

# Betonirakenteen valmistaminen

Kim Johansson  
Erityisasiantuntija , DI  
Suomen Betoniyhdistys ry



# Betonirakenteen valmistusvaiheet

- ▶ Rakenteen suunnittelu (ark, rak, LVIS)
- ▶ Betonirakenteen valmistuksen suunnittelu  
=betonityösuunnitelma
  - Muottityö, raudoitustyö, jälkihoito, muotinpurku, tarkastus
- ▶ Betonin valmistus
- ▶ Betonointi (kuljetus, siirto, tiivistys)
- ▶ Muotin purku
- ▶ Rakenteen viimeistely

# Rakenteen suunnittelu

- ▶ Arkkitehti toimii pääsuunnittelijana ja tekee rakennuksen arkkitehtisuunnitelmat
  - Arkkitehti päättää muodon ja ulkonäön
  - Arkkitehti päättää yleensä myös mistä materiaalista rakennus tehdään.
- ▶ Rakennesuunnittelijan tehtävä on muuttaa arkkitehdin suunnitelmat toteutuskelpoiseksi ratkaisuksi.
  - Suunnitelman tulee olla taloudellinen ja toteutuskelpoinen
  - Täyttää rakennuslain vaatimukset kuten esim. turvallinen, terveellinen, palonkestävä, esteetön ...
  - Ympäristöystävällinen (vähähiilinen).

# Betonin valmistaminen

- ▶ Betoni valmistetaan sekoittamalla sementtiä, vettä ja kiviainesta (ja monesti lisäaineita ja seosaineita)
- ▶ Seosaineita ovat esim. lentotuhka, masuunikuona ja silikajauhe. Ne ovat muun teollisuuden sivutuotteita
- ▶ Kiviaines koostuu eri kokoisista rakeista jotka on jaettu useampaan eri kokoiseen lajikkeeseen, esimerkiksi 0 – 8 mm, 8 – 16 mm ja 16 – 32 mm. Myös muita lajikkeita voi käyttää.
- ▶ Yleensä ei betonissa käytetä 32 mm suurempaa raekokoa kuin erittäin massiivisissa rakenteissa (esim. padot)

# Betonin siirto elementtitehtaalla



- ▶ Kahdella raiteella liikkuva pyörähtävä kuoppa ja valukone yhdistettynä kuupparataan (kuvat Tecwill)

# Paikallavalu

- ▶ Paikallavalussa betoni toimitetaan työmaalle betoniautolla, ja siirretään työmaan valitseamalla tavalla muottiin
- ▶ Siirtotapa on yleensä betonipumppu



- ▶ Muita tapoja ovat nostoastia ja dumpperi

# Paikallavalu



# Paikallavalu

- ▶ Paikallavalussa betoni ostetaan valmisbetonin toimittajalta vaatimukset täyttävänä
- ▶ Tilattaessa betonia asiakas ilmoittaa sekä tuoreen betonin että kovettuneen betonin vaaditut ominaisuudet betonin valmistajalle
- ▶ Asiakkaan olisi hyvä ilmoittaa myös betonin siirtotapa työmaalla, valettava rakennetyyppi (lattia, seinä, holvi, pilari yms) koska se voi vaikuttaa betonin koostumukseen

# Paikallavalu

- ▶ Tuoreen betonin ominaisuuksia ovat massan esim.
  - notkeus ja lämpötila
  - lämmönkehitys ja maksimilämpötila kovettumisvaiheessa
  - Lujuudenkehityksen nopeus (muottikierto, jäätymislujuus)
  
- ▶ Kovettuneen betonin ominaisuuksia ovat esim.
  - Lujuus
  - Säilyvyys eli rasitusluokat
  - Kuivumiskutistuman sallittu suuruus tarvittaessa
  - Väri tarvittaessa

# Paikallavalu

- ▶ Betonin valinta paikallavalussa
  - Valintaan vaikuttavat kovettuneen betonin vaatimukset kuten:
    - Lujuus
    - Säilyvyys (rasitusluokat)
    - Mahdollisesti väri
    - Kulutuskestävyys (lattiat)
    - Vähähiilisyysvaatimukset
- ▶ Suunnittelija määrittää vaatimukset kantavuuden ja säilyvyyden perusteella

# Paikallavalu

- ▶ **Betonin valinta paikallavalussa**
  - Tuoreen betonin vaatimukset, työmaaolosuhteet, siirtotapa, valettava rakenneosa:
    - Notkeus, massan lämpötila
    - Työstettävyytsaika (valun nopeus)
    - Rakenne (seinä, pilari, holvi, mv-laatta)
    - Erikoismenetelmä (liukuvalu, vedenalainen valu yms.)
    - Maksimi raekoko
    - Olosuhteet (esim. talvi tai lattiavaluissa tuulinen ja aurinkoinen kevätpäivä ilman suojaa)
    - Lujuudenkehityksen nopeus (esim. muottikierto)
    - **Vähähiilisyysluokka**
- ▶ Työmaa tekee lopullisen valinnan yhdessä betonin toimittajan kanssa

# Paikallavalu

- ▶ Betonin valinta paikallavalussa
  - Betonin toimittaja vastaa siitä että betoni täyttää sekä kovettuneen betonin että tuoreen betonin esitetyt vaatimukset
  - Työmaalla ei ilman betonin toimittajan lupaa saa lisätä mitään aineita betoniin
  - Vettä ei missään tapauksessa saa työmaalla lisätä betoniin, koska betonin lujuus putoaa.
  - Notkistinta saa betoniin lisätä työmaalla. Lisäyksen tekee betoniauton kuljettaja valmistajan ohjeiden mukaan

# Paikallavalu

- ▶ Betonirakenteen valaminen paikalla
  - Betonirakenteen laatuun vaikuttaa betonin koostumuksen lisäksi myös työnsuoritus
  - Betonia tulee käsitellä työmaalla oikealla tavalla ja se tulee siirtää muottiin ja tiivistää siten että sen kovettuneen betonin ominaisuudet täyttävät suunnitelmien vaatimukset
  - Betonirakennetta tulee myös jälkihoitaa asianmukaisin menetelmin jotta kovettuneen betonin ominaisuudet saavutetaan
  - Muotteja kastellaan tarvittaessa ennen valua (lautamuotti)

# Paikallavalu

- ▶ Betonin siirto ja valaminen
  - Betoni on tuoretavaraa jonka ominaisuudet heikkenevät jos valu kestää kauan. Valettavana betoni pysyy normaalisti 2 –3 tuntia lämpötilasta ja laadusta riippuen
  - Betonin notkeus pitää valita oikein. Liian notkean betonin käyttö johtaa helposti erottumiseen
  - Ylinotkean betonin vesi ja hienoaines nousevat pintaan ja isot kivet painuvat pohjaan => esim. lattiapinnasta tulee heikko ja pölyävä

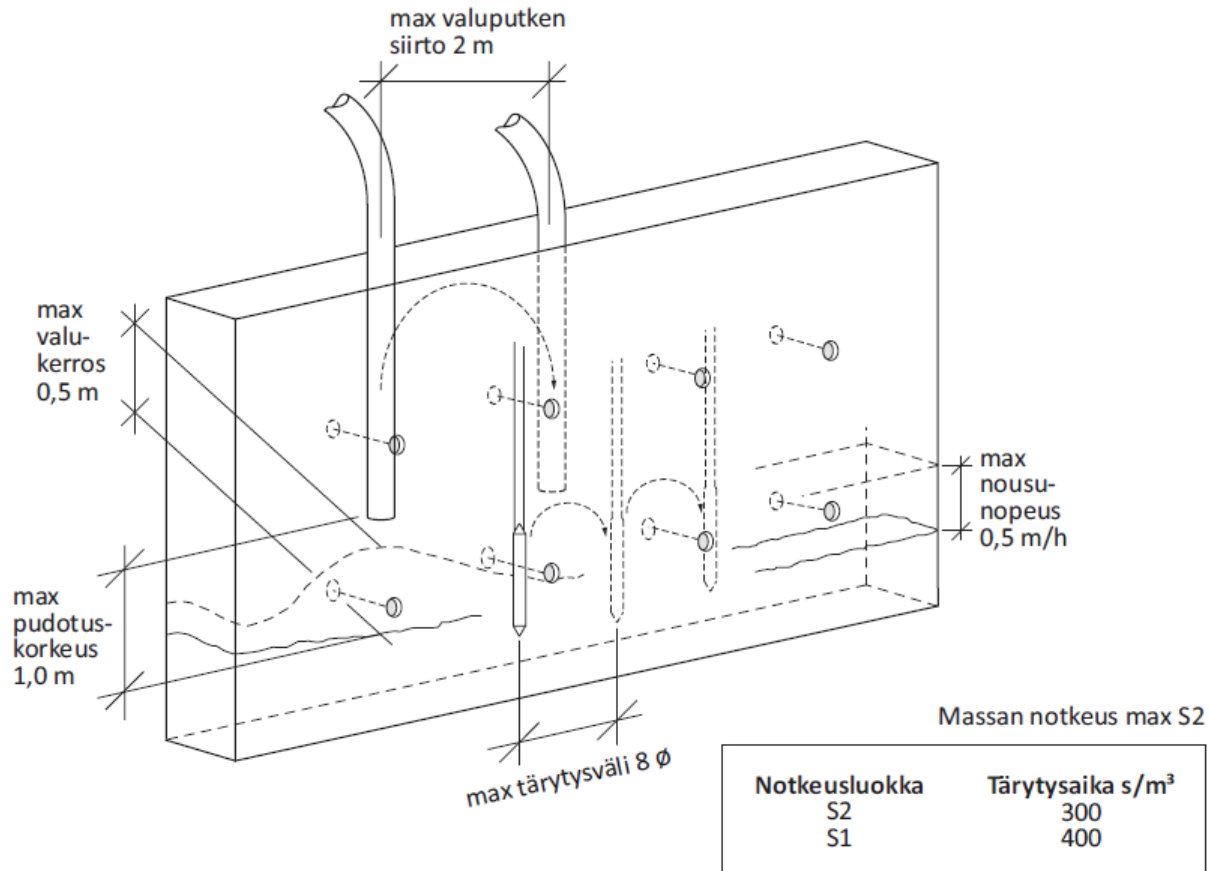
# Paikallavalu

- ▶ Betonin siirto ja valaminen
  - Betoni siirto muottiin tulee tehdä oikein.
  - Massa tulee pudottaa pystysuoraan muottiin mahdollisimman matalalta jotta kiviaines ja vesi eivät erotu
  - Liian suuri pudotuskorkeus voi johtaa muotin rikkoontumiseen ja massan erottumiseen
  - Massan pudotuskorkeus saa olla korkeintaan 1,5 m

# Paikallavalu

- ▶ Betonin siirto ja valaminen
  - Tiheästi raudoitettuihin rakenteisiin raudoitukseen tulee jättää valuaukkoja josta betoni voidaan pudottaa muotin pohjalle
  - Massaa ei saa valuttaa muottia pitkin eikä sitä vasten (massa erottuu ja pinnan laatu kärsii)
  - Korkeissa seinärakenteissa valukerroksen paksuus ei saa olla liian korkea. Suositus on normaalibetonilla noin 400 mm.

# Paikallavalu



Kuva 3.4b. Rasisluokissa XC2...XC4, XS, XD, XF ja XA olevan seinämäisen rakenteen betonointiohjeita.

# Paikallavalu

## ► Betonin siirto ja valaminen

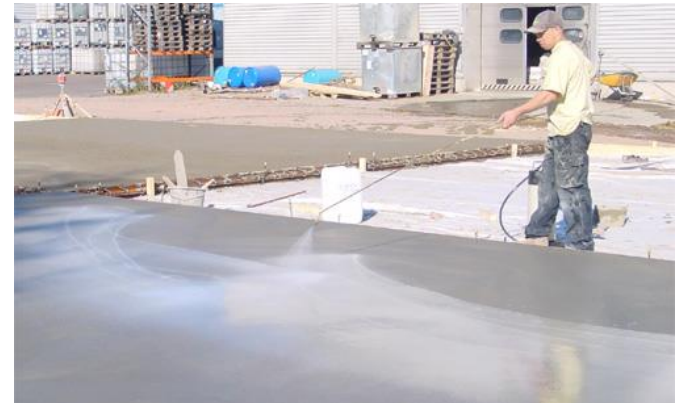
- Liian suuri valun nousunopeus pystyrakenteissa kasvattaa valupaineita ja voi rikkoa muotin
- Myös betonin tehokas tiivistäminen vaikeutuu ja pinnan laatu kärsii.
- Tiivistämisen tarkoitus
  - Täyttää muotti kokonaan
  - Ympäröidä teräkset huolellisesti (hyvä tartunta)
  - Saada kiviainesrakeet hakeutumaan lähemmäs toisiaan = > tiivis ja luja betoni
  - Poistaa ylimääräinen ilma massasta => suunnitelmien mukainen lujuus

# Paikallavalu

- ▶ **Betonin jälkihoito (=suojaaminen)**
  - Tavoitteena betonin lujuudenkehityksen varmistaminen etenkin pintaosassa ja kosteuden liian nopean haihtumisen estäminen
  - Lämmöneristys talvella (toimii yleensä myös kosteudeneristykseenä)
  - Lattiavaluissa erittäin tärkeää
    - Varhaisjälkihoito (muovi tai jälkihoitoaine)
    - Varsinainen jälkihoito (kastelu, muovi, jälkihoitoaine)

# Paikallavalu

## ► Betonin jälkihoito



# Paikallavalu

- ▶ Edellä mainitut asiat saavutetaan **ennakkosuunnittelulla**
- ▶ Ennakkosuunnittelu varmistetaan tekemällä **betonityösuunnitelma** joka kattaa aikataulut, vaaditust resurssit, materiaalit, työsuunnittelun (muotit, raudoitus, betonointi, jälkihoito, muottien purku)
- ▶ Betonointisuunnitelma on osa betonityösuunnitelmaa ja on yksityiskohtainen kuvaus rakenneosan betonoinnista

# Elementtirakentaminen

- ▶ Elementit valmistetaan hyvissä työolosuhteissa tehtaalla
- ▶ Työolosuhteet ja ergonomia on aivan toista luokkaa kuin työmaalla
- ▶ Myös vuodenaikojen vaikutukset saadaan minimoitua
- ▶ Työmaalla tehtävänä on elementtien turvallinen ja oikea asennustyö sekä elementtiliitosten hitsaus ja jälkivalu



# Elementtirakentaminen

- ▶ Elementtien valmistuksessa haasteena on nopean muottikierron hallinta tehtaalla
- ▶ Lujuudenkehityksen tulee olla nopeaa laadun kärsimättä
- ▶ Jännitettyjen elementtien riittävä lujuus jännitysvaiheessa on varmistettava
- ▶ Vaatii usein lämpökäsittelyä jotta nopea lujuudenkehitys on mahdollista

# Elementtirakentaminen

- ▶ Lujuuskadon hallinta tärkeää
- ▶ Ei liian korkeita lämpötiloja tai laatu kärsii
- ▶ Elementtitehtaalla usein vähän betonilaatuja mikä helpottaa tuotannon suunnittelua ja hallintaa
- ▶ Vähähiilisyyys haaste nopean muottikierron takia

# Elementtirakentaminen

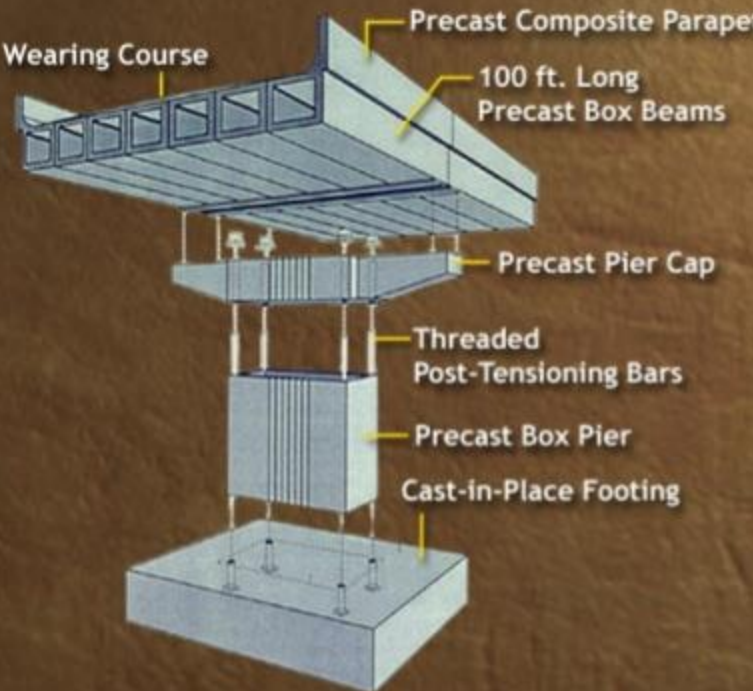
- ▶ Pelkistä elementeistä rakennusta ei yleensä voi valmistaa, vaan viimeistely vaatii jonkin verran valuja työmaalla
- ▶ Tyypillinen työvaihe on ontelolaattatasojen pintavalu ja perustusten valu
- ▶ Elementtirakentaminen on yleisintä talonrakennuksessa, mutta myös infrapuolella voidaan käyttää elementtejä
- ▶ Kunnallistekniikkapuolella esivalmistus on lähes 100% (betoniputket ja kaivot).

# Elementtirakentaminen

- ▶ Infrapuolella etuna on työmaalla tehtävän työn minimointi => mahdollisimman pieni haitta jo olemassa olevalle toiminnalle kuten liikenteelle
- ▶ Haasteena on suuret elementit (asennus ja kuljetus) Usein kuljetus tapahtuu vesitse ja valmistus esim. kuivatelakalla
- ▶ Vaatii erikoisosaamista ja erikoiskalustoa => erikoisurakoitsija

# Elementtirakentaminen

**TOTALLY PRECAST BRIDGES – CASE STUDIES**

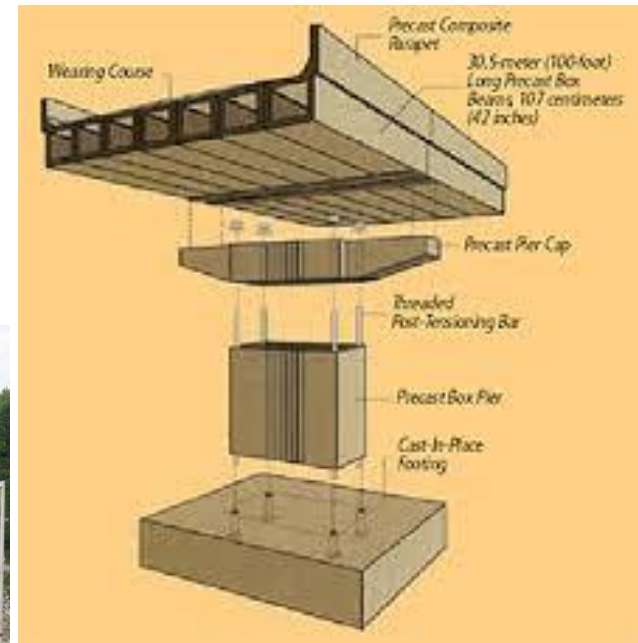


The diagram illustrates the assembly of a bridge structure. At the base is a **Cast-in-Place Footing**. A **Precast Box Pier** is supported by this footing. **Threaded Post-Tensioning Bars** extend from the footing up through the pier to a **Precast Pier Cap**. Above the pier cap, **100 ft. Long Precast Box Beams** are supported. A **Wearing Course** is placed on top of the box beams. A **Precast Composite Parapet** is attached to the top of the box beams.

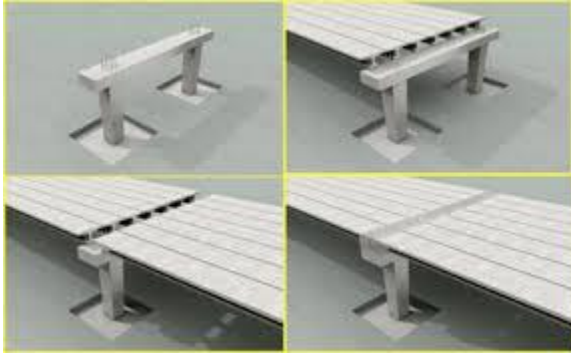
Is it possible to design an “Instant Bridge?” Almost! There are many ways to put a bridge together quickly with precast concrete products.

[◀ BACK](#) [FORWARD ▶](#)

# Elementtirakentaminen



# Elementtirakentaminen



# Elementtirakentaminen

- ▶ Talonrakennuksessa tyypillisiä elementtejä ovat runkorakenteiden pilarit, seinät, palkit ja laatat sekä julkisivuelementit
- ▶ Myös perustukset (paalut) ja väestönsuojat voidaan esivalmistaa mutta käytetään harvemmin
- ▶ Runko voidaan tehdä kokonaan elementeistä, tai käyttää sekarunkoa jossa esimerkiksi vaakarakenteet valetaan paikalla ja pystyrakenteet ovat elementtejä. Tämä on yleinen ratkaisu asuinrakentamisessa
- ▶ Teollisuushalleissa elementtirakentaminen on hyvin yleistä ja kustannustehokasta

# Elementtirakentaminen

- ▶ Elementit mahdollistavat hyvinkin pitkät jännevälit rakennuksiin (jopa 50 m).
- ▶ Rajoittava tekijä on usein kuljetus ja asennus



# Elementtirakentaminen



# Elementtirakentaminen

- ▶ Elementtirakentamisen haasteita ovat turvallinen asennustyö
- ▶ Rakennusaikainen vakavuus ja liitosten toiminta
- ▶ Talvirakentaminen => vaativat olosuhteet hitsaukselle ja jälkivaluille
- ▶ Asennustyösuunnitelma ja osaava asennusurakoitsija tärkeässä roolissa