

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Teknillinen tiedekunta
Konetekniikan koulutusohjelma
BK10A0400 Kandidaatintyö ja seminaari

PIENTEN KAPPALEIDEN VALUTEKNIIKAT JA SUOMESSA PIENIÄ
VALUKAPPALEITA VALMISTAVAT YRITYKSET

CASTING TECHNIQS OF SMALL PARTS AND MANUFACTURERS OF
SMALL CASTINGS IN FINLAND

Kimmo Koukkunen 2.11.2009

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	1
2 VALAMINEN VALMISTUSMENETELMÄNÄ	2
2.1 Valamisen peruskäsitteitä	3
3 PIENTEN KAPPALEIDEN VALAMINEN	4
4 KERTAMUOTTIMENETELMÄT	5
4.1 Valu hiekkamuotteihin	5
4.1.1 Käsinkaavaus	6
4.1.2 Konekaavaus	6
4.1.3 Kehyksetön kaavaus	7
4.1.4 Tapulikaavaus	8
4.1.5 Kuorimuottikaavaus.....	8
4.2 Valu keraamisiin muotteihin	9
4.2.1 Tarkkuusvalu	10
4.2.2 Shaw- ja Unicast-menetelmät	11
4.3 Valu kipsimuottiin	12
5 KESTOMUOTTIMENETELMÄT	12
5.1 Tavallinen kokillivalu	13
5.2 Matalapainekokillivalu.....	14
5.3 Painevalu.....	15
5.3.1 Kuumakammiomenetelmä	16
5.3.2 Kylmäkammiomenetelmä	17
5.4 Puristusvalu	17
5.5 Keskipakovalu	18
5.5.1 Aito keskipakovalu	18
5.5.2 Keskipakomuotovalu	19
5.5.3 Keskipakopainevalu.....	20
5.6 Jatkuvalu	20
5.7 Liitosvalu	21
6 SUOMESSA PIENIÄ VALUKAPPALEITA VALMISTAVAT YRITYKSET	22
6.1 Alphaform RPI Oy.....	23
6.2 Alsiva Oy.....	23
6.3 Alteams Oy	24
6.4 Componenta Pietarsaari Oy	24

6.5 Harjavallan valu Oy	25
6.6 Jokelan valu Oy.....	25
6.7 Jukova Oy	25
6.8 Keskipakovalu Oy	26
6.9 Keycast Oy.....	26
6.10 Kiikan metalli Oy.....	27
6.11 Novacast Oy	27
6.12 Peiron Oy Kokemäen valimo	27
6.13 Sacotec Components Oy	28
6.14 Selcast Oy.....	28
6.15 Specialvalimo J. Pap Oy	28
7 YHTEENVETO	29
LÄHTEET	31

1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena on esitellä valutekniikat, joilla pystytään valamaan pieniä metallisia kappaleita. Lisäksi työssä esitellään Suomessa pieniä valukappaleita valmistavat yritykset. Työ on tehty Lappeenrannan teknillisen yliopiston konetekniikan koulutusohjelmaan valmistustekniikan kandidaatintyöksi.

Pieneksi valukappaleeksi tässä työssä määritellään alle 5 kg painava kappale. Näin työn ulkopuolelle jää selkeästi pelkästään suurille valukappaleille soveltuvat menetelmät. Suurin osa menetelmistä, joilla voidaan valaa pieniä kappaleita, soveltuu myös suuremmille kappaleille. Lisäksi valumenetelmistä käsitellään vain ne, jotka soveltuvat metallien valamiseen. Työssä käsiteltyjä valumenetelmiä ovat hiekka-, keraami- sekä kipsimuottimenetelmät, tavallinen kokillivalu, matalapainekokillivalu, painevalu, puristusvalu, keskipakovalu, jatkuvavalu ja liitosvalu. Pieniä valukappaleita valmistavat yritykset on valittu siten, että pelkästään omaan tuotantoonsa osia ja tuotteita valavat yritykset on jätetty työn ulkopuolelle. Lisäksi aivan pienimpiä alle 20 henkeä työllistäviä yrityksiä ei ole tähän työhön sisällytetty.

Aluksi työssä kerrotaan lyhyesti valamisesta ja valamisen peruskäsitteistä pohjustuksena itse valutekniikoiden esittelylle. Valutekniikat jaotellaan kerta- ja kestopuottimenetelmiin. Jokaisesta valumenetelmästä kerrotaan lyhyesti sen suoritustapa sekä valumenetelmän valintaan vaikuttavia tekijöitä, kuten soveltuvat painoalueet, sarjakoot sekä materiaalit. Lopussa on selvitys yrityksistä, joilla on valmiudet valmistaa pieniä valukappaleita. Yrityksistä on esitelty niiden käyttämät valumenetelmät, -materiaalit, kappaleiden painorajat ja sarjakoot sekä käytössä olevat jälkityöstömenetelmät. Tiedot on kerätty yritysten omilta internetsivuilta sekä valimoinstituutin ylläpitämästä ValuAtlas-tietokannasta.

2 VALAMINEN VALMISTUSMENETELMÄNÄ

Valaminen on yksi vanhimpia metallin muotoilumenetelmiä ja edelleen hyvin laajalti käytetty. Se on valmistustekniikka, jossa haluttu muoto saadaan aikaan kaatamalla sulaa metallia kappaleen muotoa vastaavaan muottionteloon ja antamalla metallisulan jähmettyä muotissa. (Timings & Wilkinson 2000, 21.)

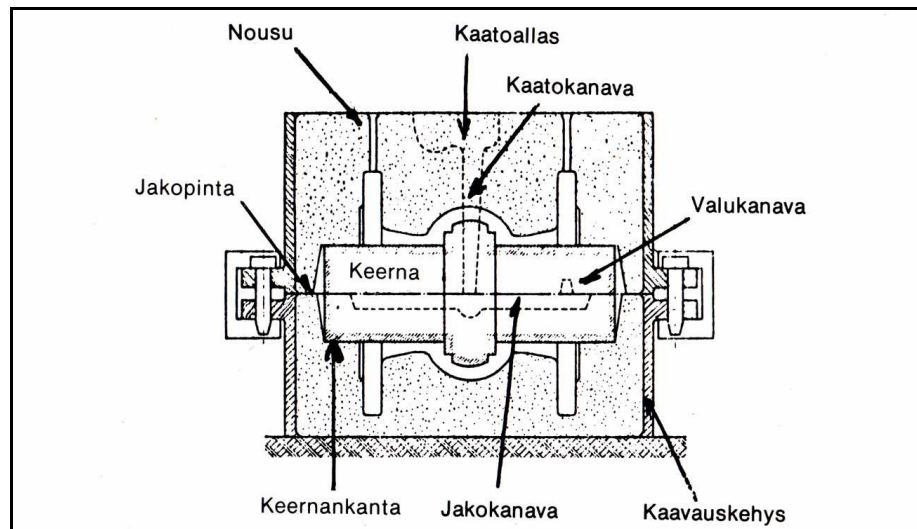
Valamiselle vaihtoehtoisia valmistustekniikoita ovat taonta, koneistus ja hitsaus. Valamisella on joitain tunnusomaisia piirteitä, jotka suosivat sen käyttöä. Näitä ovat muun muassa:

- Lyhyin tie raaka-aineesta valmiiksi tai lähes valmiiksi tuotteeksi ja näin myös vähiten energiaa vaativa tapa metallituotteiden valmistukseen.
- Soveltuu sekä yksittäisille kappaleille että sarjatuotantoon.
- Kappaleen koko voi olla alle grammasta satoihin tonneihin asti.
- Soveltuu hyvin lähes kaikenmuotoisille kappaleille.
- Aikaansaadaan helposti vahva rakenne suurien rasitusten alaisille kohdille.
- Voidaan valmistaa tuotteita haluttuun mittatarkkuuteen käyttämällä eri valumenetelmiä.
- Yleensä valukappaleilla on hyvä värähtelyn vaimennuskyky (etenkin grafiittia sisältävillä valuraudoilla).
- Soveltuu lähes kaikille metalleille sekä metalliseoksille, myös sellaisille, joita muilla menetelmillä on vaikea valmistaa.
- Kokoonpanotarve vähenee, kun useita toimintoja voidaan integroida yhteen valukappaleeseen.
- Voidaan saada huomattavat materiaalisäästöt, kun tarpeeton työstö jää pois. (Höök et al. 2009 a.)

Kaikkia tuotteita ei kuitenkaan ole järkevintä valmistaa valamalla, vaan jotkin rakenteet ovat edullisempia esimerkiksi koota hitsaamalla. Monesti kuitenkin parhaaseen lopputulokseen päästään yhdistämällä eri valmistustekniikoita. Esimerkiksi hitsaamalla voidaan liittää valukappaleita toisiinsa tai muihin eri menetelmin valmistettuihin kappaleisiin. Lastuavaa työstöä taas tarvitaan yleensä valukappaleen viimeistelyssä. (Ihalainen et al. 2005, 67.)

2.1 Valamisen peruskäsitteitä

Kertamuotin valmistamiseen eli kaavaukseen tarvitaan valumallia. Valumalli tulee mitoittaa hieman lopputuotetta suuremmaksi, koska jäätyessään metalli kutistuu ja lisäksi mahdolliset työstövarat on otettava huomioon. (Ihalainen et al. 2005, 77.) Kestomuotit valmistetaan yleensä erilaisia lastuavia työstömenetelmiä sekä kipinätyöstömenetelmiä käyttäen (Höök et al. 2009 c). Kuvassa 1 on esitelty valumuotin osia tavallisessa hiekkamuotissa. Periaatteessa samat osat löytyvät myös muiden menetelmien valumuoteista.



Kuva 1. Valumuotin osien nimityksiä. (Tekninen tiedotus 5/1981, 97.)

Lopputuotteen muotoa vastaavaa muottionteloä ei välttämättä saada aikaan pelkän valumallin avulla. Erilaisten onteloiden ja pitkien reikien aikaansaamiseksi tarvitaan keernoja. Keerna (rakenteen vaatiessa useampikin) sijoitetaan muottiin kaavattujen keernasijojen (keernakantojen) varaan. (Ihalainen et al. 2005, 77.)

Eri muotinosien väliin jäävää kosketuspintaa kutsutaan jakopinnaksi. Valumuotti tulisi suunnitella siten, että jakopinta olisi suora, sillä tämä yksinkertaistaa kaavausta ja näin valmistuskustannukset pienenevät. Lisäksi jakopinnan sijoittamisessa tulisi kiinnittää huomiota siihen, että valaminen voidaan suorittaa käyttämällä mahdollisimman vähän keernoja, ja että muotti jää mahdollisimman matalaksi. Näin rakenteesta saadaan valuystävällisempi ja säästetään valukustannuksissa. (Tekninen tiedotus 5/1981, 10-11.)

Muotin täyttäminen tapahtuu täyttöjärjestelmän välityksellä. Metallisulaa kaadetaan muottionteloön kaatoaltaan, kaatokanavan, jakokanavien ja valukanavien kautta yleensä paino-

voimaa hyväksikäyttäen. Kanavisto kaavataan muottiin samalla kuin itse muottiontelokin. (Ihalainen et al. 2005, 77.) Jotta muottionteloon ei jäisi ilmataskuja, on jokaiseen muotin korkeimpaan kohtaan tehtävä nousu, jota pitkin ilma pääsee poistumaan muotin täytyessä (Timings 1998, 6-7).

3 PIENTEN KAPPALEIDEN VALAMINEN

Valukappaleiden valmistuksessa voidaan käyttää useita eri valutekniikoita ja niitä voidaan ryhmitellä myös usealla eri tavalla. Yleisimmin jaottelu perustuu valumuotin käyttökertoihin ja valutekniikat jaotellaan näin kerta- ja kestopuottitekniikoihin. (Ihalainen et al. 2005, 76.)

Kappaleen koko ei juuri rajoita valamisen käyttöä valmistusmenetelmänä, koska eri valutekniikoilla voidaan valmistaa valukappaleita alle 1 grammasta aina satoihin tonneihin asti. (Höök et al. 2009 a.) Taulukkoon 1 on kerätty eri kaavaus- ja valumenetelmien ohjeellisia painoalueita.

Taulukko 1. Eri kaavaus- ja valumenetelmien ohjeellisia paino- ja kokoalueita. (Tekninen tiedotus 5/1981, 112-113; Ihalainen et al. 2005, 92; Höök et al. 2009 b.)

	Menetelmä	Valukappaleen paino (tai koko)
Kertamuottimenetelmät	Käsin- ja sinkokaavaus	10g...100t
	Jäykkämuottikaavaus	10kg...100t
	Täysmuottikaavaus	10kg...100t
	Keernamuotit	50kg...100t
	Konekaavaus	10g...1000kg
	Kuorimuottikaavaus	100g...50kg
	Tarkkuusvalu	1g...4kg
	Shaw- ja Unicast- menetelmät	0,5kg...20kg (600kg)
Kestomuottimenetelmät	Kokillivalu	10g...100kg
	Painevalu	10g...50kg
	Puristusvalu	100g...50kg
	Keskipakovalu	Putket ja renkaat (halk.) 50-1000mm, (pit.) 10-6000mm. Muotokappaleet 50g-10kg
	Jatkuvavalu	profiilit (halk.)10-500mm, pituus rajoittamaton
	Liitosvalu	10g:sta ylöspäin

Kuten taulukosta 1 nähdään, pieniä (alle 5 kg:n painoisia) kappaleita voidaan valmistaa usealla eri menetelmällä. Yleisimmistä valu- ja kaavausmenetelmistä vain kertamuottimenetelmiin kuuluvat jäykkämuottikaavaus-, täysmuottikaavaus- sekä keernamuottimenetelmät eivät sovellu pienten kappaleiden valuun. Pienille valukappaleille soveltuvat menetelmät esitellään luvuissa 4 ja 5. Kappalekoon lisäksi valumenetelmän valintaan vaikuttavat pääasiassa valettava materiaali sekä sarjasuus (Tekninen tiedotus 7/1988, 7).

4 KERTAMUOTTIMENETELMÄT

Kertamuottimenetelmissä valukappale irrotetaan muotista hajottamalla muotti kappaleen ympäriltä valamisen jälkeen. Lisäksi yhteistä kertamuottimenetelmille on, että ne vaativat aina valumallin muotin valmistuksessa. (Tekninen tiedotus 7/1988, 7.) Valumalli voidaan valmistaa esimerkiksi puusta, muovista, vahasta tai metallista. Metallimalli kestää jopa yli 50000 kaavauskertaa, mutta se on kallis valmistaa. Epoksihartsimallit kestävät parhaimmillaan yli satatuhatta kaavauskertaa. Puumallit ovat edullisia, mutta niiden kaavauskerrat jäävät noin tuhanteen, kun vahamallit puolestaan ovat kertakäyttöisiä. (Höök et al. 2009 a.)

4.1 Valu hiekkamuotteihin

Hiekkamuotteja valmistetaan hiekan (yleensä kvartsihiekan), erilaisten sideaineiden sekä kovetteiden sekoituksesta riippuen kulloisestakin kaavausmenetelmästä. Lisäksi voidaan käyttää erilaisia lisäaineita helpottamaan kappaleen irrottamista muotista. Erilaisia hiekkaseoksia on paljon ja hiekkamuottimenetelmät voidaan jaotella mm. kovettumistavan mukaan sullomalla kovettuviin, kylmänä kovettuviin, kuumana kovettuviin sekä sideaineettomiin hiekkamuotteihin. (Tekninen tiedotus 7/1988, 9.)

Sullomalla kovettuvia hiekkokoja voidaan kaavata monin eri menetelmin, kun taas kylmänä kovettuvat hiekkamuotit ovat yleensä käsin kaavattuja. Kuumana kovettuvat hiekkamuotit puolestaan soveltuvat sekä keernoille että muoteille ja erityisesti niitä käytetään kuorimuottikaavauksessa. Sideaineettomia hiekkamuotteja käytetään menetelmissä, joissa muotin muotoa koossapitävä voima saadaan aikaan jollain muulla kuin sideaineella (esimerkiksi tyhjä- ja magneettikaavaus). (Tekninen tiedotus 7/1988, 10-13.)

Vaikka hiekkamuottimenetelmällä voidaan valaa kaikkia metalleja, sopii se erityisesti korkean sulamispisteen omaaville metalleille varsinkin, kun käytetään kvartsihiekan tilalla

esimerkiksi kromiittihiekkaa (Tekninen tiedotus 7/1988, 8-9; Timings 1998, 6). Koska valettavan kappaleen kokoa rajoittaa hiekkamuottivaluissa enemmänkin kaavausmenetelmä kuin käytettävä hiekkaseos, on tässä työssä keskitytty tarkemmin vain pienille kappaleille soveltuviin kaavausmenetelmiin.

4.1.1 Käsinkaavaus

Käsinkaavaus on vanhin muottien valmistustapa. Sitä käytetään pienille tuotteille silloin, kun valetaan yksittäisiä kappaleita tai pieniä sarjoja, koska konekaavaukseen sopivien mallivarusteiden valmistaminen ei ole tällöin aina taloudellisesti järkevää. Suuremmille kappaleille käsinkaavausta käytetään, kun kappaleet ovat niin suuria, ettei kaavausta ole mahdollista suorittaa koneellisesti. (Höök et al. 2009 a.)

Käsinkaavauksessa käytetään nykyään usein apuna hiekkasinkoa ja muita erilaisia mekaanisia apuvälineitä. Muotin materiaalina käytetään joko tuorehiekkää, joka on sullomalla kovettuva hiekkaseos, tai kylmänä kovettuvia hiekkvoja, joissa kovettuminen tapahtuu kemiallisesti. (Tekninen tiedotus 7/1988, 10-12.) Näistä jälkimmäinen on nykyisin yleisemmin käytetty (Höök et al. 2009 a).

4.1.2 Konekaavaus

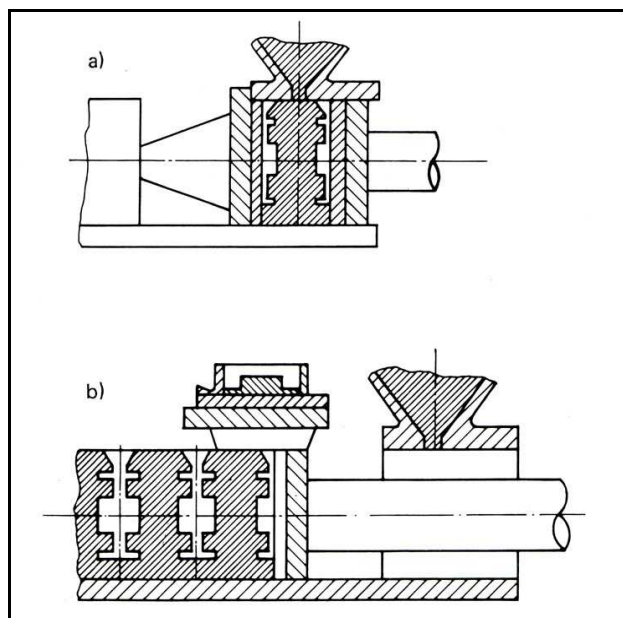
Konekaavausta käytetään, kun pienten ja keskikokoisten valukappaleiden sarjakoot kasvavat suuremmiksi kuin mitä käsin kaavauksella olisi taloudellista valmistaa. Muotin materiaalina voidaan käyttää samoja hiekkvoja kuin käsin kaavauksessa. (Höök et al. 2009 a.) Näistä tuorehiekkä soveltuu paremmin konekaavaukseen, koska se kovettuu välittömästi muotoonsa sullonnan yhteydessä. Kaavauskoneissa käytetään sullontaan puristusta, täristystä, sinkoamista sekä puhaltamista. Monesti kuitenkin päästään parhaaseen tulokseen yhdistelemällä näitä. Esimerkiksi hyvin yleisesti käytetään paineilmalla toimivia täristyspuristuskaavauskoneita. (Ihalainen et al. 2005, 80.)

Yleisesti käytössä olevia patentoituja koneellisia kaavausmenetelmiä ovat *Seiatsu*, *Disamatic* sekä *Vacupress*. Näitä kaikkia on myös Suomessa käytössä. *Seiatsu*- ja *Vacupress*-menetelmiä käytetään ainakin Suomessa suuremmille valukappaleille. *Disamatic*-menetelmä puolestaan sopii paremmin pienemmille kappaleille. Tämä menetelmä perustuu

kehyksettömään kaavaukseen ja se on tarkemmin esitelty seuraavassa luvussa (4.1.3). (Höök et al. 2009 a.)

4.1.3 Kehyksetön kaavaus

Kehyksetön kaavaus eli pullakaavaus on kyseessä silloin, kun kaavauksessa käytetään kehystä vain muotin teon aikana ja hiekan kovetuttua kehys poistetaan. Itse valu suoritetaan kehyksettömään muottiin. Konekaavauksessa tunnetuin kehyksetön valumenetelmä on edellä mainittu *Disamatic*. (Ihalainen et al. 2005, 80.) Kuvassa 2 on havainnollistettu *Disamatic*-koneen periaatetta. *Disamatic*-kaavausautomaatissa hiekka puhalletaan erillisestä säiliöstä koneen muottikammioon ja se sullotaan hydraulisella puristimella tiiviiksi. Hydraulisyliinteriin on kiinnitetty kammion toisen seinän muodostava mallilaatta ja toisen seinän muodostaa liikkuva mallilaatta. Puristusvaiheessa mallilaattojen kuviot kopioituvat tarkasti muotin molemmille puolille. Kun muotti on valmis, siirretään liikkuva mallilaatta pois edestä ja hydraulisyliinteri työntää ”pullan” edelliseen muottiin kiinni. Itse muottikammion muodostaa kahden muotin väliin jäävä valettavan kappaleen muotoa vastaava onkalo. Uusi valmistunut ”pulla” työntää edellisiä eteenpäin valulinjalla ja itse valu suoritetaan samalla radalla kauempana. (Höök et al. 2009 a.)

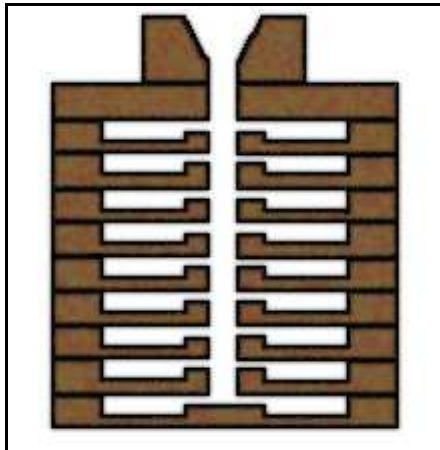


Kuva 2. Disamatic-koneen periaate: a) muotin tiivistys, b) ”pullan” poisto. (Ihalainen et al. 2005, 81.)

Käsin tapahtuvassa pullakaavauksessa käytetään kylmänä kovettuvia hiekkkoja, kuten hartsi-, vesilasi/CO₂- tai vesilasiesterihiekkaa. Tällöin, kuten edellä mainittu, kaavaushiekan kovettuttua itse kehys poistetaan ja valu suoritetaan kehuksettomään muottiin. (Tekninen tiedotus 7/1988, 12.)

4.1.4 Tapulikaavaus

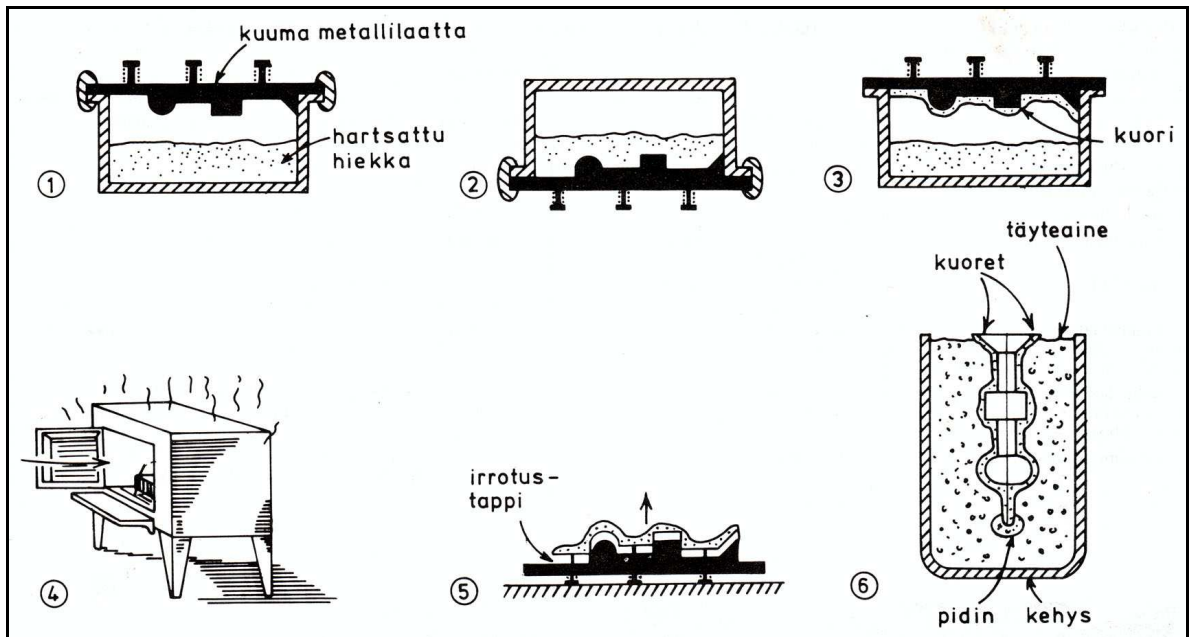
Tapulikaavaus on eräs sovellus pienten ja matalien kappaleiden sarjatuotantoon hiekkamuottivaluissa. Siinä muotteja kaavataan päällekkäin siten, että muottionkalo muodostuu kahden päällekkäisen muotin väliin. Kaikilla päällekkäin kaavatuilla muoteilla on yhteinen kaatokanava. (Ihalainen et al. 2005, 81-82.) Kuvassa 3 on esitetty esimerkki tapulikaavausmuotista.



Kuva 3. Esimerkki tapulikaavausmuotista. (Höök et al. 2009 a.)

4.1.5 Kuorimuottikaavaus

Kuorimuottikaavauksessa käytetään kuumana kovettuvia hiekkkoja, yleensä valmiiksi hartsettua fenoli-hartsihiekkaa. Kuvasta 4 selviää kyseisen menetelmän periaate sekä valmistuksen eri vaiheet. Kuorimuottikaavauksessa metallimalli kuumennetaan 250-300 °C:een, jonka jälkeen sen päälle kaadetaan hiekkasäiliö. Mallin pinnalle kovettuu 10-20 sekunnissa 5-20 mm:n paksuinen hiekkakerros. Tämän jälkeen hiekkasäiliö ja malli käännetään, jolloin kovettumaton hiekka tippuu takaisin säilöön. Muotin päälle jäänyt hiekkakerros pitää vielä paistaa yli 250 °C:ssa kovaksi. Paistamisen jälkeen kuori voidaan irrottaa mallista. Seuraavaksi paistetut kuoret kasataan muotiksi liimaamalla tai jousipuristimilla ja tuetaan täytemassalla kehukseen. (Tekninen tiedotus 7/1988, 13.)



Kuva 4. Kuorimuottikaavauksen periaate. (Tekninen tiedotus 5/1981, 100.)

Muotin valmistuksessa käytettävien korkeiden lämpötilojen takia, mallin on oltava metallia. Tästä johtuen menetelmää käytetään enimmäkseen suurille sarjoille. Kuorimuottikaavaus ei sovellu yli 150 kg:n suuruisille kappaleille, koska suuremmilla kappaleilla muotin puoliskojen liitos ei kestä sulan metallin aiheuttamaa painetta. Yleisimmin menetelmällä valetut tuotteet painavat 0,1-10 kg. (Höök et al. 2009 a.)

Kuorimuottikaavauksen käyttöä puoltavia etuja ovat muun muassa:

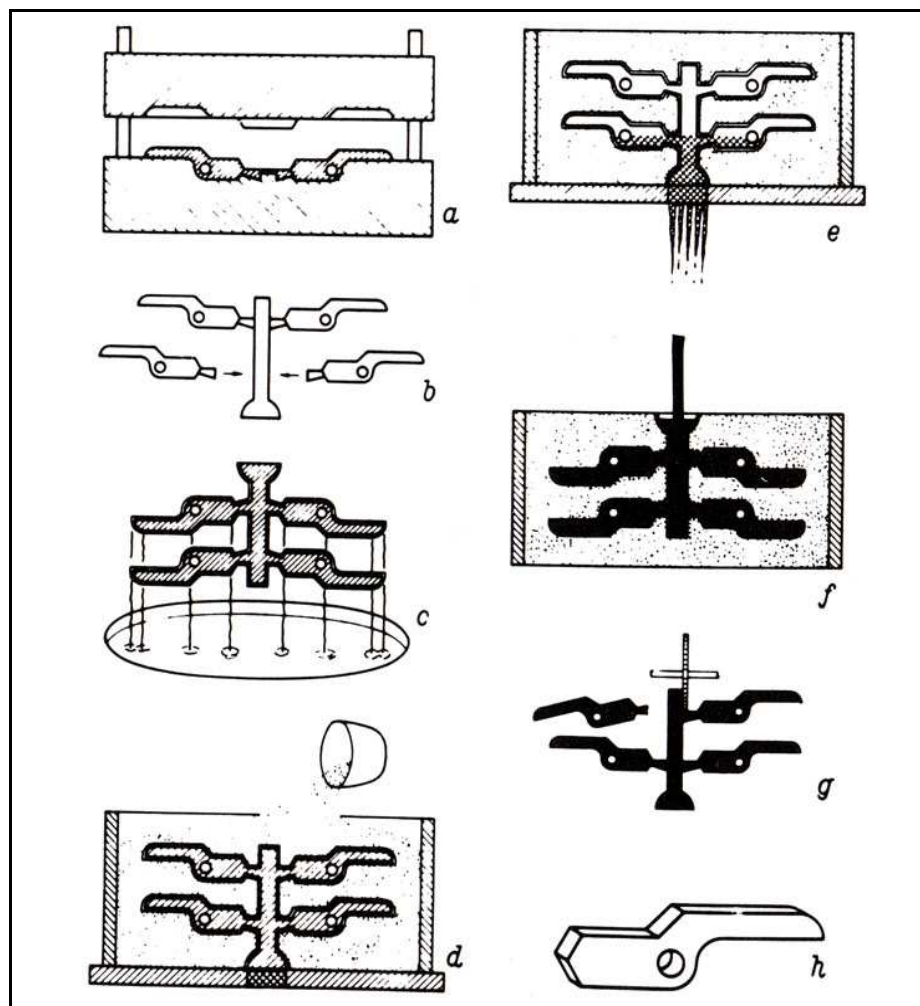
- mahdollisuus valaa ohuita (jopa 1,5 mm:n) seinämäpaksuuksia,
- tarkat valut (toleranssit jopa $\pm 0,075$ mm pienillä kappaleilla),
- pienet automointikustannukset muihin hiekkavalumenetelmiin verrattuna,
- soveltuu lähes kaikille valumetalleille. (Timings & Wilkinson 2000, 30-31).

4.2 Valu keraamisiin muotteihin

Keraamisten muottien valmistuskustannukset ovat suuret, joten niitä käytetään pääasiassa silloin, kun valettavien kappaleiden tulee olla tarkkoja. Lisäksi keraamiset muotit rajoittavat kappaleen kokoa ja näin ne soveltuvat vain pienille ja keskisuurille kappaleille. (Tekninen tiedotus 7/1988, 15.) Keraamisia muotteja käytetään tarkkuusvalussa sekä Shaw- ja Unicast-menetelmissä.

4.2.1 Tarkkuusvalu

Tarkkuusvalussa käytetään yleensä kertakäyttöistä vahamallia, joka on valmistettu metallimuottia käyttäen. Kuvassa 5 on havainnollistettu menetelmän periaate. Muotin valmistus suoritetaan kastamalla vahamallia useasti nestemäiseen liemeen, joka sisältää muotin ainesosat (tulenkestävän jauheen, sideaineen sekä liuottimet). Kun riittävä muotin paksuus on saavutettu, se kuivataan ja muotin sisällä oleva vahamalli sulatetaan pois. Muotti hehkutetaan ennen valua n. 1000 °C:ssa ja yleensä valu suoritetaan esilämmitettyyn muottiin. Tällöin jähmettyminen tapahtuu hitaammin ja näin päästään pienempiin seinämien paksuuksiin. (Ihalainen et al. 2005, 87.)



Kuva 5. Tarkkuusvalun periaate: a) vahamallien valmistus, b) ”mallirypäleen” kokoaminen, c) mallien kastaminen, d) ”mallirypäle” tuetaan hiekalla, e) vahamallien poissulatus, f) valu, g) valukappaleiden irrotus, h) valmis valukappale. (Ihalainen et al. 2005, 88.)

Tarkkuusvalu on erityisesti pienille kappaleille soveltuva menetelmä, jolla voidaan valaa kaikkia valumetalreja (erityisesti metalleja, joita on vaikea työstää). Parhaiten tarkkuusvalu soveltuu 0,002-10 kg:n painoisille kappaleille, mutta tavallisimmin valettava kappalekoko jää alle 0,5 kg:n. Menetelmän etuina on hyvä pinnanlaatu, suuri mittatarkkuus sekä pienet seinämien paksuudet (jopa alle 1 mm). Menetelmä ei ole kovin kannattava yksinkertaisilla kappaleilla, mutta se soveltuu erinomaisesti hyvinkin monimuotoisille kappaleille. Taloudelliset sarjasuurudet ovat yleensä n. 500-1500 kappaletta. (Höök et al. 2009 a.)

4.2.2 Shaw- ja Unicast-menetelmät

Shaw- ja Unicast-menetelmät ovat monilta osin samankaltaisia kuin edellä esitelty tarkkuusvalumenetelmä. Molemmissa käytetään muotin raaka-aineena hienorakeista keraamista ainetta, mutta toisin kuin tarkkuusvalussa, muotti kaavataan kestopallia käyttäen. Menetelmillä päästään samoihin mittatarkkuuksiin kuin tarkkuusvalussa. Tosin jakopinnan yli ulottuvilla osilla tarkkuus jää hieman heikommaksi. Kyseisillä menetelmillä kappalekoot vaihtelevat kymmenestä grammasta aina tuhanteen kilogrammaan asti. Taloudelliset sarjakoot ovat pieniä tai keskisuuria ja erikoistapauksissa jopa yksittäiskappaleet ovat kannattavia valmistaa. (Ihalainen et al. 2005, 87.)

Shaw-menetelmässä muottimassa kaadetaan puusta, metallista, muovista, kipsistä tai muusta materiaalista valmistettuun malliin ja annetaan sen hyytyä siinä 2-3 minuuttia. Tämän jälkeen vielä kumimainen muotti irrotetaan mallista ja muottia poltetaan liekeissä. Ennen valua muotti vielä hehkutetaan 800-1000 °C:ssa. Unicast-menetelmä eroaa vain muotin kovettamistavassa. Liekkikumennuksen sijaan Unicast-menetelmässä muotti upotetaan 10-15 minuutiksi kemialliseen kylpyyn tai suihkuun, jossa se kovettuu. (Tekninen tiedotus 7/1988, 16.)

Menetelmissä käytettävän kalliin keraamimassan sijasta voidaan käyttää ns. yhdistelmämuoteissa halvempia hiekkamassoja lisänä. Tällöin vain ohutkerros muotista tehdään keraamimassasta ja loppu hiekkamassasta. Näin saadaan menetelmien kustannuksia alemmaksi sekä kannattavat sarjakoot suuremmiksi. (Tekninen tiedotus 7/1988, 16.)

4.3 Valu kipsimuottiin

Kipsimuottimenetelmällä voidaan valmistaa monimutkaisia, ohutseinäisiä, mittatarkkoja sekä pinnanlaadultaan hyviä kappaleita, joten se voidaan laskea tarkkuusvalumenetelmäksi. Menetelmä soveltuu metalleille, joilla on alhainen sulamispiste, sillä kipsimuotit hajoavat yli 1195 °C:ssa. Tällaisia metalleja ovat mm. alumiini-, sinkki-, kupari- ja magnesiumipohjaiset seokset. Tosin magnesiumia valettaessa joudutaan käyttämään erityisiä kipsiseoksia, koska tavalliset kipsiseokset ja magnesium reagoivat keskenään. (Höök et al. 2009 a.)

Yksinkertaistettuna kipsivalu suoritetaan kaatamalla kipsiseos, johon on lisätty vettä, muottiin ja antamalla sen kovettua. Malli käsitellään irrottamisen helpottamiseksi yleensä irrotusaineella. Kun kipsiseos on kovettunut, poistetaan malli sekä kehykset ja muotti kuivataan uunissa (175-250 °C:ssa tai 760-870 °C:ssa) jopa muutamien vuorokausien ajan. Korkeita lämpötiloja käytettäessä riittää lyhyempi kuivausaika (jopa 45 minuuttia). Tämän jälkeen muotti kootaan ja se on valmis valettavaksi. (Höök et al. 2009 a.)

Menetelmä soveltuu mm. prototyyppien tekemiseen, mutta yleensä minimisarjasuuruus on n. 500 kappaletta. Menetelmässä on paljon käsityönä suoritettavia vaiheita, joten se ei ole kovin kilpailukykyinen suurilla sarjoilla. Menetelmän käyttöä puoltaa kuitenkin sillä säästettävät tarkat muodot ja hyvä pinnanlaatu. Tämän ansiosta jälkityöstökustannuksissa saadaan säästöjä. (Höök et al. 2009 a.)

5 KESTOMUOTTIMENETELMÄT

Kestomuottimenetelmissä valukappale irrotetaan muotista ilman, että muottia tuhotaan. Näin muottia voidaan käyttää useita kertoja. Kestomuotit ovat kalliita valmistaa, joten ne vaativat aina sarjatuotantoa. Hiekkamuotteihin verrattuna kestopuoteilla päästään parempiin mittatarkkuuksiin. Lisäksi sula jähmettyy muotin paremman lämmönjohtamiskyvyn ansiosta nopeammin ja näin valetun kappaleen kiderakenne saadaan hienojakoisemmaksi. Toisaalta vaarana nopeassa jäähtymisessä on, että valuraudat jähmettyvät valkoisiksi. (Ihalainen et al. 2005, 89.)

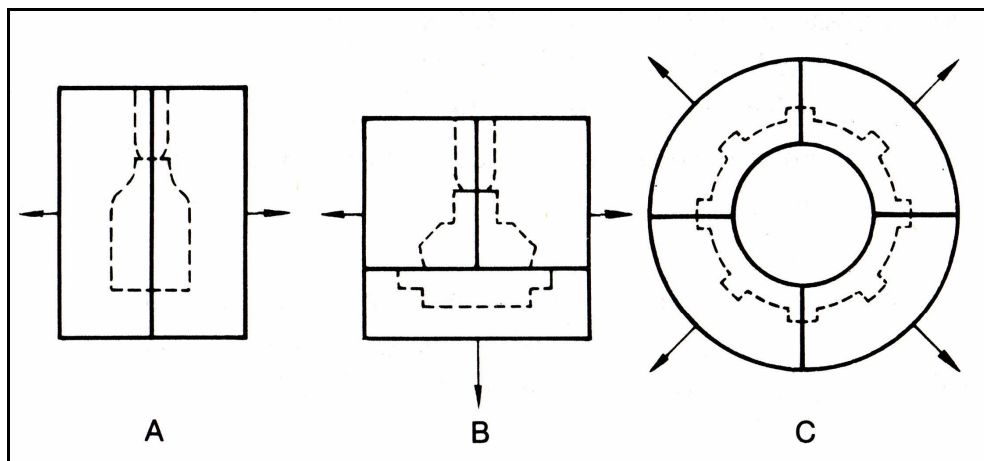
Muotin kestävyys riippuu muun muassa valettavasta metallista, muotin materiaalista sekä käytetystä valumenetelmästä. (Tekninen tiedotus 7/1988, 17.) Kuten taulukosta 1 (sivulla

4) nähdään kaikki yleisimmät kestopuottimenetelmät soveltuvat pienille, alle 5 kg:n suuruisille valukappaleille.

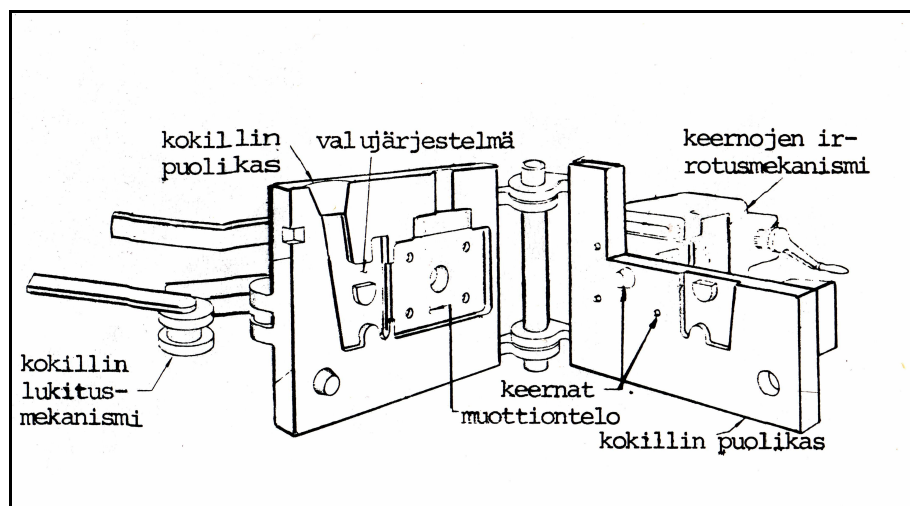
5.1 Tavallinen kokillivalu

Tavallisessa kokillivalussa sula metalli kaadetaan painovoimaa hyväksikäyttäen metallista valmistettujen kokillien muodostamaan muottionteloon. Periaate kokillivalussa on käytännössä sama kuin hiekkamuottivaluissa, mutta hiekan sijasta muotin materiaalina käytetään metallia. Lisäksi kokillien välinen jakopinta on yleensä vertikaalinen. (Timings 1998, 11.)

Kuten kuvassa 6 on havainnollistettu, muotti voi muodostua kahdesta tai useammasta erisuuntiin aukeavista kokilleista, mikä mahdollistaa hyvinkin monimuotoisten kappaleiden valamisen. Koska kokillivalulaitteet ovat yksinkertaisia ja edullisia verrattuna kilpaileviin menetelmiin, on menetelmä hyvin yleisesti käytössä. (Tekninen tiedotus 7/1988, 17.)
Kuvassa 7 on aukaistuna tavallinen kokillivalumuotti.



Kuva 6. Kaksi- (A), kolme- (B) ja neliosaiset (C) kokillivalumuotit. (Tekninen tiedotus 5/1988, 32.)

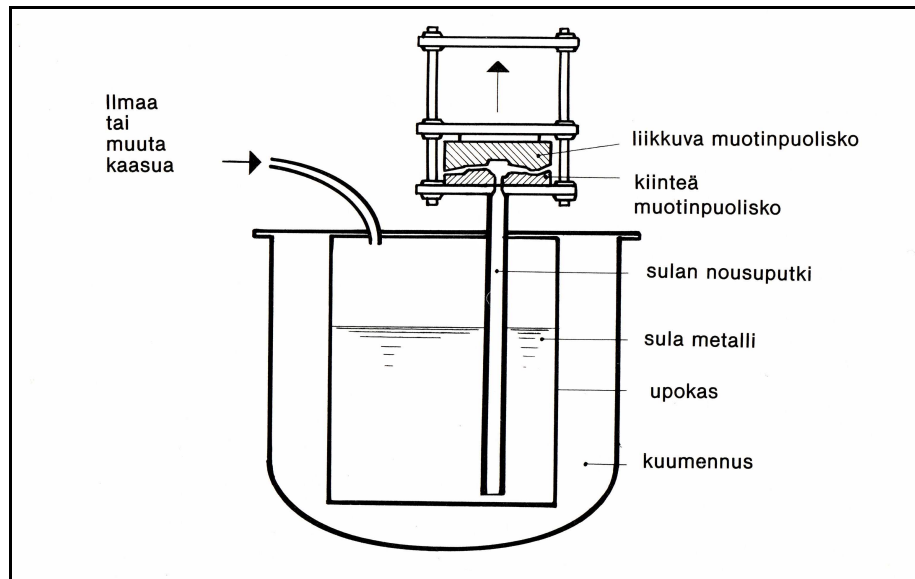


Kuva 7. Kokillivalumuotti aukaistuna. (Tekninen tiedotus 5/1988, 104.)

Hiekkamuotteihin verrattuna kalliit kokillivalumuotit edellyttävät sarjatuotantoa. Kannattavan sarjan alarajana on 500-1000 kappaletta. Valukustannukset kappaletta kohdin saadaan suurilla sarjoilla hyvinkin pieniksi, sillä samat muotit voivat kestää jopa 50000 valukertaa. Kokillivalukappaleiden koot alkavat kymmenistä grammoista aina yli sadan kilogramman suuruuksiin. Yleisimmin valetaan kuitenkin alle sadan kilogramman painoisia tuotteita (yleisimmät kevytmetallivalut 0,1-20 kg). Menetelmällä saavutetaan sileä pinta ja mittatoleranssit ovat pienet. Ohuin seinämän paksuus voi olla alumiinikappaleilla jopa 1,5 mm ja rautametalleilla 4 mm. (Tekninen tiedotus 7/1988, 17.)

5.2 Matalapainekokillivalu

Matalapainekokillivalu eroaa tavallisesta kokillivalusta siten, että sulaa metalli johdetaan putkea pitkin muottiin paineen avulla. Kuvassa 8 on esitetty matalapainekokillivalun periaate. Menetelmässä upokkaaseen tuodun kaasun (ilman tms.) ylipaine saa aikaan metallin nousun muottiin. Ylipaine pidetään kunnes kappale on jähmettynyt muotin sisällä. Kun ylipaine poistetaan, ylimääräinen sulaa metalli valuu takaisin upokkaaseen. (Tekninen tiedotus 7/1988, 18.) Sulan metallin nousuputki on sijoitettu upokkaan pohjalle, jotta kuona sekä muut metallin epäpuhtaudet, jotka kerääntyvät sulan metallin pinnalle, eivät päätyisi itse valukappaleeseen. Menetelmässä käytetty paine on 14-700 kPa riippuen valettavan kappaleen koosta. (Timings & Wilkinson 2000, 42.)



Kuva 8. Matalapainevalun periaate. (Tekninen tiedotus 7/1988, 18.)

Matalapainevalua käytetään pääasiassa kevytmetalliseoksille ja erityisesti alumiiniseoksille, mutta myös kupariseoksia, valurautoja sekä teräksiä voidaan valaa. Muotin materiaalina käytetään tavallisesti valurautaa, mutta rautametalleja valettaessa grafiittimuotit kestävät paremmin. Menetelmällä valetut kappaleet ovat yleensä hieman suurempia kuin tavallisessa kokillivalussa, mutta tavallisimmin valetaan kuitenkin 1-20 kg:n kappalekokoja. (Tekninen tiedotus 7/1988, 18.)

Tavalliseen kokillivaluun verrattuna matalapainekokillivalulla saavutetaan vastaava tai parempi mittatarkkuus ja pinnanlaatu. Koska metalli johdetaan muottiin ylipaineella, ja ylipaine pidetään metallin jähmettymisen ajan, saavutetaan valukappaleelle hyvät mekaaniset ominaisuudet. Lisäksi menetelmällä saavutetaan katkeamaton metallinsyöttö ilman epäpuhtauksia. (Timings & Wilkinson 2000, 42.) Matalapainekokillivalussa valukanavisto voidaan suunnitella pieneksi ja lisäksi syötön tarve on pienempi, joten metallin saanto on parempi kuin tavallisessa kokillivalussa. (Höök et al. 2009 a.)

5.3 Painevalu

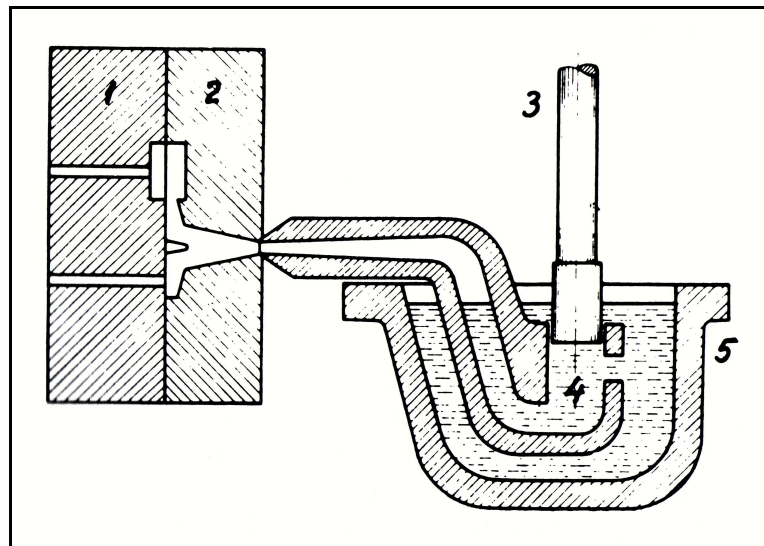
Painevalussa sula metalli johdetaan puristusmännällä synnytetyn korkean paineen avulla suurella nopeudella teräsmuottiin. Puristuspainet painevalukoneissa ovat n. 20-200 Mpa. Menetelmä soveltuu erityisesti pienille kappaleille ja tavallisesti valettavat kappalekoot ovat 0,1-5 kg (maksimipaino menetelmällä 45 kg). Painevalumuotti on kallis, joten sarsajuuruudet tulee olla suuria (vähintään 2000-5000 kappaletta). Menetelmällä saavutetaan

hyvä mittatarkkuus sekä pinnanlaatu (R_a on 1,5-2,0) ja lisäksi ohuimmat saavutettavat seinämepaksuudet ovat 0,5-1,5 mm. Tästä johtuen reiät, kierteet, kapeat raot ja merkinnät onnistutaan valamaan ja lisäksi säästetään jälkityöstökustannuksissa. Painevalumenetelmiä on kaksi: kuumakammiomenetelmä sekä kylmäkammiomenetelmä. (Tekninen tiedotus 7/1988, 19.)

5.3.1 Kuumakammiomenetelmä

Kuten kuvasta 9 nähdään, kuumakammiomenetelmässä puristusyksikkö on upotettu sulametallassa. Sula metalli puristetaan männän avulla hanhenkaulan muotoista putkea pitkin muottionteloon. Tällainen rakenne mahdollistaa nopean tuotantotahdin. Automaattikooneilla voidaan saavuttaa jopa tuhannen valuiskun tuntivauhti pienille sekä yksinkertaisille valukappaleille. Suurempia ja monimutkaisempia valukappaleita saadaan valmistettua jopa 200 valuiskun tuntivauhdilla. (Timings 1998, 12.)

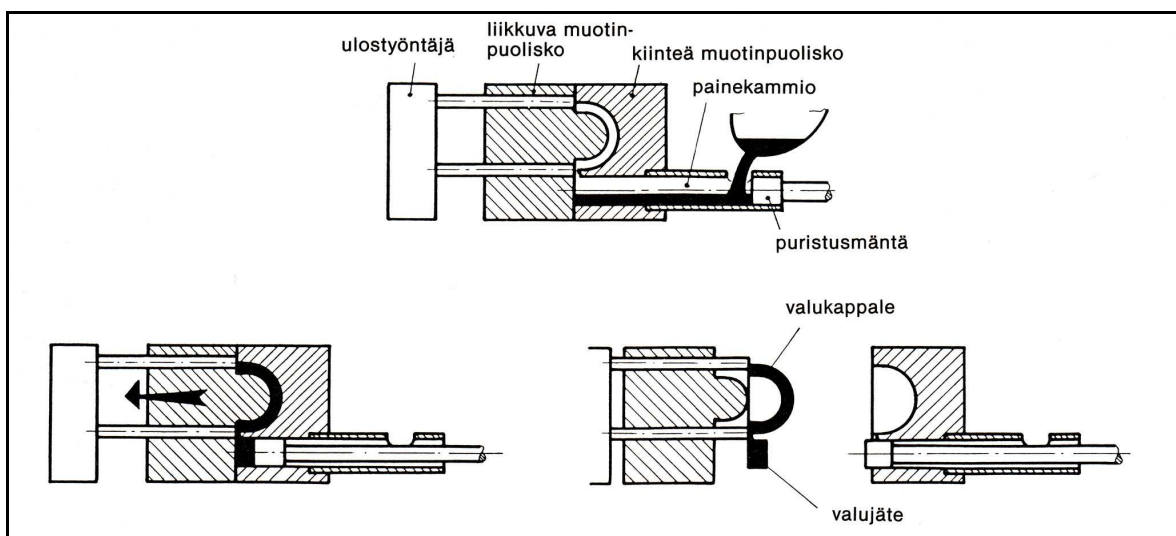
Kuumakammiomenetelmä soveltuu vain matalan sulamispisteen omaaville metalleille, koska puristusmäntä on koko ajan sulan sisällä. Esimerkiksi lyijy-, magnesium-, sinkki- sekä tinaseokset ovat menetelmälle soveltuvia metalleja. Alumiiniseokset eivät sovellu, koska sula-alumiiniseos liuottaa männän nopeasti pilalle. (Tekninen tiedotus 7/1988, 19.)



Kuva 9. Kuumakammiomenetelmän laitteisto. (Ihalainen et al. 2005, 90.)

5.3.2 Kylmäkammiomenetelmä

Kuvassa 9 on esitetty kylmäkammiomenetelmän laitteisto ja periaate. Kylmäkammiomenetelmä eroaa kuumakammiomenetelmästä siinä, että puristusyksikkö on erillään sulametal-
liastiasta ja sulametalli kaadetaan puristusyksikköön erikseen joko käsin tai erilaisia annos-
telulaitteita apuna käyttäen. (Tekninen tiedotus 7/1988, 19.) Menetelmässä käytetyn lait-
teiston rakenne mahdollistaa kuumakammiomenetelmään verrattuna korkeampien sulamis-
pisteen omaavien metallien käytön, koska puristusmäntä ei ole koko aikaa upotettuna su-
laan metalliin. Tällaisia metalleja ovat erimerkiksi alumiini ja kupariseokset. (Timings
1998, 13.)

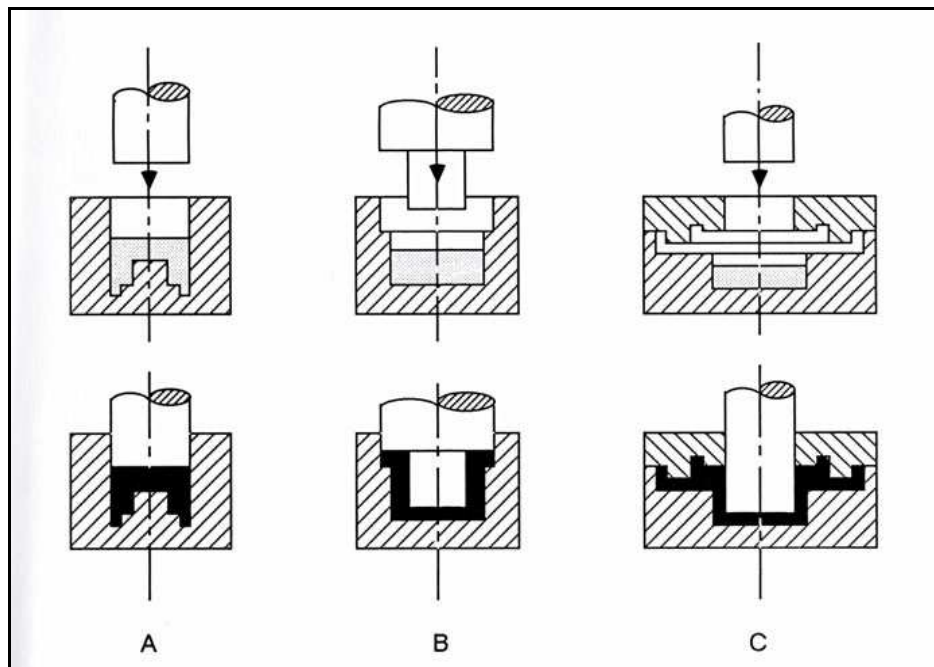


Kuva 10. Kylmäkammiomenetelmän laitteisto ja periaate. (Tekninen tiedotus 7/1988, 20.)

5.4 Puristusvalu

Puristusvalussa sula metalli kaadetaan esikuumennettuun teräsmuottiin, jonka jälkeen painityökalulla puristetaan sula metalli muotoonsa. Puristusta pidetään yllä niin kauan, että kappale jähmettyy. Käytetty paine on yleensä 30-110 MPa. Valukappaleista tulee tiiviitä sekä pinnanlaadultaan hyviä. Mekaaniset ominaisuudet ovat myös paremmat kuin esimerkiksi hiekkamuottivalussa. Puristussuuntaan kohtisuora mittatarkkuus on erittäin hyvä ja pystysuoran mittatarkkuuden määrää sulan metallin annostelutarkkuus. Menetelmällä voidaan valaa 0,3-50 mm:n seinämäpaksuuksia ja valettavat kappalekoot puolestaan alkavat sadasta grammasta jopa 50 kg:aan asti. Menetelmällä valetaan tavallisesti alumiini- sekä kupariseoksista suhteellisen yksinkertaisia kappaleita ja sarjasuuruudet ovat yleensä viidentoistatuhannen ja sadantuhannen välillä. (Ihalainen et al. 2005, 92.)

Puristusvalu voidaan jakaa kolmeen eri menetelmään, jotka on esitetty kuvassa 11. Nämä menetelmät ovat suorapuristus, tuurnapuristus sekä pursotuspuristus. Suorapuristusta käytetään massiivisille, tuurnapuristusta ontoille ja pursotuspuristusta laattamaisille kappaleille. (Tekninen tiedotus 7/1988, 21.)



Kuva 11. Puristusvalun menetelmät: A) suorapuristus, B) tuurnapuristus ja C) pursotuspuristus. (Ihalainen et al. 2005, 93.)

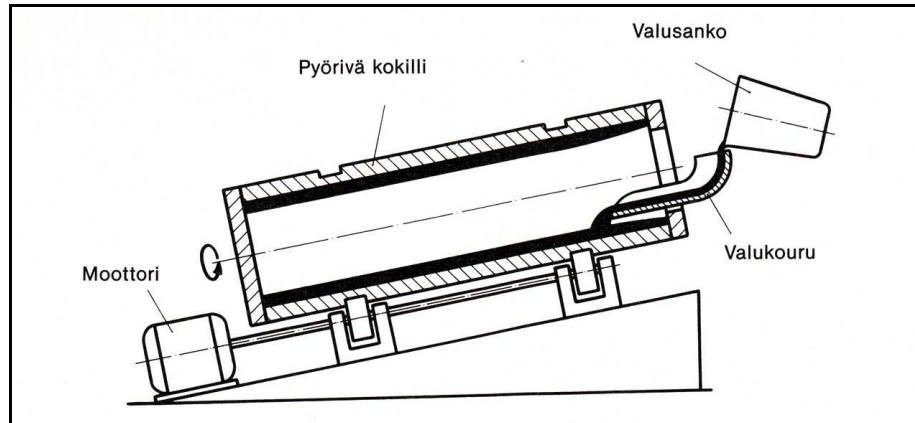
5.5 Keskipakovalu

Keskipakovalu soveltuu erilaisten pyörähdyssymmetristen kappaleiden valamiseen. Menetelmässä muottia pyöritetään ja samalla siihen kaadetaan sulaa metallia. Sula metalli ajautuu keskipakovoiman vaikutuksesta muotin sisäpintojen seinämille, siten että kappaleen keskelle jää aukko. Näin saadaan reikiä ja aukkoja valmistettua pitkiinkin kappaleisiin ilman keernoja. Keskipakovalumenetelmät voidaan jakaa kolmeen ryhmään: aitoon keskipakovaluun, keskipakomuotovaluun sekä keskipakopainevaluun. Nämä on esitelty tarkemmin seuraavissa luvuissa. (Tekninen tiedotus 7/1988, 20.)

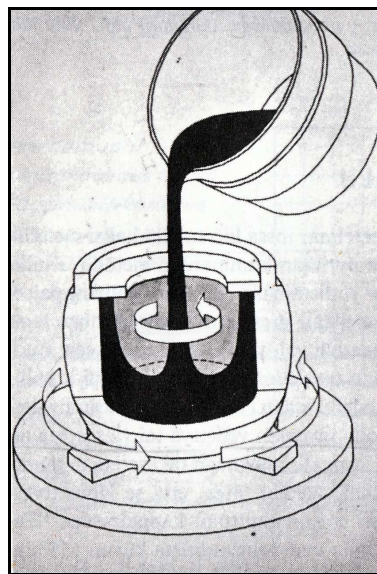
5.5.1 Aito keskipakovalu

Aidossa keskipakovalussa muotin pyörimisakseli voidaan asettaa vaaka- tai pystysuuntaan tai vinoksi, kuten kuvassa 12. Vaakasuuntaista pyörimisakselia käytetään, kun valettavan

kappaleen pituus on suurempi kuin halkaisija. Erilaisia renkaita ja holkkeja puolestaan valetaan pystysuuntaisella pyörimisakselilla (kuva 13). Aidossa keskipakovalussa valukappaleen halkaisija voi olla 40-2600 mm ja pituus jopa 8 metriä. (Höök et al. 2009 a.)



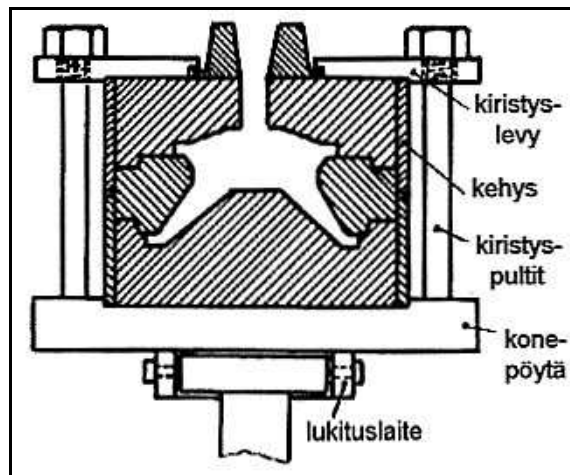
Kuva 12. Vinoon asetettu keskipakovalulaitteisto. (Tekninen tiedotus 7/1988, 21.)



Kuva 13. Pystysuora keskipakovalu. (Tekninen tiedotus 5/1981, 107.)

5.5.2 Keskipakomuotovalu

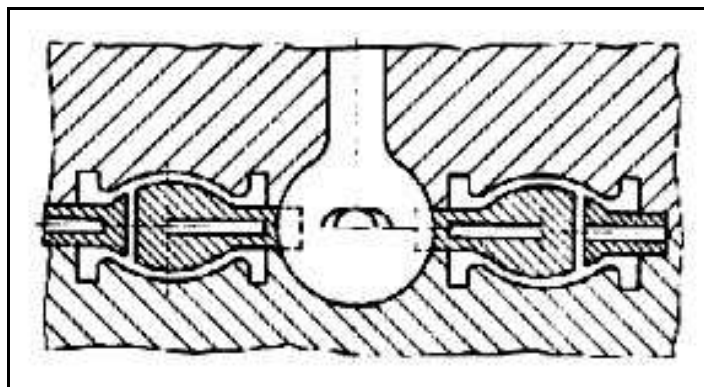
Keskipakomuotovalulla voidaan valaa esimerkiksi hammasrattaita ja niiden aihioita sekä hihnapyörien ja väkipyörien aihioita. Kuvassa 14 on esitetty keskipakomuotovalumuotti. Erona aitoon keskipakovaluun on, että menetelmä antaa kappaleelle sekä sisä- että ulkopuolisen muodon. Sisäpuolelta muotoa voidaan muokata keernojen avulla (esimerkiksi reikä kappaleen keskelle). Muotin materiaaleina käytetään hiekkaa grafiittia tai metallia. Muotit voi kasata myös päällekkäin tapuliksi. (Höök et al. 2009 a.)



Kuva 14. Keskipakomuotovalumuotti. (Höök et al. 2009 a.)

5.5.3 Keskipakopainevalu

Keskipakopainevalu soveltuu pienille, monimutkaisille sekä ohutseinämäisille kappaleille. Menetelmällä saavutetaan hyvä tarkkuus ja terävät ääriviivat. Keskipakopainevalussa eroa aitoon keskipakovaluun on, että muotissa on useita muottipesiä, jotka kaikki muodostavat yhden valukappaleen samalla valukerralla. Muotteja voidaan kasata myös useita päällekkäin tapuliksi. Muottipesät on sijoitettu muotissa kehään yhteisen valukanavan ympärille. Kuvassa 15 on keskipakopainevalumuotti teräsventtiilin rungolle. (Höök et al. 2009 a.)

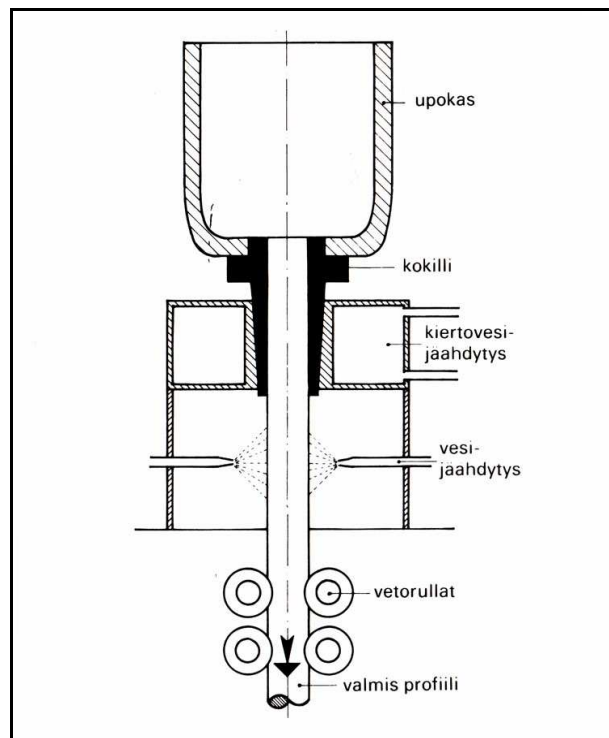


Kuva 15. Keskipakopainevalumuotti teräsventtiilin rungolle. (Höök et al. 2009 a.)

5.6 Jatkuvalu

Jatkuvavalua käytetään erilaisten muotoprofiilien ja putkien valamisessa. Menetelmällä ei suoranaisesti valeta pieniä kappaleita, vaan valmistetut tangot katkotaan aihioiksi erilaisiin koneenosiin. Menetelmällä voidaan valaa kaikkia valumetalleja. (Ihalainen et al. 2005, 92.)

Kuvassa 16 on pystysuoran jatkuvavalun laitteisto. Menetelmässä sulaa metalli valuu upokasta joko grafiitista tai metallista valmistetun kokillin läpi ja samalla kokillia jäähdytetään, jotta metalli saadaan jähmettymään. Jähmettynyttä metallia vedetään kokillin alapuolelta ja kokilliin valuu näin jatkuvasti uutta sulaa metallia jähmettyneen tilalle. (Tekninen tiedotus 7/1988, 20.)



Kuva 16. Pystysuora jatkuvavalulaitteisto. (Ihalainen et al. 2005, 93.)

5.7 Liitosvalu

Liitosvalu itsessään ei ole varsinainen valumenetelmä, vaan sitä voidaan käyttää tässä työssä esitellyillä valumenetelmillä siten, että kaksi eri metallia liitetään toisiinsa valamalla. Menetelmässä ensin valmistetaan korkeamman sulamispisteen omaava metalliosa ja siihen valetaan kiinni alemman sulamispisteen omaava metalliosa. Tällä saadaan kahden eri metallin edulliset ominaisuudet samaan valukappaleeseen. (Ihalainen et al. 2005, 94.) Esimerkiksi teräksestä valmistettua osaa saadaan kevennettyä, kun osa kappaleesta korvataan liittämällä siihen alumiinia.

6 SUOMESSA PIENIÄ VALUKAPPALEITA VALMISTAVAT YRITYKSET

Suomessa toimii noin 40 valimoa (Höök et al. 2009 a) ja suurimmassa osassa näistä valimoista voidaan valmistaa pieniä valukappaleita. Tässä työssä on keskitytty esittelemään yritykset, joilla on mahdollisuudet valmistaa alle 5 kg:n painoisia metallisia valukappaleita. Suuren määränsä johdosta näitä pieniä valuja valmistavat yritykset on rajattu yli 20 henkeä työllistäviin valimoihin. Lisäksi yritysten joukosta on pyritty karsimaan sellaiset valimot, jotka valmistavat valuja vain omaan tuotantoonsa. Toisin sanoen tässä työssä on esitelty pieniä valukappaleita alihankintaan valmistavat yritykset. Taulukkoon 2 on kerätty tässä työssä esiteltyjen yritysten valumenetelmät sekä pienin mahdollinen valukappale, mikäli tiedossa. Tiedot on kerätty lähinnä yritysten omilta internetsivuilta sekä valimoinstituutin ylläpitämästä ValuAtlas-tietokannasta.

Taulukko 2. Suomessa pieniä valukappaleita valmistavien yritysten käyttämät valumenetelmät sekä pienimmät mahdolliset valukappaleet.

	Käsinkaavaus	Konekaavaus	Kuorimuottikaavaus	Tarkkuusvalu	Shaw- ja Unicast-menetelmät	Kipsimuottivalu	Tavallinen kokillivalu	Matalapainekokillivalu	Painevalu	Puristusvalu	Keskipakovalu	Jatkuvavalu	Pienin valettava kappale (kg), jos tiedossa
Alphaform RPI Oy						X							>0
Alsiva Oy									X				-
Alteams Oy	X		X				X	X	X				0,1
Componenta Pietarsaari Oy		X											0,4
Harjavallan Valu Oy	X	X											-
Jukova Oy							X		X				-
Keskipakovalu Oy											X	X	-
Keycast Oy	X		X										2
Kiikan Metalli Oy							X						0,05
Novacast Oy							X		X				-
Peiron Oy Kokemäen Valimo	X												0,5
Sacotec Components Oy				X									-
Selcast Oy									X				0,01
Specialvalimo J. Pap Oy							X	X	X				-
Jokelan Valu Oy	Menetelmät ei tiedossa												0,5

Työssä esitellyistä yrityksistä on pyritty kertomaan perustiedot ja tämän lisäksi niiden käyttämät valumenetelmät, -materiaalit, kappaleiden painorajat ja sarjakoot sekä käytössä olevat jälkityöstömenetelmät. Myös jälkityöstömenetelmät on käsitelty, että lukija saa kokonaiskuvan yrityksen tarjoamista mahdollisuuksista valukappaleiden osalta.

6.1 Alphaform RPI Oy

Alphaform RPI Oy on perustettu vuonna 1982. Sen toimipiste sijaitsee Ruskolla, jossa työskentelee 52 työntekijää. (ValuAtlas 2009.) Alphaform RPI Oy on osa Eurooppalaista Alphaform konsernia. Yritys valmistaa protokappaleita sekä piensarjoja kevytmetalleista. Kevytmetallivalujen lisäksi yritys tarjoaa erilaisten muoviosien valmistusta sekä materiaali- ja menetelmä konsultointia. Alphaform RPI Oy on erikoistunut pikamallinnustekniikkaan ja valmistaa pieniä alumiiniosia piensarjoissa käyttäen lasersintraamista tai 3D-tulostusta mallinvalmistuksessa. Sarjakoot kyseisellä menetelmällä ovat 10-1000 kappaletta vuodessa. (Alphaform 2009.)

Valumenetelmänä Alphaform RPI Oy käyttää metalliosien valmistuksessa kipsimuottivalua. Valumateriaaleja ovat alumiini- ja sinkkiseokset. Valmistettavat valukappaleet voivat olla 0-5 kg:n painoisia ja kooltaan muutamista millemistä aina 3-4 litran tilavuuksiin asti. Yleisimmät sarjakoot ovat 1-50 kappaletta. Jälkikäsitteilyinä mahdollisia ovat koneistus, maalaus, lämpökäsittely sekä öljynpainetiivistyskäsittely. (ValuAtlas 2009; Alphaform 2009.)

6.2 Alsiva Oy

Alsiva Oy on osa Ouneva konsernia. Yrityksen toimipaikka sijaitsee Kontiolahdessa (Joensuu talousalueella Lehmossa). Yritys toimii uusissa toimitiloissa ja sen tuotanto on pitkälle automatisoitua. Alsiva Oy valmistaa tuotteita mm. elektroniikka-, sähkö-, sairaalaväline- sekä huonekaluteollisuuteen ja lisäksi monenlaisiin koteloratekaisuihin. (ValuAtlas 2009.)

Yritys valmistaa alumiini- ja sinkkivaluja painevaluina sekä kylmäkammio- että kuuma-kammio menetelmillä. Kappalekoot rajoittuvat enimmillään alumiinivaluilla 7 kg:aan ja sinkkivaluilla 3 kg:aan. Koneistus sekä pintakäsittelyt ovat mahdollisia ja lisäksi yritys suorittaa kokoonpanoa. (ValuAtlas 2009.)

6.3 Alteams Oy

Alteams Oy on globaali yritys ja Suomessa sillä on valimoita Lopella, Laihialla ja Ruovedellä sekä muita toimipaikkoja Jyväskylässä ja Oulussa. Yritys on erikoistunut kevytmetallivalukomponenttien valmistukseen ja tuotteita Alteams Oy valmistaa ajoneuvo-, sähkö-, konepaja- ja tietoliikenneteollisuuden sekä terveydenhoitoalalle. Tyypillisiä valuja ovat viestintälaitteiden, moottorien ja vaihdelaatikkojen osat sekä erilaiset sähkö- ja elektroniikkateollisuuden kotelo- ja runkorakenteet. (Alteams Group 2009.)

Laihian tehdas on perustettu vuonna 1960 ja henkilöstöä siellä on 140. Laihialla Alteams Oy valmistaa alumiinituotteita paine-, kokilli- sekä matalapainevalumenetelmillä. Valmistettavat kappalekoot ovat painevaluilla 0,1-15 kg ja kokilli- sekä matalapainevaluilla 0,01-50 kg. Jälkikäsittelymahdollisuuksina tehtaalla ovat koneistus, impregnointi, tiiveystestaus, tiivisteiden dispensointi sekä kokoonpano. (ValuAtlas 2009.)

Lopen tehdas on perustettu 1955 ja siellä Alteams Oy valmistaa hiekkavaluja kylmäharttattuihin hiekkamuotteihin sekä kuorimuottimenetelmällä valmistettuihin muotteihin. Valettava materiaali on alumiinia ja kappaleiden koko on 0,1-150 kg:n välillä. Jälkikäsittelyinä yritys tarjoaa lämpökäsittely-, koneistus-, hionta- ja tiiveystestausmahdollisuuksia. (Alteams Group 2009; ValuAtlas 2009.)

Ruoveden tehdas on perustettu 1979 ja siellä käytettävät menetelmät ovat hiekkavalu sekä kokillivalu ja valettavat materiaalit ovat alumiini, sinkki, pronssi sekä messinki. Valettavien kappaleiden koot ovat 0,1-300 kg:n välillä. Ruoveden tehtaalla mahdollisia jälkikäsittelyitä ovat lämpökäsittely, hionta, tiivistys, sekä tasapainotus. (Alteams Group 2009; ValuAtlas 2009.)

6.4 Componenta Pietarsaari Oy

Componenta Oyj:llä on useita valimoita Suomessa ja näistä ainoastaan Pietarsaaren valimolla valetaan pieniä, alle 5 kg:n painoisia kappaleita. Componenta Pietarsaari Oy on perustettu 1898 ja henkilöstöä sillä on 200. Tuotteita yritys valmistaa raskaalle ajoneuvoteollisuudelle sekä konepajateollisuudelle. Valimoiden lisäksi Componenta Oyj:llä on konepajoja sekä takomoita. Kokonaisuudessaan valimotoiminta kattaa 34 % (vuonna 2008) koko konsernin liikevaihdosta. (Componenta 2009; ValuAtlas 2009.)

Valettavat materiaalit ovat somu- ja pallografiittivalurauta. Vuosittainen kapasiteetti on 20000 tonnia. Valumenetelmänä Componenta Pietarsaari Oy käyttää *Disamatic*-menetelmää ja valettavat kappaleet ovat 0,4-15 kg:n painoisia. Sarjasuuruudet vaihtelevat 1000–1000000 kpl/vuosi välillä. (Componenta 2009.) Jälkikäsittelyinä yrityksellä on valmiudet suorittaa koneistusta, lämpökäsittelyjä sekä maalausta. Valamisen lisäksi yritys suorittaa valusuunnittelua sekä simulointia. (ValuAtlas 2009.)

6.5 Harjavallan valu Oy

Harjavallan Valu Oy on perustettu vuonna 1961 ja se sijaitsee Harjavallassa, Satakunnan maakunnassa. Asiakkaita yrityksellä on ympäri maailmaa ja pääasiassa tuotteet menevät eurooppalaiselle konepajateollisuudelle. Mahdollisia jälkikäsittelyjä valuille ovat lämpökäsittelyt sekä pohja- ja pintamaalaus. (Harjavallan Valu 2009.)

Valu materiaalina yritys käyttää suomugrafiittivalurautaa. Alle 15 kg:n painoiset tuotteet valetaan Harjavallan Valu Oy:ssä hiekkamuottivaluina käyttäen konekaavausta ja hiekkana bentoniittihiekkaa. Näitä kappaleita valmistetaan aina pienistä sarjoista alkaen. Yli 15 kg:n painoiset kappaleet puolestaan valetaan furaanihartsikaavausmenetelmää (kylmänä kovettuva hiekkaseos) käyttäen ja sarjakoot alkavat yksittäisistä kappaleista ylöspäin. (Harjavallan Valu 2009.)

6.6 Jokelan valu Oy

Jokelan valu Oy:n valimo sijaitsee Jokelassa, Tuusulan kunnassa. Valimossa työskentelee yli 20 henkeä. Yritys on erikoistunut kulumista kestäviin valuihin ja se aloitti Nihardvalujen valmistuksen jo 50 vuotta sitten. Jälkikäsittelymahdollisuuksina yritykseltä löytyy lämpökäsittely sekä pintakäsittelyinä teräshiekkapuhallus tai pohjamaalaus. Valumateriaaleina ovat kulumista kestävät rautalaadut, valuraudat sekä rajoitetusti teräkset. (Jokelan valu 2007.) Valumenetelmistä tietoa ei ollut saatavilla yrityksen internetsivuilla.

6.7 Jukova Oy

Jukova Oy:n valimo sijaitsee Liedon kunnassa Yliskulman alueella. Yritys on perustettu 1958 ja työntekijöitä yrityksessä on 35. Yrityksen tyypillisiä valuja ovat autokorihelat sekä venehelat. Lisäksi Jukova Oy valmistaa erilaisia alihankintatuotteita. (ValuAtlas 2009.)

Jukova Oy:n valamat materiaalit ovat alumiiniseoksia ja valumenetelminä ovat kokillisekä painevalu. Kokillivalujen maksimipaino on 10 kg ja painevalujen 2 kg. Vuosittainen kapasiteetti yrityksellä on sata tonnia. Jälkikäsittelymahdollisuuksia puolestaan ovat koneistus, hionta, anodisointi, ja kemiallinen kiillotus sekä jauhemaalauus. (ValuAtlas 2009.)

6.8 Keskipakovalu Oy

Keskipakovalu Oy on perustettu vuonna 1956 ja valimo sijaitsee Tampereella. Työntekijöitä yrityksessä on 30. Asiakaskunnan muodostaa ajoneuvo-, koneenrakennus-, kunnossapito-, sekä meriteollisuus. Tyypillisiä valuja ovat ainesputket, pyörö-, latta- ja muototangot sekä erilaiset holkit ja renkaat. Jälkikäsittelymahdollisuuksia ovat sorvaus, jyräntä ja poraus. Yritys valmistaa valukappaleista koneistamalla erilaisia asennusvalmiita komponentteja sekä niiden esikoneistettuja aihioita. (ValuAtlas 2009.)

Valumenetelminä Keskipakovalu Oy käyttää nimensä mukaisesti keskipakovalua ja lisäksi jatkuvavalua. Jatkuvavaluna yritys valmistaa 13-230 mm halkaisijaltaan olevia tankoja ja suurin valupituus on 14 metriä. Esimerkiksi pronssista valmistettu 13 mm halkaisijaltaan oleva pyörötanko painaa 1,2 kg/m. Keskipakovalu suoritetaan yrityksessä 180-650 mm:n halkaisijoille vaakavaluna ja tätä suuremmille halkaisijoille (2400 mm asti) pystyvaluna. (Keskipakovalu 2009.) Valumateriaaleina ovat alumiini, messingit, punametallit, tinapronssit, lyijytinapronssit, alumiinipronssit sekä nikkelialumiinipronssit. Yrityksen vuosittainen kapasiteetti on 1200 tonnia. (ValuAtlas 2009.) Pienimmistä valmistettavista kappaleista ei tietoa ollut saatavilla yrityksen internetsivuilla.

6.9 Keycast Oy

Keycast Oy:n Raahen valimo on perustettu 1918 ja se on osa vuonna 1999 perustettua Keycast-ryhmää. Lisäksi Keycast ryhmään kuuluu kolme ruotsissa toimivaa valimoa (yksi Kolsvassa ja kaksi Ljungbyssä). Tyypillisiä Raahen valimolla valmistettujen tuotteiden käyttökohteita ovat erilaiset paperikoneiden osat, pumput, venttiilit ja ruostumattomat sekä haponkestävät koneiden osat. Henkilöstöä Raahen valimolla on 80. (Keycast 2009; ValuAtlas 2009.)

Raahen valimo on erikoistunut käsin- ja kuorimuottikaavaukseen. Pieniä kappaleita yritys valmistaa kuorimuottikaavauksella. Kyseisellä menetelmällä valmistetaan ruostumattomas-

ta teräksestä sekä rakenneteräksestä tuotteita, joiden paino on 2 kg:sta ylöspäin, ja kulutus-teräksestä tuotteita, joiden paino on 4 kg:sta ylöspäin. Käsinkaavauksella valmistettavat tuotteet puolestaan ovat suurempia. (Keycast 2009; ValuAtlas 2009.)

6.10 Kiikan metalli Oy

Kiikan metalli Oy on perustettu vuonna 1960 ja sen valimo sijaitsee Vammalassa. Yritys on osa Lojer-konsernia (ent. Vammalan konepaja). Kiikan metallin tyypillisiä valuja ovat erilaiset pumppujen osat ja asiakaskuntana on metalliteollisuus. Valamisen lisäksi yritys suunnittelee sekä valmistaa kokilleja. Valumenetelmänä Kiikan metalli käyttää kokillivalua ja menetelmällä valmistettavat kappaleet ovat 0,05-10 kg:n painoisia. Valumateriaalina on alumiini. (ValuAtlas 2009.)

6.11 Novacast Oy

Novacast Oy on perustettu vuonna 1980 ja työntekijöitä sillä on 40. Novacast Oy:n valimo sijaitsee Pirkkalassa. Asiakkaita yrityksellä on auto-, sähkö-, elektroniikka-, huonekalu-, sekä konepajateollisuudessa. Valamisen lisäksi Novacastin toimintaan kuuluu erilaiset pintakäsittelyt, kokoonpano sekä tuotekehitys. (Novacast 2009.)

Tuotteita yritys valmistaa painevalu- sekä kokillivalumenetelmillä ja valettavat materiaalit ovat alumiiniseoksia. Painevalulla valmistetaan vain suuria sarjoja ja pienempiä sarjoja yritys valmistaa kokillivalumenetelmällä. Maksimipaino valettavilla tuotteilla on 10 kg (kokillivalulla). (Novacast 2009)

6.12 Peiron Oy Kokemäen valimo

Peiron Oy:n Kokemäen valimo on perustettu vuonna 1948 ja se työllistää n. 170 henkeä. Tuotteita Kokemäellä valmistetaan erilaisiin koneenrakennuksen kohteisiin. Valamisen lisäksi yritys suorittaa lämpökäsittelyjä, NDT-tarkastuksia sekä lujuuslaskentaa. Valujen jälkikäsittelyinä yritys suorittaa karkeakoneistusta (rouhintaa) sekä maalausta. (ValuAtlas 2009.)

Valumenetelmänä Peiron Oy:n Kokemäen valimo käyttää hiekkamuottimenetelmää ja kaa-vaus tapahtuu käsinkaavauksena sideaineellisiin hiekkamuotteihin. Sarjasuuruudet ovat pieniä tai keskisuuria ja kappaleiden koot vaihtelevat puolesta kilosta viiteen tonniin. Va-

lettavat materiaalit ovat pääasiassa pallografiittivalurautaa sekä erilaatuiset teräkset ja lisäksi tuotteita on mahdollista valaa myös suomugrafiittivaluraudasta. Vuosittainen tuotantomäärä on 3500–5000 tonnia. (Peiron 2009.)

6.13 Sacotec Components Oy

Sacotec Components Oy on perustettu vuonna 1955. Valimo sijaitsee Riihimäellä ja henkilöstöä sillä on 72. Asiakkaita yrityksellä on mm. työkalu-, koneenrakennus- sekä pumppu- ja venttiiliteollisuudessa. Tyypillisiä valuja ovat pienet monimuotoiset komponentit. Valamisen lisäksi Sacotec Components Oy suorittaa valuteknistäsuunnittelua ja valusimulointia. (ValuAtlas 2009.)

Valumenetelmänä yritys käyttää tarkkuusvalua, jossa mallina on vahamalli. Sarjakoot alkavat aina yksittäisistä protokappaleista suurempiin sarjoihin. Valettavat materiaalit ovat erilaisia teräksiä (mm. työkaluteräs ja ruostumatonteräs). Pienillä sarjoilla suurin valukappaleen paino on 10 kg ja suuremmilla sarjoilla 2-3 kg. Jälkikäsittelymahdollisuudet ovat koneistus, lämpökäsittely, pintakäsittely, kokoonpano sekä pakkaaminen. (Sacotec 2009; ValuAtlas 2009.)

6.14 Selcast Oy

Selcast Oy:n valimo sijaitsee Karjaalla ja yritys on perustettu vuonna 1945. Oman tuotannon lisäksi Selcast valmistaa tuotteita myös alihankintaan. Erilaiset sähköasennustarvikkeet sekä teollisuuskomponentit ovat yrityksen erikoisalaa, mutta näiden lisäksi Selcast valmistaa tuotteita elektroniikka-, ajoneuvo-, huonekalu- sekä terveydenhoitotarviketeollisuuteen. (Selcast 2009.)

Yritys käyttää valumateriaalina kierrätysalumiinia ja tuotteita se valaa painevalumenetelmällä. Kappaleiden suuruudet ovat 0,01-1,7 kg. Mahdollisia jälkikäsittelyitä ovat koneistus, pulveripintakäsittely sekä kokoonpano. Tyypillisiä tuotteita ovat jakorasiat, pistorasiat, valaisimet sekä muut sähköalan tuotteet. (Selcast 2009; ValuAtlas 2009.)

6.15 Specialvalimo J. Pap Oy

Specialvalimo J. Pap Oy:n toimipaikka on Espoossa. Yritys työllistää noin 30 henkeä ja se valmistaa tuotteita kotimaiselle sekä ulkomaiselle teollisuudelle (vienti n. 25 %). Tyypilli-

siä valuja ovat erilaiset koneiden osat, kotelot sekä valaisimien rungot. Vuosittainen tuotanto on n. 400 tonnia. Yrityksellä on valmiudet suorittaa valukappaleen simulointi ennen työkalujen valmistusta ja valua. Valujen jälkikäsitteilyyn yrityksellä itsellä on valmiudet sinkoukseen ja koneistukseen sekä lisäksi mahdollisuus alihankintana lämpökäsitteilyyn, pintakäsitteilyyn sekä maalaukseen. (Specialvalimo J. Pap 2007; ValuAtlas 2009.)

Specialvalimo J. Pap on keskittynyt erilaisten alumiiniseosten valamiseen käyttäen kokilli-, matalapaine- sekä painevalumenetelmää. Painevalumenetelmällä yritys voi valmistaa enintään 13 kg painoisia tuotteita, mutta toistaiseksi painavin yrityksen painevalettu tuote on 6,5 kg. Matalapainevalua yritys suosittelee käytettäväksi suuremmille kappaleille ja suurin yrityksen valama tuote kyseisellä menetelmällä on 23 kg. Kokillivalumenetelmällä toistaiseksi suurin valmistettu tuote on puolestaan 16 kg. (Specialvalimo J. Pap 2007.)

7 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena on antaa lukijalle kuva siitä, mitä vaihtoehtoja pienten kappaleiden valamiseen löytyy. Vaikka pieniä kappaleita valmistetaan monilla muillakin valmistustekniikoilla kuin valamalla, on se hyvä vaihtoehto, koska valamalla saavutetaan paljon etuja muihin kilpaileviin valmistusmenetelmiin nähden. Valutekniikoita on paljon erilaisia ja eri tilanteisiin sopivia.

Valumenetelmät jaotellaan kerta- ja kestopuottimenetelmiin. Yleistettynä kertamuottimenetelmistä hiekkamuottimenetelmät soveltuvat yksittäisille kappaleille tai pienille sarjoille ja yleensä hyvin suurelle painoalueelle alkaen aivan pienistä kappaleista, kun taas keraami- ja kipsimuottimenetelmät ovat niin sanottuja tarkkuusvalumenetelmiä ja soveltuvat pelkästään pienemmille kappaleille. Näiden tarkkuusvalumenetelmien pyrkimyksenä ovat tarkat ja suhteellisen vähän jälkityöstöä vaativat kappaleet. Kestomuottimenetelmät puolestaan ovat käytännöllisiä suhteellisen pienille kappaleille ja suurille sarjoille korkeiden laitteisto- ja muottikustannusten takia.

Tässä työssä käsitellyt valimot ovat pääasiassa hyvin pitkälti perinteisten laitteiden ja menetelmien varassa ja uusi teknologia on vasta tuloillaan Suomen valimoteollisuuteen. Valimot ovat pitkälti keskittyneet yhteen tai muutamaaan samankaltaiseen valutekniikkaan.

Monet, varsinkin pieniä valukappaleita valmistavista valimoista, ovat keskittyneet valmistamaan tuotteita alumiiniseoksista ja rauta- sekä teräsvalimoita on hieman vähemmän.

Kokonaisuutena Suomen valimoteollisuudella on hyvin kattava tarjonta ja pienten valukappaleiden valmistus onnistuu monella eri menetelmällä ja lähes kaikista saatavilla olevista valumetalleista. Tavallinen kokillivalu on hyvin suosittu menetelmä, koska laite- ja muottikustannukset ovat valmistettuihin kappalemääriin nähden pienet. Myös perinteinen hiekkamuottivalu on yleinen edullisuutensa vuoksi. Painevalu on kolmas selkeästi yleinen menetelmä, koska sillä saadaan valmistettua pieniä kappaleita suurina sarjoja kohtuullisin kustannuksin. Lisäksi kappaleen laatuominaisuudet ovat paremmat moneen muuhun menetelmään nähden.

LÄHTEET

Alphaform. 2008. Alphaform – Uutiset: Alphaformilta nyt aluminiosien piensarjavalmistusta [verkkajulkaisu]. [viitattu 28.7.2009]. Saatavissa:

http://www.alphaform.fi/contentlibrary/0811_Valuosien_piensarjavalmistusta.pdf

Alphaform. 2009. Alphaform RPI Oy [www-sivut]. [viitattu 28.7.2009]. Saatavissa:

<http://www.alphaform.fi/default.asp?id=company-en>

Alteams Group. 2009. Alteams Group [www-sivut]. [viitattu 28.7.2009]. Saatavissa:

<http://www.alteams.com/freimi.asp?lang=3>

Componenta. 2009. Componenta Oyj [www-sivut]. [viitattu 29.7.2009]. Saatavissa:

<http://www.componenta.com/>

Harjavallan Valu. 2009. Harjavallan Valu Oy. [www-sivut]. [viitattu 28.9.2009]. Saatavissa: <http://www.harjavallanvalu.fi/index.html>

Höök, T. & Meskanen, S. & Niini, E. & Orkas, J. & Piha, O. & Tiainen, T. & Toivonen, P. 2009 a. ValuAtlas: Valimotekniikan perusteet [verkkajulkaisu]. [viitattu 13.7.2009]. Saatavissa: <http://www.valuatlas.net/tietomat/koosteet/valimotekniikanperusteet/index.html>

Höök, T. & Meskanen, S. & Orkas, J. & Tennilä, P. 2009 b. ValuAtlas: Suunnittelijan perusopas [verkkajulkaisu]. [viitattu 13.7.2009]. Saatavissa:

<http://www.valuatlas.net/tietomat/koosteet/valukappaleensuunnittelu/index.html>

Höök, T. & Tikka, H. & Hristov, H. & Koleva, M. & Nykänen, S. 2009 c. ValuAtlas: Muotinvalmistus [verkkajulkaisu]. [viitattu 7.7.2009]. Saatavissa:

<http://www.valuatlas.net/tietomat/koosteet/muotinvalmistus/index.html>

Ihalainen, E. & Aaltonen, K. & Aromäki, M. & Sihvonen, P. 2005. Valmistustekniikka. 11. painos. Helsinki: Hakapaino Oy. 490 s. ISBN 951-672-333-0

Jokelan valu. 2007. Jokelan valu Oy [www-sivut]. [viitattu 24.9.2009]. Saatavissa:
<http://www.jokelanvalu.fi/index.html>

Keskipakovalu. 2009. Keskipakovalu Oy [www-sivut]. [viitattu 2.10.2009]. Saatavissa:
http://www.keskipakovalu.fi/tmp_keskipakovalu_site_0.asp?s=18&sua=1&q=y

Keycast. 2009. Keycast Oy [www-sivut]. [viitattu 2.8.2009]. Saatavissa:
<http://www.keycast.nu/>

Novacast. 2009. Novacast Oy [www-sivut]. [viitattu 2.8.2009]. Saatavissa:
<http://www.novacast.fi/index.html>

Peiron. 2009. Peiron Oy [www-sivut]. [viitattu 2.8.2009]. Saatavissa:
<http://www.peiron.com/index.html>

Sacotec. 2009. Sacotec Components Oy [www-sivut]. [viitattu 3.8.2009]. Saatavissa:
<http://www.sacotec.com/>

Selcast. 2009. Selcast Oy [www-sivut]. [viitattu 3.8.2009]. Saatavissa:
<http://www.selcast.fi/>

Specialvalimo J. Pap. 2007. Specialvalimo J. Pap Oy [www-sivut]. [viitattu 10.8.2009].
Saatavissa: <http://www.specialvalimo.com/index.php>

Tekninen tiedotus 5/81. 1981. Valukappaleet - Rakennesuunnittelu, valumetallit ja valmistusmenetelmät. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus Oy. 152 s. ISBN 951-817-085-1

Tekninen tiedotus 7/88. 1988. Valujen taloudellinen käyttö, Osa 3: Valmistusmenetelmät. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus Oy. 38 s. ISBN 951-817-385-0

Timings, R.L. 1998. Manufacturing Technology, Volume 1. Third Edition. Harlow: Pearson Education Limited. 402 s. ISBN 0-582-35693-8

Timings, R.L. & Wilkinson, S.P. 2000. Manufacturing, Technology Volume 2. Second Edition. Harlow: Pearson Education Limited. 414 s. ISBN 0-582-357977

ValuAtlas. 2009. ValuAtlas: Yritykset. [www-sivut]. [viitattu 28.7.2009]. Saatavissa: http://www.valuatlas.net/ind_yritykset.html