

Johdanto

Seija Meskanen, Teknillinen korkeakoulu

Mitä valaminen on?

Valaminen on muodonantomenetelmä, jossa haluttu tuotteen muoto saadaan aikaan sulattamalla käytetty tuotteen raaka-aine, viemällä sula muottiin ja antamalla sen jäähmettyä muotissa. Valaminen on niinsanottu NNS (Near Net Shape) -valmistusmenetelmä.

Muita muodonantomenetelmiä ovat:

- koneistaminen
- muokkaus ja muovaus (esim. levytyöt, takominen jne)
- levykomponenttien valmistus ja hitsaus
- ainetta lisäävät valmistusmenetelmät prototyyp-pivalmistuksessa

Valaminen on lyhin tie sulasta metallista muotokappaleeksi. Valaminen on energiataloudellisesti edullinen valmistustapa, koska valettaessa ei käytetä sulattamisen jälkeen enää energiaa muodon antamiseen toisin kuin mm. levyjen, putkien ja profiilien tuotannossa ja metalliosien valmistuksessa niistä hitsaamalla.

Valaminen on valmistustapa, joka perustuu lähes täysin kierrätykseen. Raaka-aineena käytetään paljon romua. Kierrätys merkitsee paitsi raaka-aineen myös energian säästöä. Esimerkiksi valimojen raaka-aineena käytettävien kotimaisten kierrätysjätteiden valmistamiseen alumiiniromusta riittää vain noin siitä 5% energiasta, joka vaaditaan metallisen primaarialumiinin valmistamiseen mineraaleista lähtien.



Nykyaikaisen valukomponentin valmistustekniikka

Nykyaikainen valun menetelmäsuunnittelu ja -tuotanto perustuvat kolmiulotteisten tuotemallien hyödyntämiseen. 3D-pohjaisilla suunnitteluohjelmistoilla ja 3D-mallin avulla valukomponentti voidaan suunnitella käyttöolosuhteidensa ja käyttökuormitustensa mukaan optimaaliseksi. Näin suunniteltu malli toimii myös pohjana valun menetelmäsuunnittelijan valusuunnitelmalle sekä valusimulaatioille. 3D-malliin perustuvan simuloinnin avulla valujärjestelmä voidaan optimoida niin, että koevalutarve pienenee, tuotannon aloitus nopeutuu ja valuviat minimoituvat. Valuvarusteet kuten mallit ja keernalaatikot voidaan tuottaa 3D-mallista generoitujen muotojen mukaan moniakselisten työstökoneiden avulla. Vastaavasti myös valoksen jatkojalostukseen liittyvät työstöradat voidaan generoida 3D-mallin avulla.

Valaminen valmistusmenetelmänä koostuu seuraavista vaiheista:

1. 3D CAD- suunnittelu ja valuteknisten seikkojen huomioonottaminen
2. valujärjestelmän suunnittelu
3. valutuotteen ja sen valujärjestelmän mallintaminen ja simulointi
4. valumallin ja -muotin valmistus
5. metallin sulatus ja sulankäsittelyt: seostaminen sekä sulan puhdistus- ja modifiointikäsitteilyt (kaasunpoisto, ymppäys, tiivistys, grafiitin pallottaminen jne.)
6. valaminen ja sulan jäähmettyminen sekä muotin purku
7. valutuotteen jälkikäsitteily (viimeistely): valukkeiden, syöttökupujen jne. poisto, pinnan puhdistus, pintakäsittelyt jne.

Valamisen ominaispiirteet

Valamiseen liittyy tiettyjä ominaispiirteitä, jotka varmistavat sen vankan aseman valmistusmenetelmänä:

- Valaminen on lyhin tie raaka-aineesta valmiiksi tai lähes valmiiksi tuotteeksi. Siten se on myös nopein ja vähiten energiaa vaativa tapa valmistaa metallituotteita.
- Valumenetelmiä on kehitetty sekä yksittäis- että sarjatuotantoon.
- Kappaleen koko asettaa vain vähän rajoituksia. Pienimmät valetut kappaleet ovat massaltaan alle 1g, suurimmat satoja tonneja.
- Kappaleen muoto asettaa vain vähän rajoituksia. Tässä suhteessa valaminen on ainutlaatuinen menetelmä. Tavanomaisinkin tekniikoin voidaan toteuttaa lähes kaikki suunnittelijan ja muotoilijan toivomukset.
- Komponentti ja sen paikalliset aineenvahvuudet voidaan muotoilla optimaalisesti vastamaan siihen käytössä kohdistuvia kuormituksia.
- Valamalla voidaan saavuttaa erinomaiset mitta- ja muototarkkuusvaatimukset.
- Valetuin kappalein voidaan saavuttaa hyvä värähtelyjen vaimennuskyky (etenkin suomugrafiittivaluraudoilla). Tämä pienentää rakenteiden värähtelykuormituksia ja melua.
- Lähes kaikkia metalleja ja metalliseoksia on mahdollista valaa, myös sellaisia, joita muilla menetelmillä on vaikea tai jopa mahdoton muotoilla.
- Valumateriaaleilla voidaan saavuttaa erinomaiset tribologiset ominaisuudet ja useiden kulumiskestävien materiaalien osalta valaminen onkin itse asiassa käytännössä ainut kulutusosien valmistusmenetelmä.
- Nykyaikaisten valumetallien mekaaniset ominaisuudet vastaavat täysin kuumamuokattuja.
- Lähes valmiisiin mittoihin valettu tuote tarvitsee vain vähän jatkojalostusta, esim. lastuavaa työstöä.
- Huomattavat materiaalisäästöt mahdollistuvat, kun tarpeeton työstö voidaan jättää pois.
- Asennustarve ja kustannukset vähenevät, kun useita osia ja toimintoja voidaan integroida yhdeksi valukomponentiksi.
- Valumetalleilla on hyvä kierrätettävyys.

Valamiseen liittyy myös rajoituksia. On rakenteita, jotka syntyvät edullisemmin esimerkiksi hitsaten. Toisaalta eri valmistus- ja liittämismenetelmiä yhdistelemällä voidaan päästä edullisimpaan lopputulokseen. Valettuja kappaleita on mahdollista liittää hitsaamalla toisiinsa tai muokkaamalla valmistettuihin osiin. Lastuavaa työstöä ja hitsausta tarvitaan usein myös valukappaleiden viimeistelyssä.

Valamiseen ja valumateriaaleihin liittyy varsin sitkeässä istuvia vääriä ennakkokäsityksiä. Erään mukaan valettu kappale on painavampi kuin esimerkiksi samoja rasiuksia vastaan suunniteltu työstetty tai levystä hitsattu rakenne. Todellisuudessa oikealla valumateriaalin valinnalla ja muotoi-

lun vapautta hyödyntämällä toteutettu valukappale on yleensä kevein. Valumateriaalit mielletään usein myös mekaanisilta ominaisuuksiltaan vaatimattomiksi. Nykyaikaiset valuteräkset vastaavat kuitenkin muokattuja teräksiä ja pallografiittivaluraudoilla päästään yleensä korkeisiin lujuuksiin pienemmin kustannuksin kuin lämpökäsittelyin teräksin.

Historiaa lyhyesti

Lähde: Raimo Keskinen - "Muotinvalmistustekniikka"

Valaminen on eräs vanhimmista teollisista valmistusmenetelmistä.

- Mesopotamiasta on löydetty vanhin tunnettu valukappale. Se on kuparinen sammakkoa esittävä lampunjalka vuodelta n. 3200eKr.
- Raamatun mukaan kuningas Salomo tilasi Hiiramin - ensimmäinen valaja, joka tunnetaan nimeltä - Tyyrosta tekemään rakennuttamansa temppelin pihaan valtavan pronssimaljan. Maljan, jota kutsuttiin Mereksi, halkaisija oli 4,5 m, syvyys 2,5 m ja massa 45 tonnia.
- Ennen ajanlaskun alkua (n. vuonna 300 eKr) valettiin silloisen maailman yksi seitsemästä ihmeestä: Rhodoksen kolossi oli pronssinen, useammasta osasta valettu ja kasattu, suuri miestä esittävä patsas, jonka korkeus oli 30 metriä ja paino 360 tonnia. Se tuhoutui kuitenkin maanjäristyksessä.
- Rautaa on käytetty todistettavasti jo vuonna 2000 eKr. Käyttäjänä olivat Vähässä-Aasiassa asuneet heettiläiset, joiden sotamenestys on saattanut johtua heidän rautaisista aseistaan.



Ensimmäinen metalli, jota ihmiset osasivat käyttää, oli kulta. Sen hyödyntäminen oli kuitenkin vähäistä, koska sitä löytyi vähän ja lisäksi se oli liian pehmeää soveltuakseen työkaluihin. Silloiset kultaiset koriste-esineet tehtiin useimmiten takomalla. Vastaavasti, kun kupari löydettiin (n. 4500 vuotta eKr), tehtiin siitä valmistettavat esineet takomalla. Kupariseosten valutaito kehittyi vasta antiikin Kreikassa 1000eKr. Tämä taito toi mukaan kokonaan uusia mahdollisuuksia: kappaleet voitiin muotoilla vapaammin sekä saatiin kauniimpia ja

käytännöllisempiä esineitä. Kuparivalujen ensimmäisinä muottimateriaaleina käytettiin kiveä, johon kaiverrettiin kappaletta vastaava muoto. Vasta myöhemmin opittiin käyttämään myös savea muottimateriaalina. Silloisten valajien ammattitaidon on täytynyt olla korkea, sillä esimerkiksi muinaisesta Kreikasta (n. 1000 vuotta eKr) on löydetty taidokkaasti tehtyjä pronssivalukappaleita. Osa niistä on valmistettu mehiläisvahan avulla savimuottiin, joka on mukaillut nykyistä tarkkuusvalua.

Valurauta keksittiin Kiinassa ja valuteräkset länsimaisissa. Vastaavasti kuten kulta- ja kupariesineet tehtiin rautaesineet aluksi myös takomalla, sillä raudan sulattamiseen tarvittava korkea lämpötila oli vaikea saavuttaa. Sulatusuunien kehittymisen myötä ja samalla kun keksittiin seostaa rautaa hiilellä ja fosforilla onnistuttiin raudan sulattamisessa. Silloisessa valuraudassa käytettiin 6-8 % fosforia, joten valulämpötilaksi riitti n. 980 °C. Euroopassa kehitettiin 1000-luvun alussa uuneja, joita voidaan verrata kupoliuuneihin. Tämän seurauksena raudan valutekniikka



kehittyi melko nopeasti. Ensimmäinen tunnettu kanuuna valettiin Englannissa v. 1313. Valuraudan tärkeyttä korosti sen käyttö lämmitysuunien ja liesien valmistusmateriaalina. Euroopassa ennen 1500-lukua muuraamalla tehdyt uunit voitiin korvata kevytrakenteisilla valurautauuneilla. Valutaito kehittyi myös mallitekniikan alueella. Sillä valajat, jotka olivat siihen asti kaivertaneet käsin lujaksi sullottuun savihiekkaan valukappaleen muotoisen onkalon, alkoivat käyttää puumalleja. Tämän ansiosta muotinvalmistus nopeutui huomattavasti. Valuteräksen valmistaminen opittiin vasta 1700–1800 -luvun vaihteessa. Vasta sata vuotta myöhemmin rauta- ja terästeollisuuden laajentuminen pääsi todella alkuun, kun keksittiin useita valuteräkselle soveltuvia valmistusmenetelmiä.

Valuraudat ovat olleet koneenrakennuksen ja rakennustekniikan perusmateriaaleja länsimaissa jo koko teollistuneen ajan. Valuraudat olivat joko valkoisia (kovia ja hauraita) tai harmaita eli suomugrafiittivalurautoja (pehmeämpiä ja lastuttavia mutta hauraita). Sitkeää valurautaa saatiin ainoastaan adusoinnilla (tempervalurauta). Pallografiittivaluraudat kehitettiin vasta toisen maailmansodan jälkeen mutta sittemmin niiden käyttö onkin yleistynyt jatkuvasti. Nyt ne ovat jo korvanneet mm. temperraudat melkein kokonaan. Austemperoitu pallografiittivalurauta (ADI) on merkittävin osin kehitetty Suomessa 1970-luvulla. Maailmanlaajuisen suosion se saavutti kuitenkin (osin patentointiteknisistä syistä) vasta 80- ja 90-luvuilla.

Valimoteollisuus on kiistatta yksi muun teollisuuden välttämättömistä kulmakivistä - sitä ilman ei tulla toimeen! Valuosat muodostavat hyvin huomattavan osan koneiden valmistuskustannuksista, edustivatpa ne mitä teollisuuden alaa hyvänsä. Esimerkiksi työstökoneissa on niiden painosta 80–90% valettuja osia, sähkömoottoreissa 20–50% ja auton moottoreissa jopa 70–80%.