

## Malliratkaisuja

# METALLIN TYÖSTÖÖN

Metallin työstöllä tarkoitetaan tässä metallin jatkokäsittelyä lastuavilla työstömenetelmillä, kuten sorvausta, jyräystä, porausta, hiontaa, sahausta ja avarrusta. Työstökoneityyppejä ovat manuaalisesti tai puoliautomaattisesti ohjatut työstökoneet sekä numeeriset, tietokone-ohjatut CNC-työstökoneet ja -keskukset.

Tähän malliratkaisukorttiin on kerätty lastuavan työstön keskeiset vaaratekijät sekä ratkaisuja hyviksi ja turvallisiksi todetuista toimenpiteistä haittojen vähentämiseksi.

## Työvaiheessa esiintyvät haitat ja niiden vähentäminen

Konepaja- ja rakennusmetallitoissa sattuu vuosittain noin 20 000 työtapaturmaa, joista noin puolet johtavat sairauspoissaoloon. Keskimääräinen työkyvyttömyyden kesto kyseisillä toimialoilla tapaturmaa kohden on noin 21 vuorokautta. Lisäksi metalliteollisuudessa sattuu edelleen vuosittain vakavia, kuolemaan johtavia tapaturmia.

Meluvammoja tai niiden epäilyjä esiintyy koneenasettajilla ja koneistajilla vuosittain noin 75 kappaletta. Meluvammojen ohella todetaan vuosittain noin 40 ammatti-ihotautia. Rasitussairauksia toistotyöstä ja epätavallisista työasennosista johtuen todettiin koneenasettajilla ja koneistajilla vuonna 2007 yli 20 tapausta. Hengitystieallergioita sekä asbestin aiheuttamia sairauksia todetaan molempia vuosittain noin 13.

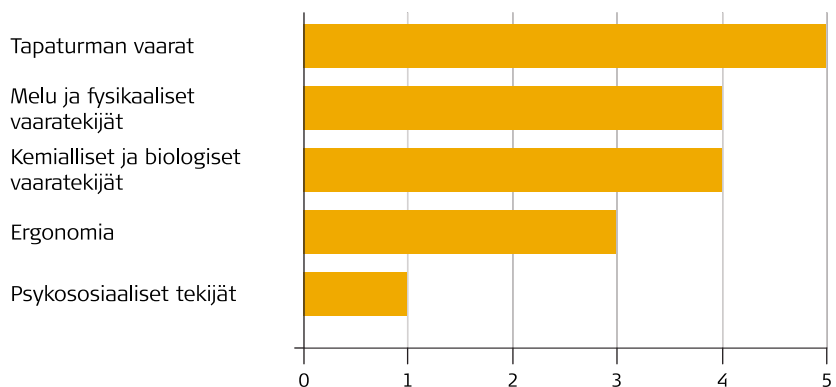
Työstömenetelmästä sekä työstettävistä materiaaleista riippuen ovat koneistuksessa syntyvät ongelmat vaihtelevia. Metallien lastuavan työstön ohella konepajoissa esiintyy usein myös muita työtehtäviä, kuten hitsausta, rasvanpoistoa, maalausta ja polttoleikkausta. Olennaista onkin vaaratekijöiden tunnistaminen työpaikan riskinarvioinnin avulla. Työntekijän velvollisuutena on arvioida työtehtävän turvallisuus ja toteuttaa riskinarvioinnissa esiintyneet epäkohdat.

Työturvallisuuden huomioiminen koneistajan työtehtävissä on erityisen tärkeää useiden samanaikaisesti esiintyvien vaaratekijöiden vuoksi!

## Työtehtävien kuvaus

Koneistajat valmistavat työpiirustusten mukaisia koneiden osia ja muita kappaleita metalliaineksista lastuavilla työstömenetelmillä. Koneistajia työskentelee metallituotteiden valmistuksen, koneiden ja laitteiden valmistuksen sekä erilisten kulkuneuvojen valmistuksen parissa. Koneistajilla käytössä oleva ammattinimikkeitä ovat

### Eri vaaratekijöiden suhteellinen merkitys metallin työstössä



mm. koneistajat, koneenasettajat ja NC-koneenkäyttäjät tai konekohtaisilla ammattinimikkeillä esimerkiksi aarporaajat ja sorvaajat.

Työstötehtävissä käytetään yleisesti leikkuu- ja lastuamistarvikkeita voitelun ja jäähdytyksen sekä metallihiukkasten pois-

## Tehtävään liittyvät malliratkaisut

- ← Käytössä olevien koneiden riskinarviointi
- ← Käytössä olevien työstökoneiden ja -keskusten suojaaminen
- ← Kemikaalialtistumisen torjuminen metallin työstössä
- ← Henkilönsuojaimet

Lisää malliratkaisuja: [www.ttl.fi/malliratkaisut](http://www.ttl.fi/malliratkaisut)

tamisen vuoksi. Leikkuunesteet ovat täysöljyjä tai vettä sisältäviä emulsioita ja niiden koostumus vaihtelee käyttötarkoituksen mukaan. Veteen sekoitettavat nesteet (emulsiot) sisältävät lisäaineita, kuten emulgaattoreita, ruosteen-, hapettumisen- ja vaahdonestoaineita sekä biosidejä. Lisäksi nesteen laatu muuttuu käytön yhteydessä.

Lastuavia työstömenetelmiä ovat esimerkiksi sorvaaminen, jyrsintä, poraaminen, hionta, sahaus, höyläys sekä avarrus. Manuaalisella metallin työstöllä tarkoitetaan käsikäyttöisillä koneilla tapahtuvaa työtä. Tietokoneohjatuilla numeerisilla CNC-työstökeskuksilla valmistetaan yleensä suurempia sarjoja. Koneistaja valitsee oikeat työkalut, työstöarvot ja työstöjärjestyksen, viimeistelee kappaleet sekä valvoo, että ne ovat laatuvaatimusten mukaisia. Koneistajan työtehtäviin voi metallin työstön ohella kuulua muita metallisineiden valmistukseen liittyviä työtehtäviä, kuten leikkaus- tai taivutustyötehtäviä.

## Tapaturmat

Metallin työstössä tapaturmia aiheuttavat laitteisiin ja koneisiin liittyvät mekaaniset vaaratekijät, kuten puristumis-, leikkautumis-, viilto- tai takertumisvaarat sekä työkalun tai työstettävän kappaleen irtoamiset ja sinkoutumiset. Mekaaniset vaaratekijät aiheutuvat voimansiirron ja työstöalueen liikkuvista osista sekä niihin liittyvistä suurista nopeuksista ja voimista.

Tyypillisiä mekaanisia vaaratekijöitä koneen käytön aikana:

- työkalun tai kappaleen irtoaminen ja sinkoutuminen
- vaatteiden takertuminen automaattisesti liikkuviin koneen osiin
- raajojen puristuminen työkappaleen kiinnittämisen, automaattisen työkalun vaihdon tai lastujen ja muiden jätteiden poiston aikana
- koneen, työkalujen tai työstettävien kappaleiden terävien leikkauspintojen aiheuttamat pisto- ja viiltohaavat.

Tyypillisiä koneen laitevioista johtuvia vaaratekijöitä:

- koneen odottamaton käynnistyminen
- koneen nopeuden tai toiminta-alueen ylittyminen.

Kappaleiden sinkoutuvat osat ovat usein seurausta kiinnityslaitteiden pettämisestä, virheellisestä kiinnityksestä, ohjausjärjestelmän viasta sekä viime kädessä koneen puutteellisesta suojauksesta. Pisto- tai leikkautumishaavoja aiheuttavat puolestaan lastujen tai muiden jätteiden käsittely.

Koneen odottamaton käynnistyminen voi johtua toimintahäiriöstä koneen ohjausjärjestelmässä, energiansyötön uudelleen kytketyntymisestä tai sähkömagneettisista häiriöistä. Lisäksi laitteen odottamattomaan toimintaan vaikuttavat ohjauspiirin viat sekä mahdolliset asennusvirheet. Vikatilanteita esiintyy tyypillisesti koneen asetusten teon, prosessin säätämisen, puhdistuksen tai kunnossapidon aikana.

Edellisten ohella metallin työstössä esiintyy koneen toimintaan liittymättömiä tapaturmia, kuten työstettävien kappaleiden nostojen ja siirtojen aikana tapahtuvat kappaleiden putoamiset ja kaatumiset sekä lattialle valuneen metallintyöstönesteen tai öljyn aiheuttamat liukastumiset.

Yleisiä teollisissa tuotantotiloissa esiintyviä puutteita ovat tavara- ja henkilöliikenteeseen liittyvät järjestelyt sekä huono

## Tapaturmien ehkäiseminen

**Olennaista vakavien tapaturmien estämiseksi on turvallisuuden huomioiminen työsuunnittelussa sekä vaihtelevien työtehtävien ja olosuhteiden liittäminen osaksi vaarojen ja riskien kartoitusta.**

- ▶ Kone- ja laiteturvallisuuden osalta olennaista on työstökeskusten vaara-alueiden sekä liikkuvien osien asianmukainen suojaaminen.
  - Uusien, vuoden 1994 jälkeen käyttöön otettujen koneiden on täytettävä konekohtaisten standardien vaatimukset.
  - Aiemmin käyttöön otettujen nk. vanhojen koneiden turvallisuutta koskeva perussääntö on, että koneen liikkuvista osista ei saa aiheutua tapaturman vaaraa.
- ▶ Lisäksi tulee varmistaa hätäpysäyttimien sekä hallintalaitteiden selvät merkinnät ja helppokäyttöisyys.
- ▶ Käsinkäytön ja muiden poikkeustilanteiden aikana tulee huolehtia turvatoimenpiteistä.
- ▶ Laitevikojen osalta sähköasentajan ja työntekijän suorittamat säännölliset tarkastukset ja järjestelmällinen ennakkohuolto ovat olennaisia toimenpiteitä.
- ▶ Yhtenäisestä vikailmoitusmenettelystä tulee sopia ja huolehtia laitteiden käyttöohjeiden saatavuudesta.
- ▶ Nosto- ja apuvälineiden osalta tärkeää ovat säännölliset huollot sekä nostovälineiden oikeanlainen sijoittaminen ja nostosuunnitelman laatiminen.
- ▶ Huolehtimalla siisteydestä ja järjestyksestä voidaan vähentää tapaturmavaarojen syntymistä.
- ▶ Lisäksi tuotantotilojen tilajärjestelyjen ja sisäisen liikenteen suunnittelussa tulee huomioida turvallisuusnäkökohdat.

näkyvyys kulkuväylillä. Perussääntönä on, etteivät henkilö- ja ajoneuvoliikenne ole yhtenäisillä kulkuväylillä.

Huomioitavaa:

- Useimmiten vakavat tapaturmat tapahtuvat muuttuvissa olosuhteissa, kuten rakennustöiden, varasto- ja kuljetustehtävien tai huoltotöiden aikana ja/tai työpisteen ulkopuolella.
- Vakavat tapaturmat liittyivät usein henkilön putoamiseen tai kappaleiden putoamiseen ja sinkoutumiseen henkilöiden päälle.
- Samoilta vaaratekijöille voidaan altistua myös koneen puhdistus- ja huoltotöiden aikana.

## Melu

Metallin työstössä melua syntyy:

- työstökeskuksen toiminnasta
- kappaleiden puhdistamisesta paineilmalla
- kappaleiden käsittelystä ja siirroista sekä sisäisestä liikenteestä
- samassa tilassa suoritettavista muista työtehtävistä.

Melun aiheuttama kuulon heikkeneminen tai muut fysiologiset häiriöt aiheuttavat vaikeuksia puheen ymmärtämisessä sekä varoitus- ja hälytysäänien kuulemisessa. Meluallistutus voi lisäksi aiheuttaa tasapainon ja tarkkaavaisuuden heikkenemistä. Melun lisäksi voidaan manuaalisten työvälineiden käytön yhteydessä altistua tärinälle ja paikanmääritysjärjestelmän aiheuttamalle lasersäteilylle. Tyypillisiä käsitärinälle altistumisen oireita ovat valkosormisuus, sormien puutuminen ja tunnottomuus sekä puristusvoiman heikkeneminen.

### Meluntorjunta

Työpaikan melu on arvioitava ja tarvittaessa mitattava. Taulukoon on merkitty toimenpiteet työpaikalla melun toiminta- ja raja-arvojen ylittyessä. Toiminta- ja raja-arvojen ylittyessä tulee työpaikalla laatia myös meluntorjuntaohjelma melun ehkäisemiseksi.

- Vanhojen koneiden koteloinnilla voidaan kemiallisten haittatekijöiden ohella vähentää tehokkaasti myös meluallistumista.
- Pitämällä koneet kunnossa voidaan meluallistusta vähentää, sillä kulunut kone melua selvästi enemmän kuin kunnossa oleva.
- Uusia koneita hankittaessa tulee kiinnittää huomiota meluarvoihin ja valita jo valmiiksi koteloitu työstökeskus.
- Työmenetelmiä muuttamalla, kuten kierrosnopeuden säätämisellä ja vaihtamalla paineilmatyökälyt sähköisiin voidaan koneistajan meluallistumista vähentää.
- Kartoittamalla meluavat kohteet ja työtehtävät sekä

eristämällä ne mahdollisuuksien mukaan, esimerkiksi akustoitujen väliseinien avulla, saadaan muiden työtilassa työskentelevien meluallistumista vähennettyä.

- Lisäksi työvaiheet tulisi suunnitella niin, että meluisimpien koneiden tai laitteiden käyttö minimoitaisiin.
- Hyvä käytäntö on varoittaa lähellä melulähdettä työskenteleviä meluisan työvaiheen alkamisesta.

## Kemialliset ja biologiset haittatekijät

Tyypillisiä metallin työstön yhteydessä esiintyviä kemiallisia ja biologisia altisteita ovat:

- voitelu- ja jäähdytysaineena käytettävien metallintyöstönesteiden käyttöliuokset ja niistä vapautuva aerosoli sekä nesteiden haihtuvat ainesosat
- työstönesteissä kasvavat bakteerit ja niistä syntyvä endotoksiini
- työstettävästä materiaalista, kuten ruostumattomasta tai haponkestävästä teräksestä ja kovametallista vapautuvat metallit
- huolto-, kokoonpano-, viimeistely- ja pintakäsittelytoissa käytettävät kemikaalit
- työtilassa esiintyvät, muista työtehtävistä peräisin olevat altisteet, kuten hitsaushuuru ja maalit
- kuivatyöstössä syntyvät metallihuurut.

Metallin työstössä käytettäville kemikaaleille altistutaan pääosin ihon ja hengitysteiden kautta. Lisäksi altistumista voi tapahtua suun kautta esimerkiksi tupakoinnin yhteydessä tai mikäli käsiä ei pestä ennen ruokailua. Hengitysilmassa lastuamisnesteet esiintyvät aerosoleina. Ihoallistumista tapahtuu käsiteltäessä märkiä kappaleita sekä muodostuvien roiskeiden ja sumun seurauksena, suurinta altistuminen on yleensä käsi- en iholla.

Terveyshaittoja aiheuttavat leikkuunesteiden ainesosat sekä käyttöliuoksiin työstettävästä kappaleesta irronneet raskasmetallit ja epäpuhtaudet sekä nesteissä kasvavat mikrobit ja endotoksiinit. Leikkuunesteiden aiheuttamia terveyshaittoja

## Päivittäisen meluallistuksen sekä äänen huippupaineen toiminta- ja raja-arvot

	Päivittäinen meluallistutus (dB)	Äänen huippupaine (Pa)	Toimenpiteet toiminta- ja raja-arvojen ylittyessä
Alempi toiminta-arvo	> 80	> 112	Työnantajan on huolehdittava, että työntekijän saatavilla on henkilökohtaiset kuulonsuojaimet.
Ylempi toiminta-arvo	≥ 85	≥ 140	Työnantajan tulee huolehtia, että työntekijät myös käyttävät hankittuja kuulonsuojaimia. Työnantajan tulee laatia meluntorjuntaohjelma melun ehkäisemiseksi.
Raja-arvo	> 87	> 200	Työnantajan on viipymättä ryhdyttävä toimenpiteisiin allistuksen vähentämiseksi alle raja-arvon.

ovat ihon ärsytysoireet ja ihottumat sekä hengitystieoireet, kuten nuhankaltaiset oireet tai astma. Ärsytysoireita voi esiintyä myös silmissä, nenässä ja kurkussa.

Tarkempaa tietoa metallin työstössä esiintyvistä kemiallisista altisteista löydät KAMAT-tietokortista.

### Kemiallisen ja biologisen altistumisen vähentäminen

Olennaista kemiallisen altistumisen arvioimiseksi on käytössä olevien kemikaalien vaaraominaisuuksien selvittäminen sekä työtehtäväkohtainen riskinarviointi. Tiedot yrityksessä käytössä olevien kemikaalien sisältämistä ainesosista ja niiden vaaraominaisuuksista löytyvät kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteista. Mikäli altistumista ei voida arvioida silmämääräisesti, tulee työpaikalla suorittaa työhygieenisia mittauksia tai työntekijöiden biomonitoimintia altistumistasojen todentamiseksi. Kemiallisille aineille annetut työpaikan ilman epäpuhtauksien haitalliseksi tunnetut pitoisuudet löytyvät kemikaalin käyttöturvallisuustiedotteista sekä Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisusta "HTP-arvot". HTP-arvojen ohella metallin työstössä on suositeltavaa pyrkiä alakohtaisiin, HTP-arvoa pienempiin tavoitearvoihin. Työpaikkamittauksiin ja tulosten arviointiin on syytä käyttää koulutettua työhygieenikkoa.

Kemiallista altistumista metallin työtehtävissä voidaan tehokkaasti vähentää:

- koteloidamalla työstökone ja järjestämällä poistoimuiden leviämisen estämiseksi
- suojaamalla iho asianmukaisesti esimerkiksi suojaussalla ja suojakäsineillä ja huolehtimalla käsien pesemisestä
- leikkunesteessä tulee olla riittävästi biosidia bakteerikasvun hillitsemiseksi, mutta ei liikaa
- lisäksi metallintyöstöneste tulee vaihtaa säännöllisesti ja sen laatua tulee tarkkailla esimerkiksi endotoksiinipitoisuuden mittauksilla.

### Lämpö- ja valaistusolosuhteet

Valaistuksen osalta huomioitavia seikkoja metallin työstössä ovat työtilan riittävä yleisvalaistus, koneistustyöpisteiden kohdevalaisimet, päivänvalon aiheuttamat mahdolliset häikäisyt sekä rakenteiden ja koneiden aiheuttamat varjostukset. Lämpöolosuhteiden osalta haittaa koetaan talviaikoina vedon tunteesta ja kesäaikoina liiasta kuumuudesta.

- Hyvällä valaistuksella voidaan merkittävästi lisätä työn turvallisuutta ja vähentää tapaturmavaaroja.
- Työtilan valaistusvoimakkuudet tulee kartoittaa ja valaistus (yleisvalaistus, kohdevalaistus) suunnitella työtehtävät huomioiden.
- Lamppujen vanhenemisesta ja likaantumisen aiheuttava valaistusvoimakkuuden väheneminen voidaan estää säännöllisillä valaistuksen tarkastuksilla ja huolloilla.
- Rakenteiden ja koneiden aiheuttamia varjostuksia saadaan vähennettyä lisäämällä kohdevalaistusta.
- Auringonvalon aiheuttamaa häikäisyä voidaan vähentää asentamalla kattovalaisimiin lamelliritilöitä.
- Yleisvalaistuksen tehokkuutta voidaan parantaa työtilan sisämaalauksella.

## Ergonomia

Koneistajan työtehtäviin kuuluu koneistettavien osien siirto- ja kuljetustehtävät, jolloin työntekijä voi joutua tekemään raskaita nostoja ja taakan kantoja. Rasisairauksia koneistustehtävissä aiheuttavat etenkin käsinkäytettävillä koneilla hankalat työasennot ja toistotyö.

Hyvällä suunnittelulla ja toteutuksella voidaan tehokkaasti ennaltaehkäistä tapaturmia sekä työstä aiheutuvaa kuormitusta ja vaikuttaa työn sujuvuuteen.

- ▶ Ergonomia tulisi huomioida aina koneiden ja työvälinehankintojen tai muutosten yhteydessä sekä tuotteiden suunnittelussa.
- ▶ Itse työpiste tulee mitoittaa käyttäjien mukaisesti ja varustaa säädettävillä kalusteilla.

Lisätietoja ja työkaluja työpaikan ergonomian selvittämiseen ja kehittämiseen löydän Työterveyslaitoksen Ergonomia-aihesivuilta.

- Vetoisuutta esim. työskentelytilan alipaineisuuden ja isojen ulko-ovien vaikutuksesta voidaan vähentää työpisteiden sijoittelun ja ilmastusta suunnittelun avulla.
- Kuumuutta kesäaikoina saadaan vähennettyä riittävän tehokkaan yleisilman jäähdytyksen avulla.
- Automatisoiduilla pikaovien tai isoihin ulko-oviin asennettavien oviverhojärjestelmien tai tuulikaappien asennuksella saadaan ilmastusta suoraan ulkoa sisälle vähennettyä.

# Tarkistuslista

## Tapaturmat

- Onko kulkutilat suunniteltu niin, että liikkuminen on turvallista?
- Onko huoltotoimille tarvittavat tilat (kulkut, portaat, kaiteet)?
- Onko työpisteissä tarvittavat ohjeistukset työn suorittamiseksi turvallisesti?
- Onko kulku- ja poistumistiet merkitty?
- Huolletaanko työvälineet ja -koneet säännöllisesti?
- Onko työvälineiden hallintalaitteet merkitty ja suojalaitteet paikallaan?
- Huolehdataanko työpisteen järjestyksestä ja siisteydestä (tavarat omilla paikoillaan)?
- Huolehdataanko työntekijöiden perehdytyksestä?

## Ergonomia

- Ovatko työpisteen mitoitukset säädettävissä käyttäjän mukaan?
- Ovatko työtehtävät vaihtelevia?
- Onko nostoihin tarjolla apuvälineitä?
- Onko työkalujen valinnassa kiinnitetty huomiota käyttömukavuuteen?

## Kemialliset ja biologiset haittatekijät

### TYÖNANTAJA

- Onko olemassa ajantasaiset käyttöturvallisuustiedotteet ja kemikaaliluettelo?
- Onko kemikaaleissa asianmukaiset pakkausmerkinnät?
- Onko riskinarviointi tehty?
- Poistetaanko epäpuhtaudet jo niiden synty-paikoilla (kohdepoistot)?
- Onko yleisilmanvaihto riittävä suhteessa muodostuviin epäpuhtauksiin?
- Onko saatavilla tarvittavat ja asianmukaiset henkilösuojaimet?

### TYÖNTEKIJÄ

- Käytetäänkö kemikaaleja ohjeiden mukaan?
- Huolehdataanko henkilökohtaisesta hygieniasta?
- Käytetäänkö asianmukaisia suojaimia?

## Fysikaaliset haittatekijät

### TYÖNANTAJA

- Onko tuotantotiloissa tehty melukartoitus?
- Onko meluavat työvaiheet eristetty muista työvaiheista?
- Voiko meluavia työvaiheita vähentää?
- Onko tuotantotilassa riittävä yleisvalaistus?
- Onko vaaralliset paikat on merkitty ja erotuttavatko ne?
- Onko yleisilmanvaihto tarpeeksi tehokas jäähdyttämään kesäaikoina ja lämmittämään talviaikoina tuotantotilan ilman lämpötilan sopivaksi?
- Onko työpaikalla tarjolla sopivia kuulonsuojaimia?

### TYÖNTEKIJÄ

- Esiintyykö työpisteessä häiritsevää melua?
- Onko suojainten käytöstä annettu opastusta?