

Riku Lukkaroinen

Tilankäytön optimointi kunnossapitotiloissa mekaanisen kunnossapidon toiminnoissa



Konetekniikan

Koulutus

Kevät 2023



KAMK • University
of Applied Sciences

Tiivistelmä

Tekijä: Lukkaroinen Riku

Työn nimi: Tilankäytön optimointi kunnossapitotiloissa mekaanisen kunnossapidon toiminnoissa

Tutkintonimike: Insinööri (AMK), konetekniikka

Asiasanat: layout, layout-suunnittelu, tilasuunnittelu, optimointi, kunnossapitotila, tilankäyttö

Tämä opinnäytetyö tarkasteli Terrafame Oy:n mekaanisen kunnossapidon toimintoja ja niiden mahdollista käytössä oleviin tiloihin. Terrafame Oy on suomalainen monimetalliyhtiö, joka tuottaa Sotkamossa sijaitsevalla teollisuusalueellaan akkukemikaaleja.

Terrafamen mekaanisen kunnossapidon toiminnoista osa sijaitsee käynnistämättömän tuotantolaitoksen tiloissa. Tuotantolaitos on tarkoitus ottaa tuotantokäyttöön kesällä 2024 ja siellä sijaitsevat mekaanisen kunnossapidon toiminnot täytyy uudelleen sijoittaa vuoden 2023 loppuun mennessä. Tässä opinnäytetyössä selvitettiin käytössä olevat tilat ja niiden pohjalta tehtiin esitys ja valittiin mekaanisen kunnossapidon toiminnoille uudet sijoituskohteet. Mahdollisia sijoituskohteita olivat vanhan happilaitoksen tila, keskuskorjaamon tila, kumppaniyritykseltä tarpeettomaksi jäävä kaarihalli sekä Kajaanissa sijaitsevan Renforsin Rannan vuokratila. Valittu ratkaisu edellyttää, että vanhan happilaitoksen tilaan tehdään muutoksia ennen kunnossapitotilaksi luovutusta, kumppaniyritykseltä syksyllä vapautuva kaarihalli vuokrataan ja keskuskorjaamolle tehdään toimintatapamuutos tilan saamiseksi. Opinnäytetyössä selvitettiin vaadittavat kustannukset sekä toimintatapamuutokset.

Uusille sijainneille tehtiin layout-suunnitelmat soveltaen tuotantolaitoksen suunnitteluun tarkoitettua metodiikkaa. Pääpaino layout-suunnittelussa oli mahdollisimman hyvä toimivuus ja turvallisuus. Kunnossapidon toimintoihin perehdyttiin ja selvitettiin työpisteiden väliset virtaukset käyttäen apuna mistä/mihinmenettelyä. Työpisteiden väliset riippuvuudet selvitettiin hyödyntäen riippuvuussuhdetaulukkoa ja riippuvuussuhdekaaviota. Mistä/mihin- ja riippuvuussuhdemenettelyistä saatujen tietojen perusteella tehtiin uusiin kohteisiin layout-suunnitelmat ottaen huomioon pelastuslaissa, paloturvallisuuslaissa ja työturvallisuuslaissa asetetut vaatimukset.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin suunnitelma, jonka pohjalta mekaanisen kunnossapidon toimintaa voidaan jatkaa käytössä olevissa tiloissa sekä arvio tarvittavasta investoinnista vanhan happilaitoksen tilamuutoksesta kunnossapitotilaksi. Lisäksi opinnäytetyössä selvitettiin, minkälaisen toimintatapamuutoksen keskuskorjaamon toiminta vaatii, jotta tarvittava tila saadaan järjestettyä. Opinnäytetyön pohjalta saatiin lupa aloittaa vaadittavat muutostyöt vanhan happilaitoksen tilaan sekä aloitettiin vuokraneuvottelut kumppaniyrityksen kaarihallista.

Uusiin tiloihin tehtiin layout-suunnitelmat, miten toiminnot kannattaa sijoitella. Tämän opinnäytetyön suunnitelmat tukevat lopullisia layouteja. Lopulliset layoutit muodostuvat siinä vaiheessa, kun tiloihin päästään siirtymään. Opinnäytetyössä tehtiin suunnitelmiin sovellettiin tuotantolaitoksen layout-suunnittelun metodeja, jotka osoittautuivat erinomaisiksi myös kunnossapitotilan suunnitteluun. Tärkeintä suunnittelussa oli löytää se tekijä, mikä kuvastaa parhaiten resurssien liikettä tilassa.

Abstract

Author: Lukkaroinen Riku

Title of the Publication: Optimizing the Space Utilization of Service Facilities in Mechanical Maintenance Functions

Degree Title: Bachelor of Engineering, Mechanical Engineering

Keywords: layout, layout planning, optimizing, maintenance workshop, maintenance facilities

This thesis examined Terrafame Ltd mechanical maintenance functions and the possibility to fit all its activities into the facilities available. Terrafame Oy is a Finnish multi-metal company that produces battery chemicals at its industrial site in Sotkamo.

Part of Terrafame mechanical maintenance operations is currently in the premises of an unused production facility. The facility will be taken into production use in the summer of 2024. Therefore, the mechanical maintenance functions must be relocated by the end of 2023. In this thesis, the available facilities were investigated. Based on the investigation a proposal for relocation was made. Possible locations were an unused oxygen plant building, central maintenance workshop, maintenance hall from a partner company and a rented space at Renforsin Ranta. The recommended plan requires changes to the old oxygen plant before it can be used as a maintenance space, the maintenance hall from a partner company must be rented, and in the central maintenance workshop operational changes are in order to obtain the required space. In this thesis, the required modifications, including cost estimation and operational changes were explained.

Layout plans were made for the new maintenance locations. The focus of the layout planning was the best possible functionality and work safety. The maintenance workflows were investigated using the from/to -chart methodology. Dependencies between workstations were modeled using the dependency ratio table methodology and the dependency ratio diagram. Based on the information obtained from/to chart and the dependency relationship procedures, layout plans were made for the new facilities, considering the requirements set in the Rescue Act, Fire Safety Act and Occupational Safety Act.

As a result of this thesis a plan for continuation of mechanical maintenance at the available facilities, as well as a preliminary investment plan for the changes required at the old oxygen plant were generated. In addition, a plan was generated for the operational change in the central maintenance workshop required to obtain the needed space. Based on the plan for the old oxygen plant, permission was granted to start the required modifications. Also, permission to start negotiations with the partner company on renting the maintenance hall was granted. In addition, layout plans were drawn for the new premises. This thesis will support the final layouts. The layout details will be finalized when the maintenance activities are relocated into the new facilities.

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Työn tavoite ja rajausta	1
1.2	Toimeksiantaja	2
2	Korjaamon suunnittelu	3
2.1	Paloturvallisuus ja pelastuslaki	3
2.2	Työturvallisuus	4
2.3	Tulityöt	5
2.4	Kustannustehokas toteutus	6
3	Layout-suunnittelu	8
3.1	Layout-tyypit	8
3.2	Suunnittelun vaiheet	10
3.3	Mistä/mihin-kaavio	11
3.4	Riippuvuussuhdetaulukko	12
3.5	Riippuvuussuhdekaavio	13
4	Lähtötilanne ja sijainnin valinta	14
4.1	Siirrettävät toiminnot	14
4.2	Käytössä olevat tilat	19
4.3	Sijainnin valinta	23
4.4	Yhteenveto uusista sijainneista	28
5	Uusien tilojen layout-suunnittelu	30
5.1	Vanhan happilaitoksen tila	30
5.2	Keskuskorjaamon tila	35
5.3	Yhteistyökumppanin kaarihalli	38
6	Yhteenveto	40
6.1	Ehdotus jatkotoimenpiteestä	41
6.2	Pohdinta	41
	Lähteet	42

1 Johdanto

Kunnossapidon tarkoitus on varmistaa, että laitteet pysyvät kunnossa ja laitteiden käytettävyys on halutulla tasolla. Kunnossapidon merkitys kaivosteollisuudessa on merkittävä turvallisuuden sekä kustannuksien kannalta. Tuotannon arvaamaton alasajo laitevian takia on turvattomampaa kuin suunniteltu alasajo sekä alasajosta johtuva tuotannon menetys voi olla merkittävä kustannus. Kaivosteollisuudessa kunnossapidon vaikutus kassavirtaan on merkittävä ja kunnossapidon kokonaiskustannukset voivat olla jopa 20 % yrityksen liikevaihdosta. [1.]

1.1 Työn tavoite ja rajaus

Tämä opinnäytetyö tarkastelee Terrafamen mekaanisen kunnossapidon toimintoja ja kunnossapitotiloja. Nykyisin osa kunnossapitotoista tehdään käynnistämättömän tuotantolaitoksen tiloissa ja ne pitää sijoittaa muualle tuotantolaitoksen käynnistymisen myötä. Kunnossapitotilojen uudelleen järjestelyn tarkoituksena on saada kaikki mekaanisen kunnossapidon toiminnot mahdumaan käytettävissä oleviin tiloihin. Kunnossapitotilojen uudet sijainnit tulisi määrittää ja tilankäyttö tulisi optimoida niin, että käytössä oleviin tiloihin saadaan mahdutettua mekaanisen kunnossapidon toiminnot. Terrafamen kunnossapitotilojen toimivuudella on vaikutus jokapäiväiseen työhön sekä työn tehokkuuteen ja toimivuuteen.

Kunnossapitotilojen uudelleen järjestely on hyvin ajankohtainen, sillä kyseisen tuotantolaitoksen käynnistyminen on ajoitettu kesälle 2024 ja siellä tällä hetkellä sijaitsevat kunnossapitotoiminnot täytyy siirtää muualle vuoden 2023 loppuun mennessä. Kehitystyön tarkoituksena on selvittää käytössä olevat tilat ja tehdä layout-suunnitelmat valittuihin sijoituspaikkoihin. Lisäksi opinnäytetyön tarkoituksena on löytää vastaus tutkimuskysymykseen: miten varmistetaan nykyinen kunnossapidon toiminta ja ylläpito käytössä olevilla tiloilla?

Opinnäytetyössä tarkastellaan eri sijoitusvaihtoehtoja ja tehdään layout-suunnitelmat valittuihin sijoituskohteisiin mahdollisimman hyvän toimivuuden sekä turvallisuuden näkökulmasta. Mahdollisista sijoitusvaihtoehdoista tehdään investointiesitys uusien sijoituskohteiden valintaa varten. Uusien tilojen layout-suunnittelussa keskitytään hyvään toimivuuteen ottaen huomioon asetetut vaatimukset sekä käyttäen tuotantolaitoksen suunnitteluun tarkoitettuja menetelmiä, kuten mistä/mihin-tarkastelu ja riippuvuussuhdetarkastelu. Opinnäytetyöstä saadaan suunnitelma

toimintojen uudelleen sijoittamiseen sekä layout-suunnitelmat uusista sijoituskohteista. Suunnitelman toteuttaminen on rajattu opinnäytetyön ulkopuolelle.

1.2 Toimeksiantaja

Terrafame Oy on suomalainen monimetalliyhtiö. Terrafame tuottaa Sotkamossa sijaitsevalla kaivoksellaan ja metallitehtaallaan sinkki-, kupari- sekä nikkeli- ja kobolttisulfidia. Nikkeli- ja kobolttisulfidi jatkojalostetaan akkukemikaaleiksi samalla tehdasalueella sijaitsevalla akkukemikaalitehtaalla. [2.] Kaivospiirin pinta-ala on noin 60 km² ja teollisuusalueella työskentelee säännöllisesti noin 1500 henkilöä. Terrafame louhii malmia vuosittain noin 18 miljoonaa tonnia ja metallitehtaan nikkeli-koboltti-sulfidin tuotantomäärä on noin 30 000 tonnia vuodessa. [3.]

Yhtiön strateginen päämäärä on keventää liikenteen hiilijalanjälkeä vastuullisesti tuotetuilla akkukemikaaleilla. Terrafame aloitti toimintansa vuonna 2015, jolloin yhtiö osti kaivoksen ja metallitehtaan Talvivaara Kaivososakeyhtiön konkurssipesältä. [4.] Yhtiön strateginen suunta määriteltiin uusiksi vuonna 2018, jolloin yhtiö teki päätöksen investoida akkukemikaalitehtaaseen ja siirtyä puolituotteiden valmistuksesta erikoismetallien valmistajaksi [5]. Akkukemikaalitehdas käyttää raaka-aineenaan entistä päätuotetta nikkeli-koboltti-sulfidia jatkojalostaen sitä nikkelisulfaatiksi ja kobolttisulfaatiksi. Terrafamen akkukemikaalitehdas on yksi maailman suurimmista sähköautojen akuissa käytettävien nikkelisulfaattien tuotantolaitoksista, jonka vuosikapasiteetti on tuottaa akkukemikaaleja miljoonan sähköauton tarpeisiin. [2.]

Akkukemikaalien valmistamiseen siirtyminen muutti yhtiön asemoitumista akkukemikaalimarkkinoille ja yhtiön tavoite on luoda Terrafamesta vahva teollinen brändi, jossa näkyvät yhtiön toiminnalliset vahvuudet. Yhtiön vahvuuksia ovat merkittävät nikkeliavarannot, ainutlaatuinen tuotantoprosessi valmistaa tuotteet samalla tehdasalueella, täysin jäljitettävissä oleva toimitusketju ja todella matala hiilijalanjälki. Yhtiön hiilijalanjälki on 60 % pienempi kuin muilla saman alan toimijoilla maailmanlaajuisesti, mikä on todella suuri etu ajatellen markkinointia, vastuullisuutta ja tavoitetta vähentää ilmastokuormitusta. [5.]

2 Korjaamon suunnittelu

Korjaamotilojen suunnittelussa on otettava huomioon lukuisia korjaustilaan ja töiden tekemiseen liittyviä vaatimuksia, jotta työt voidaan tehdä turvallisesti ja tehokkaasti. Suunnitteluun vaikuttavia lakeja ovat muun muassa paloturvallisuuslaki ja työturvallisuuslaki. Lisäksi korjaamotilan yleisiä toiminnallisia vaatimuksia ovat selkeä pohjaratkaisu, pesupaikat, riittävä tila töiden turvalliseen tekemiseen, ergonomiset työskentelytasot, riittävä valaistus, toimiva ilmanvaihto sekä tarvittavat nostomahdollisuudet [6]. Toiminnallisten vaatimuksien lisäksi pitää korjaamotilojen suunnittelussa huomioida liiketoiminnan lainalaisuudet, eli suunnitelma pitää pystyä toteuttamaan kustannustehokkaasti.

2.1 Paloturvallisuus ja pelastuslaki

Paloturvallisuuslaki 848/2017 on ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Sitä sovelletaan uuden rakennuksen rakentamiseen, rakennuksen laajentamiseen sekä rakennuksen korjaus- ja muutostöihin. 848/2017 §3 mukaan suunnittelijan on huolehdittava, että rakennus täyttää paloturvallisuudelle asetetut vaatimukset käyttötarkoituksen mukaisesti. Paloturvallisuuslain 848/2017 §31 mukaan rakennuksessa on oltava helppokulkuisia ja tarpeeksi väljiä poistumisreittejä niin, ettei rakennuksesta poistumisaika ole liian pitkä. Poistumisreitit on johdettava ulos maan pinnalle tai muuten turvalliseen paikkaan palon sattuessa. [7.]

Pelastuslain 379/2011 tarkoitus on parantaa turvallisuutta ja vähentää onnettomuuksia. Lain tarkoitus on myös onnettomuuden sattuessa tai uhatessa pelastaa ihmiset, turvata tärkeät toiminnot ja rajata seuraukset mahdollisimman vähäisiksi. 379/2011 §9 mukaan rakennus ja sen ympäristö täytyy pitää sellaisessa kunnossa että, tulipalon syttyminen ja leviäminen on mahdollisimman vähäinen, vaaratilanteessa rakennuksessa olevat ihmiset pystytään pelastamaan sekä pelastushenkilöstön turvallisuus on otettu huomioon. 379/2011 §10 mukaan kulkureitit ja poistumistiet tulee pitää auki ja niillä ei saa säilyttää ylimääräistä tavaraa. [8.]

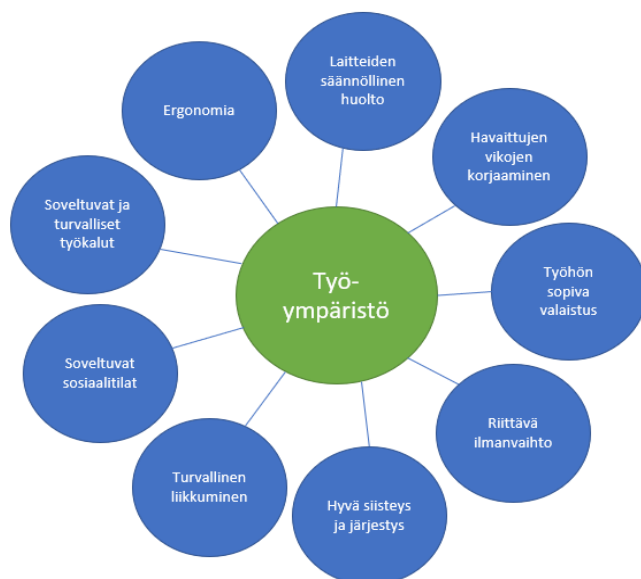
2.2 Työturvallisuus

Työturvallisuuslain 738/2002 tarkoitus on parantaa työntekijöiden työympäristöä ja työolosuhteita, ehkäistä ja estää työtapaturmia sekä vähentää ja poistaa fyysisiä ja henkisiä rasitteita. Työturvallisuuslain 738/2002 §24 mukaan työpisteiden rakenteet ja käytettävät työvälineet on valittava, mitoitettava ja sijoitettava työntekijän edellytyksien mukaan sekä huomioon ottaen ergonomiset rasitteet ja työn luonteen aiheuttamat tekijät. Työpisteet ja työvälineet on oltava säädettävissä ja käyttöominaisuuksiltaan sellaiset, että työ voidaan tehdä turvallisesti aiheuttamatta terveydelle haitallisia tai vaarallisia rasitteita. Työpisteiden suunnittelussa on myös otettava huomioon, että työntekijällä on riittävästi tilaa työn tekemiseen sekä nostot voidaan tehdä turvallisesti aiheuttamatta riskejä terveydelle. [9.]

738/2002 §32 työpaikan kulkuteiden, käytävien, pelastusteiden ja työskentelyalueiden, joissa työntekijä liikkuu, täytyy olla turvallisia. Työpaikalla täytyy olla tarpeeksi poistumisteitä ja ne täytyy pitää vapaana. [9.]

738/2002 §35 mukaan tavaran nostaminen, kuljetus, käsittely sekä varastointi on suunniteltava siten, että nosto- ja siirtolaitteista, tavaran siirrosta tai putoamisesta ei aiheudu vaaraa työntekijöille. §37 mukaan työntekijää vahingoittavat ilman epäpuhtaudet, kuten savu tai kaasu on poistettava tarkoituksenmukaisen ilmanvaihdon avulla. [9.]

Turvalliseen työympäristöön vaikuttaa usea tekijä. Työtilojen siisteyden ja järjestyksen ylläpitäminen vaikuttaa alueella turvalliseen liikkumiseen sekä viihtymiseen työpisteellä. Työkalujen ja laitteiden säännöllinen huoltaminen varmistaa, että laitteita on turvallista käyttää. Työpisteellä täytyy olla sopiva valaistus. Alla havainnollistava kuva (kuva 1) turvallisen työympäristön vaatimuksista.



Kuva 1. Turvallisen työympäristön vaatimuksia [10].

2.3 Tulityöt

Tulitöiden tekemiseen turvallisesti vaikuttaa moni asia. Pelastus- ja paloturvallisuuslaki vaikuttavat ympäristöön, missä tulityöt tehdään. Työturvallisuuslaki vaikuttaa työn tekemiseen liittyvissä asioissa, ja vakuutusyhtiöt velvoittavat vakuutuksen ottajaa noudattamaan suojeleohjetta tulitöille. Suojeleohjeessa annetaan vaatimukset tulitöiden turvalliseen tekemiseen ja vahinkojen torjumiseen. Suojeleohjeen laiminlyönti saattaa korvaustilanteessa laskea korvauksen määrää tai evätä sen kokonaan. [11.]

Tulityöt ovat töitä, joista muodostuu liekki, kipinöitä tai lämpöä ja jotka aiheuttavat palovaaraa. Näitä töitä ovat esimerkiksi hitsaustyöt, polttoleikkaus tai kuumailmapuhallintyöt. Tulityöt pyritään tekemään aina vakituisella tulityöpaikalla, mutta jos se ei ole mahdollista niin voidaan niitä tehdä myös tilapäisellä tulityöpaikalla. Tulitöiden tekemiseen liittyvissä vaatimuksissa on eroja, tehdäänkö ne vakituisella tulityöpaikalla vai tilapäisellä tulityöpaikalla. [12.]

Vakituinen tulityöpaikka on tulitöitä varten tehty paikka, missä tulityöt voidaan toteuttaa turvallisesti. Vakituisen tulityöpaikan vaatimuksia:

- rakenteet tulee olla täysin suojattuja tai palamattomia

- tulitöistä syntyvät kipinät eivät saa päästä kulkeutumaan tulityöpaikan ulkopuolelle, vaan rakenteiden tulee olla tiiviit
- tulityöpaikalla tulee olla yrityksen vakuutus sopimuksen mukaiset sammuttimet tai vähintään kaksi teholuokan 43A 183BC sammutinta, mistä toisen voi korvata paineellisella palopostilla tai kahdella pienemmän teholuokan 27A 144BC sammuttimella
- tulityöpaikalla ei saa säilyttää tai käsitellä sinne kuulumatonta palavaa materiaalia eikä palavia nesteitä
- tulityöntekijällä ei tarvitse olla voimassa olevaa tulityökorttia eikä tulityölupaa. [12.]

Tilapäisiä tulityöpaikkoja ovat kaikki muut paikat paitsi vakituinen tulityöpaikka. Tilapäisen tulityöpaikan vaatimukset:

- tulitöitä saa tehdä vain, jos sitä ei ole mahdollista tehdä vakituisella tulityöpaikalla
- ennen tulitöiden tekemistä tehdään vaarojen selvitys ja arviointi kohteeseen
- jos arvioinnissa todetaan tulitöiden tekemisen olevan vaarallista, tulityöt tulee korvata jollakin muulla keinolla, mistä ei synny vaaraa
- tulitöiden tekijällä tulee olla voimassa oleva tulityökortti sekä kirjallinen tulityölupa
- tilapäiselle tulityöpaikalle tulee tehdä vaarojen arvioinnin perusteella tarvittavat turvatoimet
- tulityöluvan myöntäjä määrittelee turvatoimet ja kirjoittaa ne tulityöluvalle. [12.]

2.4 Kustannustehokas toteutus

Kun investointeja lähdetään arvioimaan ja valitsemaan, täytyy eri investointivaihtoehdot määrittellä tarkasti. Yleensä investoinnin perustana on havaittu ongelma ja siihen ratkaisun etsiminen. Investointiesitys koostuu havaitun vian ratkaisemiseen vaadituista toimenpiteistä. Esityksessä täytyy olla selvitetty ja arvioitu tekniset vaatimukset, muutoksesta saatavat hyödyt, aikataulu sekä kustannukset. Investointien luonteet vaihtelevat, joten arvioinnissa täytyy olla joustavuutta riippuen investoinnin tyypistä. Liikaa joustavuutta ei saa sallia, koska vertailukelpoisuus

heikkenee. Investointiesityksen selkeä esitysmuoto on tärkeää. Esityksessä pitää olla tunnistettu onnistumiseen ja epäonnistumiseen vaikuttavat tekijät ja määritellä erilaisia vaihtoehtoja, joilla ongelma saadaan ratkaistua. [13.]

Investointivaihtoehtojen karsimisessa ensimmäiseksi toteutetaan alustava seulonta, missä rajataan heti pois sellaiset vaihtoehdot, jotka eivät selvästi ole toteuttamiskelpoisia. Toteuttamiskelpoisuuden määrittää yksinkertaisimmillaan laadulliset tekijät, kuten idean käytännöllisyys, henkilöstön osaamistaso ja strategian tukeminen. Karsimisessa voidaan käyttää apuna takaisinmaksuajan menetelmää sekä hyödyntää seuraavia kysymyksiä:

- Onko muutos välttämätön turvallisuuteen tai lainsäädäntöön perustuen?
- Onko muutos toteutettavissa ja tukeeko se yhtiön strategiaa?
- Onko investoinnin toteutukseen tarpeeksi resursseja käytettävissä?
- Onko muutoksen taloudelliset arviointikriteerit täyttyneet?

Investoinnista päättävän tahon tulee varmistua esityksen riittävästä sisällöstä ennen taloudellista arviointia. Arviointiprosessissa tulee huomioida taloudelliset ja laadulliset näkökulmat. Selkeää painopistettä ei ole olemassa taloudellisten ja laadullisten tekijöiden välillä, vaan ne määräytyvät investoinnin luonteen perusteella. Päätöksen tekeminen ei rajoitu vain taloudelliseen arvioon, vaan investoinnista päättävän tahon tulee myös:

- verrata investointiesitystä yhtiön strategiaan
- tunnistaa rajoittavat tekijät
- järjestää vaihtoehdot paremmuusjärjestykseen
- valita paras vaihtoehto. [13.]

Korjaamotilojen investoinnissa voi olla hankala käyttää apuna takaisinmaksuajan menetelmää. Tämän takia korjaamotilojen investointien esittämisessä ja valitsemisessa on tärkeää esittää selkeästi, minkä takia investointi on tarpeellinen. Tarpeellisuuden määrittämisessä voidaan miettiä enemmän turvallisuuden, strategian tai toiminnallisuuden näkökulmia.

3 Layout-suunnittelu

Layoutilla tarkoitetaan koneiden, laitteiden, kulkureittien sekä fyysisten osien sijoittelua. Kunnossapitotilan layout-malleja ja -suunnittelumenetelmiä on vähän, joten kunnossapitotilan layout-suunnittelussa voi hyödyntää tuotantoteollisuuden layout-malleja ja -suunnittelumenetelmiä. Kunnossapitotilaan hyödynnetyn mallin ei tarvitse olla täysin samanlainen kuin tuotantoteollisuudessa käytetyt layout-mallit, vaan se voi olla yhdistelmä tai muunnos näistä. [14.]

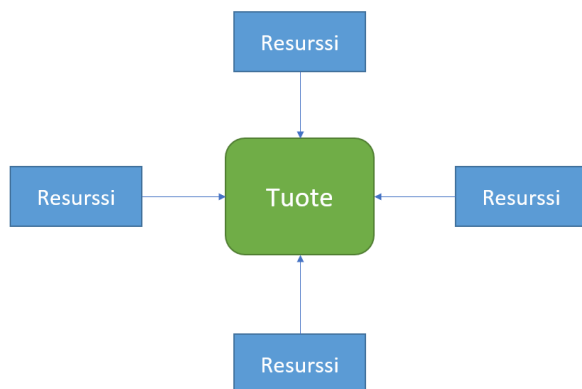
Hyvällä layout-suunnittelulla saavutetaan:

- turvallinen työskentelytila
- minimoitu läpäisy aika ja turha liike
- tila, joka on tehokkaasti käytetty
- hyvin organisoitu ja tehokas materiaalivirta ilman pitkiä ja edestakaisin kuljetuksia.

Toimintojen sijoittelu kannattaa toteuttaa niin, että kuljetusmatkat ja -kerrat pysyisivät vähäisinä, tilankäyttö olisi optimoitu ja keskittyisi arvoa tuoviin toimintoihin ja toisiaan seuraavat työpisteet tai työvaiheet olisivat mahdollisimman lähellä toisiaan. Layout-suunnittelun tavoitteena on mahdollisimman tehokas ja selkeä materiaalivirta. [15.]

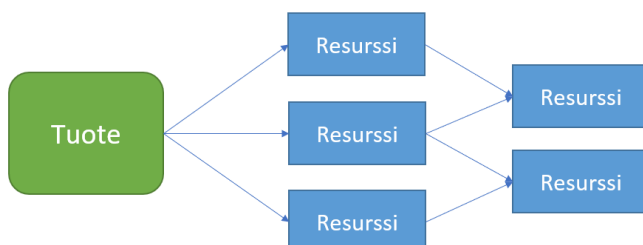
3.1 Layout-tyypit

Kiinteä layout (kuva 2) on tarkoitettu sellaisille kohteille, joissa työstettävää kohdetta on vaikeaa liikuttaa. Telakat ja rakennustyömaat ovat hyviä esimerkkejä kohteista, missä käytetään kiinteää layoutia. Kiinteässä layoutissa materiaali ja ihmiset liikkuvat tuotteen luokse ja tuote pysyy paikoillaan. [16.]



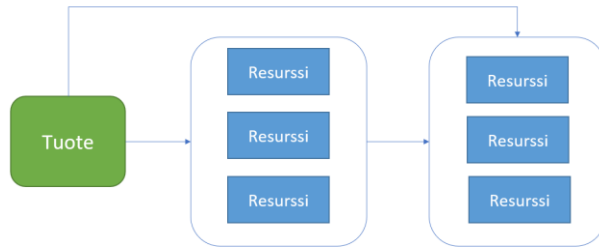
Kuva 2. Kiinteä layout

Funktionaalinen layout (kuva 3) on sellaisille kohteille, joissa resurssit ovat hankalasti liikuteltavissa ja tuotteen valmistaminen ei noudata samaa prosessia. Konepajat ovat hyviä esimerkkejä kohteista, missä käytetään funktionaalista layoutia. Funktionaalisisessa layoutissa samanlaiset työvaiheet ovat yhdessä ja erilaiset valmistettavat tuotteet etenevät prosessissa eri reittiä. Funktionaalisen layoutin työnkulku on monimutkainen, mutta mahdollistaa usean erilaisen tuotteen valmistuksen tehokkaasti. [16.]



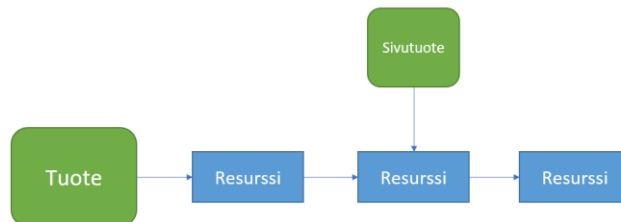
Kuva 3. Funktionaalinen layout

Solu-layout (kuva 4) koostuu erilaisista soluista. Solut voivat keskenään olla hyvin samankaltaisia, mutta kohdistettu erilaisille valmistettaville tuotteille. Solu-layoutissa valmistettava tuote ohjataan ensimmäiseen soluun, missä sille tehdään toimenpiteet. Tämän jälkeen tuote on joko valmis tai se voidaan ohjata seuraavaan soluun, missä tuotteelle tehdään seuraavat toimenpiteet. Hyvä esimerkki solu-layoutista on tavaratalo. Tavaratalon kerrokset tai käytävät jaetaan erilaisiin kategorioihin tai soluihin selkeyttämään ja helpottamaan tavaran löytämistä. [16.]



Kuva 4. Solu-layout

Tuotantolinja-layout (kuva 5) on suunniteltu samanlaisia ja suuria määriä valmistavalle prosessille. Layout soveltuu kohteisiin, missä valmistettava tuote pysyy samana tai kulkee saman reitin läpi. Kokoonpanolinja on hyvä esimerkki tuotantolinja-layoutista. Virtauksen selkeyden kannalta tämä layout on paras vaihtoehto, mutta vaihtelua se ei juurikaan salli. [16.]



Kuva 5. Tuotantolinja-layout

3.2 Suunnittelun vaiheet

Layout-suunnittelu voidaan esittää viisi vaiheisena prosessina. Ensimmäinen prosessin vaihe on sijainnin löytäminen. Sijainnin ei tarvitse olla täysin uusi alue, vaan voidaan esimerkiksi hyödyntää vanhaa tilaa ja muokata jo olemassa olevaa layout-kuvaa. Toinen prosessin vaihe on karkeasuunnittelu. Karkeasuunnittelun tavoitteena on selvittää alustavat materiaalivirrat, toimintojen lohko-sijoittelu, karkea kuva tilan tarpeesta ja toimintojen väliset riippuvuudet. Kolmas vaihe on yksityiskohtainen layout-suunnittelu, missä tarkastellaan sijoittelua tarkasti ottaen huomioon tarkat mitat ja tarkat sijainnit. Toinen ja kolmas vaihe ovat hyvin samanlaiset, mutta eri tarkkuudella. Neljäs vaihe on layout-suunnitelman toteutus ja viides vaihe on layoutin toimivuuden seuranta. [17.]

3.3 Mistä/mihin-kaavio

Mistä/mihin-kaavio (kuva 6) kuvaa toimintojen välillä tapahtuvaa virtauksen määrää. Virtauksen määrä voidaan esittää toimintojen välisen matkan mukaan, liikutetun materiaalin määränä toimintojen välillä, liikutetun materiaalin painon tai kustannuksen mukaan. [18.] Mistä/mihin-kaaviota käytetään tuotantolaitoksien layout-suunnitteluun, mutta sitä voidaan hyödyntää myös kunnossapitotilan layout-suunnittelussa. Tärkeintä on selvittää, mikä kuvastaa parhaiten resursien liikuttelua tilassa. Kunnossapitotilan mistä/mihin-kaavio voidaan esittää esimerkiksi huollettavien laitteiden liikuttelun määränä työpisteiden välillä tai erilaisten reittivaihtoehtojen perusteella.

Kunnossapidon toiminnoilla, joissa on selkeä ja tasainen materiaalivirta, mistä/mihin-kaavio voidaan esittää työpisteiden välillä liikutettavien laitteiden määränä. Esimerkiksi Terrafamen pumppuhuollossa huollettavien pumppujen virtaus työpisteiden välillä on selkeää ja määrät tasaisia, minkä vuoksi mistä/mihin-tarkastelu kannattaa suorittaa pumppujen liikuttelun määränä työpisteiden välillä.

Jos kunnossapitotilassa toimii useampi eri kunnossapidon toiminto ja huollettavien laitteiden määrä ei ole tasaista tai verrattavissa keskenään, voidaan mistä/mihin-kaavio esittää erilaisten reittivaihtoehtojen perusteella. Esimerkiksi Terrafamen keskuskorjaamon tilassa toimii eri tyyllisiä kunnossapidon toimintoja. Materiaalivirrat vaihtelevat toimintojen välillä, minkä vuoksi tarkastelujaksolla huollettavien laitteiden määrät ovat eri suuruiset toimintojen välillä. Mistä/mihin-tarkastelua ei voida suorittaa työpisteiden välillä liikuteltavien laitteiden määrällä, koska pienempiä laitteita tulee huollettaviksi useampi päivässä, kun taas suuria laitteita useamman viikon välein. Tällöin tarkastelu voidaan suorittaa huollettavien laitteiden kulkureittien mukaan.

		Mihin							
		A	B	C	D	E	F	G	H
Mistä	A	■							
	B		■						
	C			■					
	D				■				
	E					■			
	F						■		
	G							■	
	H								■

Kuva 6. Mistä/mihin-kaavio [18].

3.4 Riippuvuussuhdetaulukko

Riippuvuussuhdetaulukko (kuva 7) kuvaa toimintojen välistä riippuvuutta. Toimintojen läheisyys-suhdetta eli riippuvuutta vertaillaan keskenään taulukossa ja suhteelle annetaan arvo A, E, I, O, U tai X. Mistä/mihin-kaaviosta saatuja lukuarvoja voidaan hyödyntää riippuvuuksien vertailussa. Kirjaimet taulukossa kuvaavat seuraavaa:

- A-kirjain taulukossa kuvaa, että toimintojen läheisyys on ehdottoman tärkeä
- E-kirjain kuvaa läheisyyden olevan erittäin tärkeässä roolissa
- I-kirjain kuvaa läheisyysuhteen olevan tärkeää
- O-kirjain kuvaa normaalia etäisyyttä
- U- ja X-kirjain kuvaavat, että läheisyys ei ole tärkeää tai sitä ei edes pidä tavoitella toimintojen välille. [19.]

A										
	A									
B	X	X								
	E		A							
C		I								
	I		O							
D		E								
	I		I							
E										
	E									
F										
G										

A	Pakollinen
E	Erittäin tärkeä
I	Tärkeä
O	Tavallinen
U	Ei tärkeä
X	Ei väliä

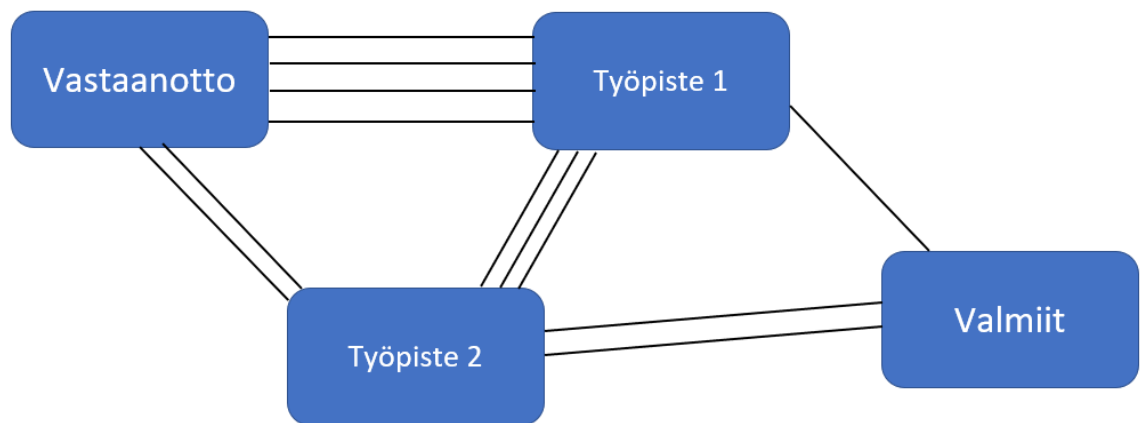
Kuva 7. Riippuvuussuhdetaulukko [20].

Riippuvuuksien määrittelyssä on huomioitava, vaikka riippuvuus on tärkeää ei toiminnot välttämättä sovellu samaan tilaan. Hyvänä esimerkkinä on tulityötila ja helposti syttyvien materiaalien käsittely. Esimerkiksi Terrafamen mekaanisen kunnossapidon toiminnoista vakituinen tulityötila

ja puutyötila eivät sovellu samaan tilaan, koska puutöistä syntyy helposti syttyvää purua. Vaikka vakituinen tulityöpaikka rakennetaan niin, etteivät kipinät pääse karkaamaan tulityöpaikan ulkopuolelle, on riski tulipalolle silti liian suuri sijoittaa toiminnot samaan tilaan.

3.5 Riippuvuussuhdekaavio

Riippuvuussuhdekaavio (kuva 8) tehdään riippuvuussuhdetaulukon ja mistä/mihin-kaavion pohjalta. Riippuvuussuhdekaavioon asetetaan toiminnot läheisyysuhteen ja materiaalivirran mukaan. Tarkoituksena on saada toiminnot parhaaseen järjestykseen materiaalivirran, läheisyysuhteen ja näiden yhdistelmän mukaan. Tässä vaiheessa ei vielä huomioida vaadittavia tiloja. Samalla periaatteella vaadittavalle tilalle voidaan tehdä tilasuhdekaavio. [17.] Riippuvuussuhdetaulukosta saadun arvon perusteella toimintojen välinen suhde merkataan halutulla tyylillä. Työpisteistä ja merkatuista riippuvuuksista muodostuu kaavio, mitä on helppo muotoilla haluttuun järjestykseen. Kuvassa 8 tärkeäksi havaittu riippuvuus on merkattu neljällä viivalla, vähemmän tärkeä kolmella, kahdella viivalla ei niin tärkeät ja yhdellä viivalla vähäinen riippuvuus.



Kuva 8. Riippuvuussuhdekaavio [17].

4 Lähtötilanne ja sijainnin valinta

Osa kunnossapidon toiminnoista sijaitsee tuotantolaitoksen tiloissa, mikä ei ole tuotantokäytössä. Tuotantolaitos on tarkoitus ottaa tuotantokäyttöön kesällä 2024 ja siellä sijaitsevat kunnossapidon toiminnot täytyy uudelleen sijoittaa vuoden 2023 loppuun mennessä. Kunnossapidon toiminnoille täytyy etsiä ja valita uudelleensijoituspaikat sekä suunnitella toimivat ja turvalliset layoutit.

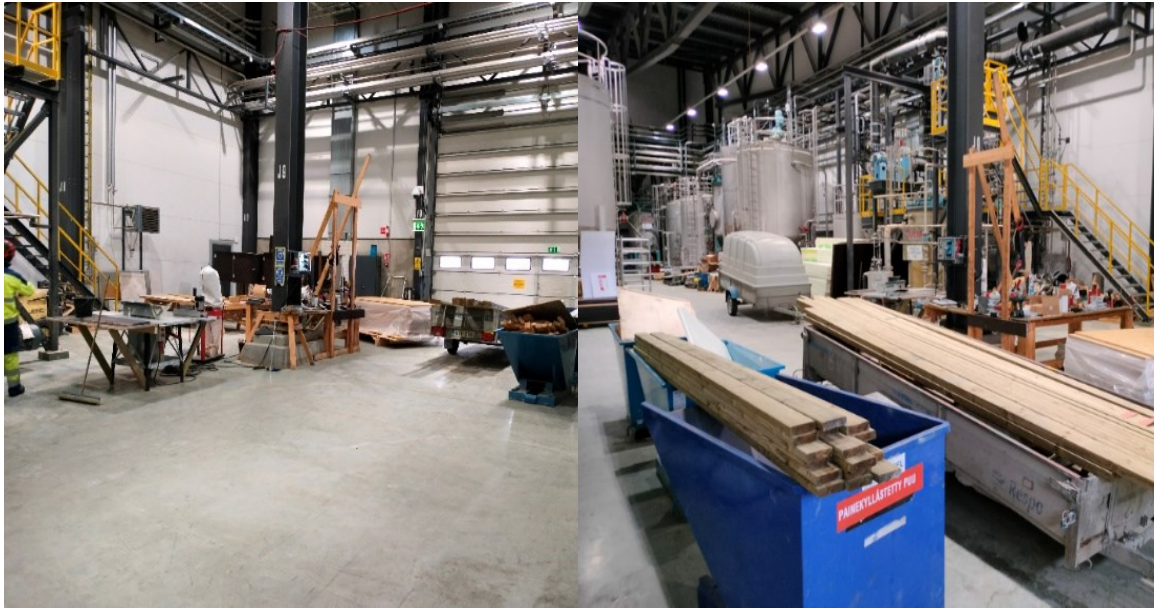
Ensimmäinen vaihe on kartoittaa ja tutustua niihin toimintoihin, jotka siirretään tuotantolaitoksen tiloista pois sekä tarkastella näiden toimintojen tilantarvetta. Tässä vaiheessa myös selvitetään käytettävissä olevat tilat sekä valitaan uudet sijainnit siirrettäville mekaanisen kunnossapidon toiminnoille. Yrityksen johdolle tehdään esitys käytettävissä olevista tiloista ja mekaanisen kunnossapidon sujuvasta jatkumisesta tiloissa, mitkä ovat käytettävissä. Esitykseen sisällytetään lisäksi kustannusarviot uusista tiloista sekä tarvittavista muutostöistä. Esityksen pohjalta yrityksen johto tekee päätöksen, kuinka asiaa lähdetään viemään eteenpäin.

4.1 Siirrettävät toiminnot

a) Puutyöt:

Puutyöryhmän tila (kuvat 9 ja 10) sijaitsee tuotantolaitoksen saostushallin päädyssä. Tilaa puutöiden tekemiseen tuotantolaitoksen tilassa on noin 147 m². Puutyöryhmä tekee hallin sisällä, 5 x 5 metrin pumppukoppeja, pelastusrengaskaappeja altaiden reunalle, kolmijalkoja sähköjohtojen jatkoliitoksien pitämiseen ylhäällä sekä esivalmisteita kentällä toteutettaviin puutöihin, kuten kulutasojen rakentamiseen tai korjaamiseen. Puutavaran varastohylly sijaitsee tuotantolaitoksen pihalla, mistä työhön tarvittavat puutavarat nostetaan aina paria päivää ennen työn tekemistä sisälle kuivumaan ja sulamaan. Sisätiloissa säilytetään sähkötyökalut sekä eristelevyt ja vanerit.

Puutöissä tehdään tulitöitä, esimerkiksi pumppukopin kattohuovan asentamisessa. Tulityöt tehdään ulkotiloissa tilapäisellä tulityöpaikalla, koska pumppukoppien kattoja ei voida siirtää vakitukselle tulityöpaikalle.



Kuva 9. Puutyöryhmän tila

Kuva 10. Puutyöryhmän tila

b) Uppopumppuhuolto:

Uppopumppuhuolto tapahtuu tuotantolaitoksen pakkaamo- ja lähettämötilassa. Pakkaamotilaa (kuva 11) on käytetty varastona ja lähettämötilassa (kuva 12) on työpisteet sekä testauspaikka. Lähettämössä on katonosturi ja 500 kg kääntöpuominostin. Kääntöpuominostin on uppopumppuhuollon käytössä ja katonosturia käytetään puhallinhuollossa, mikä sijaitsee samassa tilassa toisessa päädyssä. Uppopumppuhuollossa on 2 työpistettä, missä nostopöydät on sijoitettu niin, että kääntöpuominostimella voidaan nostaa huollettavat pumput työpöydälle ja siitä työpisteiden välissä sijaitsevaan testauspisteeseen. Pakkaamotila on toiminut varastona huoltoon tuleville pumpuille, varaosia odottaville pumpuille sekä B-varaosille. Pumppuhuollon käytössä oleva tila on yhteiskooltaan noin 230 m², mistä kunnossapitotilan koko on 104 m² ja varaston tila on 126 m².



Kuva 11. Pumppuhuollon tila, pakkaamo

Uppopumppuja on noin 30 erilaista, mistä pienimmät ovat 0,75 kW:n kokoisia ja suurimmat ovat kooltaan 90 kW. Suurimpien 90 kW:n uppopumppujen huolto on ulkoistettu. Suurimmat pumppuhuollossa huollettavat uppopumput ovat 56 kW:n kokoisia ja pumpuilla on painoa 400 kg. Uppopumpuilla on monta käyttäjää. Eniten käytössä on bioliuotus- ja vesienhallintaosastolla, mutta myös kaivoksella, metallientalteenotossa ja akkukemikaalitehtaalla käytetään uppopumppuja.

Työkierto tapahtuu niin, että huoltoon tulee uppopumppuja viikon aikana noin 5 isoa 21–56 kW:n pumppua ja vaihteleva määrä pienempiä pumppuja. Pumput tuodaan osastojen toimesta lähettämön nosto-ovelle. Pumput pestään pesupaikalla, mistä osa siirretään pakkaamon puolelle odottamaan huoltovuoroa ja osa suoraan työpisteelle. Pakkaamon puolelta huollettava uppopumppu siirretään pumppukärryillä takaisin lähettämön puolelle, missä se nostetaan kääntöpuominostimella työpisteelle. Työpisteellä uppopumppu aukaistaan ja selvitetään vika. Pumput pestään yleensä tuotanto-osaston toimesta ennen huoltoon tuontia, mutta pumpun aukaisun yhteydessä pumpun sisällä saattaa olla likaa, minkä takia pumppuhuollon tilassa olisi hyvä olla myös pesumahdollisuus.

Vian selvityksen jälkeen katsotaan varaosat pumpulle. Varaosia on keskusvaraston hyllyssä, B-varaosa varastossa tai ne täytyy tilata. B-varaosa varastossa on käytetyistä pumpuista säilytettyjä hyväkuntoisia osia. Jos varaosa täytyy tilata, pumppu siirretään takaisin pakkaamon puolelle odottamaan varaosaa. Kun uppopumppuun saapuu tarvittavat varaosat, pumppu siirretään työpisteelle, missä se huolletaan. Huollon jälkeen uppopumppu testataan testauspisteellä. Tämän

jälkeen uppopumput siirretään takaisin nosto-ovelle, mistä varaston työntekijä käy hakemassa ne kurottajalla varastoon.



Kuva 12. Pumppuhuollon tila, lähettämö

c) Puhallinhuolto:

Puhallinhuolto sijaitsee tuotantolaitoksen lähettämötilassa (kuva 13), samassa tilassa pumppuhuollon kanssa. Puhallinhuollossa huolletaan bioliuotuksen kasapuhaltimia. Puhallinhuollon käytössä on lähettämön toinen pääty, missä kunnossapitotilaa on noin 64 m². Puhaltimia tulee huoltoon noin 30 kappaletta vuodessa. Huoltokierto menee bioliuotus kasojen kierron mukaan. Bioliuotuskasat koostuvat neljästä lohkokosta. Kasakierto on noin 400 päivää eli 400 päivän aikana kasalohkot on purettu ja uudelleen kasattu. Purkamisen ja uudelleen kasaamisen välissä kasapuhaltimet käytetään huollossa. Aikaa huoltokierrolle on viikkoja kasan purkamisen ja kasaamisen välissä, riippuen täytyykö kasan pohjakalvotusta korjata tai uusia. Puhallinhuollon tilassa huolletaan myös isot Grundfossin keskipakopumput.

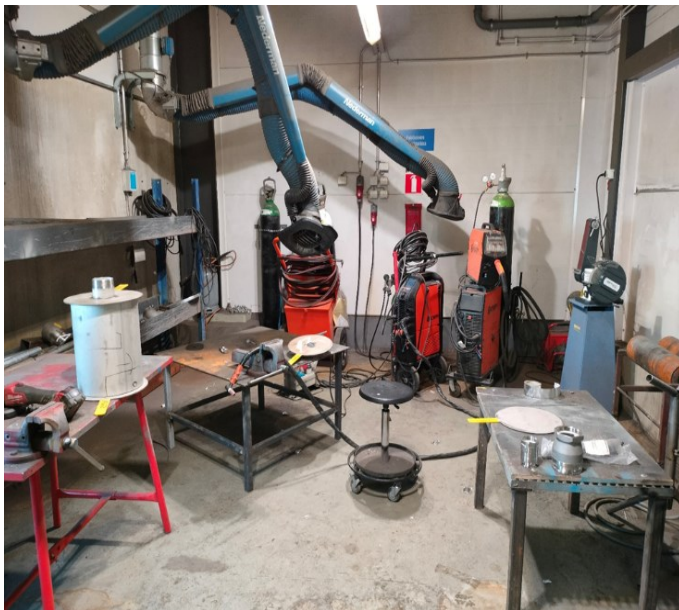
Yhteistyökumppanin nosturiautolla siirretään puhallin kasan puhallinkopista tuotantolaitoksen kunnossapitotilaan, missä se nostetaan katonosturilla huoltopaikalle. Puhaltimen paino on noin 5000–8000 kg. Huollossa tarkastetaan puhallin kokonaisuudessaan sekä vaihdetaan öljyt. Kattonosturia tarvitaan huollossa imukartion irrottamiseen, laakerointiin sekä muiden raskaiden komponenttien nostamiseen. Puhaltimien laakerointia tapahtuu noin 2 kertaa vuodessa tarpeen mukaan. Puhaltimen laakerointi vaatii enemmän tilaa sekä puhtaan tilan, sillä ilman epäpuhtaudet eivät saa päästä laakereihin.



Kuva 13. Puhallinhuollon tila, lähettämö

d) Tulityöpaikat:

Tuotantolaitoksella sijaitsee kaksi tulityöpaikkaa. Toinen 28 m²:n tilapäinen tulityöpaikka sijaitsee uuttohallin nurkassa, mikä on yhteistyökumppanin käytössä ruostumattoman teräksen hitsauspaikkana. Hitsauspaikalla yhteistyökumppani hitsaa putkistoeseivalmisteita. Toinen 28 m²:n tulityöpaikka (kuva 14) on bioliuotus- ja vesienhallintaosaston mekaanisen kunnossapidon käytössä. Tämä sijaitsee tuotantolaitoksen vakituksella tulityöpaikalla.



Kuva 14. Vakituinen tulityöpaikka

e) Yhteenveto siirrettävistä toiminnoista:

Taulukkoon 1 on koottu tuotantolaitokselta siirrettävien toimintojen tilavaatimukset. Puutöissä tulityöt tehdään tilapäisellä tulityöpaikalla, koska pumppukoppien kattoja ei voida siirtää vakitukselle tulityöpaikalle. Puhallinhuollon laakerointi täytyy suorittaa puhtaassa tilassa, muuten huollon tilavaatimuksena ei ole puhdas tila.

Tilavaatimukset						
	Pumppuhuolto	Pumppuhuollon varasto	Puhallinhuolto	Puutyöt	Tulityöt	Yht.
Tila m ²	104	126	64	147	28 + 28	497
Pesupaikka	X					
Puominostin	X				X	
Kattonostin			X			
Puhdas tila			X		X	
Lämmin tila	X		X	X	X	
Tulityöpaikka				X	X	

Taulukko 1. Siirrettävien toimintojen tilavaatimukset

4.2 Käytössä olevat tilat

a) Vanha happilaitos:

Vanha happilaitoksen tila (kuva 15) sijaitsee keskuskorjaamon vieressä. Vanhalla happilaitoksella on metallien talteenottolaitoksen tuotantokäytössä oleva paineilmakompressori ja siihen liittyviä laitteita, säiliöitä ja putkistoja eli tila on osittain tuotantokäytössä. Paineilmakompressori ja siihen liittyvät laitteistot täytyy erottaa tilasta välisenällä ennen kuin se voidaan luovuttaa kunnossapitotilaksi.



Kuva 15. Vanhan happilaitoksen tila

Vanhalla happilaitoksella käytettävää tilaa kokonaisuudessaan on 288 m², mistä 72 m² on suunniteltu vakitukselle tulityöpaikalle (kuva 16). Vanhalle happilaitokselle tulee paineilma sekä tilassa on lattiakaivot. Lattiakaivon viemärointi ohjaa kaivoon kulkeutuneet vedet sadevesialtaalle, joten prosessilaitteita ei voida pestä tilassa ilman kaivoihin tehtävää muutosta. Lattialta on purettu tilasta poistettujen laitteiden betonipedit, joten lattiapinta on epätasainen. Lattian alla on happilaitokseen kuuluvat äänenvaimentimet. Äänenvaimentimet ovat sisältä onttoja, minkä vuoksi lattian kantavuus on heikompaa näiden kohdalla.



Kuva 16. Vanhan happilaitoksen tulityöpaikka

b) Yhteistyökumppanilta käyttämättömäksi jäävä kaarihalli:

Yhteistyökumppanilta on käyttämättömäksi jäävä kaarihalli (kuva 17), mikä sijaitsee portin ulkopuolella. Kaarhallin koko on noin 150 m² ja yhteistyökumppani pitää tilaa tällä hetkellä kunnossapitotilana. Kaarihalli on lämmitetty ja siellä on tasainen betonilattia. Kaarihalli on vapautumassa syksyllä 2023.



Kuva 17. Yhteistyökumppanin kaarihalli

c) Keskuskorjaamo:

Keskuskorjaamo koostuu keskusvarastosta, toimistotiloista, sähkö- ja automaatio-osaston huoltotilasta sekä osastojen yhteiskäytössä olevasta mekaanisesta kunnossapitotilasta (kuva 18). Mekaaninen kunnossapitotila on jaettu niin, että toisessa päädyssä on malminkäsittelyn terähuolto, keskellä on vakituinen tulityöpaikka sekä koneistuskoneet ja toisessa päädyssä on pesupaikka, vapaata huoltotilaa sekä alue huoltoon lähetystä ja varaosia odottavia laitteita varten. Keskuskorjaamolta löytyy kaksi 20/5 t kattonosturia molemmista päädystä.

Toimintamalli keskuskorjaamolla on, että huollettavat laitteet pestään ulkopuolisesti ennen korjaamolle tuontia, laputetaan huoltolähetteellä ja siirretään lattialle keskusvaraston edessä olevaan tilaan odottamaan huoltoa tai huoltoon lähetystä. Kun laite otetaan huollettavaksi, pesupaikalla tehdään tarvittaessa osien pesu sekä sisäpuolinen pesu. Tämän jälkeen huollettavat laitteet tarkastetaan ja huolletaan, jos varaosa löytyy varaston hyllystä. Mikäli varaosia ei löydy,

huollettava laite siirretään takaisin korjaamon lattialle odottamaan varaosia. Huoltoseisakkien aikana keskuskorjaamon lattiatila ruuhkautuu ja täyttyy huollettavista laitteista.

Mekaanisen kunnossapitotilan yhteiskoko on 766 m², mistä terähuollon osuus on 235 m², tulityöpaikan osuus on 60 m², koneistuslaitteille varattu alue on kooltaan 58 m² ja pesupaikalle korjaamolta on varattu 65 m². Keskuskorjaamolle jää siis tilaa 348 m² osastojen väliseksi yhteiseksi kunnossapitotilaksi. Tässä 348 m²:n kunnossapitotilassa on kaksi isoa huoltopöytää, kolme pienempää nostopöytää, asentajien työkalukaapit sekä huoltoa odottavien laitteiden alue.



Kuva 18. Keskuskorjaamon tila

d) Renforsin Rannan vuokratila:

Renforsin Rannassa Kajaanissa noin 40 km päässä tehtaalta sijaitsee Terrafamen vuokratila. Vuokratila on keskusvaraston käytössä. Vuokratilassa säilytetään paljon varaosia ja tila on täyteen ahdattu. Renforsin Rannasta on mahdollista ottaa kunnossapidon käyttöön tilaa PK3-hallista tai hierämön tilasta (kuva 19).



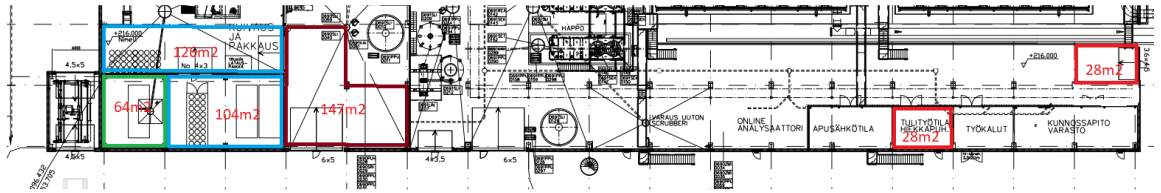
Kuva 19. Renforsin Rannan vuokratila, hiertämö

4.3 Sijainnin valinta

Seuraava vaihe on päättää, mihin käytettävissä olevista tiloista kunnossapidon toiminnot uudelleen sijoitetaan. Vaihtoehtoja on useampi ja sijoitteluun vaikuttaa moni asia. Vaihtoehtoista tehtiin esitys johdolle. Esityksessä esitettiin, miten kunnossapidon toimintaa voidaan jatkaa käytettävissä olevilla tiloilla sekä minkälaisen investoinnin karkealla tasolla toiminnan jatkuminen vaatii.

Tuotantolaitokselta siirrettävillä toiminnoilla (kuva 20) on käytössä tilaa seuraavasti:

- puhallinhuolto 64 m²
- pumppuhuolto 104 m² + huoltoa odottavien laitteiden varastotila 126 m²
- puutyöt 147 m²
- tulityöpaikat 28 m² + 28 m².



Kuva 20. Tuotantolaitoksen tilat

a) Vanha happilaitos:

Vakituisen tulityöpaikan sijoittaminen vanhan happilaitoksen tilaan on suositeltavaa, sillä se on tähän asti toiminut tilapäisenä tulityöpaikkana ruostumattomalle teräkselle ja tila on pienillä investoinneilla muutettavissa vakituiseksi tulityöpaikaksi:

- ympäröiviä seiniä täytyy korottaa sekä jatkaa
- sprinklerikeskuksen eteen täytyy rakentaa seinä
- paikan valaistusta tulee parantaa.

Vanhalla happilaitoksella tulityöpaikalle tilaa tulee 72 m^2 , mikä on 16 m^2 suurempi kuin nykyiset tuotantolaitoksella sijaitsevat tulityötilat (kuva 21).

Pumppuhuollolle jää tilaa vanhalle happilaitokselle 216 m^2 (kuva 21), mikä on hieman pienempi kuin tuotantolaitoksella käytössä oleva kokonaistila. Tuotantolaitoksella pumppuhuollon kokonaistila on 230 m^2 , mistä varastotilaa on 126 m^2 . Tuotantolaitoksella varastotilana toimiva 126 m^2 alue voidaan vanhalla happilaitoksella sijoittaa ulos, mikä tarkoittaa sitä, että koko 216 m^2 :n tila jää kunnossapitotilaksi.

Metallien talteenottolaitoksen rikkivetykehittimien vastuspattereita on huollettu ja varusteltu vanhan happilaitoksen tiloissa. Vastuspattereiden huoltoa voidaan jatkaa samassa tilassa pumppuhuollon kanssa.

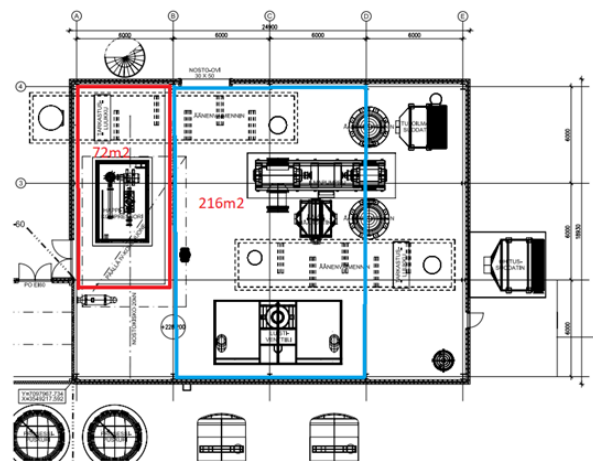
Pumppuhuollon sijoittaminen vanhalle happilaitokselle vaatii muutostöitä sekä investointeja:

- tuotantokäytössä oleva paineilmakompressori täytyy eristää väliseinällä kunnossapitotilasta
- kääntöpuominostin täytyy hankkia
- huoltoon tulevien laitteiden pesupaikka täytyy järjestää

- työturvallisuussyistä lattiapinta täytyy tasoittaa. Tilassa siirretään pumppukärryillä painavia laitteita, minkä takia epätasainen lattia on riski taakan kaatumiselle.

Kustannusarvio vanhan happilaitoksen muutostöistä:

- tulityöpaikan muutokset: 10 000 €
- väliseinä paineilmakompressorin eristämiseen: 15 000 €
- LVI-muutokset: 10 000 €
- sähkömuutokset: 10 000 €
- kääntöpuominostin: 10 000 €
- lattian tasoittaminen 10 000 €
- yhteensä: 65 000 €.



Kuva 21. Vanhan happilaitoksen tila

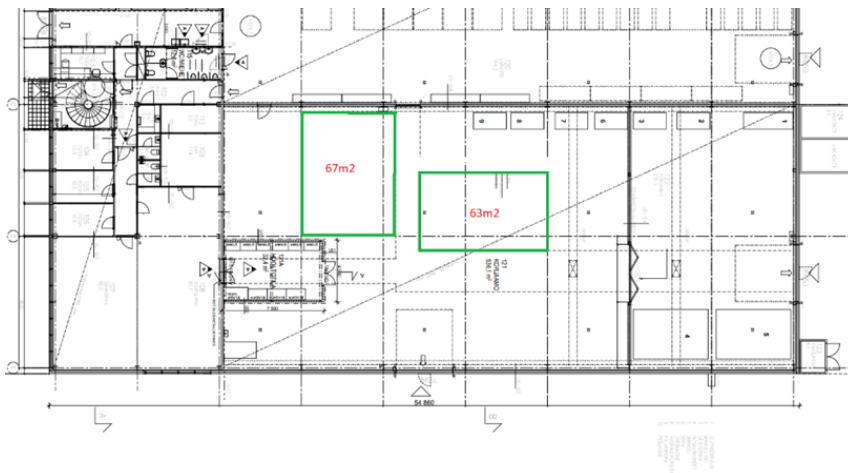
b) Keskuskorjaamo:

Puhallinhuolto on mahdollista sijoittaa keskuskorjaamon tiloihin. Puhallinhuolto voidaan sijoittaa kahteen kohtaan (kuva 22). Toinen noin 63 m²:n sijoituskohta on nykyisen huoltoon lähetettävien laitteiden ja varaosia odottavien laitteiden kohdalla. Tämä tarkoittaisi sitä, että korjaamon toimintamallia tulee muuttaa. Lattialla ei saisi olla puhallinhuollolle varatun tilan kohdalla

ylimääräistä tavaraa, vaan se pidetään vapaana. Toinen noin 67 m²:n sijoituskohta sijaitsee toisen huoltopöydän kohdalla. Puhallinhuollon käytössä tuotantolaitoksen tiloissa on tällä hetkellä noin 64 m². Keskuskorjaamon tiloista löytyy huollossa vaadittava katonosturi.

Puhaltimen laakerointia ei pysty toteuttamaan laadukkaasti keskuskorjaamon tiloissa, koska tila ei ole puhdas. Laakeroinnit täytyy tehdä puhtaassa tilassa, missä ilman epäpuhtaudet eivät pääse laakerille. Puhallinhuollon sijoittaminen keskuskorjaamon tiloihin tarkoittaisi laakerointityön ulkoistamista tai vaihtoehtoisen paikan etsiminen laakerointia varten.

Huoltoseisakkien aikana korjaamon tila täyttyy huollettavilla laitteilla, mikä aiheuttaa tilanpuutteen korjaamolla. Puhallinhuollot täytyy suunnitella ja ajoittaa niin, ettei puhallinhuolto keskuskorjaamolla tapahdu samaan aikaan huoltoseisakkien aikaan.

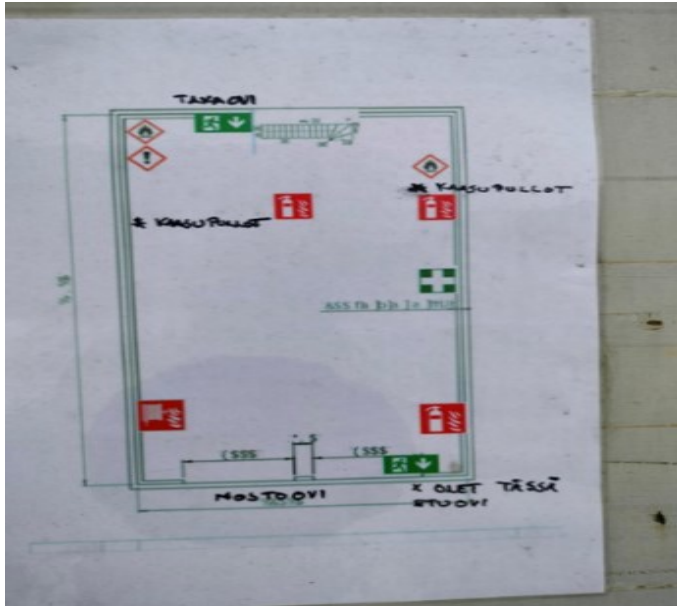


Kuva 22. Keskuskorjaamon tila

c) Yhteistyökumppanin kaarihalli:

Yhteistyökumppanin kaarihalli on vapautumassa syksyllä 2023. Kaarihallin koko on noin 150 m² (kuva 23). Kaarihalli on sopivan kokoinen puutyöryhmälle ja kaarihallissa mahtuu valmistamaan pumppukoppeja. Kaarihalli on mahdollista vuokrata, leasing-vuokrata tai ostaa. Kaarihallin kustannukset ovat seuraavat:

- kaarihallin ostaminen: 257 000 €
- kaarihallin vuokraaminen: 2 240 €/kk
- kaarihallin leasing-tarjous: 3 370 €/kk.



Kuva 23. Yhteistyökumppanin kaarihalli

d) Renforsin Rannan vuokratila:

Yksi vaihtoehto on puhallinhuollon sijoittaminen vuokratiloihin Renforsin Rantaan. Renforsin Rannassa puhallinhuolto sijoitettaisi PK3-halliin tai hierontämön tiloihin. Puhallinhuollon sijoittaminen vuokratiloihin ei ole toimiva vaihtoehto, sillä tiloissa ei voi tehdä tulitöitä, tilassa on huono ilmanvaihto, tilassa ei ole sosiaalitylöitä ja kohteeseen täytyisi järjestää työnjohto huoltojen ajaksi. Lisäksi tilassa ei ole tarpeeksi tasaista lattiapintaa, sekä kuljetuskustannukset nousisivat puhaltimien kuljettamisen takia.

e) Telttahallin rakentaminen:

Yhtenä vaihtoehtona on rakentaa teltta puutöiden tekemiseen. Teltan tulee olla lämmitetty ja tarpeeksi iso pumppukoppien tekemiseen. Puutöiden sijoittaminen telttaan ei järkevä ratkaisu, sillä teltassa ei ole tasaista lattiapintaa ja ylläpitokustannukset suuret.

Kustannusarvio teltan rakentamiseen ja ylläpitämiseen 12 kk ajalta:

- teltan rakentamiskustannus: 12 600 €
- materiaalit: 2 800 €
- vuokra 12 kk: 18 600 €
- lämmityspuhallin: 678 €/kk + mahdollinen rahti 500 €

- polttoainekustannukset: 21 l/h kylminä kuukausina, arvio kustannuksille noin 11 000 €
- yhteensä 12 kk ajalta: 53 000 €.

f) Yhteenvedo tiloista ja niiden kustannuksista:

Taulukossa 2 on koottu käytössä olevien tilojen tarjonta sekä mahdolliset kustannukset. Tarjonnassa on tarkasteltu kaikki käytössä olevat tilat sekä niiden käyttöä vaativat kustannukset. Keskuskorjaamosta ei synny merkittäviä kustannuksia ja Renforsin Rannan tila on jo vuokrattu varaston käyttöön, joten siitä ei synny lisäkustannuksia. Renforsin Rannan vuokratilasta ei ole määritetty, paljonko sieltä on mahdollista ottaa korjaamotilan käyttöön.

Käytettävät tilat

	Vanha happilaitos	Keskuskorjaamo	Renforsin ranta	Teltan rakentaminen	Kaarihalli
Tila m ²	288	63	-	150	150
Pesupaikka		X			
Puominostin	X				
Kattonostin		X	X		
Puhdas tila	X			X	X
Lämmin tila	X	X	X	X	X
Tulityöpaikka	X	X			
Kustannukset	65 000 €	-	-	53 000 €/12kk	2240 €/kk

Taulukko 2. Käytettävien tilojen tarjonta ja kustannukset

4.4 Yhteenvedo uusista sijainneista

Ruostumattoman teräksen hitsauspaikan sijoitus vanhalle happilaitokselle on suositeltavaa, koska vanhalla happilaitoksella on tähän asti toiminut tilapäinen tulityöpaikka ja se on pienillä investoinneilla muutettavissa vakituiseksi tulityöpaikaksi. Pumppuhuollon sijoittaminen vanhalle happilaitokselle on myös suositeltava vaihtoehto, koska sieltä löytyy tarpeeksi tilaa pumppuhuollon tarpeisiin ja on pienimmällä mahdollisella investoinnilla muutettavissa kunnossapitotilaksi.

Puutyöryhmän sijoituspaikkoja oli kaksi, yhteistyökumppanilta vapautuvaan kaarihalliin tai telttaan. Teltta lopullisena sijoituspaikkana suljettiin pois, sillä teltan ylläpitokustannukset nousevat

suuriksi. Puutyöryhmän sijoituspaikaksi suositellaan yhteistyökumppanin kaarihalli. Kaarihalli vapautuu syksyllä 2023.

Puhallinhuollolle vaihtoehtoina oli keskuskorjaamon tila tai Renforsin Rannan vuokratila. Renforsin Rannan vuokratila suljettiin pois vaihtoehtoista, sillä tilassa oli paljon puutteita. Keskuskorjaamolle puhallinhuollon sijoittaminen vaatii toimenpiteitä sekä toimintatapamuutoksia. Puhallinhuollon lopulliseksi sijoituskohteeksi suositellaan keskuskorjaamaa.

Keskuskorjaamon tilassa ei voida suorittaa laakerointia, koska tila ei ole puhdas. Laakeroinnille varataan tilaa vanhalta happilaitokselta, missä laakerointi pystytään suorittamaan. Laakerointiyksikkö voidaan irrottaa puhaltimesta ja kuskata kurottajalla vanhan happilaitoksen tilaan. Laakerointia tapahtuu vuoden aikana vain muutaman kerran, eikä laakeroinnin suorittaminen vanhan happilaitoksen tilassa tuota suurta ongelmaa. Laakerointi vaatii vähintään 1000 kg nostimen, joten tämä on huomioitava kääntöpuominostinta valitessa vanhalle happilaitokselle.

Taulukossa 3 on esitetty yhteenveto siirrettävien tilojen tilantarpeesta ja käytössä olevien tilojen tarjoamasta tilamäärästä. Taulukossa on esitetty, mihin tuotantolaitoksen tiloista siirrettävät kunnossapidon toiminnot kannattaa uudelleen sijoittaa.

		Minne siirtyy			
		Vanha happilaitos	Keskuskorjaamo	Kaarihalli	Ulkotilaan
Mikä siirtyy	Pumppuhuolto	104 m ²			
	Puhallinhuolto		64 m ²		
	Puutyöt			147 m ²	
	Tulityöpaikat	28 + 28 m ²			
	Pumppuhuollon varasto				126 m ²
	Yht.	160 m ²	64 m ²	147 m ²	126 m ²
	Käytössä oleva tila	288 m ²	63 m ²	150 m ²	

Taulukko 3. Yhteenveto siirtyvistä tiloista

5 Uusien tilojen layout-suunnittelu

Sijaintien valinnan jälkeen kohteisiin tehdään layout-suunnitelmat. Ensimmäinen suunnittelun vaihe on määrittää reunaehdot tiloille sekä suorittaa karkeasuunnittelu. Karkeasuunnittelu sisältää mistä/mihin-tarkastelun sekä riippuvuussuhdetarkastelun. Tämän jälkeen toteutetaan toimintojen sijoittelu uusiin tiloihin ottaen huomioon korjaamon suunnittelussa vaaditut määräykset. Painopiste uusille layouteille on työturvallisuus sekä mahdollisimman hyvä toimivuus.

5.1 Vanhan happilaitoksen tila

Vanhan happilaitoksen tilaan sijoitetaan vakituinen tulityöpaikka, oppopumppuhuolto, tila metallien talteenottolaitoksen rikkivetykehittimien vastuspattereiden huoltoon ja varusteluun sekä bioliuotuksen kasapuhaltimien laakerointipaikka. Tilaan sijoitetaan monta eri toimintoa, joten tilassa tulee olemaan paljon liikettä ja monta eri toimijaa. Tilaan tuodaan oppopumput, puhaltimen laakerointiyksiköt sekä vastuspatterit trukilla tai kurottajalla, joten tilassa tulee olla turvallista liikkua jalan sekä koneella. Uppopumppuja siirrellään tilassa myös pumppukärryillä. Tilassa tapahtuva virtaus tulee näin ollen olla järjestelty niin, että jokainen toimija pystyy liikkumaan tilassa turvallisesti.

Vanhan happilaitoksen layoutissa tulee huomioida työturvallisuuslaissa, pelastuslaissa sekä paloturvallisuuslaissa määritellyt asiat. Paloturvallisuuslaissa määritetään, että vakituisen tulityöpaikan tulee olla kipinöiltä tiivis ja materiaalien palamatonta, tilassa tulee olla yrityksen vakuutussovimuksen mukaiset sammuttimet, työpisteet sijoitetaan niin, että poistuminen tulityöpaikalta on esteetöntä sekä poistumistiet ovat selkeästi merkattu. Vakituisen tulityöpaikan valaistus täytyy olla työturvallisuuslaissa määritetyllä tasolla, työpisteiden ergonomian täytyy täyttää vaatimukset sekä työtä pitää pystyä tekemään turvallisesti. [7, 9 & 12.]

Pumppuhuollon layout-suunnitteluun vaikuttavat työturvallisuuslaki sekä pelastuslaki. Pelastuslain mukaan poistumisreitit tulee olla esteettömiä sekä hyvin merkattu. Työturvallisuuslaissa määritellään niin, että työn tekemiseen tulee olla tarpeeksi tilaa, työ täytyy pystyä tekemään turvallisesti, alueella liikkuminen tulee olla turvallista sekä työssä tapahtuvat nostot voidaan suorittaa niin, ettei siitä aiheudu vaaraa kenellekään. [7, 9 & 12.]

Vakituksella tulityöpaikalla suoritetaan paljon erilaisia töitä. Tulityöpaikalla tehdään pieniä korjaushitsauksia, suuria ja pieniä putkistoesivalmisteita sekä leikkaus, lämmitys ja hiontatöitä. Tulityöpaikka noudattaa funktionaalisen layoutin mallia eli työpisteet pysyvät paikoillaan ja materiaali virta voi vaihdella sen mukaan, mitä ollaan tekemässä. Tila on pääsääntöisesti urakoitsijoiden käytössä ja urakoitsijat tuovat tilaan omat hitsausvälineet, joten tulityöpaikan layoutia tarkastellaan vain karkealla tasolla. Tulityöpaikalla sijaitsee poistumistie, joten se on pidettävä auki ja esteettömänä.

Vanhan happilaitoksen tilaan rakennettavaan väliseinään täytyy tehdä pariovi, sillä rakennuksen poistumistie jää väliseinän toiselle puolelle. Pelastuslaissa määrätyn ehdon mukaan, rakennuksesta tulee pystyä poistumaan vaaratilanteissa. Lisäksi tuotantokäytössä olevaa paineilmakompressoria pitää päästä huoltamaan tarvittaessa ja huollossa tarvittavat osat täytyy pystyä kuljettamaan ovesta.

Uppopumppuhuollolle suoritetaan mistä/mihin-tarkastelu (taulukko 4), tehdään riippuvuussuhdetaulukko sekä riippuvuussuhdekaavio. Ensimmäinen vaihe on selvittää uppopumppuhuollon työvaiheet ja pisteet, minkä kautta uppopumppu kulkee huollon aikana. Seuraavaksi määritellään eri reittivaihtoehdot, mitä kautta uppopumppu voi kulkea huollon aikana. Uppopumpuille tarkastelu tehdään työpisteiden välisen liikuttelumäärän mukaan. Määrittely toteutettiin seuraamalla pumppuhuoltoa sekä haastateltiin pumppuhuollon työnjohtajaa ja asentajia. Määrittelyajanjaksoksi valikoitui viikko, koska yhden päivän ajalta ei saa tarpeeksi dataa uppopumppujen työkierrosta. Uppopumppujen lukumäärä viikon aikana on keskimääräisiä lukuja, koska viikot ovat hyvin erilaisia. Vaihteluun vaikuttaa pienten uppopumppujen huoltomäärät, varaosien saapumismäärä sekä vikaantumismuodot. Jos viikon aikana tulee useampi uppopumppu huoltoon, mihin ei varaosaa löydy, se vaikuttaa huoltoon odottavien varaston ja työpisteiden väliseen suhteeseen. Samoin jos viikolla saapuu varaosia paljon, niin varastosta otetaan enemmän pumppuja työpisteelle. Myös pienet uppopumput vaikuttavat huoltoon tulevien ja huollosta valmistuvien pumppujen määrään.

A	Vastaanotto
B	Pesupaikka
C	Huoltoa odottavien varasto
D	Työpiste 1
E	Puominostin
F	Työpiste 2
G	Testauspaikka
H	Valmiit pumput

Pumppujen määrä viikon aikana	Eri kulkuvaihtoehdot	Reitti
	Suoraan työpisteelle 1:	
1	Vian selvitys, ei varaosaa	ABEDEC
3	Vian selvitys, varaosa löytyy	ABEDEGEH
	Varaston kautta työpiste 1:	
1	Vian selvitys, varaosa löytyy	ABCEDEGEH
	Vian selvitys, ei varaosaa	ABCEDEC
	Suoraan työpisteelle 2:	
	Vian selvitys, ei varaosaa	ABEFEC
3	Vian selvitys, varaosa löytyy	ABEFEGEH
	Varaston kautta työpiste 2:	
1	Vian selvitys, varaosa löytyy	ABCEFEGEH
1	Vian selvitys, ei varaosaa	ABCEFEFC
2	Varastosta työpisteelle 1:	CEDEGEH
2	Varastosta työpisteelle 2:	CEFEGEH

		Mihin							
		A	B	C	D	E	F	G	H
Mistä	A			10					
	B			3		7			
	C					7			
	D					7			
	E			2	6		7	12	12
	F					7			
	G					12			
	H								

		Mihin							
		A	B	C	D	E	F	G	H
Mistä	A			10					
	B			3		7			
	C					9			
	D					13			
	E						14	24	12
	F								
	G								
	H								

Taulukko 4. Uppopumppuhuollon mistä/mihin-tarkastelu

Mistä/mihin-tarkastelusta saatujen lukujen perusteella tehdään riippuvuussuhdetaulukko uppopumppuhuollolle (taulukko 5). Riippuvuussuhdetaulukossa riippuvuuden suuruus näytetään kirjaimilla:

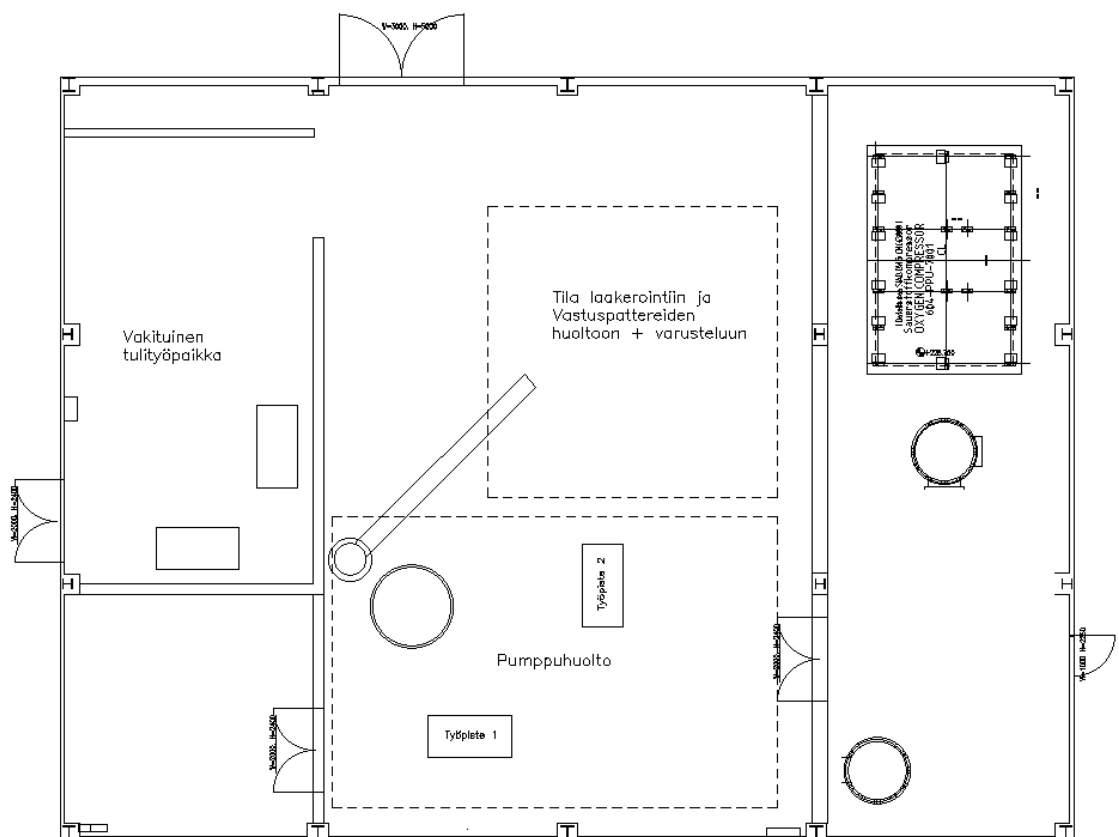
- A-kirjain tarkoittaa, että toimintojen välinen riippuvuus ja läheisyys on erittäin tärkeää
- E-kirjain tarkoittaa läheisyyden olevan hyvin tärkeää
- I-kirjain tarkoittaa, että läheisyys on tärkeää mutta ei niin tärkeää kuin E-kirjaimessa
- O-kirjain merkitsee sitä, että läheisyyden riippuvuus on tavallista eli toimintojen ei tarvitse olla vierekkäin.

Mistä/mihin-kaaviosta saadut lukuarvot merkataan kirjaimilla riippuvuussuhdetaulukkaan seuraavasti:

- 0< lukuarvot merkataan O-kirjaimella
- 5< lukuarvot merkataan I-kirjaimella
- 10< lukuarvot merkataan E-kirjaimella
- 13< lukuarvot merkataan A-kirjaimella.

Seuraava vaihe on sijoitella riippuvuussuhdekaavion mukaan työpisteet layoutille (kuva 25). Huoltoa odottavien varasto sijoitellaan ulos vanhan happilaitoksen pihalle, sillä se ei mahdu sisätiloihin ja huoltoa odottavien varastolla ei ole niin suurta tarvetta olla muiden työpisteiden läheisyydessä. Vanhan happilaitoksen tilaan ei voida järjestää pesupaikkaa viemäroinnin takia. Vanhalle happilaitokselle tulee kyllä talousvesi ja on pienillä muutoksilla käytettävissä, mutta viemärointi johtaa sadevesialtaalle, minkä takia vanhan happilaitoksen tilassa ei voida pestä prosessinesteitä sisältäviä oppopumppuja. Uppopumppujen pesupaikka sekä vastaanotto täytyy sijoittaa keskuskorjaamon tilaan. Keskuskorjaamolla on valmis pesupaikka.

Kääntöpuominostimen sijoittelu vaikutti koko tilan layoutiin. Kääntöpuominostin on mahdollista sijoittaa keskelle kunnossapitotilaa, missä se toimisi hyvin pumppuhuollon sekä puhaltimen laakeroinnin tarpeisiin. Toinen vaihtoehto on sijoittaa kääntöpuominostin tulityöpaikan viereen, missä se on tarvittaessa myös tulityöpaikan käytettävissä. Tulityöpaikalla tehdään myös sellaisia töitä, missä tarvitaan nostinta. Työturvallisuuslaissa määrätään, että nostot täytyy pystyä suorittamaan turvallisesti, joten kääntöpuominostimen sijoittaminen tulityöpaikan viereen on parempi vaihtoehto.



Kuva 25. Vanhan happilaitoksen uusi layout

5.2 Keskuskorjaamon tila

Keskuskorjaamon tilaan sijoitetaan puhallinhuolto. Puhallinhuollolle oli kaksi sijoituspaikkaa keskuskorjaamon tilassa. Toinen sijaitsi huoltopöydän kohdalla ja toinen huoltoon lähtevien laitteiden kohdalla. Näistä vaihtoehtoista huoltoon lähtevien laitteiden kohta on parempi, koska huoltopöytien ympärillä ja vieressä tapahtuu enemmän kulkemista, kuin huoltoon lähtevien laitteiden kohdalla. Puhallinhuollossa joudutaan suorittamaan raskaita nostoja ja työturvallisuuslaki määrittää, että nostotyöt täytyy pystyä suorittamaan turvallisesti ilman, että siitä aiheutuu työn tekijälle tai muille vaaraa. Myös pelastuslaki määrittää, että poistumistiet tulee pitää auki ja esteetöminä, joten näidenkin puolesta puhallinhuollon sijoittaminen huoltoon lähtevien laitteiden kohdalle on parempi vaihtoehto.

Puhallinhuollon sijoittaminen huoltoon lähtevien laitteiden kohdalle tarkoittaa sitä, että huoltoon lähteville laitteille tulee määrittää vaihtoehtoinen paikka. Vaihtoehtona tähän voisi olla varaston takana, mistä huoltoon lähtevät laitteet voidaan suoraan lähettää huoltoon. Puhallinhuollon vie-reen mahtuu varaosia odottavien laitteiden paikka sekä odotuspaikka laitteille, jotka huolletaan itse.

Keskuskorjaamon tilassa on mekaanisten asentajien työkalukaapit sekä vetolaatikot. Vetolaatikot on sijoitettu kahden ison huoltopöydän alle sekä ympärille. Työkalukaapit ovat työstökoneiden ja kunnossapitotilan välissä sekä varaston puoleisella seinustalla. Työkalukaappeja ja vetolaatikoita on paljon käyttämättöminä tai ei ole tietoa, kenen käytössä ne ovat. Kaapeista puuttuu käyttäjän merkintä eikä kaapeista tai vetolaatikoista olla pidetty minkäänlaista kirjaa. Käytössä olevat kaapit ja vetolaatikot tulee merkata ja ylimääräiset hävittää tai luovuttaa toisille osastoille. Ylimääräisistä kaapeista ja vetolaatikoista luopumalla saadaan lisää tilaa keskuskorjaamolle. Käytössä olevat vetolaatikot mahtuvat yhden ison huoltopöydän alle, joten toinen huoltopöydistä voidaan poistaa tilasta. Lisäksi huoltopöydän ympärillä olevat pöydät saadaan poistettua. Pöytien tilalle sijoitetaan työkalukaapit, niin saadaan puhallinhuollolle lisää tilaa.

Taulukosta 6 nähdään keskuskorjaamon tilan mistä/mihin-tarkastelu. Korjaamotilassa työpisteiden välinen virtaus on hankala määrittää sekä huollettavien laitteiden määrä on vaihtelevaa. Puhallinhuoltoa tapahtuu noin kerran kuukaudessa. Jos tarkastelu ajanjaksoksi valitaan kuukausi niin tänä aikana pienempiä laitteita kulkee työpisteiden välillä paljon, eikä näin ollen tarkastelun tulokset ole todenmukaisia. Keskuskorjaamon tilan tarkasteluissa käytettiin yleisimpiä reittejä sekä eri reittivaihtoehtojen määrää, minkä huollettava laite voi kulkea tilassa. Näiden avulla määritellään työpisteiden väliset riippuvuudet. Tarkastelun kohteeksi otettiin kaikki keskuskorjaamon

toiminnot, mitkä vaikuttavat puhallinhuollon mahdollistamiseen. Työstökoneiden, tulityöpaikan tai malminkäsittelyn terähuollon layout-sijoitteluun ei tulla tekemään muutoksia, vaan keskitytään puhallinhuollon mahdollistamiseen korjaamotilaan.

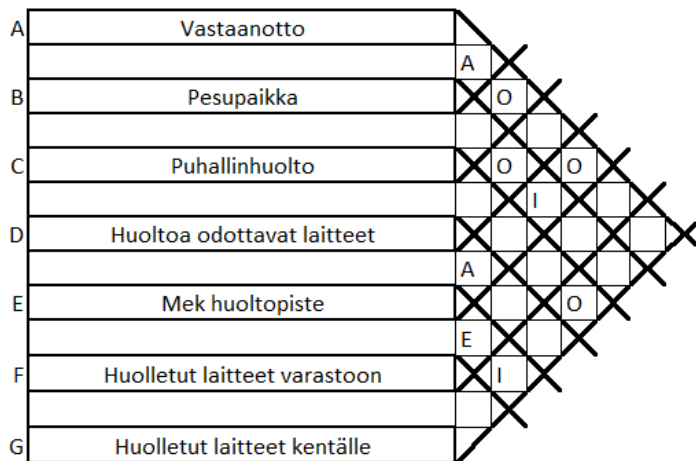
A	Vastaanotto
B	Pesupaikka
C	Puhallinhuolto
D	Huoltoa odottavat laitteet
E	Mekaaninen huoltopiste
F	Huolletut laitteet varastoon
G	Huolletut laitteet kentälle

Painopiste	Mahdollinen reitti	
1	Pesu, odotus ja odottamaan varaosaa	ABDED
1	Pesu, odotus, korjaus ja varastoon	ABDEF
1	Pesu, odotus, korjaus ja kentälle	ABDEG
1	Pesu, huolto ja varastoon	ABEF
1	Pesu, huolto ja kentälle	ABEG
1	Pesu, huolto ja odottamaan varaosaa	ABED
1	Puhallinhuolto	ACG



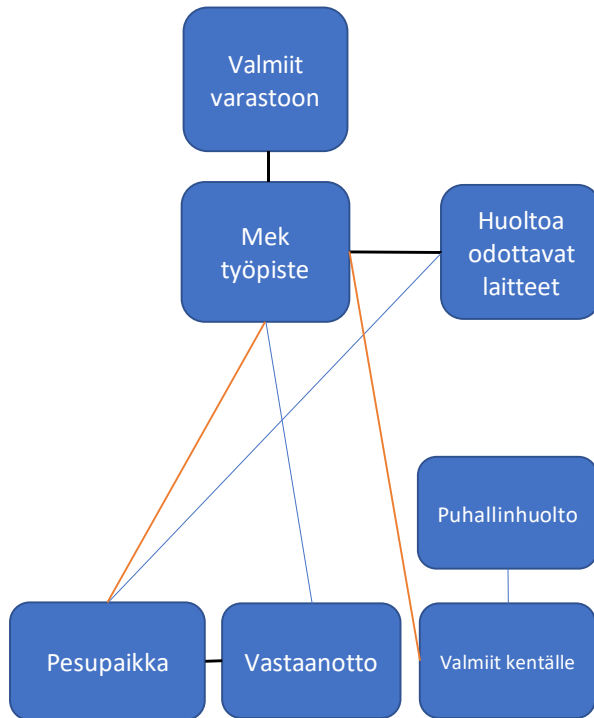
Taulukko 6. Keskuskorjaamon mistä/mihin-tarkastelu

Mistä/mihin-tarkastelun jälkeen tilaan tehdään riippuvuussuhdetarkastelu. Ensimmäiseksi riippuvuuksia tarkastellaan riippuvuussuhdetaulukon avulla. Taulukosta 7 nähdään toimintojen väliset riippuvuudet. Taulukosta 7 saadun tiedon perusteella tehdään riippuvuussuhdekaavio (kuva 26).



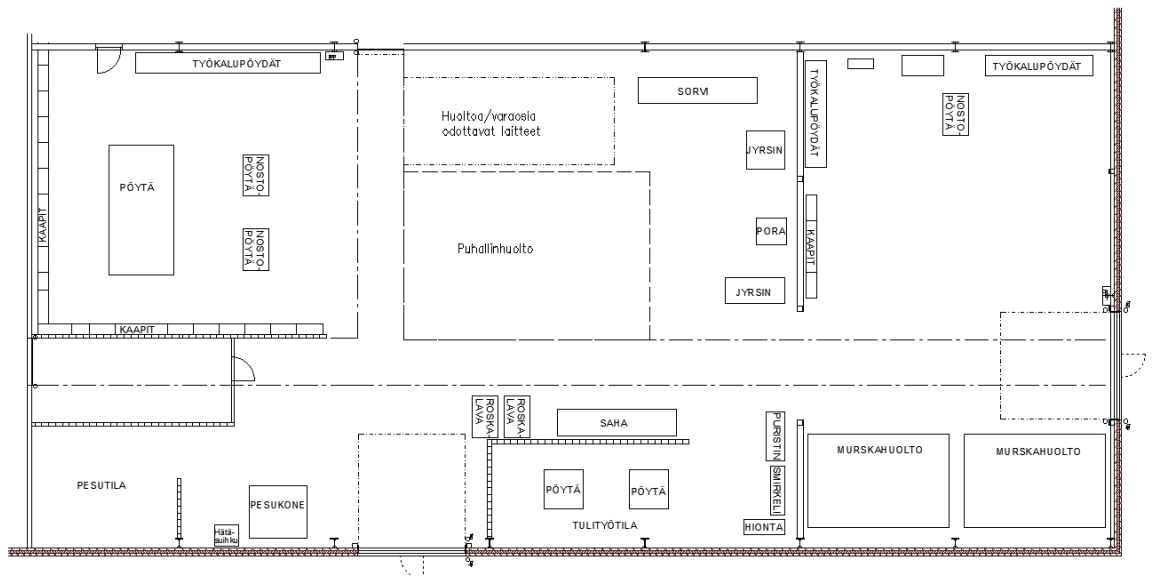
A	Pakollinen	—————	<5
E	Erittäin tärkeä	—————	<3
I	Tärkeä	—————	<1
O	Tavallinen	—————	<0
U	Ei tärkeä		
X	Ei väliä		

Taulukko 7. Keskuskorjaamon riippuvuussuhdetaulukko



Kuva 26. Riippuvuussuhdekaavio keskuskorjaamon toiminnoista

Riippuvuussuhdekaavion mukaan työpisteet sijoitetaan keskuskorjaamon layoutiin (kuva 27). Keskuskorjaamon tilaan sijoitetaan myös uoppopumppuhuollon vastaanotto, koska tilassa sijaitsee pesupaikka, missä uoppopumput pestään jatkossa.

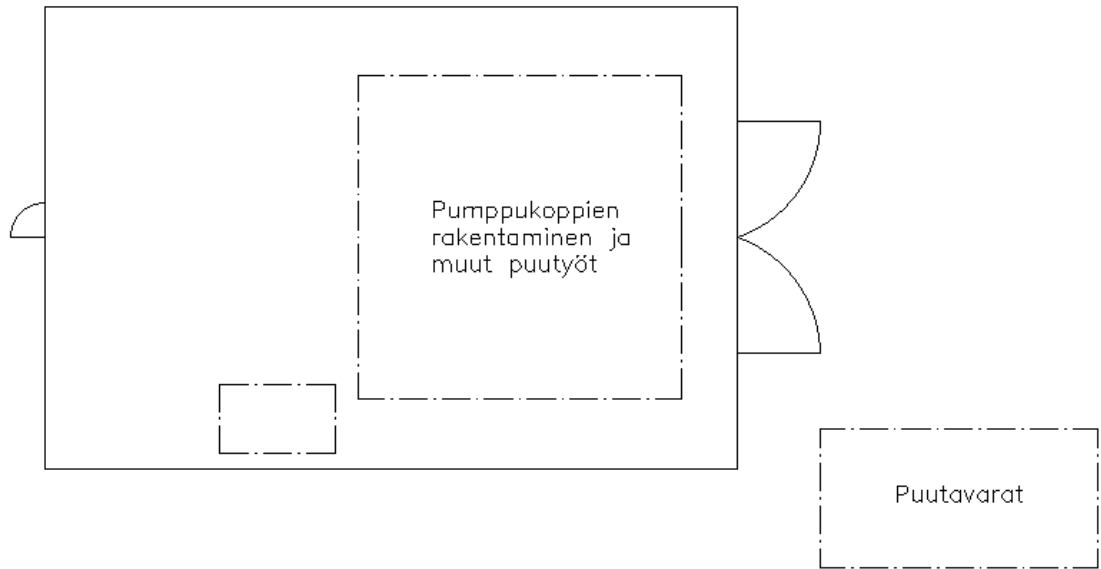


Kuva 27. Keskuskorjaamon uusi layout

5.3 Yhteistyökumppanin kaarihalli

Yhteistyökumppanilta vapautuvaan kaarihalliin sijoitetaan puutyötila. Kaarihalli vapautuu syksyllä 2023 ja siihen asti puutyöt tehdään ulkona. Puutöitä tehdään paljon erilaisia. Isoimpana ja pitkäkestoisimpana työnä puutyöryhmällä ovat pumppukoppien rakentaminen. Pumppukopit ovat 5 x 5 metrin kokoisia ja niiden valmistukseen tarvitsee vähintään 7 x 7 metrin tilan, sillä työturvallisuuslain mukaan töiden tekemiseen tulee olla tarpeeksi tilaa. Pumppukopista rakennetaan runko ja katto erikseen, minkä jälkeen ne siirretään ulos kaarihallista ja kasataan. Tila pumppukoppien rakentamiselle tulee sijoitella niin, että siirrot pystytään suorittamaan turvallisesti ja vaaraa aiheuttamatta. Pumppukoppien rakentamisessa tehdään tulitöitä kattahuovan asentamisessa, joten tulitöissä tulee huomioida paloturvallisuudessa määritellyt asiat. Puutöistä syntyy sahanpurua kaarihalliin, joten tulityöt tulee suorittaa ulkona. Tulitöitä tehdään tilapäisellä tulityöpaikalla ja niihin täytyy soveltaa tilapäisen tulityöpaikan vaatimuksia.

Pumppukoppien rakentaminen määrittää, minkälainen layout puutyötilalla täytyy olla. Pumppukoppien rakentaminen noudattaa kiinteää layoutia eli pumppukoppi rakennetaan tiettyyn kohtaan ja siihen tarvittavat materiaalit ja resurssit siirretään työpisteelle. Keskelle kaarihallia tulee jättää tila pumppukoppien rakentamiseen ja ympärille sijoittaa tarvittavat työkalut, kuten sirkkelipöytä ja työhön käytettävät materiaalit. Puutarvikehylly sijoitetaan ulos sellaiseen kohtaan, mistä se on helppo täyttää ja siitä on helppo viedä kaarihalliin työtä varten tarvittava määrä puutavaraa. Sisätilaan puutavarahyllyä ei ole järkevää sijoittaa, koska täyttäminen ja tarvittavan puutavaran nouto hankaloituu, jos sisällä on pumppukopin rakentaminen käynnissä. Kuvassa 28 on uusi layoutmalli kaarihalliin.



Kuva 28. Yhteistyökumppanin kaarihalli

6 Yhteenveto

Työn tarkoituksena oli selvittää, miten kunnossapidon toimintaa voidaan jatkaa tehokkaasti käytössä olevilla tiloilla, kun tuotantolaitos otetaan tuotantokäyttöön. Kaikille tuotantolaitokselta siirrettäville kunnossapidon toiminnoille löydettiin uudet sijoituskohteet ja sijoituskohteisiin saatiin tehtyä layout-suunnitelmat. Kunnossapidon toimintojen siirtäminen tuotantolaitoksen tiloista tuli nopealla varoitusaajalla, joten sijoituskohteet tuli löytää nopeasti. Uudet layout-suunnitelmat on tehty sen mukaan, miten toiminnot saadaan mahtumaan tiloihin. Layout-suunnitelmat eivät ole lopullisia, vaan suuntaa antavia yksityiskohtaisempaa sijoittelua tehdessä. Yksityiskohtaisempi sijoittelu voidaan toteuttaa, kun siirtyminen uusiin tiloihin on ajankohtainen.

Vanhan happilaitoksen tilaan saatiin esityksen pohjalta rahoitus muutostöihin ja lupa aloittaa kunnossapitotilaksi muuttamisen rakennustyöt. Tilaan yksityiskohtaisempi sijoittelu ja käyttöönotto voidaan toteuttaa vasta, kun tilan muutokset on saatu valmiiksi. Huoltoa odottaville oppopumpuille rakennetaan katos vanhan happilaitoksen nosto-oven viereen, mistä pumpput voi siirtää pumppukärryillä sisälle.

Keskuskorjaamon tilaan toimintatapamuutoksen ottaminen käyttöön vaatii vielä toimenpiteitä. Huoltoon lähetettäville laitteille täytyy osoittaa paikka, mihin ne tuodaan. Sopiva paikka tälle olisi varaston takana, mistä laitteet muutenkin nostetaan kuljetusauton kyytiin. Tämä paikka olisi tarkoitettu vain sellaisille laitteille, mitkä lähetetään suoraan ulkopuoliselle huoltoyritykselle huoltoon. Tällä vältetään keskuskorjaamon lattian täyttyminen sellaisista laitteista, jotka lähetetään huoltoon.

Keskuskorjaamolle sijoitettiin puhallinhuolto, koska sille ei muuta sijoituspaikkaa ollut ilman suurempia investointeja. Keskuskorjaamolle sijoitettava puhallinhuolto vie tilasta noin 63 m². Tila ei ole tehokkaassa käytössä pelkästään puhallinhuoltona, koska tilassa huolletaan puhaltimia noin kerran kuukaudessa ja muuten tila on käyttämättömänä. Laakeroinnit suoritetaan jatkossa vanhan happilaitoksen tilassa, koska keskuskorjaamon tila ei ole puhdistila ja siellä ei voida suorittaa laakerointeja laadukkaasti. Puhallinhuolto tulee tulevaisuudessa kasvamaan uusien sekundääri-kaasojen myötä, joten tulevaisuudessa puhallinhuollon sijaintia tulee tarkastella uudestaan.

Yhteistyökumppanilta vapautuva kaarihalli vuokrataan Terrafamen käyttöön ja vuokraneuvottelut aloitettiin tämän opinnäytetyön pohjalta. Tämän opinnäytetyön layout-suunnitelma ei ole lopullinen, vaan se voidaan tehdä vasta, kun kaarihalli vapautuu ja sinne pääsee tutustumaan

tarkemmin. Kaarihalli vapautuu syksyllä 2023 ja sen jälkeen sinne voidaan suorittaa muutto ja tehdä yksityiskohtaisempi layout-suunnitelma.

6.1 Ehdotus jatkotoimenpiteestä

Tulevaisuudessa keskuskorjaamon tila tulee olemaan ahdas ja epäkäytännöllinen joidenkin toimintojen suhteen. Keskuskorjaamolla sijaitsevan keskusvaraston tilat ovat liian pienet ja keskusvaraston käyttöön on jouduttu vuokraamaan tilaa Kajaanin Renforsin Rannasta. Puhallinhuollon kasvaessa ja uuden tuotantolaitoksen käynnistymisen myötä kriittisten varaosien säilytys lisääntyy keskusvarastolla ja tilat tulevat vielä ahtaammaksi. Uuden keskusvaraston rakentaminen lähitulevaisuudessa on pohdittava asia. Uudella keskusvarastolla varmistettaisiin kriittisten varaosien saatavuus nopealla varotusajalla, kun varaosia säilytetään Terrafamen alueella eikä Kajaanissa. Lisäksi kuljetuskustannukset pienentyisivät, kun ei tarvitse ajaa Kajaaniin hakemaan varaosia.

Uudella keskusvarastolla mahdollistettaisiin korjaamotoiminnan keskittämistä keskuskorjaamolle. Keskusvaraston tila voitaisiin ottaa kokonaan korjaamokäyttöön ja rakentaa toiselle puolelle puhdaspuoli ja toinen jäisi likaiseksi puoleksi. Tällä voitaisiin mahdollistaa puhallinhuollon tehokas käyttö ja laadukas laakerointi puhtaassa tilassa. Puutyöt voitaisiin sijoittaa myös keskuskorjaamolle ja luopua kaarihallista.

6.2 Pohdinta

Opinnäytetyöprosessi sujui kokonaisuudessaan onnistuneesti. Alussa oli hieman epäselvyyttä, mitkä tilat ovat käytettävissä ja minkälaisella aikataululla tuotantolaitoksen tiloista täytyy siirtyä pois. Kun uudet sijoituskohteet olivat selvillä, pystyttiin aloittamaan kohteiden layout-suunnittelu. Layout-suunnittelussa käytettiin apuna tuotantolaitoksen suunnitteluun tarkoitettuja metodeja, kuten mistä/mihin-tarkastelu sekä riippuvuussuhdetarkastelu. Pumppuhuollon tarkasteluun mistä/mihin-kaavio soveltui erittäin hyvin. Puhallinhuollon ja keskuskorjaamon tilan suunnittelussa mistä/mihin-kaaviota joutui hieman soveltamaan. Vaikka suunnittelussa käytetyt metodit olivat tarkoitettu tuotantolaitoksen suunnitteluun, soveltuivat ne hyvin myös kunnossapito-tilan suunnitteluun. Tärkeintä oli selvittää, mikä kuvastaa parhaiten resurssien liikkumista tilassa kunnossapidon toiminnoissa.

Lähteet

1. Kunnossapito liiketoiminnan osana - Tuotantotehokkuuden kehittäminen - Promaint [Internet]. [viitattu 17. huhtikuuta 2023]. Saatavissa: <https://promaintlehti.fi/Tuotantotehokkuuden-kehittaminen/Kunnossapito-liiketoiminnan-osana>
2. Akkukemikaalit - Terrafame [Internet]. [viitattu 9. helmikuuta 2023]. Saatavissa: <https://www.terrafame.fi/tuotteemme/akkukemikaalit.html>
3. terrafamen-liikevaihto-kasvoi-vuonna-2022-merkittävästi.
4. Historia - Terrafame [Internet]. [viitattu 9. helmikuuta 2023]. Saatavissa: <https://www.terrafame.fi/yritys/historia.html>
5. Strategia - Terrafame [Internet]. [viitattu 9. helmikuuta 2023]. Saatavissa: <https://www.terrafame.fi/yritys/strategia.html>
6. TTS:n tiedote: Maataloustyö ja tuottavuus 1/2011 (628) 2 UUSI HUOLTO JA KORJAUS-HALLI Toiminnallinen ratkaisu.
7. Oy EP. FINLEX[®] - Ajantasainen lainsäädäntö: Ympäristöministeriön asetus rakennusten... 848/2017.
8. Oy EP. FINLEX[®] - Ajantasainen lainsäädäntö: Pelastuslaki 379/2011.
9. Oy EP. FINLEX[®] - Ajantasainen lainsäädäntö: Työturvallisuuslaki 738/2002.
10. 4. Työturvallisuus ja hyvinvointi: henkilostojohtaminen15 [Internet]. [viitattu 31. maaliskuuta 2023]. Saatavissa: <https://henkilostojohtaminen15.webnode.fi/tyoturvallisuus-ja-hyvinvointi/>
11. Suojeluohje. 2018. Tulityöt S621. Osuuspankki. Hakupäivä 18.4.2023
12. TULITYÖT TURVALLISUUSOHJE. 2017. Turvallisuusohje. Finanssiala. Hakupäivä 13.3.2023
13. Tervo, J. 2022. INVESTOINNIN VAIKUTTAVUUSMALLIN KEHITTÄMINEN. Diplomityö. Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto. Hakupäivä 10.4.2023
14. Ronkainen J. Oulun teknisen liikelaitoksen ajoneuvojen ja työkoneiden huoltotilojen ja toimintojen suunnittelu. 2017;
15. Martinsuo M, Mäkinen S, Suomala P, Lyly-Yrjänäinen J. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. 1. p. Edita; 2016.
16. Slack N, Brandon-Jones A, Johnston R. Operations Management [Internet]. Saatavissa: www.pearson-books.com
17. Ram Naresh Roy. Modern Approach to Operations Management. 1. p. New Age International Ltd; 2005. 36–60 s.
18. From/to Chart [Internet]. [viitattu 9. helmikuuta 2023]. Saatavissa: <https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/research/dstools/fromto-chart/>
19. C ME, N MP, N KJ, Author C. Improvement of Facility Layout Using Systematic Layout Planning [Internet]. Vsk. 08, IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN) www.iosrjen.org ISSN. 2018. Saatavissa: www.iosrjen.org
20. Activity Relationship Chart (ARC) | Download Scientific Diagram [Internet]. [viitattu 9. helmikuuta 2023]. Saatavissa: https://www.researchgate.net/figure/Activity-Relationship-Chart-ARC_fig2_341700203

Kansikuvan lähde

21. Kuvapankki ja logot - Terrafame [Internet]. [viitattu 10. helmikuuta 2023]. Saatavissa: <https://www.terrafame.fi/medialle/kuvapankki-ja-logot.html>

