

## Betonin valmistus ja siirrot

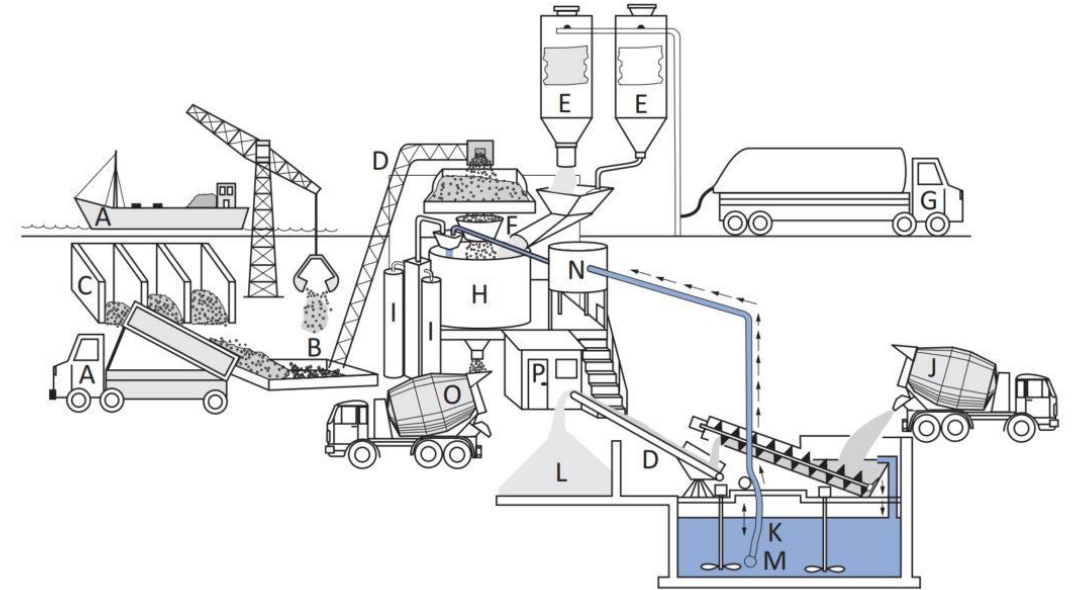
Jukka Tuohino

14.2.2024



# Valmisbetoni tehtaan valmistusprosessi ja tilausten hallinta

1. Betonin osa-aineiden vastaanotto ja varastointi (talvisin kiviaineksen lämmitys)
2. Betonin osa-aineiden annostelu vaaolle
3. Betoninvalmistus ja prosessin tarkkailu
4. Laadunvalvonta
5. Toimitusten ohjaus ja yhteydenpito työmaille



- |  |   |
|--|---|
| A Kiviaineksen toimitus (laiva, auto)                    | J Työmaalta palautuneen ylijäämäbetonin purku kierrätykseen |
| B Kiviaineksen vastaanotto tehtaalle                     | K Kierrätysvesi   |
| C Kiviaineksen varastointi tehtaalla (siilot, maataskut) | L Kierrätysrunkoaine  |
| D Hihnakuuljetin   | M Kierrätysveden pumppu                                     |
| E Sementtisiilot   | N Veden varastointi   |
| F Osa-aineiden punnitus                                  | O Betonin kuormaus betoninkuljetusautoon                    |
| G Sementin toimitus tehtaalle                            | P Prosessin ohjaus  |
| H Sekoitin   |   |
| I Lisäaineet   |   |

# Valmisbetoni tehtaan valmistusprosessi ja tilausten hallinta

- Betonitehtaiden tuotantoteho on teoriassa 20 – 120 m<sup>3</sup> / h, tehtaasta ja toimitettavista betonilaaduista riippuen
- Toimituskapasiteetti = Kuljetuskapasiteetti (automäärä)
  - Toimituskapasiteettia rajoittaa
    - ”Soittotilaukset” (= Toimitusvaraus); työmaa ei pysty ilmoittamaan valun tarkkaa aloitusajankohtaa
    - Määrien muuttuminen valun edetessä
    - Epätasainen aikataulu tuotanto päivän aikana
  - Lupa-asiat
    - Tehtaan ympäristölupa → Toiminta-aika voi olla rajoitettu
    - Raaka-aine toimitukset → Kiviainesta saa noutaa vain tiettyinä ajankohtana



# BETONIN VALMISTUS

Siirrot



# Tehdastyypit

- Kiinteät betonitehtaat
  - Torni
  - Rinne
  - Maatasku (kuvassa)
- Siirrettävät betonitehtaat
  - Mobiilit (kuvassa)
  - Super-Mobiilit

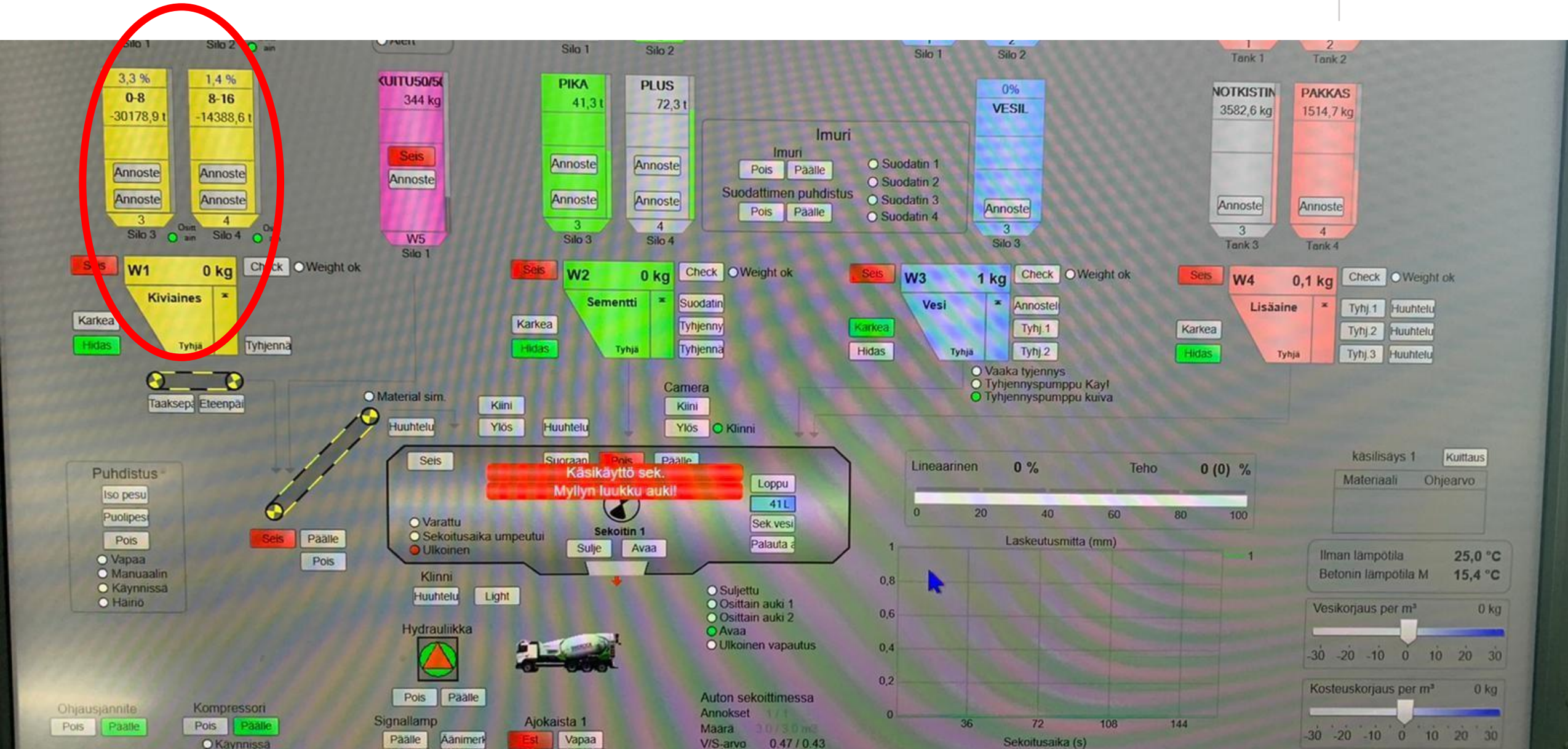


# Betonin valmistus, prosessinohjaus

- Valmistus on täysin automatisoitua
- Käytössä vakioreseptit
  - Lujusluokat
    - C25/30...C50/60
  - Notkeusluokat
    - Painuma S2...S5
    - Painuma-leviämä SF1...SF3
  - Kiviainesfraktiot
    - Hienot kiviainekset
    - Karkeat kiviainekset
- Prosessinohjaaja (mylläri) valvoo näyttöpöydän ja prosessikaavion perusteella betonin valmistusta
- Raaka-aineiden annostelu tallentuu automaattisesti, annoskohtaisesti



# Betonin valmistus, Kiviaines



# Kiviaines

- Kiviaineksien tulee olla valvottuja
  - SFS-EN 12620
  - CE-merkki
  - FI, mikäli vain omaan käyttöön
- Kiviainessiiloja on tyypillisesti 2...6 kpl
  - Hienot
  - Karkeat
- Luonnonlajittamat
  - Hieno hiekka 0/2 mm (filleri)
  - Hiekka 0/8 mm
  - SrM 8/16 mm
  - Signeli 16/32 mm
- Murskatut
  - KaM 0/3
  - KaM 3/6
  - KaM 6/16





# Kiviaines

- Kiviaines varastoidaan pääsääntöisesti kiviainessiiloihin
- Välivarastointi tapahtuu mm. maataskuissa



# Kiviaines

- Talvella kiviaines joudutaan lämmittämään
- Lämmitysyksikkö ("Turbo")
- Toiminta
  1. Kevyt-Polttoöljyllä lämmitetään vettä
  2. Syntyy vesihöyryä
  3. Vesihöyry johdetaan lämmitysputkia pitkin kiviainekseen
  4. Samassa yhteydessä muodostuvat savukaasut johdetaan myös kiviaineksen joukkoon



# Kiviaines

- Jokainen kiviaines fraktio punnitaan vaa'alle annoskohtaisesti
  - Kumulatiivinen annostelu on myös mahdollista tehdas- ja annostelulaitetyypistä riippuen
- Kiviainekset annostelussa sallitaan  $\pm 3\%$  poikkeama

| Osa-aine  | Sallittu poikkeama <sup>a)</sup> |
|---|----------------------------------|
| Sementti  |                                  |
| Vesi  |                                  |
| Kiviainesten kokonaismäärä  | $\pm 3\%$ vaaditusta määrästä    |
| Seosaineet, joita käytetään > 5 % sementin massasta               |                                  |
| Lisä- ja seosaineet, joita käytetään $\leq 5\%$ sementin massasta | $\pm 5\%$ vaaditusta määrästä    |

<sup>a)</sup> Poikkeama on tavoitearvon ja mitatun arvon erotus.



# Kiviaines

- Kiviaineksen kosteutta seurataan päivittäin
  - Manuaaliset kosteusmittaukset
  - Kosteus anturit
  - Kiviaineksen kosteus vähennetään betoniin annosteltavasta vedestä
- Kiviaineksen kosteus syötetään annosteluautomatiikkaan mikä vähentää sen betonin annosvedestä
- Kosteuden hallinnalla on suurin vaikutus
  - Notkeuteen
  - Työstettävyyteen
  - Lujuuteen

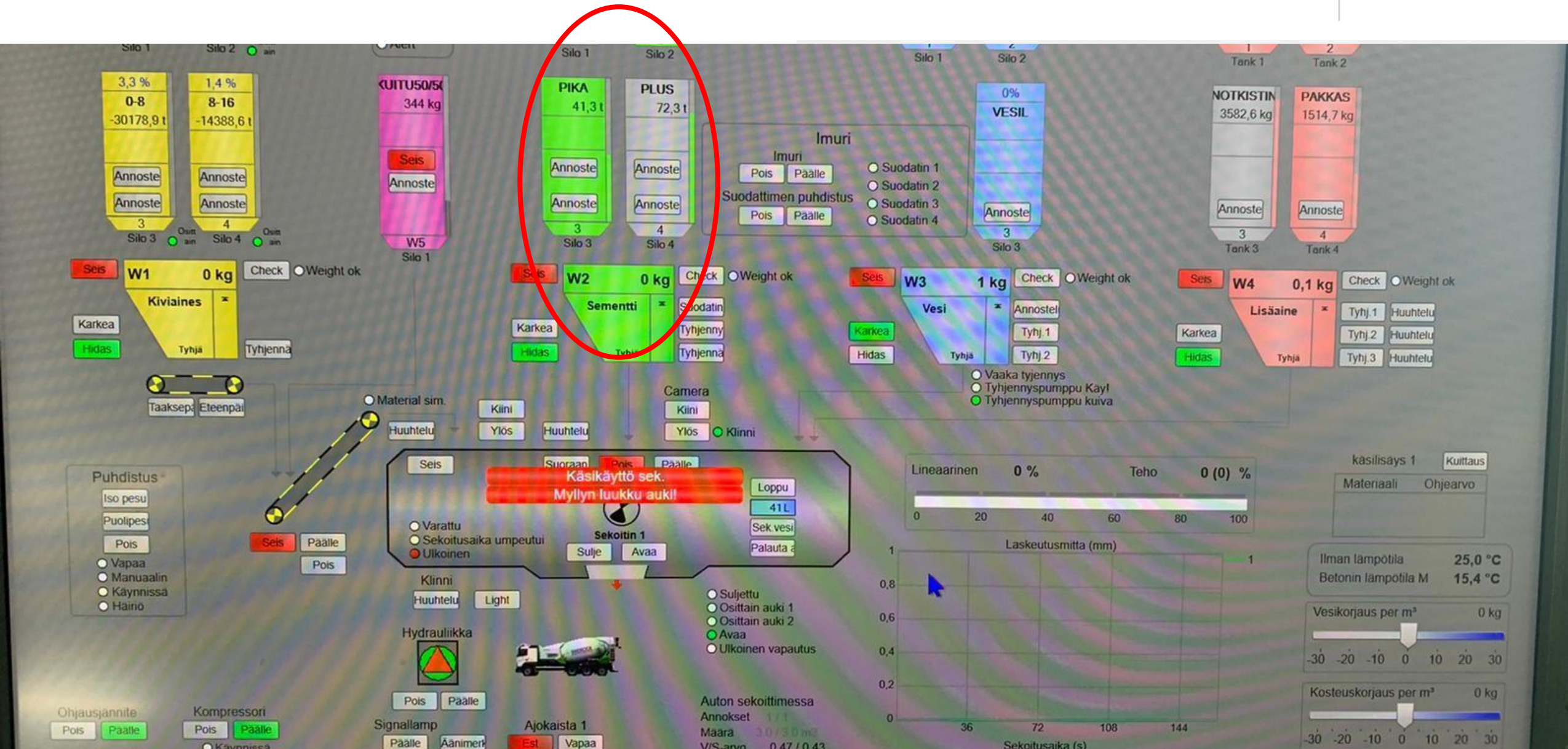


# Kiviaines

- Kiviaines siirretään vaa'alta myllyyn tai väliastiaan
  - Hihankuljettimella
  - Nostohissi
  - Elevaattorilla



# Betonin valmistus, sideaineet



# Sideaineet

- Sideainesiloja tyypillisesti 1...6 kpl
  - Sementti
  - Masuunikuona
  - Silika
  - Lentotuhka
  - Kivifilleri
- Sideaineet tulee olla valvottuja
  - CE-merkki



# Sideaineet

- Annostellaan sideaine kerrallaan
  - Sementti annostellaan aina ensin
- Annostelu tapahtuu useimmiten sementtiruuvilla
- Annostelutarkkuuden tulee olla  $\pm 3\%$  vaaditusta määrästä

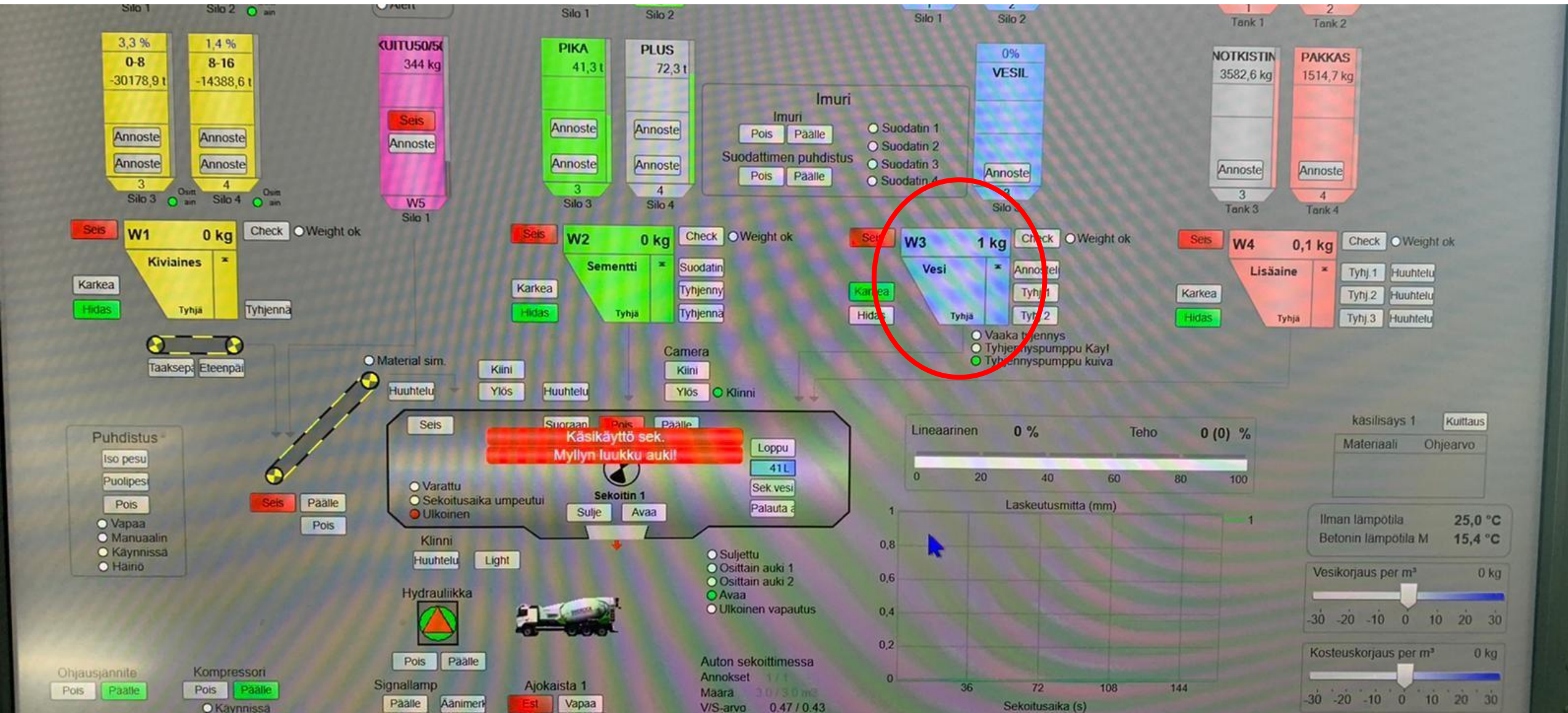
| Osa-aine  | Sallittu poikkeama <sup>a)</sup> |
|---|----------------------------------|
| Sementti  |                                  |
| Vesi  |                                  |
| Kiviainesten kokonaismäärä  | $\pm 3\%$ vaaditusta määrästä    |
| Seosaineet, joita käytetään > 5 % sementin massasta               |                                  |
| Lisä- ja seosaineet, joita käytetään $\leq 5\%$ sementin massasta | $\pm 5\%$ vaaditusta määrästä    |

<sup>a)</sup> Poikkeama on tavoitearvon ja mitatun arvon erotus.





# Betonin valmistus, Vesi



# Vesi

- Vesijohtovesi
  - Kylmävesi
  - Kuumavesi
    - Lämmitysyksikön kautta
    - Samalla kun Turbo
- Kierrätysvesi
  - Veden laatu ja sopivuus testattava ennakkokokein
- Annostelutarkkuuden tulee olla  $\pm 3\%$  vaaditusta määrästä

Betonin suurin sallittu kloridipitoisuus

| Betonin käyttö   | Kloridiluokka | Suurin sallittu Cl <sup>-</sup> määrä [paino%]<br>sementin määrästä |
|--|---------------|---|
| Raudoittamaton betoni, joka ei sisällä muitakaan metalliosia, lukuunottamatta korroosionkestäviä nostoelimiä | Cl 1,00       | 1,00  |
| Raudoitettu betoni tai muita metalliosia sisältävä betoni  | Cl 0,20       | 0,20  |
| Jännitetty betoni  | Cl 0,20       | 0,20  |



Veden sallittu kloridipitoisuus

| Loppukäyttö  | Suurin kloridipitoisuus [mg/l] |
|--|--------------------------------|
| Jännitetty betoni tai injektointilaasti            | 500                            |
| Raudoitettu tai metalliosia sisältävä betoni       | 1000                           |
| Raudoittamaton tai metalliosia sisältämätön betoni | 4500                           |

# Betonin valmistus, Lisäaineet

The screenshot displays a complex control interface for a concrete production system. It features several silos (Silo 1, Silo 2) and tanks (Tank 1, Tank 2) with various material levels and control buttons. A central mixing unit (Sekoitin 1) is highlighted with a red box and contains a red warning message: "Käsikäyttö sek. Myllyn luukku auki!" (Manual operation, mill door open!). The interface includes numerous control buttons such as "Seis", "Annoste", "Pois", "Päälle", "Vaaka tyjennys", "Tyhjennyspumppu Käyl", and "Tyhjennyspumppu kuiva". A graph at the bottom right shows "Laskeutusmitta (mm)" on the y-axis (0 to 1) and "Sekoitus-aika (s)" on the x-axis (0 to 144). The graph shows a blue cursor at approximately (36, 0.8). Other data points include "Lineaarinen 0%", "Teho 0 (0) %", "Ilman lämpötila 25,0 °C", and "Betonin lämpötila M 15,4 °C".

**Silo 1**  
3,3 %  
0-8  
-30178,9 t  
Annoste  
Annoste  
Silo 3  
Silo 4

**Silo 2**  
1,4 %  
8-16  
-14388,6 t  
Annoste  
Annoste  
Silo 3  
Silo 4

**W5**  
344 kg  
Seis  
Annoste  
W5  
Silo 1

**PIKA**  
41,3 t  
Annoste  
Annoste  
Silo 3  
Silo 4

**PLUS**  
72,3 t  
Annoste  
Annoste  
Silo 3  
Silo 4

**Imuri**  
Imuri  
Pois Päälle  
Suodattimen puhdistus  
Pois Päälle  
Suodatin 1  
Suodatin 2  
Suodatin 3  
Suodatin 4

**VESIL**  
0%  
Annoste  
Silo 3

**Tank 1**  
NOTKISTIN  
3582,6 kg  
Annoste  
Tank 3

**Tank 2**  
PAKKAS  
1514,7 kg  
Annoste  
Tank 4

**W1**  
0 kg  
Check Weight ok  
Kiviaines  
Karkea  
Hidas  
Tyhjä  
Tyhjennä

**W2**  
0 kg  
Check Weight ok  
Sementti  
Karkea  
Hidas  
Tyhjä  
Tyhjennä

**W3**  
1 kg  
Check Weight ok  
Vesi  
Karkea  
Hidas  
Tyhjä  
Tyhj 2

**W4**  
0,1 kg  
Check Weight ok  
Lisäaine  
Karkea  
Hidas  
Tyhjä  
Tyhj 1  
Tyhj 2  
Tyhj 3  
Huuhtelu

**Sekoitin 1**  
Käsikäyttö sek.  
Myllyn luukku auki!  
Loppu  
41L  
Sek. vesi  
Palauta  
Sulje  
Avaa  
Varattu  
Sekoitusaika umpeutui  
Ulkoinen  
Klinni  
Huuhtelu  
Light  
Hydrauliikka  
Pois Päälle  
Ajokaista 1  
Est Vapaa  
Auton sekoittimessa  
Annokset  
Maara 30 / 30 m<sup>3</sup>  
V/S-arvo 0.47 / 0.43

**Puhdistus**  
Iso pesu  
Puolipesu  
Pois  
Vapaa  
Manuaalinen  
Käynnissä  
Häiriö

**Ohjausjännite**  
Pois Päälle

**Kompressori**  
Pois Päälle  
Käynnissä

**Signallamp**  
Päälle Äänimerk

**Laskeutusmitta (mm)**  
Lineaarinen 0 %  
Teho 0 (0) %  
0 20 40 60 80 100

**Sekoitus-aika (s)**  
0 36 72 108 144

**Ilman lämpötila** 25,0 °C  
**Betonin lämpötila M** 15,4 °C  
**Vesikorjaus per m<sup>3</sup>** 0 kg  
**Kosteuskorjaus per m<sup>3</sup>** 0 kg

# Lisäaineet

- Notkistin, huokostin, hidastin, kiihdytin
  - Myös muita lisäaineita
- CE-merkittyjä
- Lisäaineet lisäainesäiliöissä
  - Kontit, tynnyrit
  - Sekoittimet tai kierrätyspumput
- Säiliöiden täyttö säiliöautolla
- Suljettu järjestelmä



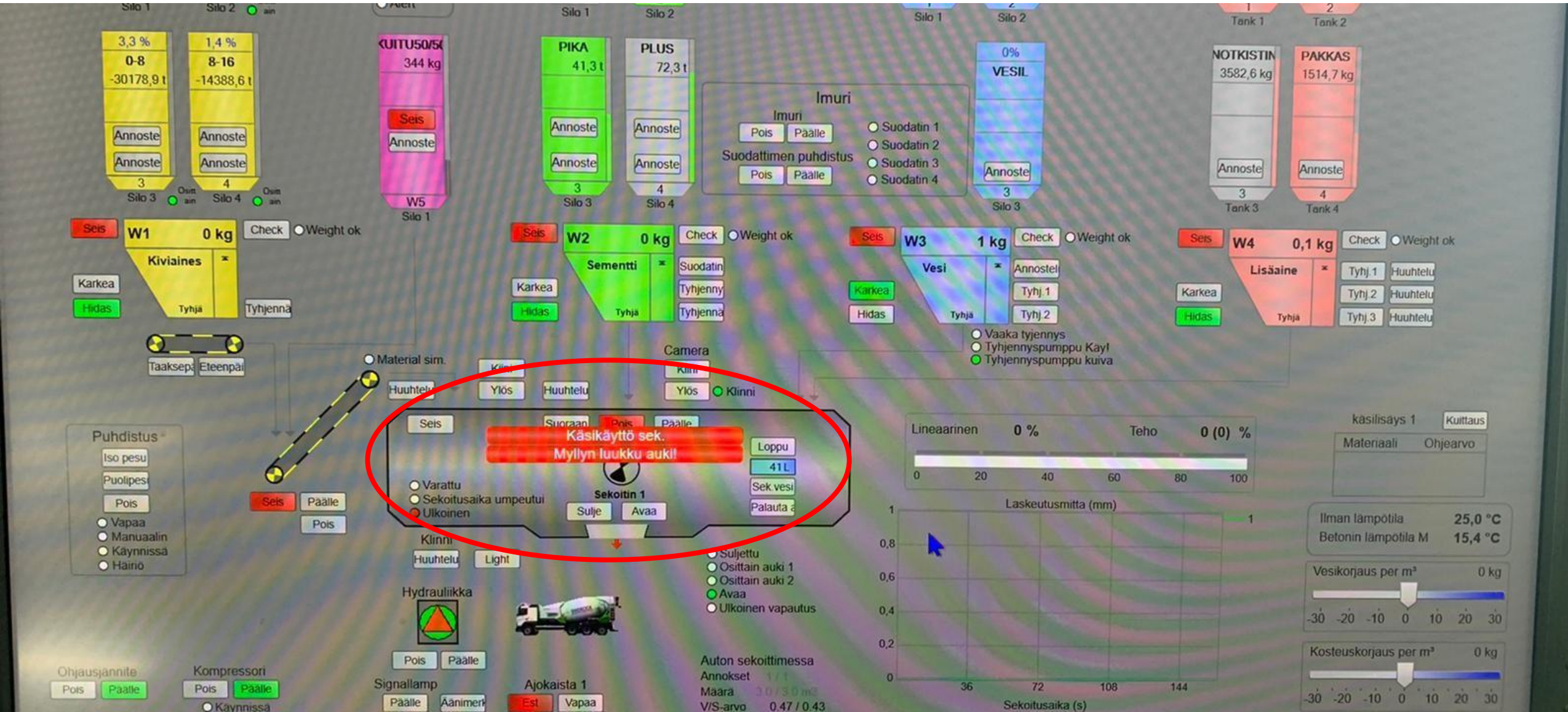
# Lisäaineet

- Annostellaan omille vaa'oilille
- Annostelutarkkuuden tulee olla  $\pm 5\%$  vaaditusta määrästä
- Nestemäisten lisäaineiden kokonaismäärän ollessa yli 3 l/betoni-m<sup>3</sup> lisäaineen vesimäärä tulee ottaa huomioon vesisementtisuhdetta laskettaessa.

- notkistimet
- sitoutumista hidastavat notkistimet
- sitoutumista kiihdyttävät notkistimet
- tehonotkistimet/nesteyttimet
- sitoutumista hidastavat tehonotkistimet/nesteyttimet
- huokostimet
- sitoutumista nopeuttavat kiihdyttimet
- kovettumista nopeuttavat kiihdyttimet
- sitoutumista hidastavat hidastimet
- vedenerottumista vähentävät lisäaineet
- vedenimeytymistä estävät lisäaineet
- viskositeetin säätöaineet.
- kutistumista estävät aineet
- tiivistävät / halkeamia estävät / halkeamia korjaavat lisäaineet
- jäätyksen kestoja parantavat lisäaineet
- jälkihoitavat lisäaineet.



# Betonin valmistus



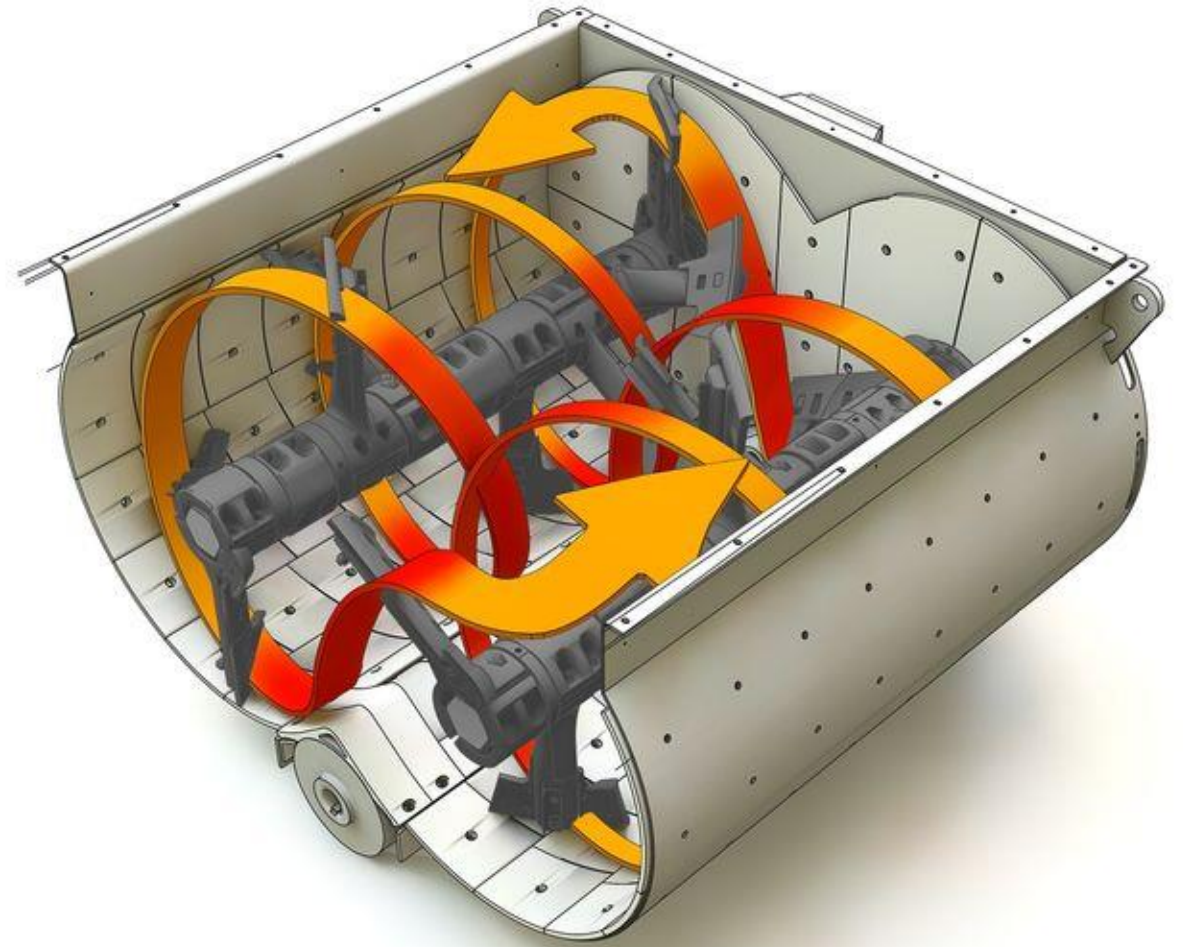
# Betonin valmistus

- Betonin sekoitusaikaa vaihtelee sekoitintyyppistä, betonilaadusta, raaka-aineista ja laitteistosta riippuen
  - Normaalisti 60...120 sekuntia
  - Betonin sekoitusaika on minimissään 60 sekuntia
  - **Säänkestävillä** betoneilla vähimmäissekoitusaika on 90 sekuntia.
    - Mikäli noudatetaan varmennuslaitoksen tuoteryhmäohjetta TR14
  - **Kuitubetonin** sekoitusaika on tavallista betonia pidempi (noin 1,5...2-kertainen), jotta kuitujen tasainen sekoittuminen betonin joukkoon varmistetaan.
  - **Erikoisbetoneilla** on tavallista pidempi sekoitusaika, oikean ajan määrittäminen tulee todeta ennakkokokein
- Sekoitusaika on aina varmistettava ennakkokokein



# Betonin valmistus

- Kaksoisakselisekoitin (kuva)
  - Valmisbetonit
  - Tehokas esim. Itsetiivistyvän betonin valmistuksessa
- Nykyään yleisin sekoitin tyyppi





# Betonin valmistus

- Vapaapudotteinen sekoitin
  - Valmisbetonit
  - Nopea perusbetoneiden kanssa
  - Huoltovapaa



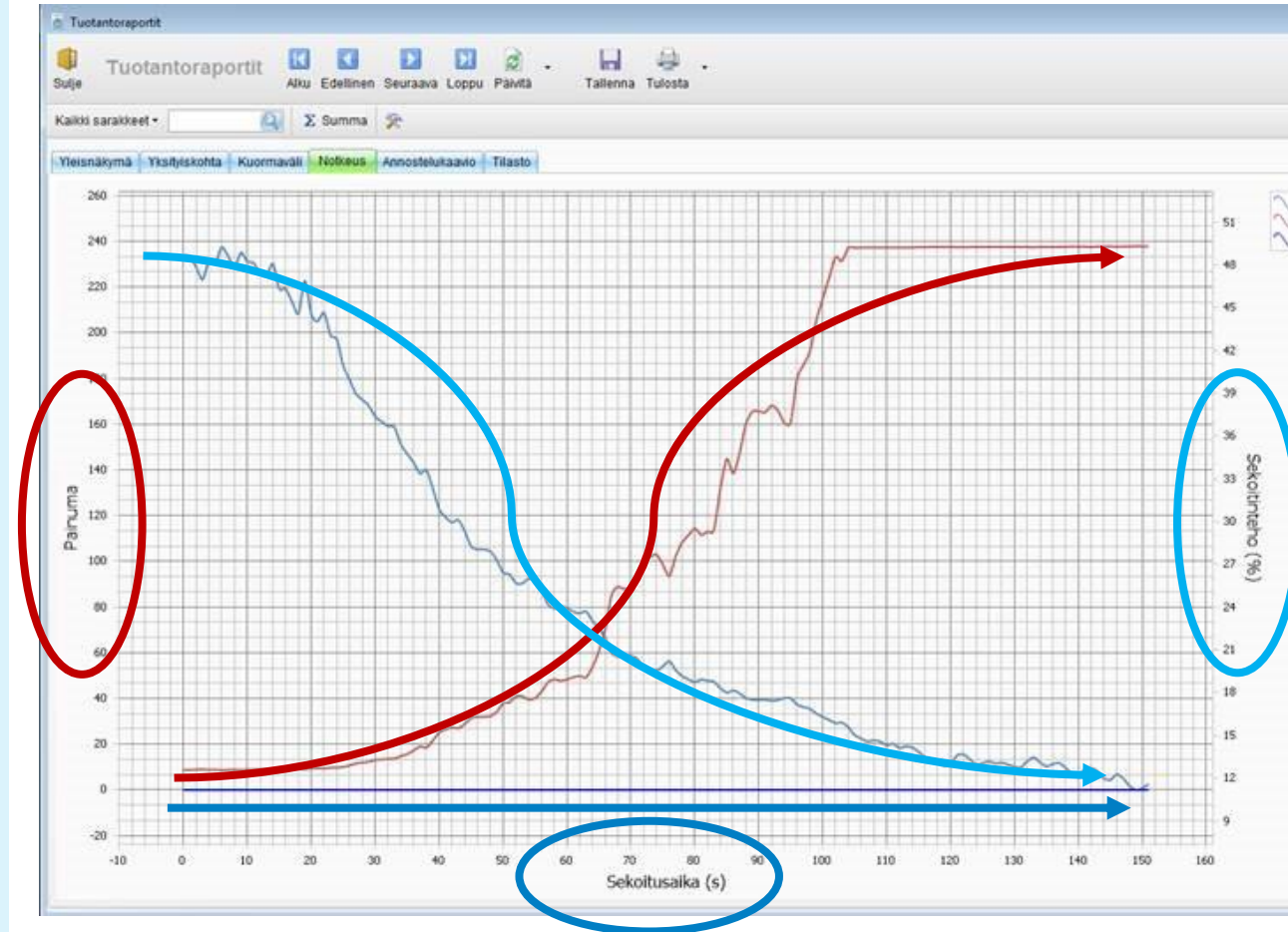
# Betonin valmistus

- Tasosekoitin
  - Elementtitehtaat
  - Perusbetonit
  - Vähän vettä sisältävät betonit



# Betonin valmistus

- Valmistusta seurataan tuotantokoneelta
  - Teholukema
  - Sekoitusaika
  - Lisävedentarve
  - Lämpötila



# Betonin valmistus, Tuotantoraportti

Yleinen

Sekoitin 1 Poisto 1 Määrä 1,5 m3 Palautusmäärä  
Resepti 18001952300 0 SK PIKA-PLUS C32/40 16mm hieno S3 Palautusmäärä KK-nro 0  
Max raekoko 15 Rasitusluokka 0,50 Säänkestävä\_XC4\_XS1 50\_XD2 5  
Tuotteet 23000042300 SK C30/37 16mm hieno S3 - XC3 XC4 XF3 - 100 VUJOTTA  
Ajoneuvo 342 Tunnus OVE-228  
Asiakas 35363  
Työmaa 30024176  
Työkohteen osasto Rakennusosa

Sekoitusolosuhteet

Sekoitusajaksi ohje (s) 90 Sekoitusajaksi 151 Sekoitusajan alku 07.08  
Lujuusluokka C32/40 Tavoitelujuus (N/mm²) 37 Tiheysluokka  
Notkeusluokka S3 Notkeus torsi 238 Notkeus asselettu 190  
Notkeus laadunvalvonnasta  
Huuhelavesi (kg) 0,00 Työmaan notkeus  
Sekoittimen vesi (kg) 21,00 Työmaalla lisätty vesi (kg)  
Vesikorjaus (kg/m³) 0,00 Säiliön vesi (kg) 0,00 Pesuvesi (kg)  
Ilman lämpötila (°C) 15,9 Betonin lämpötila (°C) 21,5 Ilmapitoisuus (%) 4,5  
Ohjelämpötila (°C) 0 Laskettu (°C) Ohjelämpötila Vesi (°C) 0  
Lämpötilakorjaus (°C) 0

| Tila | Materiaalinro | Kuvaus | Ohjearvo (kg/m³)  | Tosiarvo (kg/m³) | Aseta kuva | Ohjearvo | Toteutunut | Poikkeama (kg) | Puhdistu... | Vesipitoisuus | Yksikkö | Kosteus (%) | Tunnus | K-avo | Veden imeyty... | Tuotantor... | Kiintoheys | Kiinteän ainee... | Kiintoainehyys |
|------|---------------|--------|-------------------|------------------|------------|----------|------------|----------------|-------------|---------------|---------|-------------|--------|-------|-----------------|--------------|------------|-------------------|----------------|
| >    | Kiviä         | 1102   | Filleri HK        | 108,20           | 103,51     | 155,59   | 162,30     | 155,26         | -7,04       | 6,43          | kg      | 4,63 kMaana |        |       | 0,30            | 0,00         | 2670       | 100,00            |                |
|      | Kiviä         | 1215   | Pinsio 0-8        | 1202,46          | 1207,20    | 1763,30  | 1803,69    | 1810,80        | 7,11        | 40,55         | kg      | 2,70 SMaana |        |       | 0,40            | 0,00         | 2670       | 100,00            | K              |
|      | Kiviä         | 1315   | Pinsio 8-16       | 457,35           | 458,92     | 679,25   | 686,02     | 689,38         | 2,36        | 6,79          | kg      | 1,40 SMaana |        |       | 0,40            | 0,00         | 2690       | 100,00            | K              |
|      | Side          | 2103   | CEM I 52,5 R      | 195,00           | 196,65     | 292,50   | 292,50     | 294,98         | 2,48        |               | kg      |             |        |       | 0,00            | 0,00         | 3100       | 100,00            | F              |
|      | Side          | 2110   | CEM II/B-M (S-LL) | 195,00           | 193,08     | 292,50   | 292,50     | 289,63         | -2,87       |               | kg      |             |        |       | 0,00            | 0,00         | 3100       | 100,00            | F              |
|      | Pese          | 4300   | Kierrätysvesi     | 85,66            | 85,74      | 190,05   | 128,49     | 128,50         | 0,11        | 128,60        | kg      |             |        |       | 0,00            | 0,00         | 1000       |                   |                |
|      | Pese          | 4200   | Lämmin vesi       | 54,30            | 53,78      | 81,45    | 81,45      | 80,68          | -0,77       | 80,68         | kg      |             |        |       | 0,00            | 0,00         | 1000       |                   |                |
|      | Lisa          | 3110   | SKY 600           | 3,90             | 3,93       | 5,85     | 5,85       | 5,89           | 0,04        | 4,86          | kg      |             |        |       | 0,00            | 0,00         | 1000       | 17,50             | 1030,00 B      |
|      | Lisa          | 3205   | Master Air 100    | 1,95             | 1,99       | 2,93     | 2,93       | 2,88           | 0,06        | 2,91          | kg      |             |        |       | 0,00            | 0,00         | 1000       | 2,50              | 1022,00 B      |

VSK 0,50 Max VSK 0,49 Aselettu (kg) 3456 kg/m3 2304 On (kg) 3478 kg/m3 2319 Vesi VSK (kg) 291,82 Sideaineet VSK (kg) 585 Veden imeytyminen (kg) 10,21

Käytä laskettuja arvoja

Määrä 1,521 Kiintoheys (kg/m³) 2287 Sementti (kg/m³) 384,32 Vesi (kg/m³) 191,84 VSK 0,50 VSK 0,50 VSideaine 0,50

Kuorman/annoksen valmistumisen jälkeen toteutuneet tiedot tallentuvat tuotantolaitteistolle

- Annostelumäärä
- Annostelu aika
- Valmistuksen aloittaminen
- Valmistuksen lopettaminen
- Sekoitusaika
- Betonin lämpötila
- Teholukema/Notkeus
- Asiakas
- Työmaa
- Kuljetuskalusto

# Betonin laadunvalvonta valmistuksen yhteydessä

- SFS EN 206
- SFS EN 7022
- TR14
- Betoninormit BY65
- Laadunvalvonta
  - Notkeuden mittaus
  - Ilmamäärän mittaus
  - Lämpötila
  - Ominaispaino
  - Koekappaleiden valmistus, satunnaisotantana betoniperheittäin
- Raaka-aineet valvottuja ja CE-merkittyjä
- Valmisbetoni ei ole CE-merkittyä → Varmennustodistus ja Tehdas sertifikaatti



Betonin valmistus  
**SIIRROT**



# Betonin kuljetus

- Kuljetus tapahtuu pääsääntöisesti pyörintäsäiliöautoilla
- Kapasiteetti normaalisti 5...9 m<sup>3</sup>
  - Puoliperävaunut 12 m<sup>3</sup>
- Purkusiivet ja mahdollisesti sekoitussiivet
  - Betonia voidaan notkistaa työmaalla
  - Vaikutukset selvitettävä ennakkokokein
- Betonin kuljetuksen vaikutukset betonin ominaisuuksiin on selvitettävä ennakkokokein
- Muita
  - Allasauto (harvinainen, maakosteabetoni)
  - Lava-auto (maakostabetoni)



# Betonin kuljetus

- Kuljetuksen vaikutus betoniin tulee selvittää
  - Notkeus
  - Ilmamäärä, säänkestävät betonit
- Betonia voi (ja saa) notkistaa työmaalla tarvittaessa,
- notkistinta käyttäen
  - Betoninvalmistajan ohjeiden mukaan
  - Vaikutus selvitettävä ennakkokokein (Betonin valmistaja)
  - **Veden lisääminen betoniin on kiellettyä**
- Betonin kuljetus
  - Tilausaika
    - Ruuhka-aika → syö kuljetuskapasiteettia
  - Työmaaliikenne ja työmaajärjestelyt
    - Autojen tulotyömaalle
    - Autojen kääntöpaikat
    - Auton rännin peseminen ennen lähtöä





# Betonin siirrot työmaalla

- Siirtomenetelmän valinta
  - Työmaan järjestelyiden mukaan
  - Muut työvaiheet huomioiden työmaalla
  - Työkohteen laajuus, muoto, etäisyydet ja korkeussuhteet
  - Saatavilla oleva kalusto
  - Aikataulut
  - Betonointinopeus, betonimäärä, betonilaatu
  - Taloudelliset vaikutukset



# Nostoastia

- Nostoastia
  - Torninosturi
  - Mobiilinosturi
- Nostoastioiden tilavuudet 1...3 m<sup>3</sup>
- Nosturin muu käyttö valun aikana ei ole mahdollista



# Purkuränni

- Hydraulikka ränni
  - Ulottuvuus 3...9 m
- ”Euroränni”
  - Paloista koottava ränni
  - Ulottuvuus ~3 m
- Puretaan maan tasalle tai maan pinnan alapuolelle



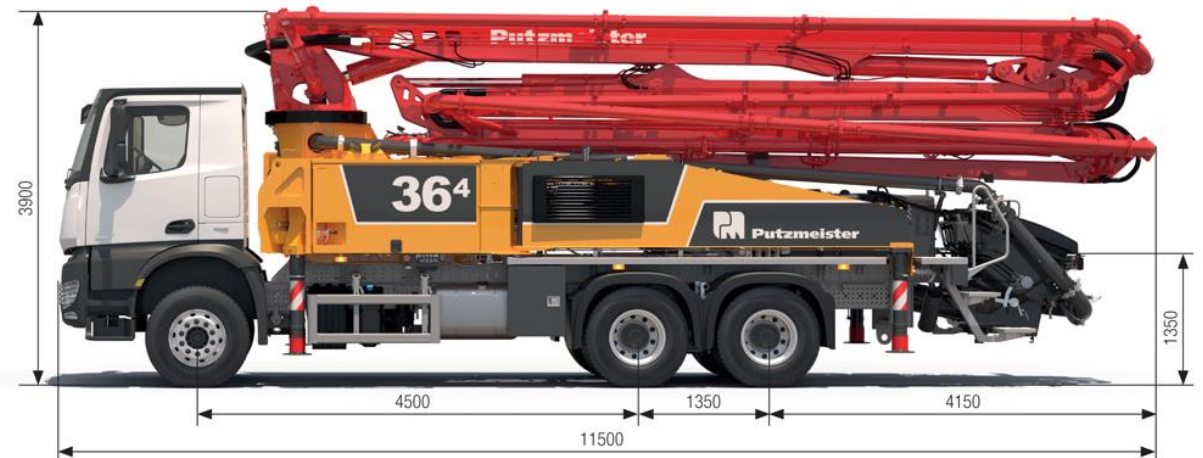
# Hihnakuljetin

- Ulottuvuus 10...16 m
- Maksimikulma
  - Ylöspäin purettaessa  $\sim 30^\circ$
  - Alaspäin purettaessa  $\sim 45^\circ$
- Poistuva "luonnonvara"



# Puomipumppu

- Puomipumppu 24 m...68 m
  - Cifa 101 m
- Pystytään pumppaamaan nopeasti suuria määriä betonia pitkiin matkoihin
- Isommat pumput vaativat paljon tilaa työmaalta
- Pumppausteho 20...150 m<sup>3</sup>
  - Käytännössä noin 50 m<sup>3</sup>
- Mahdollinen linjapumppaus
  - Linjojen rakentaminen työmaan vastuulla (sopimuskohtainen)
  - Letkulinja
  - Rautalinja
  - Pituus vaihtelee 10m ylöspäin.



Note: Standard version. Dimensions and weights depend on truck, pump model and equipment.  
Dimensions in mm for MB-Actros 3243.  
Illustrations show special equipment.

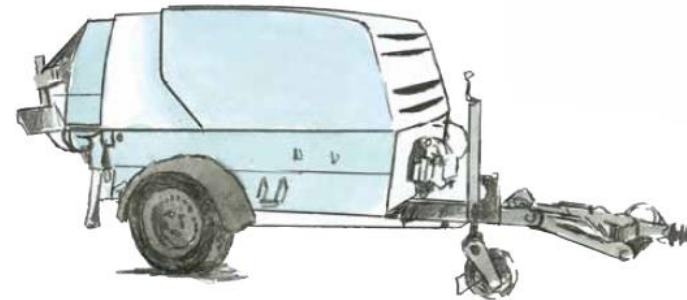
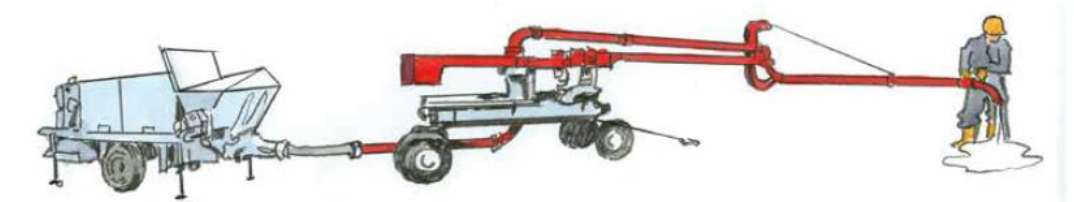
# Kuljetuspumppu

- Kuljetuspumput 24 m...31 m
- Pienemmät työmaat
- Kuljetuskapasiteetti vaihtelee alustan mukaan
  - 2,5...5 m<sup>3</sup>



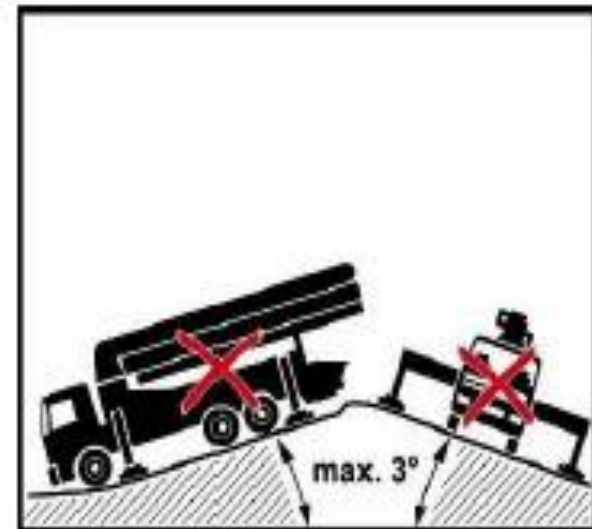
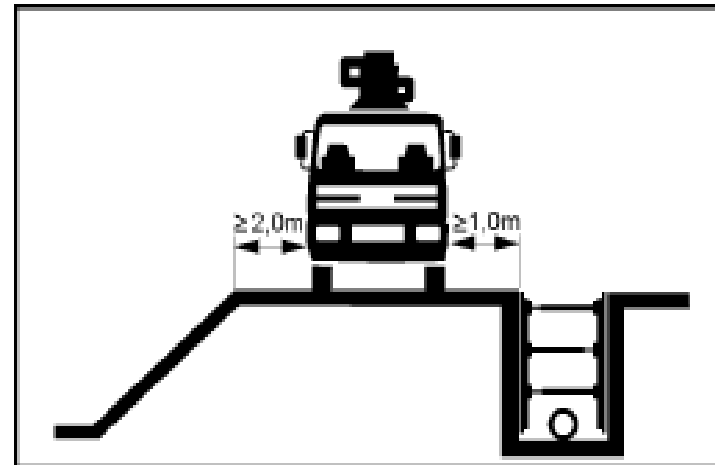
# Muut pumput

- Puomiton autopumppu
  - Perästä pumppaus linjalla
- Hinattavat / Palkkialustaiset pumput
- Jakopuomi
- Korkeapaine pumput
- Jakopuomi + linja
- Hämikset, eli siirrettävä jakelupuomi



# Betonipumppujen pystytys

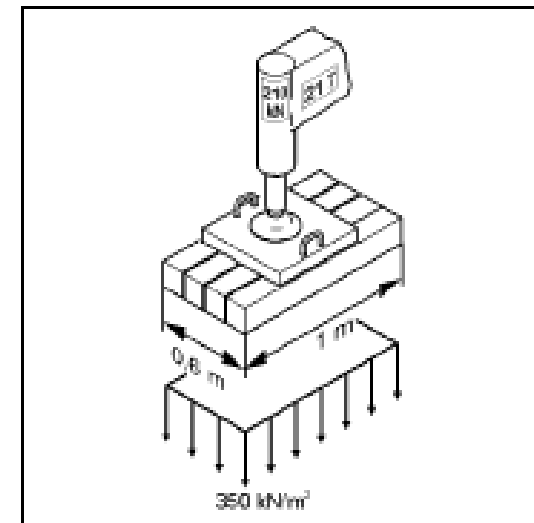
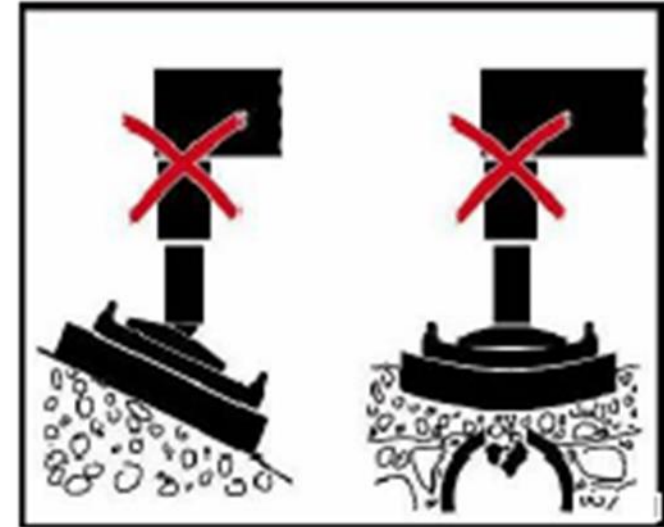
- Betonipumppuauto tulee pystyttää vaakasuoralle alustalle, suurin sallittu kallistuskulma on 3°
- Betonipumppujen seisontavakautta on tarkkailtava säännöllisesti käytön aikana.
- Luonnon maaperässä, ei sorassa, turvaetäisyys vastaa kaivannon syvyyttä, vähintään kuitenkin 2m.
- Sora- tai täyttömaalla turvaetäisyys on kaksi kertaa kaivannon syvyys, vähintään kuitenkin 2m.





# Betonipumppujen pystytys

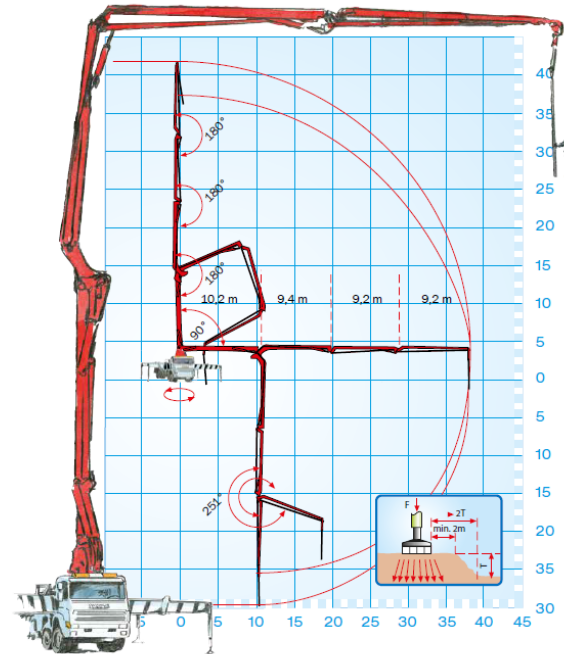
- Tukijalkojen sijoittelussa työmaalla tulee varmistaa että tukijalat on turvallisesti sijoitettu kantavan maan päälle. Talvisin tukijalkojen alustat tulee hiekoittaa.
- Jokaisesta tukijalasta maanpohjaan johtava voima leviää maapohjaan kiilamaisesti 45°:n kulmassa. Maaperässä vastaavasti on noudatettava riittävää turvaetäisyyttä kaivantoon ja rinteeseen.



# Betonpumppejen pystytys

## Betongpump M 38-42

Den 4-delade masten uttryttar räckvidden bra i alla lägen. Räckvidden 42 m rakt upp och 38 m horisontellt. Pumpkapacitet är teoretiskt 180 m<sup>3</sup>.

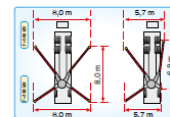


**Teknisk beskrivning:**  
(Skillnader kan förekomma beroende på marknad och pumpfabrikat)

Transportläge  
Totalvikt > 34 ton  
Transporthöjd > 4 meter  
Längd > 14 meter  
Bredd > 2,6 meter

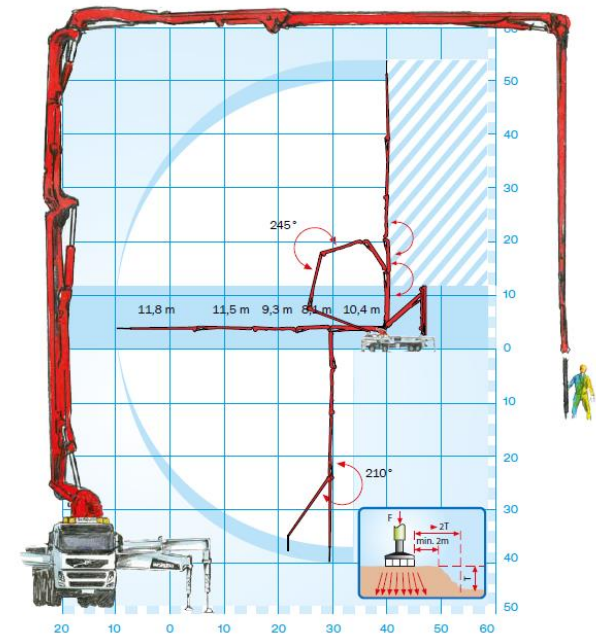
**Arbetsläge**  
Uppställningsyta för stödben  
Längd > 9 meter  
Bredd fram > 8,5 meter  
Bredd bak > 9,5 meter  
Höjd bomresning > 12 meter

Stödbenstryck  
Fram > 24,5 ton  
Bak > 23,5 ton



## Betongpump M 56

Den 5-delade masten uttryttar räckvidden bra i alla lägen. 56 meter rakt upp och 49,1 meter horisontellt. Pumpkapacitet är teoretiskt 160 m<sup>3</sup>.

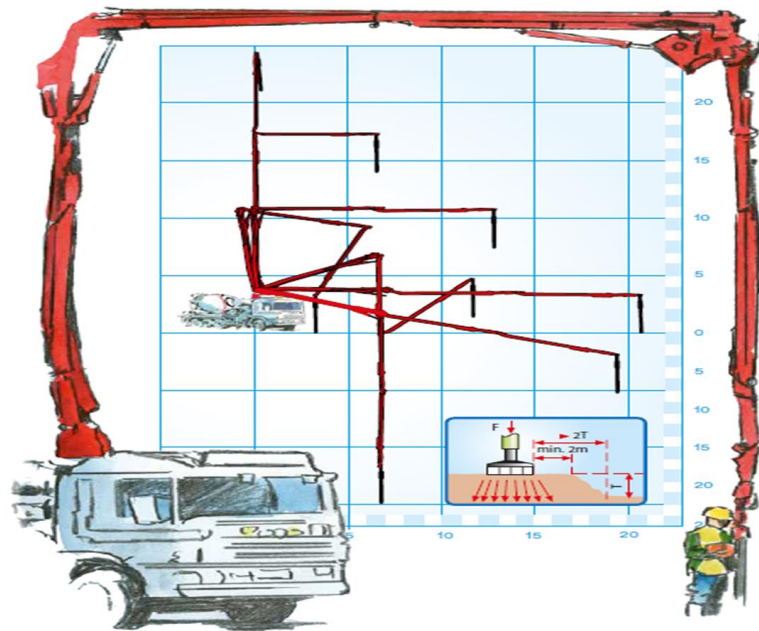
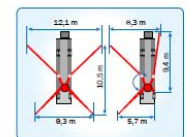


**Teknisk beskrivning:**  
(Skillnader kan förekomma beroende på marknad och pumpfabrikat)

Transportläge  
Totalvikt > 53 ton  
Transporthöjd > 4 meter  
Längd > 14,1 meter  
Bredd > 2,6 meter

**Arbetsläge**  
Uppställningsyta för stödben  
Längd > 14,1 meter  
Bredd fram > 9,3 meter  
Bredd bak > 12,1 meter  
Höjd bomresning > 12,2 meter

Stödbenstryck  
Fram > 30 ton  
Bak > 31,5 ton

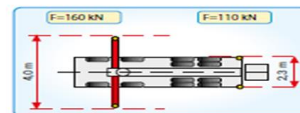


**Teknisk beskrivning**  
(Skillnader kan förekomma beroende på marknad och pumpfabrikat)

Transportläge:  
Totalvikt > 32 ton  
Transporthöjd > 4 meter  
Längd > 11 meter  
Bredd > 2,6 meter  
Lastkapacitet > 5 m<sup>3</sup>

**Arbetsläge**  
Uppställningsyta för stödben  
Längd > 11 meter  
Bredd fram > 4 meter  
Höjd bomresning > 7 meter

Stödbenstryck  
Fram > 17 ton  
Bak > 12 ton



# Betonipumppauslinja

- Betonipumppauslinjojen reitit tulisi suunnitella huolellisesti työmaalla, sillä betonipumppauslinjan lähialueet ovat vaara-alueita.
- Työmaalla kannattaa huolehtia riittävästä henkilömäärästä linjojen rakennus- ja siirtovaiheissa.
- Työmaan vastuulla on betonipumppauslinjan reitin ympäristön suojaaminen.
- Työmaalla tulee noudattaa alla olevan taulukon minimipumppauslinja kokoja.

Taulukko 1. Pumppauslinjan sisähalkaisijan sallitut minimikoot

| Betonilaatu                        | Betonin kiviaineksen maksimiraekoko (mm)   |            |             |             |
|------------------------------------|--|------------|-------------|-------------|
|                                    | # 8 mm                                     | # 12 mm    | # 16 mm     | # 32 mm     |
| Rakennebetoni                      | 3" / 75 mm                                 | 3" / 75 mm | 3" / 75 mm  | 4" / 100 mm |
| Säikekestävä rakennebetoni         | 3" / 75 mm                                 | 3" / 75 mm | 3" / 75 mm  | 4" / 100 mm |
| Korkealujuusbetoni                 | 3" / 75 mm                                 | 3" / 75 mm | 3" / 75 mm  | 4" / 100 mm |
| Teräskuitubetoni                   | 3" / 75 mm                                 | 3" / 75 mm | 4" / 100 mm |             |
| Imubetoni                          | 3" / 75 mm                                 | 3" / 75 mm | 3" / 75 mm  | 4" / 100 mm |
| Lattiatbetoni                      | 2,5" / 63 mm                               | 3" / 75 mm | 3" / 75 mm  |             |
| Saumaus-, juotos- ja harkkabetonit | (2" / 50 mm) <sup>1)</sup><br>2,5" / 63 mm | 3" / 75 mm |             |             |

<sup>1)</sup> Saumaus-, juotos- ja harkkobetoneissa voidaan poikkeuksellisesti harkita 2" linjaa lyhyillä linjapituuksilla, mutta silloin pitää erityisesti varautua linjan räjähtämisriskiin ja betonin suuren kutistuman aiheuttamaan halkeiluriskiin.

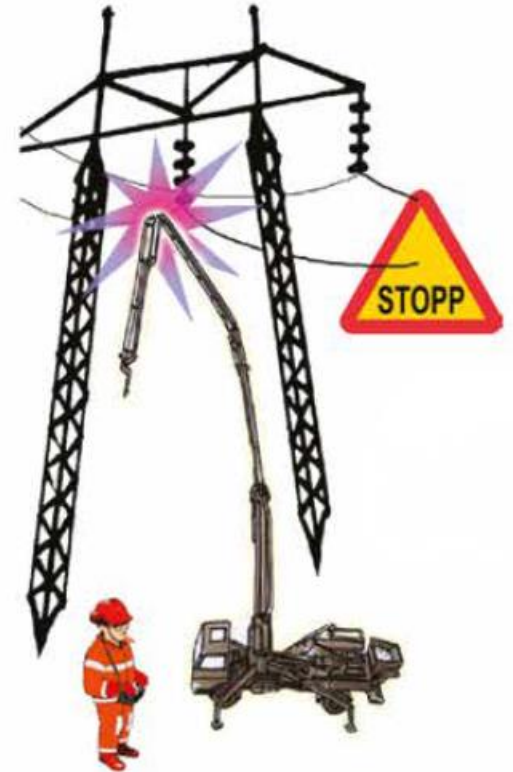
# Keliolosuhteet

- Pakkasraja betonipumpuilla -15 °C
- Tuuliolosuhteiden huomioiminen jakelupuomistoissa, joiden pystyulottuvuus on 42m tai enemmän, ei saa käyttää tuulen nopeuden ylittäessä 14 m/s.
- Jakelupuomistoja, joiden pystyulottuvuus on alle 42m, ei saa käyttää tuulen nopeuden ylittäessä 20 m/s.



# Työturvallisuus

- Pumpun pystytys
  - Alustan kantavuus
  - Pumpun pystytyspöytäkirja
- Sähköjohtojen etäisyys puomiin
- Linjat hyvin suojattava
- Puomi ei ole nosturi
- Nosturin ja betonin pumpun yhteistoiminta työmaalla
- Betoni pumppauksen sallitut linjakoot
  - Tukkeutuminen → linjan räjähtäminen



# Pystytyspöytäkirja

- Täytetään aina ennen koneen pystytystä ja valun aloittamista

|  |                 |                   |                     |
|--|-----------------|-------------------|---------------------|
| Tarkastuspaikka (Työmaa/Asiakas)   |                 |                   |                     |
|  |                 |                   |                     |
| Pumppuauton malli, merkki ja rek.no  |                 |                   |                     |
| Omistaja   |                 |                   |                     |
| <b>TARKASTUSKOHEET</b>   | <b>Kunnossa</b> | <b>Korjattava</b> | <b>Huomautukset</b> |
| 1. Pumppuautolle on suoritettu rakenteelliset tarkastukset - vuositarkastukset   |                 |                   |                     |
| 2. Pumppuauton mukana on tarvittavat käyttö- ja huolto-ohjeet sekä muut tarvittavat asiakaspaperit   |                 |                   |                     |
| 3. Syöttöputkiston kunto   |                 |                   |                     |
| 4. Pääletkun kiinnitys   |                 |                   |                     |
| 5. Puomin sylinterit   |                 |                   |                     |
| 6. Hydraulikkaletkut ja -putkistot   |                 |                   |                     |
| 7. Näköyhteys valukohteeseen   |                 |                   |                     |
| 8. Pumppuauton - tukemislaitteet<br>- käyttöpaikka<br>- työalustan maapohja<br>- alustan vakavuus<br>- sähkölinjat ja -johdot<br>- kaivannot<br>- liikennöidyt alueet<br>- sääolosuhteet |                 |                   |                     |
| ovat pumppaustyön turvallisen suorittamisen edellyttämässä kunnossa.   |                 |                   |                     |
| 9. Pumppauslinjan asennus, purku ja pesutyö  |                 |                   |                     |
| 10. Pumppauslinjan ympäristön suojaus  |                 |                   |                     |

Kiitos

