

Ruiskuvalumuottiteräkset

Tuula Höök – Tampereen teknillinen yliopisto

Ruiskuvalumuotin muottilaatat, inserttikappaleet, kiinteät keernat ja liikkuvat keernat valmistetaan yleensä jostakin muotteihin tarkoitettusta erikoisteräksestä tai joissain tapauksissa erikoislujasta kupariseoksesta. Prototyypimuottien muottipesät ja keernat tehdään yleisesti alumiiniseoksesta. Pienille sarjoille tarkoitettu ruiskuvalumuotti voidaan työstää suoraan perusteräksisiin (1.1730) muottilaattoihin.

Tavallisimmat muottimateriaaliryhmät ovat:

- **Nuorrutusteräkset:** Käytetään tavallisesti suurikokoisissa tai keskisuurille sarjoille tarkoitetuissa muoteissa sekä kaikenkokoisille sarjoille, jos valettava muoviraaka-aine, ei ole mekaanisesti erityisen kuluttavaa. Nuorrutusterästä käytetään usein muottilaatoissa insertin ympärillä, jos muotista täytyy tehdä erityisen luja. Nuorrutusterästä käytetään toimitustilassa, karkaisemattomana. Jos muottipesän pinnan kovuutta täytyy kasvattaa, se voidaan hiilettää, nitrata, liekkikarkaista tai induktiokarkaista. Se voidaan myös pinnoittaa joko sähkökemiallisesti tai kemiallisesti. Valittavissa olevat käsittelyt riippuvat teräslaadusta.
- **Läpikarkenevat teräkset:** Käytetään muoteissa, joilla ajetaan suuria sarjoja sekä muoteissa, joissa valetaan mekaanisesti kuluttavia muovilaatuja. Läpikarkenava teräs on hyvä valinta myös, jos muovin prosessoinnissa käytetään suuria paineita tai sulkuvoima on tavallista suurempi. Tavallisesti nämä teräkset rouhintakoneistetaan, karkaistaan ja viimeistelykoneistetaan karkaisun jälkeen. Viimeistelykoneistus voidaan tehdä suurnopeuskoneistuksena tai uppokipinätyöstökoneella.
- **Ruostumattomat teräkset:** Käytetään syövyttävillä materiaaleille tarkoitetuissa muoteissa. Ruostumatonta terästä ei tarvitse huoltaa pinnoittamalla, kuten jostain muusta teräslaadusta valmistettua muottia. Muottisovelluksiin on kehitetty teräslaatuja, jotka ovat sekä syöpymisen- että kulutuksenkestäviä. Samaa teräkseen on hankala valmistaa molempia ominaisuuksia.
- **Kuumatyöteräkset:** Käytetään vaativissa sovelluksissa, joissa muottimateriaalilta vaaditaan yhtäaikaisesti suurta lujuutta, kovuutta ja sitkeyttä.
- **Erikoislujat kupariseokset:** Käytetään sovelluksissa, joissa hyvä lämmönjohtavuus on tärkeä.
- **Alumiiniseokset:** Käytetään prototyypimuoteissa tai hyvin pienille sarjoille tarkoitetuissa muoteissa.

Ruiskuvalumuottisovelluksissa vaadittavat tärkeimmät vaatimukset teräkselle ovat:

- Hyvä lämmönjohtavuus
- Riittävä kovuus, sitkeys ja lujuus
- Koneistettavuus
- Mahdollisuus tehdä tarpeelliset pintakäsittelyt, esimerkiksi kiillottaa muottipesä tai nitrata se
- Kulutuksenkestävyys mekaanisesti kuluttaville tai syöpymisenkestävyys kemiallisesti kuluttaville muovilaaduille tarkoitetuissa muoteissa

Taulukossa 1 vertaillaan joitakin tärkeimpiä työkaluteräksen, rakenneteräksen, ruostumattoman teräksen ja berylliumkuparin ominaisuuksia. Berylliumkupari on yksi niistä kupariseoslajeista, joita käytetään ruiskuvalumuoteissa hyvää lämmönjohtavuutta vaativiin sovelluksiin.

Euroopan unionin EN ISO 4957 luettelee useita ruiskuvalumuotteihin tarkoitettuja työkaluteräslajeja. Niiden lisäksi joillain teräsvalmistajilla on omia lajikkeita, kuten Uddeholmin Corrax. On myös DIN standardilaatuja, joita ei ole lueteltu EN ISO 4957 -standardissa. Taulukoissa 2 – 5 on lueteltu joitakin tavallisimpia ruiskuvalumuotteihin käytettäviä teräslaatuja.

Lähteet

Böhler-Uddeholm, <http://www.bohler-uddeholm.com>

Cogne Acciai Speciali S.p.a., <http://www.cogne.com>

Dörrenberg Edelstahl, <http://www.doerrenberg.de>

Industeel, <http://www.industeel.info>

Kind&Co Edelstahlwerk, <http://www.kind-co.de>

Matweb, the online materials information resource, <http://www.matweb.com>

Metal Ravne, <http://www.metalravne.com>

Schmidt + Clemens Gruppe, <http://www.schmidt-clemens.com>

Schmolz + Bickenbach Group, <http://www.schmolz-bickenbach.com>

ThyssenKrupp Services,
<http://www.tkm-international.com/engl/prod/werkzeugstahl.html>

Taulukko 1. Työkaluterästen, rakenneterästen, ruostumattomien terästen ja berylliumkuparin joidenkin tärkeimpien ominaisuuksien vertailu.

Teräslaji	Kemiallinen koostumus	Lämmönjohtavuus, W/m °C	Lämpö-pitenemis-kerroin 1 / °C	Myötöraja R _{p0,2} MPa	Venymä, %	Kovuus
AISI 1045/1050 (1.1730) niuk-kaseostainen teräs	C: 0,47 – 0,55 – Mn: 0,60 – 0,90	49,8 huoneenlämpötilassa	12,4 × 10 ⁻⁶ (250 °C lämpötilassa)	425 huoneenlämpötilassa	20 huoneenlämpötilassa	183 – 255 HB
BÖHLER N360 ISOEXTRA ruostumaton teräs	C: 0,30 - Si: 0,60 - Mn: 0,40 - Cr: 15,00 - Mo: 1,00 - N: 0,40	14 huoneenlämpötilassa	11,6 × 10 ⁻⁶ (400 °C lämpötilassa)			56 – 57 HRC
Uddeholm Impax Supreme, työkaluteräs ruiskuvalumuotteihin	C: 0,37 – Si: 0,30 – Mn: 1,40 – Cr: 2,00 – Ni: 1,00 – Mo: 0,20 – S: <0,01	30 (200 °C lämpötilassa)	12,7 × 10 ⁻⁶ (200 °C lämpötilassa)	900 (huoneenlämpötilassa), 800 (200 °C lämpötilassa)		290 – 330 HB ¹
Uddeholm Orvar Supreme, kuumatyöteräs painevalumuotteihin	C: 0,39 - Si: 1,00 – Mn: 0,40 – Cr: 5,20 – Mo: 1,40 – V: 0,90	31 (400 °C lämpötilassa)	12,7 × 10 ⁻⁶ (400 °C lämpötilassa)	1210 (huoneenlämpötilassa), 1000 (400 °C lämpötilassa); HRC = 44 ²	13 huoneenlämpötilassa, 15 in 400 °C	44 – 52 HRC
CuBe2, berylliumkupari	Be: 1,8...2,1 - Fe: max 0,05 - Ni: max 0,10 - Co: max 0,45 - Ni + Co: min 0,2	85 – 133 ³ (200 °C lämpötilassa)	17 × 10 ⁻⁶ (200 °C lämpötilassa)	700 – 1000 huoneenlämpötilassa	0 – 6 huoneenlämpötilassa	340 – 400 HB

¹ Lämpökäsitelty, käytetään tavallisesti tässä kovuudessa, voidaan karkaista uudelleen, jos tarpeen² Mekaaniset ominaisuudet parantuvat, kun materiaalin kovuutta kasvatetaan³ Lähteestä riippuen eri arvoja

Taulukko 2. Nuorrutusteräket

Nuorrutusteräket	Muut standardit	Kemiallinen koostumus, %	Kauppanimet	Sovelluskohteet ja ominaisuudet
40CrMnMo7	1.2311 ~AISI P20		<ul style="list-style-type: none"> - Böhler M201 - Cogne Acciai UD23 - Dörrenberg MCM - Industeel SUPERPLAST® 300 1.2311 - Kind&Co Dominial KTW - S + B THYROPLAST® 2311 - ThyssenKrupp 1.2311 	Ruiskuvalumuotit, muottilaatat yhdessä inserttikappaleen kanssa suurta lujuutta vaativiin sovelluksiin. Vähemmän rikkiä kuin laadussa 1.2312.
40CrMnMoS 8-6	1.2312 ~AISI P20		<ul style="list-style-type: none"> - Böhler M200 - Cogne Acciai UD24 - Dörrenberg MCMS - Industeel SUPERPLAST® 300 1.2312 - Kind&Co Dominial KTS - S + B THYROPLAST® 2312 - ThyssenKrupp 1.2312 - Uddeholm HOLDAX 	Ruiskuvalumuotit, muottilaatat yhdessä inserttikappaleen kanssa suurta lujuutta vaativiin sovelluksiin. Hyvin koneistettava.
54NiCrMoV6	1.2711		<ul style="list-style-type: none"> - Industeel SUPERPLAST® 400 1.2711 - S + B THYROPLAST® 2711 - ThyssenKrupp 1.2711 	Ruiskuvalumuotit sovelluksiin, joissa tarvitaan suurta puristuslujuutta ja kulumisenkestävyyttä, vastaava kuin 1.2738. Sopii kiillotettavaksi peilipintaan ja kovakromattavaksi. Sopii suuri-kokoisiin muotteihin.

40CrMnNiMo8-6-4 (EN ISO 4957 laji)	1.2738	C: 0,35 – 0,45 Si: 0,20 – 0,40 Mn: 1,30 – 1,60 Cr: 1,80 – 2,10 Mo: 0,15 – 0,25 Ni: 0,90 – 1,20	<ul style="list-style-type: none"> - Böhler M238 - Cogne Acciai UD25 - Dörrenberg MCMN - Industeel SUPERPLAST® 300 1.2738 - Kind&Co Dominial KTW-Ni - Metal Ravne UTOPNIN - S + B THYROPLAST® 2738 - ThyssenKrupp 1.2738 - Uddeholm Impax Supreme, Impax Hi-hard 	Suurikokoiset ruiskuvalumuotit.
X19NiCrMo4	1.2764		<ul style="list-style-type: none"> - Dörrenberg ECN4M - S + B THYROPLAST® 2764 - ThyssenKrupp 1.2764 	Voimakkaasti rasitetut ruiskuvalumuotit. Pintakarkaistava.
Standardoimaton laji		<ul style="list-style-type: none"> - Uddeholm Nimax 	Hyvä koneistettavuus, muodostuva pinnanlaatu hyvä. Hyvin kiillotettavissa.	

Taulukko 3. Lämpikarkenevat teräkset

Lämpikarkenevat teräkset	Muut standardit	Kemiallinen koostumus, %	Kauppanimet	Sovelluskohteet ja ominaisuudet
X210Cr12 (EN ISO 4957 laji)	1.2080	C: 1,90 – 2,20 Si: 0,10 – 0,60 Mn: 0,20 – 0,60 Cr: 11,00 – 13,00	- Cogne Acciai UK20 - Dörrenberg CP10V	Korkea kulumisenkestävyys. Vääntyilee karkais- taessa vain minimaalisesti. Keskimääräinen sitkeys. Ledeburiittinen. Voimakkaasti rasitetut leikkaavat työkalut, työkalut kivien työstämi- seen ja ekstruusiotyökalut. Muotit synteettisille materiaaleille.
21MnCr5 (EN ISO 4957 laji)	1.2162	C: 0,18 – 0,24 Si: 0,15 – 0,35 Mn: 1,10 – 1,40 Cr: 1,00 – 1,30	- Dörrenberg EPM2 - S + B THYROPLAST® 2162	Pintakarkaistava yleisteräs, joka on hyvin ko- neistettavaa ja kiillotettavissa. Lämpikarkeneva.
60CrMoV18-5	1.2358		- Dörrenberg AMO	Toimitetaan tavallisesti nuorrutettuna. Hyvä lämpikarkenevuus. Leikkurin terät, ruiskuvalu- muotit ja lastuavat työkalut.
X100CrMoV5 (EN ISO 4957 laji)	1.2363	C: 0,95 – 1,05 Si: 0,10 – 0,40 Mn: 0,40 – 0,80 Cr: 4,80 – 5,50 Mo: 0,90 – 1,20 V: 0,15 – 0,35	- Dörrenberg P5M	Leikkurin terät, pakotusmuotit, muovin proses- soinnissa käytettävät työkalut. Hyvä lämpikarkenevuus.
X153CrMoV12 (EN ISO 4957 laji)	1.2379	C: 1,45 – 1,60 Si: 0,10 – 0,60 Mn: 0,20 – 0,60 Cr: 11,00 – 13,00 Mo: 0,70 – 1,00 V: 0,70 – 1,00	- Dörrenberg CPPU - Cogne Acciai UK15 - Industeel 1.2379 - Metal Ravne OCR12VM - S + C MÄRKER® 1.2379	Ledeburiittinen teräs. Hyvä kulumisenkesto. Muotit kuluttaville muovilaaduille, ekstruusio- työkalut mataliin lämpötiloihin, lastuavat työkalut ja leikkurin terät.

45NiCrMo16 (EN ISO 4957 laji)	1.2767	C: 0,40 – 0,50 Si: 0,10 – 0,40 Mn: 0,20 – 0,50 Cr: 1,20 – 1,50 Mo: 0,15 – 0,35 Ni: 3,80 – 4,30	- Dörrenberg VNC4 - Industeel 1.2767 - Kind&Co Dominial N 400 - Metal Ravne OH239 - S + C MÄRKER® 1.2767 - ThyssenKrupp 1.2767	Lastuavat työkalut, ruiskuvalumuotit sovelluksiin, joissa vaaditaan hyvää kulumisenkestoa.
Standardoimaton laji		C: 0,50 Si: 0,20 Mn: 0,50 Cr: 5,00 Mo: 2,30 V: 0,50	- Uddeholm Unimax	Hyvä kulumisenkesto, sitkeä ja kova muottiteräs.

Taulukko 4. Ruostumattomat teräkset

Ruostumattomat teräkset	Muut standardit	Kemiallinen koostumus, %	Kaupanimet	Sovelluskohteet ja ominaisuudet
X40Cr14 (EN ISO 4957 laji)	1.2083	C: 0,36 – 0,42 Si: ≤ 1,00 Mn: ≤ 1,00 Cr: 12,50 – 14,00	- Böhler M310 ISOPLAST - Cogne Acciai UK04R - Industeel 1.2083 - Kind&Co Dominial RF - S + B THYROPLAST® 2083/2083 SUPRA - ThyssenKrupp 1.2083 - Uddeholm Mirrax ESR, Stavax ESR	Syöpymisenkestävä teräs, joka on hyvin killoitettavissa.
-	1.2085	C: 0,33 Cr: 16,00 S: 0,050 Ni: 0,50 (THYROPLAST 2085)	- Böhler M314 EXTRA - Kind&Co Dominial CRS - S + B THYROPLAST® 2085 - ThyssenKrupp 1.2085 - Uddeholm Ramax HH	Hyvin koneistettava ja karkaistava teräs. Vaativat sovellukset, jossa tarvitaan samanaikaisesti syöpymisenkestoa ja kovuutta. Esikarkaistu.

X38CrMo16 (EN ISO 4957 laji)	1.2316	C: 0,33 – 0,45 Si: ≤ 1,00 Mn: ≤ 1,50 Cr: 15,50 – 17,50 Mo: 0,80 – 1,30 Ni: ≤ 1,00	- Böhler M300 ISOPLAST, M303 EXTRA - Dörrenberg R65 - Industeel 1.2316 - Kind&Co Dominial CMR - S + B THYROPLAST® 2316 - S + C MÄRKER® 1.2316 - ThyssenKrupp 1.2316	Martensiittinen teräs syöpymisenkestoa vaati- viin sovelluksiin. Toimitetaan nuorrutettuna.
Standardoimaton laji		C: 0,05 Mn: 1,30 S: 0,15 Cr: 12,50	- S + B CorroPlast®	Esikarkaistu syöpymisenkestävä martensiittinen teräs. Erkaumakarkaistu. Ei käy sovelluksiin, joissa vaaditaan hyvää pinnanlaatua. Sopii muottilaattoihin yhdessä jostain muusta materi- aalista valmistetun insertin kanssa.
Standardoimaton laji		C: 1,40 Cr: 15,00 Mo: 2,00 Nb: 4,50	- Dörrenberg RN15X®	Ruiskuvalumuotit kuluttaville materiaaleille, syöpymisen- ja kulumisenkestävä, elintarvike- teollisuuteen. Karkaistavissa. Sopii nitrattavaksi ja PVD/PVC pinnoitettavaksi.
Standardoimaton laji		C: 2,20 Cr: 17,50 Mo: 0,50 V: 5,80	- Dörrenberg PMD440	Ruiskuvalumuotit kuluttaville materiaaleille, syöpymisen- ja kulumisenkestävä, elintarvike- teollisuuteen. Korkeampi kromipitoisuus parantaa syöpymisenkestoa. Toimitetaan nuor- rutettuna. Martensiittinen.
Standardoimaton laji		C: 0,05 Cr: 15,0 Ni: 4,5 Cu: 3,5 Nb: +	- S + B THYROPLAST® PH X SUPRA	Erkaumakarkaistu, martensiittinen syöpy- misenkestävä teräs. Kiillotettava.

Standardoimaton laji	C: 0,05 Si: 0,20 Mn: 0,90 S: 0,12 Cr: 12,80 Ni: +	- Böhler M315 EXTRA	Paremmen koneistettavaa kuin 1.2085 terästä vastaavat lajit. Muotit syövyttävälle muovilaa- duille, erityisesti, jos on paljon koneistettavaa. Muottilaatat insertin ympärillä. Toimitetaan nuorrutettuna.
Standardoimaton laji	C: 0,28 Si: 0,30 Mn: 0,30 Cr: 13,50 N: +	- Böhler M333 ISOPLAST	Hyvin kiillotettava ja syöpymisenkestävä teräs- laji. Syövyttävälle metalliseoksille. Karkaistavissa.
Standardoimaton laji	C: 0,54 Si: 0,45 Mn: 0,40 Cr: 17,30 Mo: 1,10 V: 0,10 N: 0,20	- Böhler M340 ISOPLAST	Hyvä syöpymisen- ja kulumisenkestävyys. Toimitetaan nitrattuna. Voidaan karkaista tyhjössä.
Standardoimaton laji	-	- Kind&Co Dominial Plast 1	Parempi syöpymisenkesto kuin 1.2083 terästä vastaavilla lajeilla. Karkaistava ja kiillotettava. Voidaan nitrata ja etsata.
Standardoimaton laji	C: 0,03 Si: 0,3 Mn: 0,3 Cr: 12,0 Ni: 9,2 Mo: 1,4 Al: 1,6	- Uddeholm Corrax	Parempi syöpymisenkesto kuin 1.2083 terästä vastaavilla lajeilla. Erkaumakarkaistu, toimitte- taan liuotushehkutettuna. Voidaan uudelleen karkaista, jos sovelluksessa vaaditaan suurempaa kovuutta.

Standardoimaton laji	C: 1,7 Si: 0,8 Mn: 0,3 Cr: 18,0 Mo: 1,0 V: 3,0	- Uddeholm Elmax SuperClean	Syöpymisen- ja kulumisenkestävä teräslaatu. Pulverimetallurginen erikoisteräs vaativiin sovelluksiin. Karkaistava.
-----------------------------	---------------------------------------------------------------	-----------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Taulukko 5. Kuumatyöteräkset

Kuumatyöteräkset	Muut standardit	Kemiallinen koostumus, %	Kaupanimet	Sovelluskohteet ja ominaisuudet
55NiCrMoV7 (EN ISO 4957 laji)	1.2714 AISI L6	C: 0,50-0,60 Si: 0,10-0,40 Mn: 0,60-0,90 Cr: 0,80-1,20 Mo: 0,35-0,55 V: 0,05-0,15 Ni: 1,50-1,80	- Böhler W500 - Cogne Acciai UR16 - Dörrenberg A50 - Industeel SUPERPLAST® 400 1.2714 - Kind&Co Dominial PWM - Metal Ravne UTOPEX2 - S + B THYROTHERM® 2714 - S + C MÄRKER® 1.2714 - ThyssenKrupp 1.2714 - Uddeholm ALVAR 14	Kuumatyöteräs takomuotteihin, kuumatyötuuriin, pitimiin ja leikkaustyökaluihin. Myös ruiskuvalumuotit.

X37CrMoV5-1 (EN ISO 4957 laji)	1.2343 AISI H11	C: 0,33-0,41 Si: 0,80-1,20 Mn: 0,25-0,50 Cr: 4,80-5,50 Mo: 1,10-1,50 V: 0,30-0,50	<ul style="list-style-type: none"> - Böhler W300, (W400 VMR, approximately 1.2343) - Cogne Acciai UD12 (- Cogne Acciai UPKR, 1.2340, modified AISI H11) - Dörrenberg WE5 - Kind&Co Dominial USN - Metal Ravne UTOPMO1, RAVNEX (Modified 1.2343) - OSSA 1.2343 - S + B THYROTHERM® 2343 EFS/2343 EFS SUPRA (- S + B THYROTHERM® E 38 K approximately 1.2343) - S + C MÄRKER® 1.2343, MÄRKER® 1.2343-Esu - ThyssenKrupp 1.2343 EFS; 1.2343 EFS SUPRA - Uddeholm Vidar Supreme 	Yleiskäyttöteräs. Painevalutyökalut ja pursotus- työkalut kevytmetalleille, takomuotit, tuurnat, muotit ja sylinterit muovien prosessointiin, kuumaleikkurin terät.
-------------------------------------------------	--------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

