

## BETONI

### Käyttö

- Kantavat rakenteet, seinät, lattiat ja jalkakäytävät. Yleensä teräsvahvisteisia
- ontot betoniharkot pääasiassa kellareiden ja perustuksien seinissä, mutta myös julkisivuissa, väliseinissä ja kantavissa väliseinissä
- harkkorakenteiset lattialaatat

### Valmistus

Raaka-aineiden tuotanto alkaa betonitehtaalla betonia tietokoneohjatuilla laitteilla sekoitettaessa, jonka tavoitteena on valmistaa tuotekohtaista ja koostumukseltaan sopivaa raakamateriaalia sementistä, runkoaineista, lisäaineista ja vedestä. Lisäaineiden tarkoituksena on säädellä tiettyjä tuoreen ja kovettuneen betonin ominaisuuksia, kuten jähmettyminen ja kovettuminen, työstettävyys ja huokoisuus.

Valmis betoniseos (monoliitti) sekoitetaan tehtaalla ja kuljetetaan työmaalle. Betoni voidaan laittaa pumppuun tai sankoon ja konsolidoida täristemällä, jonka jälkeen se viimeistellään. Betonin jähmettyminen suojaa kovettuvaa betonia kuivumiselta ja säätelee lämpötilaa. Tehdasvalmisteiset betonielementit, kuten esimerkiksi betoniharkot, valmistetaan tehtaalla. Betoni kaadetaan muottiin, ilmakeivataan ja pakataan. Kevyet betoniharkot valmistetaan kevyistä runkomateriaaleista, kuten esimerkiksi kevytsorasta tai polystyreenistä.

### TÄRKEIMMÄT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Tärkeimmät raaka-aineet ovat sementit, sora ja vesi. Huolimatta siitä, että betonin kumulatiivinen energian tarve voi olla suhteellisen alhainen, rakentamisessa käytettävät valtavat betonimäärät johtavat väistämättä merkittäviin ympäristövaikutuksiin. Sementtiklinkkerin valmistus vaikuttaa eniten energian tarpeeseen ja päästöihin. Sementin tuotannolla on merkittäviä ympäristövaikutuksia. Tavallinen Portlandsementti vaikuttaa merkittävästi koko maailman kasvihuonekaasupäästöihin, ja sen osuus on noin 8 % koko maailman hiilipäästöistä (Chatham House 2018). Jos sementintuotanto olisi valtio, se olisi maailman kolmanneksi suurin hiilipäästöjen tuottaja heti Kiinan ja Yhdysvaltojen jälkeen (Olivier et al. 2016).

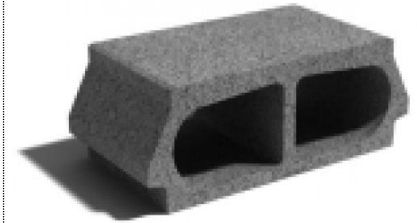
Syitä on kaksi: tehtaiden energiantarve, mikä käsittää polttouunien lämmittämisen, jauhamisen, kuljettamisen, ja kalkkikiven kalsinoinnin (hiilidioksidin poistaminen), mikä tarkoittaa yksinkertaistetusti sitä, että kalkkikiveä ( $\text{CaCO}_3$ ) poltettaessa sen sisältämästä karbonaatista ( $\text{CO}_3$ ) tulee hiiltä. Ensimmäinen lähde voidaan poistaa useilla teknisillä ratkaisuilla, kuten esimerkiksi vähentämällä fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Toista hiilipäästöjen aiheuttajaa ei voida kuitenkaan merkittävästi vähentää. Sementin valmistuksen päästöt ovat merkittäviä, mutta niitä säädellään. Lisäksi muodostuu jätevettä ja jonkin verran kiinteää jätettä. Betonirakenteet eivät juuri vaadi ylläpitoa. Betoni voidaan käyttää uudelleen tai kierrättää tai haudata maahan käyttöiän päätyttyä.

## MATERIALS

### monoliittibetoni



### Esivalmistetut betoniharkot



Lähde: <https://www.leier.hu/>

### ontot tehdasvalmisteiset betoniharkot



### TECHNICAL DATA

Lämmön johtavuus (W/mK)	2,00
Tiheys ( $\text{kg/m}^3$ )	2000-2600

## BETONIRAUDOITUS (betonirauδοitustangot)

### KÄYTTÖ

Käytetään teräsbetonissa varmistamaan jännitys sekä teräsvahvistetuissa muurauksissa vahvistamaan sekä tukemaan jännitettyä betonia.

### VALMISTUS

Rauδοitustankojen ensisijainen raaka-aine on rauta. Lisäksi käytetään sellaisia seosaineita kuin rautaseokset tai metalli.

Raudan ja teräksen valmistuksen energian tarve on todella suuri.

Rauδοitustangot valmistetaan sulattamalla terästä valokaariuunissa teelmien valmistamiseksi, jotka sitten kuumavalsataan. Tankoaihio vallsataan tangoksi vallsauksen viimeisessä vaiheessa. Vallsauksen päätteeksi tangot katkaistaan sopivaan pituuteen, ja yleensä niputetaan sekä merkitään.

Sulatus on kemiallinen prosessi, jossa hiili yhdistyy ferriraudan happeen, ja lopputuloksena saadaan hiiltä.

### TÄRKEIMMÄT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Jalostuksen ja sulatuksen palamispäästöt muodostavat kasvihuonekaasuja ja haposateita aiheuttavia kaasuja. Pölyä muodostuu malmia jalostettaessa ja sulatettaessa raakarautaa valmistettaessa. Kaivamisen ja jauhannan yhteydessä käytettävän käsittelyveden hävittämiseen liittyy myös saastumisvaara. Teräksen pääasiallinen ympäristöön liittyvä hyöty on se, että se voidaan kierrättää korkealaatuisiksi tuotteiksi. Arvioitu kierrätysaste on 60-70 %.

## MATERIAALIT



Lähde: <http://www.betonacel.eu/>

### TEKNISET TIEDOT

Lämmönjohtavuus (W/mK)	50
Tiheys (kg/ m <sup>3</sup> )	7800

## SEMENTTI

### KÄYTTÖ

betonin ja laastin hydraulinen sideaine

### VALMISTUS

Raaka-aineiden erottelu ja valmistelu; Klinkkeriä valmistetaan kalsinoimalla kalkkikiveä, merkeä ja savea rumpu-uunissa enintään 1450 °C lämpötilassa (pyrometallurgia). Energiantarvetta vähennetään polttamalla jätettä. Muut komponentit valmistellaan, ja lopuksi komponentit jauhetaan yhdessä kalsiumsulfaatin kanssa jähmettymisen säätelyä varten.

Portlandsementti on yleisin käytetty.

### TÄRKEIMMÄT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Tärkeimmät tuotteet ovat sementtiklinkkeri, kipsi- ja jauhattavat aineet (yleensä jäte, kuten esimerkiksi rumpu-uunista saatava sementti, lentotuhka piioksidipöly tai kalkkikivi). Kumulatiivinen energian tarve on ensisijaisesti peräisin klinkkerin valmistuksesta. Tärkeimmät päästöt ovat tuhka, typpioksidit, rikkidioksidi, häkä ja hiilidioksidi. Pölypäästöt ovat pääosin peräisin kalkkikiven louhinnasta, ja jossain määrin myös klinkkerin polttamisesta.

Kuonaliäaine, joka on myös jätettä, voi olla myös radioaktiivista. Sementin tuotannolla on merkittäviä ympäristövaikutuksia. Klinkkerin polttamisen aikana tapahtuu useita erilaisia päästöjä aiheuttavia kemiallisia prosesseja. Savukaasujen koostumusta ja pölymäärää valvotaan tarkasti päästöjä keskeytyksettä mittaavilla laitteilla ja noudattamalla suodattimien raja-arvoja sekä käsittelemällä savukaasuja useilla eri tavoilla. Sementin tuotanto muodostaa noin 5 % maailman hiilipäästöistä. Sementtiteollisuudessa hiilipäästöjä muodostuu kahdella tavalla. Ensimmäinen tehdään energian tarpeesta, mikä koostuu polttouunin lämmityksestä, jauhamisesta, kuljetuksesta jne. Toiseksi kalkkikiven kalsinoinnista (hiilidioksidia häviää), mikä tarkoittaa yksinkertaisesti sanottuna, että kalkkikiveä ( $\text{CaCO}_3$ ) poltettaessa kiven sisältämästä karbonaatista ( $\text{CO}_3$ ) tulee hiiltä. Ensiksi mainittu muodostaa noin 1/3 sementin tuotannon hiilipäästöistä, ja sitä voidaan vähentää useilla erilaisilla teknisillä ratkaisuilla, kuten esimerkiksi vähentämällä fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Toista hiilipäästöjen lähdettä ei kuitenkaan sementtisektorin mukaan voida merkittävästi vähentää. Teknologiasta riippuen yhden sementtitonnin valmistuksen hiilipäästöt ovat 400-650 kg.

## MATERIAALIT



Lähde: [www.oekonomus.hu](http://www.oekonomus.hu)

### TEKNISEET TIEDOT

Lämmönjohtavuus (W/mK)	1,00
Tiheys (kg/ m <sup>3</sup> )	1800

## SORA JA HIEKKA

### KÄYTTÖ

betonin runkoaine, laasti, kalkkihiekkakivaharkkojen raaka-aine, täyttömaa, teiden ja rautateiden perustukset.

### VALMISTUS

Hiekka ja sora ovat eroosion tuottamaa kiviaineista, ja luonnossa näitä esiintyy konsolidoituna tai heikosti konsolidoituneena aineksena. Piioksidihikka on erityistä hiekkaa, jossa on runsaasti kvartssia. Soraa ja hiekkaa kaivetaan tai louhitaan avolouhoksilla, ja saatu aines puhdistetaan ja luokitellaan. Sora voidaan myös murskata aineksen yhtenäisen koon varmistamiseksi.

### TÄRKEIMMÄT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Puhdistamiseen käytettävä vesi ja sähkönkulutus kuluttavat eniten energiaa valmistusvaiheessa. Valmistus on märkäprosessi, joten pölypäästöt ovat merkityksettömiä. Jätevesi ei ole saastunutta (sisältää vain hiekkaa ja soraa). Olennaiset ympäristövaikutukset ovat käsittelyn aikana muodostuvan lämpöenergian päästöt ilmakehään, jätelämpö ja kiinteät jätteet. Soramurskeen kumulatiivinen energian tarve on noin 2,5 suurempi kuin pyöreän soran. Avolouhokset tulee kunnostaa käytön päätyttyä.

## MATERIAALIT



Lähde: [www.portfolio.hu](http://www.portfolio.hu)

### TEKNISET TIEDOT

Lämmönjohtavuus (W/mK)	2,00
Tiheys (kg/ m <sup>3</sup> )	1700–2000

**KALKKIKIVI****KÄYTTÖ**

laastin, kalkkihiekkakiviharkkojen ja huokoisen betonin raaka-aine

**VALMISTUS**

Sammuttamatonta kalkkia valmistetaan kalkkikiven termolyysin avulla. Perusteellisen kalsinointiin tarvitaan yli 900 °C lämpötilaan. Kalsiumhydroksidi on kuivaa kalsiumhydroksidijauhetta, jota tuotetaan käsittelemällä sammuttamatonta kalkkia ilmanpaineessa noin 100 °C lämpötilassa.

**TÄRKEIMMÄT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET**

Kalkkikiven ilmakehän lämmitysvaikutuspotentiaali liittyy hiilipäästöihin, ja johtuu osittain kalkkikiven kalsinoinnista ja osittain polttoaineen polttamisesta. Pölypäästöt ja lämpöenergiapäästöt ovat olennaisia.

**MATERIAALIT**

Lähde: [www.kreativlakas.com](http://www.kreativlakas.com)

**TEKNISET TIEDOT**

Lämmönjohtavuus (W/mK)	0,80
Tiheys (kg/ m <sup>3</sup> )	1600

## Liitteet

# KIPSI

## KÄYTTÖ

Käytetään monessa asiassa, kuten esimerkiksi sideaineena.

## VALMISTUS

Kipsi on kalsiumsulfaatin ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) dihydraatti, joka kuuluu vesipitoisten sulfaattimineraalien joukkoon. Luonnollista kipsiä tuotetaan kaivoksissa. Suuret kipsimassat muodostuvat luonnostaan pääasiassa haihtuvan meriveden suolakerroksissa. Toisin kuin mineraalikipsi, FGD-kipsi muodostuu voimalaitosten päästöjen rikinpoistoprosessissa. FGD-kipsiä muodostuu suuria määriä savukaasujen rikkidioksidipitoisuuden vähentämisen aikana märkäkalkkikiviteknikalla, joka tehdään käyttämällä niin kutsuttua rikinpoistolaitetta teollisessa mittakaavassa.

## TÄRKEIMMÄT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Kipsi on kestävästi louhittu luonnonvara kaivoksista, mutta se voidaan yhtäältä myös hankkia kierrätettynä tai muodostua voimalaitosten sivutuotteena.

Kipsi on luonnostaan kestävä materiaali, koska sitä voidaan kierrättää loputtomasti. Veden poistaminen kipsikivistä dehydraation kautta noin  $160\text{ }^\circ\text{C}$ :ssa tuottaa kipsijauhetta, jota käytetään sekä laastina, että kipsilevyn valmistuksessa, ja se tunnetaan tieteellisesti yleensä kalsiumsulfaattina. Tämä prosessi on täysin palautuva, sillä veden lisääminen tuottaa lisää kipsiä.

# MATERIAALIT



Lähde: [www.kreativhobby-dekor.hu](http://www.kreativhobby-dekor.hu)

## TEKNISEET TIEDOT

Lämmönjohtavuus (W/mK)	0,18-0,56
Tiheys ( $\text{kg/m}^3$ )	600-1500