

Markus Tammelin

# LVI-järjestelmän laitteiden hallinta tietokannassa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

7.8.2018

Tekijä Otsikko	Markus Tammelin LVI-järjestelmän laitteiden hallinta tietokannassa
Sivumäärä Aika	28 sivua + 1 liite 7.8.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	ryhmäpäällikkö Juhani Suihkonen lehtori Jarmo Tapio
<p>Insinööriyön tavoitteena oli kehittää jo käytössä olevaa laitostiedon hallintajärjestelmäohjelmistoa vastaamaan paremmin LVI-suunnitteluosaston ja näin koko prosessisuunnittelun tarpeita. Työ tehtiin Pöyry Finland Oy:lle, jolla on käytössä yrityksen itse kehittämä ja sisäisesti käytössä oleva tietokantaohjelmisto nimeltään ProElina. Insinööriyö on ProElina-ohjelmiston kehitystyö.</p> <p>Ohjelmisto on alun perin kehitetty Pöyry projektien tiedonhallintaan nimenomaan prosessi-, automaatio- ja sähkösuunnittelun puolella. Siitä puuttuu kuitenkin LVI-suunnittelussa yleisesti käytössä olevia osakokonaisuuksia. Työssä käsiteltiin yleistä teoriaa yhden IV-koneen lisäämisestä ohjelmistoon.</p> <p>Insinööriyön tuloksena kehitystyöprosessi on saatettu alulle ja lopputuloksena on ehdotus IV-koneen eri komponenttien attribuuttitietojen esitystavasta ohjelmiston koodaamista varten. IV-koneen tietolomakkeen esitystapa toimii pohjana IT-osaston suunnitteluväelle.</p>	
Avainsanat	ProElina, tietokanta

Author Title	Markus Tammelin Using a Database Software System to Manage HVAC System Information
Number of Pages Date	28 pages + 1 appendices 21 August 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Engineering, Design Orientation
Instructors	Juhani Suihkonen, Section Manager Jarmo Tapio, Senior Lecturer
<p>The object of this final year project was to further develop a pre-existing database software system called ProElina so that it would better answer the needs of the HVAC designing process of the HVAC department of a company using ProElina to control and manage all the design and planning data used in the process industry. Initially, ProElina was solely programmed for the use of process, automation and electricity planning. This thesis aimed at making it also suitable for HVAC design.</p> <p>The thesis examined the general HVAC design in process industry, as well as the use of the ProElina software as a tool for planning. The main objective of the software modification was to develop a compact data form of a ventilation machine with all its components and with correct attribute information for each component. This data form is to be used as a basis of planning at the IT department to modify the software. Adding the ventilation machine to the software allows an easier and more reliable production of HVAC documentation.</p>	
Keywords	ProElina, database



## Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Insinööriyön tilaajan esittely	1
1.2	Työn taustaa	1
1.3	Tavoite	2
2	LVI-suunnittelun osuus teollisessa laitossuunnittelussa	2
2.1	Prosessiteollisuuden putkistoprojekti	2
2.2	Putkistosuunnittelun lähtötiedot	3
2.3	Suunnittelun vaiheet	4
2.4	Prosessikaaviot	6
2.4.1	Lohkokaavio	7
2.4.2	Virtauskaavio	7
2.4.3	Putki- ja instrumentointikaavio	8
2.5	Tiedon hallinta	9
3	ProElina	10
3.1	Yleistä	10
3.2	ProElinan käyttö suunnittelussa	12
3.2.1	Työnkulku ProElinan käytössä	12
3.2.2	Kaavioiden tuottaminen prosessisuunnittelussa	14
3.2.3	PI-kaavion ja ProElinan linkittäminen	15
3.2.4	Laitteiden luonti/editointi tietokantaan	17
3.2.5	Raporttien ajo ProElinasta	19
4	IV-koneen lisääminen ProElinaan (kehitystyö)	19
4.1	Koteloitu IV-kone	20
4.2	Rakenne ja toiminto-osat	20
4.2.1	Peltiosat	20
4.2.2	Suodatinosa	21
4.2.3	Lämmitys- ja jäähdytyspatteriosat	22
4.2.4	Puhallinosa	23
4.2.5	Poistoilman lämmön talteenotto	24
4.2.6	Äänenvaimentimet	26
5	Ohjelmiston modifiointi	26
6	Yhteenveto	27

Liitteet

Liite 1. Tuloilmakoneen suunnittelutietolomake

## Lyhenteet

LTO            lämmön talteenotto

rpm            rounds per minute, kierrosta minuutissa

ODBC          Open Database Connectivity. Tietokantaan liittymistekniikka

# 1 Johdanto

## 1.1 Insinööriyön tilaajan esittely

Insinööriyön tilaajana on Pöyry Finland Oy. Pöyryn tarina alkoi vuonna 1958, kun Metsänomistajien liitto pyysi tohtori Jaakko Pöyryä ja tämän kollegoita suunnittelemaan uuden Äänekoskelle rakennettavan sulfaattisellutehtaan. Ensimmäinen haaste oli menestys, jota seurasi Fiskebyn sellutehtaan suunnitteluhanke Ruotsissa ja näin Pöyry kasvoi kansainväliseksi yritykseksi jo alkuvuosista lähtien. 1960-luvulla pohjoismaisen puunjalostusalan laajentumisen mukana Pöyry laajensi toimintaansa uusien toimipisteiden muodossa Tukholmaan ja sieltä Ranskaan ja Isoon-Britanniaan. 1970-luvulla Pöyry oli jo yksi maailman suurimmista metsäalaa palvelevista itsenäisistä konsultointi- ja rakennussuunnitteluyrityksistä. Vuonna 1973 Pöyry sai merkittävän sellutehdassuunnitteluhankkeen Brasiliassa ja laajentui Etelä-Amerikkaan. 1980-luvulla vuorossa oli uusien toimipisteiden perustaminen Yhdysvaltoihin, Kaakkois-Aasiaan ja Australiaan. 1993 tapahtui strateginen päätös, joka laajensi konsernin toimintoja uusille aloille eli energia, infrastruktuuri- ja ympäristöalalle. Sittenmin 1997 Pöyry listautui pörssiin ja nykyisin Pöyry on maailmanlaajuinen konsultoinnin ja suunnittelun asiantuntija, joka tarjoaa perusteellista toimialaosaaamista ja innovatiivisia ratkaisuja asiakasyritystensä elinkaaren kaikkiin vaiheisiin. Pöyry toimii seuraavilla aloilla: sähkön ja lämmön tuotantolaitokset, sähkön siirto ja jakelu, uusiutuva energia, sellu- ja paperiteollisuus, kemianteollisuus ja biojalostus, liikennejärjestelmät, vesi ja ympäristö sekä kiinteistöt. Yrityksen palveluksessa on 5 500 asiantuntijaa 40 maassa. (Pöyryn historia 2018.)

## 1.2 Työn taustaa

Työn tilaajana oleva yritys toimii prosessiteollisuuden parissa, jolle ominaisia piirteitä ovat projektien laaja-alaisuus ja suuret tietomäärät. Tietomäärän hallintaan työn tilaaja on kehittänyt oman laitostiedon hallintajärjestelmän, joka kulkee nimellä ProElina. Järjestelmässä on oma tietokantansa. Tietokanta on tietopankki, jonne tieto talletetaan keskitetysti ja josta se on helposti saatavilla. Tietokanta saattaa edustaa jotain selvästi rajattua kohdetta reaali maailmasta. (Wikipedia: Tietokanta) Tässä tapauksessa tietokantaan tallennetaan prosessiteollisuuden suunnittelutietoa. ProElina on alun perin luotu tarpeesta prosessi-, sähkö- ja automaatio suunnittelun teknisten tietojen hallintaan yrityksen



projekteissa. Tarve ja käyttötarkoitus ovat edelleen samat. LVI-osasto Pöyryllä toimii tukiosastona muille suunnittelualoille. LVI-osasto tuottaa kuitenkin paljon dokumentaatiota, joka ei vielä keskustele ProElina-järjestelmän kanssa ja työn taustana on LVI- ja IT-yksiköiden tavoite lisätä järjestelmään toiminnallisuuksia, jotka tukisivat myös LVI-yksikön ja sitä kautta koko prosessiteollisuuden tarpeita.

### 1.3 Tavoite

Tämän työn tarkoituksena on selvittää yleistä teoriaa ja kerätä tarvittavia suunnittelutietoja IT-osaston käyttöön, jotta ProElina-järjestelmään voidaan lisätä LVI-suunnittelua tukevia toiminnallisuuksia. Työn ensisijainen tavoite on toimia lähtösykäyksenä LVI- ja IT-osaston väliselle kehitysyhteistyölle, jotta nähdään, miten ohjelman muokkaaminen LVI- ja sitä kautta koko prosessisuunnittelua tukevaan suuntaan vaatii. Ilmastoinnin laitteet hankitaan yleensä laitekokonaisuuksina, joita ei ole vielä muodostettu ProElina-tietokantaan. Työn konkreettisena tavoitteena on luoda ns. pohjatietomalli yhdestä tuloilmakoneesta, jota voidaan käyttää ProElinaan luotavan tietotaulun luontia varten. Työ toteutetaan tutustumalla aiheen teoriaan ja tehden yhteistyötä IT-osaston ja yrityksen muun suunnitteluväen kanssa. Ohjelmaan tutustumista varten ProElinaan avataan testiprojekti, jota kuitenkin käytetään todellisen projektin rinnalla. Varsinainen ohjelmointityö toteutetaan tämän opinnäytetyön valmistumisen jälkeen.

## 2 LVI-suunnittelun osuus teollisessa laitossuunnittelussa

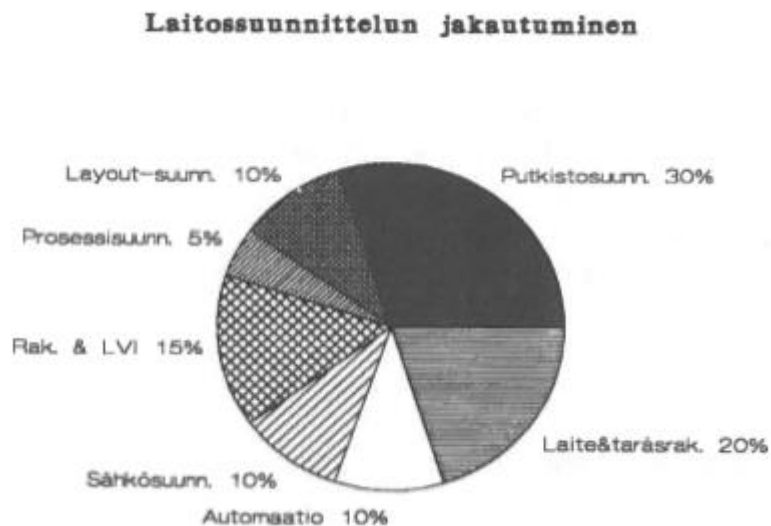
### 2.1 Prosessiteollisuuden putkistoprojekti

Tämän insinöörityön ymmärtämisen kannalta on oleellista käsittää hieman prosessi- ja laitosteollisuuden putkistoprojekteista sekä niiden mittakaavasta. Kun yksi työstettävä tehdas voi olla kilometrin pituinen ja sisältää satoja puhaltimia sekä tuhansia käsiventtiilejä, joilla jokaisella on oltava oma tarkka positionsa ja joista jokainen on tarvittaessa löydettävä, on tiedon oltava tallessa hallitussa muodossa koko laitoksen elinkaaren ajan.

Prosessiteollisuuden putkistosuunnittelussa tarkoituksena on luoda putkistosysteemi, jossa prosessin kohteena olevat virtaavat aineet kuljetetaan sekä prosessin laitteelta toiselle että tuotantoyksiköstä varastoon.

Laitossuunnittelun voi määritellä eri suunnittelunaloista rakentuvana kokonaisuutena, jonka lopputuotteena on uusi, tai uudistettu prosessilaitos.

Laitossuunnitteluprojektille ominaisia piirteitä ovat näiden laaja-alaisuus ja erittäin suuret tietomäärät. Prosessilaitossuunnittelun laajin osa-alue on putkistosuunnittelu. Tämän ohella muita suunnittelualoja ovat: prosessisuunnittelu, layout-suunnittelu, laitesuunnittelu, rakennesuunnittelu, automaatio-suunnittelu, sähkösuunnittelu, rakennussuunnittelu ja LVI-suunnittelu (Kesti 1992: 12). Kuvassa 1 on esitetty laitosuunnittelun työmäärän jakautuminen.



Kuva 1. Laitossuunnittelun jakautuminen (Kesti 1992: 13)

## 2.2 Putkistosuunnittelun lähtötiedot

Tyypillistä teollisuuden putkistosuunnittelulle ja piirtämiselle on se, että siihen liittyy suuri määrä funktioita, jotka luovat suunnittelulle joko perustaa, tai rajoittavat sitä. Alla on

esitelty joitakin lähtötietoja ja asiakirjoja, jotka tulee ottaa huomioon eri vaiheessa teollista putkistosuunnitteluprojektia:

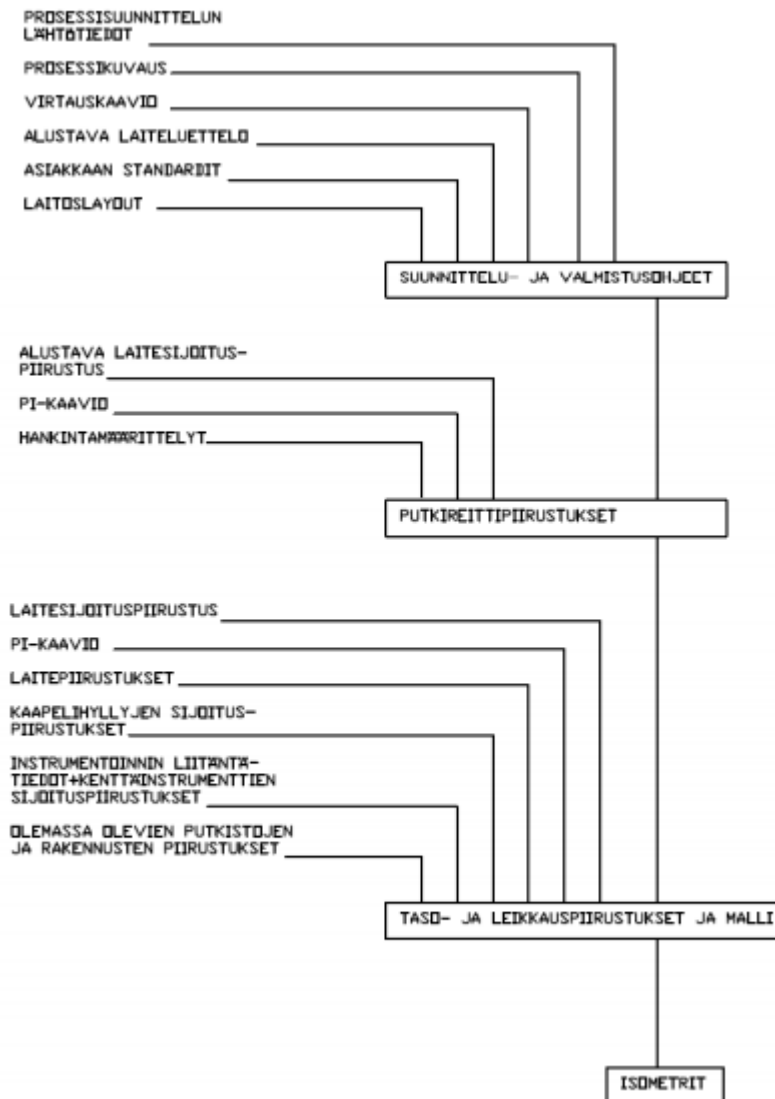
- putkistomäärittelyt
- PI-kaaviot
- putkilinjaluettelot
- venttiili- ja varustemäärittelyt
- säiliö-, laite- yms. piirustukset
- alustavat laitesijoituspiirustukset
- rakennus- ja rakennepiirustukset
- instrumenttien mitta- ja muut tiedot
- olemassa olevien putkistojen, putkisiltojen, teräsrakenteiden yms. piirustukset
- viranomaismääräykset
- tehdasstandardit

(Pere 2009:14–48)

### 2.3 Suunnittelun vaiheet

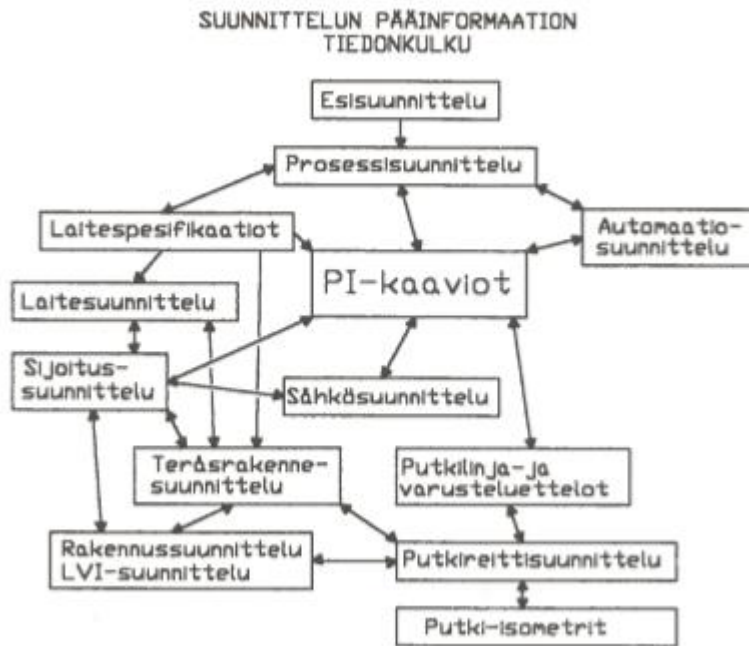
LVI-suunnittelija Pöyryllä aloittaa suunnittelun alustavalla virtauskaaviolla, joka suunnitellaan asiakkaan standardien ja projektiohjeiden mukaisesti. Seuraavassa työvaiheessa virtauskaaviossa olevat laitteet sijoitetaan laitoslayoutiin, jonka jälkeen laaditaan alustava putkireittipiirustus. PI-kaavion suunnittelun ja piirtämisen jälkeen putkistosuunnittelijat aloittavat oman työnsä tietomallin mallintamisella. Tietomallista saadaan sekä taso-

ja leikkauskuvat että isometriset putkistopiirustukset (Kivistö 2016: 4–5). Kuvassa 2 on esitetty putkistosuunnittelun ja -piirtämisen vaiheet.



Kuva 2. Putkistosuunnittelun vaiheet (Pere 2009: 14-59)

Kuvasta 3 nähdään, kuinka LVI-suunnittelijan vastuulla oleva PI-kaavio linkittyy niin prosessi-, sähkö- kuin automaatio-suunnitteluun. PI-kaaviosta saadaan ajettua myös putki- linja- ja varusteluettelot sekä laiteluettelo.



Kuva 3. Laitossuunnittelun pääinformaation kulku (Kesti: 12)

## 2.4 Prosessikaaviot

Kemianteollisuuden, metsä-, vuori-, elintarvike- ym. teollisuuden, energiantuotannon sekä kaasu- ja vesilaitosten prosesseja kuvaavia kaaviomaisia esityksiä nimitetään prosessikaavioiksi. (Pere 2009: 13–1.)

Prosessikaavioiden nimitykset ovat

- lohkokaavio
- virtauskaavio
- PI-kaavio, eli putki- ja instrumentointikaavio (Pere 2009: 13–15).

#### 2.4.1 Lohkokaavio

Lohkokaaviossa prosessin kulku esitetään yleisluontoisesti jaettuna tarkoituksenmukaisiin osaprosesseihin, eli lohkoihin. Prosessiin tulevat ja siitä lähtevät sekä lohkojen väliset päävirrat esitetään tarvittavassa laajuudessaan. Lohkokaaviosta saadaan perustiedot likimääräistä kustannusarviota varten, sekä saadaan itse prosessisuunnittelun perustiedot, perusteet alustavalle asemakaava- ja laitesijoitussuunnittelulle. (Pere 2009: 13–18.)

#### 2.4.2 Virtauskaavio

Virtauskaaviossa esitetään tapahtumajärjestyksessä ne mekaaniset, fysikaaliset ja kemialliset käsittelyt, joihin prosessiaine joutuu. Siinä kuvataan prosessin toiminta stationääritilassa suunnitteluolosuhteissa. Virtauskaaviossa esitetään

- operaatiot tapahtumajärjestyksessä
- päälaitteet, niiden nimet, tunnuksat ja kokoa tai kapasiteettiä ilmaisevat suureet
- prosessivirrat
- putkitunnukset
- säätötarpeet
- virtausmäärä, virtausaineen ominaisuudet ja tilasuureet, sekä niiden muutokset
- aineen ja energian tulo prosessiin, muutokset ja lähtö prosessista
- prosessivirtojen tulo- ja lähtöosoitteet. (Pere 2009: 13–19.)

### 2.4.3 Putki- ja instrumentointikaavio

PI-kaavion tarkoitus on antaa tiedot prosessin teknisistä ratkaisuista sekä esittää yksityiskohtaisesti putkien ja muiden kuljetusteiden kulku. PI-kaaviosta saadaan tiedot materiaaliluetteloon sekä kustannusarvion laatimista varten.

PI-kaaviossa esitetään

- kaikki laitteet
- kaikki putket ja muut kuljetustiet
- kaikki venttiilit, paitsi tyyppiirustuksissa esitettävien kokonaisuuksien sisältämät venttiilit
- mittauspisteet ja säätöpiirit yleispiirrosmerkkejä käyttäen (ks. SFS 4103)
- saatot
- tyhjennys-, puhdistus- ja ilmastusyhteet
- käyttöhyödykeyhteet
- laitenumerot (ja laitteiden nimet)
- putkitunnukset
- venttiilin tunnuksset
- putkiluokka-, hankinta- yms. rajat
- tulevien ja lähtevien virtojen osoitteet (Pere 2009: 13-23).

## 2.5 Tiedon hallinta

Koska suunnitteluprosessissa käytettävän tiedon määrä on niin valtava ja eri suunnittelualojen rajapinnat risteävät usein, käytetään apuna erilaisia laitostietojen hallintajärjestelmiä. Kun yhdestä yksittäisestä laitteesta tarvitaan tietoja niin prosessi-, sähkö-, automaatio- ja LVI-suunnitteluun, on syntyneeseen tarpeeseen vastattu alalla useilla eri tiedonhallintajärjestelmillä.

Tämä insinööriyö keskittyy ProElina nimiseen laitostiedon hallintajärjestelmään, joka on Pöry Finland Oy:n kehittämä InHouse suunnittelusovellus. Muista käytössä olevista järjestelmistä voidaan nimeltä mainita Sweco Industryn käyttämä sähkö- ja automaatio-suunnittelun työkalu PISA (InHouse) ja kaupalliselta puolelta mm. kokkolalainen Alma, joka on suunnittelu- ja tiedonhallintajärjestelmä tuotanto- ja palveluprosessien teknisen tiedon sekä kunnossapidon elinkaarenaikaiseen hallintaan. ja Siemensin tarjoama CO-MOS, joka on tietokantasovellus laitteiden ja laitosten suunnitteluun sekä elinkaaren hallintaan.

Tässä insinööriyössä on tarkoitus kerätä taustatietoa ProElina järjestelmän kehittämistä varten. LVI-osasto tuottaa tällä hetkellä paljon dokumentaatiota, joka ei kuitenkaan kustelee vielä ProElina-kannan kanssa.



### 3 ProElina

#### 3.1 Yleistä



ProElina		Historia	
• ELLI 1	1975	• ProElina 3.0	2001
• INLI 1	1976	• ProElina 3.1	2002
		• ProElina 3.2	2003
• ELLI 2	1985	• ProElina 3.5	2004
• INLI 2	1986	• ProElina 3.6	2005
		• ProElina 3.61	2006
• ELINA (DOS)	1992		
• Elina 2.0 (WIN)	1995		
• Pro 2.0 (WIN)	1995		

Kuva 4. ProElina ohjelmiston historia

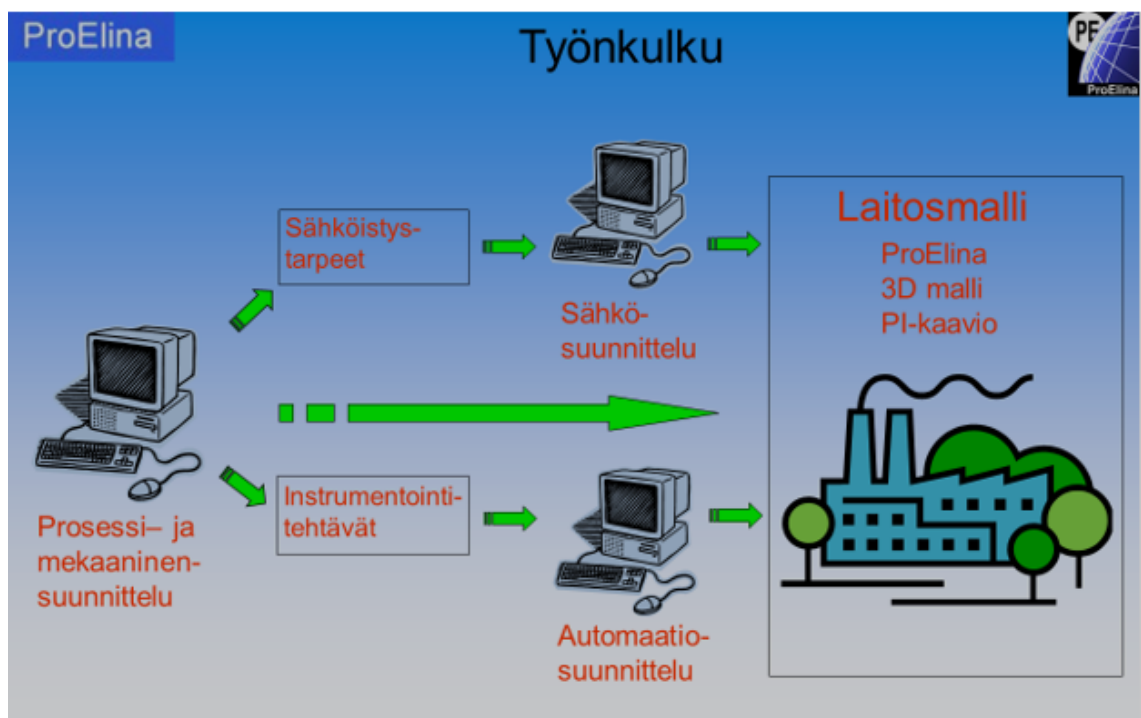
ProElina on Pöyry Finland Oy:n itse kehittämä laitostiedon hallintajärjestelmä. ProElina-nimellä ohjelma on kulkenut vuodesta 2001 (kuva 4.), jolloin ohjelmistoa aloitettiin tuoteistamaan. Järjestelmä syntyi tarpeesta hallita Pöyry-projektien teknistä tietoa prosessi-, mekaniikka-, sähkö- ja automaatio suunnittelun osalta. Tarve ja käyttötarkoitus ovat edelleen samat. (Tiihonen 2018)

ProElinan tietokantana toimii Oraclen RDBMS, ja tämänhetkinen versio on 11g. ProElinan tiedonsyöttö lomakkeet on toteutettu Oracle Formsilla, jonka tämän hetkinen versio on 11g. Raporttien ajo (listat) on tuotettu MSAccessilla tehdyllä sovelluksella (UserReports), mutta uusissa projekteissa otetaan käyttöön ReportingServicella ajettavat raportit. (Sundman 2018)

Järjestelmää käytetään koko laitoksen elinkaaren ajan. Suunnittelupuolella järjestelmää käyttävät pääasiallisesti prosessi-, sähkö- ja automaatio suunnittelijat ja toteutuspuolella asennusvalvonta sekä käynnissäpitovaiheessa kunnossapitohenkilöstö.

Järjestelmällä tuotetaan sitä käyttävien suunnittelualojen kaavioita ja luetteloita, laitekirjastoja ja hallitaan laitteistojen, putkistojen, kaapeleiden ja signaalien käsittelytietoja. Järjestelmällä on mahdollisuus tehdä useita projekteja samaan tietokantaan ja tietojen ja kaavioiden selailu ja tulostus tapahtuu helposti julkaisujärjestelmästä (WebPub) internetin/intranetin avulla. WebPubissa voi katsella putkilinjoja, venttiileitä ja laitteita, jotka on kytketty ProElinaan.

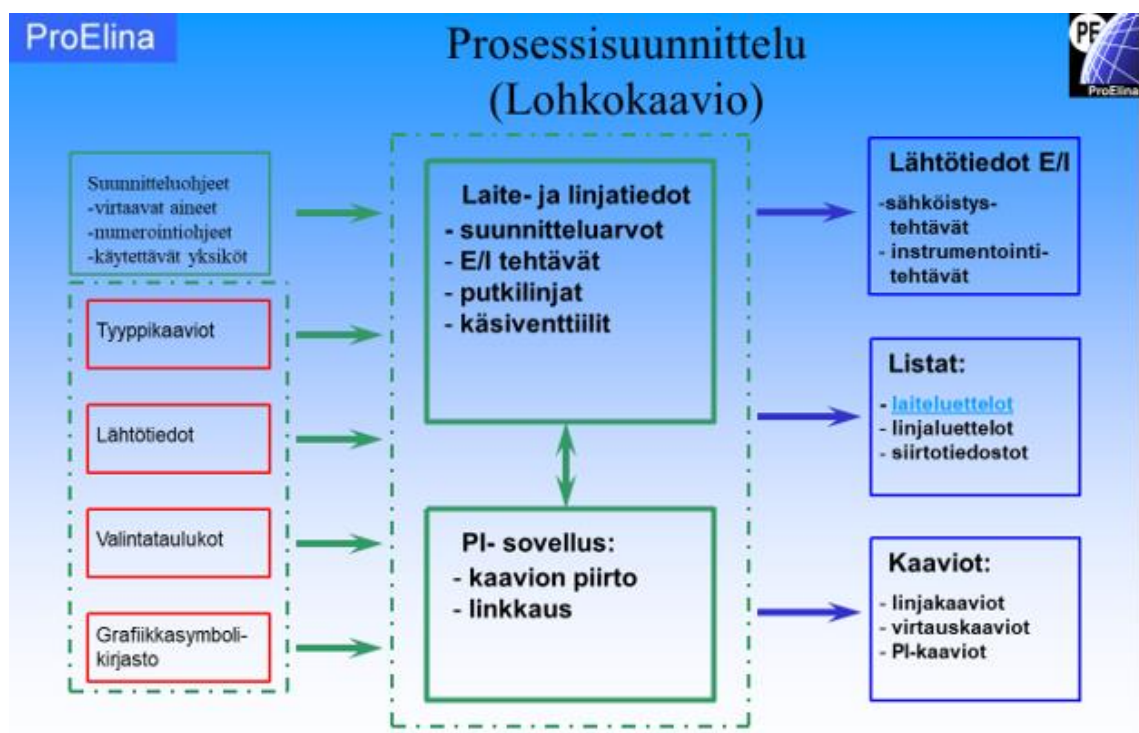
Tällä hetkellä ProElinan käyttö alkaa alkuvalikosta, josta valitaan ensin, minkä suunnittelualan alla halutaan työskennellä. Valikoita on kolme: prosessi-, automaatio- ja sähkösuunnittelu. LVI-suunnittelija Pöyryllä aloittaa työnsä Prosessisuunnittelun välilehdellä. Kuvassa 5 on esitetty laitossuunnittelun työnkulku.



Kuva 5. Työnkulku laitossuunnittelussa käytettäessä ProElina-ohjelmistoa

### 3.2 ProElinan käyttö suunnittelussa

Kuvan 6 prosessisuunnittelun lohkokaaviosta saadaan hyvä kuva PI-kaavion ja ProElinan välisestä yhteydestä. Kun suunnittelija on saanut tarvittavat lähtötiedot PI-kaavion piirtämistä varten, luodaan projekti ProElinaan. ProElinaan syötetään projektin laite-, putkilinja- ja käsiventtiilien tiedot, jotka linkitetään toimimaan PI-sovelluksen kanssa. Tästä tieto välittyy eteenpäin automaatio- ja sähkösuunnittelijoille.

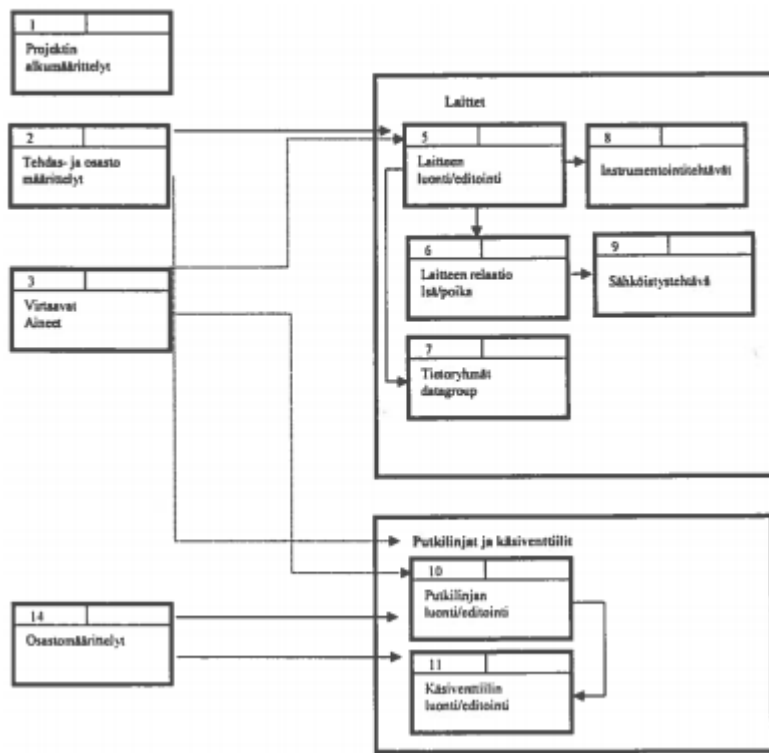


Kuva 6. Prosessisuunnittelun työn kulku

#### 3.2.1 Työnkulku ProElinan käytössä

ProElina-ohjelmisto muodostuu työnkulun mukaan jakautuvista seuraavista kuvan 7 mukaisista osista:

## Yleistä / työnkulkukaavio



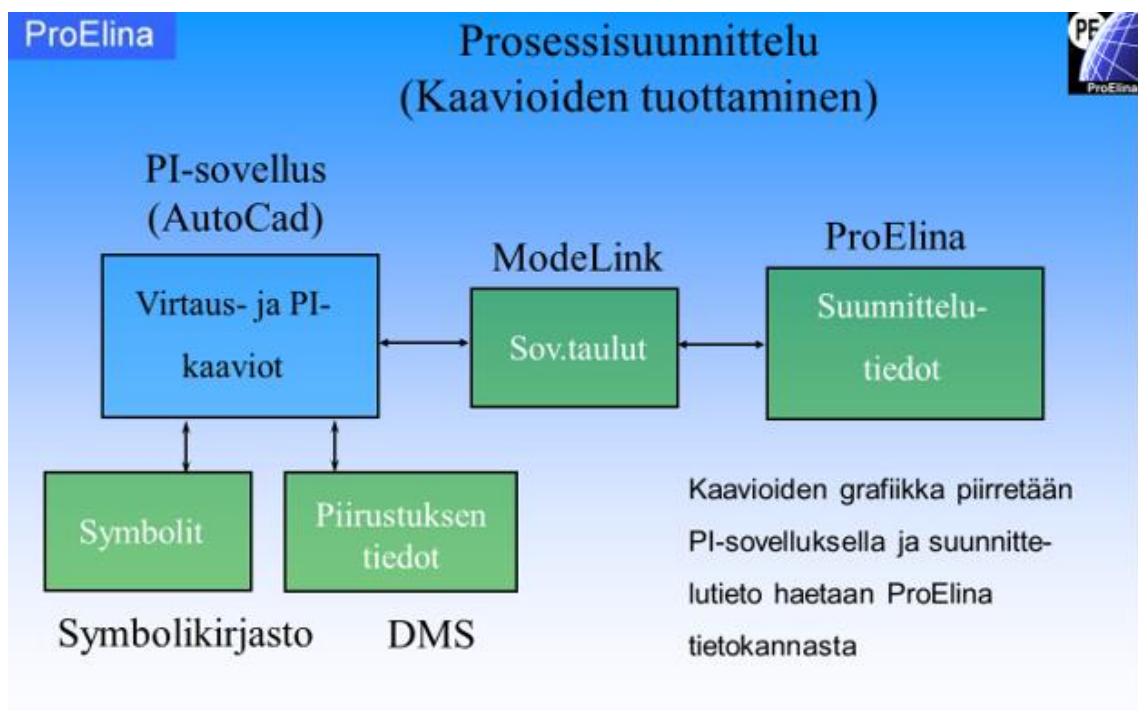
Kuva 7. ProElina, työnkulku

1. Alkumäärittelyissä määritellään mm. laitteiden ja putkilinjojen tunnuksien muodostamissäännöt, osoiterekisteri ja käyttäjäprofiilit.
2. Seuraavaksi määritellään käytettävät tehdas- ja osastomäärittelyt laitetietojen syöttöä varten.
3. Seuraavaksi määritellään projektissa käytettävät virtaavat aineet.
4. Putkilinjojen ja käsiventtiilin syöttöä varten määritellään osastot.

Tämän jälkeen järjestelmään voidaan syöttää laitteita, putkilinjoja sekä käsiventtiilejä, joiden suunnittelutiedot linkitetään suunnittelijan piirtämään PI-kaavioon.

### 3.2.2 Kaavioiden tuottaminen prosessisuunnittelussa

LVI-suunnittelija on vastuussa PI-kaavion tuottamisesta. PI-kaavion grafiikka piirretään Pöyryllä AutoCAD-sovelluksella, jonka päälle yritys on kehittänyt laajan kirjon omiin tarpeisiin räätälöityjä sovelluksia, jotka kulkevat yhteisnimellä ModeAcad. Kun suunnittelija on saanut piirrettyä PI-kaavion grafiikan PI-sovelluksella, haetaan suunnittelutieto kaavioon ProElina-kannasta (kuva 8). Käytännössä suunnittelija avaa ensin projektikansion web-pohjaiselta ProElina-lehdeltä ja valitsee työn alla olevan projektin auki. Tämän jälkeen avataan AutoCADin PI-sovellus. PI-kaavio ja tietokanta yhdistetään ns. ModeLinkin kautta.

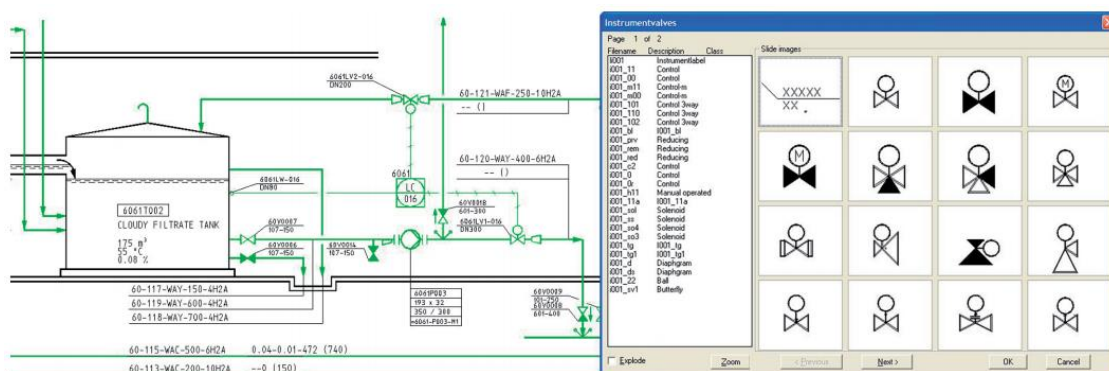


Kuva 8. Kaavioiden tuottaminen prosessisuunnittelussa (ProElina 2002)

ModeLink on Pöyryllä kehitetty ohjelmistomoduuli. Sen funktioita kutsutaan AutoCADin AutoLisp-ohjelmista, ja se käyttää ODBC-kirjastoa kytkeytyäkseen Oracle-kantaan.

### 3.2.3 PI-kaavion ja ProElinan linkittäminen

Kun LVI-suunnittelija on piirtänyt putkilinjojen grafiikan kaavioon valmiiksi ja antanut laitteelle ja venttiilille oikeat piirrosmerkit AutoCADin PI-sovelluksella, valitaan komponentille oikeanlainen ns. label, eli otsikkotaulu. Systemin jokaiselle eri komponentille löytyy omanlaisensa otsikkotaulu, joka hakee kannasta kyseisestä komponentista halutut suunnittelutiedot. Esimerkiksi putkilinjojen nimeämisessä PI-kaavioiden perusinformaatioon SFS-EN ISO 10628 -standardin mukaan kuuluu esittää putkiston nimellishalkaisija, paineluokka, materiaali ja tyyppi. Tyyppi voi olla putkilinjan numero, putkituksen luokka tai identifiointinumero. (Pere 2009: 13–15.) Venttiilille valittava varustetunnus taas koostuu kolmesta näkyvästä tietokentästä laitostunnus, varustetyyppi ja varustenumero. Varustenumero on varusteen juokseva numero. (PSK 3603 2012: 18.)



Kuva 9. Vasemmalla PI-kaavio, jossa linkitettyjä putkilinjoja, käsiventtiilejä ja laitteita. Oikealla auki valikko, jossa symbolikirjasto venttiileille ja ensimmäisenä venttiilin otsikkotaulu (Label). ([www.virtualmill.poyry.com](http://www.virtualmill.poyry.com))

Kun putkilinjan, venttiilin, tai laitteen tiedot on täytetty ProEliinaan, tieto tallennetaan komennoilla save (F10) ja komponentille ilmestyy näkyviin oma ns. Uon (Unique Object Number) numero (kuva 10).

The screenshot shows the Oracle Primavera P6 software interface. The main window title is "1610853SP.P1610853SP@FIVAT1". The menu bar includes "File", "Common", "Library", "Forms", "Tools", "Help", and "Window". The toolbar contains various icons for file operations and navigation. The main area displays the "EQUIPMENT" form for item "P310" dated "01.08.2018".

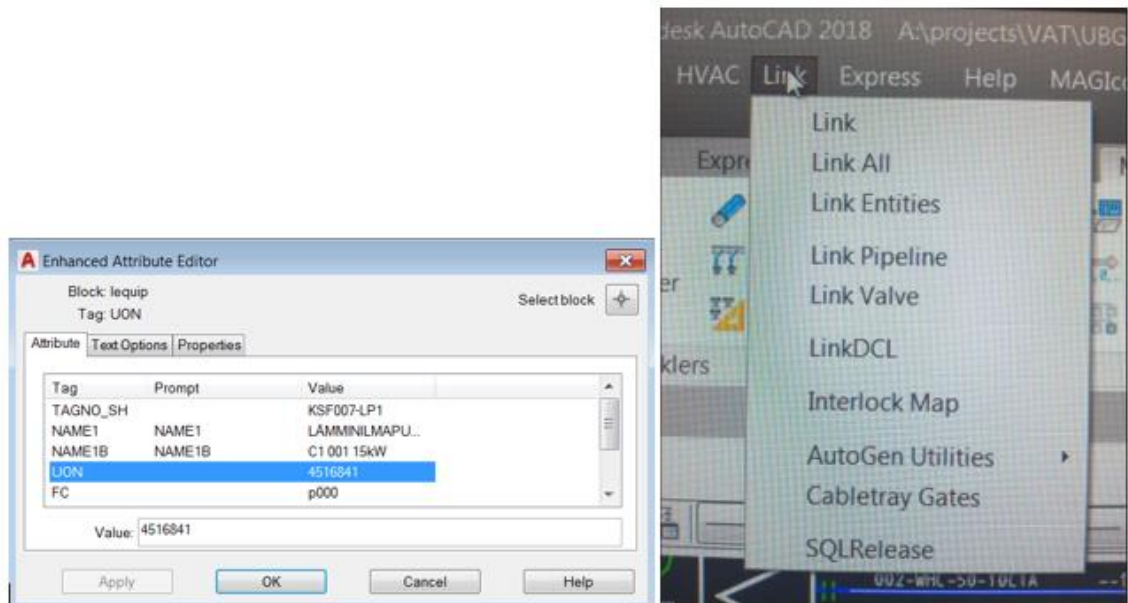
The form includes the following sections:

- Header:** "1610853SP EQUIPMENT P310 01.08.2018".
- Equipment Details:** Fields for "Dis", "Main", "Area", "Sub", "Main Area Name", "Area Name", "Sub Area Name", "Area Ref", "Equipment ID", "Project", "Designer", "Scope", "Status", and "Impl 3D".
- Equipment List:** A table with columns: ID, \*Pos No, Tank, Pump, Agit, Other, Name 1, Name 2, Supplier, C, V, Manuf, Flow, Deliv, Uon. The "Uon" column for the selected item contains the value "4516827", which is circled in blue.
- Technical Data:** A section for "Process technical data" with fields for "Material", "Unit", "Diameter", "Height", "Volume total", "Operation", "Design Min", "Design Max", "Unit", "Temp", "Capacity 1", and "Capacity 2".
- Document Connections:** A table with columns: Dnw, File, Conn, Motor(s), Inst Task, Erection Info, Safety Data, Doc Type, File Name, Account, Op, and Operation time.

The bottom status bar shows "Record: 1/?" and "<OBC>".

Kuva 10. Kuvakaappaus ProElinasta ympyröitynä Uon-numero, joka ilmestyy tallentamisen jälkeen

Kun Uon-numero on saatu ProElinasta, lisätään se AutoCadin PI-sovellukseen kyseisen komponentin otsikkotauluun omaan kohtaansa. Tämän jälkeen haetaan AutoCadin puolelta valikko Link. Valikon alta valitaan komento Link Entities, minkä jälkeen haluttu otsikkotaulu valitaan aktiiviseksi ja painetaan Enteriä. Uon numero tuo nyt ProElinasta otsikkotauluun halutut suunnittelutiedot. Komennolla Link all, ohjelma päivittää piirustuksen kaikki otsikkotaulut kerralla. (Kuva 11.)



Kuva 11. Kuvakaappaus AutoCAD 2018 ja Uon-numeron linkittäminen otsikkotauluun

### 3.2.4 Laitteiden luonti/editointi tietokantaan

Tällä hetkellä ProElinaan on määritelty laitossuunnittelun kannalta oleellimmat laitteet neljään pääluokkaan: Laitteet/Equipment, Pumput/Pump, Säiliöt/Tank ja Sekoittajat/Agitator. Jokainen pääluokka jakautuu omaksi näyttösivukseen, joka sisältää erilaisia laitteelle ominaisia attribuuttitietoja.



## 5 Laitteiden luonti/editointi (2/5)

The screenshot shows the 'EQUIPMENT' form in the ProElinan software. The interface is divided into four numbered callout areas:

- 1**: The top header area showing the form title 'EQUIPMENT' and the project number 'P310'.
- 2**: The main table listing equipment items with columns for 'Pos No', 'Tank', 'Pump', 'Agit', 'Other', 'Name 1', 'Name 2', 'Name 1 (language 2)', and 'Name 2 (language 2)'. The table contains several rows of equipment data.
- 3**: The 'Tech Data' and 'Data Group' sections, which include input fields for 'Material', 'Diameter', 'Height', 'Volume total', 'Unit', 'Operation', 'Design', and 'Unit'.
- 4**: The 'Data Group' table at the bottom, which lists data group information including 'Doc Type', 'File Name', 'Account', 'Op', and 'Operation time'.

Kuva 12. Laitteiden luonti/editointi

Kuvan 12 ProElinan Equipment syöttösivulla voi luoda ja editoida kaikkia laitteita. Tämän lisäksi on erikseen sivut pumpputietojen, säiliöiden ja sekoittajien tietojen syöttöä varten. Kuvan syöttösivu on jaettu neljään pääluokkaan:

### 1. Yläosa:

Tässä ilmoitetaan Formin nimi: Equipment, projektinnumero, Disipliini = P (process) Osastot Main, Area, Sub ja niiden nimet, Esim Laitos1, rakennus2, osasto1. Client Pos No-kentässä näytetään alussa määriteltyjen sääntöjen mukaan muodostettu positionumero.

### 2. Laitetiedot

Tässä ilmoitetaan laitteen tyyppi, nimi, toimittaja sekä laitteen oma positionumero.

### 3. Tech Data ja Data Group

Tässä näytetään positioon liittyvä suunnittelutieto. Tech Data vaihtuu laitetyypin mukaan. Data Group-kieleke näyttää Data Groupin tiedot.

#### 4. Alin kieleke

Drw File Conn näyttää ,missä kaaviossa laite näkyy. Tieto näkyy automaattisesti, kun laite on linkattu kaavioon. Motor(s)-kielekkeellä voi määritellä kohteeseen liittyvä(t) moottori(t). Inst Task-kielekkeellä määritellään instrumentointitehtävät. Erection info-kielekettä käytetään asennustietojen syöttämiseen.

##### 3.2.5 Raporttien ajo ProElinasta

Kun mallinnettavan projektin suunnittelutiedot on täytetty tietokantaan, ProElinasta voidaan ajaa ulos raportteja Excel- ja XML-muodossa. Putkilinjat kaikkine tietoineen, venttiililista ja laiteluettelo voidaan kaikki ajaa järjestelmästä ulos käyttöä varten. Raportin kenttiä voidaan myös muokata siten, että määritellään, mitä avaintietokenttiä listaukseen otetaan ja mitä jätetään pois. Esimerkiksi sähkösuunnittelijan tarvitsemaan kojeluetteloon ei tarvita kaikkia laitteen virtausteknisiä tietoja, mutta laiteluetteloon kuuluu kattavampi määrä tietoa. Tällä hetkellä LVI-suunnittelija Pöyryllä tekee kuitenkin laiteluettelon käsin excel-taulukoon, koska ProEliinaan ei ole määritelty kaikkia LVI-järjestelmän tarvitsemia attribuuttitietoja.

Esimerkiksi IV-koneet hankitaan yleensä laitekokonaisuuksina, jotka sisältävät useita komponentteja esimerkiksi suodattimia, puhaltimia, äänenvaimentimia, ilmanlämmittimiä ja jäähdyttimiä sekä LTO-järjestelmän. ProEliinaan ei kuitenkaan ole toistaiseksi ohjelmoitu laitetaulua, joihin IV-koneen osat suunnittelutietoineen voitaisiin lisätä, siten että IV-kone säilyisi yksittäisenä laitekokonaisuutena. Excel-muotoiseen laiteluetteloon IV-kone lisätään tällä hetkellä käsin, niin että ylimmällä tasolla lukee esimerkiksi tuloilmakone ja koneen eri komponentit suunnittelutietoineen listataan tämän alle.

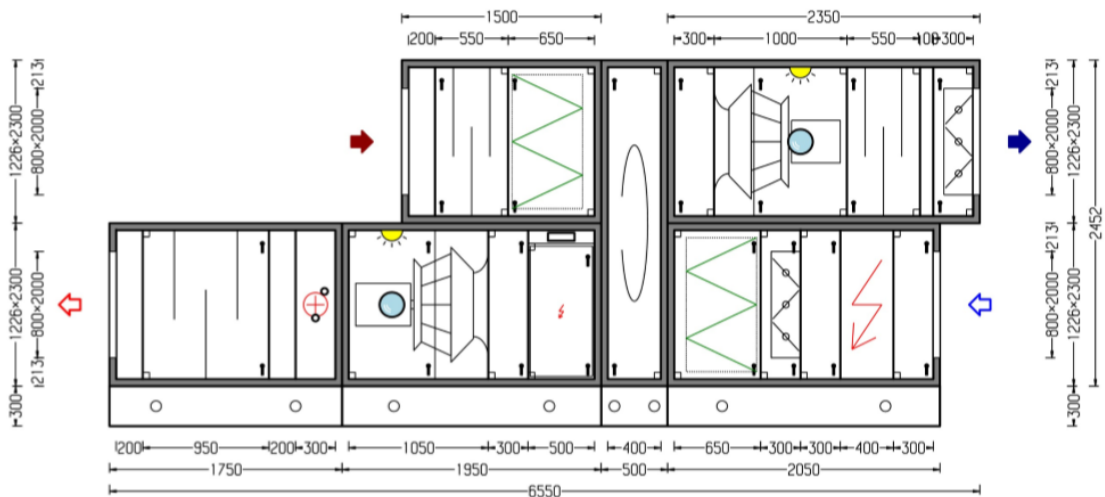
## 4 IV-koneen lisääminen ProEliinaan (kehitystyö)

Kun uutta laitekokonaisuutta ollaan lisäämässä ProElina tietokantaan, on syytä suunnitella asia tarkkaan. Jo yhdestä lisäystä komponentista tieto näkyy kaaviossa, layoutissa ja 3D-mallissa. Lopputuotteena komponentti tulee näkyviin materiaali- ja laitelistoihin. Komponentista erilaisia attribuuttitietoja sen sijaan tarvitsevat eri suunnittelualansa. Sähkö-, automaatio-, mekaniikka- ja LVI-suunnittelija kukin tarvitsevat samasta komponentista erilaisia tietoja. On tärkeää, että kun tieto lisätään tietokantaan, on siihen

voitava luottaa ja oikea tieto välittyy näin kaikille osapuolille. Kehitystyössä haettiin pohjatietoa sille, miltä ilmapuhaltimen laiteaulu tulisi näyttää ProElinassa. Työssä tarkasteltiin ohjelman toiminnan periaatteiden näkökulmasta siten, että kaikki tarvittavat attribuuttitiedot saivat oman täyttökenttensä ja tulisivat näin näkyviin myös raporteja, kuten laiteluetteloa tulostettaessa.

#### 4.1 Koteloitu IV-kone

Rakennusten ilmanvaihdossa käytetään lähes yksinomaan tehtaalla valmistettuja, ns. koteloituja koneita. Koteloidussa koneessa ilmapuhaltimen vaadittavat komponentit ovat lämpöeristetyssä ja vakiomittaisen kotelo sisällä (kuva 13). Koteloituja komponentteja liitetään moduuleina yhteen haluttujen ilmapuhaltimen toimintojen mukaan. (Sandberg 2014: 164).



Kuva 13. Koteloitu tulo-/poistoilmakone. Keskellä pyörivä lämmöntalteenotto sekä mm. puhaltimet molempiin suuntiin.

#### 4.2 Rakenne ja toiminto-osat

##### 4.2.1 Peltiosat

Ilmapelti toimii venttiilin tapaan ja sitä käytetään säätämään ilman virtausta kanavassa tai ilmapuhaltimen koneessa. Ilmapuhaltimen koneessa pellillä voidaan sulkea, säätää ja sekoittaa ilmavirtoja, sekä säätää ohitusilmavirtaa. Peltiä käyttää sähkötoiminen

peltimoottori, jolla pitää olla riittävä vääntömomentti. Ulkoilman kanssa tekemisissä olevat peltimoottorit varustetaan palautusjousella, jolloin sähkökatkon sattuessa pelti sulkeutuu eikä jäätymisvaurioita pääse syntymään. (Sandberg 2014: 166.)

#### 4.2.1.1 Sulkupelti

Sulkupellin tarkoitus on nimensä mukaisesti sulkea ilmavirta ja lämpövuodot mahdollisimman tiiviisti. Suljetun pellin ilmavuoto on olennainen ominaisuus, ja se määritellään myös standardissa SFS-EN 1751. (Sandberg 2014: 166.)

#### 4.2.1.2 Säättö- ja sekoituspelti

Jos palautus- ja kierrätysilman sekoittaminen on sallittua, käytetään kolmea ilmapeltiä, jotka säättävät sekoitussuhdetta. Pellit säädetään niin, että ulkoilman minimivaatimukset täyttyvät. (Sandberg 2014: 166.)

#### 4.2.2 Suodatinosa

Suodatinosan tehtävä on suodattaa tuloilma riittävän puhtaaksi tilakohtaisen tarpeen mukaan. Hiukkassuodattimet luokitellaan standardien SFS-EN 779 ja SFS-EN 1822 mukaan

- karkeasuodattimiin G1-G4
- perussuodattimiin M5-M6
- hienosuodattimiin F7-F9
- EPA-suodattimiin E10-E12
- HEPA-suodattimiin H13-H14
- ULPA-suodattimiin U15-U16 (Sandberg 2014: 167.)

### 4.2.3 Lämmitys- ja jäähdytyspatteriosat

Lämmönsiirtimiä käytetään ilmapuhaltimissa lämmittämään ja jäähdyttämään ilmaa. Patterin tehtävä on tuottaa mahdollisimman hyvä lämmönsiirtoteho mahdollisimman pienellä painehäviöllä. (Sandberg 2014: 170.)

#### 4.2.3.1 Lämmityspatteri

Lämmityspatterin päätehtävänä on ilman ja muiden kaasujen lämmittäminen. Lämmönsiirtoaineena käytetään lämmitysvesiverkoston vettä, johon voidaan joskus lisätä vesiglykoliliuosta. Teollisuudessa lämmönsiirtoon käytetään myös öljyä, prosessinesteitä, tai höyryä. Kun lämmityspatterin väliaineena on vesi, täytyy patteri suojata jäämisenesto- toiminnolla. Tähän käytetään lämpötila-anturia, joka estää lämpötilan laskemisen jääty- misrajan alle. (Sandberg 2014: 170.)

#### 4.2.3.2 Ilman ja veden lämpötila

Lämmitysveden lämpötilalla on suuri merkitys lämmönjaon ja -luovutuksen lämpöhäviöi- hin. Veden lämpötilan pudotus patterille tapahtuu yleensä sekoittamalla vettä patterin pumppuryhmässä. Ulkoilman lämmittimenä toimivassa lämmityspatterissa on aina pumppukierto. Näin on myös silloin, vaikka lämmöntalteenotto- laite olisi sijoitettu ennen patteria ja ilma tulisi patterille selvästi plussan puolella. (Sandberg 2014: 170.)

#### 4.2.3.3 Jäähdytyspatteri

Jäähdytyspatterin tehtävä on jäähdyttää kesäaikainen lämmin ulkoilma sopivaan lämpö- tilaan puhallettavaksi sisälle huonetilaan. Sisäänpuhallusilman tarvittava lämpötila vaih- telee paljon. Siihen vaikuttaa haluttu jäähdytysteho, ilmanjakojärjestelmän tyyppi, onko vakio vai muuttuva ilmavirta, onko huonekohtaisia jäähdytyspalkkeja jne. Haluttu lämpö- tila mitoitetaan tapauskohtaisesti, vaihteluväli on esimerkiksi +15–20°C. Jäähdytysveden lämpötila patterilla on tyypillisesti 7 °C sisään ja 12 °C ulos. Näin silloin, kun jäähdytys- vesi tuotetaan kompressorikäyttöisellä vedenjäähdyttimellä. Kun jäähdytys toteutetaan kaukojäähdytyksellä, on veden lämpötila korkeampi. (Sandberg 2014: 171.)

#### 4.2.3.4 Sähkölämmityspatteri

Sähkölämmityspatteria käytetään useimmiten silloin, kun lämmitysveden tuonti ilmankäsittelykoneelle tulisi kustannuksiltaan kannattamattomaksi. Sähköllä toimivan patterin hyvinä puolina voidaan mainita helppo säädettävyys, ei jäätymis-, tai vuotoriskiä, eikä patteri tarvitse omaa pumppuryhmää. Sähköenergian hinta verrattuna varsinkin kaukolämpöenergiaan on kuitenkin haittapuolena. Sähkön liittymisteho mitoitetaan kylmimmän ulkolämpötilan, eli suurimman tehontarpeen mukaan. Sähköpatterille on yleensä ilmoitettu minimi-ilmavirta, joka tyypillisesti vastaa miniminopeutta 1,5 m/s. Ilmavirran ollessa liian pieni, tai ilman lämpötila liian korkea patterissa oleva yllilämpösuoja laukeaa. Tehon säätö tapahtuu joko portaallisesti, tai portaattomasti näiden yhdistelmällä. (Sandberg 2014: 173–174)

#### 4.2.4 Puhallinosa

Puhallin on ilmankäsittelyjärjestelmän pääkomponentti. Puhallin liikuttaa ilmaa kanavissa ja huoneissa. Puhaltimen tärkeimmät osat ovat moottori ja siipipyörä. Siipipyörän siivet liikuttavat ilmaa pyöriessään niin, että ilman virtausnopeus ja paine kasvavat. Puhallinpyörää pyörittää yleensä sähkömoottori. Haluttu ilmavirta säädetään puhaltimen pyörimisnopeutta muuntelemalla. Tämä toteutetaan hihnäkäytön välityssuhdetta muuttamalla, tai ohjaamalla moottorin pyörimisnopeutta taajuusmuuntajalla. (Sandberg 2014: 174.)

##### 4.2.4.1 Puhallinmoottorit

Puhallinmoottoreina käytetään pääasiallisesti kolmea eri moottorityyppiä, jotka ovat

- oikosulkumoottori
- EC-moottori, ns. elektronisesti kommutoitu moottori
- PM-moottori, ns. kestopagneettimoottori.

3-vaiheinen oikosulkumoottori on ns. perinteinen IEC-moottorirunkoinen sähkömoottori, joka kytketään 3x400 V:n verkkoon, joko suoraan tai taajuusmuuttajan kautta. Moottorin pyörimisnopeuksia 50 Hz verkossa on esimerkiksi 750, 1 000, 1 500 ja 3 000 rpm. Oikosulkumoottorin hyötysuhde on suuremmilla tehoilla suhteellisen korkea.

EC-moottori on elektronisesti kommutoitu (electronically commutated) harjaton tasavirtamoottori, joka on varustettu kestopagneeteilla. Kommutoinnilla tarkoitetaan, että virran suuntaa staattorissa suhteessa roottoriin ohjataan Hall-antureilla. EC-moottoreilla on laaja pyörimisnopeusalue, missä hyötysuhde pysyy korkeana ja siksi ne sopivat suoraan käyttöisiin puhaltimiin. EC-moottori vaatii aina pyörimisnopeuden säätöyksikön, eikä sitä voi kytkeä suoraan sähköverkkoon. Säätöyksikkö on usein integroitu moottoriin.

PM-moottori (permanent magnet motor) on nimensä mukaisesti kestopagneeteilla varustettu moottori. Moottorin mekaaninen rakenne on sama, kuin 3-vaiheisissa oikosulku-moottoreissa. PM-moottori vaatii aina pyörimisnopeussäätimen, eikä sitä voida kytkeä suoraan sähköverkkoon. Säätimenä käytetään erityisesti PM-moottorikäyttöön tarkoitettu taajuusmuuttajaa. PM-moottori kytketään 3-vaiheverkkoon taajuusmuuttajan välityksellä. (Sandberg 2014: 174-175)

#### 4.2.4.2 Kammiopuhallin

Kammiopuhallin on suoraan käyttöinen eli puhallinpyörä on asennettu suoraan moottorin akselille. Siitä seuraa useita etuja, jonka vuoksi kammiopuhallin on lähes täysin syrjäyttänyt kaavullisen radiaalipuhaltimen ilmankäsittelykoneissa. Tämä puhallintyyppi vaatii käytännössä aina taajuusmuuttajasäädön. (Sandberg 2014: 176)

#### 4.2.4.3 Kaavullinen radiaalipuhallin

Kaavullinen radiaalipuhallin, eli keskipakoispuhallin oli ennen kammiopuhaltimen yleistyä käytännössä ainoa puhallintyyppi ilmankäsittelykoneissa. Kaavullisen puhaltimen spiraalikaapu toimii optimaalisena diffusorina, muuttaen ilmapuhteen nopeuden energiaa staattiseksi paineeksi. Tämän vuoksi tämä puhallintyyppi saavuttaa korkean hyötysuhteen. Moottori voidaan valita vapaasti, eikä taajuusmuuttajan käyttö ole välttämätöntä. (Sandberg 2014: 176)

#### 4.2.5 Poistoilman lämmön talteenotto

##### 4.2.5.1. Pyörivä lämmönsiirrin

Pyörivä lämmönsiirrin koostuu kiekkomaisesta roottorista ja käyttölaitteistosta. Roottori siirtää pyöriessään poistoilman lämmön tuloilmaan. Roottori ei käytä mitään väliaineita, vaan toiminta perustuu puhtaasti vastavirtaperiaatteeseen. Tämän vuoksi pyörivällä lämmönsiirtimellä on korkea hyötysuhde. Pyörivän lämmönsiirtimen painehäviö on myös kohtuullinen, eikä aiheuta puhaltimelle suurta sähkönkulutuksen kasvua. Käyttölaitteisto koostuu säädettävästä vakionopeuksellisesta moottorista, vaihteesta sekä käyttöhihnasta. Roottorin pyörimisnopeutta voi säädellä 0,5–15 kierrokseen minuutissa. (Sandberg 2014: 178–180)

#### 4.2.5.2 Ristivirta levylämmönsiirrin

Lukumäärällisesti eniten käytetty ilmanvaihdon LTO-laite on levylämmönsiirrin. Eniten sitä käytetään pientaloissa. Ilma kulkee ristikkäin levyjen välissä siten, että joka toisessa kanavassa kulkee lämmin poistoilma ja joka toisessa kulkee kylmä ulkoilma. Lämpö siirtyy levyjen läpi. Ristivirta levylämmönsiirtimen hyötysuhde on noin 60–65%. Levylämmönsiirrin on hyvin toimintavarma, eikä siinä ole liikkuvia osia. (Sandberg 2014: 180–182.)

#### 4.2.5.3 Vastavirta levylämmönsiirrin

Vastavirtalevylämmönsiirrin on kuten ristivirtalevylämmönsiirrinkin, mutta siinä ilmavirtoja on muutettu vain kulkemaan enemmän toisiaan vasten. Lämpötilahyötysuhteessa on mahdollista saavuttaa jopa 80%, mikä on huomattava parannus ristivirtasiirtimeen verrattuna. (Sandberg 2014: 183.)

#### 4.2.5.4 Nestekiertoinen lämmöntalteenotto

Nestekiertoisessa LTO-järjestelmässä lämmön siirto poistoilmasta tapahtuu aina kiertävän nesteen avulla. Sekä poisto- että tuloilmavirrassa on ilmasta veteen lämmönsiirrin rakenteeltaan samanlainen kuin lämmitys- tai jäähdytyspatteri. Vesi lämpenee kulkiesaan poistoilmapatterin kautta, ja se johdetaan sitten tuloilmapatteriin, jossa vesi lämmittelee tuloilman. Lämmönsiirtoaineena ei käytetä vettä, vaan veden ja jäätyminenestoaineen seosta, jota kierrätetään pumpulla. Lämmön talteenottotehon säätö tapahtuu nestevirtaa säätämällä. (Sandberg 2014: 184–186)



#### 4.2.5.5 Integroitu lämmön talteenotto

Nestekiertoisen lämmöntalteenoton eräs erityismuoto on lämmönsiirtojärjestelmä, joka tunnetaan lähinnä alkuperäisen järjestelmän tuotenimestä Econet. Se perustuu nestekiertoisen lämmöntalteenoton patteripariin, mutta sitä on täydennetty sekä lämmitys- että jäähdytysenergian tuonnilla samaan nestekiertoon, ns. lisäenergiana. Lisälämpö tuodaan nestekiertoon yhdellä ja jäähdytys toisella lämmönsiirtimellä. Järjestelmään kuuluu erikoispumppuryhmä taajuusmuuttajaohjatulla pumpulla. (Sandberg 2014: 187.)

#### 4.2.6 Äänenvaimentimet

Äänenvaimentimen tehtävä on alentaa äänitasoa häiritsevän äänilähteen ja huonetilan välillä. Riippumatta siitä onko äänenvaimennin ilmankäsittelykoneessa vai kanavassa on perustoiminto sama. Äänenvaimentimelle tärkeitä ominaisuuksia ovat

- hyvä vaimennuskyky laajalla taajuusalueella
- paloturvallisuus
- hygieenisuus, puhdistettavuus
- lamellin ulosvetomahdollisuus
- matala painehäviö
- pieni oman äänen kehitys (Sandberg 2014: 188-189)

## 5 Ohjelmiston modifiointi

Varsinainen ohjelmiston uudelleen ohjelmointi ei kuulu LVI-insinöörin tehtäviin, vaan siitä vastaa yrityksen IT-osasto. Työn aikana tehtiin yhteistyötä IT-osaston suunnitteluväen kanssa ja todettiin, että LVI-osaston tarpeisiin pystytään vastaamaan, kunhan tiedetään, mitä tietoja ohjelmistoon halutaan lisätä. Työn tuloksena syntyi liitteessä 1 oleva hahmotelma tuloilmakoneen vaatimista tietokentistä. Liitteenä 1 oleva tietotaulupohja on samalla

konkreettinen esimerkki, jossa nähdään, miten itse ohjelmiston modifiointi onnistuu tietotekniikan näkökulmasta. Ohjelmoinnin edetessä joihinkin tietokenttiin saatetaan lisätä toiminnallisuuksia, kuten valmiita kaavoja. Komponenttien tietokenttiä on työssä pyritty lisäämään siten, että ohjelmistosta saataisiin ulos oikeat tiedot sisältävä laiteluettelo.

## 6 Yhteenveto

Insinööriyössä selvitettiin yleistä teoriaa yrityksessä jo käytössä olevan laitostiedon hallintajärjestelmän kehitystyötä varten. Teoriaosuudessa kartoitettiin pohjatietoa työn tavoitteen saavuttamiseksi. Työn ensisijaisena tavoitteena oli käynnistää yrityksen LVI- ja IT-osastojen välinen kehitysyhteistyö, jonka tarkoituksena ProElina järjestelmän toiminnallisuuksia kehitetään siten, että se tukee paremmin LVI- ja sitä kautta koko prosessisuunnittelun nykyistä tilannetta. Työn konkreettisena tavoitteena luotiin ns. pohjatietomalli yhdestä tuloilmakoneesta, jota voidaan käyttää ProElinaan luotavan tietotaulun mallina.

Työlle oli selkeä tilaus, sillä mikäli kehitysyhteistyö kantaa hedelmää, LVI-osaston dokumenttien tuotanto sekä nopeutuu, että tiedosta tulee luotettavampaa. Kun tieto on vain yhdessä paikassa kertaalleen syötettynä, virhesyöttöjen mahdollisuuskin pienenee. Myös muut suunnittelualat hyötyvät tästä kehityksestä, sillä ne saavat tarvitsemansa suunnittelutiedon ripeämmin, eikä aikataulullisia pullonkauloja synny niin paljon.

Työtä varten perustettiin oikeaan, työn alla olevaan projektiin perustuva harjoitusprojekti, jota kautta ohjelmiston käyttöön päästiin hyvin sisälle. Ohjelman toiminnallisuudet tarkentuivat selkeästi, kun sitä käytettiin käynnissä olevan työprojektin rinnalla. Projektissa mukana olleiden LVI-suunnittelijoiden kanssa arvioitiin ohjelmaan haluttuja uusia toiminnallisuuksia. Tämä avasi työn teoriaa hyvin ja loi pohjatietoa konkreettisen tavoitteen saavuttamiseksi.

Työn konkreettisena tuloksena koottiin malliesimerkki yhden tuloilmakoneen ohjelmistoon lisättävästä tietolomakkeesta. IT-osasto modifioi ohjelmiston tämän mallin pohjalta, jonka jälkeen työ jatkuu ja laajentuu vastaamaan koko LVI-osaston tarpeita kokonaisuudessaan. Kun kehitystyö on nyt alkanut ja siihen on varattu resursseja, kannattaa miettiä

huolella, minkälaisia muita toiminnallisuuksia ohjelmistoon halutaan. Ohjelmiston optimaalisella ohjelmoinnilla on mahdollista nopeuttaa suunnittelutyötä, sekä parantaa tuotettujen dokumenttien laatua ja luotettavuutta.

## Lähteet

Kesti, Marko. 1992. Teollisuusputkistot. Helsinki: VAPK-kustannus.

Kivistö, Mikko. 2016. PI-kaavio-ohjelmisto teollisuuden LVI-suunnittelun dokumentaation tuotannossa. Insinööriyö Metropolia.

Pere, Aimo. 2009. Koneenpiirustus 1 & 2. Espoo: Kirpe Oy.

PSK 3603. Prosessikaaviot ja piirrosmerkit. 2012. PI-kaavion esitystapa ja merkitsemisohje. PSK standardisointi.

Pöyryn historia. 2018 Verkkoaineisto. <http://www.poyry.fi/tietoa-meista/poyry-suomessa/poyryn-historia>. Luettu 2.7.2018

Sandberg, Esa. 2014. Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät, Ilmastointitekniikka osa 1. Talotekniikka-Julkaisut Oy

Sundman, Frank, Expert. Pöyry Finland Oy. 2018. Sähköpostikeskustelu 3.8.2018

Tiihonen, Jorma, Application Manager. Pöyry Finland Oy. 2018. Sähköpostikeskustelu 18.6.2018

Tietokanta. 2018. Verkkoaineisto. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Tietokanta>, Luettu 7.8.2018

## Tuloilmakoneen suunnittelutietolomake

### SUPPLY AIR UNIT

Location:

Type:

<b>Outdoor soundproof hood</b>	Type
<b>Pre-heating coil:</b>	
- output	kW
- air flow	m <sup>3</sup> /s
- temperature of entering air	°C
- temperature of leaving air	°C
- heating water, supply	°C
- heating water, return	°C
- water flow	dm <sup>3</sup> /s
- propylene glycol	%
<b>Outdoor air damper</b>	Type
<b>Sound attenuator</b>	Type
<b>Fine filter</b>	Type
<b>Heating coil:</b>	
- output	kW
- air flow	m <sup>3</sup> /s
- temperature of entering air	°C
- temperature of leaving air	°C
- heating water, supply	°C
- heating water, return	°C
- water flow	dm <sup>3</sup> /s
- propylene glycol	%
<b>Heating pump:</b>	
- water flow	dm <sup>3</sup> /s
- estimated total pressure drop	Pa
Pump motor	
-- speed of rotation	1/min
-- estimated power demand	kW
-- voltage	V - Hz
<b>Control valve for heating coil:</b>	
- water flow	dm <sup>3</sup> /s
- pressure drop	kPa
<b>Centrifugal fan</b>	
- air flow	m <sup>3</sup> /s
- pressure drop of ducts	Pa
- estimated total pressure drop	Pa

Fan motor	
-- speed of rotation	1/min
-- estimated power demand	kW
-- voltage	V
<b>Frequency converter</b>	
<b>Chemical Filter, deep bed</b>	m <sup>3</sup> /s
<b>Fine filter</b>	Type
<b>Cooling coil:</b>	
- output	kW
- air flow	m <sup>3</sup> /s
- temperature of entering air	°C
- enthalpy of entering air	kJ/kg
- temperature of leaving air	°C
- enthalpy of leaving air	kJ/kg
- entering chilled water	°C
- leaving chilled water	°C
- water flow	dm <sup>3</sup> /s
- propylene glycol	%
<b>Control valve for cooling coil:</b>	
- water flow	dm <sup>3</sup> /s
- pressure drop	kPa