

# Täyttä Terästä

OPPIMATERIAALI

# Sisällysluettelo

Alkusanat .....	5
1. Teräksen hyödyllisyys ja käyttö .....	6
2. Teräksen ominaisuuksia .....	9
2.1 Teräksen yleisiä ominaisuuksia .....	9
2.2 Teräs ja seosmetallit .....	9
2.3 Rauta - teräksen raaka-aine .....	11
3. Teräksen valmistaminen .....	13
3.1 Teräksen valmistamisen ja keksimisen historiaa .....	13
3.2 Teräksen valmistaminen nykypäivänä .....	14
3.2.1 Raakaraudan valmistaminen masuunissa .....	14
3.2.2 Teräksen valmistusprosesseja .....	15
4. Teräksen elinkaari .....	17
4.1 Tuotteesta tuotteeksi .....	17
4.2 Teräs - ympäristöystävällinen materiaali .....	18
5. Teräkseen liittyviä harjoituksia .....	21
5.1 Oppilaan ohjeet: Tehtäviä ja kokeellisia töitä teräkseen ja rautaan liittyen .....	21
Teräsristikko .....	21
Sudokut .....	22
Väitekortti-ohjeet .....	23
Työ: Taipuuko teräs? .....	24
Työ: Malmimineraalin erottaminen sivukivestä .....	25
Työ: Hapettuuko rauta? .....	26
5.2 Opettajan ohjeet: Tehtäviä ja kokeellisia töitä teräkseen ja rautaan liittyen .....	27
Työ: Taipuuko teräs? .....	27
Työ: Malmimineraalin erottaminen sivukivestä .....	28
Työ: Hapettuuko rauta? .....	29
Väitekorttien käyttö opetuksessa ja ehdotelma teräσαιheisiksi väitekorteiksi .....	30
5.3 Toiminnallinen opintokäynti .....	31
Esimerkki Ovakon koulu-yritysyhteistyöstä .....	31
Esimerkki Outokummun koulu-yritysyhteistyöstä .....	32
Toiminnallinen opintokäynti Tekniikan museoon .....	32
Lähteet .....	33
Liitteet: Teräsristikon ja sudokujen ratkaisut .....	33-34



*Omakotitalo Espoon asuntomessuilla vuonna 2006. Talossa terästä katossa, kattorakenteissa ja sadevesijärjestelmässä.*

*Tuulivoimaloita Korsnäsissä.*

# Alkusanat

*Teräs on kiehtova ja ajankohtainen aihe. Terästä käytetään melkeinpä kaikkialla ja se on yhteiskunnallisesti merkittävä vientituote.*

*Teräs aiheena sopii hyvin valtakunnallisten opetussuunnitelmien perusteiden mukaiseen luonnontieteiden opetukseen eri asteilla. Opetussuunnitelmassa mainitaan mm., että opetuksen tulee antaa nykyaikaisen maailmankuvan muodostumisen kannalta välttämättömiä aineksia. Opetuksen tulee auttaa oppilasta ymmärtämään kemian ja teknologian merkitystä jokapäiväisessä elämässä. Kemian opetuksen tulee lisäksi antaa oppilaalle valmiuksia tehdä jokapäiväisiä valintoja. Opetuksessa tulee käsitellä erityisesti energiantuotantoon, ympäristöön ja teollisuuteen liittyviä asioita. Perusopetuksen 7. - 9. luokan opetussuunnitelman yhtenä keskeisenä sisältökokonaisuutena on mainittu elollinen luonto ja yhteiskunta. Näihin sisältöihin on pyritty materiaalissa vastaamaan.*

*Oppimateriaali käsittelee teräksen ominaisuuksia, käyttöä ja sovelluksia sekä sisältää harjoituksia ja vinkkejä opetuksen tueksi. Siitä löytyy tietoa myös muille aiheesta kiinnostuneille. Materiaalia voidaan käyttää eri tavoin. Opettaja voi käyttää siitä osia omaan opetukseensa tai sitä voidaan käyttää oppilaiden itsenäiseen työskentelyyn. Materiaali sisältää kokeellisia töitä, ristikon ja sudokuja. Oppimateriaali tarkastelee teräksen käyttöä, valmistusta ja kemiallista koostumusta monipuolisesti suomalaisesta näkökulmasta.*

*Oppimateriaali on tehty yhteistyössä Helsingin yliopiston Kemian opetuksen keskuksen, Teknologiateollisuus ry:n ja Metallinjalostajat ry:n kanssa.*

*Helsingissä joulukuussa 2009*

*Liisa Ojala*



# 1. Teräksen hyödyllisyys ja käyttö

Teräs on aikamme tärkein käyttömetalli. Törmäämme teräkseen jokapäiväisessä elämässämme vaikkei sitä aina tulekaan ajatelleeksi. Teräs on erottamaton osa jokapäiväistä elämäämme. Mistä kaikkialta löydätään terästä? Terästä käytetään mm. autoissa, ruokailuvälineissä, rakentamisessa ja kodinkoneissa.

ESIMERKKEJÄ TERÄKSEN KÄYTTÖKOHTEISTA:



*Rakentaminen. Raha-automaattiyhdistyksen pääkonttori Espoossa vuodelta 2004. Talossa ruostumatonta ja haponkestävää terästä.*



*Kotitaloustarvikkeet*



*Leikkivälineet*



Laivan rakentaminen. Laivassa standardi- ja erikoistuotteita, tarkkuusleikattuja ja viistettyjä levyjä.

Terästä on monenlaista ja monia lajeja. Teräksen ominaisuuksia saadaan aikaan erilaisilla seosaineilla sekä hiilen pitoisuuden muuntelulla lopullisen käyttötarkoituksen mukaan. Teräs on kestävyytensä ansiosta myös ympäristöystävällinen materiaali. Kaikki talteenotettu teräs kerätään uudelleen käytettäväksi. Lisäksi eri teräslajeista on erilaisilla seosaineilla sekä lämpökäsittelyillä saatu aikaan hyvin kestäviä tuotteita.

Suomessa terästä valmistetaan Tornion, Imatran, Raahen ja Koverharin terästehtailla. Suomessa tuotetaan vuosittain n. 5 miljoonaa tonnia terästä. Se on 0,3 % koko maailman tuotannosta.

**TAULUKKO 1. MAAILMAN SUURIMMAT TERÄSAIHIOIDEN TUOTTAJAMAAT VUONNA 2008.**  
**UUDET LUVUT OHEISESSA TAULUKOSSA**

Sija	Maa	Tuotanto vuonna 2008 (miljoonaa tonnia)
1)	Kiina	502,0
2)	Japani	118,7
3)	Yhdysvallat	91,5
4)	Venäjä	68,5
5)	Intia	55,1
6)	Etelä-Korea	53,5
7)	Saksa	45,8
8)	Ukraina	37,1
9)	Brasilia	33,7
10)	Italia	30,5
...34)	Suomi	4,4
Koko maailma yhteensä		1 329,7

LÄHDE: World Steel Association



*UV-testinäytteen arviointia Hämeenlinnan tehtaan tutkimus – ja kehityskeskussessa (T&K).*

## 2. Teräksen ominaisuuksia

### 2.1 Teräksen yleisiä ominaisuuksia

Teräs on raudan ja hiilen seos, joka on kauan ollut ihmiskunnan tärkein metalli. Perinteisesti teräkseksi kutsutaan raudan ja hiilen seosta, jonka hiilipitoisuus on korkeintaan 1,7 - 2 %. Rautaa, jonka hiilipitoisuus on edellistä suurempi, kutsutaan yleisnimityksellä valurauta. Eri teräslajeissa saattaa olla lisäksi muita alkuaineita kuten kromia, nikkeliä ja piitä. Eli yksinkertaisesti voidaan sanoa, että teräs on rautaa, johon on sekoitettu erilaisia seosaineita. Yksi teräksen tärkeimmistä ominaisuuksista on se, että sitä voidaan valssaamalla tai takomalla muokata haluttuun muotoon.

Monilla teräslajeilla tärkeimpinä ominaisuuksina pidetään lujuutta ja sitkeyttä. Näihin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa teräksen rakenteen välityksellä. Teräksen rakenteeseen vaikutetaan mm. seostuksen, muokkauksen ja erilaisten lämpökäsittelyjen avulla.

### 2.2 Teräs ja seosmetallit

Teräksessä käytetään monia erilaisia seosmetalleja ja aineita haluttujen ominaisuuksien saavuttamiseksi. Eri seosaineet vaikuttavat eri mekanismeilla. Esimerkiksi sopivilla seosaineilla voidaan vaikuttaa eri teräslajien työstettävyyteen, kuumalujuuteen, teräksen sitkeyteen ja moniin muihin käyttöominaisuuksiin.

Hiilellä on oma aivan erityinen asema teräksen rakenteessa. Hiilen määrä teräksessä vaikuttaa sekä lujuuteen että kovuuteen. Nyrkkisääntönä voidaan pitää sitä, että mitä korkeampi hiilipitoisuus, sitä lujempi teräs, mutta alhaisempi sitkeys. Teräksen lopullinen käyttötarkoitus luonnollisesti määrää, mitkä ominaisuudet ovat lopputuotteen kannalta tärkeitä.

Tärkeimpiä käytettyjä varsinaisia seosaineita ovat kromi, nikkeli, molybdeeni ja mangaani. Kun teräksen joukkoon sekoitetaan vähintään 12 % kromia, sen korroosion eli ruostumisen kesto paranee huomattavasti. Tällaisia teräslajeja kutsutaan yleisnimityksellä ruostumattomat teräkset. Usein ruostumattomaan teräkseen lisätään vielä nikkeliä, joka muuttaa teräksen hyvin sitkeäksi ja helposti hitsattavaksi. Tunnetuin ruostumattoman teräksen edustaja on ns. 18/8 teräs, jossa on seosaineena 18 % kromia ja 8 % nikkeliä. Tällaista terästä käytetään mm. keittiövälineissä.

Edellä mainittujen ruostumattomien terästen korroosion kestävyys perustuu kromin läsnäoloon. Teräksen kromi reagoi ilman hapen kanssa muodostaen teräksen pinnalle ohuen, kestävä, itsestään korjautuvan oksidikerroksen. Muuntelemalla kromin ja nikkelin pitoisuuksia saadaan eri käyttötarkoituksiin sopivaa ruostumatonta terästä. Tavallisesti teräkset luokitellaan käyttötarkoituksen mukaan.



TAULUKKO 2.  
KÄYTTÖTARKOITUKSEN MUKAAN LUOKITELTUJA TERÄSLAJEJA.

Teräsluokka	Tyypillinen koostumus	Käyttö ja ominaisuudet
Yleiset rakenneteräkset	hiiltä alle 0,2 % mangaania 0,8 - 1,1 %	Silloissa, pylväissä, säiliöissä ja koneenrungoissa jne. Kohtuullisen lujuuden ohella sitkeitä teräksiä, hyvin hitsattavia.
Nuorrutusteräkset	hiiltä 0,40 % kromia 1,5 % nikkeliä 1,5 % molybdeeniä 0,3 %	Koneenrakennukseen ja ajoneuvoihin käytettäviä teräksiä, joille on ominaista hyvä lujuuden ja sitkeyden yhdistelmä.
Ruostumattomat teräkset	hiiltä 0,04 % kromia 18 - 20 % nikkeliä 8 - 12 %	Yleisimmin käytetty on ns. austeniittinen ruostumaton teräs on 18/8-teräs, joka sisältää 18 % kromia ja 8 % nikkeliä. Korroosionkestävyyden ohella se on hyvin sitkeää ja hitsattavaa. Käyttökohteita ovat mm. kodinkoneet, ruokailuvälineet, prosessiteollisuuden putket ja laitteet sekä rakennusten julkisivut ja kaiteet.
Ohutlevyteräkset	hiiltä 0,05 % mangaania 0,25 % alumiinia 0,035 %	Tärkein ominaisuus on hyvä muovattavuus. Käytetään mm. katto- ja julkisivuprofiileissa, auton koreissa ja kotelorakenteissa.
Työkaluteräkset	hiiltä 1,0 % kobolttia 5 % kromia 4,5 % molybdeeniä 5 % vanadiinia 2 % wolframia 6,5 %	Työkaluteräksiltä vaaditaan suurta kovuutta, kulumiskestävyyttä ja usein myös kuuma- lujuutta. Ne ovat karkaistavia teräksiä. Hiili ja seosaineet muodostavat karkaisussa kovia karbideja, esim. WC, Mo <sub>2</sub> C. Työkaluteräksiä käytetään mm. metallia lastuavissa työkaluissa, takomuoteissa ja muovimuoteissa.

## 2.3 Rauta - teräksen raaka-aine

Rauta on teräksen valmistuksen pääkomponentti. Teräksen valmistuksen päämenetelmiä on kaksi. Toisessa käytetään lähtöaineena rautamalmia ja toisessa kierrätysterästä.

Rauta on heti alumiinin jälkeen maankuoren yleisin metalli. Rautaa esiintyy maankuoressa keskimäärin 4,7 %. Rauta on tunnettu esihistoriallisista ajoista lähtien. Jo n. 2000 - 1500 eKr. heettiläiset osasivat valmistaa harkkorautaa, josta saatiin mellottamalla eli hiiltä polttamalla taottavaa rautaa. Mineraaleja, joissa rauta on pääaineosana, kutsutaan rautamineraaleiksi. Rautamalmit ovat taas rautamineraaleja sisältäviä esiintymiä, joissa raudan pitoisuus on vähintään 30 %. Tärkeimmät rautamineraalit esiintyvät yleensä rautaoksideina eli raudan ja hapen yhdisteinä. Näitä ovat magnetiitti, hematiitti, limoniitti ja sideriitti. Rautamalmeissa on mukana rautamineraalien lisäksi sivukiveä, joka täytyy poistaa raudan valmistuksen yhteydessä.

Magnetiitti on yleisin raudan mineraaleista. Se vastaa kemiallisesti yhdistettä  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Magnetiitti on yksi raudan oksideista. Kuten nimestä voi päätellä, magnetiitti on voimakkaasti magneettinen aine. Puhtaassa magnetiitissa rautapitoisuus on 72 %. Hematiitti taas on vain heikosti magneettinen yhdiste, jonka rautapitoisuus puhtaana on 70 %. Hematiitti vastaa kemiallisesti yhdistettä  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Magnetiitti ja hematiitti yhtyvät masuunissa välivaiheena vähemmän happea sisältäväksi yhdisteeksi wüstiitiksi, joka vastaa kemiallisesti yhdistettä  $\text{FeO}$  eli rautaoksidia.

Pohjoismaissa tärkeimmät rautamalmesiintymät ovat usein niin syvällä, että ne joudutaan louhimaan maanalaisina kaivoksina. Usein rautaesiintymä ei ole sellaisenaan käyttökelpoinen raudan valmistukseen vaan rautamalmia joudutaan rikastamaan. Rikastuksella tarkoitetaan hienoksi murskatun malmin arvomineraalien erottamista toisistaan tai sivukivestä.

Puhdas rauta on metallinhohtoista kuten lähes kaikki muutkin alkuainemetallit (värillisiä ovat vain kupari ja kulta). Kuivassa ilmassa raudan pinnalle muodostuu oksidikerros kun taas kosteassa ilmassa raudan pinnalle muodostuu ruostetta. Koska rauta on kemiallisesti epäjalo metalli, siitä on seurauksena että rauta kykenee reagoimaan useiden alkuaineiden kanssa. Tyypillistä raudalle on myös se, että se kykenee muodostamaan sidoksia hiilen ja piin kanssa.

Rautaa käytetään valuraudan ja teräksen valmistamisen lisäksi monissa muissa sovellutuksissa. Teknisesti tärkeää rauta(II)sulfaattia eli rautavihtrilliä käytetään mm. kemianteollisuudessa, valokuvauksessa, villan värjäyksessä, puun kyllästämässä sekä rikkaruohojen torjunnassa. Lisäksi monia raudan värillisiä yhdisteitä käytetään väriaineina. Rauta kuuluu myös elimistölle välttämättömien hivenaineiden joukkoon. Rautaa on mm. veren hemoglobiinissa ja se on lisäksi välttämätön kasvien klorofyllin eli lehtivihreän muodostamisessa.



# 3. Teräksen valmistaminen

## 3.1 Teräksen valmistamisen ja keksimisen historiaa

Raudanvalmistuksen tiedetään alkaneen noin 4000 - 1500 eKr. Kaksoisvirranmaassa. Vanhimmat rautaesineet on valmistettu meteoriittien raudasta useammassa paikassa yhtä aikaa. Rautakauden katsotaan alkaneen 1400 - 1200 eKr., kun rauta alkoi syrjäyttää kuparin ja pronssin aseiden ja työkalujen raaka-aineena. Kuten monet muutkin asiat, roomalaiset perivät raudan valmistustaidon kreikkalaisilta. Roomalaiset kehittivät raudanvalmistustaitoa ja levittivät sitä eteenpäin. Levinneisyydestään huolimatta, Amerikassa raudanvalmistustaito tunnettiin vasta Kolumbuksen löytöretkien jälkeen.

Alkukantaiset raudanvalmistusuunit olivat tehty päällekkäin ladotuista kivistä tai ne olivat rinteesen rakennettuja kuilu-uuneja. Näissä uuneissa poltetusta puuhiilestä syntynyt häkäkaasu pelkisti rautamalmin uunin pohjalle, jonne muodostui huokoinen rautaharkko. Tämä harkko täytyi takoa punahehkuisena, jotta siitä saatiin poistettua kuona-aineet.

Ensimmäinen jatkuvatoiminen sulaa raaka-rautaa tuottava masuuni kehitettiin jo 1300-luvulla. Suomessa ensimmäinen masuuni rakennettiin Mustioon vuonna 1616. Abraham Darby keksi 1700-luvulla korvata masuunin polttoaineena käytetyn puuhiilen kivihiilikoksilla. Samoihin aikoihin vesivoimasta riippuvainen puhallinkone korvattiin vastakeksityllä höyrykoneella. Vielä tällöinkään masuunista ulos saatu rauta ei ollut käyttökelpoinen sellaisenaan muuhun kuin valamiseen. Raudassa olevat epäpuhtaudet poistettiin sulattamalla rauta uudelleen.

Terästä valmistettiin ensimmäisen kerran Chin-dynastian aikana 200-luvun Kiinassa. Hiilen poisto saatiin aikaiseksi lietsomalla sulaan valurautaan ilmaa. Intiassa keksittiin 300-luvulla valmistaa terästä upokkaassa. Tässä tekniikassa kankirautaa kuumennettiin upokkaassa lasimurskan ja hiilen kanssa. Kun lasi kumentuessaan suli, se satoi raudan epäpuhtauksia, ja hiili imeytyi kiinteään rautaan. Upokasteräksen valmistustaito levisi myös Eurooppaan. Kuitenkin Länsi-Rooman luhistuttua se unohtui Euroopassa ja se otettiin varsinaisesti sellaisenaan käyttöön vasta 1700-luvulla. Upokasterästä pidetään yhä laadultaan korkealuokkaisena.

Teräksen valmistustaito kehittyi edelleen Euroopassa ja uudet menetelmät valtasivat alaa. Näistä mainittakoon esimerkkinä valokaariuuniprosessi. Valokaariuuniprosessin keksi 1887 Henry Moissan. Valokaariuunilla on nykyisin hyvin tärkeä merkitys käytettäessä kierrätysterästä teräksen valmistuksen raaka-aineena.



## 3.2 Teräksen valmistaminen nykypäivänä

### 3.2.1 Raakaraudan valmistaminen masuunissa

Rauta valmistetaan masuunissa raudan oksidimalmeista hiilellä pelkistämällä. Masuuni on korkea kuilu-uuni, joka on rakennettu teräslevyistä ja sen seinämät on vuorattu sekä tulenkestävillä tiilillä että jäähdytyslaatoilla. Suurimmat masuunit voivat olla jopa 100 m korkeita.

Masuunissa hiiltä käytetään sekä raudan pelkistämiseen että energiantuotantoon. Terästeollisuudessa tätä hiilityyppiä kutsutaan koksiksi. Sen täytyy sekä kestää masuunin kuumuutta sekä mekaanista hankausta, jota raudan valmistuksessa syntyy. Koksi valmistetaan hienoksi jauhetusta kivihiilestä kuumentamalla hiili korkeassa lämpötilassa.

Masuuniin syötetään säännöllisin väliajoin koksia, rautamalmirikastetta ja kalkkikiveä. Puhallettaessa kuumaa ilmaa masuuniin, hiili poltetaan hiilimonoksidiksi CO, joka tunnetaan yleisnimityksellä häkä. Tässä prosessissa hiili poltetaan vähäisellä hapella, joten kysymyksessä on epätäydellinen palaminen. Täydellisessä palamisessa hiili palaisi hiilidioksidiksi CO<sub>2</sub>. Häkä pelkistää masuunissa myös raudan oksidit metalliksi. Hiilimonoksidi virtaa masuunissa ylöspäin ja kuumentaa seosta sekä reagoi seoksen rautaoksidin kanssa. Reaktiokaasut, jotka sisältävät vielä huomattavasti energiaa, poistetaan puhdistusta ja loppupolttoa varten masuunin yläosasta.

Kalkkikivi hajaantuu kuumentuessaan oksidiksi ja muodostaa sulan raudan päälle kuonaa, joka sisältää myös sivukivestä liuenneita oksideja. Kuonan tehtävänä on sitoa epäpuhtauksia ja lisäksi sen avulla säädellään raakaraudan juoksevuutta. Kuona päätyy masuunin pohjalla rautasulan pinnalle. Osa kuonan oksideista pelkistyy masuunissa ja sekoittuu rautasulan joukkoon. Masuunin pohjalle kertynyt sula rauta ja kuona lasketaan ajoittain (6 - 12 kertaa vuorokaudessa) ulos masuunista. Sulaa rautaa voidaan tämän jälkeen käyttää teräksen valmistukseen tai valaa harkoiksi. Joissakin masuuneissa voi olla kuonaa varten oma kuonareikä.

Tyypillisesti raakarauta sisältää raudan lisäksi seuraavia aineita: hiiltä (C): 4,2 %, piitä (Si): 0,4 %, mangaania (Mn): 0,6 %, fosforia (P): 0,06 % ja rikkiä (S) 0,04 %. Tällaista rautaa käytetään suoraan teräksen valmistukseen. Valurautaa on kolmea päätyyppiä: harmaata ja valkeaa sekä pallografiittivalurautaa. Harmaa valurauta on halpaa, helposti valettavaa ja siinä esiintyvä hiili on grafiittimuodossa. Valkeassa valuraudassa hiili on sitoutunut sementtiitiksi, joka kemiallisesti vastaa yhdistettä Fe<sub>3</sub>C. Fosforilisäyksellä voidaan vielä parantaa raudan valettavuutta.

### 3.2.2 Teräksen valmistusprosesseja

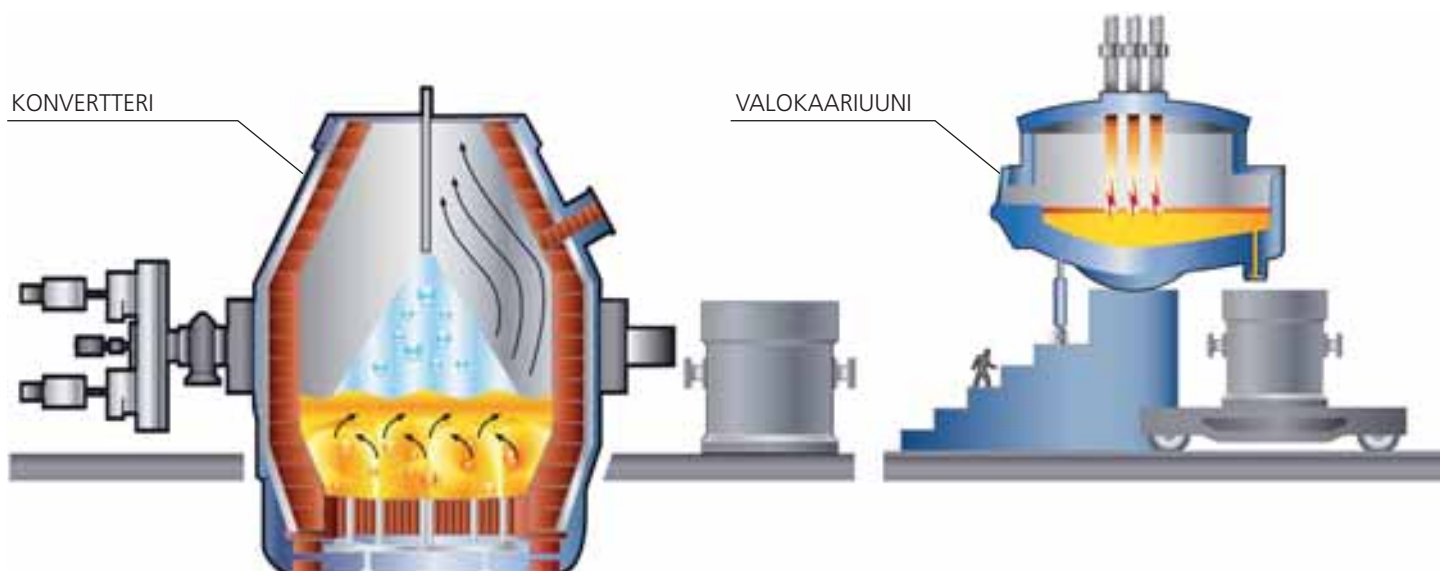
Teräksen valmistusprosessin valinta riippuu siitä käytetäänkö raaka-aineena raakarautaa vai kierrätysterästä. Kun raaka-aineena on raakarautaa, teräksen valmistukseen käytetään nykyisin happipuhalluskonvertteriä. Käytettäessä kierrätysterästä raaka-aineena, terästä valmistetaan valokaariuuniprosesseilla. Näiden lisäksi pieni osa teräksestä valmistetaan malmista suorapelkistysmenetelmällä. Suorapelkistysmenetelmä ei ole käytössä Suomessa.

**Konvertteriprosesseissa** käytetään raaka-aineena sulaa raakarautaa, jonka hiilipitoisuus masuunista tullessaan on noin 4 - 5 %, kun taas teräksen tyypillinen hiilipitoisuus on 0,2 %. Hiilen lisäksi raakaraudassa on mukana rautamalmien epäpuhtauksia, joiden määrää myös vähennetään teräksen valmistusprosesseissa.

**Raaka-aineena** konvertteriprosesseissa käytetään raakaraudan lisäksi kierrätysterästä sekä poltettua kalkkia CaO. Teräksen valmistusprosesseissa saadaan hiilipitoisuus alas mellottamalla eli polttamalla hiili. Mellotuksessa konvertteriin puhalletaan happikaasua, jolloin hiili yhtyy happeen ja muodostuu hiilimonoksidia eli häkää. Tässä prosessissa teräksen hiilipitoisuus vastaavasti pienenee. Kierrätysteräs estää raudan liiallisen kuumenemisen. Kalkki sitoo raudasta poistuvat aineet ja muodostaa näiden kanssa koostumukseltaan sopivan seoksen. Tätä seosta kutsutaan kuonaksi ja se erotetaan teräksestä ennen teräksen valamista. Syntyneet kuonat otetaan talteen. Niitä voidaan käyttää esimerkiksi sementin ainesosana ja tienrakentamisessa.

**Teräs**, jonka raaka-aineena käytetään kierrätysterästä, valmistetaan valokaariuuniprosessin avulla. Kierrätysteräs sulatetaan sähköenergialla. Prosessiin tarvittava lämpö saadaan aikaan kolmen elektrodin ja metallin välisessä valokaareissa. Valokaariuuni kuluttaa vain kolmanneksen malmipohjaisen teräksen valmistukseen tarvittavasta energiasta. Tämä johtuu siitä, että valokaariuunissa käytettävä kierrätysteräs on jo kerran valmistettua terästä. Reaktioseokseen lisätään vielä kalkkia kuonan aikaansaamiseksi. Kuten konvertteriprosesseissakin, tämän jälkeen teräs mellotetaan hapen avulla. Mellotuksen jälkeen kuona kaadetaan pois.

Tämän jälkeen teräksen valmistus jatkuu ylimääräisen hapen poistolla, seosaineiden lisäämisellä sekä ylimääräisten kaasujen poistolla. Vasta näiden käsittelyjen jälkeen teräs on valmista valettavaksi. Ruostumattoman teräksen valmistus on konvertteriprosessin kaltainen menetelmä, jossa teräksen hiilipitoisuus saadaan riittävän alhaiselle tasolle. Tästä menetelmästä käytetään nimeä AOD (Argon Oxygen Decarburization).





*Kuumavalssatun kelan sidonta Raahen terästehtaan kuumavalssaamolla.*

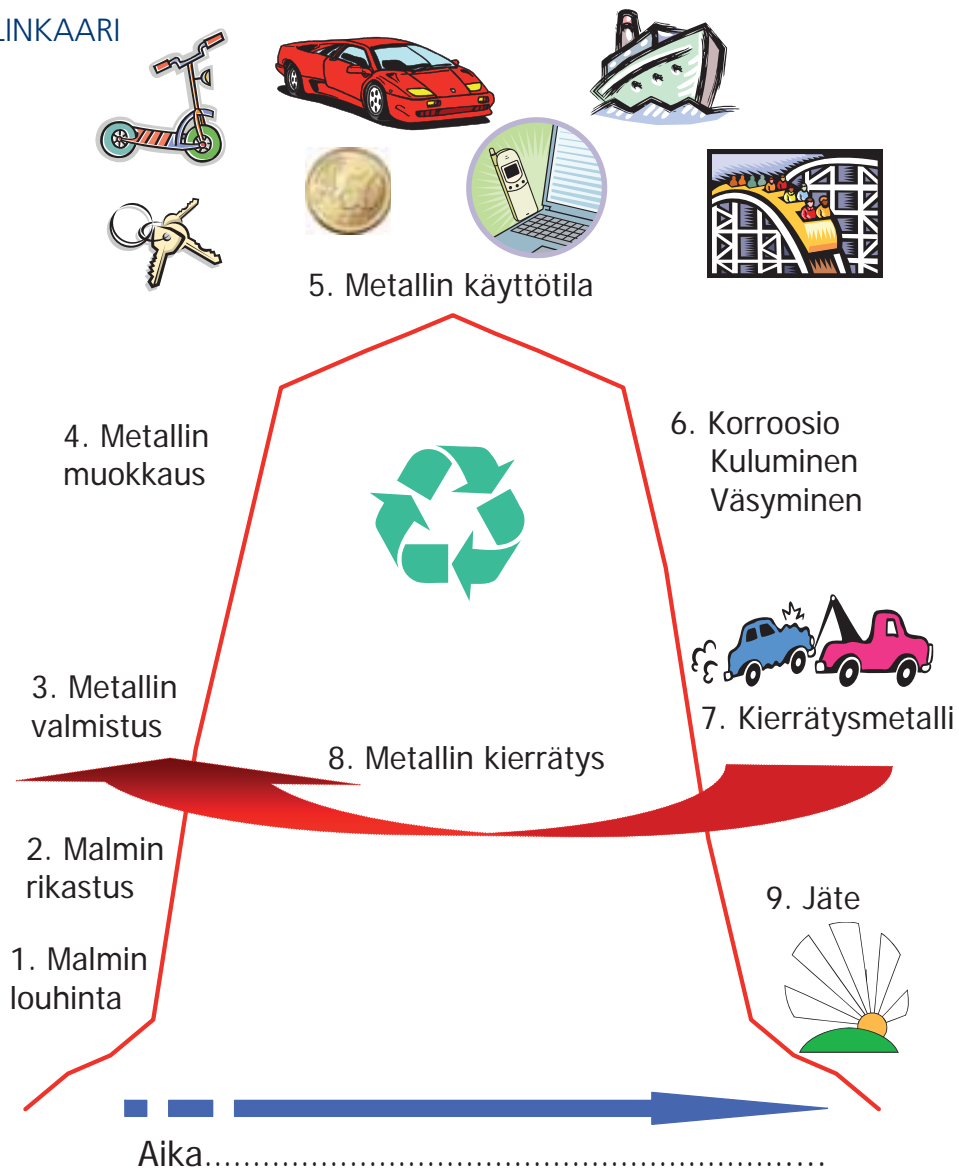


# 4. Teräksen elinkaari

## 4.1 Tuotteesta tuotteeksi

Noin 40 % terästeollisuuden raaka-aineesta maailmassa on kierrätysterästä. Kun teräksestä valmistettu tuote tulee elinkaarensa loppuun, se voidaan käyttää uudelleen teräksen valmistukseen. Teräs on täysin kierrätettävä materiaali, eivätkä sen ominaisuudet kierrätettäessä heikkene. Suomessa käytetään vuodessa noin 2 miljoonaa tonnia kierrätysterästä. Maailmassa käytetään noin 550 miljoonaa tonnia kierrätysterästä vuodessa teräksen valmistukseen. Noin 90 % Suomessa muodostuvasta kierrätysteräksestä saadaan terästeollisuuden raaka-aineeksi. Suomessa kierrätysterästä raaka-aineena käyttäviä valokaariuuneja on Imatran ja Tornion terästehtailla sekä Karhulan ja Tampereen valimoissa.

### METALLIN ELINKAARI





## 4.2 Teräs - ympäristöystävällinen materiaali

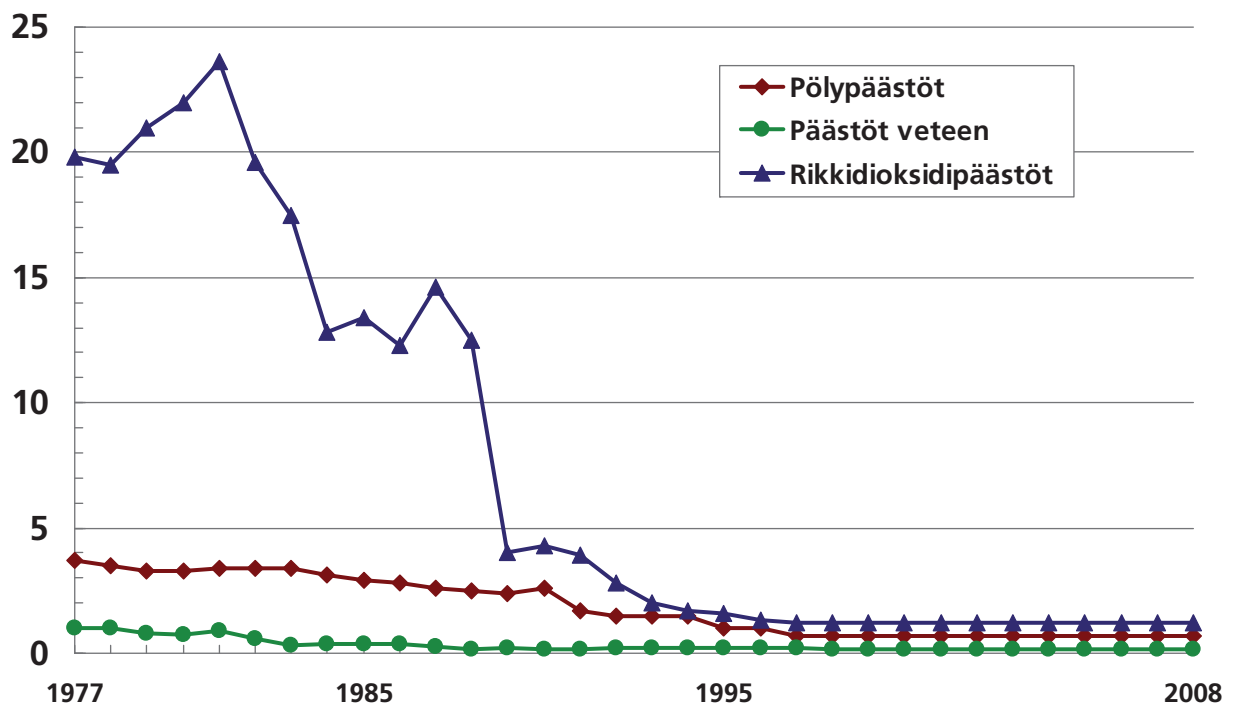
### KIERRÄTYS

Vuodessa Suomen terästeollisuus käyttää 2 miljoonaa tonnia kierrätysterästä, eli yli 3805 kg joka minuutti. Massalla mitattuna teräs on Suomen kierrätetyin materiaali. Kaikki kierrätetty teräs pystytään hyödyntämään. Kaikkien teräksestä valmistettujen, käytöstä poistettujen tuotteiden kierrätys onkin tärkeää. Joka-päiväisiä tuttuja esimerkkejä ovat säilyketölkkit sekä metalliset korkit ja kannet.

Pitkälle kehitetty päästöjen talteenottoteknologia on käytössä Suomen terästehtailla. Terästeollisuuden päästöjen kehitystä on kuvattu seuraavassa kuvassa.

### SUOMEN TERÄSTEOLLISUUDEN PÄÄSTÖT

kg/t terästä



### SIVUTUOTTEIDEN KÄYTTÖ

Teräksen valmistuksessa syntyy muutakin kuin terästä. Merkittävin sivutuote on masuunikaasu sekä kuona-tuotteet, joita käytetään tie- ja maarakentamisessa, sementin valmistuksessa ja lannoitteena. Suomessa näitä teräksen valmistuksen sivutuotteita käytetään vuosittain 1,7 miljoonaa tonnia edellä mainittuihin tarkoituksiin.

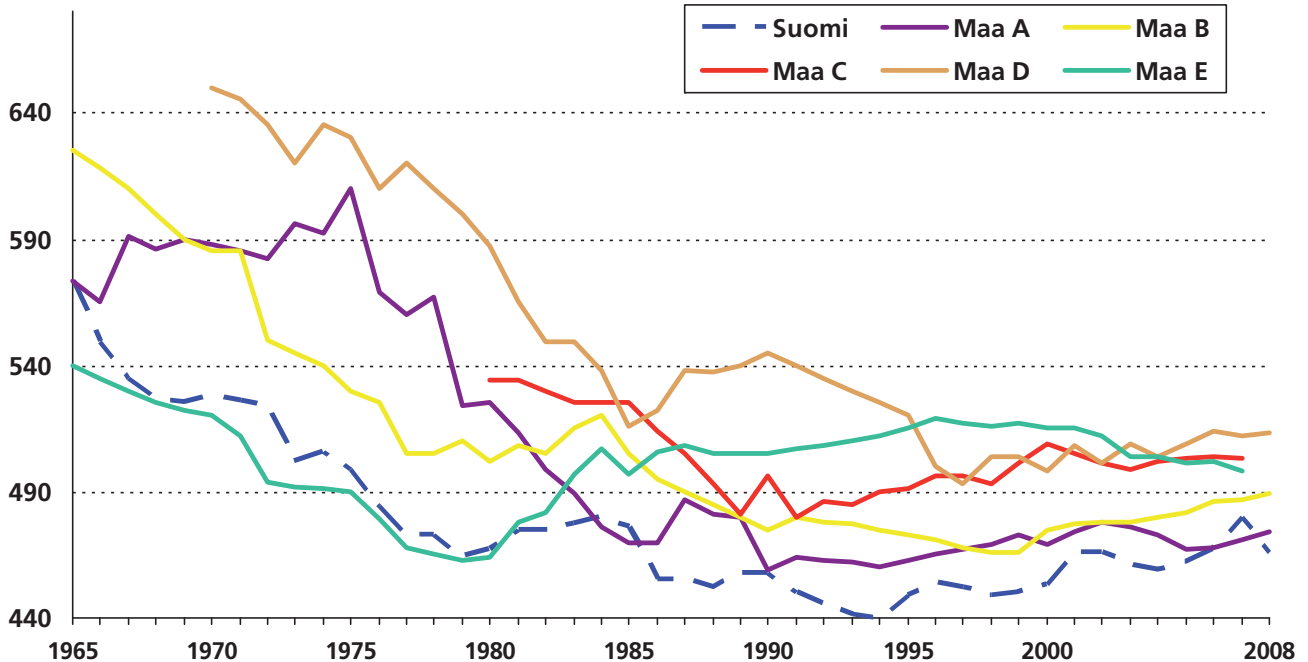
### HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖT

Kuten kohdassa 3.2.1 kerrotaan, malmipohjaisen teräksen valmistuksessa hiili on välttämätön pelkistysaine ja näin ollen muodostuu hiilidioksidia. Hiilidioksidipäästöjen määrä riippuu masuunissa käytettävän pelkistysaineen määrästä. Kuten oheisesta kuvasta käy ilmi, ovat Suomen masuunit energiatehokkuudeltaan maailman huippua.

Näin ollen päästöt per tuotettu tonni terästä ovat alhaiset. Suomessa kannattaakin valmistaa mahdollisimman paljon tuotteita hyvästä ympäristöystävällisyydestä johtuen.

## PELKISTYSAINEN OMINAISKULUTUS MASUUNISSA ERI MAISSA

koksi + öljy + kivihiili, kg / t raakarautaa



Tuotteen elinkaarenaikaisiin ympäristövaikutuksiin voidaan vaikuttaa oleellisesti käyttämällä lujia teräslajeja. Näin päästään kevyempiin rakenteisiin. Esimerkiksi autoissa sitä kautta päästään pienempään polttoaineen kulutukseen ja päästöihin. Elinkaarella tarkoitetaan tuotteen koko elinikää valmistuksesta hävitykseen tai kierrätykseen. Terästehtaalla elinkaarianalyysin avulla pyritään sekä vähentämään päästöjä että pienentämään energiankulutusta. Tärkeää on muistaa seuraava seikka: Lajittelemalla metallijätteen erilleen muusta jätteestä jokainen voi vähentää teräksen valmistuksen ympäristövaikutuksia!

- TERÄS**
- on kierrätetyin materiaali maailmassa
  - sitä voidaan kierrättää lähes ikuisesti
  - ei heikkene ominaisuuksiltaan kierrätyksessä



Kierrätysteräksen käsittelyä terästehtaalla. Oppimateriaalin takasivun sisäkannessa kaavio auton materiaalien kierrätyksestä.



*Traktorin ohjaamon asennus Kurikassa.*

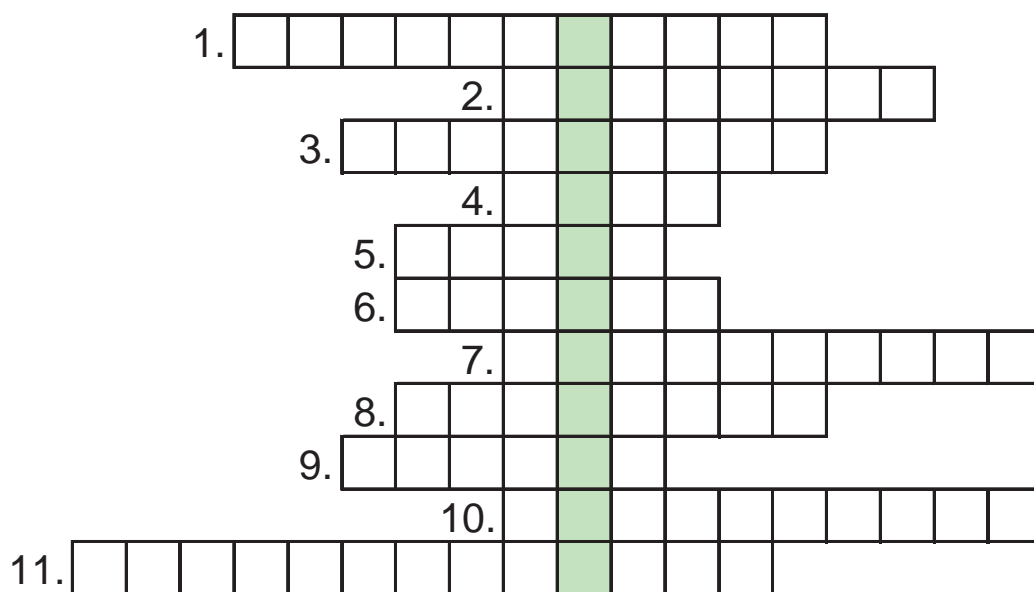
# 5. Teräkseen liittyviä harjoituksia

## 5.1 Oppilaan ohjeet:

Tehtäviä ja kokeellisia töitä teräkseen ja rautaan liittyen

### Teräsristikko

1. Mikä on sen astian nimi, jota käytetään valmistettaessa terästä raakaraudasta?
2. Millä nimellä kutsutaan hiilen polttamista teräksenvalmistusprosessissa?
3. Millä nimellä kutsutaan yleisesti raudan ja hiilen seoksia, joissa hiilen pitoisuus on yli 2 %?
4. Millä tutummalla nimellä kutsutaan yhdistettä CO?
5. Tätä hiilipitoista ainetta käytetään masuunissa sekä energiantuotantoon että raudan pelkistämiseen.
6. Paikkakunta, jonne Suomen ensimmäinen masuuni rakennettiin.
7. Raudan mineraali, jonka kemiallinen kaava on  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .
8. Liittyy malmin kaivamiseen maasta.
9. Ruoste on yksi raudan sellainen.
10. Ominaisuus, joka saadaan aikaan teräksen erilaisilla käsittelyillä valmistuksen aikana.
11. Yhdiste, jonka kemiallinen kaava on  $\text{CO}_2$ .





## Sudokut

Tavoitteena sudokussa on täyttää ruudukko niin, että kukin symboli esiintyy kullakin rivillä ja sarakkeella sekä kussakin laatikossa ( 3 x 3 ) vain kerran.

### SEOSAINESUDOKU

Teräksen tärkeimmät seosaineet

**Co** = koboltti

**C** = hiili

**Si** = pii

**Mn** = mangaani

**Ni** = nikkeli

**Cr** = kromi

**Mo** = molybdeeni

**B** = boori

**V** = vanadiini

		Co	B	V		Mo	Ni	
		C						Mn
	B			Co	Cr		Si	V
Cr	Ni	V		Si			Mn	
C								Mo
	Mo			Mn		Ni	Cr	B
Si	V		Co	C			B	
Mo						Cr		
	C	Mn		Ni	Si	V		

### KAASUSUDOKU

**O** = happi

**N** = typpi

**H** = vety

**Ar** = argon

**SO<sub>2</sub>** = rikkidioksidi

**CO** = hiilimonoksidi (häkä)

**CO<sub>2</sub>** = hiilidioksidi

**He** = helium

**NOX** = typen oksidit

	NOX						He	
H	CO	Ar		He				NOX
			NOX	N				O
	Ar	N			NOX			H
		SO <sub>2</sub>	H	CO <sub>2</sub>	O	N		
CO			SO <sub>2</sub>			O	NOX	
SO <sub>2</sub>				NOX	Ar			
He				O		H	Ar	CO
	N						O	

## Väitekortti-ohjeet

### ALKUTOIMENPITEET:

- Valitkaa joukostanne yksi henkilö, joka toimii lukijana.
- Jokainen ryhmä saa väitekortit, jotka on asetettu pulpetille alaspäin käännettynä. Jokaisessa väitekortissa on yksi väite.
- Lisäksi jokainen ryhmän jäsen saa oman kortin, johon hän kirjoittaa oman nimensä.
- Jokaisella ryhmällä on myös koontilomake, jonne ryhmän tulokset kootaan.

### PELIN KULKU:

- Lukijaksi valittu henkilö lukee väitteen ääneen.
- Luettuaan väitteen, lukija asettaa väitekortin pöydälle.
- Valitsemansa ajan kuluttua, lukija sanoo: nyt, jolloin kaikki ryhmän jäsenet tuovat omalla nimellään varustetun kortin joko lähelle väitekorttia tai kauaksi väitekortista.
- Lähelle tuotu kortti tarkoittaa, että henkilö on samaa mieltä väitteen kanssa ja kauaksi jätetty kortti taas tarkoittaa että henkilö on eri mieltä väittämän kanssa.

### RYHMÄN MIELIPIIDE

- Ryhmän on tarkoitus muodostaa väittämästä yhteinen mielipide.
- Jos siis joku ryhmän jäsenistä on eri mieltä muun ryhmän kanssa, tulee hänen perustella kantansa. Keskustelua jatketaan kunnes ryhmä on muodostanut väitteestä yhtenevän kannan.
- Väitekortit jaetaan kahteen pinoon: toiseen ne väitteet, joista oltiin samaa mieltä ja toiseen pinoon ne väitteet, joista oltiin eri mieltä.
- Lopuksi ryhmä täyttää koontilomakkeen, jossa ilmenee ryhmän kanta kaikkiin väittämiin.

## Työ: Taipuuko teräs?

### TAVOITE:

Tässä työssä tutustutaan kahteen yleiseen teräksen lämpökäsittelytapaan: karkaisuun ja päästämiseen. Karkaisulla ja päästämällä voidaan vaikuttaa mm. siihen, kuinka lujaa ja sitkeää teräs on.

### NÄITÄ VÄLINEITÄ TARVITSET:

- kaasupoltin
- teräslankaa
- upokaspihdit

### NÄIN TYÖSKENTELET TURVALLISESTI:

Noudata aina opettajan antamia ohjeita. Sytytä kaasupoltin vasta kun olet saanut luvan.

Noudata varovaisuutta käsitellessäsi kuumaa teräslankaa. Käytä suojalaseja.

**Ole varovainen. Punahehku katoaa +650 °C:n alapuolella. Sormet palavat vielä +60 °C:ssa.**

### TOIMI SEURAAVASTI:

Tämä työ jakautuu kahteen vaiheeseen A ja B.

#### A) Tutki saamaasi teräslankaa. Miten se taipuu?

- Kuumenna teräslangan päätä kaasupoltin liekissä, kunnes se tulee punahehkuseksi.
- Kasta kuumennettu kohta kylmään veteen. Miten teräs taipuu nyt?

Tätä työskentelytapaa teräksen valmistuksessa kutsutaan karkaisuksi.

- Miten se vaikutti teräksen ominaisuuksiin?

#### B) Kuumenna uudelleen sama teräslanka punahehkuseksi, mutta anna sen tällä kertaa jäähtyä hitaasti ilmassa. Tunnustele langan lämpötilaa välillä varovasti. Miten teräs taipuu nyt?

Tätä teräksen käsittelytapaa kutsutaan normalisoinniksi, eli ominaisuudet palautettiin.

- Kuvaile miten se vaikutti teräksen ominaisuuksiin

## Työ: Malmimineraalin erottaminen sivukivestä

### TAVOITE:

Malmin louhinnan ja jauhatuksen jälkeen, malmimineraali tulee erottaa sivukivestään. Tässä työssä tutustumme yhteen sivukiven erotusmenetelmistä, vaahdotusmenetelmään.

### NÄITÄ VÄLINEITÄ TARVITSET TYÖSKENNELLESSÄSI:

- keitinlasi
- korintteja ja linssejä
- hiilihapollista virvoitusjuomaa esim. soodavettä
- kulho tai vastaava isohko astia

### TOIMI NÄIN:

- Ajattele, että korintit ovat malmihiukkasia ja linssit sivukiveä.
- Ota keitinlasiisi 10 korinttia.
- Lisää kourallinen linssejä. Laske niiden tarkka kappalemäärä. Linssejä tulisi olla noin 30.
- Sekoita seuraavaksi linssit ja korintit keskenään. Aseta keitinlasi isoon astiaan.
- Kaada seuraavaksi virvoitusjuomaa varovasti keitinlasiin, kunnes vaahto alkaa valua yli.
- Lisää edelleen virvoitusjuomaa vähitellen.
- Sekoita seosta niin, että linssit ja korintit alkavat valua yli.
- Laske ylivaluneiden korinttien ja linssien määrät.

Pohtikaa ryhmässänne mihin tällainen erotusmenetelmä perustuu?



## Työ: Hapettuuko rauta?

### TAVOITTEET:

Tässä työssä palautetaan mieleen hapettumisen käsite ja lisäksi tutkitaan miten rauta reagoi erilaisissa olosuhteissa.

### NÄITÄ VÄLINEITÄ TARVITSET:

- koeputkia korkkeineen
- pumpulia
- parafiiniöljyä
- kalsiumkloridia
- keitettyä vettä
- 5 rautanaulaa (Huom.! Naulat eivät saa olla pinnoitettuja. Rautanaulojen sijaan voi käyttää pinnoittamatonta rautalankaa.) sekä teräsvillaa niiden puhdistamiseen.

Miettikää ryhmissänne seuraavaa: Miksi valurautaisia astioita säilytetään rasvattuina?

### RAUTANAULATUTKIMUS

#### TOIMI NÄIN:

- Hankaa rautanaulat (5 kpl) puhtaaksi teräsvillan avulla.
- Toimi seuraavasti rautanaulojen kanssa:
  1. Naula asetetaan kuivaan koeputkeen. Putken puoliväliin työnnetään pumpulia ja sen päälle asetetaan kuivaa kalsiumkloridia. Lopuksi putki suljetaan tiiviisti korkilla.
  2. Naula asetetaan keitetyllä vedellä täytettyyn koeputkeen ja se suljetaan parafiiniöljyyn kastetulla korkilla tiiviisti.
  3. Naula asetetaan koeputkeen, joka on puoleksi täytetty vedellä. Koeputki jätetään avoimeksi.
  4. Naula asetetaan koeputkeen, joka on puolillaan ruokasuolaliuosta ja tämäkin koeputki jätetään avoimeksi.
  5. Naula sivellään kauttaaltaan vaseliinilla ja asetetaan se vettä puolillaan olevaan koeputkeen. Koeputki jätetään avoimeksi.

- Pohtikaa seuraavaksi ryhmässänne sitä, että mikä koeputki ruostuu nopeimmin. Kirjoittakaa pohdiskelunne muistiin.
- Tarkastelkaa koeputkia muutaman päivän kuluttua ja verratkaa havaintojanne alkuperäisiin havaintoihin. Tee seuraavaksi olettamus siitä, mikä koeputki ruostuu nopeimmin. Tarkastele koeputkia muutaman päivän kuluttua ja kirjaa havaintosi muistiin. Pohtikaa vielä lisäksi ryhmissänne seuraavaa:

- Miksi putkeen 1 lisättiin kalsiumkloridia?
- Mikä merkitys on veden keittämisellä putkessa 2?
- Mikä merkitys on putkien 3 ja 4 jättämisellä avoimeksi?
- Mikä merkitys näyttää olevan vaseliinilla?

Miten ruostumista voidaan estää?

## 5.2 Opettajan ohjeet: Tehtäviä ja kokeellisia töitä teräkseen ja rautaan liittyen

### Työ: Taipuuko teräs?

Virittäytymiskeskustelu: Karkaisulla ja päästämisellä säädellään teräksen kovuutta ja sitkeyttä. Karkaistu teräs on kovaa ja päästetty teräs pehmeää. Luokassa voisi olla keskustelua vaikka siitä, millaisesta teräksestä saadaan valmistettua hyvä puukko. Kova puukonterä kestää hyvin kulutusta, mutta toisaalta se katkeaa helposti. Liian pehmeä taas tylsyy helposti.

#### TAVOITE:

Tässä työssä tutustutaan kahteen yleiseen teräksen kuumakäsittelytapaan: karkaisuun ja pehmeäksi hehkutukseen. Näillä voidaan vaikuttaa mm. siihen, kuinka taipuisaa teräs on.

#### NÄITÄ VÄLINEITÄ TARVITSET:

- kaasupoltin
- teräslankaa
- upokaspihdit

#### NÄIN TYÖSKENTELET TURVALLISESTI:

Noudata aina opettajan antamia ohjeita. Sytytä kaasupoltin vasta, kun olet saanut luvan.

Noudata varovaisuutta käsitellessäsi kuumaa teräslankaa. Käytä suojalaseja.

**Ole varovainen. Punahehku katoaa +650 °C:n alapuolella. Sormet palavat vielä +60 °C:ssa.**

#### TOIMI SEURAAVASTI:

Tämä työ jakautuu kahteen vaiheeseen A ja B.

A) Tutki saamaasi teräslankaa. Miten se taipuu?

**Teräs on sitkeää ja sitä on helppo taivutella.**

- Kuumenna teräslangan päätä kaasupoltin liekissä, kunnes se tulee punahehkuseksi.
- Kasta kuumennettu kohta kylmään veteen. Miten teräs taipuu nyt?  
Tätä työskentelytapaa teräksen valmistuksessa kutsutaan karkaisuksi.
- Miten se vaikutti teräksen ominaisuuksiin?

**Karkaistua terästä on vaikeampi taivutella eli karkaistu teräs on kovempaa, mutta hauraampaa**

B) Kuumenna uudelleen sama teräslanka punahehkuseksi, mutta anna sen tällä kertaa jäähtyä hitaasti ilmassa. Tunnustele langan lämpötilaa välillä varovasti. Miten teräs taipuu nyt?

- Tätä teräksen käsittelytapaa kutsutaan pehmeäksi hehkutukseksi.
- Kuvaile miten se vaikutti teräksen ominaisuuksiin?

**Pehmeäksi hehkutettua terästä on helpompi taivutella kuin karkaistua terästä.**

**Tämä johtuu siitä, että pehmeäksi hehkutus vähentää teräksen kovuutta.**

## Työ: Malmimineraalin erottaminen sivukivestä

### VIRITTÄYTYMISTEHTÄVÄ:

Oppilaat voivat pohtia ryhmissä, miten malmi saadaan erotetuksi sivukivestä. Lopuksi keskustellaan opettaja-johtoisesti aiheesta. Magneettiset malmit erotetaan sivukivestä magneetilla. Miten ei-magneettiset malmit erotetaan? Kysymyksen voi jättää avoimeksi kokeellisen työn ajaksi ja kertoa oppilaille, että vastaus kysymykseen löytyy työn aikana. Kysymykseen palataan kokeellisen työn jälkeen.

### TAVOITE:

Malmin louhinnan jälkeen, malmimineraali tulee erottaa sivukivestään. Tässä tutustumme yhteen sivukiven erotusmenetelmään, vaahdotusmenetelmään.

### NÄITÄ VÄLINEITÄ TARVITSET TYÖSKENNELLESSÄSI:

- keitinlasi
- korintteja ja linssejä
- hiilihapollista virvoitusjuomaa esim. soodavettä
- kulho tai vastaava isohko astia

### TOIMI NÄIN:

- Ajattele, että korintit ovat malmihiukkasia ja linsit sivukiveä.
- Ota keitinlasiisi 10 korinttia.
- Lisää kourallinen linssejä. Laske niiden tarkka kappalemäärä. Linssejä tulisi olla noin 30.
- Sekoita seuraavaksi linsit ja korintit keskenään. Aseta keitinlasi isoon astiaan.
- Kaada seuraavaksi virvoitusjuomaa varovasti keitinlasiin, kunnes vaahdotus alkaa valua yli.
- Lisää edelleen virvoitusjuomaa vähitellen.
- Sekoita seosta niin, että linsit ja korintit alkavat valua yli.
- Laske ylivaluneiden korinttien ja linssien määrät.

Pohtikaa ryhmässänne mihin tällainen erotusmenetelmä perustuu?

Korintit kiinnittyvät virvoitusjuoman kupliin paremmin kuin linsit ja yli valuneessa juomassa on suhteellisesti enemmän linssejä kuin korintteja kuin alkuperäisessä seoksessa.

Vastaus avoimeksi jääneeseen kysymykseen: Sulfidimalmit (kuuluvat ei-magneettisiin malmeihin) erotetaan käyttäen vaahdotusta. Hienonnettu malmi tarttuu vaahdotusöljyyn, joka kerätään talteen.

## Työ: Hapettuuko rauta?

### KOMMENTTEJA OPETTAJALLE:

Tämän harjoitustyön pohjustukseksi olisi hyvä palauttaa mieliin oppilaille hapettumisen ja pelkistymisen käsitteet. Voisi mm. painottaa sitä, että raudan hapettuminen ja ruostuminen luonnossa on pelkistymiselle vastakkainen tapahtuma.

### TAVOITTEET:

Tässä työssä palautetaan mieleen hapettumisen käsite ja lisäksi tutkitaan miten rauta reagoi erilaisissa olosuhteissa.

### NÄITÄ VÄLINEITÄ TARVITSET:

- koeputkia korkkeineen
- pumpulia
- parafiiniöljyä
- kalsiumkloridia
- keitettyä vettä
- 5 rautanaulaa (Huom.! Naulat eivät saa olla pinnoitettuja. Rautanaulojen sijaan voi käyttää pinnoittamatonta rautalankaa.) sekä teräsvillaa niiden puhdistamiseen

Miettikää ryhmissänne seuraavaa: Miksi valurautaisia astioita säilytetään rasvattuina?

**Rasvaus on yksi tapa estää valurautaisia astioita ruostumasta.**

### RAUTANAULATUTKIMUS

#### TOIMI NÄIN:

- Hankaa rautanaulat (5 kpl) puhtaaksi teräsvillan avulla.
- Toimi seuraavasti rautanaulojen kanssa:
  1. Naula asetetaan kuivaan koeputkeen. Putken puoliväliin työnnetään pumpulia ja sen päälle asetetaan kuivaa kalsiumkloridia. Lopuksi putki suljetaan tiiviisti korkilla.
  2. Naula asetetaan keitetyllä vedellä täytettyyn koeputkeen ja se suljetaan parafiiniöljyyn kastetulla korkilla tiiviisti.
  3. Naula asetetaan koeputkeen, joka on puoleksi täytetty vedellä. Koeputki jätetään avoimeksi.
  4. Naula asetetaan koeputkeen, joka on puolillaan ruokasuolaliuosta ja tämäkin koeputki jätetään avoimeksi.
  5. Naula sivellään kauttaaltaan vaseliinilla ja asetetaan se vettä puolillaan olevaan koeputkeen. Koeputki jätetään avoimeksi.

- Pohtikaa seuraavaksi ryhmässänne sitä, mikä koeputki ruostuu nopeimmin. Kirjoittakaa pohdiskelunne muistiin.
- Tarkastelkaa koeputkia muutaman päivän kuluttua ja verratkaa havaintojanne alkuperäisiin havaintoihin.

Tee seuraavaksi oletamus siitä, mikä koeputki ruostuu nopeimmin.

Tarkastele koeputkia muutaman päivän kuluttua ja kirjaa havaintosi muistiin.

Pohtikaa vielä lisäksi ryhmissänne seuraavaa:

- Miksi putkeen 1 lisättiin kalsiumkloridia? **Kalsiumkloridi sitoo ilmassa olevan kosteuden, sillä se on hygroσκοoppinen eli vettä puoleensa vetävä aine.**
- Mikä merkitys on veden keittämisellä putkessa 2? **Veden kiehuessa, korroosiota edistävä happi poistuu.**
- Mikä merkitys on putkien 3 ja 4 jättämisellä avoimeksi? **Koeputken ollessa avoimena, liuokseen voi joutua ilman happea.**
- Mikä merkitys näyttää olevan vaseliinilla?  
**Vaseliini toimii kuten rasvaus, se muodostaa suojan metallipinnalle veden kosketusta vastaan. Miten ruostumista voidaan estää?**  
**Käyttämällä epäjalommasta metallista valmistettua pinnoitetta esim. Zn-, Zn+Al-, maaleja tai muovipinnoitteita. Käyttämällä ruostumattomia teräksiä.**

## Väitekorttien käyttö opetuksessa ja ehdotelma teräsaieisiksi väitekorteiksi

### OPETTAJALLE:

Väitekortit kuuluvat yhtenä työtapana yhteistoiminnallisen oppimisen piiriin. Väitekorteilla pyritään oppilaiden keskustelun virittämiseen, perustelutaitojen kehittämiseen ja lisäksi ne soveltuvat erinomaisesti oppilaiden ennakkokäsitysten kartoittamiseen. Lisäksi väitekorttitekniikka lisää oppilaiden autonomian tunnetta ja kehittää ryhmätyötaitoja.

### VÄITEKORTTITEKNIikka PÄHKINÄKUORESSA:

- 1) Oppilaat jaetaan 3 - 5 hengen ryhmiin. Yleensä neljän hengen ryhmä toimii parhaiten.
- 2) Jokainen ryhmän jäsen saa yhden paperinpalan, johon hän kirjoittaa oman nimensä. Jokainen ryhmä saa lisäksi väitekortit, joissa jokaisessa kortissa on yksi väite. Väitekortit sijoitetaan pulpetille alaspäin käännettyinä.
- 3) Yksi ryhmän jäsenistä nostaa väitekortin ja lukee väitteen ääneen. Tämä ryhmän jäsen toimii lukijana. Sopivan ajan kuluttua, lukija sanoo nyt. Tällöin jokainen ryhmän jäsen laittaa samanaikaisesti nimellään varustetun kortin joko lähelle väitekorttia tai kauaksi väitekortista. Jos oppilas laittaa paperin lähelle väitelappua, tarkoittaa se sitä että oppilas on yhtä mieltä väitteen kanssa. Jos taas oppilas laittaa paperin kauas väitelapusta, tarkoittaa se sitä että oppilas on eri mieltä väitteen kanssa. Koska oppilaat käyttävät nimilappuja oman mielipiteensä ilmaisemiseen tietyllä ajanhetkellä, he joutuvat muodostamaan mielipiteensä itse eivätkä myötäile muita.
- 4) Väitekorttien lisäksi kaikille ryhmille jaetaan alusta, jossa on samaa mieltä- ja eri mieltä ruudut. Tarkoitus on siis, että ryhmä muodostaa jokaisesta väitteestä yhteisen kannan. Eli koko ryhmä on joko yhtä mieltä tai eri mieltä väittämän kanssa. Jos siis yksi ryhmän jäsen on eri mieltä muun ryhmän kanssa väittämästä, hän joutuu perustelemaan oman kantansa muulle ryhmälle. Keskustelua jatketaan niin kauan kunnes ryhmällä on jokaiseen väittämään yksimielinen kanta. Väitekortit jaetaan ryhmässä kahteen pinoon: kortit joiden väitteestä oltiin samaa mieltä ja eri mieltä.
- 5) Muodostettuaan kannan jokaisesta väittämästä, ryhmä täyttää tulosten koontilapun. Opettaja kerää lopuksi kaikkien ryhmien tulokset joko liitutaulun tai dokumenttikameran avulla. Samalla kun tuloksia kootaan, opettaja johtaa väittämistä käytävää keskustelua.

### EHDOTELMA TERÄSAIEISIKSI VÄITEKORTEIKSI

Nämä väitekortit soveltuvat erinomaisesti käytettäväksi teräsaieisen opetuksen alkaessa oppilaiden ennakkokäsitysten kartoittamiseen.

- 1) Teräs ei sovellu kierrätettäväksi materiaaliksi, sillä sen muokkaus vaatii korkean lämpötilan.
- 2) Jos teräkseen sekoitetaan useita erilaisia alkuaineita, sen rakenne huononee ja teräs muuttuu hauraaksi.
- 3) Hiilellä on tärkeä merkitys teräksen rakenteessa.
- 4) Pystymme omilla toimillamme vaikuttamaan terästehtaiden ympäristökuormitukseen.
- 5) Teräksisiä tuotteita käytetään pääasiassa jalostusteollisuudessa. Kodin tavallisessa arjessa terästä ei juurikaan tarvita.
- 6) Teräksen valmistusprosessin valinta vaikuttaa teräksen valmistuksessa vaadittavaan energiaan.
- 7) Jos terästä kierrätetään, sen ominaisuudet huononevat selkeästi.
- 8) Ennen teräksen valmistuksen aloittamista, rauta täytyy irrottaa oksideistaan (raudan ja hapen muodostama yhdiste). Tätä prosessia kutsutaan pelkistämiseksi.



## 5.3 Toiminnallinen opintokäynti

Opintokäynnin tulee aina olla tavoitteellista toimintaa. Sen tulee tukea valtakunnallisten opetussuunnitelman perusteiden tavoitteita. Tavoitteita voi olla useita: opiskeltavana olevan asian syventäminen, taitojen oppiminen ja/tai kiinnostuksen herättäminen/tukeminen. Tavoitteena voi olla esimerkiksi tuoda esille oppilaille luonnontieteiden ja teknologian merkitystä ja erilaisia ammatteja tulevien opintojen ja uravalinnan kannalta. Oppilaat pääsevät vierailulla näkemään luonnontieteiden ilmiöitä erilaisissa mielenkiintoisissa konteksteissa. Opintokäynti on aina sinällään kiinnostava ja tuo vaihtelua kouluopetukseen.

Toiminnallisella opintokäynnillä voidaan tavoitella myös jotain sellaista, mitä tavallisessa luokkahuoneopetuksessa on hankala saavuttaa. Jos vierailukohteessa ei ole tarjolla kokeellista toimintaa, voidaan kohteesta kerätä tietoja tai kirjoittaa vaikka raportti. Yhteistoiminnallinen työtapo sopii myös hyvin toiminnallisen opintokäynnin toteutustavaksi. Opiskelijat pienryhmissä toimivat siinä koti – ja asiantuntijaryhmissä. Myös väittely on hyvä työtapo osaksi toiminnallista opintokäyntiä.

Opintokäynnin onnistumisen kannalta on tärkeää ennakkosuunnittelu, oppilaiden perehdyttäminen vierailua varten ja vierailun jälkeinen loppuyhteenvedo. On myös hedelmällistä, että oppilaat ovat mukana opintokäynnin suunnittelussa sekä antavat palautetta vierailusta sekä opettajalle että yhteistyötaholle. Opettajan on tärkeää tutustua kohteeseen hyvin ja suunnitella vierailu yhteistyössä yhteistyötahon kanssa.

Seuraavassa on koottuna muutama esimerkki yhteistyöstä terästeeman merkeissä. Terästeemaa voidaan opiskella esimerkiksi terästehtaassa (esim. Ovako, Outokumpu) tai Tekniikan museossa.

### Esimerkki Ovakon koulu-yritysyhteistyöstä

Ovakon Imatran terästehdas järjestää vierailuja muun muassa 9.-luokkalaisille. Oppilaille suunnattu ohjelma on noin kolmen tunnin mittainen, monipuolinen katsaus terästehtaan toimintaan. Ohjelma alkaa terästehtaan yleisesittelyllä, jossa käydään läpi Imatran terästehtaan toimintaa. Yleisesityksessä käydään muun muassa läpi Ovakon toimipaikkoja, Ovakon tuotteita, Imatran terästehtaan historiaa, esimerkkejä terästehtaan asiakkaita ja kerrotaan yleisesti teräksestä materiaalina.

Esityksen toisessa osassa kerrotaan terästehtaan henkilöstöstä. Osuudessa kerrotaan millaisia erilaisia työtehtäviä terästehtaalla on ja millainen koulutus erilaisiin työtehtäviin vaaditaan. Tämän lisäksi muutama terästehtaan työntekijä kertoo työstään terästehtaalla.

Lopuksi oppilaat pääsevät noin 2 km pituiselle kierrokselle Imatran terästehtaan alueelle. Matkalle oppilaiden kanssa lähtee aina kaksi opasta, joista toinen menee ryhmän edellä ja toinen tulee ryhmän viimeisenä. Tämän lisäksi kaikille oppilaille jaetaan tehdaskierrosta varten kuulokkeet, suojatakki ja kypärä.

Lisätietoja:

**Ovako Imatra, puh. (05) 680 21, [www.ovako.com](http://www.ovako.com).**

## Esimerkki Outokummun Tornion tehtaiden koulu-yritysyhteistyöstä

Outokummun Tornion terästehtaalla on tiivistä yhteistyötä pääasiassa kahden torniolaisen Putaan ja Raumon peruskoulujen kanssa. Tornion terästehtaalla järjestetään 9.-luokkalaisille sekä työelämään tutustumisen jaksoja että opintokäyntejä tehtaalla. Tornion terästehdas järjestää myös vuosittain edellämainituilla Tornion peruskouluilla ”Teräksessä on hohtoa”-kampanjan, jonka voittajat saavat kesätyöpaikat Tornion terästehtaalla.

Lisätietoja:

**Outokumpu Tornio, puh. (016) 4521, [www.outokumpu.com](http://www.outokumpu.com).**

## Esimerkki toiminnallisesta opintokäynnistä Tekniikan museoon

Tekniikan museossa on kaksi perusnäyttelyä, jotka liittyvät teräkseen: malmista metalliksi ja metallista tuotteiksi. Oppilaat voivat tutustua näihin näyttelyihin opettajan laatimien ennakotehtävien avulla.

Tekniikan museo tarjoaa myös teemaopastusta, jossa oppilaat pääsevät tutustumaan malmin tiehen metalliksi. Opettajan on mahdollista valita haluamansa teeman sisältä joko oppiaineittain käytettäviä tehtäviä tai eri oppiaineita integroivia tehtäviä. Kysymyksiä ja opetuspaketteja opettaja voi myös muunnella mielensä mukaan. Metallien teemojen sisällä oppilaat pääsevät tutustumaan muun muassa malmin etsintään ja kaivostoimintaan, metallien valmistukseen, raudan valmistukseen, kuparin valmistukseen ja teräksen kierrätykseen.

Lisätietoja ja ennakotehtävät:

**<http://www.tekniikanmuseo.fi/koulumateriaali.html>, Tekniikan museo, puh. (09) 728 8440.**

## Esimerkki koulu-yritysyhteistyöstä: Kalajoen lukion Metallin elinkaari –kurssi

Metallin elinkaari -kurssin päätavoitteena on tuoda alueella sijaitseva teollisuus – mm., Rautaruukki Oyj Raahen tehdas, Boliden Kokkola Oy ja Pyhäsalmi Mine Oy - ja eri oppilaitoksissa annettava opetus lähelle toisiaan ja tätä kautta antaa opiskelijoille kuva siitä, miten teoriassa opittuja asioita voidaan soveltaa. Metallin elinkaari -kurssi järjestetään kemianopetuksen ja opinto-ohjauksen yhteistyönä. Kurssi kestää viikon ja siihen on osallistunut opiskelijoita sekä lukiosta että ammatilliselta puolelta.

Lisätietoa kurssista ja sen sisällöstä löytyy Opetushallituksen julkaisussa Uusia lähestymistapoja kemian opetuksen perusopetuksesta korkeakouluihin, Osa II, Maija Aksela & Marja Montonen (toim.):

Metallin elinkaari -kurssi Kalajoen lukiossa, Päivi Ojala Kalajoen lukio ja Satu Ojala Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto, Oulun yliopisto,  
**[www.opf.fi](http://www.opf.fi)**

# Lähteet:

## INTERNET:

- Teräs-Wikipedia: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Ter%C3%A4s> (7.10.2005)  
Asva –ruostumaton teräs: [http://www.asva.fi/asva\\_web/rr\\_icc.nsf/0/E4C3D1F5F60614C5C2256D1600465A2E?OpenDocument&lang=2:dt=d](http://www.asva.fi/asva_web/rr_icc.nsf/0/E4C3D1F5F60614C5C2256D1600465A2E?OpenDocument&lang=2:dt=d) (21.10.2005)  
[http://www.euro-inox.org/pdf/home/Self\\_Repair\\_FI.pdf](http://www.euro-inox.org/pdf/home/Self_Repair_FI.pdf). (7.11.2005)  
<http://www.gsf.fi/aineistot/kaivosteollisuus/Teknisenraudanvalmistus.htm> (7.11.2005)  
Jari Lavosen ja Veijo Meisal on työtapaopas: Yhteistoiminnalliset työtavat:  
<http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/yto/yto/index.htm> (11.1.2007)  
Ekskursio: <http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/yto/ekskursio/index.htm> (10.4.2007)  
Teräs-Wikipedia: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Ter%C3%A4s> (29.1.2007)

## KIRJALLISUUS:

- Teräskirja  
CD-Facta 2004  
Asplom-Hirvonen, Lavonen, Penttilä, Saari ja Viiri: Aine ja Energia: kemian työkirja 3  
Pirkko Kärnä, Marja Leskinen, Marja Montonen ja Kari Repo: LUMO 2: Tutkimuksia 2

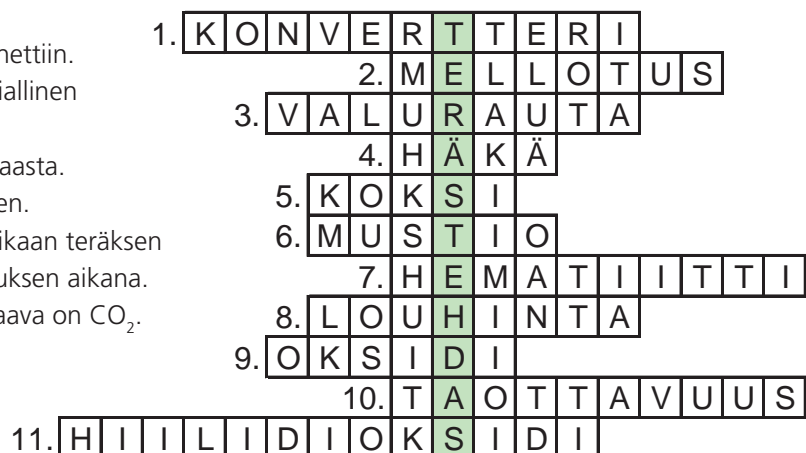
## KUVALÄHTEET:

Ovako, Outokumpu, Rautaruukki, Arctichrome, Metallinjalostajat, Kuusakoski

## LIITTEET:

### RISTIKON RATKAISU:

1. Mikä on sen astian nimi, jota käytetään valmistettaessa terästä raakaraudasta?
2. Millä nimellä kutsutaan hiilen polttamista teräksenvalmistusprosessissa?
3. Millä nimellä kutsutaan yleisesti raudan ja hiilen seoksia, joissa hiilen pitoisuus on yli 2 %?
4. Millä tutummalla nimellä kutsutaan yhdistettä CO?
5. Tätä hiilipitoista ainetta käytetään masuunissa sekä energiantuotantoon että raudan pelkistämiseen.
6. Paikkakunta, jonne Suomen ensimmäinen masuuni rakennettiin.
7. Raudan mineraali, jonka kemiallinen kaava on  $Fe_2O_3$ .
8. Liittyy malmin kaivamiseen maasta.
9. Ruoste on yksi raudan sellainen.
10. Ominaisuus, joka saadaan aikaan teräksen erilaisilla käsittelyillä valmistuksen aikana.
11. Yhdiste jonka kemiallinen kaava on  $CO_2$ .



SUDOKUJEN RATKAISUT:

Seosainesudokun ratkaisu:

Teräksen tärkeimmät seosaineet

- Co = koboltti
- C = hiili
- Si = pii
- Mn = mangaani
- Ni = nikkeli
- Cr = kromi
- Mo = molybdeeni
- B = boori
- V = vanadiini

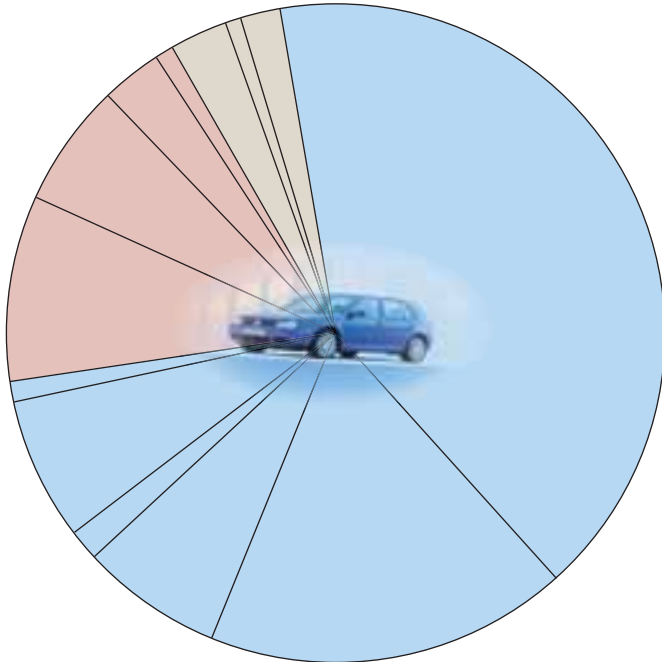
Mn	Si	Co	B	V	C	Mo	Ni	Cr
V	Cr	C	Si	Mo	Ni	B	Co	Mn
Ni	B	Mo	Mn	Co	Cr	C	Si	V
Cr	Ni	V	Mo	Si	B	Co	Mn	C
C	Mn	B	Ni	Cr	Co	Si	V	Mo
Co	Mo	Si	C	Mn	V	Ni	Cr	B
Si	V	Cr	Co	C	Mo	Mn	B	Ni
Mo	Co	Ni	V	B	Mn	Cr	C	Si
B	C	Mn	Cr	Ni	Si	V	Mo	Co

Kaasusudokun ratkaisu:

- O = happi
- N = typpi
- H = vety
- Ar = argon
- SO<sub>2</sub> = rikkidioksidi
- CO = hiilimonoksidi (häkä)
- CO<sub>2</sub> = hiilidioksidi
- He = helium
- NOX = typen oksidit

N	NOX	O	Ar	SO <sub>2</sub>	H	CO	He	CO <sub>2</sub>
H	CO	Ar	O	He	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	N	NOX
CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	He	NOX	N	CO	Ar	H	O
O	Ar	N	He	CO	NOX	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	H
NOX	He	SO <sub>2</sub>	H	CO <sub>2</sub>	O	N	CO	Ar
CO	H	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	Ar	N	O	NOX	He
SO <sub>2</sub>	O	H	CO	NOX	Ar	He	CO <sub>2</sub>	N
He	CO <sub>2</sub>	NOX	N	O	SO <sub>2</sub>	H	Ar	CO
Ar	N	CO	CO <sub>2</sub>	H	He	NOX	O	SO <sub>2</sub>

# Auton materiaalien kierrätys

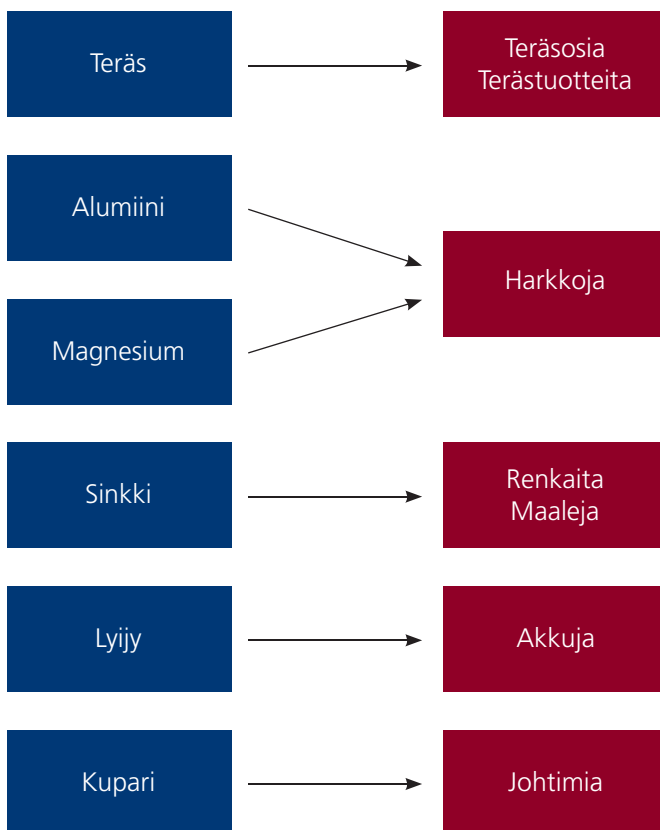
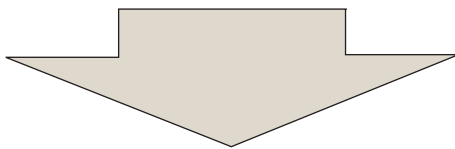


Teräs ja valurauta 60 %  
Muut metallit (lyijy, kupari, alumiini, magnesium, sinkki) 15 %

**Metallit yhteensä: 75 %**

Orgaaniset aineet  
(muovit, kumi, liimat, maalit): 20 %

Muut (lasi, ym.): 5 %



- Renkaat, akku ja katalysaattori menevät kierrätykseen.
- Ongelmajätteet ohjataan asianmukaiseen jatkokäsittelyyn.

**Teknoliateollisuus ry**  
Eteläranta 10, PL 10, 00131 Helsinki  
Puhelin (09) 19 231, faksi (09) 624 462  
[www.teknoliateollisuus.fi](http://www.teknoliateollisuus.fi)