koneen leveys: 1682 mm



Ilma/Puhallin data	Tuloilma	Poistoilma, imuaukko	Yksiköt
Ilmavirta (1,205 kg/m ³)	2.00	2.00	m ³ /s
Disapintanopeus (kone)	1.72	1.72	m/s
Kanavistopaine	300	300	Pa
Puhaltimen pyörimisnopeus	1569	1540	RPM
Mootori; Jännite; Nimellisvirta, [A]	3.50; 3x400; 5.60	3.50; 3x400; 5.60	kW/A
Ympäristö	59 db(A)		
Suodatin Tuloilma / Poistoilma	F7 - ePM1 60 % / F7 - ePM1 60 %		
Lämmitys, vesi	16.9 kW ; 13.0/20.0°C		
	Lämmönsiirtoaine 60/40°C ; 6.2 kPa ; 0.21 l/s ; 1" / 1" Kytentätkoko		
Jäähdytys, vesi	28.1 kW ; 27.0/20.0°C		
	Lämmönsiirtoaine 6/12°C ; 23.9 kPa ; 1.12 l/s ; 1 1/4" / 1 1/4" Kytentätkoko		



Energia	Koon määrittely	Keskiarvo	Puhallimet [kWh/vuosi / 8760 tunti]
Lämmöntalteenotto (Märkä / Kuiva)	82.3 % / 82.3 %	82.3 % / 82.3 %	
SFPv, puhtaat suodattimet m.l. taajuusmuuttajat	1.67 kW/(m ³ /s)	1.67 kW/(m ³ /s)	29173 kWh
SFPe, mitoitussuodattimet sis. nopeussäätö.	1.80 kW/(m ³ /s)	1.80 kW/(m ³ /s)	31536 kWh
	2018		
Hyväksyty	Kyttä		
Ilmanvaihtokoneen sijainti	Helsinki Vantaa, Finland		
	(t _{dry - bulb} 27.9 °C, t _{dew - point} 14.8 °C, t _{dry - bulbW} -18.0 °C)		

Systemair Oy

Puhelin : +358 0207920520
 www.systemair.fi
 mailbox@systemair.fi

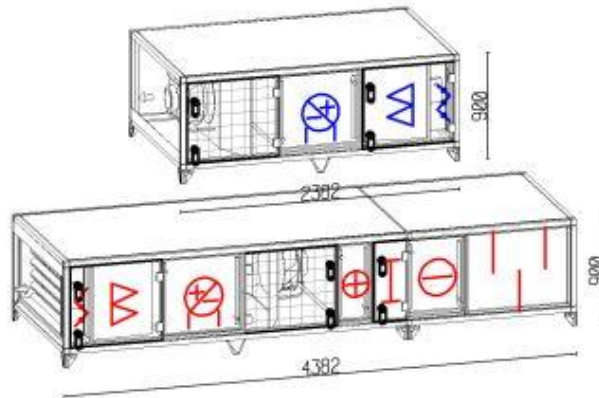


systemair

Tarjousnumero **baltic maskiner 13012022**
 Projekti **Baltic**
 Kone nro. **kök2 till från/**

Koneen nimi: 130
 Päiväys 14-02-2022
 Sivu 127/139

Unit no.: 130
 Geniox 14.07/14.07
 Paino: 791 / 470 kg
 Koneen leveys: 1482 / 1482 mm



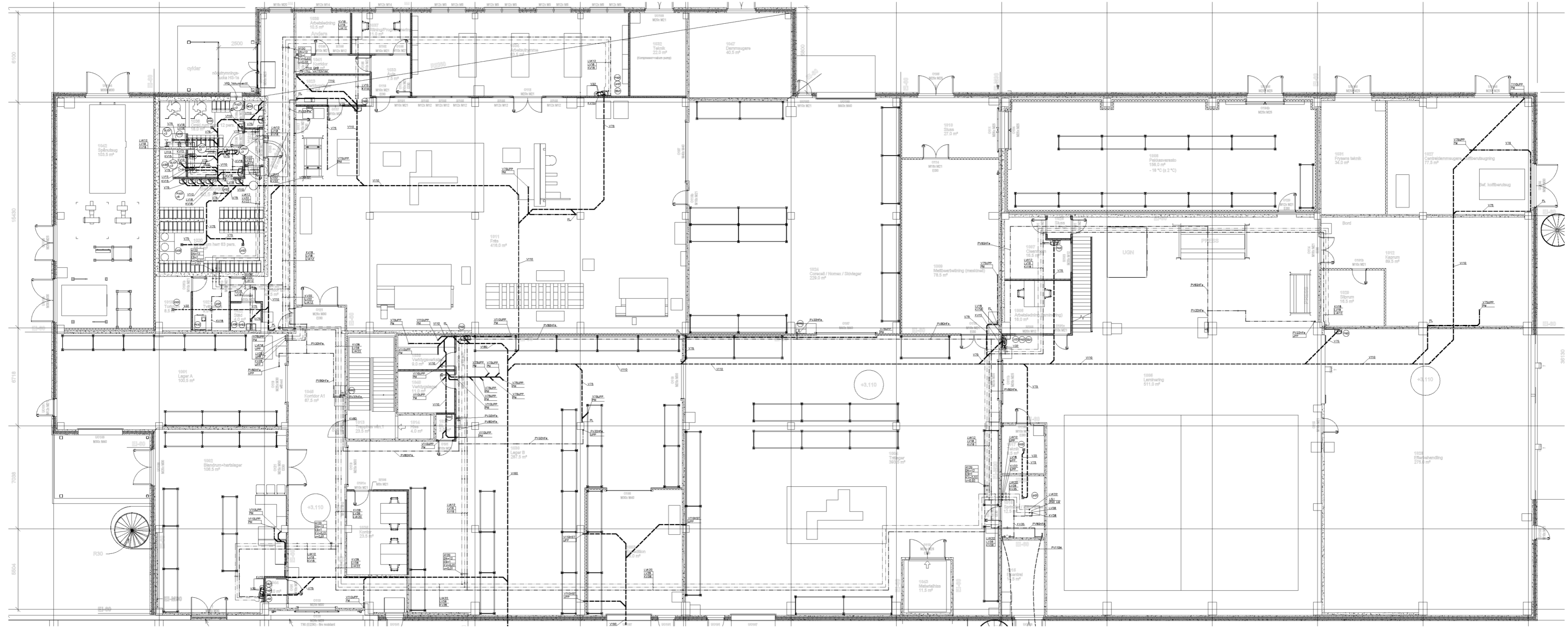
Ilma/Puhallin data	Tuloilma	Poistoilma, Imuaukko	Yksiköt
Ilmavirta (1,205 kg/m³)	1.50	1.50	m³/s
Otaapintanopeus (kone)	1.71	1.71	m/s
Kanavispaine	300	300	Pa
Puhaltimen pyörimisnopeus	1759	1718	RPM
Moottori; Jännite, Nimellisvirta, [A]	3.40; 3x400; 5.40	3.40; 3x400; 5.40	kW/V/A
Ympäristö	59 db(A)		
Suodatin Tuloilma / Poistoilma	F7 - ePM1 60 % / F7 - ePM1 60 %		
Lämmitys, vesi	34.2 kW ; 1.1/20.0°C		
	Lämmönsiirtoaine 60/40°C ; 12.7 kPa ; 0.42 l/s ; 3/4" / 3/4" Kytkenäkoko		
Jäähdytys, vesi	33.7 kW ; 27.0/16.0°C		
	Lämmönsiirtoaine 6/12°C ; 12.6 kPa ; 1.35 l/s ; 1 1/4" / 1 1/4" Kytkenäkoko		

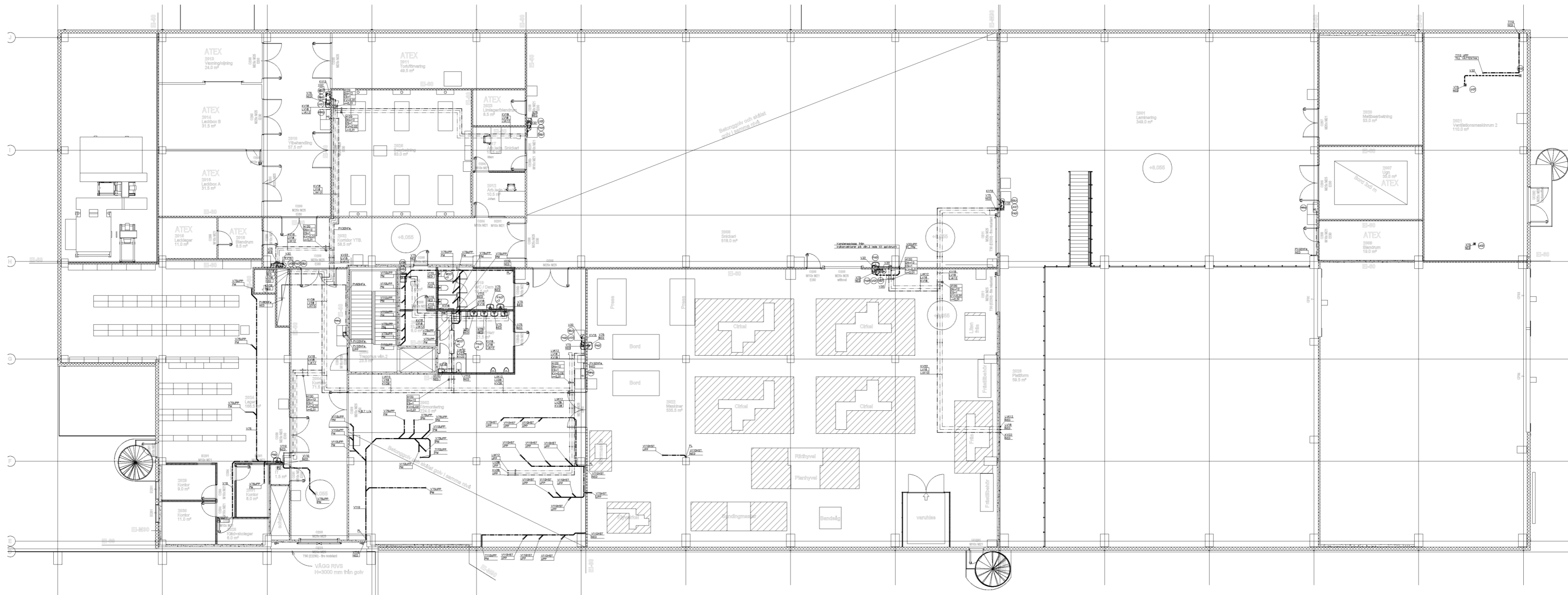
Energia	Koon määrittely	Keskiarvo	Puhallimet [kWh/vuosi 8760 tunti]
Lämmöntalteenotto (Märkä / Kuiva)	59.0 % / 68.3 %	59.0 % / 68.3 %	
	Tuloilma : 1" / 1" - Poistoilma : 1" / 1"		
SFPv, puhtaast suodattimet m.l. taajuusmuuttajat	1.86 kW/(m³/s)	1.86 kW/(m³/s)	24457 kWh
SFPe, mitoitusuodattimet sis. nopeussäätö.	2.01 kW/(m³/s)	2.01 kW/(m³/s)	26411 kWh
	2018		
Hyväksyty	Kyllä		
Ilmanvaihtokoneen sijainti	Helsinki Vantaa, Finland (t _{dry - bulb} 27.9 °C, t _{dew - point} 14.8 °C, t _{dry - bulbW} -18.0 °C)		

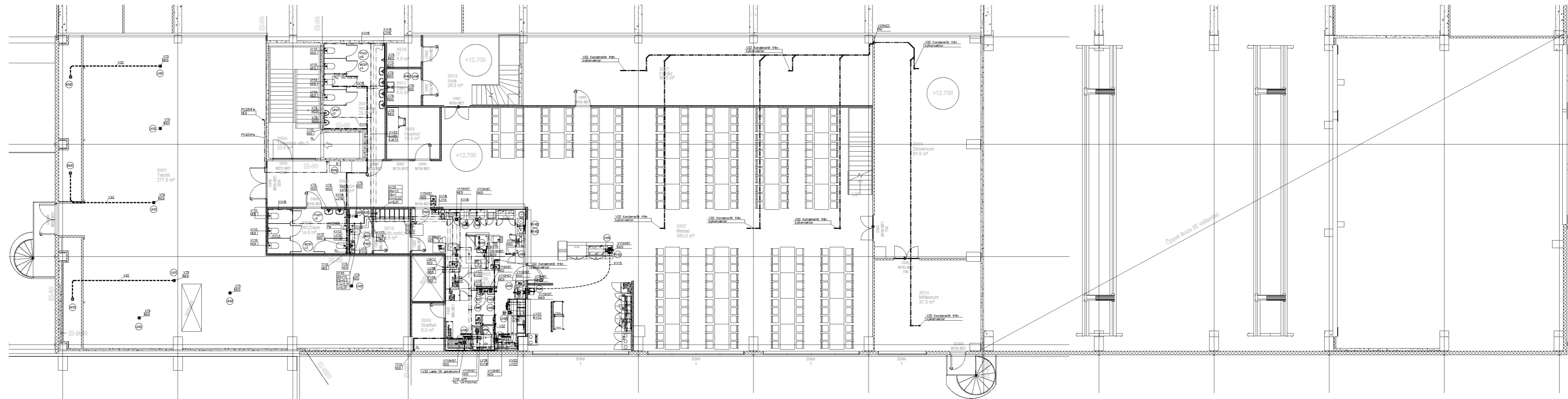
Systemair Oy

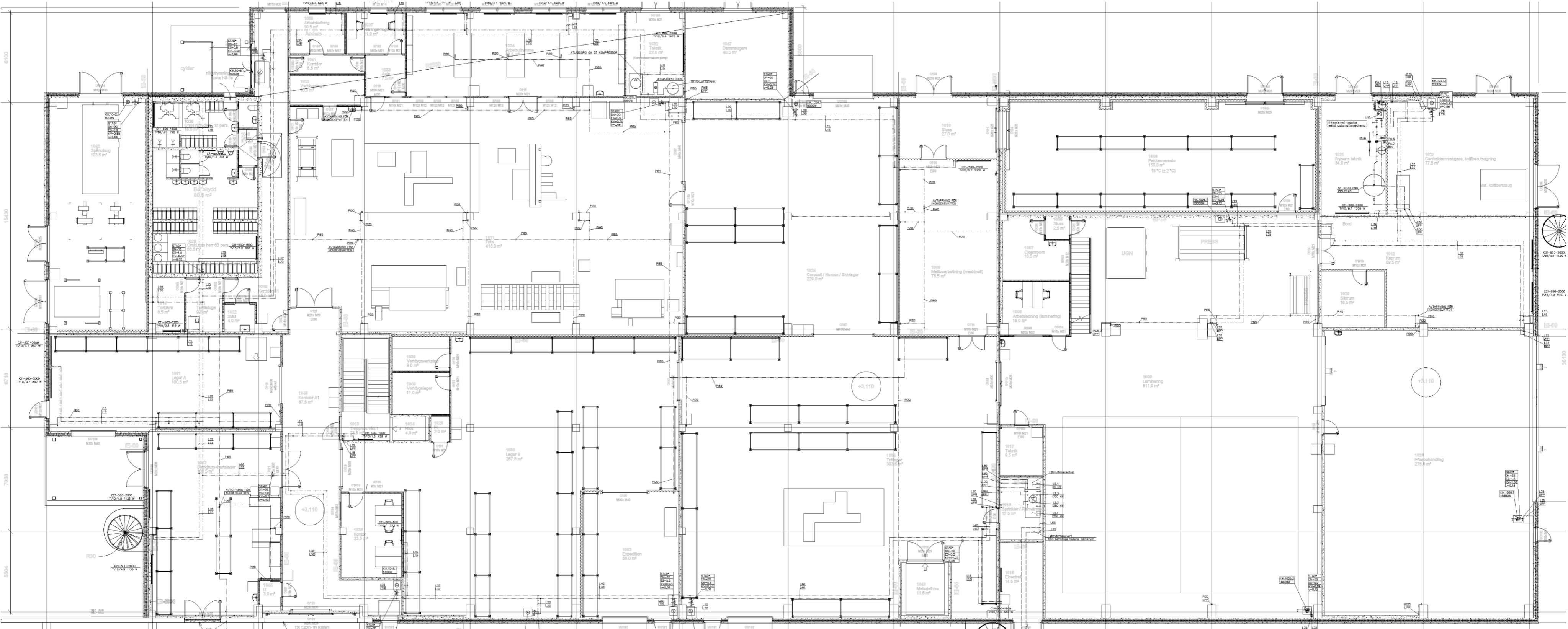
Puhelin : +358 0207920520
 www.systemair.fi
 mailbox@systemair.fi

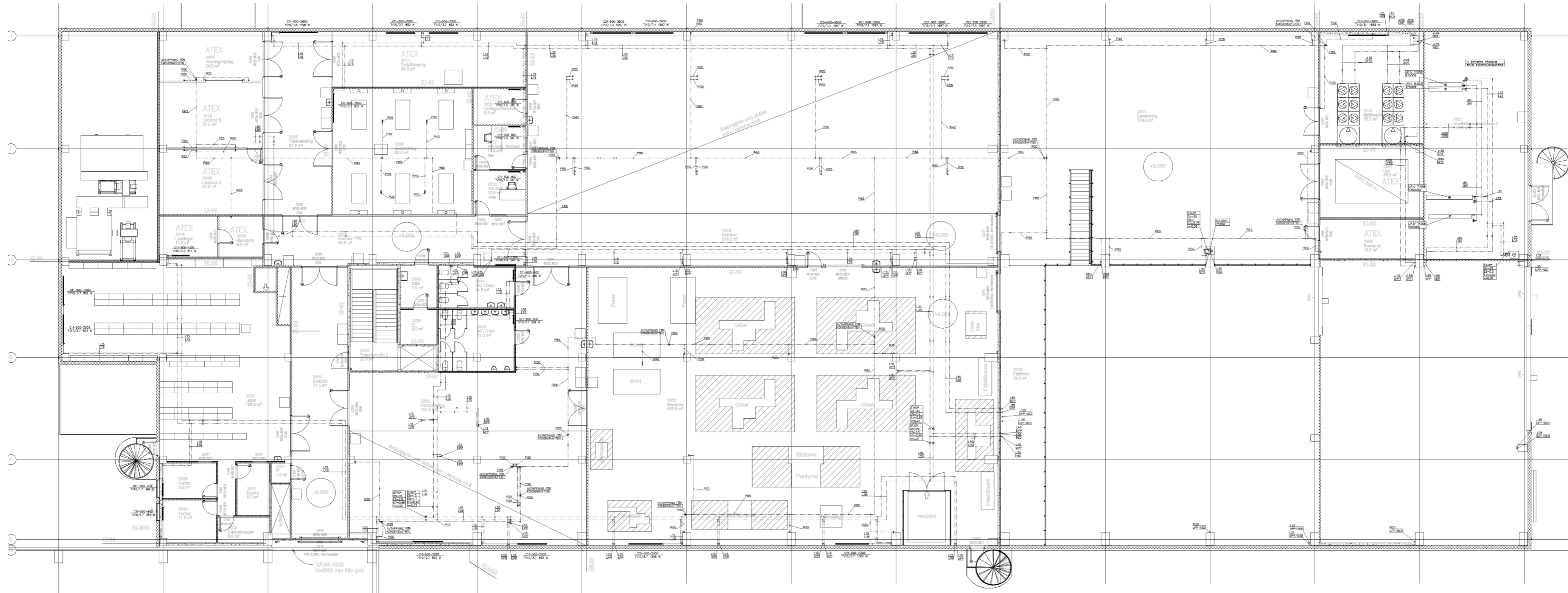


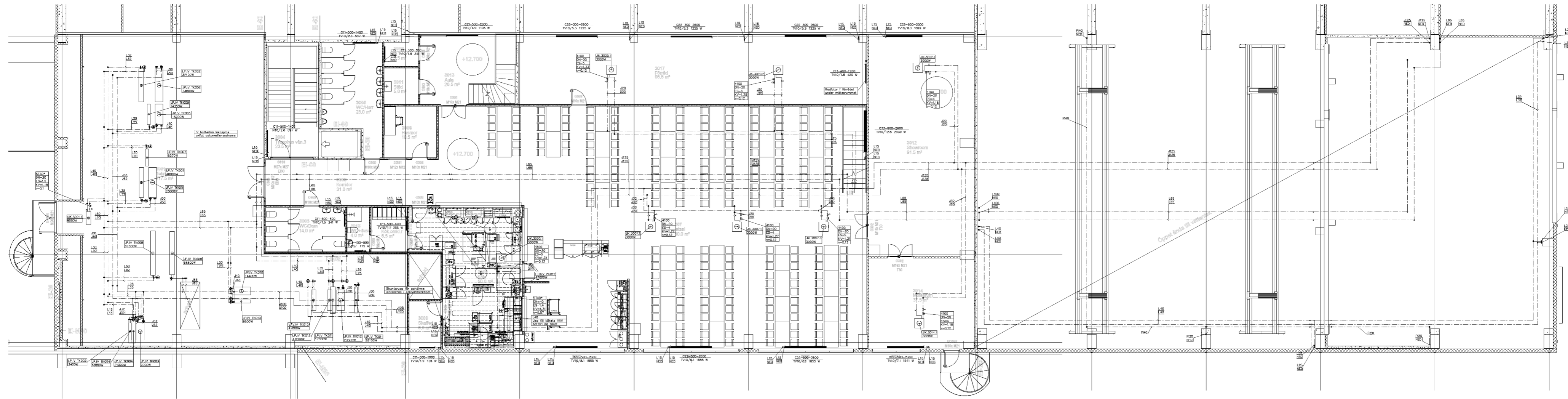


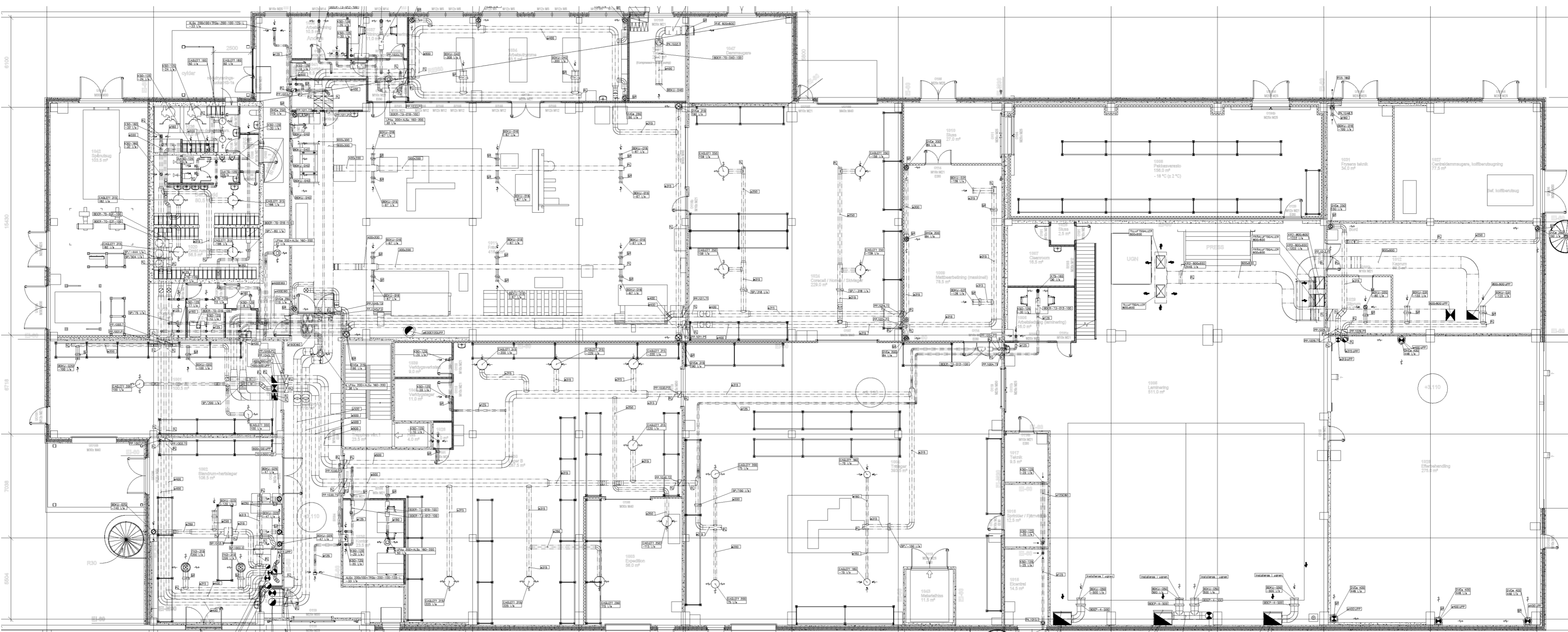


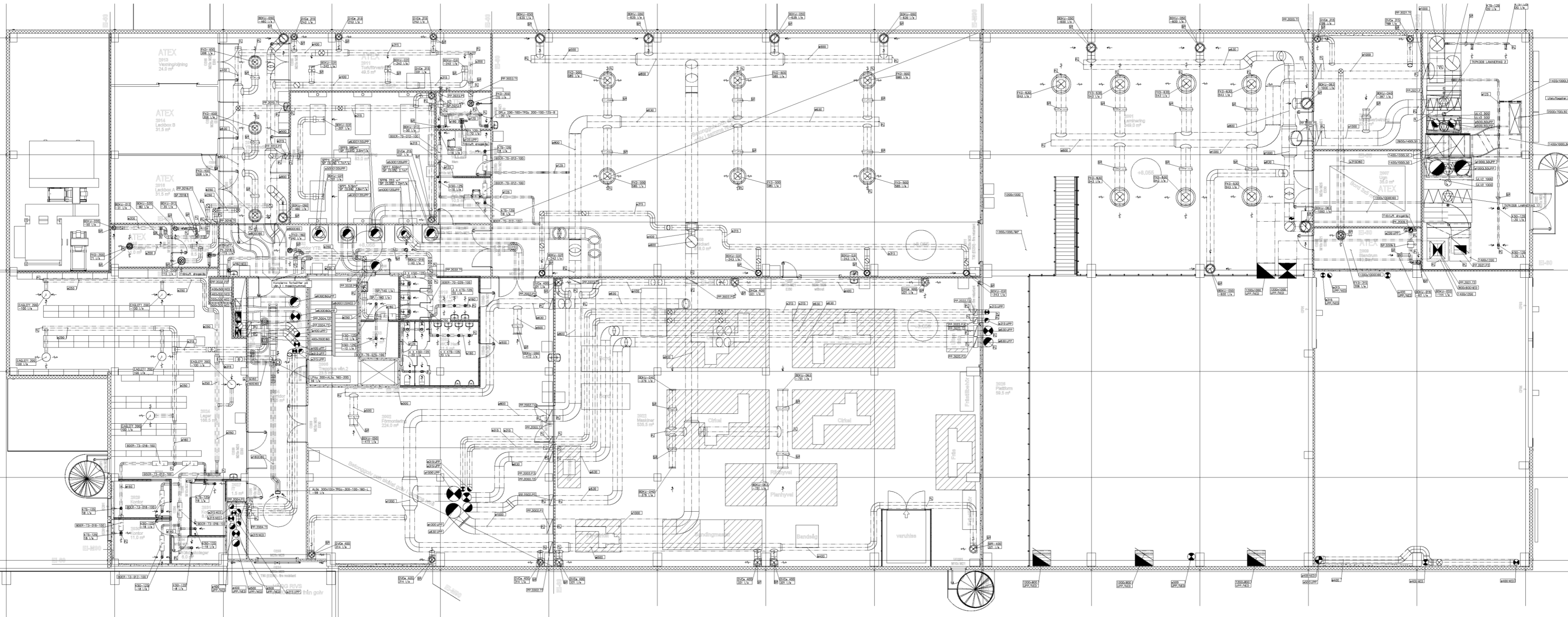


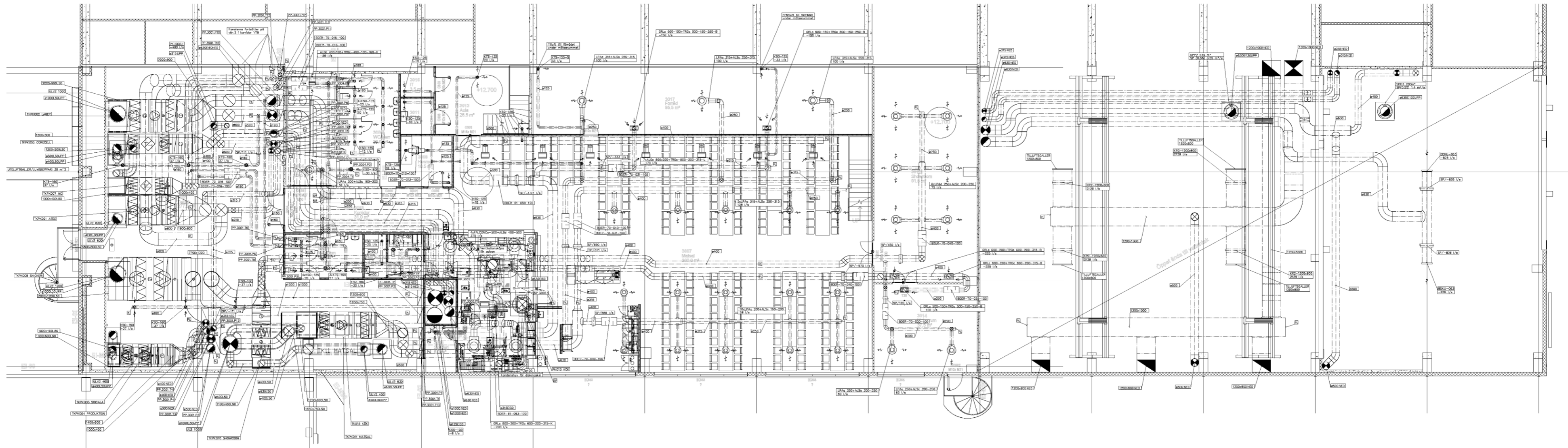












BILAGA 5

TOIMINNASSA KÄYTETTÄVÄT JA SYNTYVÄT AINEET, JOISTA SAATTA MUODOSTUA RÄJÄHDYSKELPOINEN ILMASEOS

Taulukko A RÄJÄHDYSKELPOISIA ILMASEOKSIA AIHEUTTAVAT PALAVAT NESTEET										
NIMITYS	KÄYTTÖTARKOITUS	LUOKITUS	LEIMAHDUS- LÄMPÖTILA °C	ITSESYTYMIS- LÄMPÖTILA °C	RÄJÄHDYS- RAJAT %	HÖYRYN SUHTEELLINEN TIHEYS	SYTYMIS- RYHMÄ	RÄJÄHDYS- RYHMÄ		
Liutin, Ohenne (etyyliasettaatti pohjainen)		H225	-8	333-460	1-12	> 1 (n-butyyliaasettaatti)	T2	IIA		
Liutin, Ohenne (n-butyyliaasettaatti pohjainen)		H225	10-23	260	0,8-7,6	>3	T3			
Liutin (asetoni pohjainen)		H225	-19	465	2,6-13		T1	IIA (asetoni)		
Liutin (liuotinsensini pohjainen)		H226	23-45	255	0,6-13		T3			
Pohjustusaine (tolueeni pohjainen)		H225	-9	535	1,2-7,1	3,1	T1	IIA		
Pintakäsittelyaine (n-butyyliaasettaatti pohjainen)		H225	8-39	415 (n-butyyliaasettaatti)	0,7-10,9	4 (n-butyyliaasettaatti)	T2 (n-butyyliaasettaatti)			
Pesuaine (asetoni pohjainen)		H225	-16	404 (butanoni)	1,5-14,3	2,5 (butanoni)	T2 (butanoni)	IIB (butanoni)		
Maalit		H226	23-25	280-470	0,8-19	>3,7	T3			
Asetoni		H225	-18	535	2,6-12	2,0	T1	IIA		
Marbocote Mould Sealer, Mould release Marbocote 227CEE, Sika Activator 100		H225	<10	>200	0,6-7	>1	T3			
Marbocote Mould Release Agent 625X, Temacoat GPL + hardener, Thinner Tikkurila 1031, International TRILUX Hard Antifouling Black YBB590/5BA, Teknosolv 9506		H226	>23	432	0,6-13,74	>1	T2			
Adhesive Acralock SA10-05 LV OWT White, Glue Araldite 2021-1, Glue Acralock SA10-05	Liima	H225	10	421	1,5-12,5	>3	T2			
Awlgrip Ultra Build Epoxy Primer 8008	Käsittelyaine	H225	12,7	475 (4-metyylipenta-2-oni)	1,4-7,5	3,5 (4-metyylipenta-2-oni)	T1 (4-metyylipenta-2-oni)	IIA (4-metyylipenta-2-oni)		
Awlgrip Reducer Fast T0001 T-816		H225	-6	404 (butanoni)	1,8-11,5	2,5 (butanoni)	T2 (butanoni)	IIB (butanoni)		
Awlgrip Accelerator 73014 X-98, Pro-Cure X-98		H225	4	535 (tolueeni)	1,05-9,8	3,1 (tolueeni)	T1 (tolueeni)	IIA (tolueeni)		
Hardener, Dicco, 006 2098		H225	13	455	3,3-19	1,6	T1			
Sika Activator 205, Sika Cleaner P, Awlgrip D1001 Epoxy Primer Grey 545, Awlgrip D8001 Epoxy primer white 545, Stain, Dicco, Clear, 294, Final Cleaner, Cromax 3911 WB	Ei-käsittelyaine	H225	12-29	399-425	2-12	2,1	T2	IIA		
Filler Stando Car Elastic Weiss 2K CS, Topcoat Enguard Ral:7016, Filler Unilight	Tasotusmassa	H226	23-60	480	1,1-8,9	3,6 (styreeni)	T2	IIA (styreeni)		
Filler Spray, Spies Hecker Raderal 3508	Tasotusmassa	H226	25	240	0,9-6,1	3,6 (styreeni)	T3	IIA		
Glue Kiilto Kestopren Contact glue	Liima	H225	-25	260	1-7,4	2,5 (butanoni)	T3	IIB (butanoni)		
DuPont TH101 Thinner Standard	Liutin, Ohenne		10	272	1,3-11		T3			
Awlgrip Light Grey G1001, Awlgrip Pearl Grey G1008, Awlgrip H1315 RAL 7016, Anthracite Gray, Awlgrip Dark Grey G1344, Awlgrip Medium Grey G1007, Awlgrip Light Grey G1001. Quart gallon.		H226	27		1,5-7					
Awlgrip Awlcraft 2000		H226	46	263 (2-heptanoni)	1,3-6,8	3,9 (2-heptanoni)	T1 (2-heptanoni)	IIA (2-heptanoni)		
Awlgrip Ultra Build epoxy primer converter 3018, Primer Gelshield 200 Grey, Awlgrip D3001 Hardener for 545 epoxy, International Intershield 300 Alum.		H225, H226	7-28	535 (tolueeni)	0,8-11,5	3,1 (tolueeni)	T1 (tolueeni)	IIA (tolueeni)		
International Intergard 263 Light Grey	Pintakäsittelyaine	H225	45		1,4-7,6					
Filler body 260 Base +Hardener	Tasotusmassa	H225	<0	460	1,2-8,9		T1			
DuPont DP2120 Activator, DuPont XK205-5 Hardener, Glasurit 568-407 CV BRUSH AND ROLL ADDITIVE, Jotun Thinner nr. 7, Awlgrip, flattening agent, G3013, Awlgrip M3066 Cold Cure Accelerator for 545 Primer, International Intershield 300 Bronze, Jotun Antipest primer grey, Jotun Megacote Comp B	Liute		25-38	280-432	0,8-11,3	3,7	T3			
Awlgrip Wash primer D3300, Awlgrip Wash primer D6600		H226	30		1,49-13,74	3,1 (1-metoksi-2-propanoli)				
Teknodur hardener 0010		H226	48		0,8-9,8					
DuPont 3950S Anti-Static Degreaser		H226	27	355	0,6-10,6	2,6 (2-metyylipropaan-1-oli)	T2			
Waxsolution 9872		H226	24	490-527	1,0-6,6	3,6-3,66	T1			
Motor fuel diesel		H226	>55	220	1-6		T3			

Taulukko B RÄJÄHDYSKELPOISIA ILMASEOKSIA AIHEUTTAVAT PALAVAT KAASUT										
NIMITYS	KÄYTTÖTARKOITUS	LUOKITUS	LEIMAHDUS- LÄMPÖTILA °C	ITSESYTYMIS- LÄMPÖTILA °C	RÄJÄHDYS- RAJAT %	KAASUN SUHTEELLINEN TIHEYS	SYTYMIS- RYHMÄ	RÄJÄHDYS- RYHMÄ		
Nestekaasu	Kaasutrükän polttoaine	H220, H280	450°C		2,2-9,5	1,56	T1	IIA		
Asetyleeni	Kaasuhtaus-/leikkkaus	H220, H280	325 °C		2,4-83	0,9	T2	IIC		
Yksittäisiä suoraan käyttöäitteenen kytettyjä kaasupuoljoja ei katsota päästölähteiksi										

Taulukko C RÄJÄHDYSKELPOISIA ILMASEOKSIA AIHEUTTAVAT PALAVAT PÖLYT										
NIMITYS	PÖLYN HIUKKASKOKO µm	ALIN SYTYMISKELPOINEN PÖLYPITOISUUS g/m3	MINIMISYTYMISENERGIA m J	RÄJÄHTÄVYYS	PÖLYPILVEN SYTYMISLÄMPÖTILA °C					
Puupöly	27	100	-	-	500					
Epoksihartsi	31	30	-	-	510					
Polyesterihartsi	162	30	-	-	550					
Maali/lakkapölyt	31	30	-	-	510					