

**VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA
MARIBOR**

**PROJEKT IZDELAVE CENTRALNE
KLIMATSKE NAPRAVE ZA ZAHTEVNE
GRADBENE OBJEKTE**

Kandidat: Marko Plavšić

Vrsta študija: študent izrednega študija

Študijski program: Strojništvo

Mentor predavatelj: dr. Darko Friščić

Mentor v podjetju: Branko Gabrič, univ. dipl. inž. str.

Lektor: Katja Hegediš, prof. slovenščine

Maribor, 2017

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Marko Plavšić sem avtor diplomskega dela z naslovom Projekt izdelave centralne klimatske naprave za zahtevne gradbene objekte, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Darka Friščića na šoli in Branka Gabriča, univ. dipl. inž. str., v podjetju, kjer sem zaposlen.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oziroma citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oziroma misli kot mojih lastnih – kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Ur. l. RS, št. 16/2007 – uradno prečiščeno besedilo, 68/2008, 110/2013 in 56/2015; v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Zaščitna klavzula: V diplomskem delu navedena in prikazana dokumentacija je last podjetja Systemair d.o.o. Kopiranje, tudi samo posameznih delov, bodisi v papirni ali v digitalni obliki, je dovoljeno le s pisnim soglasjem lastnika.

Maribor, oktober 2017

Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju dr. Darku Friščiću za pomoč pri načrtovanju in ustvarjanju diplomskega dela.

Iskreno se zahvaljujem mentorju v podjetju, Branku Gabriču, univ. dipl. inž. str., za njegovo strokovno podporo ter pomoč pri zbiranju potrebne dokumentacije in usmerjanje pri nastajanju diplomskega dela.

Posebna zahvala gre direktorju podjetja Systemair, d.o.o., Francu Kirbišu, za ponujeno priložnost in sofinanciranje študija ter da mi je omogočil, da sem diplomsko delo lahko napisal izhajajoč iz dela, ki ga opravljam v podjetju.

Hvala tudi ostalim sodelavcem v podjetju, ki so mi s svojimi izkušnjami in bogatim znanjem svetovali in pomagali pri izbiri internega gradiva.

Partnerici Evi se zahvaljujem za potrpežljivost, strpnost in pomoč ob študiju ter pri pisanju diplomskega dela. Hčerki Leni pa se zahvaljujem za dodatno motivacijo za dokončanje študija. Ne nazadnje se zahvaljujem še preostalim družinskim članom, ki so mi ves čas študija stali ob strani.

*"Največja nagrada za človekov trud ni tisto,
kar bo zanj dobil,
temveč tisto, kar bo postal."
John Ruskin*

POVZETEK

V podjetju Systemair d.o.o. opravljam delo delovodje na oddelku sestave klimatskih naprav, zato je tudi vsebina diplomskega dela vezana na to tematiko.

V diplomskem delu je na kratko predstavljeno podjetje Systemair d.o.o., ki se ukvarja z razvojem in proizvodnjo prezračevalnih sistemov. Na trgu ponuja široko paleto izdelkov, kot npr. ventilatorje in dodatno opremo, prezračevalne naprave ipd. ter za to diplomsko delo najpomembnejše, klimatske naprave.

Diplomsko delo se nanaša na izdelavo centralne klimatske naprave za zahtevne gradbene objekte, kot so npr. industrijske, gostinske ali trgovske stavbe ipd., in faze nastajanja le-te. Klimatska naprava KA je modulna naprava in je lahko, glede na želje in zahteve kupca ter glede na namen uporabe in mesto vgradnje, izdelana za veliko število kombinacij različnih dimenzij čelnega preseka, sestavov funkcijskih enot, kombinacij materialov, oblik in načinov regulacije. Proizvedena je lahko v izvedbi standard ali higienik.

V diplomskem delu so obravnavani priprava izbire klimatske naprave, konstrukcija, izdelava tehnološke dokumentacije, izdelava polizdelkov in vgradnih elementov ter sestava klimatske naprave.

Ker morajo biti vse klimatske naprave izdelane v skladu z veljavnimi predpisi in standardi za klimatske naprave, je del diplomskega dela namenjen tudi temu področju. Izpostavljeni so najpomembnejši in najbolj pogosto uporabljeni predpisi in standardi, ki jih je treba upoštevati pri pripravi tehnološke dokumentacije in konstrukciji klimatske naprave.

Posebni poglavji v diplomskem delu sta namenjeni še terminskemu planu in možnim tveganjem v projektu.

Vsako podjetje ima svoje prednosti, priložnosti, slabosti in tudi tveganja. Ta je treba poznati zlasti s stališča razvoja in strategije podjetja. Predvsem nove produkte je mogoče oblikovati skozi poznavanje trga in konkurence na njem. Vodstvo podjetja tovrstne analize spomnijo tudi na največji kapital podjetja, to so njegovi zaposleni, ki so hkrati tudi pomemben vir informacij o zadovoljstvu kupcev in kvaliteti produkta. V ta namen je v šestem poglavju diplomskega dela narejena tudi SWOT analiza podjetja Systemair d.o.o.

Glavne ugotovitve in zaključki le-te so povzeti v sklepnem delu diplomskega dela.

Ključne besede: klimatska naprava, funkcijski elementi, zakonodaja, konstrukcija, polizdelki, sestava.

ABSTRACT

THE PROJECT OF CONSTRUCTION OF A CENTRAL AIR HANDLING UNIT FOR DEMANDING FACILITIES

The diploma thesis deals with the construction and structure of air handling units for I am a supervisor in the construction section in the company Systemair d.o.o.

First of all, there is a brief presentation of the company Systemair d.o.o., which deals with the development and production of air handling units. The company presents itself on the market with a wide range of products, such as fans and accessories, ventilation units etc., and the most significant for my thesis, the air handling units.

The thesis presents the construction and structure of a central air handling unit for demanding facilities, for example industrial, catering or commercial facilities and similar, as well as different phases of its construction. The Systemair unit KA is a modular air handling unit and can be made, in accordance with client's wishes and requirements and based on the purpose of use and the point of installation, for a large number of combinations of different cross section dimensions, structures of functional units, combinations of materials, forms and ways of regulation. It can be produced in a standard or hygienic version.

The thesis deals with the process of preparation of choosing an air handling unit, the construction, the preparation of technological documentation, the production of intermediate products and the built-in elements as well as the construction of the air handling unit.

A part of the thesis covers also the valid regulations and standards since all the air handling units have to be made in accordance with them. The most frequently used regulations and standards which have to be taken into consideration in the preparation of the technological documentation and the construction of the air handling unit are pointed out.

Two special chapters of the diploma thesis are dedicated to the term plan and the possible risks of the project.

Each company has its advantages and strenghts, opportunities, weaknesses and also risks or threats which should be taken into consideration especially from the point of view of the development and strategy of the company. Particularly new products should be designed based on the analysis of the market and the competition. Such analyses make the company's management aware of their greatest capital, which lies in their employees, who at the same time

present an important source of information about satisfaction of the clients as well as the quality of the product. For this purpose a SWOT analysis of the company Systemair d.o.o. is made in the chapter six. Its main findings and conclusions are summed up in the closing part of the diploma thesis.

Key words: air handling units, functional elements, legislation, construction, intermediate products, structure.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	10
1.1 OPREDELITEV OBRAVNAVANE ZADEVE	12
1.2 NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE	12
1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE	12
1.4 UPORABLJENE METODE RAZISKOVANJA	13
2 PREDSTAVITEV PODJETJA SYSTEMAIR D.O.O.	14
2.1 PROIZVODNI PROGRAM PODJETJA SYSTEMAIR D.O.O.....	15
2.1.1 Klimatske naprave	16
2.1.2 Tipi klimatskih naprav	17
3 KLIMATSKA NAPRAVA KA	19
3.1 OHIŠJE KLIMATSKE NAPRAVE	21
3.2 NOSILNI OKVIR KLIMATSKE NAPRAVE	22
3.3 FUNKCIJSKE ENOTE	22
3.3.1 Grelna enota.....	24
3.3.2 Hladilna enota.....	24
3.3.3 Vlažilna enota	25
3.3.4 Rekuperativna enota	25
3.3.5 Filtrska enota	28
3.3.6 Zvočno dušilna enota.....	31
3.3.7 Ventilatorska enota	32
3. 4 EKSPLOZIJSKO VARNA IZVEDBA KLIMATSKE NAPRAVE.....	34
4 FAZE PROJEKTA	37
4.1 FAZA PRIPRAVE IZBIRE KLIMATSKE NAPRAVE	37
4.2 ZAKONODAJA IN STANDARDI ZA KLIMATSKE NAPRAVE	42
4.3 FAZA KONSTRUKCIJE KLIMATSKE NAPRAVE	45
4.3.1 Primarni razvoj	45
4.3.2 Projektno konstruiranje.....	48
4.4 FAZA IZDELAVE TEHNOLOŠKE DOKUMENTACIJE	49
4.5 FAZA IZDELAVE POLIZDELKOV	52
4.6 FAZA SESTAVE KLIMATSKE NAPRAVE	57

5 TERMINSKI PLAN PROJEKTA.....	64
6 MOŽNA TVEGANJA PROJEKTA	66
7 SKLEP.....	70
8 VIRI, LITERATURA	73

KAZALO SLIK

SLIKA 1: PODJETJE SYSTEMAIR D.O.O. V MARIBORU	14
SLIKA 2: LOGOTIP PODJETJA SYSTEMAIR D.O.O.....	15
SLIKA 3: SPECIFIKACIJSKA NALEPKA OZ. TABLICA	17
SLIKA 4: PRIMER KLIMATSKE NAPRAVE IZVEDBE HSO	18
SLIKA 5: PRIMER KLIMATSKE NAPRAVE IZVEDBE HHI.....	18
SLIKA 6: DIMENZIJE IN PRETOKI KLIMATSKIH NAPRAV	19
SLIKA 7: OZNAKE FUNKCIJSKIH ENOT	23
SLIKA 8: GLIKOLNI REKUPERATOR.....	26
SLIKA 9: ENOTA S PLOŠČNIM REKUPERATORJEM ZUNANJE IZVEDBE	27
SLIKA 10: ENOTA Z ROTACIJSKIM REGENERATORJEM.....	28
SLIKA 11: ŠTEVILO FILTRSKIH CELIC ZA ČELNI PRESEK POSAMEZNE VELIKOSTI KLIMATSKE NAPRAVE	29
SLIKA 12: FILTRSKA ENOTA S KOVINSKIM FILTROM.....	30
SLIKA 13: ABSOLUTNI FILTER.....	31
SLIKA 14: ZVOČNO DUŠILNA ENOTA	32
SLIKA 15: VENTILATOR Z JERMENSKIM POGONOM.....	33
SLIKA 16: PROSTO TEKOČI VENTILATOR.....	34
SLIKA 17: PREDLOG IZBIRE KLIMATSKE NAPRAVE ZA ODVAJANJE ZRAKA	40
SLIKA 18: PREDLOG IZBIRE KLIMATSKE NAPRAVE ZA DOVAJANJE ZRAKA	41
SLIKA 19: SESTAVNA RISBA KLIMATSKE NAPRAVE	46
SLIKA 20: RISBA POSAMEZNEGA DELA KLIMATSKE NAPRAVE	47
SLIKA 21: ANALIZA TVEGANJA	48
SLIKA 22: PRIMER DELOVNEGA NALOGA.....	51
SLIKA 23: PRIMER DOKUMENTACIJE ZA RAZREZ PROFILOV ZA OGRODJE.....	53
SLIKA 24: PRIMER RISBE ZA SESTAVO PODSTAVKA	54
SLIKA 25: RISBA ZA UPOGIBANJE PLOČEVIN PANELA.....	55
SLIKA 26: PRIMER RISBE ZA UPOGIBANJE VGRADNE KOMPONENTE.....	56

SLIKA 27: PRIMER TABELE ZA RAZREZ PROFILOV ZA ŽALUZIJO	57
SLIKA 28: PRIMER SESTAVE PANELOV	58
SLIKA 29: PRIMER SESTAVE OGRODJA	58
SLIKA 30: OGRODJE S FIKSNIMI PANELI IN PODSTAVKOM.....	59
SLIKA 31: VGRADNI IN FUNKCIJSKI ELEMENTI (PLOŠČNI REKUPERATOR) V ENOTI	60
SLIKA 32: PRIMER PRIČVRŠČEVANJA POKROVOV Z BLOKATORJI	61
SLIKA 33: PRIMER OZNAČEVANJA KLIMATSKE NAPRAVE	62
SLIKA 34: TRANSPORT POSAMEZNIH MODULOV KLIMATSKE NAPRAVE.....	62
SLIKA 35: ANALIZA TVEGANJA	67
SLIKA 36: SHEMA ANALIZE TVEGANJA.....	68
SLIKA 37: ANALIZA TVEGANJA	69

KAZALO TABEL

TABELA 1: ZVOČNA IZOLACIJA OHIŠJA	21
TABELA 2: TERMINSKI PLAN CELOTNEGA PROJEKTA.....	64
TABELA 3: PREDVIDENI PORABLJEN ČAS TEHNOLOŠKIH OPERACIJ	65
TABELA 4: PREDVIDENA DNEVNA PORABA UR PO TEHNOLOŠKI OPERACIJI.....	65
TABELA 5: SWOT MATRIKA	67

1 UVOD

Ozračje se čedalje bolj segreva, poletja postajajo vsako leto toplejša. V naravi za hlajenje poskrbi veter, v prostorih pa ga ljudje proizvajamo umetno. Živali se hladijo v vodi in senci, ljudje pa se za hlajenje, poleg omenjenih načinov, poslužujemo še drugih razpoložljivih sistemov.

Najbolj razširjeni in uporabljeni pripomočki za hlajenje so zagotovo ventilatorji in klimatske naprave. Slednje se uporabljajo tudi za hlajenje in prezračevanje večjih stavb, kot na primer bolnišnic, garaž, trgovskih in industrijskih objektov.

V pričujočem diplomskem delu bo predstavljena klimatska naprava podjetja Systemair d.o.o., namenjena uporabi prezračevanja, gretja in hlajenja zahtevnih gradbenih objektov.

Ker bo v diplomskem delu govora o klimatski napravi, je smotrno nekaj besed nameniti tudi razvoju klimatskih naprav skozi zgodovino.

Kraut v svojem priročniku (Kraut, 2001) govori o tem, da je namen klimatizacije vzdrževati temperaturo in vlago zraka v zaprtem prostoru v mejah zaželenih vrednosti.

Previsoke temperature v prostorih zmanjšajo udobje in storilnost in so lahko nevarne za človekovo zdravje. V ta namen obstajajo predpisi o delovnih pogojih, ki omejujejo najvišjo temperaturo v delovnih prostorih na 28°C. Če temperatura zraka preseže omenjeno vrednost, se delovni proces lahko začasno prekine ali pa mora delodajalec zagotoviti ustrezne hladilne naprave.

Z obešanjem mokrih zavesic iz trstičja so temperaturo v prostorih regulirali na primer že stari Egipčani. Na ta način je izhlapevana voda ohladila zrak, ki je pihal skozi okno. Sašo Avsec (Avsec, 2013) navaja, da so tovrstni načini hlajenja še danes razširjeni v deželah s suhim in vročim podnebjem, kot na primer v Avstraliji ali v puščavskih deželah ob Sredozemlju. Drugačnega načina hlajenja so se posluževali v starem Rimu. Tam so se hladili z vodo iz akvaduktov, ki so jo speljali v notranjost hiš. Na podoben način so se hladili tudi v kitajskih palačah.

Avsec v nadaljevanju navaja, da so se prve hladilne zmesi pojavile v 17. stoletju. Cornelis Drebbel je na dvoru angleškega kralja Jamesa I. v vodo dodajal različne soli in z njimi hladil zrak. Benjamin Franklin je leta 1758 poskušal hladiti predmete na osnovi izhlapevanja alkohola in etra. Na ta način je temperaturo vode znižal pod ledišče, do -14°C.

Sledili so še drugi poskusi znanstvenikov, kot na primer Angleža Michaela Faradaya, ki je leta 1820 ugotovil, da je možno zrak ohladiti s stiskanjem amonijaka, kar privede do utekočinjenja le-tega. Toplota se porablja pri izparevanju, torej pri ekspanziji.

Nekaj let kasneje, natančneje leta 1842, je ameriški znanstvenik John Gorrie s pomočjo kompresorja in ekspanderja pridobival led. Ta dva dela sta še danes sestavna dela večine klimatskih naprav. Omenjene naprave so se prvotno uporabljale v industrijske namene.

Prvo sodobno klimatsko napravo je leta 1902 izumil Willis Carrier v ZDA. V prvi polovici 20. stoletja so se hladilni sistemi začeli razširjati tudi v domovih. Leta 1945 je Robert Sherman izdelal kompresorsko klimatsko napravo, ki jo je bilo mogoče namestiti v okno.

Te prve klimatske naprave so vsebovale strupene in vnetljive pline, kot na primer amonijak ali propan. V primeru uhajanja teh plinov iz cevi, so bili le-ti za uporabnike usodni. Thomas Midgley je leta 1928 pri podjetju DuPont sintetiziral prvi nestrupen in nevnetljiv plin, imenovan freon. To ime se je za številne pline ohranilo do danes.

Uporabniki si želijo tihih klimatskih naprav, zato »njene kompresorje in ventilatorje poganjajo asinhronski elektromotorji, ki nimajo krtačk in so skoraj popolnoma neslišni.« (Avsec, 2013).

V nadaljevanju navaja, da le-ti »ob zagonu ustvarjajo tokovne sunke in tresljaje, poleg tega pa jim je težko regulirati hitrost vrtenja.« (*prav tam*)

Poznamo dva tipa klimatskih naprav: enodelne in dvodelne. Prve vsebujejo sestavne dele v eni zaprti enoti in iz njih je potrebno zgolj speljati cev na prosto, medtem ko imajo dvodelne na zunanji steni toplotni izmenjevalnik, na notranji strani pa drugega, ki hladi ali segreva notranji zrak.

Klimatska naprava v prostoru osuši zrak, zato številne naprave vsebujejo sistem za vzdrževanje vlažnosti. Stuart Cramer je leta 1906 izumil prvega in hkrati začel uporabljati izraz »air conditioning«, ki pomeni »vzpostavljanje primerne stanja zraka«. Ker je hlajenje proces, pri katerem se ustvarja toplota, ne smemo pozabiti, da nam klimatska naprava sicer hladi notranje prostore, a ob tem dvakrat toliko segreva okolico. Ker se na delih klimatske naprave lahko razširijo in razvijejo bakterije, kot na primer legionela, je potrebno le-te tudi čistiti in dezinficirati.

1.1 Opredelitev obravnavane zadeve

Zaposlen sem v podjetju Systemair, d.o.o., na oddelku izdelave klimatskih naprav. V diplomskem delu bodo opisani priprava, konstrukcija, izdelava tehnične dokumentacije ter izdelava in sestava klimatske naprave. Te teme sem se lotil, ker je o tem zelo malo napisanega.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Namen diplomskega dela bo predstaviti kratek opis konstrukcije, izdelave ter sestave klimatske naprave za zahtevne gradbene objekte. Opisani bodo postopki izbire ustreznega tipa klimatske naprave glede na potrebo, namen in velikost objekta.

Cilji diplomskega dela so:

- določiti tip klimatske naprave glede na namen in velikost objekta,
- določiti materiale za izdelavo klimatske naprave z ozirom na postavitve klimatske naprave,
- predstaviti kratek opis konstrukcije,
- proučitev tehničnih predpisov na področju klimatskih naprav,
- delovanje izdelane klimatske naprave,
- predstavitev podjetja in izdelkov.

Osnovna trditev: Z ustrezno klimatsko napravo po določenih tehničnih predpisih se zagotovi zdravju neškodljiva in prijetna atmosfera v notranjem prostoru gradbenega objekta.

1.3 Predpostavke in omejitve

Za pisanje diplomskega dela bom (sem) imel na razpolago dovolj gradiva podjetja Systemair d.o.o., dovolj lastnega praktičnega in strokovnega znanja ter strokovne pomoči nadrejenih in sodelavcev, ter mentorja iz podjetja in ne nazadnje tudi mentorja predavatelja.

Ker so klimatske naprave, zlasti za zahtevne gradbene objekte, zelo specifična tema, vidim omejitve pri iskanju strokovne literature, saj je pri iskanju le-te treba upoštevati standarde, direktive in smernice EU.

Prav tako je mogoče, da vseh podatkov glede načrtovanja in konstrukcije klimatske naprave zaradi varovanja podatkov podjetja Systemair d.o.o. v diplomskem delu ne bom mogel uporabiti.

1.4 Uporabljene metode raziskovanja

- metoda deskripcije (opis posameznih pojmov),
- metoda klasifikacije (opredelitev naprav glede na potrebo kupca),
- metoda kompilacije (uporaba izpiskov, citatov ter navedb drugih avtorjev),
- induktivno-deduktivna metoda (sklepanje na splošno iz posameznih primerov in obratno),
- analitična metoda,
- študija primera (klimatska naprava KA).

2 PREDSTAVITEV PODJETJA SYSTEMAIR D.O.O.

Podjetje Systemair d.o.o. se ponaša z več kot 30-letno tradicijo razvoja in proizvodnje prezračevalnih sistemov, sprva v okviru IMP Montaže Maribor in kasneje Marvent d.o.o. Na tem področju podjetje deluje že več kot 20 let, leta 2016 pa je repertoar proizvodov razširilo še na proizvodnjo klimatskih sistemov.

Podjetje ponuja široko paleto izdelkov, ki so certificirani v skladu z veljavno evropsko zakonodajo, pohvalijo se lahko tudi z modernim dizajnom.

Izdelke podjetja Systemair je mogoče najti tako na evropskem, kakor tudi na svetovnem trgu, saj podjetje stremi k nenehnemu posodabljanju in širjenju proizvodnega programa preko tržne mreže podjetij in predstavništev podjetja Systemair po celem svetu.

Izdelke, ki jih podjetje trži, je moč najti pod blagovnimi znamkami Systemair, Frico, VEAB in Fantech. Podjetje deluje v 60. državah, zaposluje pa preko 3.300 ljudi.

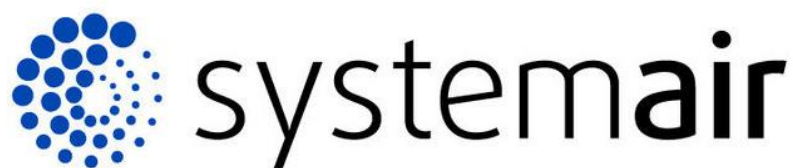
Prepoznavnost, uspešno poslovanje in nenehno rast podjetje Systemair beleži že od leta 1974, torej od ustanovitve.

Podjetje Systemair d.o.o. ima v Sloveniji dve poslovni enoti, in sicer v Mariboru in Ljubljani. (besedilo je povzeto po: (<http://www.systemair.com/sl-SI/Slovenia/>, 2017))



Slika 1: Podjetje Systemair d.o.o. v Mariboru

Vir: (<http://www.systemair.com/sl-SI/Slovenia/About-us/>, 2017)



Slika 2: Logotip podjetja Systemair d.o.o.

Vir: (<http://www.systemair.com/sl-SI/Slovenia/About-us/>, 2017)

2.1 Proizvodni program podjetja Systemair d.o.o.

Podjetje Systemair d.o.o. se ukvarja s prezračevalnimi sistemi in opremo. V ta namen na omenjenem področju nenehno izboljšuje lastne proizvode.

Prodajna področja:

- industrijsko prezračevanje,
- hišno prezračevanje,
- klimatizacija,
- hladilni agregati in toplotne črpalke,
- ventilatorski konvektorji,
- požarna varnost,
- izolacijski material,
- zračne zaves, toplotna sevala in kaloriferji ter
- energetska učinkovito prezračevanje.

Izdelki podjetja:

- ventilatorji in dodatna oprema,
- hišni sistemi,
- klimatske naprave,
- prezračevalne naprave,
- požarna varnost,
- elementi za distribucijo zraka,
- ogrevanje ter

- hlajenje.

2.1.1 Klimatske naprave

Leta 2016 je podjetje Systemair d.o.o. zagnalo proizvodni program klimatskih naprav. Primerne so za klimatizacijo zraka v različnih objektih, od stanovanjskih hiš, poslovnih prostorov, športnih objektov, šol, pokritih bazenskih prostorov, hotelov, garažnih hiš, bolnišnic do industrijskih hal.

Klimatske naprave so dobavljive v različnih možnih oblikah in dimenzijah, kar omogoča njihovo namestitev znotraj prostora na tla, podest ali pod strop. Lahko pa so nameščene tudi na prostem.

Namen uporabe, pogoji delovanja, vstopni in izstopni parametri, sestava funkcij, dimenzije, oblika, mesto postavitve, dimenzije dobavnih enot, način transporta in vnosa na mestu postavitve, izvedba sistema regulacije in druge zahteve se določijo in potrdijo ob naročilu.

Montaža klimatskih naprav je enostavna, vse klimatske naprave so prilagodljive pogojem vnosa v objekt. Poraba njihove energije je zaradi dobre toplotne izolacije in zrakotesnosti ohišja nizka, zaradi možnosti dodatne korozijske zaščite s praškastim barvanjem je njihova življenjska doba dolga.

Vse klimatske naprave podjetja Systemair d.o.o. so opcijsko opremljene s stikalnim blokom ter regulacijsko in periferno opremo. Vse klimatske naprave izpolnjujejo zahteve meritev po standardu EN 1886, vsebujejo izjavo o skladnosti z Odredbo o varnosti strojev 2006/42/EU oz. izjavo o vgradnji in so opremljene s tablico, ki vsebuje podatke o napravi.



Slika 3: Specifikacijska nalepka oz. tablica

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

2.1.2 Tipi klimatskih naprav

Podjetje Systemair d.o.o. za trg proizvaja dva glavna tipa klimatskih naprav glede na njihov namen, in sicer izvedbi standard in higienik.

Klimatske naprave standardne izvedbe (KA HS ...) se uporabljajo za komfortno prezračevanje prostorov, kot npr. za pisarne, učilnice, hotele, trgovine, stanovanja ipd., druge, higienik klimatske naprave (KA HH ...), pa so namenjene prezračevanju prostorov z visokimi zahtevami glede čistoče zraka, kot npr. bolnišnicam, operacijskim dvoranam, laboratorijem, prostorom v farmaciji ter v industriji opreme za elektroniko ipd.

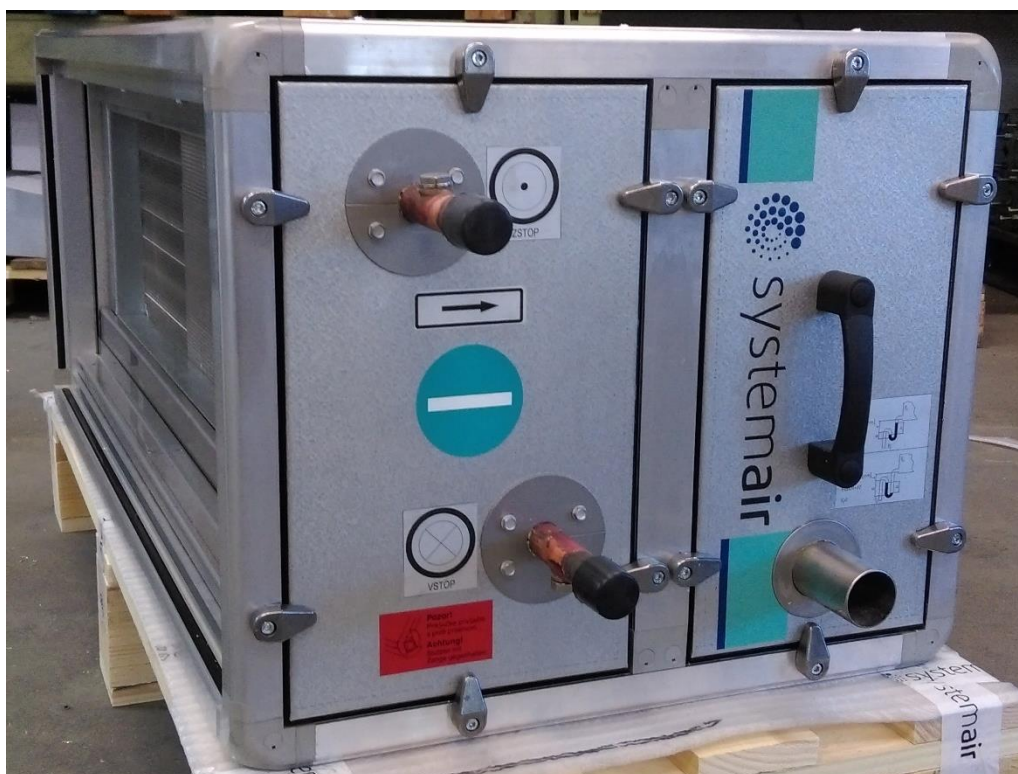
Oba tipa je možno izdelati v eksplozijsko varni (KA HS ... Ex oz. KA HH ... Ex), notranji (KA HSI ... oz. KA HHI ...) ali zunanji izvedbi (KA HSO ... oz. KA HHO ...).

Glede na namestitev klimatske naprave podjetje ponuja in izdeluje stropne klimatske naprave, vzporedne, dvoetažne ter linijske klimatske naprave.



Slika 4: Primer klimatske naprave izvedbe HSO

Vir: (Lastna raziskava, 2017)



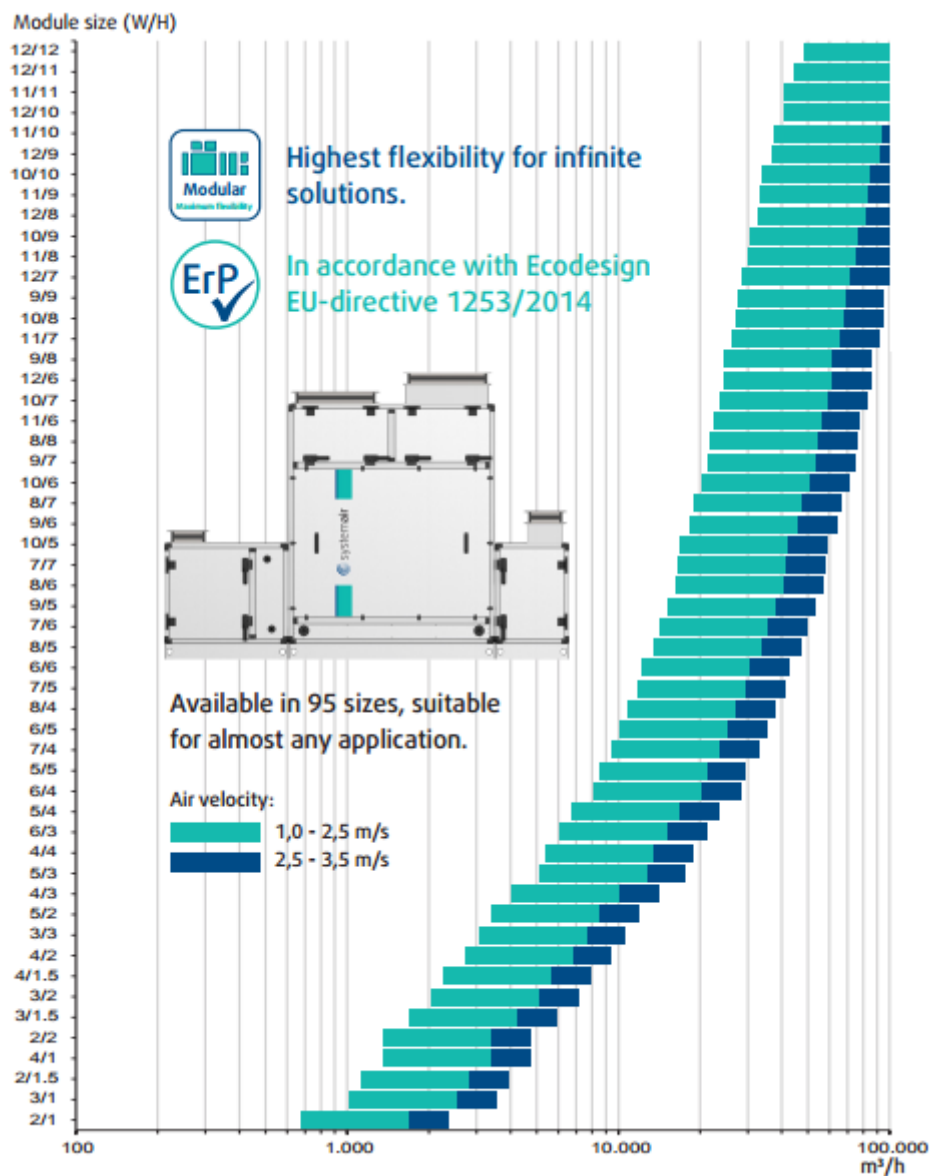
Slika 5: Primer klimatske naprave izvedbe HHI

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

3 KLIMATSKA NAPRAVA KA

Klimatska naprava KA je, kot že omenjeno v prejšnji točki, lahko proizvedena v izvedbi standard ali higienik.

Dimenzije, oblika in tehnični podatki naprav so izdelani ločeno za vsako napravo, glede na namen, uporabo in velikost objekta.



Slika 6: Dimenzije in pretoki klimatskih naprav

Vir: (<https://www.systemair.com/globalassets/websites/si/systmair-ka---brief-overview.pdf>, 2017)

KA klimatske naprave so modulne naprave, ki so lahko izdelane za veliko število kombinacij različnih dimenzij čelnega preseka, sestavov funkcijskih enot, kombinacij materialov, oblik in načinov regulacije, odvisno od namena uporabe in mesta vgradnje.

Klimatske naprave KA so namenjene za transport in pripravo zraka v temperaturnem območju med $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Normalno temperaturno območje za delovanje ventilatorjev in njihovih pogonskih elektromotorjev je pri nadmorski višini do 1.000 m do $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

V temperaturnem območju med $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ in pri nadmorski višini nad 1.000 m, je potrebno upoštevati zmanjšanje nazivne moči elektromotorjev, skladno z navodili proizvajalca motorjev.

V primeru temperature zraka, višje od $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, je potrebna posebna izvedba ventilatorja in pogonskega elektromotorja.

Na posebno zahtevo kupca je možna tudi izvedba klimatskih naprav za delovanje pri temperaturah zraka do $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Klimatske naprave notranje izvedbe, ki so izdelane za namestitev v zaprtih prostorih, ni možno namestiti zunaj na prostem ali obratno.

Klimatske naprave standardne in higienik izvedbe ni možno uporabiti v okoljih, katerih zahteve presegajo stopnjo korozijske zaščite, ki jo zagotavljajo standardno izbrani materiali, določeni skladno z minimalnimi zahtevami relevantnih standardov ali materiali in rešitve, specificirani s strani kupca ob naročilu naprave.

Tlačna razlika med notranjo in zunanjo stranjo naprave ne sme preseči vrednosti 2.000 Pa.

Nobena naprava se ne sme uporabljati brez vgrajenih filtrov.

V primeru potrebe za delovanje naprave pri temperaturah, ki so višje od $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, in na nadmorski višini nad 1.000 m, je potrebno to specificirati pri naročilu. Prav tako je potrebno pri naročilu specificirati vse druge pogoje, ki odstopajo od pogojev za običajno namensko uporabo.

Klimatsko napravo KA lahko namesti, pregleda, zažene in vzdržuje le za to usposobljeno osebje.

Pri namestitvi na objektu je pred napravo potrebno zagotoviti prosto površino, namenjeno servisiranju, kontroli ali po potrebi izvleku funkcijskih elementov. Širina te površine mora biti najmanj enaka zunanji širini klimatske naprave. V vsakem primeru pa mora le-ta znašati najmanj 900 mm.

Pri montaži, zagonu in vzdrževanju klimatskih naprav KA je potrebno upoštevati tudi navodila proizvajalcev funkcijskih elementov, kot. npr. hladilnikov, grelcev, vlažilnikov, uparjalnikov ipd.

3.1 Ohišje klimatske naprave

Ohišje klimatske naprave normalne oz. izvedbe standard in higienik je sestavljeno iz toplotno in zvočno izoliranega aluminijastega okvira, toplotno in zvočno izoliranih pločevinastih pokrovov ali panelov na dnu, stropu in stenah ter vrat na posluževalni strani, in nosilnega jeklenega okvira, na katerega se lahko po potrebi pritrdijo noge. Debelina sten ohišja obeh tipov klimatskih naprav je 50 mm.

Vse stene ohišij klimatskih naprav so iz notranje in zunanje strani izdelane iz pocinkane jeklene pločevine. Na željo kupca so lahko notranje in zunanje stene izdelane tudi iz barvane jeklene pločevine ali nerjaveče jeklene pločevine.

Pri higienik izvedbi so sprednja stena, zadnja stena in strop z notranje strani standardno izdelani iz barvane jeklene pločevine, dno, vodila in vse pregradne stene pa iz nerjaveče jeklene pločevine.

Tudi pri tej vrsti klimatske naprave je po naročilu kupca možno izdelati stene in strop iz nerjaveče jeklene pločevine.

Vse stene, strop in dno so iz zunanje strani izdelani iz pocinkane jeklene pločevine, po želji pa so lahko tudi iz barvane jeklene pločevine ali iz nerjaveče jeklene pločevine.

Vsi spoji med okvirom in med paneli dna, stropa in zadnje stene so iz notranje strani zatesnjeni s kitom, namenjenim za uporabo v čistih prostorih.

Material ohišja zunanjih naprav izvedbe standardne ali higienik je v notranjosti enak, kot zgoraj navedeno.

Zunanje stene ohišja so, če ni drugače zahtevano, izdelane iz barvane jeklene pločevine. Nad stropom ohišja je streha iz barvane jeklene pločevine.

Odprtine za vstop zunanjega zraka in izpuh zavrženega zraka sta opremljeni s proti dežno zaščito iz barvane jeklene pločevine in zavarovani z zaščitno jekleno mrežo.

Pod ohišjem je vedno nameščen nosilni profil iz aluminija ali iz pocinkane jeklene pločevine.

Mehanska stabilnost naprav je izdelana po normativih standarda mehanske stabilnosti razreda D1 po EN 1886.

Tabela 1: Zvočna izolacija ohišja

(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000
De (dB)	10,6	13,9	13,2	16,2	21,4	25,3	35,2

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

Vsa ohišja klimatskih naprav so toplotno izolirana, pri čemer faktor toplotne prehodnosti ustreza standardu EN 1886, razred T2, faktor toplotnih mostov standardu EN 1886, razredu TB2.

Zračna tesnost ohišja ustreza za izvedbo standard normativom razreda L1 oz. L2 po EN 1886.

3.2 Nosilni okvir klimatske naprave

Pri postavitvi klimatske naprave na temelj mora biti nosilna površina ravna, vodoravna, brez vibracij in biti sposobna prenesti obremenitev klimatske naprave.

V primeru namestitve klimatske naprave brez temelja lahko le-tega nadomesti podstavek oz. nosilni okvir, izdelan z nogami, opremljenimi z vijakom za izravnavo tal v obsegu 30 mm.

Noga je izdelana iz pocinkane jeklene pločevine in je nameščena v vogal nosilnega okvira z notranje strani.

Montaža okvira vedno poteka v tovarni. Njegova sestava je odvisna od velikosti in izvedbe klimatske naprave. Njegova standardna višina je 125 mm.

3.3 Funkcijske enote

Funkcijske enote so posamezne enote klimatske naprave, so posebej dobavljive in se sestavljajo na objektu. Vsaka ima svojo funkcijo.

K funkcijskim enotam sodijo:

- grelna enota,
- hladilna enota,
- vlažilna enota,
- rekuperativna enota,
- filtrska enota,
- zvočno-dušilna enota in
- ventilatorska enota.

	kontaktno vlažilno enota z direktno vodo		filtrska enota z M5 filtrom
	hladilna enota z vodnim hladilnikom		filtrska enota s H10 filtrom
	hladilna enota z direktnim uparjalnikom		filtrska enota s H11 filtrom
	enota z ločevalnikom vodnih kapljic		filtrska enota s H12 filtrom
	filtrska enota z M6 filtrom		filtrska enota s H13 filtrom
	filtrska enota z F7 filtrom		filtrska enota z ogljenim filtrom
	filtrska enota z F9 filtrom		filtrska enota z elektrostatskim filtrom
	ventilatorska enota		protizmrzovalna zaščitna enota
	hladilna enota z direktnim uparjalnikom		rekuperativna enota z glikolnim rekuperatorjem - grelni del
	grelna enota – vodni grelnik		rekuperativna enota z glikolnim rekuperatorjem - hladilni del
	grelna enota – parni grelnik		rekuperativna enota s ploščnim rekuperatorjem
	grelna enota – električni grelnik		rekuperativna enota z rotacijskim regeneratorskim
	grelna enota – plinsko greenje		rekuperativna enota s toplotno cevjo
	kondenzatorska enota		dušilna enota
	grelni / hladilni tokokrog		regulacijska žaluzija
	pršna vlažilna enota		prazna enota
	parno vlažilna enota z generatorjem pare		filtrska enota z G3 filtrom
	kontaktno vlažilno enota z obtočno vodo		filtrska enota z G4 filtrom

Slika 7: Oznake funkcijskih enot

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

3.3.1 Grelna enota

Namenjena je segrevanju zraka, dovedenega v prostor oz. objekt. Zrak se lahko segreva z vodnim, parnim ali električnim grelnikom. Vodni in parni grelnik sta sestavljena iz okvira, lamelnega paketa, zbiralne in razdelilne cevi. Lamelni paket tvorijo bakrene cevi, na katere so nameščene aluminijaste lamele. Spoj aluminijastih lamel z bakrenimi cevmi je izveden z mehanskim ekspanziranjem. Na zbiralni in razdelilni cevi, ki povezujeta cevi lamelnega paketa, je vgrajen ventil za odzračevanje in praznjenje. Okvir ščiti cevna kolena in omogoča pritrditev prenosnika v napravo. Zbiralna, razdelilna cev in lotani spoji so protikorozijsko zaščiteni s temperaturno odporno barvo. Vsak grelnik je glede tesnosti preizkušen na tlak, ki ustreza obratovalnemu tlaku in je višji od slednjega.

Grelna tekočina pri vodnem grelniku je topla ali vroča voda ali mešanica vode in protizmrzovalnega sredstva. Prenosni medij pri parnem grelniku je nasičena vodna para do maksimalnega tlaka 9 bar.

Električni grelnik je sestavljen iz okvira iz jeklene pločevine, zaščitene z alucinkom, električnih grelnih teles iz nerjavečega jekla s specifično površinsko grelno močjo 3 W/cm^2 , varnostnega termostata in varnostnega omejitnika temperature ter opreme za zvezno regulacijo grelne moči z zunanjim krmilnim signalom 0-10 V. Minimalna hitrost zraka skozi električni grelnik je 1,5 m/s. Maksimalna temperatura zraka na izstopu iz električnega grelnika je $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.3.2 Hladilna enota

Hladilna enota služi ohlajanju dovodnega zraka v objekt. Tega lahko ohlajamo z vodnim hladilnikom ali direktnim uparjalnikom. Vodni hladilnik je sestavljen iz okvira, lamelnega paketa, zbiralne in razdelilne cevi. Lamelni paket tvorijo enake komponente kot vodni in parni grelnik.

Hladilna tekočina v vodnem hladilniku je hladna voda ali mešanica vode in protizmrzovalnega sredstva.

Direktni uparjalnik je lahko razdeljen na dva ali več hladilnih krogov. Medij v direktnem uparjalniku je hladilni plin R407c ali R410a itd.

Pod hladilce je vedno nameščena banja za zbiranje in odvod kondenzata. Odvisno od hitrosti zraka pa je lahko ob hladilniku na strani, kjer izstopa zrak, nameščen tudi eliminator vodnih

kapljic. Izdelan je iz aluminijastega okvira, v katerega so v enakomernem razmaku vstavljene lamele iz polipropilena za lovljenje in izločanje vodnih kapljic. Trajna temperaturna obstojnost lamel je do 70 °C.

3.3.3 Vlažilna enota

Namenjena je doseganju optimalne ali želene vlage v prostoru. Vlažilna enota lahko vsebuje parni, kontaktni ali visokotlačni vlažilnik.

Vse vlažilne enote so sestavljene iz ohišja enote, parnega, kontaktnega ali visokotlačnega vlažilnika, banje za zbiranje in odvod kondenzata, podtlačnega ali nadtlračnega sifona za odtok kondenzata iz banje, posluževalnih vrat s kontrolnim oknom in notranje razsvetljave.

Parni vlažilnik je sestavljen iz distributorja pare, ki je lahko priključen direktno preko ventila na nizkotlačno parno omrežje, lahko pa je povezan z lastnim generatorjem pare. Povezava generatorja pare oz. nizkotlačnega parnega omrežja z distributorjem pare je izvedena z zunanje strani ohišja enote.

Distributor pare je izbran glede na potrebe vlaženja in velikost klimatske naprave ter vgrajen po navodilih proizvajalca tako, da relativna vlaga zraka na koncu vlažilnega prostora ni večja od 90 %.

Kontaktni vlažilnik je sestavljen iz vlažilne kasete, ki je izdelana iz negorljivega materiala v nerjavečem ohišju. Ima visoko sposobnost absorpcije - 100 litrov vode na 1 m³ materiala.

Vsebuje tudi eliminator kapljic, montažno glavo za distribucijo vode in črpalko.

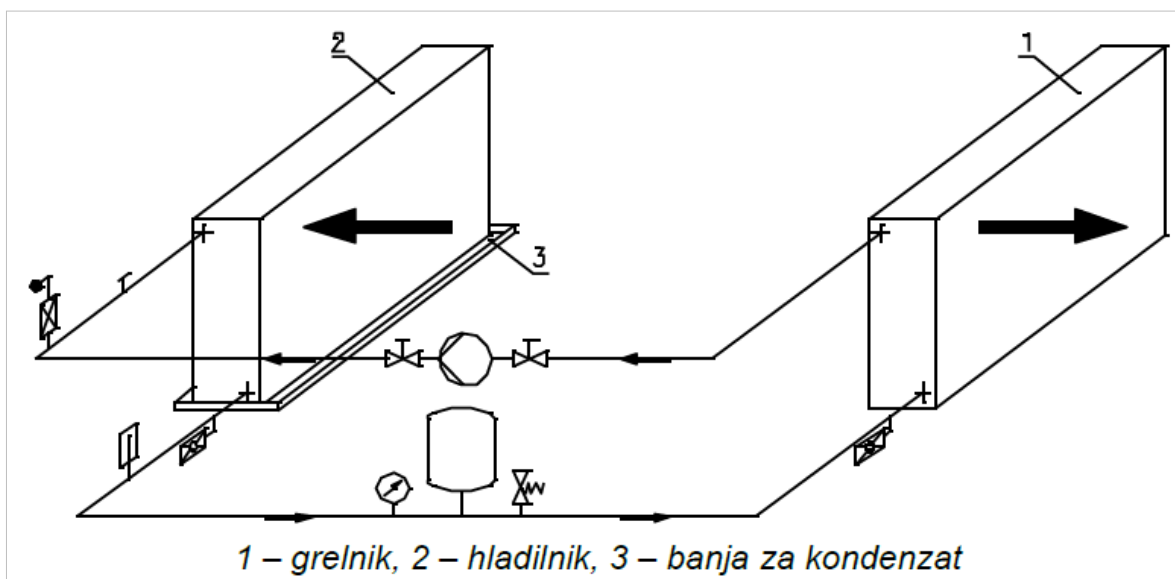
Visokotlačni vlažilnik je sestavljen iz sistema cevi s šobami, eliminatorja kapljic in visokotlačne črpalne postaje.

3.3.4 Rekuperativna enota

Rekuperativna enota je sestavljena iz ohišja in je lahko opremljena z glikolnim ali ploščnim rekuperatorjem ali rotacijskim regeneratorskim.

Odvodni in dovodni del klimatske naprave sta lahko medsebojno ločena, ali pa sta združena v eni klimatski napravi.

Glikolni rekuperator je sestavljen iz dveh lamelnih prenosnikov toplote, ki sta med seboj povezana s cevni sistemom z obtočno črpalko. Prvi prenosnik je nameščen v toku odtočnega zraka, kjer deluje kot hladilnik, drugi pa je v toku dovodnega zraka in deluje kot grelnik.



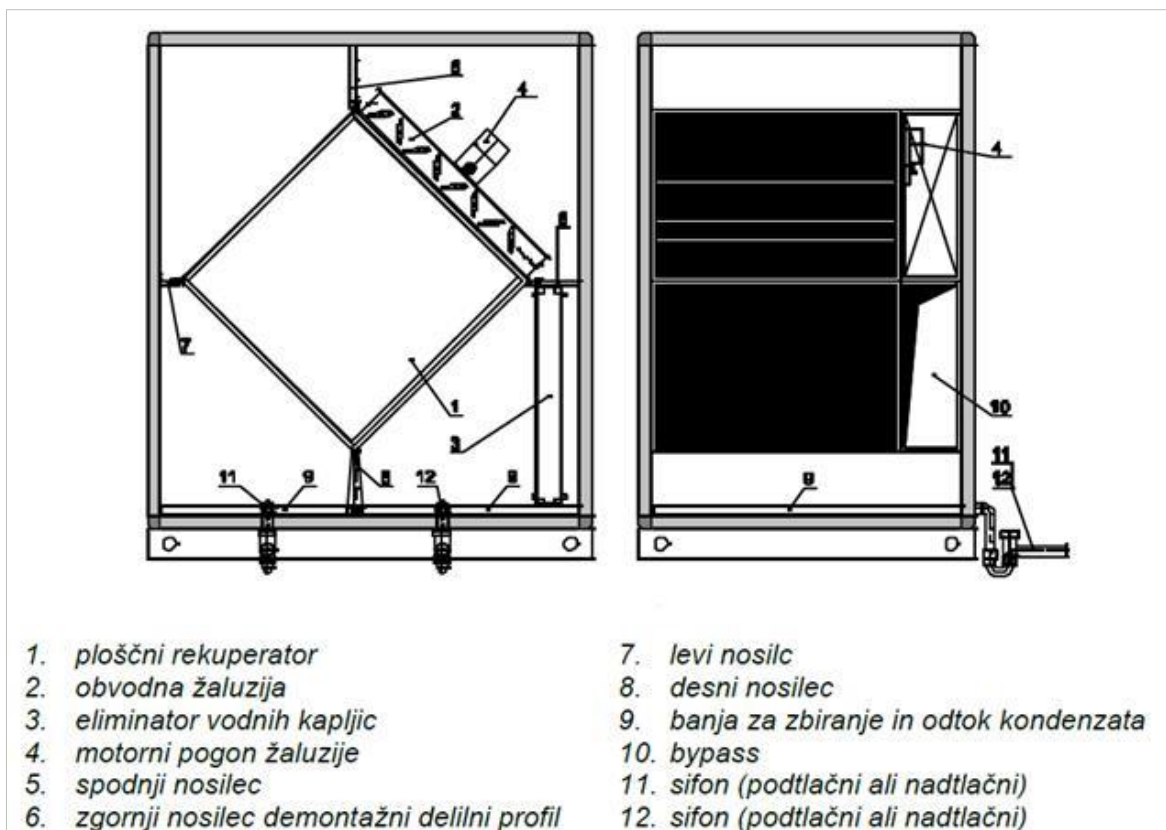
Slika 8: Glikolni rekuperator

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

Rekuperativna enota s ploščnim rekuperatorjem je sestavljena iz ohišja enote, ploščnega rekuperatorja, obvodne regulacijske žaluzije, eliminatorja vodnih kapljic, opcijsko tudi kasetnega filtra na vstopu za zunanji (sveži) zrak.

Rekuperator je v ohišje enote vstavljen diagonalno. Na izstopu zavrženega zraka iz enote je pri hitrosti $v_{ef} > 2,5 \text{ m/s}$ vgrajen eliminator vodnih kapljic. Na dnu ohišja je na posluževalni strani predviden priključek za odvod kondenzata.

Ploščni rekuperatorji so prenosniki toplote, pri katerih poteka prenos toplote iz zavrženega zračnega toka na sveži zračni tok neposredno preko ločilne stene, torej brez vmesnega prenosnega medija. Sestavljeni so iz ravnih aluminijastih plošč, ki dajejo konstrukciji veliko stabilnost. Sveži in zavrženi zrak se gibljeta skozi rekuperator v križni ali protitočni smeri. Netesnost med zavrženim in svežim tokom znaša do 1% vrednosti nazivnega pretoka, pri tlačni razliki 1.000 Pa.



Slika 9: Enota s ploščnim rekuperatorjem zunanje izvedbe

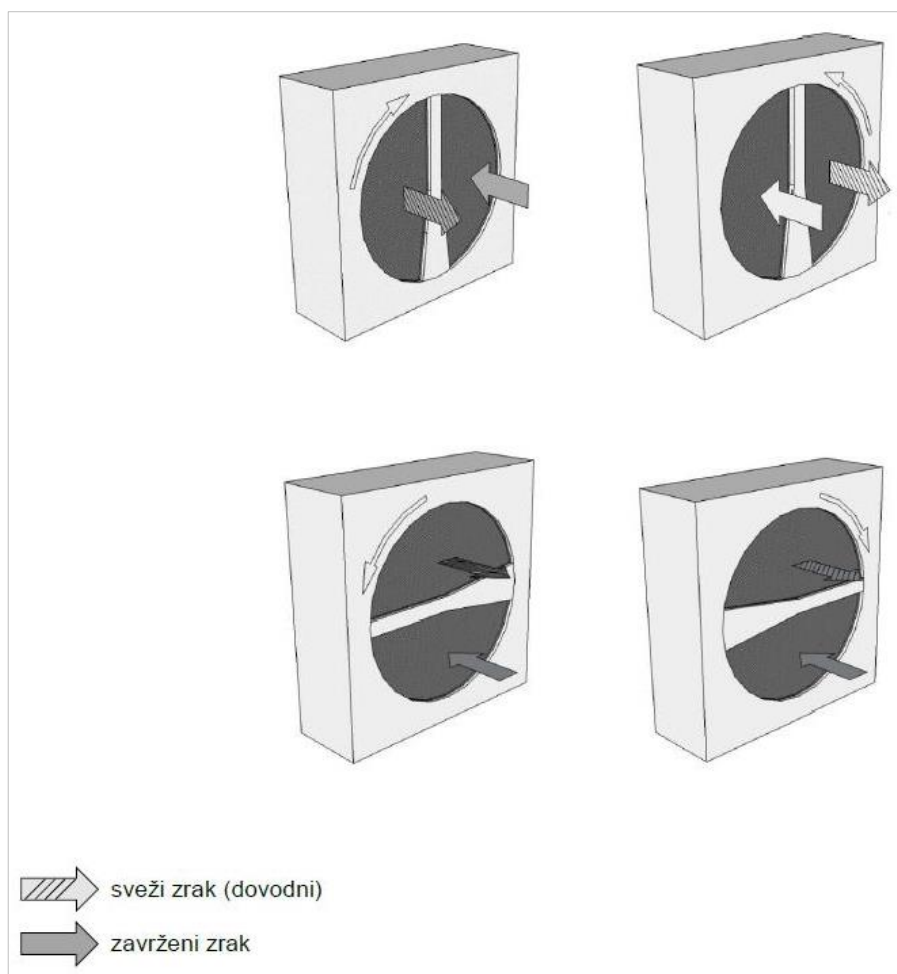
Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

V ploščnem rekuperatorju dosežemo popoln prenos kondenzacijske (latentne) toplote odpadnega zraka na sveži zrak, čeprav vlage neposredno ne prenašamo. Izkoristek vračane toplote pri suhem obratovanju je do $\eta_2 = 65 \%$, pri izkoriščanju kondenzacijske toplote pa je lahko še višji. Mejna obratovalna temperatura rekuperatorja je do $+120 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Rekuperatorji so za regulacijo moči in za zaščito pred zamrzovanjem izvedeni z obodom (bypassom) zraka, ki je izdelan že v sami klimatski napravi. By-pass je predviden na strani svežega zraka in opremljen s protismerno delujočima žaluzijama.

Rekuperativna enota, ki je opremljena z rotacijskim regenerativnim prenosnikom toplote, je namenjena za vertikalno postavitve v klimatske naprave vzporedne ali dvoetažne izvedbe.

Rotacijski regenerativni je vgrajen v ohišje tako, da ga je po potrebi mogoče celotnega ali po večjih delih tudi izvleči.



Slika 10: Enota z rotacijskim regenerаторjem

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

3.3.5 Filtrska enota

Opremljena je lahko s kasetnim, vrečastim, kovinskim, oglenim ali absolutnim filtrom.

Kasetni filter oz. filtrska kaseta je sestavljena iz okvira, izdelanega iz pocinkane jeklene pločevine, širine 100 mm. Vanj je vstavljen filtrski medij oblike cik-cak, izdelan iz sintetičnih vlaken, utrjenih z umetnimi smolami in ojačan s pocinkano jekleno mrežico. Kasetni filtri so - z razstavljivo zvezo - vstavljeni v nosilni okvir in zatesnjeni s tesnilnim trakom. Nosilni okvir je fiksno pritrjen v ohišje enote in tesnjen proti ohišju s trajno elastičnim kitom. Temperaturna obstojnost filtrskega medija je od 90 do 100 °C, točno pa jo navaja vsak proizvajalec kasetnih filtrov.

Dimenzije filtrskih celic	Velikost klimatske naprave																		
	2/1	3/1	4/1	2/1,5	3/1,5	4/1,5	2/2	3/2	4/2	5/2	2/3	3/3	4/3	5/3	6/3	3/4	4/4	5/4	6/4
592 x 592							1	1	2	2	1	1	2	2	3	2	4	4	6
592 x 287	1	1	2					1		1	1	2	2	3	3	2		2	
287 x 287		1										1		1					
592 x 490				1	1	2													
287 x 490					1														

Dimenzije filtrskih celic	Velikost klimatske naprave																		
	7/5	8/5	9/5	10/5	4/6	5/6	6/6	7/6	8/6	9/6	10/6	6/7	7/7	8/7	9/7	10/7	7/8	8/8	9/8
592 x 592	6	8	8	10	6	6	9	9	12	12	15	9	9	12	12	15	12	16	16
592 x 287	5	4	6	5		3		3		3		3	6	4	7	5	4		4
287 x 287	1		1										1		1				

Slika 11: Število filtrskih celic za čelni presek posamezne velikosti klimatske naprave

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

Filtre je treba zamenjati:

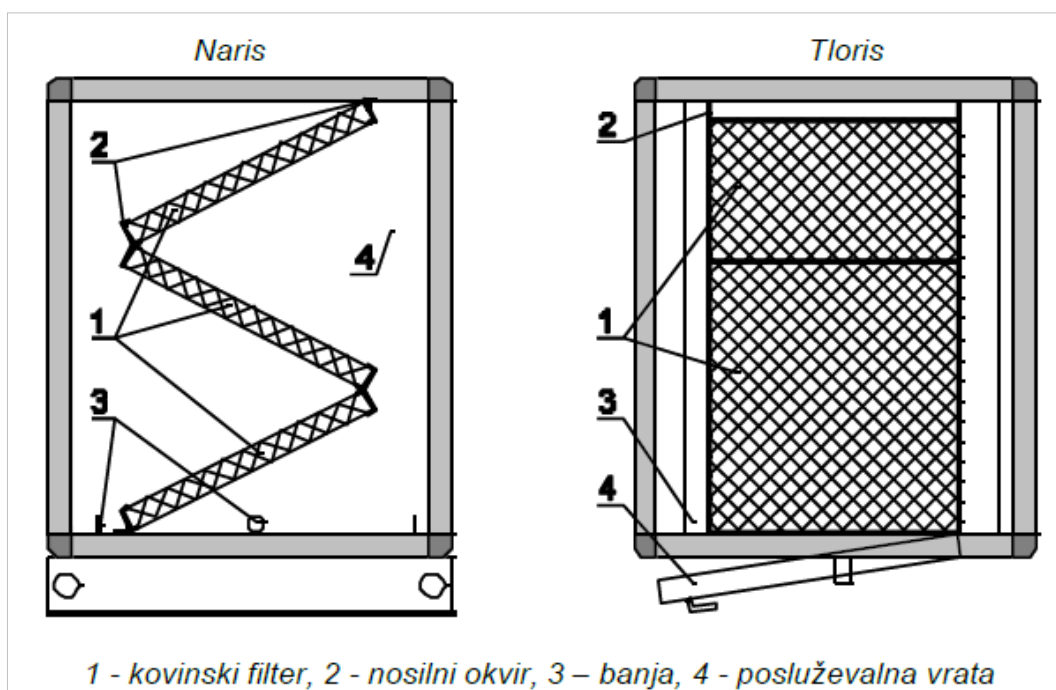
- ko je dosežen dopusten končni padec tlaka,
- ko je dosežen čas za zamenjavo,
- ko je funkcija filtra iz mehanskega ali higienskega vidika neustrezna,
- če so filtri po vgradnji klimatske naprave ali njeni predelavi onesnaženi,
- če to zahteva higienska inšpekcija.

Vrečasti filter je sestavljen iz nosilnega okvira iz pocinkane jeklene pločevine, na katerega je pritrjen filtrski medij vrečaste oblike.

Filtrski medij vrečastega filtra je lahko izdelan iz sintetičnih ali steklenih vlaken, utrjenih z umetnimi smolami. Temperaturna obstojnost je približno v območju od 90 do 100 °C, točno temperaturno obstojnost navaja vsak proizvajalec posamezno.

V enoti z vrečastimi filtri je vrečasti filter vpet v nosilni okvir vrečastega filtra s posebnimi snemljivimi žičnatimi vzmetmi. Nosilni okvir vrečastega filtra je fiksno pritrjen v ohišje enote in tesnjen proti ohišju s trajno elastičnim kitom. Vstavljanje in izvlek filtrov poteka skozi prazno komoro pred filtrsko sekcijo.

Kovinski filter je sestavljen iz nosilnega okvira, izdelanega iz jeklene pločevine, širine 47 mm. Vanj je vstavljen filtrski medij iz kombinacije valovitega pletiva iz jeklene pločevine in zaščitne mreže iz ekspanzirane jeklene pločevine. Filtrski medij je zaščiten iz obeh čelnih strani z zaščitno mrežo. Filter je lahko galvansko pocinkane, nerjaveče ali aluminijaste izvedbe. Vse enote s kovinskim filtrom so opremljene z banjo z odtokom. Kovinski filter je vstavljen v okvir filtra, iz katerega ga je v primeru zamenjave mogoče izvleči. Gibajoč zrak pritiska filtrske kasete na okvir, na katerem je nalepljen tesnilni trak. Kasete med seboj niso tesnjene s tesnilnim trakom. Ta način filtracije je primeren le za zelo grobo filtracijo zraka.



Slika 12: Filtrska enota s kovinskim filtrom

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

Filter iz aktivnega oglja je sestavljen iz nosilne plošče, izdelane iz pocinkane jeklene pločevine in kaset z aktivnim ogljem valjaste oblike. Kasete so izdelane iz notranjega in zunanjskega cilindra iz perforirane galvansko cinkane jeklene pločevine, prostor med njima, ki določa širino ležišča, pa je zapolnjen z aktivnim ogljem.

Zunanji in notranji cilinder sta zviščena med seboj z zaklepnim obročem in opremljena z nasedom, ki zagotavlja neprepusten spoj med kaseto in nosilno ploščo. Spoj med kaseto in nosilno ploščo je zavarovan s tremi posebno oblikovanimi zapahi.

Nosilna plošča filtra iz aktivnega oglja je mehansko in zrakotesno vgrajena v okvir filtra. Okvir filtra pa je mehansko pritrjen v ohišje enote in tesnjen proti ohišju s trajno elastičnim kitom. Filter iz aktivnega oglja je lahko tudi v nerjaveči izvedbi.

Absolutni filter je sestavljen iz nosilnega okvira iz plastike in filtrskega medija, izdelanega iz steklenih vlaken, premera približno 1 μm in temperaturno obstojnega do okoli 75 °C. Dolžina absolutnih kompaktnih filtrov je 300 mm.

Filter te vrste je predviden za absolutno čist zrak, kot ga zahtevajo operacijske dvorane, farmacevtska in živilska industrija, laboratoriji ipd.



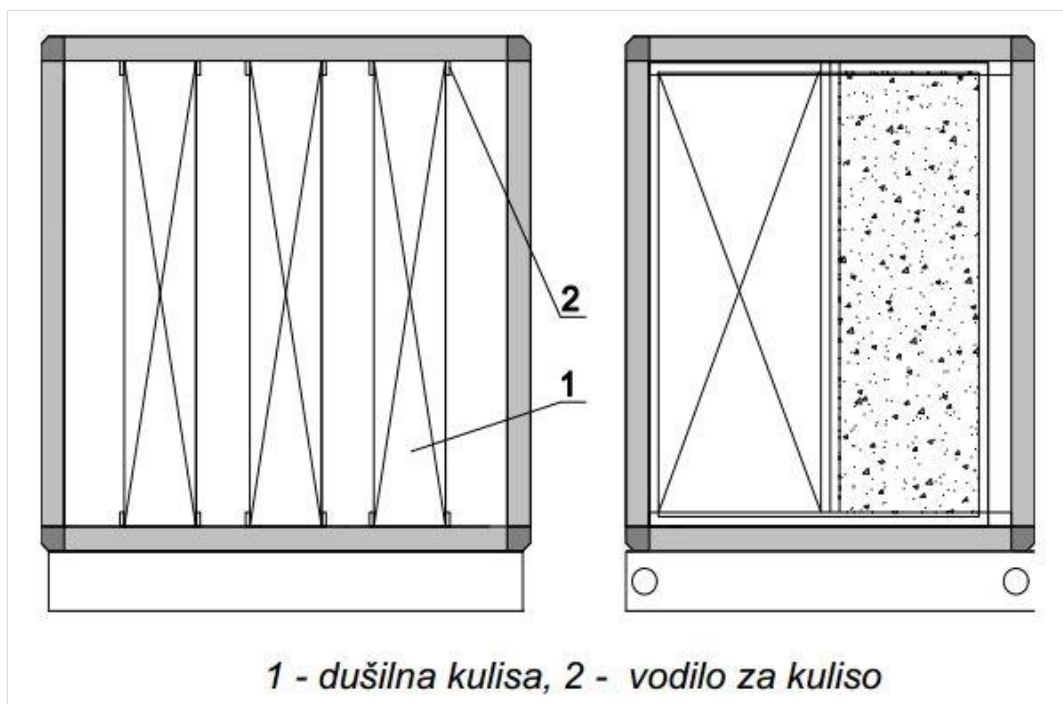
Slika 13: Absolutni filter

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

3.3.6 Zvočno-dušilna enota

Dušilna enota je sestavljena iz ohišja enote in dušilnih kulis. Kot pove že njeno ime, je namenjena preprečevanju vdora hrupa iz okolice v prostor in dušenju hrupa klimatskih naprav v prezračevalnih kanalih.

Zunanji okviri dušilnih kulis so izdelani iz jeklene pocinkane pločevine, polnila pa iz mineralne volne, zaščitene s stekleno svileno tkanino, ki je vodo odbojna in odporna proti razpadanju in abraziji. Dušilne kulise je mogoče posamično izvleči iz ohišja enote.



Slika 14: Zvočno dušilna enota

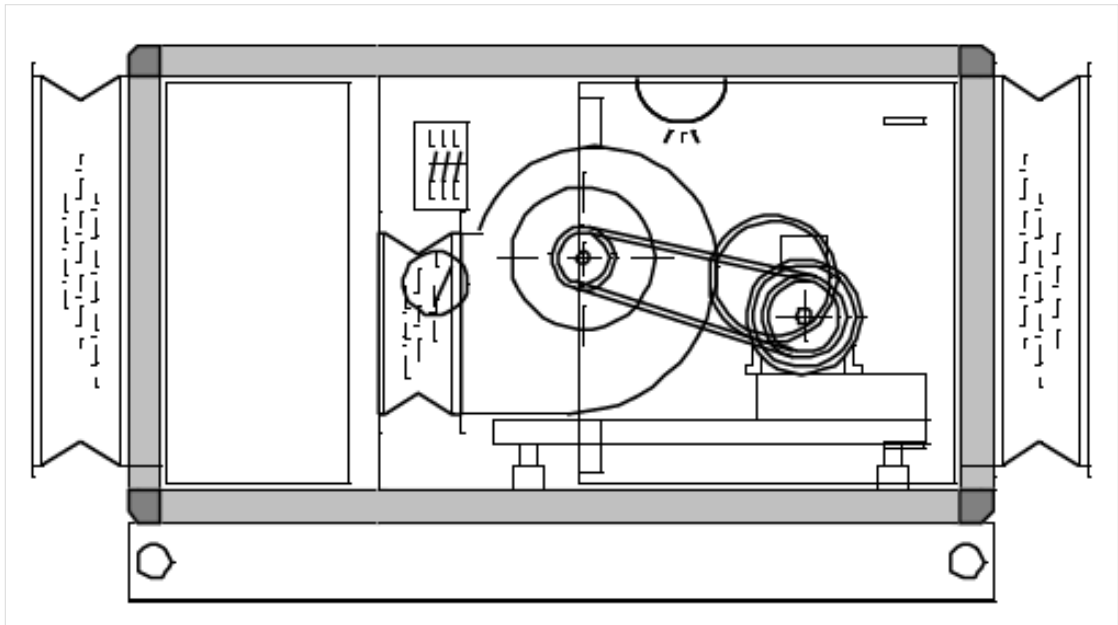
Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

3.3.7 Ventilatorska enota

Obstajata dva tipa ventilatorske enote: enota z ventilatorjem na jermenski pogon in enota s prosto tekočim ventilatorjem.

Ventilator z jermenskim pogonom je pritrjen na nosilni okvir, ki je sestavljen iz vzdolžnih in prečnih profilov. Na nosilnem okviru je pritrjeno napenjalo z elektromotorjem, ki omogoča dodatno napenjanje jermena/-ov. Elektromotor preko klinastih jermenov in jermenic poganja ventilator. Nosilni okvir ventilatorja je z izolatorji vibracij pritrjen na ohišje enote. Fleksibilni priključek preprečuje prenos vibracij iz tlačne prirobnice ventilatorja na ohišje.

Preko elektromotorjev ventilatorja teče curek zraka s temperaturo minimalno -30°C in maksimalno $+55^{\circ}\text{C}$ ter relativno vlago minimalno 5 % do maksimalno 95 %.



Slika 15: Ventilator z jermenskim pogonom

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

Prosto tekoči ventilator je brez spiralnega ohišja in je direktno gnan preko gredi z elektromotorjem. Elektromotor je lahko z nosilno ploščo pritrjen na okvir ventilatorja. Nosilni okvir ventilatorja je z izolatorji vibracij pritrjen na ohišje enote. Fleksibilni priključek preprečuje prenos vibracij iz tlačne prirobnice ventilatorja na ohišje klimatske naprave.

Prosto tekoči ventilator je lahko tudi izvedbe, ki omogoča vgradnjo brez izolatorjev vibracij in brez fleksibilnega priključka direktno na ventilatorsko steno.



Slika 16: Prosto tekoči ventilator

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

3. 4 Eksplozijsko varna izvedba klimatske naprave

Klimatska naprava eksplozijsko varne izvedbe se sme namestiti in delovati le v eksplozijski coni in pri pogojih, za katere je izdelana.

Zaradi eksplozijsko varne izvedbe so vsi deli ohišja v celoti ozemljeni proti podstavku. Zagotovljen je električno prevoden spoj med notranjim in zunanjim plaščem vseh panelov ohišja.

Vsa vrata in snemljivi pokrovi so povezani z okvirom ohišja z električnimi ozemljitvenimi vodniki. Tesnost ohišja ustreza razredu L1 po SIST EN 1886.

Vsa vrata s tečaji in kljukami so zaradi zavarovanja proti nekontroliranemu odpiranju opremljena z mehansko blokado, ki jo je mogoče odstraniti le z orodjem.

Giblivi del fleksibilnih priključkov je izdelan iz električno prevodnega materiala. Oba okvira fleksibilnega priključka sta povezana z električnim ozemljitvenim vodnikom.

Ventilator s pogonom je v celoti izdelan v eksplozijsko varni izvedbi. Pogonski sklop je povezan z okvirom ohišja z električnim ozemljitvenim vodnikom.

Ventilatorska tlačna in sesalna odprtina je proti vpadu trdih predmetov zavarovana z oknom, zaščitnim z mrežo.

Lamele eliminatorja vodnih kapljic so izdelane iz električno prevodnega materiala s površinsko upornostjo, manjšo od $109\ \Omega$. Vse lamele so iz zgornje strani povezane z jeklenim ozemljitvenim profilom, ozemljitveni profil pa z okvirom eliminatorja. Ta je z okvirom ohišja povezan z električnim ozemljitvenim vodnikom.

Talni odtok iz banje je izdelan iz cevne PVC kolena, na katerega je priključena ravna cev iz nerjavečega jekla zunanjega premera 40 mm. Cev je ozemljena proti okviru ohišja klimatske naprave.

Odtočni sifon ne sme biti direktno povezan s sistemom kanalizacije in ne sme biti brez vode. V kolikor v nadtlačnem odtočnem sifonu ni vode, lahko zaradi prehajanja zraka skozi sifon v strojnici nastane eksplozijsko nevarna atmosfera.

Regulacijske žaluzije so izdelane iz kovinskega okvira, kovinskih loput in kovinskih ležajnih puš. Pogon je izveden z ročičnim mehanizmom. Lopute so med seboj in proti okviru povezane z električnimi vodniki.

V primeru te izvedbe so vsi filtri izdelani iz električno prevodnega materiala s površinsko električno upornostjo, manjšo od $109\ \Omega$. Vsak filter je povezan z ogrođjem z električnim ozemljitvenim vodnikom.

Površinska temperatura grelnika ne sme preseči 80 % minimalne temperature vžiga plina merjene v °C. Pri parnem vlažilniku para ne sme preseči 80 % minimalne temperature vžiga plina.

Vse svetilke za notranjo razsvetljavo so eksplozijsko varne izvedbe. Vse dobavne enote se med montažo med seboj povežejo z električnimi ozemljitvenimi vodniki. Tudi celotno klimatsko napravo je treba ozemljiti v skladu z veljavnim elektro projektom.

Vsako klimatsko napravo, namenjeno za obratovanje v potencialno eksplozijsko ogroženi atmosferi, je treba uvrstiti v ustrezno kategorijo in v skladu s predpisi tudi označiti. Glavne informacije oznake so vrsta eksplozijsko ogroženega plina ali prašne zmesi, za katero je naprava konstruirana in zaščiten, način varovanja in temperaturni razred, ki opredeljuje temperaturo, kateri je naprava v obratovanju lahko izpostavljena, oziroma do katere temperature, ki jo generira sama, je obratovanje dovoljeno.

Vsi elementi sistema regulacije (tipala, pogoni, ipd.), ki so nameščeni znotraj ohišja klimatske naprave eksplozijsko varne izvedbe, morajo ustrezati zahtevam za varno delovanje v eksplozijski atmosferi, za katero je naprava izdelana. Uporabljene komponente morajo ustrezati kategoriji eksplozijske zaščite, za katero je naprava predvidena. Tako se za kategorijo 2 (cona 1) uporabljajo elektromotorji, ki v obratovanju ne iskrijo ali so mehansko zaščiteni tako, da je prostor elektromotorja, kjer iskrenje nastaja, hermetično in mehansko varovan, da nevarna atmosfera ne more prodreti vanj.

Vsa temperaturno kritična mesta morajo biti varovana s temperaturnimi senzorji. Ti morajo imeti zahtevano raven zanesljivosti (PLr, performance level required), ki je odvisna od kategorije, za katero je naprava predvidena. Primeren ukrep je lahko tudi podvajanje senzorjev (redundanca) in logično vezje, ki preverja, ali oba senzorja dajeta enake vrednosti. Slednji način je hkrati primeren tudi za ugotavljanje, ali je eden od senzorjev zatajil.

4 FAZE PROJEKTA

V tem delu diplomskega dela bodo na kratko opisane faze projekta izdelave klimatske naprave za zahtevne gradbene objekte.

4.1 Faza priprave izbire klimatske naprave

Labudović (Labudović, 2000) navaja, da je prvi in najvažnejši korak pri projektiranju in vgradnji vsake klimatske naprave preračun potrebnega toplotnega in hladilnega učinka prostora.

Tako se klimatska naprava oz. njen učinek preračuna na osnovi toplotnih izgub oz. toplotne obremenitve prostora. Da bi temperaturo zraka v prostoru obdržali v želenem odstopanju, je treba stalno zmanjševati njegovo toplotno obremenitev. To pomeni odvajati dovedeno toploto s pomočjo dovajanja hladnega zraka v prostor.

Skupno toplotno obremenitev prostora izračunamo s pomočjo formule $Q_{sk} = Q_z + Q_n + Q_v$, pri čemer je:

- Q_z = zunanja toplotna obremenitev/toplotna obremenitev zunanjega zraka,
- Q_n = toplotna obremenitev notranjega zraka,
- Q_v = toplotna obremenitev zaradi naravne ventilacije (okna, vrata, uhajanje zraka pri netesnenih spojih ipd.).

Klimatska naprava se izdelava na podlagi projektne dokumentacije, ki je pripravljena v skladu z zakonodajo, in vsebuje vse potrebne podatke in specifikacije želenega klimatiziranega prostora. Priprava dokumentacije za vse faze projekta je predpisana z Zakonom o graditvi objektov ZGO-1. Obseg, definiran za posamezne vrste projektne dokumentacije, je predpisan s Pravilnikom o projektni dokumentaciji, Uradni list RS 55/2008.

Vrste projektne dokumentacije:

- idejna zasnova,
- idejni projekt,
- PGD - projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja in
- PZI - projekt za izvedbo.

Podjetje Systemair d.o.o. je s podatki in dokumenti svojih naprav udeleženo običajno pri projektu za pridobitev gradbenega dovoljenja in pri projektu za izvedbo. Po dokumentih slednjega se v podjetju izvaja tudi izdelava in montaža sklopov klimatov.

Projekt za izvedbo (PZI) vsebuje z ozirom na klimatsko napravo v glavnem naslednje dokumente:

- pregledne sestavnice postrojenja in modulov,
- detajlne načrte pozicij,
- funkcijske sheme in sheme upravljanja,
- glavne preračune (ali reference, kje se ti nahajajo v PGD),
- načrte instalacij ter
- napotke in opise, potrebne za izdelavo in montažo.

Na osnovi delavniške dokumentacije, ki je izvleček iz PZI, potrebne za izdelavo delov in montažo klimatske naprave v proizvodnji proizvajalca, se izdela tehnološka dokumentacija. Ta opredeljuje potrebne dokumente, ki se navezujejo na postopke, zaporedje in faze izdelave. Opisana je v posebnem poglavju.

Primer dela tehnične dokumentacije za zahtevni gradbeni objekt, na podlagi katerega se določi klimatska naprava:

- ***Opis prezračevalne naprave***

»Ves mehansko dovedeni zrak za objekt se v napravah filtrira, pozimi dogreva in poleti pohlajuje na ustrezno temperaturo. V rotacijskem rekuperatorju naprave se večji del toplote odpadnega zraka uporablja za predgrevanje svežega.

Količine ter kvaliteta so določene skladno z DIN 1946 ter veljavnimi predpisi v RS.

Pri dimenzioniranju naprav so upoštevani naslednji parametri glede mikroklimatskih pogojev:

Temperatura ogrevne vode:	55/40 °C
Ogrevanje zraka na:	21 °C
Hladilni register:	DX
Hlajenje zraka na:	22 °C
Temperatura pozimi:	18 - 22°C (glede na namembnost prostora)
Temperatura poleti:	24 - 26°C ali nekontrolirana (glede na namembnost)

Računska temperatura pozimi:	- 15 °C (po BAB)
Računska temperatura poleti:	35 °C (po BAB)
Relativna vlažnost (zunanja) pozimi:	90 %
Relativna vlažnost (zunanja) poleti:	35 %
Relativna vlažnost v prostorih:	neregulirano
Hrup v prostorih:	skladno z DIN 1946

Predvidena je prezračevalna naprava z rekuperacijo, notranje izvedbe, locirana v strojnici klimata, v medetaži. Naprava je sestavljena iz dovodnega in odvodnega ventilatorja, rotacijskega rekuperatorja ter filtrov (EU7) na zajemu in (EU5) na odvodu. Na dovod se za napravo veže grelni register, vezan na ogrevalno vodo iz plinske kotlovnice. Nato se vtočni zrak razdeli na dve komori z ločenima regulacijskima žaluzijama in DX hladilna registra za različno obratovanje hlajenja robne cone ob vhodu v trgovino in preostalega objekta. Priključitev kanalov na prezračevalne naprave je predvidena z jadrovinastimi priključki.«

Vir: (Biro Petkovski, 2017)

Na podlagi te dokumentacije proizvajalec poda predlog o izbiri oz. tipu klimatske naprave.



projekt
pozicija

ponudba
z dne

odvod

velikost	KA 6/1.5	količina	1	debelina pokrova [m]	50,0	izolacija	MW
Pretok [m3/h]	4.160	dolžina [mm]	790,0	mat. pokrova znotraj	POCP	debelina [mm]	0,80
zun.tlak [Pa]		širina [mm]	1.970,0	mat. pokrova zunaj	POCP	debelina [mm]	0,80
Tot. tlak [Pa]		višina [mm]	650,0	mat. pokrova dno	POCP	debelina [mm]	0,80
Airspeed [m/s]	1,12	teža [kg]	181,00	vodila	POCP		
				profili	AL		

Filter		590,0 mm	3,09 m2	88,00 kg	111 Pa	
Tip	FV-85-500	dolžina vreče [mm]	500,0			
razred	F7	površina filtra [m2]	9,30			
Pretok [m3/h]	4.160	celice št. x velikost [mm]	3 x 592,0 x 490,0			
Čisti dP [Pa]	22					
Umazani dP [Pa]	200					
Vrata s tečaji in kljuko		dimenzije [mm]	500,0 x 550,0			
priključek	E	dimenzije [mm]	1.870,0 x 550,0			

grelnik		200,0 mm	1,04 m2	93,00 kg	19 Pa
Pretok [m3/h]	4.160	medij	voda		
hitrost zraka [m/s]	1,43	pretok medija [l/s]	0,4470		
zrak vstop [gC]	20,00	Medij vstop [gC]	38,00		
zrak izstop [gC]	28,00	Medij izstop [gC]	32,00		
zrač. pad. tlaka [Pa]	18	padeč tlaka medija [kPa]	21,25		
moč [kW]	11,15				
HW 12 3329S2.0 14T1727 2R 4C7X1 CuAl V1 20Fe 3850Fz90 35.11.12 KSH— N - - -		lamle	AL/-		
cevn. vrste	2	cevn. vrste	CU		
medl. razdalja [mm]	2,0	zbiralna cev	JEKB		
izstopni priključ	DN 0 3/4	Okvir	POCP		
Removable panel		dimenzije [mm]	110,0 x 550,0		
regulacijska žaluzija:	dimenzije [mm]	1.870,0 x 550,0 x 125,0			
vrsta pogona	motorni pogon	vrtljni moment [Nm]	3,540	padeč tlaka [Pa]	1
Št. Ročic	1	hitrost zraka [m/s]	1,12	Tip	Arosio 125
jadrvinasti nastavek	POCP	Temp. [gC]	80,0	dimenzije [mm]	1.870,0 x 550,0 x 150,0

Bazni profil	\$100	material	AL	izoliran	ne
		višina [mm]	100,0	varjen	ne

dobavne enote

	št.	širina	višina	dolžina	teža
	1	1.970,0	650,0	790,0	181,00
	2	1.970,0	1.055,0	810,0	241,00

Slika 17: Predlog izbire klimatske naprave za odvajanje zraka

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

 systemair	Systemair d.o.o. PE Ljubljana Bmčičeva ulica 41c Ljubljana info@systemair.si telefon + 386 (0)1 200 73 50 fax + 386 (0)1 423 33 46		ponudba z dne projekt pozicija
	naročnik Systemair d.o.o.		Datum tiska Office / Agent

Tip Certifikati	ISO 9001 & CE			izvedba izvedba Energy class	standard notranja izvedba
Thermal efficiency	%	min	2016 67 %	2018 73 %	
SFPint	0	maks	0	0	
ErP			ne	ne	

dovod							
velikost	KA 6/3	količina	1	debelina pokrova [m]	50,0	izolacija	MW
Pretok [m3/h]	10.270	dolžina [mm]	810,0	mat. pokrova znotraj	POCP	debelina [mm]	0,80
zun.tlak [Pa]		širina [mm]	1.970,0	mat. pokrova zunaj	POCP	debelina [mm]	0,80
Tot. tlak [Pa]		višina [mm]	1.055,0	mat. pokrova dno	POCP	debelina [mm]	0,80
Airspeed [m/s]	1,60	teža [kg]	241,00	vodila	POCP		
				profili	AL		

Filter		590,0 mm	3,57 m2	110,00 kg	121 Pa
Tip	FV-85-500	dolžina vreče [mm]	500,0		
razred	F7	površina filtra [m2]	16,71		
Pretok [m3/h]	10.270	celice št. x velikost [mm]	3 x 592,0 x 592,0		
Čisti dP [Pa]	41		3 x 592,0 x 287,0		
Umazani dP [Pa]	200				
Vrata s tečajji in kljuko		dimenzije [mm] 500,0 x 955,0			
priključek E		dimenzije [mm] 1.870,0 x 955,0			

grelnik		220,0 mm	1,33 m2	131,00 kg	27 Pa
Pretok [m3/h]	10.270	medij	voda		
hitrost zraka [m/s]	1,93	pretok medija [l/s]	1,1050		
zrak vstop [gC]	20,00	Medij vstop [gC]	38,00		
zrak izstop [gC]	28,00	Medij izstop [gC]	32,00		
zrač. pad. tlaka [Pa]	25	padec tlaka medija [kPa]	19,84		
moč [kW]	27,52				
HW 12 3329S2.5 26T1707 2R 9C5X1 CuAl V1 32Fe 4050Fz110 35.11.12 KSH--- N ---		lamle	AL/-		
cevnne vrste	2	cevnne vrste	CU		
medl. razdalja [mm]	2,5	zbiralna cev	JEKB		
izstopni priključ	DN 1 1/4	Okvir	POCP		
Removable panel		dimenzije [mm] 130,0 x 955,0			
regulacijska žaluzija:		dimenzije [mm]	1.870,0 x 955,0 x 125,0		
vrsta pogona	motorni pogon	vrtilni moment [Nm]	6,370	padec tlaka [Pa]	2
Št. Ročic	1	hitrost zraka [m/s]	1,60	Tip	Arosio 125
jadrovinasti nastavek		POCP	Temp. [gC]	80,0	dimenzije [mm] 1.870,0 x 955,0 x 150,0

Slika 18: Predlog izbire klimatske naprave za dovajanje zraka

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

4.2 Zakonodaja in standardi za klimatske naprave

Iz opisa konstrukcijskih dejavnosti izhaja, da je pri tej dejavnosti treba upoštevati zakonodajo, to je veljavne standarde, odredbe in smernice. Glavni predpisi bodo navedeni v nadaljevanju. Kot že omenjeno, je krovni predpis Pravilnik o varnosti strojev (Ul. RS, št. 75/2008) (Ul. RS, št. 75/08, 66/10, 17/11 – ZTZPUS-1 in 74/11, 2008), ki v celoti povzema vsebino Direktive o varnosti strojev **2006/42/EU**. Njen namen je zagotoviti, da se v promet in s tem v uporabo predajo le v največji možni meri varne naprave.

- **SIST EN 13779:2007** - Prezračevanje nestanovanjskih stavb – Zahtevane lastnosti za prezračevalne naprave in klimatizirane sisteme. (Standard SIST EN 13779, 2007)

Standard SIST EN 13779 določa zahteve za prezračevalne in klimatizacijske sisteme. Predpisuje zmogljivost ventilatorjev, ki jo definira kot specifično moč ventilatorjev (SPF Specific Fan Power) z izrazom

$$SPF = \frac{P}{q} \text{ Ws/m}^3$$

kjer je:

P - moč za pogon ventilatorja [W]

Q - izhodna količina zraka [m³/s]

Specifične moči razdeli v razrede od SPF-1 (do 500 Ws/m³) do SPF-7 (do 4500 Ws/m³), ki so pomembni za izpolnjevanje zahtev drugih direktiv.

- **Tehnična smernica TSG-1-004:2010** - Učinkovita raba energije (s postopkom preračunov) (Tehnična smernica TSG-1-004:2010, 2010)

Obravnava učinkovito rabo energije (URE), smernice in rešitve za potrebne ukrepe za smotrno rabo energije v zgradbah in pripadajočih postrojenj.

V poglavju 5 so obdelane hladilne naprave. V alineji (6) predpisuje učinkovitost ventilatorjev s specifično močjo po EN 13779 in ta ne sme presegati razreda SFP 4 za naprave za vtok zraka in razreda SFP 3 za odtok zraka. Enako velja za prezračevalne sisteme, ki so obravnavani v poglavju 6.

Predpisuje tudi zahtevan pristop, analitične enačbe ter obseg in vsebino dokumentacije, ki dokazuje skladnost s smernico.

V poglavju 9 je navedena metodologija za določanje energijskih lastnosti stavbe in mnogih toplotnih in energijskih preračunov.

Prikazan je način izračuna mesečnih računskih obratovalnih ur ogrevalnega in hladilnega sistema, potrebne toplote / hlada pri prezračevalnih sistemih, dovedene energijo za hlajenje, za sisteme HVAC (Heating, ventilation and air conditioning).

- **SIST EN 13053:2007+A1:2011** – Prezračevanje stavb – Klimati - Ocenitev in lastnosti klimatov, sestavnih delov in sekcij (Standard SIST EN 13053+A1, 2007)

Lastnost klimatskih naprav in njihovih sestavnih delov, ki so del prezračevalnega sistema, ter metode za njihovo ocenjevanje so določene v standardu EN 13053. Predpisuje energijsko učinkovitost in v ta namen definira razrede učinkovitosti vrste parametrov.

- **SIST EN 1886:2008** – Prezračevanje stavb – Centralne enote za prezračevanje - Mehanske lastnosti in merilni postopki (Standard SIST EN 1886, 2008)

Obravnava tudi termično zaščito stavb in naprav.

- **DIN 1946-4** - Raumluftechnik - Teil 4: Raumluftechnische Anlagen in Gebäuden und Räumen des Gesundheitswesens (Naprave za pripravo zraka in prezračevanje stavb in prostorov v zdravstvu) (Standard DIN 1946-4, 2017)

Awbi (Awbi, 1991) v svojem delu po tem standardu določa tri kvalitete prostorov: kvaliteta prostorov I (OP trakti, lekarne – priprava zdravil, sterilni prostori, intenzivna terapija, itd.), kvaliteta prostorov II (laboratoriji, ambulate, intenzivne nege, sanitarije in garderobe za osebje, fizioterapije, infekcijski oddelki, itd.) in kvaliteta prostorov III (servisi, skladišča, administracija, centralne garderobe, itd.).

Določena stopnja kvalitete prostora pomeni predvsem zahtevo po doseganju določene kvalitete in čistosti zraka.

Definira: Materiale, ki se smejo uporabljati, na kaj morajo biti odporni, česa ne smejo emitirati, kako morajo biti antikorozijsko zaščiteni, vpliv vlage, dostopnost.

Na podoben način ureja opremljanje zdravstvenih prostorov z napravami za prezračevanje in hlajenje tudi prostorska tehnična smernica **TSG–12640-001:2008 Zdravstveni objekti**. (Tehnična smernica TSG-12640-001:2008, 2008)

- **Uredba o tehničnih zahtevah za okoljsko primerno zasnovu proizvodov, povezanih z energijo (Ul. RS, št. 76/2014)** (Ul. RS, št. 76/14, 2014)

Ta uredba določa tehnične zahteve za okoljsko primerno zasnovu, ki jih morajo izpolnjevati proizvodi, povezani z energijo, da se lahko dajo na trg oziroma v uporabo in se lahko prosto tržijo, v skladu z Direktivo 2009/125/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. oktobra 2009 o vzpostavitvi okvira za določanje zahtev za okoljsko primerno zasnovu izdelkov, povezanih z energijo.

- **Uredba KOMISIJE (EU) št. 1253/2014 z dne 7. julija 2014** (Uredba komisije (EU) št. 1253/2014, 2014)

Uredba opredeljuje izvajanje Direktive 2009/125/EU Evropskega parlamenta in Sveta glede zahtev za okoljsko primerno zasnovu prezračevalnih enot. Iz Direktive 2009/125/EU izvzema male in enostavne naprave do 30 W moči, loči tudi naprave za individualne stanovanjske od nestanovanjskih naprav.

Evropska direktiva 2009/125/EG je pripravila okvir za določanje zahtev za okolju prijazno zasnovu izdelkov, povezanih z porabo energije. Znana je tudi pod imenom “Energy-related Products (ErP) Directive” ali Ecodesign.

Za vse »Nestanovanjske prezračevalne naprave« ki niso namenjene stanovanjskemu prezračevanju in imajo pretok zraka večji od 250 m³/h, velja Uredba (EU) 1253/2014.

Uredba 1253/2014 predpisuje ukrepe, ki bodo omogočili doseči energijske cilje, ki si jih je do leta 2020 zadala EU. Vsebuje dve stopnji, in sicer stopnjo 2016 in 2018. S 1. januarjem vsakokratnega navedenega leta stopijo v veljavo najvišje vrednosti porabe energije, ki so za

naprave dovoljene. Naprave, ki teh zahtev ne bodo izpolnjevale, ne bo dovoljeno vgrajevati v evropske objekte. Doseganje teh vrednosti je zahtevno.

- **VDI 6022** - Raumluftechnik, Raumluftqualität (Naprave za prezračevanje - kvaliteta zraka v prostorih) (Smernica VDI 6022, 2017)

Smernica Združenja nemških inženirjev je priznan dokument, ki opredeljuje sodobno stanje tehnike. Kot takšen služi tudi za presojo, v kolikšni meri so izpolnjene zahteve standardov in direktiv.

- **VDI 2078** – Preračun termične obremenitve in temperatur prostorov (zasnova hlajenja in letna simulacija) (Smernica VDI 2078, 2015)

Podaja osnove preračunov, testne primere, vrednosti koeficientov in validacijo dobljenih rezultatov.

- **SIST EN 12831:2004** - Grelni sistemi v stavbah - Metoda izračuna projektne toplotne obremenitve (Standard EN 12831, 2004)

Opredeljuje tudi izračun toplotnih izgub na osnovi okoljskih in prostorskih parametrov.

4.3 Faza konstrukcije klimatske naprave

Razvijanje in konstruiranje klimatskih naprav poteka na več ravneh.

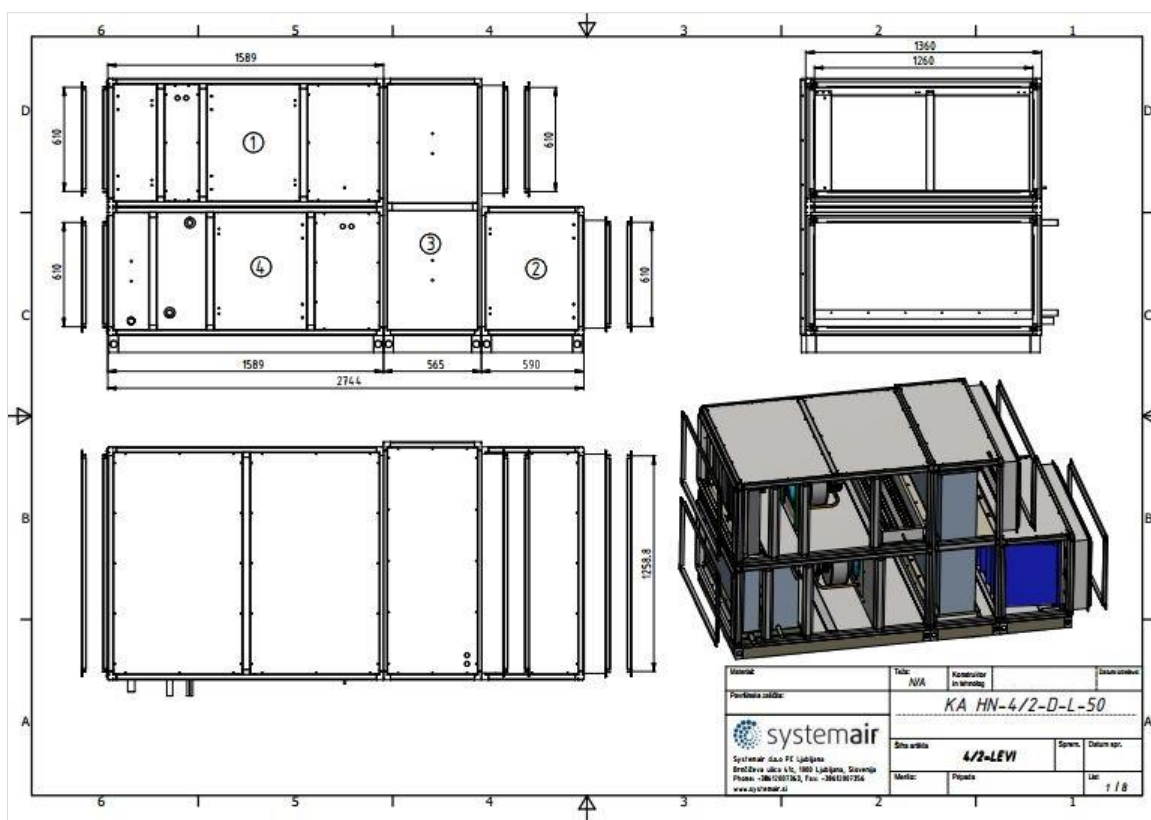
4.3.1 Primarni razvoj

Na primarni ravni je naloga razvoja ustvariti modularno organizirano vrsto klimatskih naprav, ki bo zadostila čim večjemu številu aplikacij. Cilj te dejavnosti je, da so za izbor in določanje elementov klimatskih naprav na voljo moduli, ki jih v primeru konkretnega naročila ni potrebno

bistveno prilagajati zahtevam projekta. Rezultat primarnega razvoja so načrti sklopov in posameznih pozicij, kosovnice, regulacijske sheme, navodila in katalogi postrojenj.

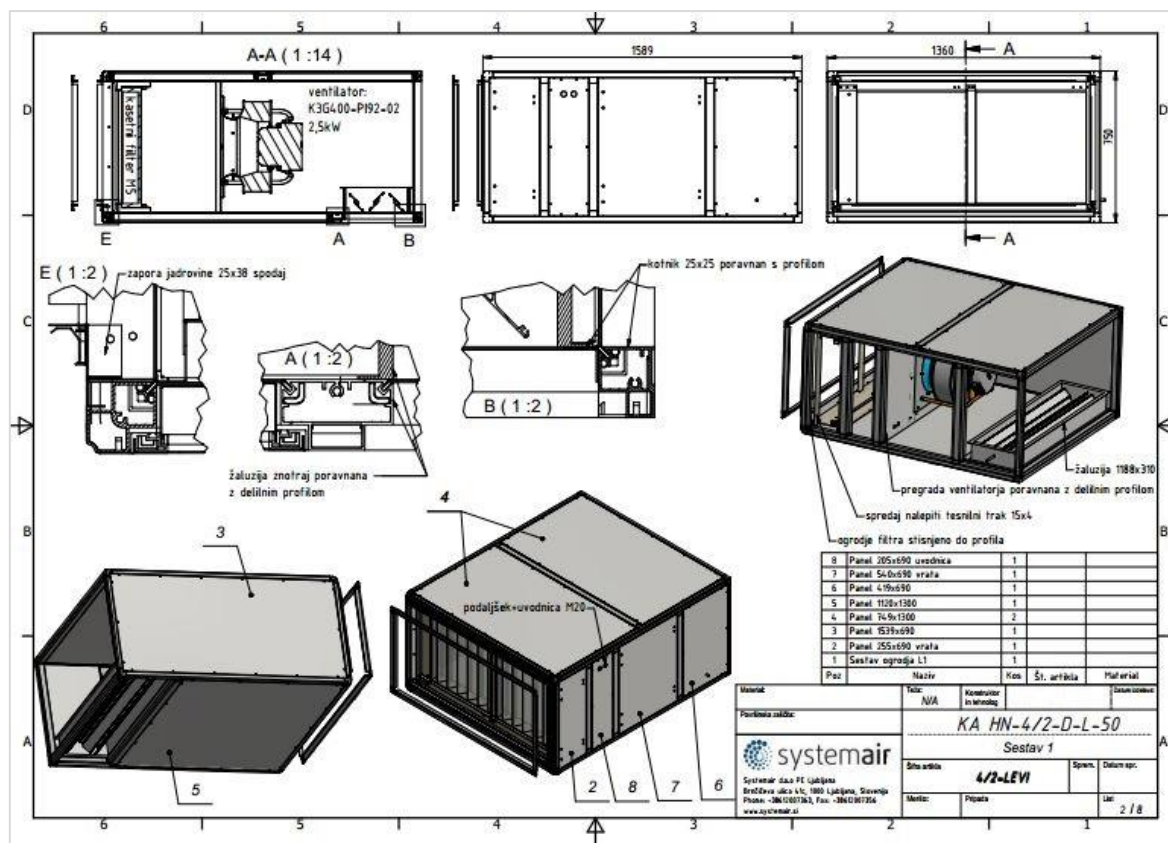
Bistveno je tudi, da te rešitve, konstrukcije in posamezni moduli ustrezajo veljavni zakonodaji. To je na tej ravni najpomembnejše. Samo z napravami, ki zadoščajo zahtevam direktiv, smernic, priporočil in standardov, ki veljajo za področja, kamor želimo postrojenja prodati, smo akvizicijsko lahko uspešni in dovolj hitri za prijave na razpise in za realizacijo kasnejšega naročila. Časovnice projektov in dobavnih rokov so vse krajše, ocena proizvajalca na trgu pa sestoji v dobršnem delu iz ocene dosežene kakovosti in zanesljivosti dobavnega roka.

Poleg nedvoumne zahteve po kakovosti izdelovalnih toleranc, ki se navedejo v načrtih za izdelavo, sodi v obseg primarnega razvoja tudi definiranje potrebnih meritev parametrov izgotovljene naprave in postopka, kako in pod kakimi pogoji se naj meritve izvršijo.



Slika 19: Sestavna risba klimatske naprave

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)



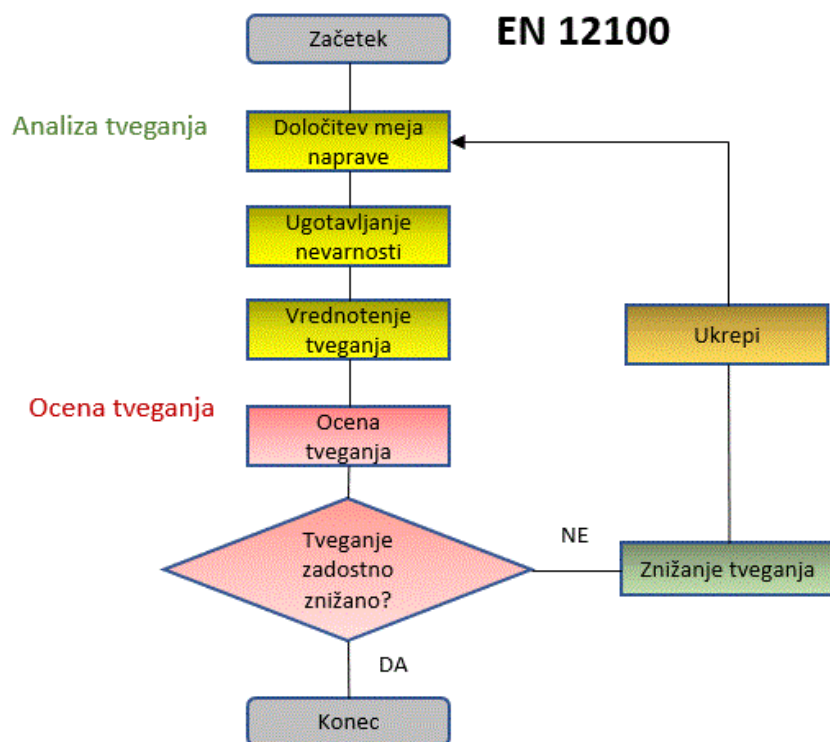
Slika 20: Risba posameznega dela klimatske naprave

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

Primarni razvoj zahteva torej poleg obvladovanja konstruiranja tudi poglobljeno znanje o regulativi in mora zagotoviti dovolj veliko in kompatibilno paleto posameznih gradnikov – modulov – hladilnih naprav.

Pomemben del primarnega razvoja je tudi izdelava analize tveganj, ki izhajajo iz naprave. Izdelavo te zahteva Odredba o varnosti strojev 2006/42/EU, izvesti jo je treba po smernicah standarda SIST EN 12100:2011.

Analiza mora zajemati vsa tveganja, ki lahko izhajajo iz delovanja, namestitve, popravila in odstranitve/razgradnje naprave. Postopek odpravljanja nevarnosti je treba iterativno ponavljati, dokler ni dosežena stopnja, ki zagotavlja varno delo. Če z ukrepi ni mogoče preprečiti tveganja, je treba na nevarnost opozoriti v navodilu naprave.



Slika 21: Analiza tveganja

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

Omejiti je treba bodisi meje uporabnosti naprave in/ali navesti opozorila in ukrepe za zmanjševanje nevarnosti. Analiza tveganja in izvedeni ukrepi za zmanjševanje tveganja pri delu z napravo so osnova za izdajo potrdila o ustreznosti CE, ki upravičuje domnevo, da je naprava zasnovana, izdelana in predana v obratovanje v skladu z uporabljenimi standardi, direktivami in smernicami EU.

Izjavo o ustreznosti CE je za vsako napravo dolžna izdati in podpisati pooblaščen oseba proizvajalca, za celoten objekt pa pooblaščen oseba nosilca projekta – pravne osebe, ki celoten objekt preda v obratovanje.

4.3.2 Projektno konstruiranje

Ne glede na težnje po dovršeni modularnosti na ravni primarnega razvoja je za potrebe kupcev in projektov potrebno naprave prilagoditi zahtevam projekta. Prilagoditev se lahko vrši na več načinov. Če je proizvajalec postrojenja hkrati tudi ponudnik in skrbnik kompletnega projekta,

se vsa aktivnost projektnega konstruiranja izvede pri njem. Pogosto pa so nosilci ali vodje projektov neodvisne družbe, ki jih izbere investitor. V tem primeru je proizvajalec hladilne naprave dobavitelj. Ker pa nosilec projekta potrebuje tudi podrobne podatke o napravi in ker je skoraj vedno potrebno vsaj vmesnike (pritrditve, nosilce naprave, detajle vgradnje, itd.) prilagajati strukturnim in gradbenim danostim, odpade na proizvajalca tudi znaten delež projektnega konstruiranja.

Ne glede na zgoraj navedeni možnosti pa pade na proizvajalca zelo pomemben del projektnega konstruiranja: konfiguriranje naprave, oziroma izbor razpoložljivih standardnih modulov, definiranje morebitnih modificiranih in konstruiranje morebitnih potrebnih novih delov, ki v najboljši meri ustrezajo predvidenemu projektu in njegovim danostim. Tudi za ta del je treba izvesti analizo tveganja, seveda v obsegu, ki se nanaša na spremembe in morebitne nove dele. Tudi proizvajalec, v našem primeru Systemair d.o.o., mora prejeti vse potrebne podatke o objektu, v katerega bo hladilna naprava vgrajena. S standardom ISO 9836 so opredeljeni indikatorji objekta/stavbe, ki morajo biti navedeni: geografsko področje, volumenski parametri, energijski razred, nevarnosti itd.

Ti podatki so osnova za definiranje/konfiguriranje potrebnih modulov klimata, ki bo uporabljen za potrebe projekta. Za izvedbo preračunov glavnih lastnosti in parametrov, izbor modulov in definiranje obsega uporablja podjetje Systemair d.o.o. lasten računalniški program AirCalc.

Četudi proizvajalec ni sestavljavec projektne mape, je dolžan nosilcu projekta dati na razpolago vse dokumente, ki so predpisani z obsegom in vsebino dokumentacije projekta. Ti podatki so sestavni del projektne mape proizvajalca naprave v skladu z Odredbo o varnosti strojev (2006/42/EU).

4.4 Faza izdelave tehnološke dokumentacije

Tehnološka dokumentacija združuje več dokumentov, ki vsebujejo podatke o materialu in o delovnih operacijah, ki so potrebne za obdelavo materiala ali montažo sestavnih delov v proizvod.

Pri vsaki operaciji se določi kje, kako, s čim in v kakšnem času bo ta izvedena. Oblika, vsebina in čas tehnološke dokumentacije so odvisne od posamezne proizvodnje.

Dokumentacija določa, kaj vse se z vsakim elementom izdelka na njegovi poti skozi celoten proces izdelave dogaja ter označuje potrebne materiale in postopke izdelave oziroma montaže določenega izdelka oz. njegovega sestavnega dela. (Marn, 1996)

Tehnološka dokumentacija za proizvodnjo klimatskih naprav v podjetju Systemair d.o.o. zajema naslednje dokumente:

- **delovni nalog**

Je dokument, ki vsebuje zaporedno številko, številko in naziv artikla, na katerega se delovni nalog nanaša, datum izdaje in pričakovane realizacije artikla, stopnjo prioritete ter datum začetka in zaključka postopka v proizvodnji.

V delovnem nalogu je razvidna vsa kosovnica, šifra posameznih materialov oz. polizdelkov in njihova količina. Navedene so tudi vse delovne operacije in predviden čas trajanja le-teh.

S pomočjo podatkov na delovnem nalogu se določa strošek podjetja za posamezni proizvod.

- **krojne skice**

So risbe v digitalni obliki formata DXF. Vsebujejo podatke o koordinatah posameznih točk pozicije, ki jih lahko neposredno digitalno uporabimo za izdelavo programa za računalniško voden stroj za prebijanje in lasersko rezanje, ali pa jih posluževalec stroja sproti vnese v računalniški del stroja. V obeh primerih stroj na osnovi vnesenih podatkov operacijo izvede samodejno.

- **risbe za izdelavo polizdelkov in komponent za vgradnjo**

Te risbe so formata PDF. Namenjene so izvrševanju operacij, ki zahtevajo delno ali popolno človeško izvedbo.

- **tabele oz. risbe za razrez profilov**

Te tabele določajo dimenzijo, količino, obliko in material profilov, ki so potrebni za sestavo posameznih vgradnih komponent.

- **konstrukcijske risbe**

Zajemajo skupno risbo klimatske naprave, risbe posameznih modulov oz. enot, podsestavne risbe ter risbe za sestavo posameznih vgradnih komponent.

- **tedenski terminski plan**

Izdaja se tedensko in opredeljuje količino proizvodov ter predviden čas, ki bo porabljen za izdelavo le-teh v proizvodnji.

DELOVNI NALOG				Datum	Str	
				17-09-25	1 / 1	
Št del nal	Št naroč	Prior	Dat zač	Dat zak	Naroč kol	EM
1003253492	5		171027	171107	1	Pcs
Št artikla				Št del nal		
B603075				1003253492		
Naziv artikla				Št artikla		
B603075 AHU-Supply unit SI				B603075		
Št risbe						
Posebnost						
Opomba						
KA HSI - 3/1,5 - S -R- 50 4348						

POZ	Šifra mat	Oznaka mat	Količina	Izmet	Rezerv kol	Dat rez
Op	Del op	Oznaka operac			Čas izdelave	Dat zač
1	930367	Ploc Fe-51Zn 0,8x1500x3000	0	115,200 kg	171027	
2	930433	Ploc Fe-51Zn 1,5x1250x2500	0	18,000 kg	171027	
3	931427	Ploc Fe-52Zn 2x1250x2500	0	25,00 kg	171027	
1	1PLAS	Rezati kose		1,63	171027	
2	1UPOG	Upogniti		2,05	171027	
5	938758	Profil Al TH5050-000 THOR	0	13 kg	171030	
7	938760	Profil Al TH5052-000 THOR	0	10 kg	171030	
15	938752	Profil Al PB 100A	0	10 kg	171030	
16	971563	Profil PVC TH5060-Sys-MB	0	30 m	171030	
17	938753	Profil Al PS100.S.00 LAMELA	0	4 kg	171030	
18	938754	Profil Al PS110 SP/2G	0	3 kg	171030	
19	938755	Profil Al PS120 L/D	0	2 kg	171030	
22	939181	Profil za prirob W30 DUROFLEX	0	12 m	171030	
6	1PRES	ŽAGATI PROFILE, PLASTIKE		2,08	171030	
7	6KLIM	Sestava priključkov		1,58	171031	
82	938665	LEPILO POLIV.MITOPUR A3 663313	0	5 kg	171031	
83	938666	LEPILO POLIV.MITOPUR kom BB7	0	1,0 kg	171031	
85	939042	Izol PBE LXP 1200x1000x48	0	7,500 m2	171031	
87	938824	Izol KDL 035 GWB 1000x600x100	0	3 m2	171031	
11	6KLIM	Sestava panelov: izol prof		4,25	171031	
92	938613	FLT KAS KA-40/6 G4 592X490X98	0	1 Pcs	171102	
93	938614	FLT KAS KA-50/4 F5 287X490X98	0	1 Pcs	171102	
94	938622	FLT KAS KA-85/7 F7 592X490X98	0	1 Pcs	171102	
95	938620	FLT KAS KA-85/7 F7 287X490X98	0	1 Pcs	171102	
106	939452	Vent kom K3G355-PJ75-05	0	1 Pcs	171102	
115	938686	Dumbo	0	16 Pcs	171102	
120	939182	Platno za EP EVS 80 DUROFLEX	0	6,00 m	171102	
125	938651	Kljuka	0	6 Pcs	171102	
128	938699	Osovina PFE1900000	0	1 Pcs	171102	
158	938800	Spojka THFG 503228	0	14 Pcs	171102	
165	938820	Tecaj CE55R-D030 - THOR	0	6 Pcs	171102	
170	938829	Tesnilo GUAR-00005	0	12 m	171102	
192	938482	Trak tesnil FLEX 15x4 EPDM	0	6 m	171102	
195	938483	Trak tesnil 6x15x10m ASTORflex	0	30,00 m	171102	
207	938871	Kotnik THFG503028 THOR Nylon	0	8 Pcs	171102	
209	964408	Vogalnik panela THOR	0	40 Pcs	171102	
210	939183	Vogalnik za EP H30 DUROFLEX	0	16 Pcs	171102	
212	938866	Kotnik B100000000 PB 100A PROF	0	4 Pcs	171102	
213	965275	Kotnik podstavka profil THOR	0	18 Pcs	171102	
215	938876	Zapir B390000000 PANEL STOP	0	5 Pcs	171102	
216	938879	Blokator dvojni	0	1 Pcs	171102	
218	938883	Set za žaluzije	0	5 Pcs	171102	
17	6KLIM	Sestava klimata		13,42	171102	
22	4EMBA	Embalaza, pakiranje v les		0,83	171106	

Slika 22: Primer delovnega naloga

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

4.5 Faza izdelave polizdelkov

Izdelava ter sestava polizdelkov in vgradnih komponent poteka na oddelku polizdelkov in delno na oddelku sestave klimatskih naprav.

Polizdelki so vse posamezne sestavne komponente klimatske naprave. Mednje uvrščamo:

- plastične, jeklene in aluminijaste profile in lamele,
- podstavke ali nosilce,
- panele,
- vgradne komponente (npr. vodila, nosilci, ventilatorske stene ipd.),
- priključke.

Aluminijasti (ALU) in plastični (PVC) profili ter lamele se režejo na krožnih žagah. Tip profila in njegova dolžina sta navedena v tehnološki dokumentaciji. PVC profili se uporabljajo kot okvirji panelov, pokrovov in vrat, plastične lamele pri eliminatorjih vodnih kapljic. Iz ALU profilov se sestavljajo ogrodja klimatskih modulov, okvir eliminatorja in regulacijske žaluzije, pri določenih izvedbah pa tudi nosilci posameznih modulov oz. klimatske naprave.

Iz pocinkanih jeklenih profilov, rezanih na tračni žagi, je sestavljen elastični priključek. Vsa sestava teh polizdelkov se izvaja na oddelku sestave.

profil TH5050-000
938758

L	KOSOV
1870	4
955	2
720	8
550	2
skupaj	m
16,25	

profil TH5051-000
938759

L	KOSOV
1870	4
955	2
550	2
skupaj	m
10,49	

profil TH5052-000
938760

L	KOSOV
935	1
530	1
skupaj	m
1,465	

vsi profili BREZ plastike

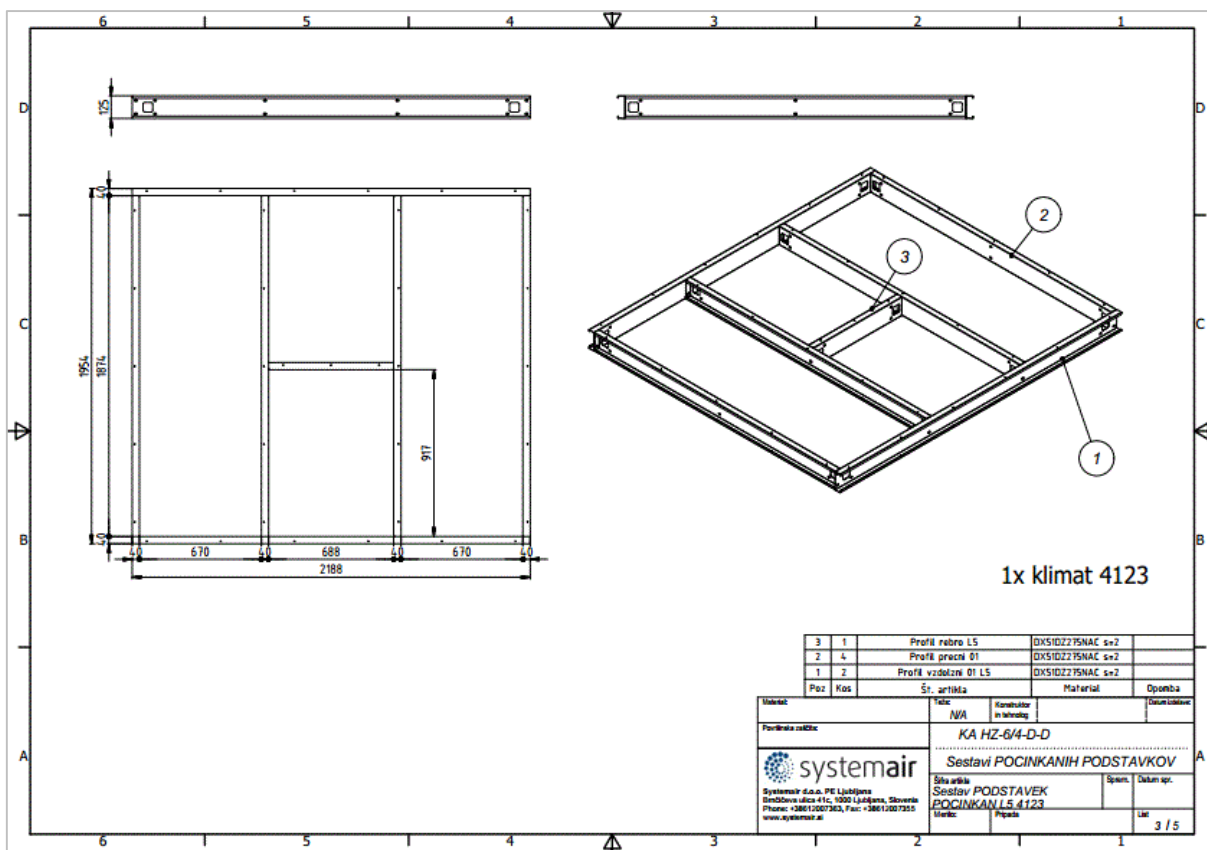
TOLERANCA RAZREZA $L \pm 0,5\text{mm}$

Modelat	Telce	Konstruktor	Datum izdelave
Planirana različica	N/A	in tehnološki	
Systemair d.o.o. PE Ljubljana Siročeva ulica 41c, 1000 Ljubljana, Slovenija Phone: +386(0)7195, Fax: +386(0)713340 Mobile: +386(0)31252			
Slika artikla		Specifični	Datum apr.
Material	Priprava	Let	1 / 3

Slika 23: Primer dokumentacije za razrez profilov za ogrodje

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

Jekleni podstavki se najprej režejo na stroju za laserski razrez in se nato upogibajo na upogibnem stroju. Aluminijasti podstavki so sestavljeni iz profila in vogalnikov. Tudi vsi podstavki ali nosilci se sestavljajo na oddelku sestave.

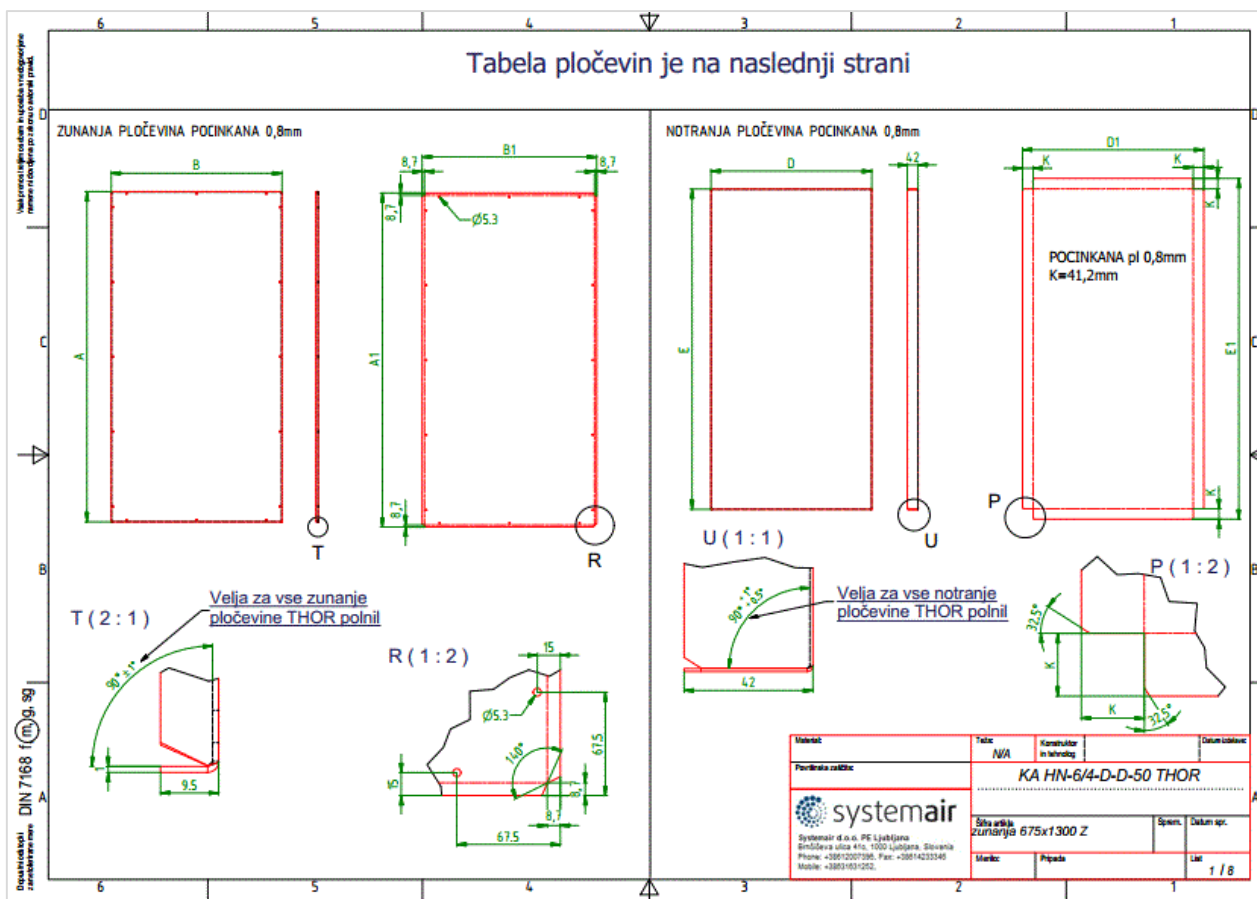


Slika 24: Primer risbe za sestavo podstavka

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

Panel je sestavljen iz notranje in zunanje pločevine, ki ju loči izolacija iz kamene volne. Obe pločevini sta po zunanjem robu spojeni s plastičnim okvirjem z utorji. Notranja in zunanja pločevina se namažeta z lepilom v razmerju 1:4, pri čemer je zmes sestavljena iz 25 % trdilca in 75 % lepila.

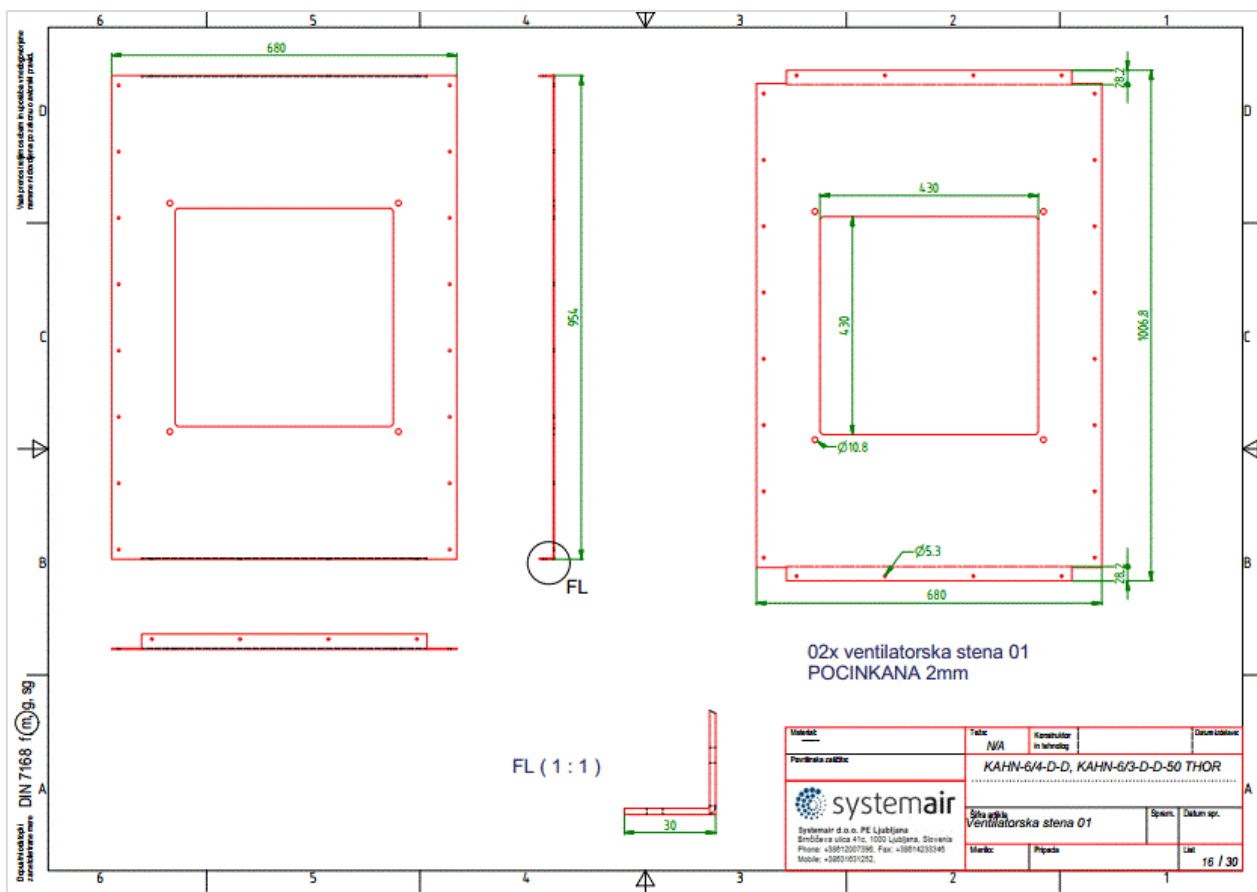
Paneli se, zloženi eden na drugega, obtežijo z namenskimi utežmi in pusti sušiti vsaj 15 ur. Tako kot ogrodja iz profilov in podstavki, se tudi paneli izdelujejo na oddelku sestave.



Slika 25: Risba za upogibanje pločevin panela

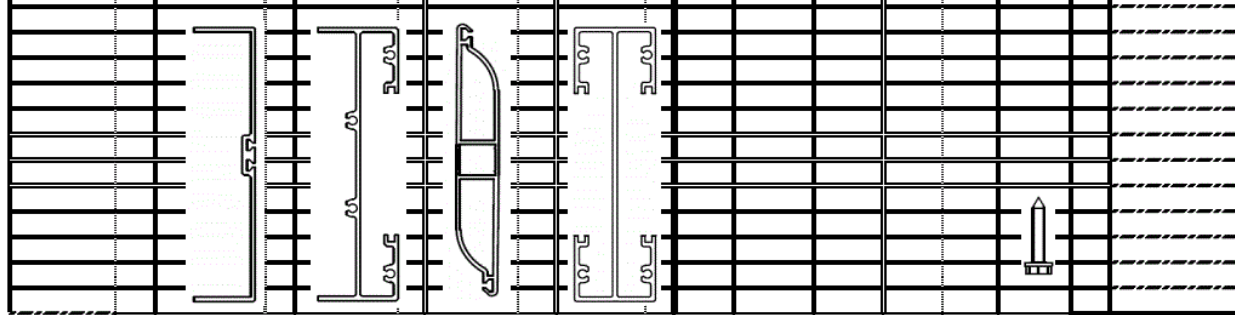
Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

Vgradne komponente se režejo na stroju za laserski razrez ali prebijalki, odvisno od materiala. V zahtevane forme in oblike se jih upogiba na upogibnih strojih. Določene vgradne komponente se pred vstavitvijo v klimatsko napravo sestavlja v ogrodja, okvirje ipd., nekatere pa se sestavlja v klimatski napravi.



V kategorijo priključkov sodijo eliminatorji, regulacijske žaluzije in elastični priključki. Sestavljeni so iz jeklenih, aluminijastih in plastičnih profilov in lamel.

56

Dimenzija rešetke	Kom	Spodaj / zgoraj PS110 938754 rezati -0 +0.5	kos	Levo / desno PS120 938755 rezati -0.5 +0	kos	Lamela PS100 938753 rezati -0.5 +0	kos	Vmesni profil PS130 938756 rezati -0.5 +0	kos	Zobnik + ploščica CPS93000	Distančnik S.600000	Ročica MPS9300	Tesnilo GUAR 0005 938829	Meter	Vijak 4x25	Osovina Kos	Projekt
1870 x 910	1	1940	2	911,5	2	915,0	18	911,5	1	18	8	0	1791	71,1	12	1	4124
1870 x 510	1	1940	2	511,0	2	915,0	10	511	1	10	8	0	1791	41,1	12	1	4124
																	
Σ	2		4		4		28		2	28	16				24	2	

Slika 27: Primer tabele za razrez profilov za žaluzijo

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

4.6 Faza sestave klimatske naprave

Sestava klimatske naprave je zadnja faza pred predajo izdelka v uporabo. Ta se odvija na oddelku sestave klimatskih naprav. Za sestavo klimatske naprave skrbi več delavcev, ki opravljajo različne naloge. Ena skupina je zadolžena za sestavo priključkov, druga za izdelavo panelov, tretja pa za sestavni proces klimatske naprave. Delavci se po potrebi med skupinami izmenjujejo.

Vsaka sestava klimatske naprave se začne z izdelavo panelov (glej točko 4.5). Pri tem je treba upoštevati, da mora biti pločevina panela razmaščena in čista, panel pa mora biti zaprt še pred delovanjem nanešenega lepila, tj. v 30. minutah od priprave lepilne mešanice.



Slika 28: Primer sestave panelov

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

Medtem ko ena skupina sestavlja panele, druga že sestavlja ogrodja modulov klimatske naprave. Ogrodje je sestavljeno iz aluminijastih vmesnih in končnih profilov, pri čemer so vmesni na strani spajanja modulov, končni pa na vseh ostalih straneh (na podu, stropu, hrbtu in prednji strani) klimatske naprave.



Slika 29: Primer sestave ogrodja

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

Profile spajajo končni oz. vmesni plastični kotniki. Ko so profili modula združeni v kocko, se nanje vijačijo delilni profili s plastičnimi spojniki, ki med seboj ločujejo fiksne panele, vrata in pokrove. Na pripravljeno ogrodje se najprej zalepi tesnilo, nato pa pritrdijo fiksni paneli z vijaki na dnu. Na te se pričvrsti podstavek. Sledi montaža ostalih fiksnih panelov. Ko so vsi fiksni paneli pritrjeni, se spoje med profili in paneli na notranji strani tesni s kitom. V primeru klimatske naprave zunanje izvedbe se to izvaja tudi na zunanji strani.



Slika 30: Ogrodje s fiksnimi paneli in podstavkom

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

Ko je kocka klimatske naprave pripravljena na ta način, se začne vgradnja vgradnih (npr. vodila, zapore ipd.) in nato še funkcijskih (npr. ventilator, grelec ipd.) komponent. Vgradne komponente se vijajo in kovičijo v kocko po zahtevah in prikazu na sestavni risbi. Ko so te pripravljene, se vanje vstavi ali nanje pritrdi funkcijska komponenta. Vsi spoji med vgradnimi in funkcijskimi elementi morajo biti zrakotesni.



Slika 31: Vgradni in funkcijski elementi (ploščni rekuperator) v enoti

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

Sledi montaža pokrovov, vrat in priključkov klimatske naprave. Pokrovi se pričvrstijo z blokatorji, ki se regulirajo z vijaki, vstavljenimi v vtisne matice. Vrata se s tečaji pričvrstijo na profil ali delilec, žaluzije in elastični priključki pa se pričvrstijo z vijaki.



Slika 32: Primer pričvrščevanja pokrovov z blokatorji

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

Tako pripravljeni moduli klimatske naprave se na posluževalni strani označijo s funkcijskimi in opozorilnimi nalepkami ter logotipom proizvajalca.

Pred odpravo klimatske naprave na zelen objekt, se izvedejo še napeljava električnih kablov, avtomatika in preizkus klimatske naprave. Po čiščenju je klimatska naprava pripravljena za pakiranje in odpremo.



Slika 33: Primer označevanja klimatske naprave

Vir: (Lastna raziskava, 2017)



Slika 34: Transport posameznih modulov klimatske naprave

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

Vsi delavci na oddelku sestave klimatskih naprav pri svojem delu uporabljajo po zakonu predpisana osebna zaščitna sredstva oz. varovalno opremo. K tej sodijo:

- delovni čevlji kategorije S2,
- delovna obleka,
- zaščitne rokavice,
- zaščitna maska (pri izdelavi panelov),
- zaščitna očala in
- zaščita proti hrupu (čepi, slušalke).

Pri sestavi klimatskih naprav se poslužujejo različnih orodij in pripomočkov. Najpogosteje uporabljena so:

- tračni meter,
- globinsko pisalo,
- tapetniški nož,
- kljunasto merilo,
- baterijski vrtalnik,
- baterijski vijačnik,
- kotni vijačnik,
- brusilka,
- orodje za kovičenje,
- orodje za vtiskanje matic ter
- nastavki za vijačenje in vrtanje.

5 TERMINSKI PLAN PROJEKTA

Ob prejemu naročila se je s kupcem treba dogovoriti za možen rok izdelave klimatske naprave. Ta je odvisen od želje kupca, od zasedenosti konstruktorjev, od dobave komponent (naročajo se za vsako klimatsko napravo posebej) in od zasedenosti proizvodnje oz. razpoložljivosti kapacitet.

Za izdelavo proizvodnje dokumentacije klimatske naprave za zahtevni gradbeni objekt je konstruktor porabil šest delovnih dni.

Iz terminskega plana je razvidno, da bi za izdelavo klimatske naprave v proizvodnji porabili 12 delovnih dni.

Pri terminskem planu je potrebno upoštevati tudi dobavo komponent (ventilator, prenosnik, filter, rototerm). Dobava komponent se vrši približno 4 tedne oz. 20 delovnih dni. Vse te komponente naj bi bile dobavljene pred začetkom sestave.

V času čakanja na dobavo komponent se lahko izvede izdelava tehnične dokumentacije in vse ostale tehnološke operacije, ki morajo biti izvedene do sestave klimatske naprave.

Tabela 2: Terminski plan celotnega projekta

Koledarski teden	27					28					29					30					31					32				
Delovni dnevi	P	T	S	Č	P	P	T	S	Č	P	P	T	S	Č	P	P	T	S	Č	P	P	T	S	Č	P	P	T	S	Č	P
Dobava komponent																														
Izdelava teh. dokumentacije																														
Tehnološka priprava																														
Izdelava polizdelkov																														
Sestava																														

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

Tabela 3: Predvideni porabljen čas tehnoloških operacij

	TEHNOLOŠKA OPERACIJA	ČAS (h)	30					31					32				
			P	T	S	Č	P	P	T	S	Č	P	P	T	S	Č	P
1.	Razrez -laserski	7,67															
2.	Upogibanje	18,67															
3.	Varjenje	1,5															
4.	Žaganje profilov plastik	15,93															
5.	Sestava priključkov (žaluzije, eliminator, jadvovine)	22,83															
6.	Sestava panelov; izolacije	16,83															
7.	Sestava klimatske naprave	56,17															
8.	Embalaža, pakiranje	6															

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

Tabela 4: Predvidena dnevna poraba ur po tehnološki operaciji

	TEHNOLOŠKA OPERACIJA	KAPACITETA (h/dan)
1.	Rezanje kosov	7,5
2.	Upogibanje	7,5
3.	Varjenje	1,5
4.	Žaganje profilov (ALU, PVC)	7,5
5.	Sestava priključkov	15
6.	Sestava panelov; izolacije	15
7.	Sestava klimatske naprave	15
8.	Pakiranje	15

Vir: (Systemair d.o.o., 2017)

6 MOŽNA TVEGANJA PROJEKTA

Kot pri vsakem projektu so tudi v tem primeru možna tveganja. Eno ključnih tveganj predstavlja nesporazum v fazi naročanja oz. v komunikaciji med naročnikom klimatske naprave in njenim proizvajalcem. Posledica tega je lahko nepravilna stran posluževanja oz. servisna stran klimatske naprave. Zaradi napačne servisne strani so posledično napačno naročeni tudi funkcijski sklopi klimatske naprave. Nekatere je sicer možno predelati, nekatere je potrebno naročiti znova. Rezultat tega so visoki stroški in podaljšan čas dobave oz. izdelave klimatske naprave.

Drug primer tveganja je nepravilna delitev klimatske naprave zaradi vnosa naprave v objekt. Posledično so lahko posamezni segmenti klimatske naprave večji kot so dimenzije odprtine za vnos naprave. Stroški se znatno povečajo zaradi razdiranja ter vnosa naprave v objekt po segmentih in nato ponovne sestave klimatske naprave.

Napaka se lahko pojavi tudi v fazi izdelave izvedbene dokumentacije in konstrukcije, kar posledično privede do čakalnih ur v delavnici. Znova je treba izdelati nov oz. pravilen sklop. Tudi v tem primeru nastanejo dodatni stroški zaradi materiala in izdelave, rok dobave se posledično podaljša. To lahko pomeni zamudo dobave oz. pogodbene kazni zaradi kasnejše dobave izdelka.

V primeru ugotovitve napake na objektu zaradi napačne sestave ali izdelave posameznega modula na oddelku sestave je potrebna predelava klimatske naprave. V kolikor se napake ne da odpraviti na objektu, je treba modul ponovno izdelati in ga dobaviti na stroške podjetja. Nekaj ugotovitev je navedenih v sklepnem poglavju.

Vsak projekt in vsako podjetje, ki živi na trgu, ima svoje prednosti, priložnosti, slabosti in tudi tveganja, katera je pomembno poznati predvsem s stališča razvoja in strategije podjetja. Sistematičen prikaz teh in njihovo analitično obdelavo omogoča med drugimi analiza SWOT. Analiza SWOT matrike privede do prepoznavanja strategij, ki so potrebne, da se izognemo slabostim in tveganjem oz. da jih obrnemo v prid podjetju.

Oznaka SWOT:

S trengths	Prednosti
W eaknesses	Slabosti
O portunities	Priložnosti
T hreats	Tveganja

Matrika SWOT ima 4 polja:



Slika 35: Analiza tveganja

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

Primer matrike za podjetje Systemair d.o.o.:

Tabela 5: SWOT matrika

Prednosti - prepoznavnost in ugled podjetja, - dobre reference, - lokacija podjetja (LJ in MB), - razpoložljivost surovin, - kvaliteta in sposobnost kadra, - izobraževanje kadra, - spodbujanje kadra z nagradami, - dobri medsebojni odnosi, - izkušnje, - utečenost, - širina proizvodnega programa, - kvaliteta izdelkov, - konkurenčnost proizvodov, - rok dobave, - hitrost in strokovnost, - cena, plačilni pogoji, - fleksibilnost v prilagajanju zahtevam.	Priložnosti - rastoči trg/vstop na nove trge, - daljši plačilni roki, - nove tehnologije, - vedno bolj zahtevni kupci, - možnost strateških povezovanj, - boljša interna organizacija, - razvoj novih izdelkov.
--	--

Slabosti - premajhen prostor (oddelek sestave), - reklamacije, - premalo kadra (oddelek sestave), - občasno opravljanje nadur, - zastarelost posameznih strojev, - neizvajanje del na terenu.	Tveganja - konkurenca, - odhod kompetentnih zaposlenih, - slabše povpraševanje, - dobavitelji in njihova ekonomska moč, - recesija, - padec kupne moči, - spremembe zahtev trga.
---	---

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

Analizo matrike opravimo tako, da prednosti in priložnosti podjetja uporabimo za minimiziranje slabosti in tveganj. Iz te analize izhajajo strategije, ki jih podjetje lahko uporabi za doseg cilja. Strategije so v shematskem prikazu označene z zeleno barvo.

SWOT matrika in izpeljane STRATEGIJE	Oportunities Priložnosti	Threats Tveganja
Strengths Prednosti	Strategije SO Uporaba PREDNOSTI za izkoriščanje PRILOŽNOSTI	Strategije ST Uporaba PREDNOSTI za preprečevanje TVEGANJ
Weaknesses Slabosti	Strategije WO Izkoriščanje PRILOŽNOSTI za premagovanje SLABOSTI	Strategije WT Minimiranje SLABOSTI za Preprečevanje TVEGANJ

Slika 36: Shema analize tveganja

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

Dobimo jih tako, da kombiniramo vsako od obeh vertikalnih polj s horizontalnima. Cilji – kombinacije -, ki jih z analizo pričakujemo, so prav tako navedeni v zelenih poljih strategij. Strategije, ki omogočajo zmanjšati vpliv slabosti in tveganj s prednostmi in priložnostmi podjetja, so prikazane v naslednji sliki. Glavni zaključki so povzeti v sklepni besedi diplomskega dela.

SWOT matrika in iz nje izpeljane STRATEGIJE	Priložnosti rastoči trg/vstop na nove trge, daljši plačilni roki, nove tehnologije, vedno bolj zahtevni kupci, možnost strateških povezovanj, boljša interna organizacija, razvoj novih izdelkov.	Tveganja konkurenca, odhod kompetentnih zaposlenih, slabše povpraševanje, dobavitelji in njihova ekonomska moč, recesija, padec kupne moči, spremembe zahtev trga.
Prednosti prepoznavnost in ugled podjetja, dobre reference, lokacija podjetja (LJ in MB), razpoložljivost surovin, kvaliteta in sposobnost kadra, izobraževanje kadra, spodbujanje kadra z nagradami, dobri medsebojni odnosi, izkušnje, utečenost, širina proizvodnega programa, kvaliteta izdelkov, konkurenčnost proizvodov, rok dobave, hitrost in strokovnost, cena, plačilni pogoji, fleksibilnost v prilagajanju zahtevam.	Izraba prepoznavnosti, ugleda in referenc pri vstopu na nove trge. Kvaliteto, izkušnje in sposobnost kadrov uporabiti za pridobivanje zahtevnih kupcev. Izkoristiti fleksibilnost za možnost strateških povezovanj. Konkurenčnost in širino programa izkoristiti za uvajanje boljše interne organizacije (izziv). Izkušnje in strokovnost izkoristiti za razvoj novih izdelkov. Trg in večje zahteve izkoristiti za uvajanje novih tehnologij.	Prepoznavnost in reference podjetja ter kratke dobavne roke izkoristiti za zmanjševanje vpliva konkurence. Z izobraževanjem kadrov, razvojem novih izdelkov in spodbujanjem kadrov z nagradami zmanjšati odhajanje kompetentnih oseb. Vpliv slabšega povpraševanja zmanjšati s širino proizvodnega programa in dvigom kvalitete. S sposobnostjo kadrov zgraditi verigo zanesljivih dobaviteljev in uvesti sistem njihovega ocenjevanja. S plačilnimi pogoji delovati proti recesiji in padcu kupne moči. S fleksibilnostjo v prilagajanju zadostiti spremembam zahtev trga.
Slabosti premajhen prostor (oddelek sestave), reklamacije, premalo kadra (oddelek sestave), občasno opravljanje nadur, zastarelost posameznih strojev, neizvajanje del na terenu.	Reklamacije in občasno opravljanje nadur zmanjšati z boljšo interno organizacijo. Kader in prostorske razmere prilagoditi razvoju trga. Enako velja za tehnološko opremo. Za izvajanje del pri kupcih na terenu usposobiti zunanje sodelavce ali svoje stalne ekipe.	S strokovnimi in organizacijskimi ukrepi zmanjšati obseg reklamacij. Kapacitete prilagoditi tržnim in razvojnim razmeram, s tem se bistveno zmanjša tudi opravljanje nadur. Tehnološko opremo posodobiti in pripraviti na izzive srednjeročne prihodnosti (in tudi za sedanost).

Slika 37: Analiza tveganja

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

7 SKLEP

Ljudje nenehno stremimo k napredovanju in izboljšavam, tako na osebni kakor tudi na poklicni ravni. Enako velja tudi za podjetje in znotraj njega za proizvode in/ali storitve, ki jih podjetje ponuja na trgu. V diplomskem delu sem analiziral proces načrtovanja in izdelave klimatskih naprav v podjetju Systemair d.o.o.

Na oddelku sestave klimatskih naprav je še veliko manevrskega prostora za izboljšave oz. optimizacijo sestave.

Rezultat analize SWOT so strategije, ki bi jih podjetje lahko uporabilo in udejanjilo za doseganje začrtanih ciljev v prihodnosti. Navajam nekaj pomembnejših:

- Podjetje je v svetu znano, je prepoznavno, ugledno in te prednosti mora izkoristiti za pridobivanje novih trgov. Hkrati lahko te prednosti uporabi za zmanjševanje vpliva konkurence.
- Zahtevne kupce, ki potrebujejo tudi bolj kompleksne rešitve, je treba pridobiti z usposobljenimi kadri in kvalitetnim delom. Da ustvarimo pogoje za to, je treba vlagati v izobraževanje in poklicni razvoj kadrov.
- Za ohranjanje in izboljšanje konkurenčnosti je treba pretehtati in sprejeti ukrepe za izboljšanje interne organizacije podjetja. Ta ukrep hkrati pelje v smer zmanjševanja nadur in nepričakovanih kratkoročnih akcij.
- Dodatni ukrepi, tudi organizacija, morajo učinkovati v smislu zmanjševanja reklamacij. Te so nadalje povezane z ugledom in bonitetno oceno podjetja na trgu.
- Večje možnosti uspeha na trgu so povezane z raznovrstnostjo proizvodov. Kadri pa morajo obvladovati vse produkte, ki jih podjetje ponuja. Zato je pomembno, da ključni kader sodeluje tudi pri razvoju novih izdelkov, ki jih trg že zahteva ali predvidevamo, da jih bo.

Prepogosto kadrovske funkcije zmanjšujemo zgolj na ponavljajoče se delovne procese, zanemarimo pa informacije, ki jih imajo zaposleni in so povezane z zadovoljstvom in pričakovanjem strank, s poznavanjem razmer na trgu in pri konkurenci.

- Prostorske in tehnološke danosti je treba prilagoditi možnostim trga. Sodobna orodja so podpora prizadevanjem za boljše kakovost in tudi krajšanju potrebnih izdelovalnih in montažnih časov, kar ima pozitivne učinke na zanesljivost in dolžino dobavnih rokov.

Napake se dogajajo povsod, vsem. Da bi bilo le-teh na oddelku sestave klimatskih naprav čim manj in posledično tudi manj reklamacij izdelkov, bi bilo smotno uvesti nekatere spremembe. Ena od teh je zagotovo kontrolni seznam sestavnih delov klimatske naprave in vgradnje le-teh. Dovolj bi bilo, če bi ta vseboval nekaj opornih točk, kot npr. tip klimatske naprave, seznam vseh funkcijskih enot, komponent ter priključkov ipd.

V primeru takšnega seznama se pri predaji naprave naročniku ne bi moglo zgoditi, da se kakšna komponenta oz. enota v klimatsko napravo ne bi vgradila oz. bi jo po pomoti izpustili. Delovodja bi pred pakiranjem in skladiščenjem naprave še enkrat pregledal vse točke seznama, jih odključal in izdelku tudi na tak način dal »zeleno luč« za predajo.

Takšen kontrolni seznam bi se za vsako klimatsko napravo arhiviral skupaj s tehnološko dokumentacijo in konstrukcijskimi risbami. V primeru morebitnih reklamacij bi se zvrčanje odgovornosti za napako na oddelek sestave zmanjšal in za napako odgovorno osebo bi bilo treba iskati drugje.

Drug predlog je izboljšava orodja, potrebnega za sestavo polizdelkov oz. za sestavo klimatskih naprav. Orodje, ki je delavcem na razpolago trenutno, je vse prej kot slabo, a trg ponuja specifična, nova orodja, ki so enostavnejša in prijaznejša za uporabo. Primer so npr. prijemne sponse, vrtalna ugrezala, merilna sredstva, pripomočki za vstavljanje funkcijskih komponent ipd.

Zagotovo so izboljšave možne tudi pri terminski razporeditvi projektov. To pomeni, da ne bi prihajalo do zamikov dobave izdelkov in posledično plačevanja t. i. kazenskih točk oz. pogodbenih kazni. Na ta način bi se razbremenilo tudi delavce v proizvodnji, ki občasno v času navala naročil delajo tudi nadure.

Z nakupom stiskalnice za izdelavo panelov bi lahko pridobili veliko časa. S tem bi občutno skrajšali čas sušenja lepila v panelih. Ta trenutno traja 15 ur, s pomočjo stiskalnice bi ga razpolovili oz. skrajšali na 4 do 6 ur, odvisno od velikosti in količine panelov. To pomeni, da bi bilo v istem času izdelanih več panelov. Za razliko od trenutne porazdelitve sile na površino panelov s pomočjo uteži, bi s stiskalnico le-to dosegli enakomerno.

Idej za izboljšanje delovnega procesa na oddelku sestave klimatskih naprav je torej kar nekaj. Ker je podjetje Systemair d.o.o. podjetje, ki se na svojem področju nenehno izboljšuje in pri tem upošteva zamisli in predloge svojih zaposlenih in trende, ki se na trgu izkažejo kot dobičkonosni, sem prepričan, da bo del teh v prihodnosti zaživel tudi v praksi.

8 VIRI, LITERATURA

- Avsec, S. (2013). Klimatska naprava. *Gea*, 25-27.
- Awbi, H. B. (1991). *Ventilation of buildings*. London [etc.]: E & FN Spon.
- Biro Petkovski. (2017). Tehnološka dokumentacija.
- <http://www.systemair.com/sl-SI/Slovenia/>. (5. september 2017). Pridobljeno 5. september 2017 iz Systemair d.o.o.: <http://www.systemair.com/sl-SI/Slovenia/>
- <http://www.systemair.com/sl-SI/Slovenia/About-us/>. (2017). Pridobljeno 7. september 2017 iz Systemair d.o.o.: <http://www.systemair.com/sl-SI/Slovenia/About-us/>
- <https://www.systemair.com/globalassets/websites/si/systmair-ka---brief-overview.pdf>. (2017). Pridobljeno 3. oktober 2017 iz Systemair d.o.o.: <https://www.systemair.com/globalassets/websites/si/systmair-ka---brief-overview.pdf>
- Kraut, B. (2001). *Krautov strojniški priročnik*. Ljubljana: Littera picta.
- Labudović, B. (2000). *Priručnik za ventilacijo i klimatizacijo*. Zagreb: Energetika marketing.
- Lastna raziskava. (2017).
- Marn, F. (1996). Tehnična, tehnološka in delovna dokumentacija - osnova planiranja in krmiljenja proizvodnje. Maribor: Univerza v Mariboru, Ekonomsko-poslovna fakulteta.
- Smernica VDI 2078. (2015). *Berechnung der thermischen Lasten und Raumtemperaturen (Auslegung Kühllast und Jahressimulation)/Preračun termične obremenitve in temperatur prostorov (zasnova hlajenja in letna simulacija)*.
- Smernica VDI 6022. (2017). *Raumlufttechnik, Raumluftqualität/Naprave za prezračevanje - kvaliteta zraka v prostorih*.
- Standard DIN 1946-4. (2017). *Raumlufttechnik - Teil 4: Raumlufttechnische Anlagen in Gebäuden und Räumen des Gesundheitswesens/Naprave za pripravo zraka in prezračevanje stavb in prostorov v zdravstvu*.
- Standard EN 12831. (2004). *Grelni sistemi v stavbah - Metoda izračuna projektne toplotne obremenitve*.
- Standard SIST EN 13053+A1. (2007). *Prezračevanje stavb - Klimati - Ocenitev in lastnosti klimatov, sestavnih delov in sekcij*.
- Standard SIST EN 13779. (2007). *Prezračevanje nestanovanjskih stavb - Zahtevane lastnosti za prezračevalne naprave in klimatizirane sisteme*.
- Standard SIST EN 1886. (2008). *Prezračevanje stavb - Centralne enote za prezračevanje - Mehanske lastnosti in merilni postopki*.

Systemair d.o.o. (2017). *Interno gradivo podjetja Systemair d.o.o.*

Tehnična smernica TSG-1-004:2010. (2010). *Učinkovita raba energije (s postopkom preračunov).*

Tehnična smernica TSG-12640-001:2008. (2008). *TSG-12640-001:2008 Zdravstveni objekti.*

Ul. RS, št. 75/08, 66/10, 17/11 – ZTZPUS-1 in 74/11. (2008). *Pravilnik o varnosti strojev.*

Ul. RS, št. 76/14. (2014). *Uredba o tehničnih zahtevah za okoljsko primerno zasnovano proizvodov, povezanih z energijo.*

Uredba komisije (EU) št. 1253/2014. (2014).