

**Betonipumppauksen kustannusvertailu
kiinteä linjasto vs. mobiilipumppaus
ja korkeapainepumppauksen
työ-/turvallisuusohje**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Visamäki, Rakennustekniikka

Kevät, 2018

Jarmo Ilomäki

Rakennustekniikan koulutusohjelma, insinööri
Visamäki

Tekijä	Jarmo Ilomäki	Vuosi 2018
Työn nimi	Betonipumppauksen kustannusvertailu kiinteä linjasto vs. mobiilipumppaus ja korkeapainepumppauksen työ-/turvallisuusohje	
Työn ohjaajat	Hannu Fagerlund, Juhani Romu, Mikko Moilanen	

TIIVISTELMÄ

Työn tilaaja on YIT Rakennus Oy / YIT Tripla. Työn tarkoituksena on verrata kustannuksia kiinteän linjaston ja letkuvalujen välillä. Samalla työ toimii myös työ-/turvallisuusohjeena korkeapainevaluille työmailla.

Suomen rakennuskannan korkeuksien kasvaessa ja paikallavalurakentamisen suosion takia betonin siirtäminen betoniautosta valumuottiin tuottaa haasteita. Korkeapainepumppaus on vielä marginaalista Suomessa, eikä siihen ole vakiinnutettua toimintamallia tai työohjetta. Muualla Euroopassa ja Venäjällä korkeapainepumppaus on yleisempää.

Korkeapainepumppaus tuo uusia turvallisuushaasteita työmaalle linjaston läheisyyteen ja käytettäviin välineistöihin. Oikealla välineistöllä, ammattitaitoisella työryhmällä ja hyvällä suunnittelulla sekä työnjohdolla tämä työtapa mahdollistaa betonin siirtämisen pitkiäkin matkoja pystysuunnassa turvallisesti ja kustannustehokkaasti.

Opinnäytetyössä paneudutaan YIT Tripla -hankkeen pysäköinti- ja kauppakeskuslohkojen holvivaluihin. Malliesimerkkinä on käytetty 1200 m²:n kokosen, jälkijännitetyn laattapalkiston valua, jonka betonimenekki on 450 m³. Kantaa otetaan betonin siirtokustannuksiin autosta muottiin, valuryhmän työaikaan ja työergonomiaan.

Avainsanat betonointi, kustannusvertailu, työohje, turvallisuusohje

Sivut 77 sivua, joista liitteitä 46 sivua

Degree programme in construction engineering
Visamäki

Author	Jarmo Ilomäki	Year 2018
Subject	Cost comparison between landline and mobile concrete pumping and safety guide for high-pressure concrete pumping	
Supervisors	Hannu Fagerlund	

ABSTRACT

Due to the growth of the height of building stock and the popularity of cast-on-site method, moving concrete from a concrete truck to formwork has become challenging. High pressure pumping remains marginal in Finland and no established procedure or manual exist yet. In other parts of Europe and Russia high pressure pumping is more common. High pressure pumping brings new challenges for work safety on building sites and the equipment used. With the right equipment, a professional team, careful planning and supervising this method allows to transfer concrete long vertical distances safely and cost-effectively.

This Bachelor's thesis was commissioned by YIT Rakennus Oy/YIT Tripla. The main purpose of the thesis was to compare costs between two different concrete pumping methods and to draw up work and safety instructions for the high-pressure concrete pumping on building sites.

The thesis discusses the cast-on-site frames of the parking hall and shopping mall of YIT Tripla project. The post-tensioned deck structure of 1200 m² was used as an example with the concrete consumption of 450 m³. The thesis studied the costs of concrete transfer from the concrete truck to the formwork, working hours of the casting team and work ergonomics.

After comparison it was discovered that using the landline concrete pumping 5% of money was saved compared to the mobile concrete pumping method. In addition, 25 workdays were saved from August 2016 to March 2018. Therefore, on this building site the landline method saved money and time.

Keywords concrete, casting, work guide, safety guide
Pages 77 pages including appendices 46 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Betonin ja sementin historia Suomessa ja maailmalla	1
1.1.1	Antiikin aika	1
1.1.2	1100–1300-luku.....	1
1.1.3	1500–1800-luku.....	1
1.1.4	1900-luku.....	4
1.2	YIT:n historia.....	7
1.3	Tripla-hanke	8
1.4	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset	9
2	MALLIKOHDE JA KÄYTETTÄVÄT JÄRJESTELMÄT SEKÄ TYÖTAVAT	10
2.1	Mallikohteen yleistiedot	10
2.2	Mobiilipumppaus	11
2.3	Pumppaus kiinteällä linjastolla.....	12
2.4	Yhteenvedo pumppausmetodien välillä	14
2.5	Kustannusvertailuun vaikuttavia yksittäisiä kustannustekijöitä	16
3	KORKEAPAINEPUMPPAUKSEN TURVALLISUUS- JA TYÖOHJE.....	17
3.1	Yleistä korkeapainepumppauksesta	17
3.2	Korkeapainepumppauksen työn suunnittelu.....	17
3.3	Korkeapainepumppauksessa käytettävä kalusto.....	19
3.4	Korkeapainepumppausuunnitelma	20
4	YHTEENVETO JA POHDINTO	23
4.1	Yhteenvedo	23
4.2	Pohdinta	24
5	LÄHTEET.....	26

Liitteet

Liite 1	Pumppauksen työturvallisuus 1.1 Ruskon Betoni Oy
Liite 2	Putzmeister, linjastoeseite
Liite 3	Putzmeister, kiinteiden puomien esite
Liite 4	Boom Makina -eseite
Liite 5	Kustannusvertailu (ainoastaan YIT:n sisäiseen käyttöön)

1 JOHDANTO

1.1 Betonin ja sementin historia Suomessa ja maailmalla

1.1.1 Antiikin aika

Opus signinum eli hydraulisen kalkin ja karkean kiviaineksen seos oli antiikin Roomassa meidän tuntemamme betonin esiaste, josta esimerkkinä toimii näinäkään päivinä Pantheonin temppeli, joka valmistui vuosina 120–124 jKr. Rooman valtakunnan hajoamisen jälkeen sen aikainen ensiaskeleitaan ottanut sementti- ja betoniteknologia vaipui unholaan 200-luvulla. Noin tuhat vuotta myöhemmin koitti betonin uusi aika. (Finnsementti 2014, 10–11.)

1.1.2 1100–1300-luku

Thiemo Salzburgilainen käytti roomalaissementtilaastia 1100-luvulla konstruoimassaan Salzburgin Pyhää Katariinaa esittävässä patsaassa. 1200-luvulla Hollannissa tuli käyttöön kalkista ja trassista (kivettynyt vulkaaninen tuhka) valmistettu materiaali, joka toimi toisena askeleena sementti- ja betoniteknologialle kohti nykyaikaisen sementin keksimistä.

Suomeen kalkinpolton osaamisen saapumisesta ei ole tarkkaa tietoa, mutta 1300-luvulla taito oli hallussa. Tästä todisteena ovat 1300-luvun alussa valmistuneet Lohjan ja Paraisten kirkot. Uskotaan, että kalkinpolttajien joukossa oli talonpoikien esi-isiä, jotka olivat noin 500 vuotta myöhemmin vaikuttamassa suomalaisen sementtiteollisuuden syntyyn. Tuon 500 vuoden ajan kalkinpoltto oli kotipolttoa lähinnä omiin tarpeisiin. (Finnsementti 2014, 11–12.)

1.1.3 1500–1800-luku

1500-luvun loppupuolella perustettiin kalkkikivihakkaamot Perniöön ja Keimiöön. Vuonna 1526 tilatut Turun tuomiokirkon ja Kustaa Vaasan Tukholman linnan kalkkikivitoimitukset toimivat esimerkkeinä kalkinpolttoelinkeinon noususta. 1600-luvulla Suomessa syntyi rautateollisuutta, ja tällöin toiminnassa oli enimmillään 11 masuunia ja 38 mellotusahjoa. Masuuneissa tarvittiin kalkkikiveä raudan sulattamiseen. (Finnsementti 2014, 12.)

1700-luvulla kalkinpoltto kasvoi voimakkaasti etenkin Paraisilla. Tuolloin Suomessa rakennettiin vesivoimaa, ja Paraisilla louhittu kalkki kelpasi muuhunkin rakentamiseen. Samoihin aikoihin Manner-Euroopassa tiede alkoi kiinnostua rakennusmateriaalien kehittämistä. Tästä varhaisia esi-

merkkejä oli Ranskan kuningasvallan loistoaikoina vaikuttanut Belidor-niminen insinööri, joka julkaisi vuonna 1729 teoksen *La science des ingénieurs* ja myöhemmin kirjan *Architecture hydraulique*. Niissä hän toi näkemyksiään, joissa kerrotaan poltetuista kivilajeista saatavan hyviä sideaineita. Nykypäivästä katsottuna Belidorin havainnot olisivat voineet jäädä vähälle käytölle, elleivät edellisellä vuosisadalla herrat Isaac Newton ja Robert Hooke olisi tahoillaan luoneet rakennusinsinööritieteille niiden tunnettua fysikaalista perustaa. (Finnsementti 2014, 12.)

1700-luvun loppupuolella merkittävin suomalainen rakennushanke oli Suomenlinna, jonka valmistuminen vei 40 vuotta. Kalkkilaastia käytettiin myös Hämeen linnan vahvistamistöissä 1740-luvulla. Pääasiallisena raaka-aineen lähteenä olivat Paraisilla sijaitsevat kalkkiuunit. Veroluetteloiden mukaan vuosilta 1747–1767 niitä oli Paraisilla 28 kappaletta. (Finnsementti 2014, 12.)

Vuonna 1759 englantilainen Smeaton määritteli Eddystonen majakan rakenteisiin sopivimman kalkkikiven – sellaisen, joka typpihapon kanssa keitetessä jättää liukenemattoman jäännöksen. Tätä hyödynsi myöhemmin toinen britti nimeltään Parker vedenkestävän kalkkilaastin valmistamisessa, ja vuonna 1796 hän haki patentin roomalaiseementille. Tätä roomalaisten kellanpunaisia, kalkista ja tiilijauheesta koostuvia rakennusaineita sävyltään muistuttavaa materiaalia ryhdyttiin valmistamaan Thamesin savensekaisesta liidusta, jota poltettiin ja polton jälkeen jauhettiin. Parkerin edistämää taitoa vei eteenpäin englantilainen muurari Joseph Aspdin. Hän oivalsi, että sekoittamalla savea ja kalkkikivijauhoa, polttamalla seos ja lopuksi jauhamalla saadaan aikaan materiaali, jonka avulla esimerkiksi maantiepölyä voidaan sitoa raaka-aineeksi. Hän nimesi uuden materiaalin portlandsementiksi, koska näin valmistettu rakennuskiven väri muistutti tuolloin suosittua Portland stone -luonnonkiven väriä. (Finnsementti 2014, 12–13.)

Samoihin aikoihin kun käytännön rakentajat loivat tahoillaan perustaa sementin ja betonin myöhemmälle voittokululle, osa aikakauden johtavista kemisteistä tutki palamista. Ensimmäisenä ehätti ranskalainen Antoine Laurent de Lavoisier, joka julkaisi vuonna 1777 tutkimuksen, jossa hän selitti palamisen kemian. Kemistien joukossa oli sellaisia, jotka olivat kiinnostuneita kalkin kemiasta. Ruotsin Tiedeakatemiassa kiinnostus aiheeseen oli erityisen vilkasta, ja sen piirissä toiminut professori Fredric Mallet julkaisi vuonna 1773 kirjoituksen *Kertomus herra johtaja Ulfströmin vesirakennussementistä*. Uutuuden kehittäminen liittyi Arbogan kanavan sulkulaitteisiin, ja sitä valmistettiin ”lisäämällä kahteen osaan Garphytten alunatetaan trassi- ja liuskekivijauhoa yksi osa (Upsalan lähistöltä saatavaa) Lenakalkkia sekä yksi osa jotain muuta hyvää ja hienoa vuorikalkkia”. Käytännön ja teorian hedelmällistä yhteistyötä edisti turkulainen, Ruotsin tiedeakatemian piiriin kuulunut professori Per Adrian Gadd. Gadd teki noin sata koetta, joilla hän pyrki selvittämään muurilaastin ominaisuuksia eri seossuhteilla ja joiden tulokset hän julkaisi vuonna 1770. Gadd ei osannut

aluksi selittää, miksi muurilaasti kovettuu. Oikean selityksen löysi edinburgilainen kemian tohtori Higgins, joka esitti vuonna 1775 laastin kovettumisen käynnistyvän, kun siinä oleva kalkki imee itseensä ilmassa olevaa hiili-dioksidia. (Finnsementti 2014, 13.)

Kun Suomesta tuli Ruotsin ja Venäjän välisen sodan jälkeen vuonna 1809 Venäjän suurruhtinaskunta, kalkin kysyntä kasvoi jälleenrakentamistarpeen takia voimakkaasti. Kaupungeissa ryhdyttiin suosimaan kivialorakentamista, mikä lisäsi laastien menekkiä. Kantavien sementtirakenteiden konstruoimiseen ei kuitenkaan ollut vielä teknisiä edellytyksiä. (Finnsementti 2014, 13.)

Ranskassa rakennettiin ensimmäinen roomalaissementistä konstruoitu silta jo vuonna 1816, ennen portlandsementin ja raudoitustekniikan kehittämistä. Vuonna 1822 saksalainen Rabitz ideoi seinärakenteita teräksellä jäykistetyistä roomalaissementtibetonista. 1830-luvulla Englannissa tuli käyttöön vuonna 1824 patentoitu Aspdin-sementti, jonka ensimmäisiä kohteita olivat siltaperustukset ja satamarakenteet. (Finnsementti 2014, 13.)

1840-luvulla sementti tuli tutuksi myös Suomessa, mutta lähinnä pelkkänä sanana. Sementti-sanaa ehdotti käyttöönotettavaksi innokkaana fennoomaanina tunnettu Europaeus vuonna 1848. Lohjalla kansa on puhunut sementistä yhtä kauan kuin sementti on rakennusaineena tunnettu. (Finnsementti 2014, 13.)

Manner-Euroopassa avattiin ensimmäinen sementtitehdas Ranskaan 1850-luvulla. Saksalainen Michaelis toi oman pienen lisänsä uuteen keksintöön. Michaelis oivalsi, että lisäämällä reseptiin pienen määrän kipsiä sementin laatu parani. Tarve tähän kehittyi, koska ensimmäiset sementin käyttökokemukset olivat olleet huonoja. Samoihin aikoihin saksalaiset kunnostautuivat kalkinpoltossa kehittämällä sylinteriuunin, joka syrjäytti vanhat maauunit ja mahdollisti entistä tehokkaamman tuotannon säästämällä polttoainetta sekä työvoimaa. Suomessa apteekkari L. E. Stigzelius alkoi tehostaa talonpoikien kalkinpolttoa hankkimalla Korppooseen kaksi sylinteriuunia vuonna 1845. 1951 Lontoon maailmannäyttelyssä ennakkoluuloton liikemies Herman Brummer esitteli suomalaisen hydraulisen sementin Helsingistä, joka kovettui myös veden alla. (Finnsementti 2014, 15–16.)

1855 Ranskassa Francois Coignet julkaisi useita raudoitettun betonin perusideasta ammentavia keksintöjä. Hän myös kunnostautui betonirakentajana konstruoimalla oman talonsa yläpohjan, joka koostui neljästä 270 mm paksusta ja ulkomitoiltaan 7x9-metrisestä, 120 mm I-raudoilla vahvistetusta betonilaatasta. Pariisin St. Denis'ssä sijaitsevan vuonna 1862 valmistuneen talon laatasta kannattelee betonipilaristo. 1867 Pariisin maailmannäyttelyssä Coignet julkaisi 400-sivuisen teoksen, jossa hän kuvaili

muun muassa kuormien siirtymistä raudoitettusta betonilaatasta kanta-vaan tiilimuuriin. (Finnsementti 2014, 16–17.)

1869 Keravan Saviolle perustettiin sementtitehdas. Yksi kimmoke hankkeelle lienee ollut Riihimäki–Pietari-ratahanke, sillä tämän yhteydessä käytettiin betonia ainakin vuosina 1868–70. Tehtaan perustivat Herman Brummer ja Ernst Qvist. Ensimmäisiä keravalaisen sementin käyttökohteita olivat Sinebrychoffin olutkellarin rakenteet ja Pohjan sillan betoniarina. Paalutustöissä 1870-luvun alussa Mitchell-kierrepaalut valettiin niiden rakenneidean mukaisesti betonilla. Merkittävin 1870-luvun kotimainen betonirakenne oli Suomeen emigroituneen opettaja- ja suunnittelijalegenda Endre Lekven johdolla toteutettu Kiviniemen riippusilta. 1890-luvulla vuotuinen sementin käyttömäärä oli keskimäärin 20 000 tonnia. Suomen ensimmäinen sementtitehdas Keravalla lopetti toimintansa 1894, mistä seurasi kotimaisessa sementtituotannossa parin vuosikymmenen mittainen hiljainen ajanjakso. (Finnsementti 2014, 19–23.)

1.1.4 1900-luku

Suomessa 1949 Matti Janhunen alkoi kehittää ideaa esijännitetystä MJ-palkista, joka tuli markkinoille 1953. Janhusta voidaan pitää suomalaisen betonielementtirakentamisen pioneerina, jonka suurin mielenkiinto kohdistui tekniseen kehitystyöhön. Janhunen keskittyi liike- ja teollisuusrakentamiseen, mutta loi samalla perustaa asuinrakentamista palvelevalle elementtiteollisuudelle.

Tarkastustehtäviä sementtiyhdistyksen rinnalla alkoi vuonna 1950 toteuttaa myös Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Lisäresurssit olivat tarpeen, sillä samoihin aikoihin valmisbetonin tuotannossa omaksuttiin talvibetonoinnin käyttö. Opittiin, ettei betoni saa jäätymään ennen kuin lujuus on vähintään 5 MPa. Tämän varmistamiseksi oli käytössä kolme vaihtoehtoista keinoa: betonin lämmittäminen, kiihdyttimien lisääminen massaan tai massan valmistus nopeaa sementtiä käyttäen. Näihin samoihin aikoihin alkoi yleistyä huokostus ja vesitiiviin betonin valmistus. Kun tuotanto monipuolistui ja kävi entistä vaativammaksi, Sementtiyhdistys otti vuonna 1950 käyttöönsä sementtituotteiden laatumerkin, jota voi pitää nykyisen CE-merkin esiasteena. (Finnsementti 2014, 87–88.)

1950-luvun alussa ympärivuotiseen betonointiin houkutti kiivas asunto-tuotanto, sillä vuonna 1950 valmistui 51 000 uutta asuntoa. Asuntojen kysyntä kasvoi ja tämän vainusi Raja-Ville Oy:n perustaja Ville Rajakaltio, joka perusti yhtiönsä vuonna 1950. Raja-Ville toimi oppi-isänä nykyisin vahvana toimijana valmisbetonimarkkinoilla tunnetulle Martti Väänäselle, jonka perustama Ruskon Betoni Oy on nykyisin yksi alansa suurimmista yrityksistä. Vuosien 1952–1954 välisenä aikana sementin käyttö suomalaisilla työmailla kasvoi noin 0,78 miljoonasta tonnista lähes 1,04 miljoonaan tonniin vuodessa, eli noin 250 kiloa jokaista suomalaista kohden. (Finnsementti 2014, 88, 97.)

1950-luvun puolivälissä suomalaisessa betonirakentamisessa käynnistyi merkittävä, myös sementtiteollisuuteen vaikuttava muutos: ensimmäiset elementtirakenteiset lähiötalot valmistuivat. Jopa syvän taantuman aikana 1957 ja 1958 sementtiä käytettiin yli 200 kiloa asukasta kohden. Samoihin aikoihin työmaatekniikka kehittyi ja sileävalutekniikka tuli käyttöön. Työmailla paikallavalumuotteja valmistavan kirvesmiehen rooli alkoi nousta entistä tärkeämmäksi. Rakennusliikkeitä kiinnosti kehittää kantavien seinien paikallavalutekniikkaa, mikä oli sementtitehtaiden mieleen.

Ensimmäisenä paikallavalutekniikkaa asuinrakentamisessa kokeili turkulainen rakennusliike Ruola, jota vetivät Urho ja Martti Ruola. He olivat myös aktiivijäseniä Antero Kallion perustamassa Sileävalukerhossa. Sileävalukerhon keskeisenä toiminta-ajatuksena oli kehittää muottitekniikkaa sileiden valupintojen aikaansaamiseksi. Myös Armas Puolimatka kehitti vastaavaa tekniikkaa, tosin vain omalla tahollaan, koska häntä ei räiskyvän persoonansa takia huolitettu kerhoon mukaan. Elementtirakentaminen kehittyi siinä vierellä, sillä 1957 Valurakenne Oy toimitti ensimmäiset sandwich-elementit rivitalotyömaalle Helsingin Maunulaan. Suomen ensimmäinen valmisbetoniasema valmistui 1950-luvun lopulla Helsingin Taivalsaareen, jossa oli käytössä mekaaninen vaaka sähkömagneettisella herättimellä. (Finnsementti 2014, 101–105.)

1950-luvun loppupuolella betoni toimitettiin valmisbetoniasemilta pääsääntöisesti sora-autoilla, joiden lavoille oli pultattu puulaatikko. Betoni kippattiin työmaalla sopivaksi katsottuun paikkaan maahan, koska purkausta puulaatikosta maahan oli vaikea säännöstellä. Sittemmin esimerkiksi Lohjan Kalkkitehdas hankki viitisen kappaletta allassäiliöautoja Ruotsista Scania-Vabis-alustoille asennettuna. Säiliön tilavuus oli 2,5 kuutiometriä. Pian tämän jälkeen kotimainen Sisu-Auto alkoi valmistaa pyöreäperäistä ja -pohjaista valmisbetonikuuppaa, josta erikseen asennetulla jatkorännillä tai -kourulla betoni voitiin purkaa suoraan kottikärryihin.

Allassäiliöautoilla betonimassaa voitiin kuljettaa 15–20 kilometriä tai enintään 45 minuuttia, mikä oli tuolloin normien mukainen enimmäisaika. Mikäli betonin raekoko oli pieni tai betonimassassa käytettiin hidastetta, kuljetusmatka saattoi olla pidempi. Toisaalta kun betonimassan raekoko oli 80 mm, betonimassassa tapahtui erottumista lyhyehköjenkin kuljetusmatkojen aikana. Suomessa käytettiin betonin pumppausta ensimmäisen kerran vuonna 1950 Imatran Voiman Voimatalon työmaalla Helsingin Kampissa. Kaiser-merkkisellä pumpulla siirrettiin noin 3 500 kuutiometriä betonia sekoittimelta valukohteisiin heinäkuun lopun ja joulukuun alun välillä yhteensä 111 työpäivän aikana. Diplomi-insinööri Antero Kallio kirjoitti kesäkuussa 1952 ilmestyneessä Rakennustaidossa betonipumppausta käsitelleen teknisisältöisen kirjoituksen, jonka lopussa hän tarkasteli Imatran Voiman työmaan betonipumppauksen taloudellista selvitystä. Antero Kallion loppupäätelmä betonipumppauksesta oli yksiselitteisesti, että ”betonipumppauksella on tulevaisuudessa, ei ainoastaan mahdollista kilpailla

tasavertaisesti, vaan myös voittaa muut kuljetusmenetelmät”. (Seppänen 2008, 60, 65.)

Vuonna 1964 Helsingin Konalaan valmistunut Lohjan valmisbetoniasema merkitsi betonivalmistuksessa suurta edistysaskelta. Tällä asemalla betonin lisäaineiden kuten huokostimien, notkistimien ja hidastimien käyttö lisääntyi huomattavasti. Betonikuljetusten kehittyessä 1960-luvun alkupuolella otettiin käyttöön pyörintäsäiliöautoja, ja näiden säiliöitä voitiin hiljalleen pyörittää kuljetusten aikana. Pyörintäsäiliöautojen kuljetuskustannukset olivat noin markan verran kalliimmat kuutiota ja kilometriä kohden kuin allassäiliöautoilla. Työmaa-asemien perustaminen oli valmisbetoniasemien määrän kasvusta huolimatta suhteellisen yleistä aina 1970-luvulle asti. Kun valmisbetoniasemien verkosto vähitellen muodostui niin kattavaksi, että etäisyydet lähes kaikille työmaille olivat kohtuulliset, betonin valmistaminen työmaalla ei ollut enää taloudellisesti järkevää – suurimpia työmaita lukuun ottamatta. Taloudellisuuden lisäksi työmaa-asemien piti nyt täyttää entistä tiukemmat ympäristövaatimukset. 1970-luvun puolivälissä tulivat käyttöön myös valmisbetonitehtaiden mobiiliasemat. 1970- ja 1980-luvut olivat niiden käytön aktiivisinta aikaa, minkä jälkeen suurin osa niistä on romutettu tai siirretty kiinteiden betoniasemien yhteyteen. (Finnsementti 2014, 105.)

1970-luvun alkupuolella Lohja teki laboratorio- ja työmaakokeita nesteytetyllä betonilla. Kuljetusten ongelmaksi muodostui se, että allassäiliöautoissa kiviaines laskeutui säiliön pohjalle, kun taas sementti ja vesi nousivat pinnalle. Nesteytetyn betonin kuljetuskustannukset olivat kaksinkertaiset tavalliseen betoniin verrattuna, ja näin ollen Lohja ei alkanut aktiiviseen markkinointiin. Lohja oli ehtinyt tehdä jo oman esitteensä nesteytetylle betonille. Vuonna 1971 Lohja hankki kuorma-auton alustalle asennetun kaksoismäntäpumpun. Pumpun jakelupuomin vaakapituus oli 17 metriä. Tällä pumpulla pystyttiin siirtämään betonimassaa vaakatasossa 300 metriä ja pystysuunnassa 80 metrin korkeuteen. Tällaisella pumpulla päästiin jopa 60 kuutiometrin pumppausnopeuteen tunnissa. Tuohon aikaan raskailla torninostureilla päästiin 15–20 kuutiometrin siirtonopeuteen tunnissa. (Seppänen 2008, 61, 66.)

Keväällä 1976 Lohjan kilpailija Partek alkoi aktiivisesti markkinoida nesteytettyä betonia ja hankki kolmelle sopimusautoilijalleen sekoitinsäiliöautot. Partekin pelättiin uudella tuotteella valtaavan markkinoita. Lohjakin alkoi uusimaan kuljetuskalustoaan nopeassa tahdissa. Lohjan oli pakko ostaa ensimmäiset autot sopimusautoilijoilleen ennen kuin autoilijat itse ryhtyivät investoimaan tähän kalliimpaan kalustoon, jolle alkoi löytyä kysyntää. (Seppänen 2008, 61.)

Vuonna 1984 sekoitinsäiliöautoon lisättiin hydraulisesti ohjailtava noin 10 metrin pituinen kuljetinhihna. Lohja hankki ensimmäisen sekoitinsäiliöön asennetun betonipumpun ”Pumin” vuonna 1986. Siinä oli 13 metriä pitkä puomi. Tämän jälkeen betonin pumppauskalusto on kasvanut ja kehittynyt

kovalla vauhdilla. Suurin mobiilialustainen betonipumppu Suomessa on Putzmeisterin 62 metrin betonipumppu. (Seppänen 2008, 61, 70.)

2000-luvulla kiinteitä betoniasemia on ollut käytössä vain suurimmilla työmailla, muun muassa Olkiluodon ydinvoimatyömaalla ja Pasilan Tripla-hankkeessa. Nykyisin betoniasemien verkosto on sen verran tiheä ja kuljetuskalusto sekä betonimassa ovat niin kehittyneitä, ettei pienemmillä työmailla ole tarvetta omille betoniasemille.

1.2 YIT:n historia

YIT:n tarina alkaa 1912 ruotsalaisen Ab Allmänna Ingeniörsbyrån silloiseen Suomen suurrutinkuntaan perustamasta Helsingin-sivutoimipisteestä. Tavoitteena oli päästä Suomen kautta Venäjän markkinoille. Ensimmäinen maailmansota ja Suomen itsenäistyminen vaikeuttivat pyrkimyksiä ja toiminta loppui.

Suomalaiset liikemiehet jatkoivat toimintaa muodostamalla vuonna 1920 Ab Allmänna Ingeniörsbyrå – Yleinen Insinööritoimisto Oy:n. Yritys sai hyvän maineen, ja YIT rakensi vesilaitokset useimpiin Suomen kaupunkeihin.

Nykyinen YIT muodostui kokonaisuudesta, jonka muodostivat Yleinen insinööritoimisto Oy, sota-aikana perustettu Pellonraivaus Oy (vuodesta 1968 Perusyhtymä Oy) sekä Insinööritoimisto Veston Oy. Pellonraivaus osti pääosan YIT:n ja Veston osakkeista vuonna 1961, ja siitä tuli näiden emoyhtiö, vaikka yritykset säilyivät itsenäisinä. Yhtiöt kilpailivat keskenään rakentamisen eri aloilla.

Vuosina 1977–1982 yritykset harjoittivat laajasti rakennusvientiä Neuvostoliittoon. Vuonna 1986 Veston toiminta liitettiin Yleiseen Insinööritoimistoon. Seuraavana vuonna puolestaan Yleisen Insinööritoimiston toiminta liitettiin Perusyhtymään, joka muutti nimensä YIT-Yhtymä Oy:ksi. Näin kaikkien nykyisen YIT:n edeltäjäyhtiöiden toiminta oli siirretty samaan yhtiöön.

Vuonna 1995 YIT-Yhtymä listautui pörssiin. YIT laajensi rakentamisesta kiinteistötekniikkaan ostamalla alan suomalaisyhtiö Oy Huberin. 1997 YIT laajensi Venäjälle ostamalla pietarilaisen rakennusliike ZAO Lentekin. Yrityskaupan ansiosta YIT ryhtyi Venäjällä rakentamisurakoinnin sijasta asuntorakentamisen perustajaurakointiin ja hankki tontteja.

2000-luvulla YIT kasvoi kansainväliseksi konserniksi yritysostoin sekä kiinteistötekniisissä palveluissa että asuntorakentamisessa. 2000-luvulla YIT osti Calor Ab:n Ruotsista, ABB:ltä tämän kiinteistötekniiset palvelut -liiketoiminnan kahdeksassa maassa sekä saksalaisen MCE AG:n Kiinteistötekniiset palvelut -liiketoiminnan kuudessa maassa.

2008 YIT oli kasvanut Venäjän suurimmaksi ulkomaiseksi rakentajaksi. Asuntorakentaminen laajeni Pietarin ohella myös Moskovaan, Jekaterinburgiin ja Rostoviin. Vuonna 2010 YIT osti pienen slovakialaisen rakennusliikkeen. Tavoitteena oli nousta merkittäväksi asuntorakentajaksi Venäjän ja Baltian ohessa itäisen Keski-Euroopan maissa.

2010 YIT osti saksalaisen Caverionin kiinteistötekniikan palveluliiketoiminnan. Näin kiinteistötekniikan palveluista tuli YIT:n suurin toimiala.

2010-luvulla YIT:llä oli kaksi tärkeää toimialaa: rakentaminen ja kiinteistötekniikka. Vuonna 2013 YIT jakautui kahdeksi pörssiyhtiöksi. Kiinteistötekniset palvelut siirtyivät Caverion Oyj:hin ja YIT jatkoi rakentamispalveluiden kehittämistä. (YIT n.d.).

(Haettu 2018, <https://www.yitgroup.com/fi/tietoa-yitsta/historia>)

1.3 Tripla-hanke

Senaatti-kiinteistöt ja Helsingin kaupunki järjestivät Pasilan keskustakorttelista suunnittelu- ja toteutuskilpailun, jonka voittajaksi valittiin YIT Rakennus Oy kilpailuehdotuksellaan ”Tripla”. Hankkeen toteuttamista koskevat sopimukset allekirjoitettiin tammikuussa 2014. Hankkeen arvo on kokonaisuudessaan noin miljardi euroa.

YIT:n kilpailuehdotus käsittää Keski-Pasilasta vapautuvalle ratapiha-alueelle suunnitellun uuden Tripla-keskuksen, joka yhdistää Itä- ja Länsi-Pasilan toisiinsa. Alueelle kaavoitetaan rakennusoikeutta noin 183 000 kerrosneliometriä.

Hankkeen rakentaminen alkoi asemakaavan vahvistuttua keväällä 2015, ja se toteutetaan vaiheittain noin 10 vuoden aikana. Hankkeen työllisyysvaikutus työmaalla on parhaimmillaan lähes 900 henkilöä vuodessa. YIT ostaa alueelle kaavoitettavan rakennusoikeuden vaiheittain rakentamisen edetessä, jolloin rahoitustarve on maltillinen. Varsinainen kiinteistökauppa tehdään asemakaavan vahvistuttua.

Tripla-keskus on kolmen korttelin monipuolinen kokonaisuus, johon toteutetaan toimistoja, kauppa- ja kongressikeskus, asuntoja, hotelli, pysäköintilaitos sekä joukkoliikenneterminaali. Alueellisesti keskus rajoittuu Ratapihantiehen, Pasilan siltaan ja Pasilankatuun ja sijoittuu logistisesti liikenteen solmukohtaan. Keskuksen toteutuksen yhteydessä toteutetaan siihen liittyvän katu- ja kunnallistekniikkaverkoston parannustöitä ja uudisrakentamista, muun muassa uuden sillan rakentaminen nykyisen Pasilan sillan rinnalle. (YIT Oyj 2013.)

Triplan läntinen kortteli ja keskikortteli yhdistyvät kauppakeskuksessa ja maanalaisessa pysäköintilaitoksessa. Läntisen korttelin pihakannelle rakennetaan asuntoja ja keskikorttelin kannelle toimisto- ja hotellirakennukset. Itäinen kortteli sijoittuu nykyisen Pasilan rautatieaseman kohdalle, ja

se yhdistyy muihin Triplan kortteleihin kävelysillan välityksellä sekä maanalaisten rakenteiden kautta.

YIT Rakennus Oy:n laskelmien mukaan hankkeessa tullaan käyttämään valmisbetonia noin 185 000 m³. Kokonaismäärästä noin 46 % käytetään pysäköintilaitoksen paikallavalurunkoon, 27 % kauppakeskuksen rakenteisiin, 17 % kauppakeskuksen yläpuolisiin rakennuksiin ja 11 % asemakorttelin rakenteisiin. Helmikuun lopulla 2018 valmisbetonia oli käytetty noin 111 865 m³ pysäköinnin ja kauppakeskuksen runkoon. (Rekola 2016.)

1.4 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tutkimuksen tavoitteena on verrata kustannuksia mobiilipumppausten ja paikallarakennettavien kiinteiden pumppauslinjojen välillä. YIT Rakennus Oy:n osuudessa kerrotaan erotuksen summat, mutta yleiseen jakoon menevässä versiossa puhutaan vain prosentuaalisesta erotuksesta näiden kahden työmetodin välillä.

Työssä käytetään kustannusvertailun pohjina YIT Triplan aliurakoitsijoiden urakkasopimuksia. Lisäksi on tarkoitus luoda yhtenäinen työ- ja turvallisuusohje yli 85 baria ylittäville korkeapainepumppauksille.

Mallivaluna käytetään 1200 m²:n laattapalkiston valua, jonka betonimekniikka on 450 m³. Kantaa otetaan betonin siirtokustannuksiin autosta muottiin sekä valuryhmän työaikaan ja työergonomiaan.

2 MALLIKOHDE JA KÄYTETTÄVÄT JÄRJESTELMÄT SEKÄ TYÖTAVAT

2.1 Mallikohteen yleistiedot

Mallikohteena työssä käytetään Tripla-hankkeen pysäköinti- ja kauppakeskus-lohkon jälkijännitettävän laattapalkistorungon yhden lohkon holviva-lua.

Mitoittavan laattapalkiston reunaehdot ovat

- ala 1200 m²
- betonimenekki 450 m³
- betonimassana C35, S3, #32
- käyttöikä 100 vuotta.

Työryhmän koko, jota tässä työssä käytetään, on kahdeksan miestä, joista

- viisi betonimestä
- kaksi hiertäjää
- yksi pumpunhoitaja
- tilaajan puolesta betonityönjohtaja
- sähkömies
- tarvittaessa YIT:n talvityöryhmän osia.

Pysäköintilaitoksen rungon työt aloitettiin elokuussa 2016 pilareiden muottityöllä. Ensimmäiset valutyöt suoritettiin mobiilipumpuilla, koska pumput saatiin ajettua työmaan kaivantoon ihan valettavan kohteen vie-reen ja valettua lohkon poikittaissuunnassa, jolloin pelkkä mobiilipumpun ulottuma riitti. Valutyö eteni lohko kerrallaan idästä länteen. Ensimmäisen kerroksen holvien valujen aikana aloitettiin jo suunnittelemaan tulevien valujen toteutustapaa ja rakennuksen noustessa eteen tulevia haasteita.

Kun kaikki ensimmäisen kerroksen holvit olisi valettu, ei olisi enää mahdol-lista ajaa mobiilipumppua kaivantoon, vaan se pitäisi sijoittaa kaivannon reunalle patoseinän päälle. Tässä vaiheessa pumpun letkun pään pitäisi olla 50 metrin päässä pumpusta ja korkeuseroa olisi 15 metriä. Sen pitui-nen letku täynnä betonia on painava ja mahdoton liikutella miesvoimin. Näin ollen valussa olisi torninosturi koko ajan kiinni, ja se olisi poissa mui-den töiden käytöstä.

Aikaisempiin valuihin oli kulunut 15 tuntia valun aloituksesta hiertämisen lopettamiseen kahdeksan henkilön työryhmällä valunopeuden ollessa 30 m³/tunti. Tästä syntyi ylityökustannuksia, joista tuli 17 % lisää miesten tun-tihintaan ja 37 % lisää hintaa jokaista ylityönä valettavaa neliometriä koh-den, eikä pilaritöitä olisi voitu aloittaa vielä seuraavana päivänä.

Tulimme siihen pisteeseen, että aloimme pohtimaan tehokkaamman valu-prosessin käyttämistä. Kokeilimme käyttää kiinteää linjastoa ja siirrettäviä jakelupuomeja, jotta saisimme pumpattua enemmän kuutioita/tunti. Rakensimme linjaston siirrettäville jakelupuomeille ja saimme valaa yhtä aikaa mobiilipumpulla sekä siirrettävällä jakelupuomilla. Tällä tuotantotavalla saimme valettavan betonimäärän 50 m³/tunti. Joissain valuissa saimme hetkellisen pumppausnopeuden nousemaan jopa 70 m³:iin/tunti ja prosessi saatiin suoritettua yhdeksässä tunnissa tai jopa sen alle.

Aloimme miettiä ratkaisun hintaa, koska kiinteästä linjasta ja siirrettävistä jakelupuomeista tulisi kustannuksia, vaikka ylityökustannuksilta vältyttäisiin. Ensimmäinen ajatus oli, että kiinteää linjastoa käytettäessä valuista tulisi kalliimpia kuin pelkällä mobiilipumpulla valettaessa, vaikka saisimme aikataulusäästöä.

Ryhdyimme laskemaan todellisia kustannuksia ja jätimme vielä aikatauluhyödyn huomioimatta, mutta jos joutuisimme odottamaan jokaisella loholla yhden työpäivän lisää, niin aikataulua ei olisi saatu kirittyä. Työn julkisessa osuudessa ei kerrota suoraan kustannuksia, vaan ilmoitetaan mobiilipumppauksen ja kiinteällä linjalla pumppauksen kustannuserot prosentteina, koska sopimukset ovat luottamuksellisia YIT:n ja toisen sopijaosapuolen kanssa.

2.2 Mobiilipumppaus

Mobiilipumppauksessa käytetään yhtä tai useampaa mobiilialustaista betonipumppua, jolla syötetään betonia letkun kautta muottiin. Työryhmän koko on kahdeksan betonimiestä (aliurakoitsija):

- viisi betonimiestä
- kaksi hiertäjää
- yksi pumpunhoitaja
- yksi betonityönjohtaja (YIT)
- tilaajan tarjoama sähkömies.

Tällä metodilla valunopeus on 30 m³/h, holvin valamiseen kuluu aikaa 15 tuntia, josta syntyy ylityökustannuksia kuudelta mieheltä seitsemän tunnin ajalta 17 % / mies / tunti, ja valuryhmä on seuraavan päivän levossa. Lisäkustannuksia tulisi myös valettaviin neliöihin 37 % / ylityönä valettu neliö. Eli holvivalun lisäkustannukset olisivat 7 h * 117 % * 6 miestä ja 561,6 m² * 137 %. Näin ollen tätä metodia käyttäen voisimme valaa holvin vain joka toinen päivä / valuryhmä, eikä urakoitsija voisi suorittaa seuraavana päivänä valua samalla ryhmällä jollekin toiselle tilaajalle.

Tässä metodissa valumiehet joutuvat manuaalisesti kuljettamaan letkua, joka on täynnä betonia. Työergonomia kärsisi, ja miesten tuki- ja liikuntaelimet olisivat kovalla koetuksella.

Prosessissa käytetty kalusto on

- yksi tai kaksi mobiilialustaista betonipumppua 32-metrisestä aina 60-metriseen valulohkon sijainnista riippuen
- yksi kiinteä Putzmeister MX28 tai MX32 -jakelupuomi
- yksi siirrettävä Boom Makina –jakelupuomi, joko 13-metrinen tai 18-metrinen 5,5”.



Kuva 1. Betonivalu mobiilikalustolla, kuvassa Cifan 60-metrinen mobiilipumppu (Takkinen 2016).

2.3 Pumppaus kiinteällä linjastolla

Kiinteä linjasto pitää sisällään joko kiinteän betonipumpun tai mobiilialustaisen betonipumpun, erikseen rakennettavan kiinteän pumppauslinjan, kiinteän jakelupuomin ja kansijakajan.

Rakennuksen laajuuden takia rakensimme tarvittaessa kiinteän linjan kyseessä olevan holvin alueelle, koska emme voineet työmaan muiden työvaiheiden takia jättää jokaista kiinteää linjaa paikoilleen siksi aikaa, kun se ei ole käytössä. Ei myöskään olisi kustannustehokasta makuuttaa vuokrakalustoa tyhjän panttina.

Linja rakennettiin valua edeltävänä päivänä joko alueen kiinteälle jakelupuomille, tai jos kiinteätä jakelupuomia ei ollut vielä käytössä, niin siirrettävälle jakelupuomille. Kun siirrettävää jakelupuomia siirretään, voidaan kiinteää linjaa lyhentää tarpeen mukaan. Valun jälkeisenä päivänä linjasto purettiin. Suurin urakoitsijan tarjoama mobiilipumppu, jota valuissa käytettiin, oli Cifan K60H (60-metrinen), jonka teoreettinen maksimipumppausmäärä on jopa 180 m³/h.

Työryhmän koko on sama kuin mobiilipumppauksessa. Tällä metodilla valunopeus on 50 m³/h, ja valun suorittamiseen aloituksesta lopetukseen kuuluu aikaa yhdeksän tuntia. Kun useampaa pumppua käyttäen saatiin pumppausnopeus jopa 70 m³/tunti, saimme prosessin suoritettua jopa alle yhdeksän tunnin. Näin tulee ylityökustannuksia ainoastaan yhdestä tunnista / työmies ja neliöperusteista lisähintaa ainoastaan 133 m² edestä. Eli holvivalun lisäkustannukset ovat 1 h * 117 % * 6 miestä ja 133 m² * 137 %.

Näin sama valuryhmä on kykenevä toiseen holvivaluun seuraavana päivänä. Joissakin valuissa saavutimme hetkellistä valunopeutta jopa 70 m³/h. Tämä osoitti, että hyvin suunniteltu valu, osaava työnjohto ja osaava työryhmä mahdollistavat sujuvan, turvallisen ja tehokkaan valuprosessin.

Tässä metodissa säästämme valumiesten liikunta- ja tukielimiä. Rungon aikana tulee myös suoraa aikatauluhyötyä ja kustannushyötyä. Pumppaus tapa mahdollistaa myös #32 mm:n runkoaineen käytön betonoinnissa käytettävässä massassa, mistä saadaan laatu- ja kustannushyötyä.

Reseptiikkaa suunniteltiin ja testattiin jo kolme kuukautta ennen rungon töiden aloitusta yhteistyössä Ruskon Betonin, Etelä-Suomen Imubetonin ja YIT:n kanssa, mikä mahdollisti #32 mm:n runkoaineen käytön. #32 mm:n runkoaineen käytöllä saimme laataston kutistumaa pienennettyä.

Always the best solution – with the right teaming of lines and pumps

MX stationary booms are out and out team players. Together with stationary concrete pumps and delivery lines from Putzmeister, they ensure the highest efficiency for concrete pumping and placement in every application.

The SK system

- Standard delivery lines for placing booms
- For pressures to 85 bar in the pumped medium
- Special version highly wear-resistant to 130 bar
- Axially rotating

The ZX Zentrifix system

- Especially suitable for stationary pipeline use
- Stable at pressures to 250 bar
- Completely leak-proof
- Rigid connection between the pipes
- Non-axially rotating

Additional features: Pump line system PW 2000

Delivery lines for every application

Requirements for delivery lines vary depending on medium, pump and conveying pressure. Putzmeister has delivery lines from the SK and ZX series with fully developed coupling systems.

Typical application areas are high-rise buildings up to approx. 100 m high, long distance conveying projects up to approx. 500 m and restricted inner city building projects.

ZX delivery lines impress through their lightness, high wear resistance, safe operation by a fixed bolting of the coupling and a high pressure resistance. They are used, for instance, in high-rise concrete pumping to 600 m, such as in the construction of the Burj Khalifa, in long distance conveying projects up to approx. 2 000 m and highly abrasive concrete grades or concrete that is difficult to pump.

Transfer tubes and stop valve

In high-rise construction it is very important, with pump pauses or before switching to another pipeline, that the delivery line can be closed off quickly and leak-free. The GV stop valves of the M-series are stopped manually, while the H-series operate hydraulically. GVH transfer tubes permit leading from a concrete pump from several pump lines.

Stop valve - GVH 212

Stop valve - GVH 212

Stop valve - GVH 312

Transfer tube - GVH 312

Putzmeister

Kuva 2. Kiinteän linjaston komponentteja (Putzmeister CT_2059_EN 2011,14).

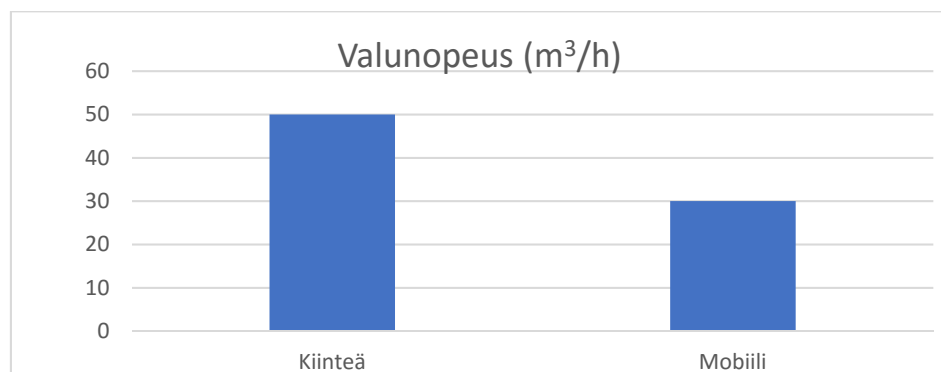
2.4 Yhteenveto pumppausmetodien välillä

Käyttäessämme joko siirrettäviä tai kiinteitä jakelupuomeja säästimme urakoitsijan työmiesten fysiikkaa ja saimme aikataulua kirittyä laadukkaasta lopputuloksesta tai turvallisuudesta tinkimättä.

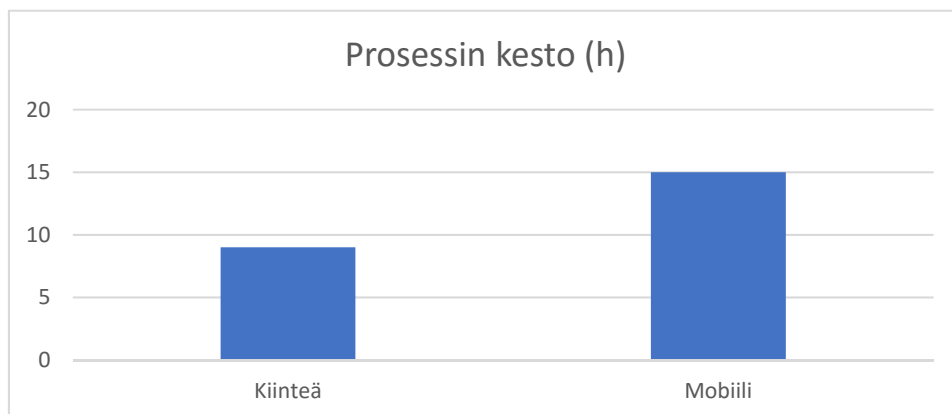
Aikataulullisesti pysäköinti- ja kauppakeskuslohkon rungon aikana kiinteää pumppauslinjastoa käyttäen säästimme 25 työvuorua, mistä tulee myös rahallista hyötyä ja kokonaishintaeroa työlle tulee noin 5 %/holvivalu. Aikatauluhyöty on laskettu työmaan henkilökulujen perusteella, mistä voi laskea ajallisen säästön lisäksi säästetyn rahamäärän, mutta suoraan ei voida laskea yhteen sitä, että säästimme 25 päivän henkilökulujen verran rahaa.

Työtä tehtiin kuitenkin usealla lohkolla samaan aikaan. Työvaiheita lohkoissa oli laudoitus, raudoitus, jännitysvaljereiden punostus ja lohkon valu. Näin ollen urakoitsijan työryhmät saatiin tehokkaaseen kiertoon ja useampi kuin yksi holvivalu viikolle.

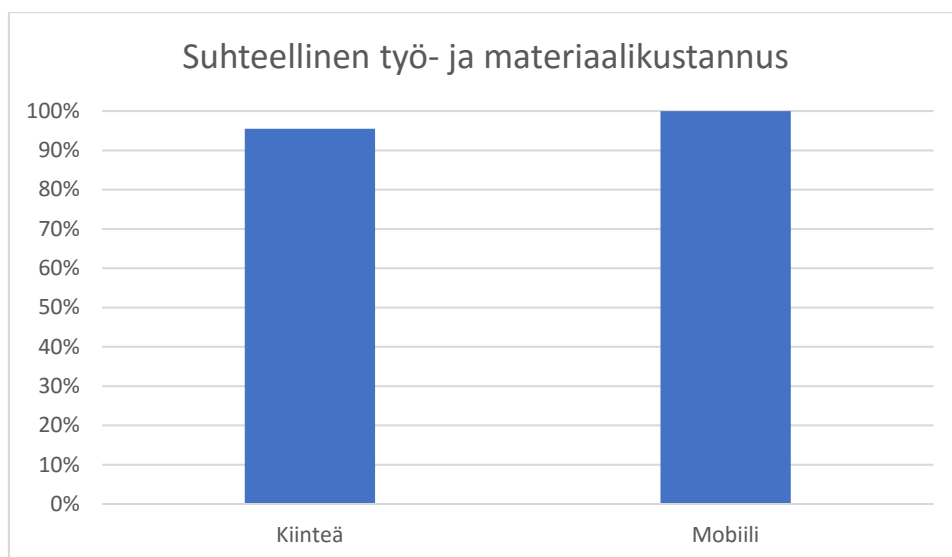
Työn ajallista hyötyä ajatellen kiinteää pumppausta käyttäen aikasäästöä tulee 6 h/holvivalu. Pysäköinnin ja kauppakeskuksen rungossa oli 160 kpl noin 450 m³ holvivalua eli suoraa aikasäästöä on tullut 6 h*160 = 960 h. (YIT Rakennus Oy 2018)



Kaavio 1. Tässä taulukossa ilmenee vertailussa olevien pumppausmetodien pumppausnopeus. Joissakin valuissa pääsimme hetkellisesti jopa 70 m³/h:n pumppausnopeuteen.



Kaavio 2. Tämä taulukko kertoo kahden käytetyn pumppausmetodin prosessin kestoista 1200 m²:n ja 450 m³:n valulohkossa.



Kaavio 3. Vertailtavien pumppausmetodien työ- ja materiaalikustannusten vertailu. Vertailussa mobiilipumppaus on 100 % ja kiinteällä linjalla pumppaus prosentuaalisen säästön verran pienempi, tässä tapauksessa 95 %.



Kuva 3. Holvivalu mobiilipumppua ja siirrettävää jakelupuomia käyttäen (Takkinen 2017).

2.5 Kustannusvertailuun vaikuttavia yksittäisiä kustannustekijöitä

Laskiessa kustannuseroja pumppausmetodien välillä suurimmat kustannuserot tulevat ylityökustannuksista. Muihin kustannuksiin ei tässä mennä, koska ne ovat tilaajan ja urakoitsijan välisiä, salassa pidettäviä sopimusasioita.

Valuun osallistuvat betonityönjohtaja (YIT), sähkömies, pumpun hoitaja, viisi betonimestä ja kaksi hiertomiestä eli yhteensä kymmenen työntekijää. Jos käytämme hitaampaa mobiilivalutekniikkaa, niin joudumme maksamaan jokaiselle ylityökorvaukset kuudelta tunnilta. Jos käytämme kiinteää linjastoa, niin ylityön osuus on ainoastaan yhden tunnin ajalta. Kun massan levittämiseen kuluu yhdeksän tuntia, hiertäjätkin pääsevät aloittamaan hierron aikaisemmin, ja näin ollen heistäkään ei ylityökustannuksia tule.

Triplassa normaali työaika on 06.00–22.00. Koska valut on pyritty aloittamaan jo neljän, viiden maissa aamulla ja urakoitsijan kanssa on sovittu aloituksista ennen normaalin työajan alkamista, ei prosessi veny seuraavalle yölle ja valuryhmä on käytettävissä seuraavana päivänä toiseen valuun. Aikainen aloitus tuo myös säästöjä siltä osin, että työmaa sijaitsee Keski-Pasilassa ja ruuhka-aikoina myös betoniautot joutuisivat ruuhkaan. Se vaikuttaa suoraan valun kulkuun niin ajallisesti kuin kustannustenkin osalta. Jos

suunnitellut betoniautojen välit venyvät, tulee ylimääräisiä valukatkoja. Silloin prosessin kokonaisaikakin venyy, mistä aiheutuu kustannuksia. Pahimmassa tapauksessa, jos toimitusvaikeuksia tulee, linjasto saattaa tukkeutua.

Kun tuon kokoiset valut alkavat, ne on saatettava loppuun ilman keskeytyksiä tai ylimääräisiä valutaukoja. Näin prosessi onnistuu niin kustannusteknisesti kuin betonin kypsymisenkin kannalta parhaiten.

Jos ollaan suunnittelemassa lisää Triplan laajuisia tai muita isoja betonirakenteita, niin kannattaa panostaa prosessin suunnitteluun. Huolellisella prosessin suunnittelulla ja toteutuksella saa aikaan huomattavia kustannussäästöjä ja aikataulusäästöjä, joista tulee myöhemmin suoraan kustannussäästöä. Valujen onnistuminen tuo myös laadukkaan lopputuotteen tilaajalle.

3 KORKEAPAINEPUMPPAUKSEN TURVALLISUUS- JA TYÖOHJE

3.1 Yleistä korkeapainepumppauksesta

Triplan työmaalla tulee rakentamisen edetessä se hetki, kun massan siirtomatka tai korkeuserot alkavat kasvaa ja normaalilla 85 barin paineella tapahtuvalla pumppauksella ei saada siirrettyä betonia autosta muottiin. Silloin valu pitää suunnitella suoritettavaksi korkeapainepumppauksena.

Korkeapainepumppauksen paineväli on Suomessa 85 bar–135 bar. Suomessa korkeapainepumppaus on vielä marginaalista matalan rakennuskannan takia, sillä valuista vain noin 1 % suoritetaan korkeapainepumppauksina. Muualla Euroopassa ja Venäjällä tämä työmetodi on korkeamman rakennuskannan takia yleisempää. Korkeapainepumppaus vaatii paremman suunnittelun niin kaluston, massan kuin työnkin osilta.

3.2 Korkeapainepumppauksen työn suunnittelu

Betonointisuunnitelmassa on huomioitu betonin siirtotapa ja käytettävä betonimassa, joka on suunniteltu valualueen poikkeuksellisen vaativan betonoinnin mukaisesti, on toteutusluokka eurokoodi 3:n mukaan.

Siirryttäessä korkeapainepumppaukseen tulee lisää huomioitavia asioita, jotka vaikuttavat työturvallisuuteen ja työtapoihin. Pumppausryhmään kuuluu 2–3 kokenutta betonimestä, kiinteän pumpun hoitaja, kiinteän jakelupuomin käyttäjä ja tarvittaessa siirrettävän jakelupuomin käyttäjä. Valun on mentävä lähes yhtäjaksoisesti alusta loppuun, koska taukojen jälkeisissä aloituksissa paineet kasvavat.

Myös ulkolämpötila vaikuttaa valuun oleellisesti. Triplassa ohjeistuksena on, että korkeapainevalujen varaukset on tehtävä viikko ennen valua, jotta varmistutaan, että kaikki tarvittavat suunnittelut ja tarkastukset voidaan tehdä ajoissa ja linjasto on kunnossa. Korkeapainepumppaus vaatii linjastolta enemmän kuin normaali pumppaus, esimerkiksi vahvemmat linjaston liitokset, vahvemmat linjaston putket ja teräsvahvisteiset valuletkut.

Pumppauspaineeseen vaikuttavat seikat:

1. Massan kitkakertoimet, 1–5. Triplassa 2–3 laadukkaissa betoneissa.
2. Betonointinopeus, Triplassa 50 m³/h.
3. Linjaston halkaisija, Triplassa 5,5”.
4. Linjaston pituus ja betonin siirtokorkeus, Triplassa 150 jm ja 30 jm.

Tarkistettavat seikat ennen pumppausta:

5. Kohdan 1–4 seurauksena tuleva pumppauspaineen varmistus.
6. Massan laatu.
7. Linjaston maksimipaine, Triplassa paineen yläraja on 130 Bar.
8. Linjaston kuntotarkastus, linjaston kiinnitykset, pituus- ja korkeuserot.

Linjasto tulisi varustaa huomiovalojärjestelmällä, joka ilmaisee linjaston tilan. Keltainen valo ilmaisee, että linjasto on käytössä, ja punainen kertoo häiriöstä linjastossa. Linjastoon tulee rakentaa suojarakenne, joka mahdollisessa linjaston hajoamistilanteessa ottaa ensimmäisen paineiskun vastaan.

Valun jälkeen linjastoon lasketaan C30-massaa yhden m³:n verran linjaston puhdistamiseksi, ja tämän jälkeen voidaan suorittaa linjaston varsinainen puhdistus. Näin varmistetaan, että puhdistus on turvallista suorittaa.

Putzmeister-pumppuyksikössä on säädettävä maksimipumppauspaineen säätömahdollisuus, joka asetetaan vain laskennallisesti tarvittavaan paineeseen, ei pumpun maksimipaineeseen.

Mediator 8.0

Delivery line pressure

16.40 Tenacity factor [b]

Water/cement factor < 0.42

Water/cement factor > 0.42

50 Spread a [cm]

139,7 Pipe diameter [mm]

50 Output [m³/h]

30 Height difference [m]

85.00 Delivery pressure [bar]

Calculate

Spread a [cm]	50	44	40	38	36	34
Tenacity factor b	1.18	1.57	2.02	2.65	3.80	6.14
Slump s [cm]	12	8,5	6	5	3,5	2,5
Range of consistency	F4	F3	F2	-----		F1

Press. = height diff. · 0.24

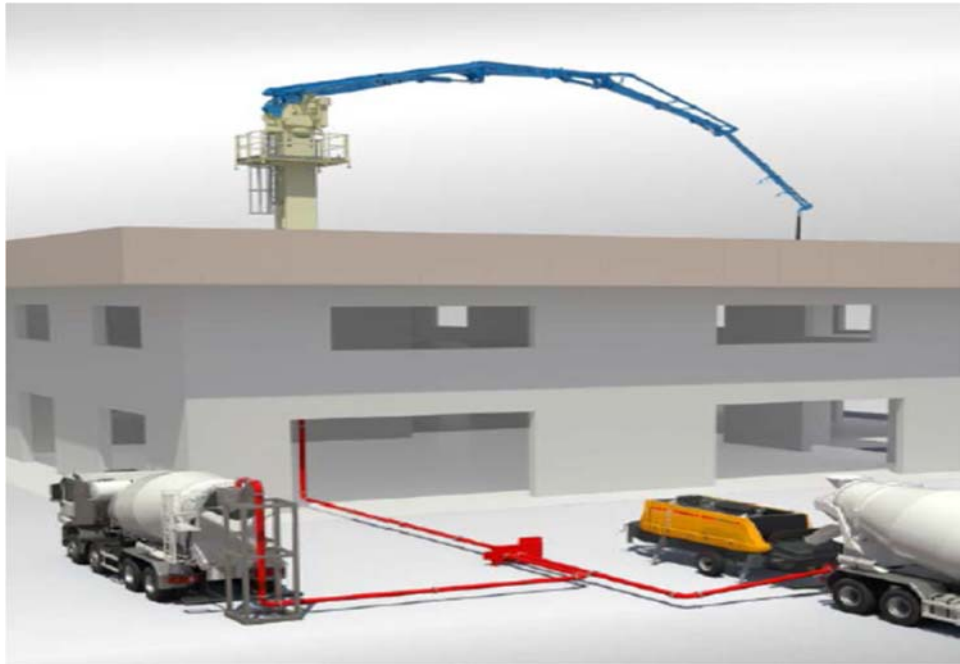
+ $\frac{b \cdot 16 \cdot \text{output} \cdot \text{length}}{\pi \cdot \text{diameter}^3}$

Kuva 4. Kuvakaappaus Putzmeisterin laskentaohjelmasta.

3.3 Korkeapainepumpauksessa käytettävä kalusto

Triplassa korkeapainevaluissa käytössä ollut kalusto:

- Putzmeister 16HLS 85 Bar- ja 130 Bar -pumppuyksiköt
- Putzmeister ZX- ja SK125-5,5" 130 Bar -jakelulinjasto
- Putzmeister 1 kpl MX28 ja 3 kpl MX32 kiipeävät jakelutolpat
- Boom Makina siirrettävät 13 m ja 18 m jakelupuomit 5,5":n massaputkistolla
- venttiileinä linjastossa Putzmeister-hydraulisulkijoita.



Kuva 5. Valukokoonpano kiinteällä linjastolla, jossa on käytetty kiinteää betonipumppua sekä kiinteää linjastoa betonin syöttämiseen kiinteälle jake-
luomille (Putzmeister, 2018).

3.4 Korkeapainepumppausuunnitelma

YIT:n työsuunnitelmapohjalle tehty korkeapainepumppausuunnitelma sisältää kaikki siihen liittyvät turvallisuuteen ja laatuun liittyvät seikat. Sen perusteella työ voidaan suorittaa turvallisesti ja laadullisesti, määräyksiä noudattaen. Suunnitelmaa laatiessa tulee huomioida:

- betonimassan laatu
- betonin määrä
- siirtomatka myös korkeuseroineen
- käytössä olevan linjaston halkaisija
- prosessin suunniteltu kesto
- ennen prosessin alkua tapahtuvat tarkastukset
- betoniautojen oikea jaksotus suhteutettuna prosessin etenemiseen
- työmaan turvallisuuspäällikön hyväksymä työn turvallisuussuunnitelma.

Alla korkeapainepumppauksen suunnitelma laskennassa käytetystä kohteesta.

KORKEAPAINEPUMPPAUS SUUNNITELMA		
Projekti Tripla	Tvönumero FI6000204	Päivämäärä 4.1.2017
Laatija Jarmo Ilomäki	Suunniteltava työvaihe ja sijainti Kiinteillä linjoilla tehtävät matala- ja korkeapainepumppaukset	
NOUDATETTAVAT ASIAKIRJAT	Keski-Pasilan keskus, Tripla: Paikalla valettujen betonirakenteiden työselostus; "0.3 Noudatettavat asiakirjat".	
ORGANISAATIO:	<p>YIT Rakennus Oy: Vastaava työnjohtaja: Esa Isokääntä Työnjohto: Abedin Miftari, 1. lk betonityönjohtaja Betonityönjohtajana voi toimia myös joku muu Triplan työmaan YIT Rakennus Oy:n 1. tai 2. luokan betonityönjohtajista.</p> <p>Pumppausryhmä: 2-3 kpl kokeneita betonimiehiä Työryhmän tehtävät:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kiinteän pumpun hoitaja - Kiinteän Jakelupuomin käyttäjä - Siirrettävän jakelupuomin käyttäjä, jos tarpeen. <p>Betonin toimitus: RUSKON BETONI OY</p>	
BETONOINTIKOH DE:	Triplan pysäköinti. Triplan Kauppakeskus	
BETONI:	Betoni valitaan valukohteen mukaan, valun jälkeen lasketaan linjaston läpi C30 massaa noin 1m ³ puhdistukseksi.	
BETONIASEMA:	Ruskon Betoni, Pasilan asema, Helsinki puh. 040-517 2734 Ruskon Betoni, Vaaralan asema, Vantaa puh. 0207 933 310 Ruskon Betoni Tuusulan asema 0207 933 300	
BETONOINTIKALU STO:	Kiinteä pumppu, kiinteä linjasto, mobiilikalustoa	
ALOITUSEDELLYT YKSET	Ennen työn aloitusta tarkastettava, Kitkakertoimet massan laatu maksimi paine linjaston kuntotarkastus ja pituus ja korkoerot Varataan kalusto ajoissa.	
AIKATAULU:	Alustava tilaus noin viikkoa ennen valua, linjaston silmämääräinen tarkastus ennen valun aloitusta	

Kuva 6. YIT:n työsuunnitelma, sivu 1/2 .

BETONOINTITYÖN SUORITUS:	Normaali betonityösuunnitelma
LAADUNVALVONTA JA KELPOISUUDEN OSOITTAMINEN	Normaali betonityösuunnitelma
TYÖTURVALLISUUS:	<p>Varaukset tehtävä ajoissa myös työturvallisuuden takia, linjasto varustetaan huomiovaloilla jotka ilmaisevat linjaston käytössä olosta (Keltainen) tai häiriöstä linjastossa (Punainen). Linjaston kunnon tarkastus ja kulumisen seuraaminen (massan laatu sekä määrä). Linjasto varustetaan peitteellä joka kulkee putken yli jotta molemmilla puolilla on "verho" joka ottaa putken halkeamistilanteessa iskun vastaan. Massan pumpattavuuden tarkastus (Ruskon Betoni/Max). Linjastoa ei saa koskaan avata tukostilanteessa painepuolelta</p> <p>Valutyössä on käytettävä suojalaseja, suojakypärää, pitkähihaisia ja -lahkeisia työvaatteita, kumihanskoja sekä teräsvahvisteisia suojajalkineita. Ensiaputarvikkeet ovat työmaan toimistossa sekä joka kerroksesta löytyy ensiapukaappi. Aloituspäiväkäynnillä käydään läpi työsuojausasiat.</p>
YMPÄRISTÖN SUOJELU:	<p>Huolehditaan, että kalustosta ei pääse valumaan haitallisia aineita ympäristölle. Pidetään varalla sahanpurua öljyn imeyttämistä varten. Betonitoimittaja huolehtii mahdollisen ylijäämäbetonin kierrättämisestä. Jassikka varattava liitospisteisiin sekä linjaston loppuun ylijäämäbetonia varten.</p>
VARAUTUMINEN HÄIRIÖIHIN:	Huomiovalot, iskusuojapressut, kokenut työryhmä, välineiden huoltaminen, tarvittavat tarkastukset ja kulumisen seuranta.
JÄLKIHOITO:	Linjaston puhdistaminen C30 massalla
<p>Päivämäärä: Helsingissä 12.1.2017</p> <p>Suunnitelman laati: _____ Jarmo Ilomäki</p>	

Kuva7. YIT:n työsuunnitelma, sivu 2/2.

4 YHTEENVETO JA POHDINTO

4.1 Yhteenveto

Kiinteiden linjastojen rakentaminen oli Triplassa viisas ja kustannustehokas valinta, sillä pohja-ala ja betonin siirtomatkat olivat suuret, tosin iso osa valuista pystytettiin valamaan pelkillä mobiilipumpuilla ja siirrettävillä jakelupuomeilla.

Ylemmissä kerroksissa valuihin lisättiin rakennuksen rungon mukana nousevat kiinteät jakelupuomit. Kalustoa oli hyvin saatavilla Ruskon ja Etelä-Suomen Imubetonin puolelta, ja valut suoritettiin useammalla mobiilipumpulla sekä kiinteillä ja siirrettävillä jakelupuomeilla.

Triplan myöhemmissä vaiheissa kuten asemahotellin, asuinrakennusten ja toimiston kohdalla tulee kyseeseen kiinteiden pystylinjojen rakentaminen, koska pohja-ala pienenee ja rakennusten betonivalut tapahtuvat entistä korkeammalla maanpinnasta.

Esimerkiksi asemahotellissa rakennetaan kiinteä pystylinja yhden hissikuilun sisään, jossa betoni nostetaan valettavaan kerrokseen ja yksittäisten valujen massamäärät ovat selvästi pienempiä kuin pysäköinnin ja kauppakeskuksen paikallavalurungoissa. Asemahotellin valut koostuvat onteloiden saumavaluista ja pintalattioiden valuista. Asemahotellin valuissa pumppu sijaitsee Pasilan sillalla, joka on tasossa +31.84 m merenpinnasta ja holvit ovat välillä +44,53 – +92,87 metriä. Näin ollen linjastolle tulee pituutta autolta hissikuiluun noin 43 m, korkeutta 12–61 m ja holvilla vaakataisyttä maksimissaan 54 m. Yhteensä linjastoa on enimmillään noin 160 metriä.

Pysäköinnin ja kauppakeskuksen rungon rakennusaikaan sisältyi kaksi talvea, rungon rakentaminen aloitettiin elokuussa 2016 ja viimeiset holvivalut valettiin maaliskuussa 2018. Tähän ajanjaksoon osui myös kiivas keskustelu betonin lujuusongelmista, mikä aiheutti niin toimenpiteitä kuin kustannuksiakin työmaalle.

Triplassa käytetyt massat ylittivät järjestelmällisesti 15–20 % suunnitelusta 91 päivän lujuudestaan. Betonimassoja testattiin jo kolme kuukautta ennen rungon betonitöiden aloitusta. Hyvällä betonireseptiikalla, huolellisella valujen suunnittelulla ja työtavoilla sekä hyvällä jälkihoidoilla valut onnistuivat olosuhteista riippumatta.

Valuihin osallistui talvella YIT:n oma talvityöryhmä, joka huolehti valettavien holvien valmistelut kuten muotin lämmityksen, jään- ja lumenpoiston, siirrettävien jakelupuomien valmiiksi sijoittamisen ja tarvittaessa siirron sekä holvin lämmityksen ennen ja jälkeen sekä valun aikana. Talvella valetut holvit myös peiteltiin solumuovilla ja lumipressuilla. Tällä menettelyllä

lämpö saatiin pysymään, eikä holveissa tapahtunut jäätymistä, joka olisi pahimmassa tapauksessa aiheuttanut holvin purkamisen.

4.2 Pohdinta

Tämän kokoisessa kohteessa oli järkevää käyttää kiinteitä linjastoja, betonipumppuja, mobiilipumppuja ja siirrettäviä jakelupuomeja. Normaalissa matalassa rakennuskannassa riittää tarpeeksi iso mobiilipumppu kohteen valujen suorittamiseen.

Nykyajan rakennuskanta alkaa olla korkeampaa, joten isotkaan mobiilipumput eivät enää riitä ylempien kerrosten betonointiin. Näissä tapauksissa on järkevää ajatella kiinteän linjaston rakentamista keskelle rakennusta esimerkiksi hissikuiluun, joka toimii samalla myös suojarakenteena linjaston rikkoutumisen sattuessa. Lopulliset hissit asennetaan yleensä siinä vaiheessa, kun kaikki isot betonivalut on suoritettu. Näin ollen hissikuilu antaa hyvän reitin betonilinjastolle ja kerroksissa olevat työtasot toimivat linjaston huoltotasoina. Hissikuilun oviaukkoihin voidaan asentaa väliaikaiset ovet, jotka suojaavat linjaston rikkoutuessa niin työmaalla työskenteleviä ihmisiä kuin myös rakennuksen muita pintoja.

Kiinteästä linjastosta tulee tietysti kustannuksia, mutta toisaalta säästöjäkin aikataulun, työnopeuden ja työergonomian kautta.

Kun taas aletaan miettiä, että tontit ovat nykyään pienempiä ja työmaa-alue on pienempi, niin ei välttämättä ole mahdollista ottaa kohteeseen tarpeeksi isoa mobiilipumppua. Esimerkiksi Triplassa käytetyn Cifan 60-metrin mobiilipumpun tilantarve on 13,4 m * 12,7 m eli yhteensä 170,2 m². Kiinteä betonipumppu saadaan mahtumaan jo 15 m²:n kokoiselle alueelle. Silloin taas tulevat kiinteän linjaston edut esille, eli työmaalle voi ottaa kiinteän betonipumpun, jota ruokitaan ainoastaan betoniautoilla.

Onhan nykyään jo tulossa yleiseksi tavaksi tehdä vesikatotkin sääsuojan alla, vaikka kustannus sekin on, mutta näin varmistutaan siitä, että rakenteet eivät kastu ja korjauskuluissa säästetään. Nykyajan rakentamisessa tulee keskittyä esivalmisteluun ja suunnitteluun: näin saavutamme kustannustehokkaan ja laadukkaan lopputuloksen niin tilaajalle kuin tuottajallekin.



Kuva6. Viimeinen Triplan kauppakeskuksen holvivalu (Takkinen 2018).

5 LÄHTEET

Finnsementti (2014). Portlandista plussaan.

Putzmeister – Putzmeister Holding (n.d.). Haettu 16.2.2018 osoitteesta <http://www.putzmeister.com>

Rekola, J. (2014). *Kiinteän valmisbetonipumppausjärjestelmän soveltuvuus Keski-Pasilan Tripla-hankkeessa*. Kandidaatintyö. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tampereen teknillinen yliopisto.

Seppälä, L. (2008). *Valmisbetonia 50 vuotta*. Helsinki: Betonitieto Oy.

YIT Oyj (n.d.). Tietoa YIT:stä. Haettu 4.4.2018 osoitteesta <https://www.yitgroup.com/fi/tietoa-yitsta/historia>

Haastattelut

Romu, J. (2018). Aluevastaava, YIT Tripla. Haastattelu 17.01.2018.

Mattila, H. & Tuohino J. (2018). Aluejohtaja, Aluepäällikkö, Ruskon Betoni Oy. Haastattelu 15.02.2018.

Vuorio, M. (2018). Hallituksen puheenjohtaja/betonilattiat- ja betoni-pumppaus toimialajohtaja, Etelä-Suomen Imubetoni Oy/Bermanto Oy. Haastattelu 17.01.2018.

RUSKON BETONI OY	Pumppauksen työturvallisuus	28.9.2016
Hannu Mattila	0400 548 535	
Rullakuja 14		
01450 TUUSULA	hannu.mattila@ruskonbetoni.fi	sivu 1/(1)

Käytössä mobiili- ja kiinteän pumppauksen kalustoa:

- Mobiilikalusto on rajoitettu 85bar työpaineille.
- Kiinteäkalusto on rajoitettu 135bar työpaineelle.
- Pumppauspaineeseen vaikuttava mm: Letkun- / putken koko, linjan pituus, nopeus ja betonin ominaisuudet (vaatimukset vs. työstettävyys)
- Paineet kasvavat aina taukojen jälkeisessä aloituksessa -> taukoja mahdollisimman vähän. Olosuhteet (ulkolämpötila) vaikuttaa tähän oleellisesti.
- Suunnittelu oleellista! Joissain tapauksissa pumppauspaineet on hyvä testata demovalulla.
 - Yli 130bar paineissa, painetestit pakollisia. Jykevämmät lukot, letkut, putket.
- Kiinteät pumppaukset ja yli 85bar betonipumppauksista on saatava ennakkotilaus viikkoa ennen valun suorittamista, jotta valut ehditään suunnitella ja käyttötarkoitukseen soveltuvat linjaston osat asentaa, tai ainakin varata valun suorittamiseen.
- Varaukset saatava ajoissa myös siksi että se on työturvallisuuskysymys, tarvittavat tarkastukset yms.
- LINJASTOA EI KOSKAAN SAA MENNÄ AVAAMAAN TUKOSTILANTEISSA PAINERUOVELTA.
- Pumppauspaine asetetaan aina ennakkosuunnitelman mukaiseen raja-arvoon. Ei paineen nostoja ilman erillisiä lupia. PUMPPAUKSET ON SUUNNITELTAVA AINA TYÖTURVALLISUUS EDELLÄ.
- Triplassa on käytettävissä 5,5" linjasto jakelupuomeineen. Hyvät nopeudet pienillä paineilla siis mahdollisia kun homma pelaa.
- Linjaston kuntoa on seurattava ja muuta työmaata tiedotettava suoja-alueesta. Tarpeeton liikkuminen linjaston vieressä on kielletty.
- Linjasto tyhjennetään paineilmalla, tässä käytettävä erityistä varovaisuutta. Varo-alueet selviksi, vartiointi aina linjaston päähän josta betoni poistuu. Lisäohjeet ja huomiot antaa Max Vuorio.
- Pumppauspaineen poikkeuksellisista nousuista on aina ilmoitettava betonityönjohtajille!

TOIMISTO	OSOITE	PUH / FAX	Y-TUNNUS	INTERNET / SÄHKÖPOSTI
RUSKON BETONI OY	PIUHATIE 15	08 – 5627 600	0522660-7	WWW.RUSKONBETONI.FI
OULU	90630 OULU	08 – 5627 660	ALV rek.	rb@ruskonbetoni.fi



Putzmeister



Delivery line systems

Safely from A to B

Whatever result you want to bring about ...

Power and pipeline – A first-class combination

Over the years and decades, our concrete pumps have become increasingly more powerful. This is an achievement that makes us proud, and which ultimately serves to achieve your objectives faster and more effectively.

There are high demands which you can place on our pumps and which should be just as decisive when selecting the delivery lines. This applies as much for the pipework in the boom as it does for stationary delivery lines.

With the SK and ZX series, or the PX hose system, we are offering, in combination with the relevant pump, an optimum system for the economical and safe conveying of concrete and mortar.



Flying high – The pipework in the boom

Delivery lines need to meet many diverse demands resulting from their particular use, the medium to be conveyed and the connected pump. For example, the pipework on the placing boom of truck-mounted concrete pumps is required to be flexible and movable. However, the components must be extremely robust and must have a long service life in order to keep the operating costs low and to maintain the level of availability of the machine.

Suitable for handling long distances – Stationary delivery lines

The task of stationary delivery lines is to transport the widest range of concrete to wherever it is poured or further processed. When combined with stationary concrete pumps, it is high pressure that the lines must withstand. At the same time, they should also be wear-resistant and it must be possible to adapt them to all conditions of use with an extensive range of accessories.



Promising – Solutions with a system

Concrete must be frequently transported over longer distances reliably, quickly and safely. This is not always easy. In most cases this involves overcoming a number of obstacles, particularly if the destination is very ambitious or far away, with restrictions to be overcome or circumvented. This then requires complete solutions that are practical and economical. Our engineers are happy to provide you with advice about the process-oriented composition of the individual components, such as a powerful pump, delivery line and appropriate accessories.



Congestion-free feeder for all demands

Outstanding properties in all parts

Increasingly more pressure, increasingly more output – the further development of the pumps has also had a decisive influence on the properties of delivery lines. They must remain leak-proof at extremely high pressures and withstand higher flow rates over as long a time period as possible. However, the greater the volumetric flow rate, the higher the level of stress and wear. The delivery line systems from Putzmeister

therefore have various resources to counter this. Extremely robust pipes, for example, are available which have various levels of wear behaviour depending on the use and medium. For the highest demands, these are reinforced at the coupling connections. Bends which, by nature, are particularly susceptible to wear are made of extremely durable manganese cast iron, and they also have thicker pipe walls if they are used for

stationary concrete conveying processes. When it comes to hoses, the inner wall has been stripped out in order to achieve a seamless transition between the connections. This not only has a positive effect on the wear properties, but it also prevents blockages from forming. These are just a few of the many sensible developments that are based on years of practical experience.



A system is only perfect when it is complete

Delivery lines with matching coupling systems create a connection that is one hundred percent secure. They are adjusted to the purpose and, depending on this, are extremely mobile, easy to assemble, quick to open or extremely rigid. Reducers, transition pieces, delivery and end hoses, a wide range of cleaning accessories and measuring instruments are available to provide an integrated system solution. Our systems provide you with the best manually and hydraulically operated gate valves and transfer tubes, which can be operated via external hydraulic power packs or, where possible, directly via the stationary concrete pump.

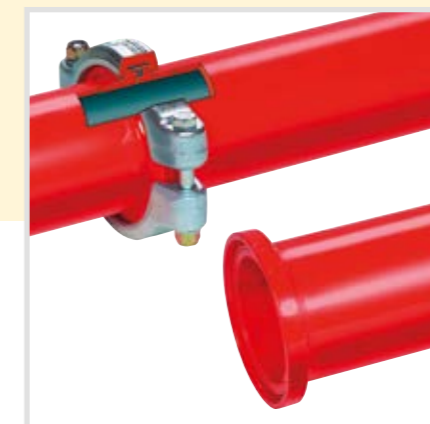


Overview of the applications of delivery line systems

	Construction	Tunnelling and mining	Industry
SK system	Truck-mounted concrete pump Shorter stationary line	Injection work Concrete spraying	Prefabricated parts plants
ZX Zentrifix® system	Stationary concrete pump High and long-distance delivery	Concrete transport Long-distance delivery De-watering of mines Backfilling	Sewage treatment plant, nuclear power plant, waste recycling, water sludge removal and others
PX Ultraflex® system	Extension lines Renovation work Concrete truck mixer pump	Concrete spraying Injection work	Prefabricated parts plants



SK standard coupling system
(see page 6–9)



ZX delivery line system
(see page 10–11)



PX hose system
(see page 12–13)

The SK delivery line system – The ideal combination of robustness and adaptability

SK system – Absolutely robust, no matter how you twist and turn it

The SK quick-release coupling system is ideal if pipelines must be installed flexibly and quickly, and concrete pressures are up to 85 bar*. They can also be rotated axially and can be bent by up to 2° so that they can be optimally adapted to the conditions at the construction site. Due to these preferences, the SK system comes as standard equipment on Putzmeister truck-mounted concrete pumps, but is also very well suited for shorter, fixed pumping distances on uneven terrain.

* When using special seals (Trilip), this may be up to 130 bar.



SK two-layer pipes

When it comes to costs per m³ of pumped medium, it may be more economical for highly abrasive materials and high outputs to invest more in the delivery line. For a longer life, Putzmeister therefore offers two-layer pipes. These consist of a hardened, especially wear-resistant inner pipe and a soft outer cladding and protective pipe.

Standard two-layer pipe:

This pipe has an internal hardness of 63 HRC Rockwell (corresponding to approx. 780 Vickers). For delivery lines on the placing boom, the inner pipe is 2 mm (PM 22) or 2.5 mm (PM 252) thick, while the outer pipe is 2 mm thick.

PROLINE two-layer pipe:

These pipes have been proved to last for twice as long as standard two-layer pipes for the same concrete grade/abrasiveness class, and they achieve a service life which is ten times longer than that of pipes made from ST 52. This is because they have an extremely high level of hardness (up to 67 HRC). Points in the line which are particularly susceptible to wear are also reinforced using special cast parts – PROCAST rings. This minimises the expenditure that is required for modifying and maintaining the line.

Elbows for two-layer pipes

Elbows and reducers and other pipeline parts made from the same hardened or two-layer materials are available to suit all quality levels of the two-layer pipes. With these, we can offer you special PROLINE-quality elbows whose properties are adapted precisely to the application at hand. For example, the impact and turret elbows are manufactured in PROCAST material (special cast iron). PROLINE elbows are distinguished by a pressure-resistant steel frame and a wear-resistant cast-in insert which is reinforced at particularly critical points.

SK delivery pipes – in two versions

With our delivery pipes, you have the choice between two variants with two different levels of quality: The single-layer pipes, which are the inexpensive variant for normal abrasive media, and the two-layer pipes, which provide particular durability for materials which are liable to cause wear.

SK single-layer pipes

Single-layer SK delivery pipes are particularly economical for standard, mildly abrasive concrete compositions and moderate concrete pressures up to 85 bar, or in the reinforced special model with Trilip sealing inserts, up to 130 bar. Pipes are available that have a nominal internal diameter of 50 to 150 mm. These delivery pipes are manufactured in ST 52.0 steel with factory certificate 3.1 B in accordance with DIN 2448/DIN EN 10220.

Elbows for SK lines (single-layer)

Manganese cast iron elbows:

Elbows for boom pipework, which are especially wear-resistant.

Large radius elbows:

Pipe elbow type for stationary concrete pumps, with thicker walls – also for higher pressures.



Overview of the SK delivery line system

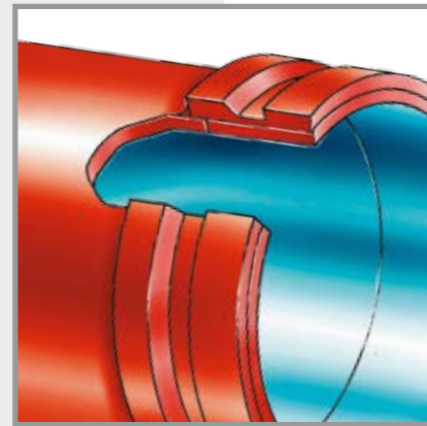
SK delivery line system – ST 52

ST 52 plus 85 bar

Designation/nominal internal diameter	Product sheet
SK 50 - 3	BP 2480
SK 65 - 3	BP 2481
SK 100 - 4	BP 2482
SK 100 - 4,5	BP 2483
SK 120 - 5	BP 2484
SK 125 - 5,5	BP 2485
SK 150 - 6	BP 2486

Reinforced ST 52 plus 85 bar/130 bar

Designation/nominal internal diameter	Product sheet
SK 125 - 5,5 HD 130 bar	BP 2515
SK 150 - 6 HD 130 bar	BP 2516



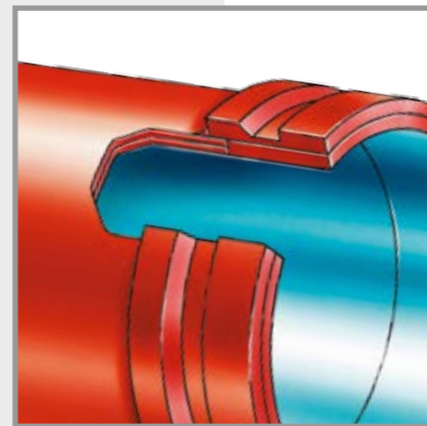
SK delivery line system – Two-layer pipe

Two-layer delivery line 85 bar/63 HRC

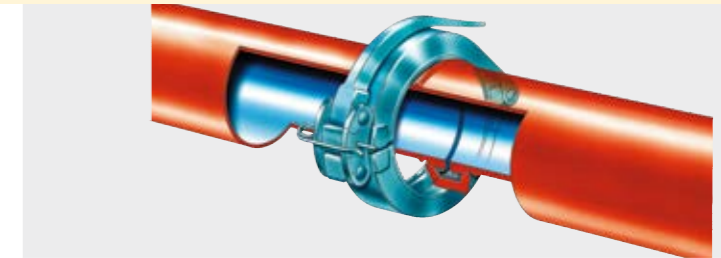
Designation/nominal internal diameter	Product sheet
SK 100 PM 22	BP 2509
SK 125 PM 252	BP 2504
SK 125 PM 22	BP 2506
SK 125 PM 53	BP 2508

PROLINE two-layer delivery line 85 bar/67 HRC

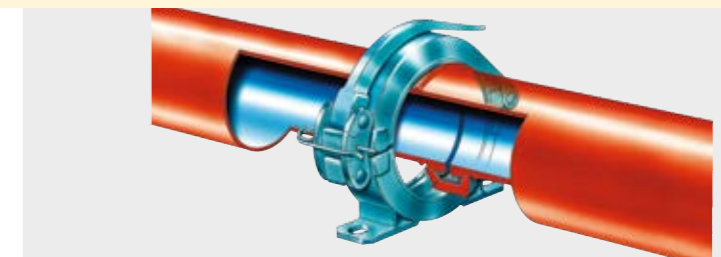
Designation/nominal internal diameter	Product sheet
SK 125 PM 252 P 67 HRC	BP 3484
SK 125 PM 22 P 67 HRC	BP 3485
SK 125 PM 53 P 67 HRC	BP 3486
SK 112 PM 2020 P 67 HRC	
SK 117 PM 2015 P 67 HRC	



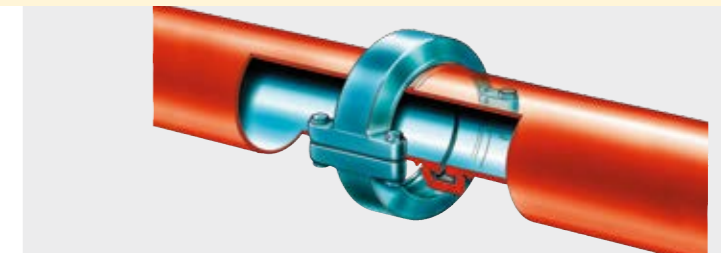
SK-H lever coupling



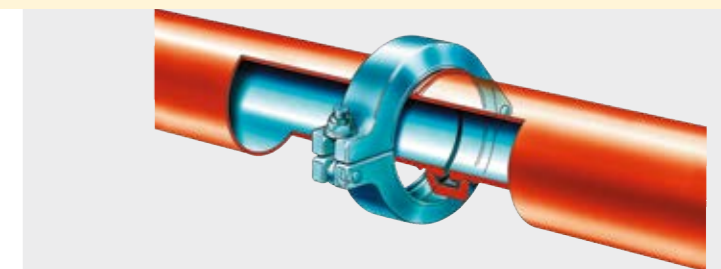
SK-H lever coupling as mounting coupling



SK-S threaded coupling



SK-K handle coupling



Couplings

All SK couplings from Putzmeister are drop-forged and are electrogalvanized as standard, this guarantees a long life and reliable use. A securing cotter pin on the lever couplings prevents the coupling from being opened unintentionally when under pressure. You can choose between three different models:

- SK-H lever coupling as a flexibly mounted coupling or as a mounting coupling; for extremely fast, uncomplicated manual opening without the need for additional tools
- SK-S threaded coupling as a secured connection for delivery lines
- SK-K handle coupling for the fast assembly of delivery lines which should be secured and are not opened frequently

ZX Zentrifix® – Robust connection which is absolutely leak-proof

ZX Zentrifix® system – Extremely resilient at high pressures and with heavy materials

Pumping under high pressure – this is where particularly high demands are placed on the delivery line. They must be absolutely leak-proof, stable and wear-resistant. The ZX delivery line system from Putzmeister fulfils these criteria with ease, and is therefore ideal for fixed, stationary pipe systems in concrete high-rise and long-distance placement. However, beyond construction sites, the system is tried and tested in a wide variety of industrial applications, not least due to it being absolutely leak-proof which is created thanks to the connection between male (ZXV) and female (ZXM) flanges. In this case, the O-ring inserted in a groove acts as a press-in seal which is pressed firmly in its place during assembly. In this way, the ZX system is particularly suitable for highly liquid materials and pulsating pressures. In addition to the high pressure resistance, the wall thicknesses, which are up to 11 mm, also provide a long wear lifetime.



ZX delivery line system

ZX delivery lines Low pressure 85 bar

Designation/nominal internal diameter	Product sheet
ZX 125 ND	BP 2488
ZX 140 ND	BP 2487

ZX delivery lines for industrial applications

Designation/nominal internal diameter	Product sheet
ZX 125 95 bar	IP 2510
ZX 150 100 bar	IP 2511
ZX 200 70 bar	IP 2512
ZX 250 85 bar	IP 2513

ZX delivery lines High pressure 130 bar

Designation/nominal internal diameter	Product sheet
ZX 80 HD	BP 2490
ZX 100 HD	BP 2491
ZX 125 HD	BP 2492
ZX 140 HD	BP 2495
ZX 150 HD	BP 2496
ZX 200 HD	BP 2497

ZX delivery lines Super high pressure

Designation/nominal internal diameter	Product sheet
ZX 125 200 bar	BP 2493
ZX 120 250 bar	—
ZX 125 250 bar	—

Note: Other dimensions are available on request

ZX delivery pipes

Through static calculations and material testing, ZX concrete delivery pipes are designed for the specific required pressures in the concrete.

Elbows for ZX lines

- Small-radius elbows with radii of 280–400 mm
- Large-radius elbows with a radius of 1000 mm

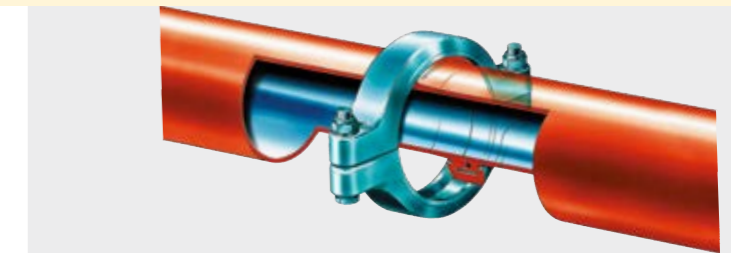
Elbows and reducers and other pipeline parts made from the same hardened materials are available to suit all delivery line systems, as is the case for pipes.

Couplings

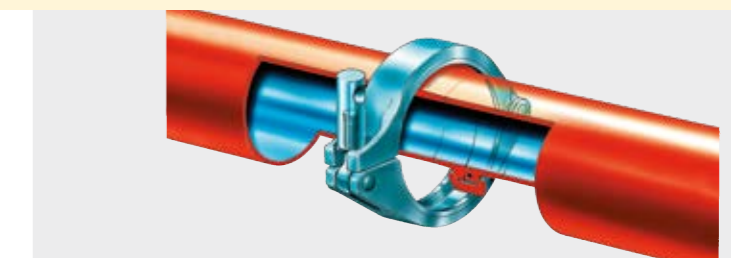
All Putzmeister Zentrifix® couplings are drop-forged and are electrogalvanized as standard. You can choose between three different types of coupling:

- ZX-S threaded couplings: Absolutely leak-proof; assembly of delivery lines that have to be rerouted only rarely or never
- ZX-K handle couplings for quick assembly of delivery lines for which the routing is changed
- ZX-W key clutches for delivery lines which have to be opened at lightning speeds (e.g. on stationary concrete pumps in the area of the hopper, or after each concreting as part of cleaning the line)

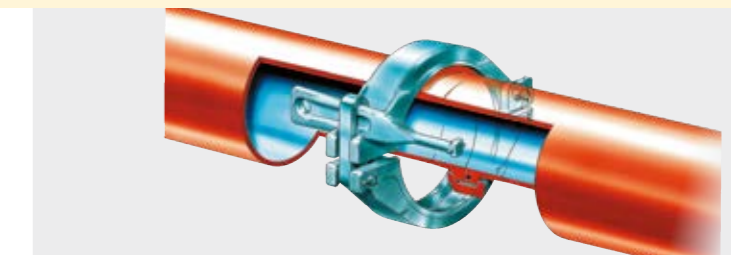
ZX-S threaded coupling



ZX-K handle coupling



ZX-W wedge fitting



PX Ultraflex® – For jobs with lots of corners

PX Ultraflex® system – Child’s play to install

It does what it’s supposed to do. The PX Ultraflex® delivery line system from Putzmeister is distinguished by its high level of flexibility. Always flexible, whether in its possible applications, handling or when it comes to its ability to adapt to its surroundings. When used in construction as an extension line, with the Saniermobil or with our truck mixer concrete pumps (PUMI®), during concrete spraying or injection work – the PX hose system is easy to assemble and to dismantle with connections being quick and easy to establish by one person. The coupling connection is centred thanks to the male/female system, and the connection is rigid, yet it can still be axially rotated when the delivery pressure is low. The O-ring ensures that the line remains absolutely leak-proof and that the transition is then free from wear. When it comes to the wear characteristics, the PX Ultraflex® system is up there with the steel delivery lines (SK) and guarantees a long service life.



Due to this design, the system is not only ideal for pumping concrete, but also for conveying mortar and screed mixtures, and the PX line is also particularly easy to maintain and clean as the seal no longer needs to be removed and scraped out separately. Due to these properties PX Ultraflex® is mainly used for hoses which have to be assembled quickly and frequently, and which then have to be disassembled again.

Simpler handling with the Hose Caddy

The Hose Caddy is the convenient hose carriage from Putzmeister. It is manufactured from polyurethane and is therefore only half the weight of conventional steel carriages, and is suitable for all available delivery hoses. In addition to its designed purpose, the Hose Caddy also has a further safety benefit of preventing any unintended opening of the coupling due to a forgotten safety clip or by being caught in the steel reinforcement.

Delivery hoses

Delivery hoses are subject to a continuously high load, so the tested quality and durability of the hose material are vitally important, which is why we have used a particularly abrasion-resistant natural rubber for the hose construction. In addition, PX hoses from Putzmeister have an inserted carcass that is made from robust steel wire which has been woven four times, in a similar process as for a steel belt tyre. The steel ends of the hoses are also hardened to over 60 HRC to make these exceptionally wear-resistant. Conventional hose lines frequently have a burr or an edge on the internal transition between the hose and the end piece, which is where blockages may easily form. In contrast, the inner walls of delivery hoses from Putzmeister are stripped out so that they have a seamless transition between the connections, which drastically reduces both wear and the risk of blockage.

Couplings

SK standard couplings are used for the PX system. These are drop-forged and electrogalvanized as standard to guarantee a long life and reliable use. Furthermore, a securing cotter pin prevents the coupling from being opened unintentionally when under pressure.

You can choose between three different models:

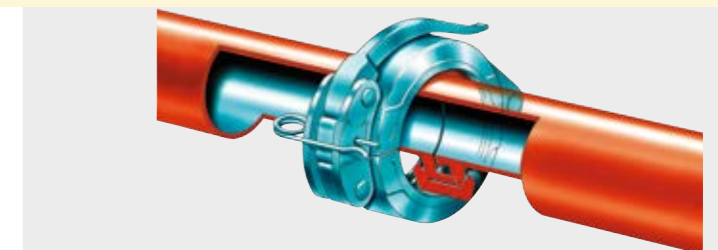
- SK-H lever coupling as a flexibly mounted coupling or as a mounting coupling; for extremely fast, uncomplicated manual opening without the need for additional tools
- SK-S threaded coupling as a secured connection for delivery lines
- SK-K handle coupling for the fast assembly of delivery lines which are opened frequently

PX Ultraflex® delivery line system

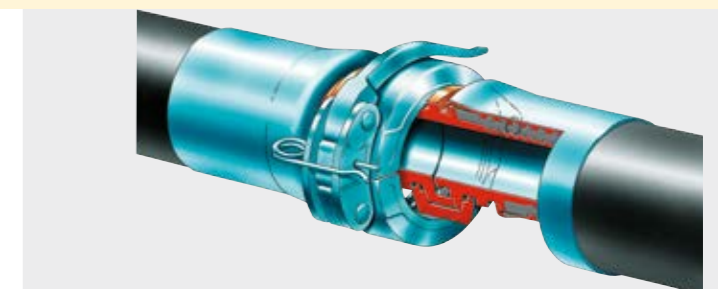
Hose delivery lines

Designation/nominal internal diameter	Product sheet
PX 65	BP 2501
PX 75	BP 2502

PX coupling with pipeline



PX coupling with hose line



For today and beyond

Transfer tubes and gate valves regulate the material flow

Gate valves and transfer tubes ensure that everything is in order: They determine where the material goes and when it is allowed to flow, and the most important property of a gate valve or a transfer tube is being leak-proof and having maximum operational availability.

From decades of experience with extreme applications, these components have been continuously developed by Putzmeister and enhanced in such a way that they meet the highest demands placed on a modern pipework system. Whether it is a simple gate valve or more complicated transfer tube system, you can rely on the fact that nothing will leak out. In high-pressure versions, spectacle wear plates and metal rings perform the task of sealing. In this way, operating pressures of up to 250 bar can be achieved in a controlled system.



Manual and hydraulic gate valves

GVM manual gate valve

GVM manual gate valves are operated manually by shutting off the delivery line independently of an external power supply. The gate valve sheet is closed across the delivery line using a hammer, and is opened again in the same way. These are available both for low pressure requirements up to 20 bar (gate valves for formwork) and for high-pressure applications up to 200 bar.

GVHM manual gate valve

In this light gate valve model, the valve is also opened and closed manually, but the process is supported hydraulically. This makes operating the valve easier, but it can still be done independently of an external power supply if required. This gate valve is used for pressures up to 130 bar.

GVH hydraulic gate valve GVH

GVH hydraulic gate valves are operated hydraulically, are pressure-resistant and are available in various versions up to 250 bar. The hydraulic supply is provided either by a stationary concrete pump or an external hydraulic power pack. GVH hydraulic gate valves can also be fitted with limit switches so that the gate valve can be easily electrically actuated, and a signal is fed back to the remote control telling it whether the gate valve is open or closed.



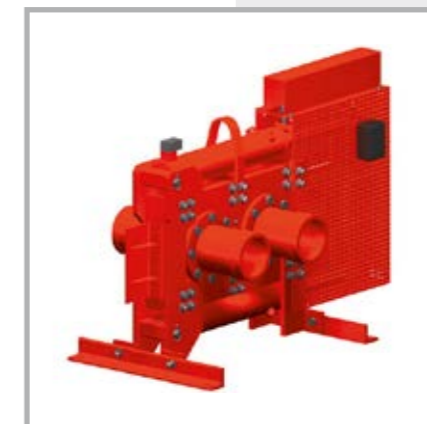
Transfer tubes for two or more delivery lines

DVH hydraulic transfer tubes

This system makes it possible to quickly switch to a second line. For example, this means that you can, as required, switch over to a bypass line or a wash-out adaptor for convenient cleaning of the delivery line. The washing out process can also be introduced in line A at the same time as concrete is pumped into line B.

SDVH hydraulic transfer tubes

The S transfer tube is ideal for uses with concrete pressures up to 130 bar. The S transfer tube enables the repeated, parallel loading of two lines, as well as the shut-off of a delivery line. The fast switching required to achieve this is driven hydraulically via an external power supply, either via the stationary concrete pump or a hydraulic power pack. In comparison to conventional products, this also permits applications in the high-pressure range.



Pressure brings movement into play

External hydraulic power packs

If the hydraulics of gate valves and transfer tubes cannot be operated via the agitator hydraulic circuit of the BSA concrete pumps, external hydraulic power packs from Putzmeister produce the required fluid pressure in order to operate these. With a fluid pressure of 150 to 315 bar, they even master high loads. In this case, different variants and practical accessories are available for an extremely wide range of applications and demands.

Drive alternatives

Hydraulic power packs with hand pump

Hydraulic power packs that are operated using a hand pump are, on the one hand, the most cost-effective variant of all the power packs and, on the other, thanks to their independence from an external power supply, can be operated in any location and reliably in any situation.

Hydraulic power packs with electric drive

Hydraulic power packs from Putzmeister can be fitted with an electric drive and manual control valves, and if required, also with electric valves. With the last option, an electric control cabinet is required, to which a remote control* can be connected. Hydraulic power packs with various outputs are available.

Hydraulic connection via the concrete pump

The gate valve can also be connected to the agitator hydraulic circuit of a concrete pump. This is usually protected with 220 bar. Further options can be individually defined depending on the concrete pump.

* Remote control

Transfer tubes and gate valves can be actuated via remote control. This remote control has "Open" and "Closed" switch positions, a limit switch and signal lamps, which display the position of the gate valve. We can also offer other versions on request.



Technical data of the hydraulic power packs

With electric drive		With hand pump	
Power	7.5 kW	Max. pressure	300 bar
Max. pressure	315 bar	Manual force at 300 bar	Approx. 320 N
Pumping volume	12 l/min	Pumping volume	29 cm ³ per double stroke
Tank content	63 l		
Useful capacity	40 l		

* Optionally with or without remote control.

Coupling expressly required

Reducers and transition pieces* close gaps in the line

Putzmeister supports your concrete conveying process with systems that are optimally integrated with each other. From the pump through the line and to the distribution – with the complete solutions from Putzmeister you not only work effectively but also economically. A wide range of accessories and functional components are required for this, and these are available from Putzmeister with the level of quality that one would expect from such a supplier.

Pipeline mounting

If the material is flowing at high pressure, forces come into play which make the lines start to move. In the worst case scenario, this may lead to the lines coming loose from each other. For this reason, Putzmeister can also supply mounting systems that are adapted to the individual job and its requirements.



Transition pieces and reducers

Transition pieces and reducers are also available for connecting two different delivery line systems* or diameters. These are offered in three different quality grades:

- From steel: Either from extruded material that is seamless with optimised wall thickness distribution, or as ST 52 – turned down and welded with a V straight bead weld; the standard wall thickness is 6.3 mm
- Case-hardened or induction hardened: Inner hardness up to 63 Rockwell HRC, for particular stress (such as that found behind the pressure pipe)
- Reducers available from 150 mm pipe diameter to 125 mm and from 125 to 117 mm

* If you have to connect Putzmeister delivery lines with third-party systems, we also manufacture transition pieces for this on request.



Quality work from start to end

Delivery and end hoses which live up to our promises

What our pumps set in motion, the delivery and end hoses should see through to a great finish. Only once the material arrives where it is required do we see our task as being complete. For this reason, we have placed the same high demands on the development of hoses and hose accessories as we set on pumps and pipelines.

High-quality hoses

Concrete delivery and end hoses from Putzmeister are ideal for conveying concrete, but also for mortar and screeding work. They are manufactured from particularly abrasion-resistant natural rubber and include a carcass made from a four-layer steel wire insert. Yet another quality advantage is that the hose ends are stripped out, meaning the transition between the hose connection and hose is seamless. The hose connections are also hardened against wear by up to 63 Rockwell (HRC), and both of these factors reduce wear and extend the operating life of the hose.

We guarantee reliability and stability with a double safety buffer: The test pressure when new is 170 bar, while the delivery hoses are only designed and specified for a delivery pressure of 85 bar. On request, we also supply hoses with LOBA approval*.

Putzmeister concrete delivery hoses that are suitable for use with other operating pressures are also available to meet the exacting demands of special applications. Simply contact your local Putzmeister subsidiary or relevant Putzmeister dealer for more information.



Putzmeister offers concrete delivery hoses with a fabric casing too. These special concrete delivery and end hoses weigh up to 15% less than standard hoses – which machine operators can clearly feel when

handling them and which makes a noticeable difference to the payload of the machine.

* Standard for rubber qualities which correspond to the regulations of the German Landesoberbergbauamt (regional mining inspectorate).



Concrete brake with zoom nozzle

Intelligent hose accessory

Excalibur concrete brake

The Excalibur concrete brake ensures that the fresh concrete flows evenly from the end hose with liquid concrete or for small to medium delivery rates. End hose movements and the spitting out of concrete from the end hose are massively damped.

Concrete brake with zoom nozzle

The plastic concrete brake from Putzmeister prevents the concrete from dripping out of the end hose at a low pump output and high speed. A pulsating, oscillating hose could injure the personnel at the concrete placement site, or make them dirty due to spraying concrete. In contrast to the steel elbows on the end hose that are used in practice and are unreliable, the solution from Putzmeister has been tested and is safe.

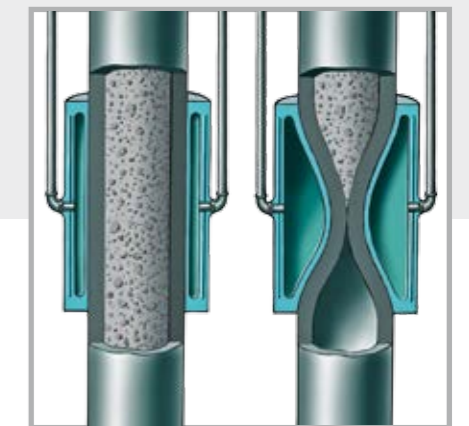
Hose and end hose closure

Pneumatic hose and end hose closures from Putzmeister prevent concrete from dripping out when moving the hoses or moving the boom. This is particularly important for high-rise projects with subsequent façade construction work or when swinging out over public areas.

For the end hose shut-off valve, the delivery line on the boom tip is pneumatically compressed. It can be flexibly positioned on the hose and can be easily used to replace existing valves. With an internal diameter of 180 mm, it can be easily drawn over the end hose on the boom. The shut-off valve is connected to an existing air system on the boom or to an external pneumatic power pack or air compressor.



Excalibur concrete brake



Hose and end hose closure

Cleanliness is both a duty ...

... and a choice when you use the right cleaning accessory

Pipelines must be cleaned in order to remove material residue after the concreting, and to thus counteract wear and blockages. Putzmeister offers you a wide range of user-friendly, reliable and cost-effective cleaning accessories. This ensures that the material flow is unlimited and unimpeded, and that the life of your pipework is maximised. This not only saves costs, but also valuable working time.

For complex cleaning sequences, particularly for stationary applications over great heights or considerable distances, our engineers will be happy to provide you with support. They can develop a safe cleaning process that is individually adapted to your situation.



Functional and versatile – Cleaning accessories from Putzmeister

Sponge balls and sponge pigs:

These little aids have a particularly tear-proof and tough quality of sponge rubber. When handled correctly, and then cleaned and stored correctly, they can be used 20 to 40 times without losing their cleaning power – and sponge pigs last even longer. They can be used for suction and pressure cleaning and are available for all delivery line diameters from 25 to 250 mm, and even larger diameters if requested. Sponge pigs are the slightly more expensive variant, but thanks to their greater cleaning surface they clean even better than sponge balls.

Foam cubes

Foam cubes are the affordable alternative to sponge balls. They are available in edge lengths of 200 to 250 mm for delivery line diameters of 100 to 200 mm.



Cleaning pigs

Cleaning pigs are made from rubber. They are ideal for stationary delivery lines in concrete and industrial pumps with large pipe elbows. These cleaning pigs are especially used when there is a risk of material deposits. They can be applied to or removed from the delivery line manually or with the help of a go-devil insert. For delivery line diameters of 125 mm, a highly flexible rubber pig is available which is particularly suitable for tight radius elbows.



Catch baskets

For safety reasons, catch baskets are indispensable for cleaning the line with compressed air. They prevent sponge balls and concrete residue from shooting out as a result of the explosive depressurised air exiting the line.

When cleaning with water, catch baskets have a corking effect at the end of the pipe when the cleaning aid exits the line. This also prevents large volumes of water from escaping.



Wash-out adaptors and wash-out port lids

The wash-out adaptor is used to put air or water into the line after two or three sponge balls have been introduced in the stipulated cleaning set-up. It is connected to the front or rear end of the delivery line. The wash-out port lid for the water connection can be connected to a cleaning port or to a T delivery pipe.



Power that you can see

Measuring devices for increased checks and safety in the delivery line

With the easy-to-use measuring devices from Putzmeister, you can measure what you would otherwise only have estimated, and can be done without having to open the line: For example, finding the concrete pressure in the delivery line or the remaining wearing layer of pipeline. Thanks to this advantage when it comes to safety and checks, you can prevent damage that is caused by overstress or wear. This means that you can take countermeasures in good time in order to prevent time-consuming and costly repairs.

Pressure gauge

Pressure gauges from Putzmeister measure the concrete pressure at any required point in the delivery line. They are available for all pressure ranges, and can be connected using T-pieces which are easily integrated into the pipeline.



Mechanical wall thickness measuring device

With this cost-effective and easy-to-operate measuring device, you can measure the wall thicknesses of your pipelines. The display provides you with information about how much of the wear reserve is still available, so that the line can then be replaced in good time if required.



Digital wall thickness measuring device

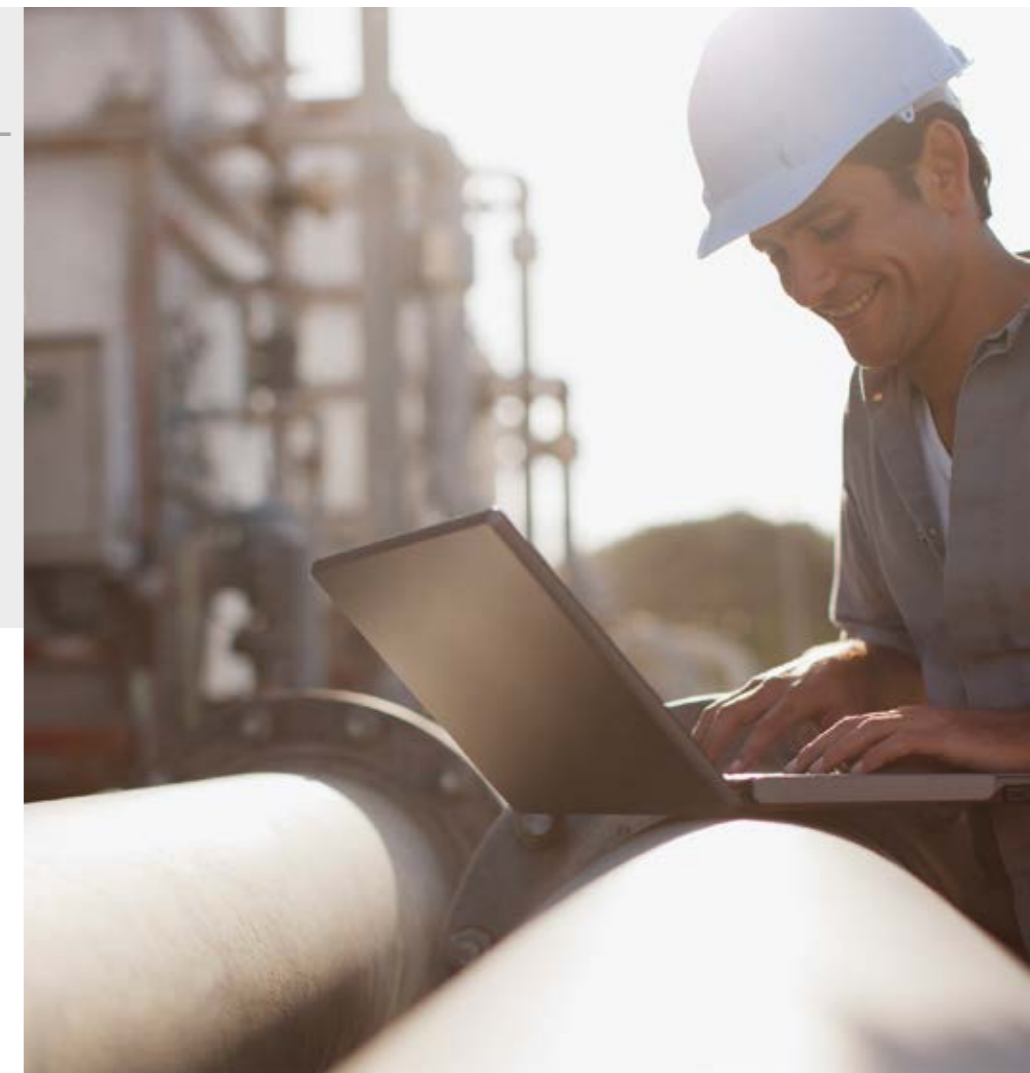
With the easy-to-handle, digital ultrasound wall thickness measuring device from Putzmeister, you can determine the values measured for your wear parts reliably, quickly, simply and on-site. The measuring device has an integrated zero point adjustment for checking the standard measure. All parts that are subject to wear, such as the S transfer tube, spectacle wear plate, delivery pipe, etc., can be regularly monitored using this device and can be replaced in good time. In the case of steel, digital values measured can be read directly from the display. In the case of other materials, such as copper, aluminium, plastics, etc., the wall thicknesses can be determined with the aid of a multiplier which is detailed in the attached operating manual.



It is not just the products that are reliable

The service from Putzmeister – always there for you

Your machines and delivery lines have to be available for the planned workload – reliably and cost-effectively. One objective that we both have in common. We therefore not only focus our attention on the excellent quality of our products, but also on outstanding services for maintenance, emergencies, spare parts delivery, consultation and training.



Service

- **Service centres** in more than 150 countries worldwide
- **24-hour emergency service** in Germany
- **Tested original parts** with warranty and a 24-hour delivery service
- **Status and diagnosis data via Ergonic® Tele Service (ETS)** with transfer to separate workshop or Putzmeister service partner
- **Full-service contracts** (all maintenance work and spare parts are calculated per metre that is pumped)
- **Service packages** for maintenance and inspection
- **Manufacturer's inspection according to the requirements of the VDMA (German Engineering Federation)**
- **Individual training courses and seminars** in the Putzmeister Academy
- **Expert advice and planning support** Putzmeister project engineers from the CPD (Concrete Project Division) provide assistance for planning large projects, e.g. for concreting logistics, processes and technology

If you have any further questions we are happy to answer them:

spareparts@pmw.de
(for questions on spare parts)
services@pmw.de
(for technical questions)

Delivery line systems at a glance

SK system (quick-release coupling system)

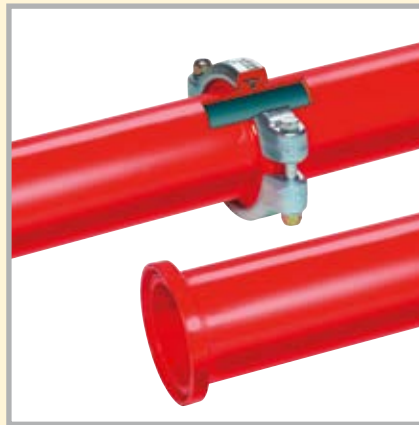
- Standard delivery line for shorter stationary lines
- For pressures of up to 85 bar in the conveyed material
- In the special version: Highly wear-resistant up to 130 bar
- Can be bent axially up to 2° after installation
- Good adaptation to uneven surfaces



SK delivery line system

ZX Zentrifix® system

- Leak-proof
- Rigid connection between the pipes
- Robust for pressures up to 250 bar
- Ideal for stationary pipeline applications
- For dynamically calculated pressures in industrial applications



ZX Zentrifix® delivery line system

PX Ultraflex® system

- Leak-proof
- Particularly quick installation and easy to couple
- For pressures of up to 85 bar in the conveyed material
- Particularly wear-resistant because the connection is centred and rigid
- Couplings as for the SK system



PX Ultraflex® delivery line system

Putzmeister Concrete Pumps GmbH

Max-Eyth-Straße 10 · 72631 Aichtal / Germany
 P.O.Box 2152 · 72629 Aichtal / Germany
 Tel. +49 (7127) 599-0 · Fax +49 (7127) 599-520
 pmw@pmw.de · www.putzmeister.com





Putzmeister



MX stationary booms

Amazing artistic movements

Under its own power to the end

Achieve more with stationary booms for concrete placement

If you want to get to the top, you have to work your way up – from a solid base.

In line with this principle, MX stationary booms from Putzmeister are designed to meet all the challenges in construction.

Buildings are becoming taller and complex, and the demands placed on concrete conveying are growing alongside. This cannot always be done by truck-mounted concrete pumps, as their reaches are limited too. An effective and exceptionally cost-effective alternative is to combine Putzmeister stationary concrete pumps with static booms.

This successful combination effortlessly bridges distances and ensures targeted and very efficient concrete placement. The MX modular system, through flexible combinations of booms and sub-structure with various attachment options and self-climbing devices, allow almost limitless potentials to be utilised.

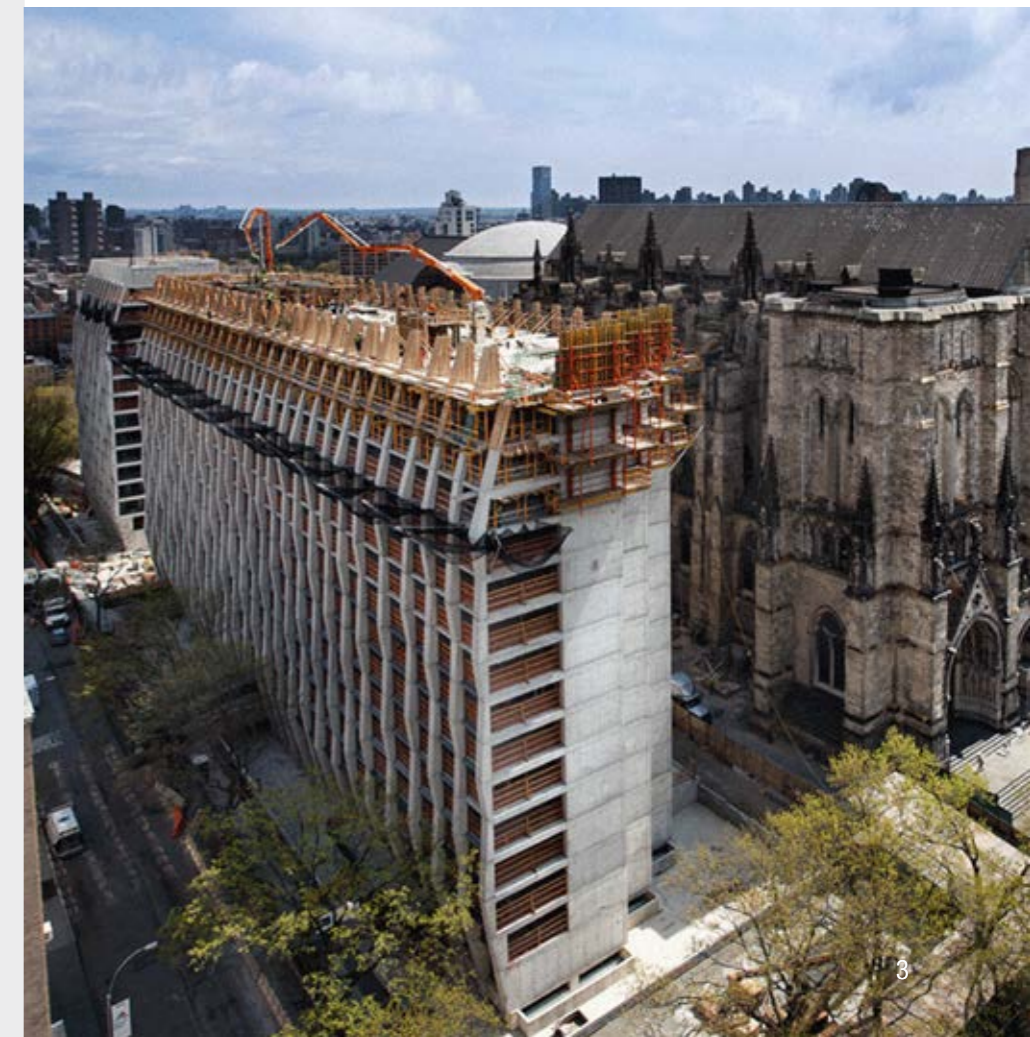


MX stationary booms offer expansion options

The application areas of stationary booms are broad and diverse. They are used just as economically for the construction of power stations, caverns, liquid gas tanks and bridges as they are on various high-rise building construction sites. They are ideally suited for integration in climbing formwork, the autonomous through-climbing of floors, as well as free-standing installations.

Hence, they have been involved in many superlatives: the construction of the Burj Khalifa or in New York City, where two high-rise apartment blocks were built alongside the cathedral of St. John the Devine. The distance of the new 430 apartments to the fourth-largest Christian church in the world is between 12 and 0 meters, and as such called for extraordinary solutions. Using the self-climbing RS 850 tubular column system from Putzmeister, which is mounted on a manageable 1 x 1 m, a height of 140 meters was effortlessly overcome and 17.000 m³ of concrete flexibly placed.

Conclusion: MX stationary booms are designed for all areas of the extensive industrial and high-rise construction sites, which are technically difficult to access.



Insertion and distribution Having the right balance



The MX system – optimum ratio of set up time and performance

The comprehensive, modular range of MX stationary booms offer differing reaches on the Putzmeister RS-850 tubular column system or on lattice towers of reputable manufacturers. Outriggers which, thanks to the quick disconnection system, can be moved in the shortest possible time from the truck-mounted concrete pump to the tubular column and from there to the next one, allow an extreme amount of leeway both aloft and at surface level. Up to a reach of 36 m, they do not require counter ballast, despite of a permissible free-standing height of up to 20 m.

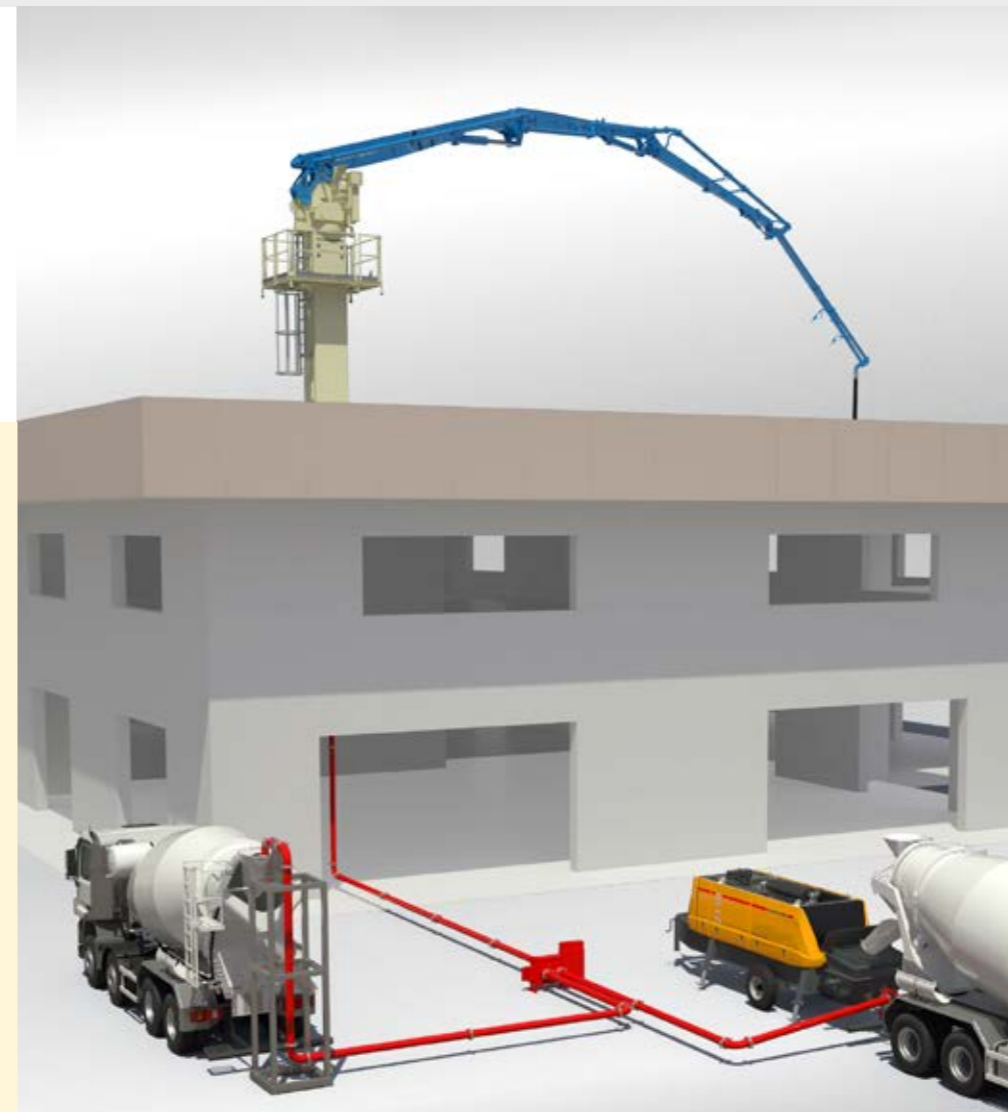
Stationary concrete pumps - high capacity, extremely efficient

Our comprehensive range of stationary concrete pumps offers the right solution for every application. The fully-developed pumps have already proven their convenient operability, reliability and durability in numerous extreme applications. So they rightly enjoy an excellent reputation on the market. This is not least down to the clever coordination of all components such as drive, long-stroke piston pump, free-flowing hydraulics (FFH), S transfer tube and electronic control EPS (Ergonic® Pump System).

Advantages of stationary concrete pumps

- **Particularly robust and wear-resistant**
- **A complete concrete pump for high-rise construction in conjunction with the MX boom**
- **Powerful performance for the high-rise and long-distance pumping of concrete (as powerful as truck-mounted concrete pumps)**
- **Small set-up area required**
- **Available with diesel and electric motors**
- **Extensive, practically-orientated standard equipment and functional accessories**

Additional brochure: Delivery line system PM 2300
BSA- Innovation for clean air BP 4614
BSA Stationary Concrete Pumps BB 2632



MX boom at a glance

Type	Delivery line Pipe - DN (mm)	End hose max. (m)	Max. height without counterweight (m)	Arms	Folding	Reach (m)	Quick disconnection point
MXR 24-4	125	4	25.5	4	Z	23.8	–
MXR 32-4	125	4	19.5	4	Z	31.8	–
MXR 36-4 Multi	117	3	19.5	4	Z	35.1	Multi
MXG 42-5*	125	4	–	5	RZ	42.1	–
MXG 50-4*	125	3	–	4	R	49.9	–

Standard product construction on square tubular column RS 850, also possible on lattice tower. MXG 42-5 and MXG 50-4 only possible with lattice towers.

* Upon request

High-rise applications



Picture source: Doka GmbH, Amstetten

The perfect combination

In partnership with the customer and the formwork manufacturer, Putzmeister creates a perfect concreting concept. The ideal combination of formwork and placing boom is individually defined for each project. A MX boom can be inserted into the self-climbing formwork or into a self-climbing formwork platform. The self-climbing formwork is often used for pre-running cores.

Picture source: PERI GmbH, Weissenhorn



Climber with the highest cost-efficiency

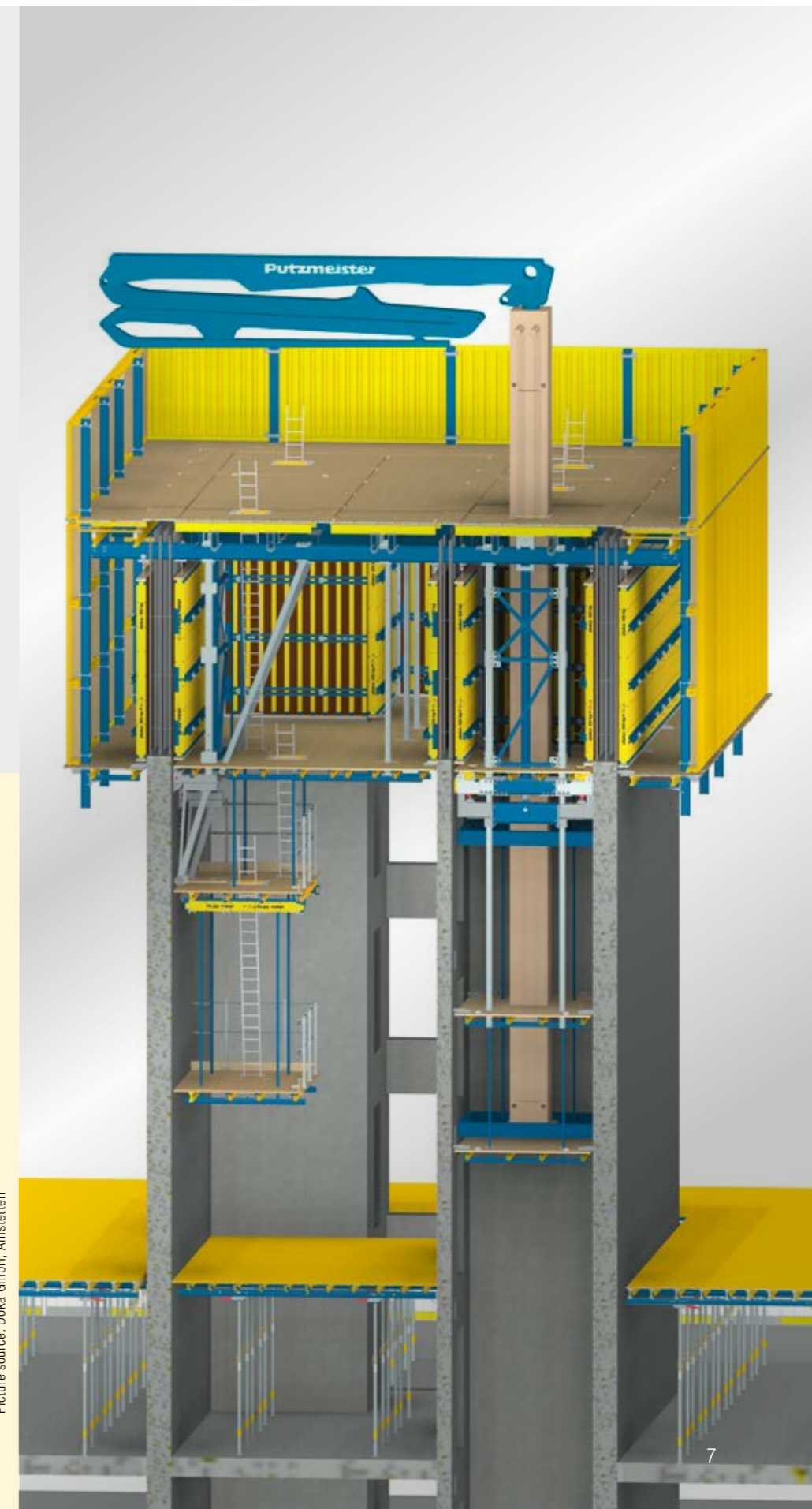
Self-climbing formworks offer numerous advantages. Maximum safety for construction site personnel and high cost-efficiency. Putzmeister produces for the formwork manufacturer, for example, all necessary calculations and layouts such as the load torque calculation.

If the stationary boom is integrated into self-climbing formwork, it is raised together with the complete formwork by a powerful hydraulic cylinder in a single stroke into the next section to be concreted.

Self-climbing formwork at a glance

- **Maximum safety** for the entire construction site
- **Fast working times** due to quickshuttering times
- **Placing boom integrated into the formwork**

Picture source: Doka GmbH, Amstetten



Infrastructure application

Competent teamwork for all applications

Building the Nant de Drance power station in the Valais Alps, for example. Numerous Putzmeister machines were used for 17 km of tunnels with 1.7 million m³ of rubble. 5 stationary concrete pumps conveyed some 360 000 m³ of concrete using two MX 32-4 placing booms. The Putzmeister engineers had developed the concept for the concreting.



Energy application



The system for the (sometimes) marked difference in size

MX stationary booms can be mounted on lattice towers of other renowned manufacturers.* This system is used predominately where a project calls for large reaches. So they can be seen, for example, in the construction of reservoir dams, power stations and liquid gas tanks. Or at widely extending construction sites, such as when building underground railways and stations.

Systematic to a successful implementation

Consistent planning is a crucial success factor. And so Putzmeister engineers create a precise set-up plan in close collaboration with all project participants. Depending on the area to be concreted and the amount of concrete to be placed, the locations of the large booms are planned taking into account maximum reach and height, amongst other factors. This gives the sequence in which and the frequency at which the booms must be moved.

* Technical clarification and approval from Putzmeister required.

Benefits of lattice tower systems at a glance

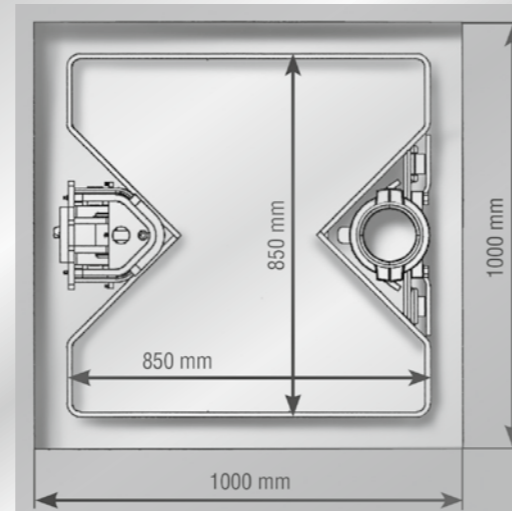
- **Anchoring** at structure for quick, freestanding mounting
- **Pipelines are laid in the lattice tower, saving space**
- **The rapid separation** device between the boom pedestal and the lattice tower adapter allows the placing boom to be quickly set-up and dismantled

The RS-850 tubular column system the upward trend

Step by step right to the top

The RS-850 tubular column system provides, as standard, columns in lengths of 1.5 m, 3 m, 6 m, 9 m or 10.5 m including the piping with DN 125 concrete delivery lines. This makes parts replacement very uncomplicated. The erection of the boom pedestal* and the arm assembly is carried out on the identical column sections, as for the sub-structure. Consequently, there is no need for special parts. Thanks to the practical double M tubular column profile, a simple quadratic opening of 1 x 1 m is required in the ceilings in order to reach the next floor.

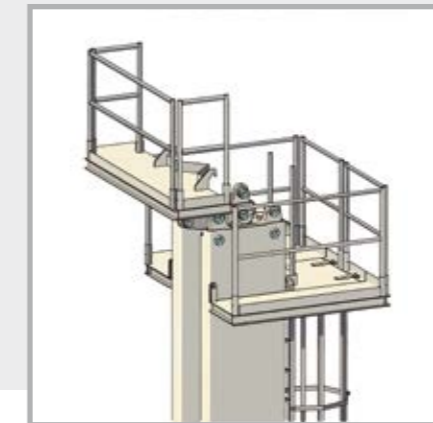
* Putzmeister placing boom from the RS-750 system can be readily combined with the RS-850 tubular column system. Putzmeister offers an adapter for this purpose. So you can use all the benefits of the system with your existing arm assembly.



Safety details that later latch into

Safety devices should also satisfy practical aspects. They must be quick to attach and be as compact as possible for transportation. For this reason we have split the working platform. One part can be pre-mounted on the tubular column for the construction site, while the other can be delivered separately and only needs to be latched in and secured.

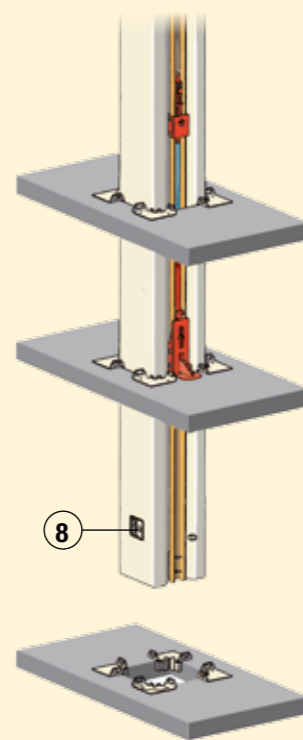
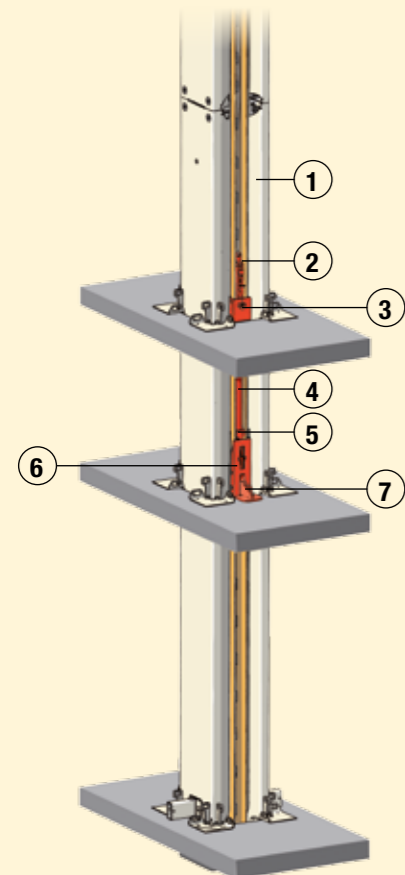
An optional intermediate working platform, which is mandatory in certain countries, can likewise be readily attached to the tubular column in the shortest time. In addition, ladder elements can be attached to the tubular columns. The safety back protection is removable to prevent it from becoming damaged while being transported or stored.



Set-up of a MX boom with the optional safety working platform

- 1 Climbing bar
- 2 Catch for upper climbing carriage
- 3 Upper climbing carriage
- 4 Climbing cylinder

- 5 Lower climbing carriage
- 6 Catch for lower climbing carriage
- 7 Swivel claw
- 8 Extending feet



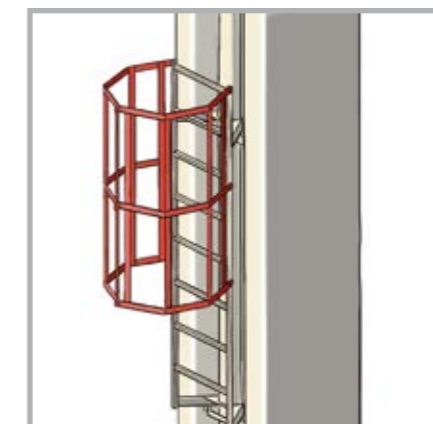
When climbing starts, the swing claw holds the placing boom up, while the lifting cylinder retracts for the next lift.

The column that goes on and through the ceiling itself

Crane capacities on the construction site are in short supply. The MX boom from Putzmeister helps in this regard as it climbs automatically - via a lift cylinder. The Tubular columns in standard lengths 1.5 m, 3 m, 6 m, 9 m and 10.5 m Automatic climbing process with hydraulic climbing device hydraulically driven climbing device integrated in the tubular column profile, pushes the tubular column gradually upwards. At the same time, the delivery line mounted on the tubular column climbs too. Additional pipes can now be conveniently joined at the column end, while the tubular column can be supported after each climb by the so-called extending feet. When a process is completed, it can be repeated as often as required by pulling the climbing cylinder upwards by a cable winch along the rail. This method enables the climbing device to climb automatically through several floors in a building.

The RS-850 system

- **Tubular columns** in standard lengths 1.5 m, 3 m, 6 m, 9 m and 10.5 m
- **Automatic climbing process** with hydraulic climbing device
- **Extending feet** keep the tubular column secure on the slab
- **Simple column** connection using re-usable pins
- **Adapter** between tubular column RS-850 and boom pedestal RS-750 ensures compatibility
- **The structural variants** of the tubular column adapt to each construction site
- **Quick disconnection system** for improved transportation and quick set-up of the outrigger
- **Separable working platform** for ease of transport
- **Climbing columns are available as 10.5 m or 1.5 m elements** for high-rise projects with self-climbing device



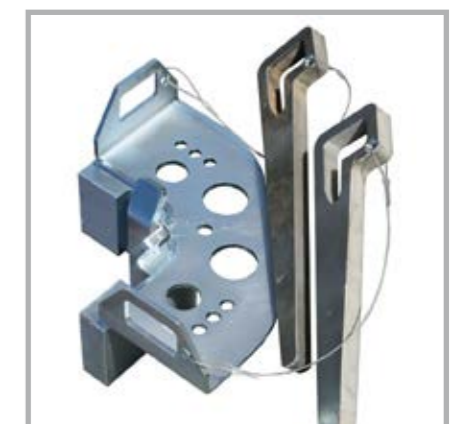
Ladder element with removable back protection



Tubular column with slab guide



Base plates



Slab guide with wedge

Foundation

On a good foundation to aim high

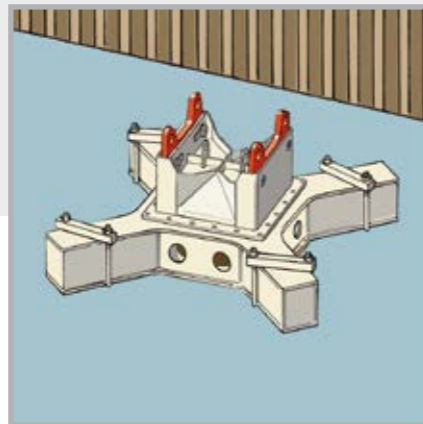
The tubular column can be set up in several different ways depending on the construction site specifications. Either one mounts the freestanding column on a cruciform base with ballast ⁽¹⁾ or with anchor bolts ⁽²⁾, which are attached to the base plate. Or alternatively in the case of tight spatial conditions a compact cruciform base with a tie rod basket ⁽³⁾ can be fixed to the base. If a base plate and ceiling are already completed, a cruciform base is no longer required. In this case, the tubular

column is held from 4 base plates ⁽⁴⁾ and ceiling corner brackets in the first ceiling over the base plate. In comparison to the ceiling frame previously used, these are significantly lighter and more compact so that they can be easily carried. The concrete placing boom can also be integrated in a climbing formwork or slipform ⁽⁶⁾ depending on the construction site. Putzmeister has developed successfully implemented solutions through years of close cooperation with well-known inter-

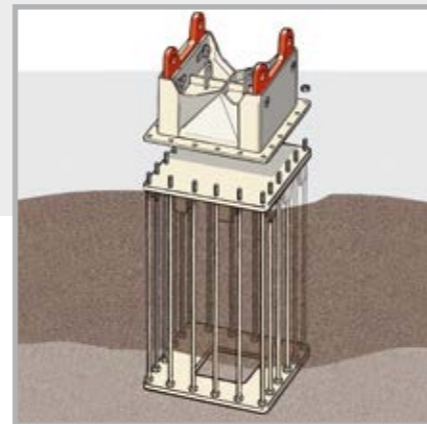
national formwork manufacturers. In special cases the stationary boom can also be attached using an anchoring ⁽⁵⁾ at the structure. It is thus possible to bypass heights up to over 40 m freestanding. If the base is steady, the tubular columns can be placed on top of one another. Instead of a long-winded and time-consuming bolted connection, for the RS-850 system the column parts are secured using reusable pins. They can be inserted and tightened by hand.



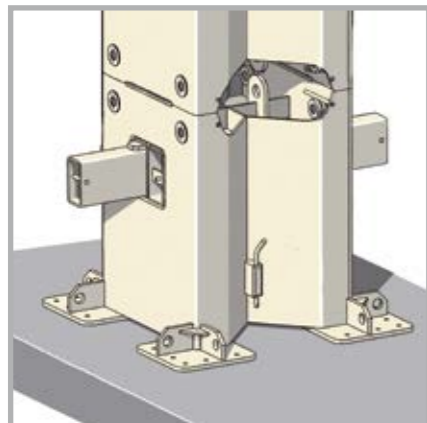
Cruciform base with ballast ⁽¹⁾



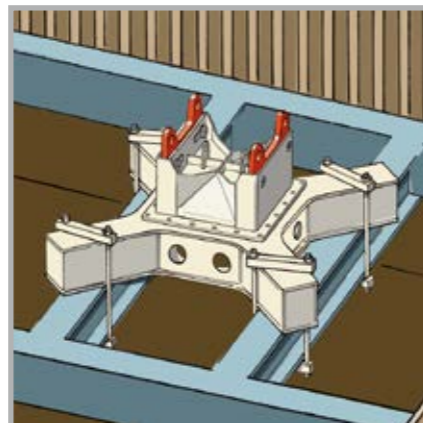
Attached on a base plate with anchors embedded in the foundation ⁽²⁾



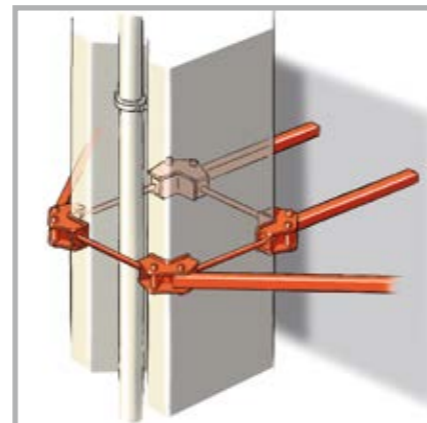
Compact cruciform base anchored in the foundation with a tie-rod cage (when space is restricted) ⁽³⁾



RS-850 with existing base plate and slab fixed with four base plates ⁽⁴⁾



Cruciform base mounted on a shaft frame with tie-rods ⁽⁶⁾



Anchor on the building structure with tie-rods ⁽⁵⁾

The appropriate disconnection point

The Putzmeister quick disconnection systems allow placing boom to be quickly mounted and dismantled, flexibly relocated and transported more easily. For this reason, we offer the stationary boom MXR 32-4 with G2 disconnection points and the MXR 36-4 with multi-disconnection points.

The G2 joint technology ensures quick and very easy mounting of the MXR 32-4. It can be securely attached with only a few, simple hand grips and is then ready for immediate use.

The MXR 36-4 with multi-disconnection points can be used on truck-mounted concrete pumps as well as tubular columns or lattice towers. At the multi-boom disconnection point, the arm assembly can be removed from the boom pedestal in the shortest time.

The electric motor, all hydraulic components and the boom control are integrated into the boom pedestal.



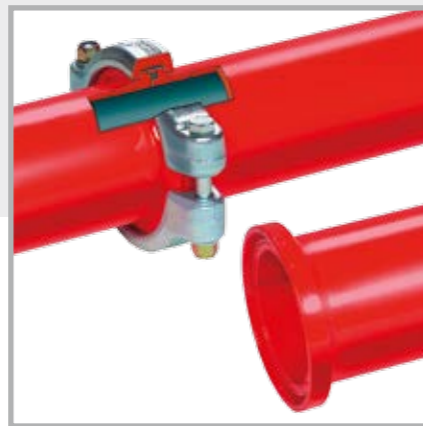
A specialist rarely comes alone

Always the best solution – with the right teaming of lines and pumps

MX stationary booms are out and out team players. Together with stationary concrete pumps and delivery lines from Putzmeister, they ensure the highest efficiency for concrete pumping and placement in every application.



SK standard coupling system



ZX pump delivery system

The SK system

- **Standard delivery lines for placing booms**
- **For pressures to 85 bar in the pumped medium**
- **Special version highly wear-resistant to 130 bar**
- **Axially rotating**

The ZX Zentrifix system

- **Especially suitable for stationary pipeline use**
- **Stable at pressures to 250 bar**
- **Completely leak-proof**
- **Rigid connection between the pipes**
- **Non-axially rotating**

Additional brochure t: Pump line system PM 2300

Transfer tubes and stop valve

In high-rise construction it is very important, with pump pauses or before switching to another pipeline, that the delivery line can be closed off quickly and leak-free. The GV stop valves of the M-series are stopped manually, while the H-series operate hydraulically. DVH transfer tubes permit feeding from a concrete pump from several pump lines.



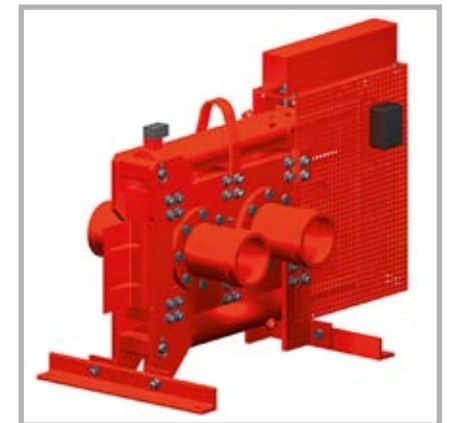
Stop valve - GVM 2/2



Stop valve - GVMH 2/2



Stop valve - GVH 3/2



Transfer tube – DVH 5/2

Delivery lines for every application

Requirements for delivery lines vary depending on medium, pump and conveying pressures. Putzmeister has delivery lines from the SK and ZX series with fully-developed coupling systems.

SK delivery lines are characterised by flexibility, rotatability of the lines to the coupling stops and a possible displacement of up to 2° in the longitudinal direction.

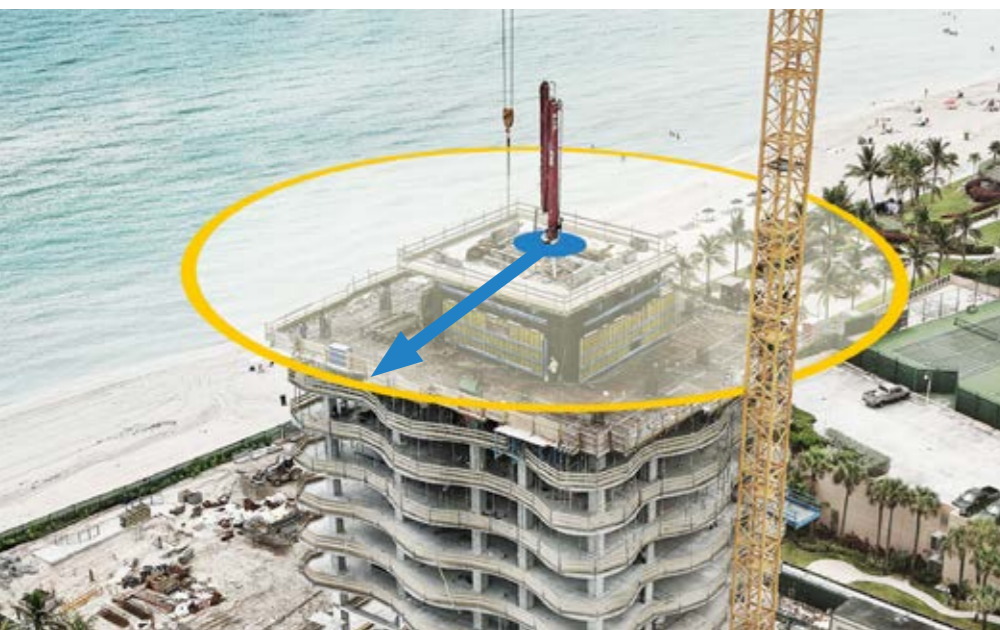
Typical application areas are high-rise buildings up to approx. 100 m high, long-distance conveying projects up to approx. 500 m and restricted inner city building projects.

ZX delivery lines impress through their leak tightness, high wear resistance, safe operation by a fixed bolting of the coupling and a high pressure resistance. They are used,

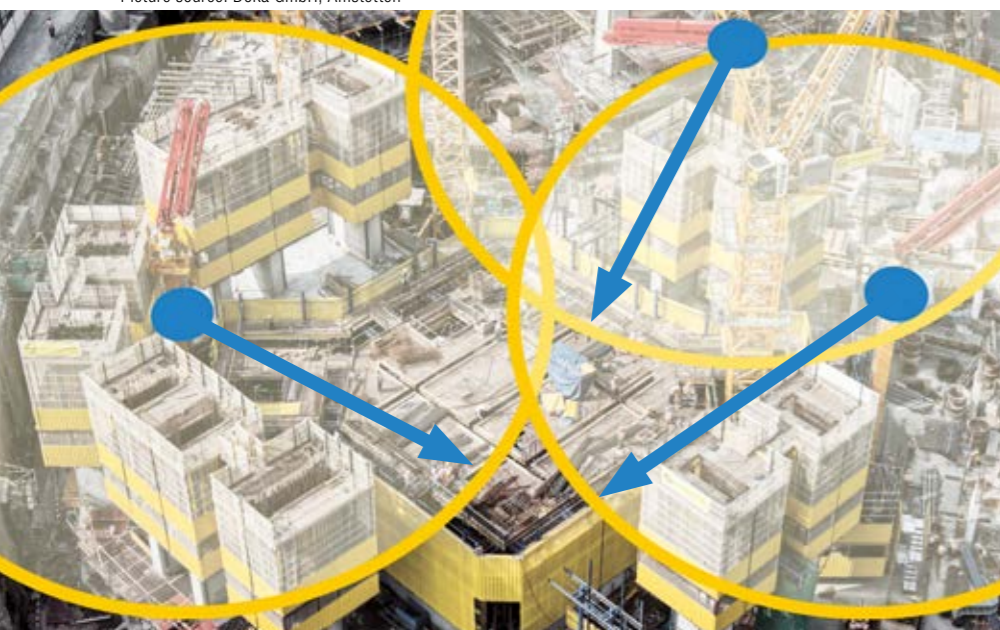
for instance, in high-rise concrete pumping to 600 m, such as in the construction of the Burj Khalifa, in long-distance conveying projects up to approx. 2000 m and highly-abrasive concrete grades or concrete that is difficult to pump.



Simply a matter of design – from 24 to 50 m



Picture source: Doka GmbH, Amstetten



Picture source: Doka GmbH, Amstetten

Multiplicity for the ideal concreting concept

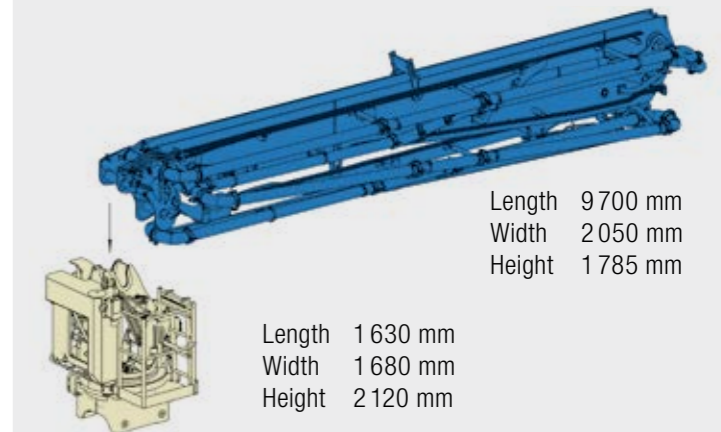
You can plan better with our comprehensive range of MX stationary booms. Whether several booms with reduced reach or better a large boom - this depends on your application range. Single fixed mounting permits a boom with long reach, high conveying quantities to distribute over enormous areas.

Less range, therefore more flexibility

Outrigger with less reach which, due to the quick disconnection system, can be moved in the shortest possible time, offers extreme flexibility, not only in height but at surface level. It should also be noted considered that no counter ballast is required up to a reach of 36 m. The reduced space requirements also make working easier, particularly up through ceilings or shafts.

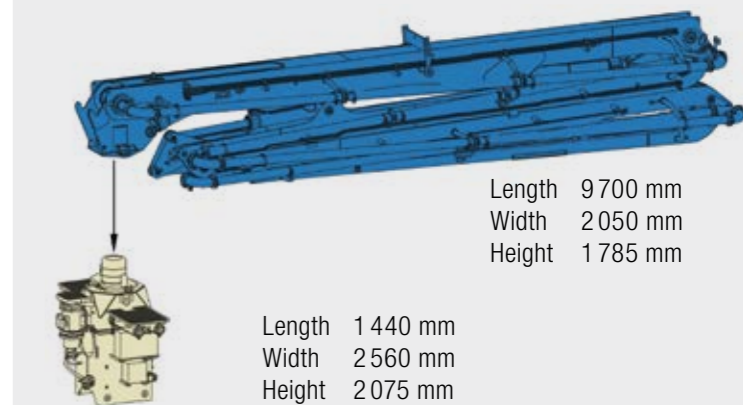
MXR 32-4

Pedestal	RS
quick disconnection point	G2
Delivery line pipe	133 × 4 mm
Delivery line DN	125/5.5"
Arm, folding	4Z
Reach	31.8 m
Reach depth	28.8 m
End hose length	4 m
Swivelrange	365°
Boom weight	4.9 t
Pedestal weight	2.2 t



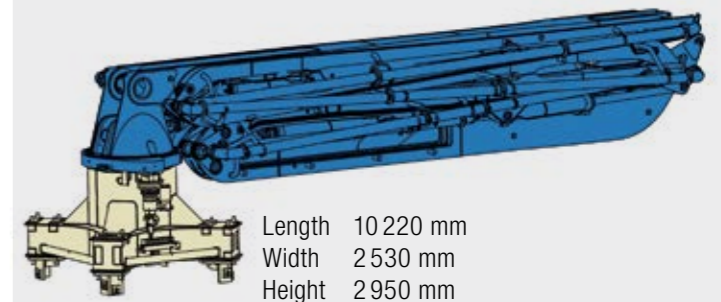
MXR 36-4 Multi

Pedestal	RS
quick disconnection point	Multi
Delivery line pipe/with coupling	133 × 4 mm/55 mm
Delivery line DN	117/5.5"
Arm, folding	4Z
Reach	35.1 m
Reach depth	28.6 m
End hose length	3 m
Swivelrange	365°
Boom weight	6.2 t
Pedestal weight	2.7 t



MXG 42-5

Pedestal	G
Delivery line pipe/with coupling	133 × 4 mm/55 mm
Delivery line DN	125
Arm, folding	5RZ
Reach	42 m
Reach depth	32 m
End hose length	4 m
Swivelrange	365°
Boom and pedestal weight	13 t



MXR 24-4

Pedestal	RS pump line
Delivery line pipe	133 × 4 mm
Delivery line DN	125/5.5"
Arm, folding	4Z
Reach	23.8 m
Reach depth	20.9 m
End hose length	4 m
Swivelrange	365°
Boom weight	3.9 t
Pedestal weight	2.1 t

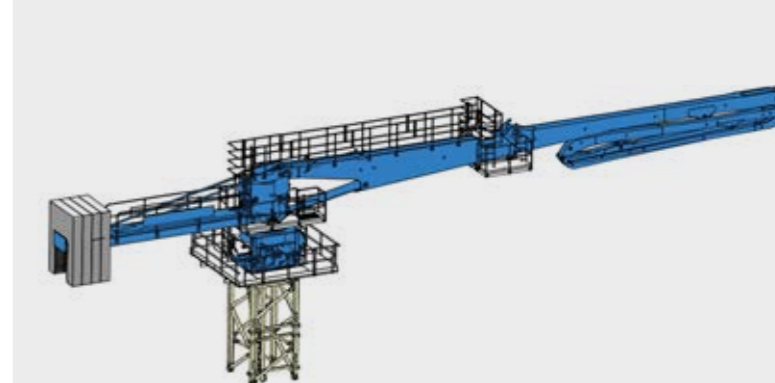
All data represents theoretical maximum values. Dimensions configuration-dependent.



MXG 50-4

Pedestal	G
Delivery line pipe/with coupling	133 × 4 mm/55 mm
Delivery line DN	125/5.5"
Arm, folding	4R
Reach	49.9 m
Reach depth	39.2 m
End hose length	3 m
Swivelrange	365°
Boom weight	8 t
Main carrier weight	9.5 t
Ballast carrier weight	2.4 t
Counterweight	16 t

All data represents theoretical maximum values. Dimensions configuration-dependent.



Build on Putzmeister – in service, parts, training

Everything that sets service apart

Swift assistance, meaningful advice and a reliable supply of genuine Putzmeister accessories and parts - in over 120 countries worldwide. This is what we at Putzmeister understand as first-class service.

Ideally placed to support you

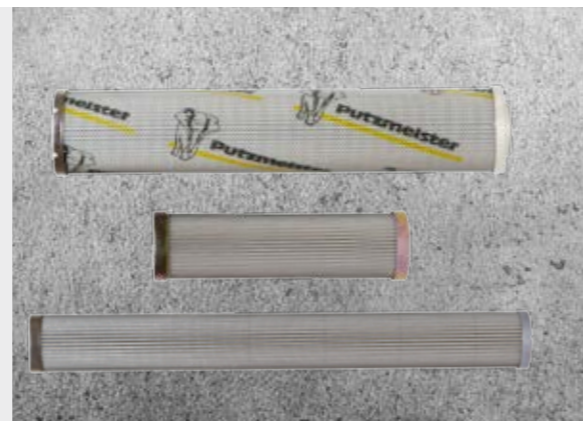
We train our service technicians continuously, provide a close-knit information network and the latest equipment and consistently strive to meet our customers' needs.

Thanks to state-of-the-art technology, our employees have all the relevant technical information about your machine at their fingertips, should the need arise. Allowing us to provide you with the best possible support for emergencies, repairs or preventive maintenance.



Genuine parts for maximum availability

It goes without saying that we use only genuine Putzmeister parts in our workshops. This is the only way to guarantee consistent quality, checked for interoperability. And you can be absolutely sure that your machine meets the tough requirements with maximum performance and availability.



Excellent in quality and customer proximity

In case of need, you have two options: Either the service team visits you or you take your machine to one of our service workshops. The latest tools, software analysis solutions and genuine parts ensure that your machine is operable again immediately.

All Putzmeister workshops and the workshops of our international Putzmeister partners meet our high-quality standard. Especially when it comes to manufacturer's inspections and acceptance procedures in accordance with specifications.



Our range of training courses and seminars:

For concrete pump operators

- Training and development seminars on concrete pumps
- Training and development seminars on PUMI with piston and rotor pumps
- Regional/company seminars (in your region or on your premises)

For concrete pump mechanics

- Training and development seminars on concrete pump

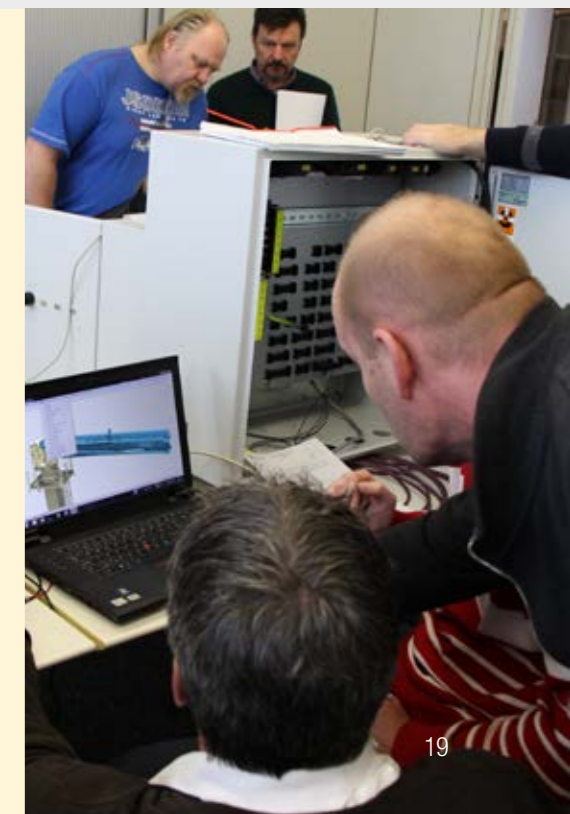
For concrete pump machinists and mechanics

- Practical days in Aichtal
- Training: Handover and induction, on-the-job training

For workshop managers and foremen

- Overview of current developments in Putzmeister concrete pumps
- Qualification at the customer workshops for requisite maintenance work

Further information can be found at: www.pm-akademie.de



The key benefits at a glance

MX stationary boom

- **With or without counterweight***
- **Convenient transport and assembly** as well as minimum set-up times through quick disconnection devices
- **Secure handling**
- **Many mounting and attachment variants** on the base plate, building or on a climbing formwork adapt to every construction site situation
- **Automatic climbing** process with hydraulic climbing device allows the boom to grow to the heights with the building
- **Reduced space requirement**
- **Remote control via cable or radio** allows precise and convenient operation
- **Single, 1 m²quadratic floor opening** suffices for floor access way
- **Low-maintenance components**

* Only 36 m reach without counterweight permissible, optional dependent on the configuration

RS-850 system

- **Tubular columns in standard lengths 1.5 m, 3 m, 6 m, 9 m and 10.5 m**
- **Climbing columns as 10.5 m or as 1.5 m elements** for high-rise building projects with self-climbing device available
- **Extending** feet keep the tubular column secure on the slab
- **Simple column connection** using pins, which are inserted manually, ensure quick assembly
- **Adapter between tubular column RS-850 and boom pedestal R-750** ensures compatibility with the predecessor model
- **Divisible working platform** for easier transport and safe mounting

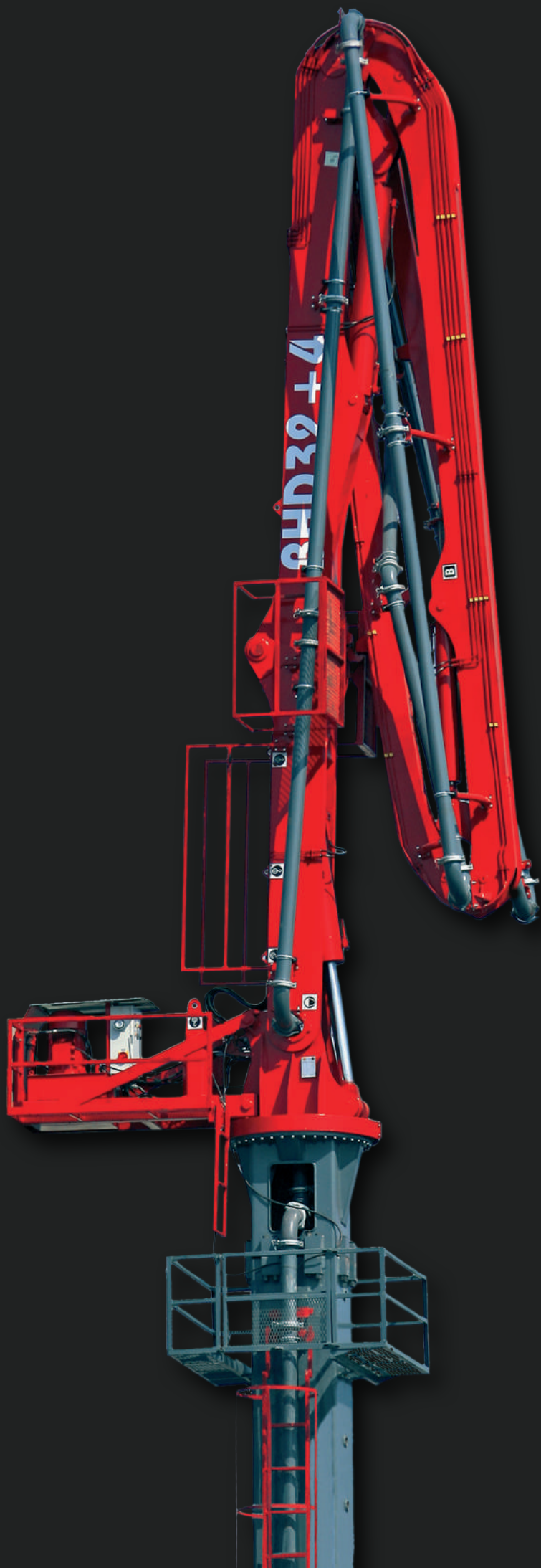
Further brochures: Ergonic® CT 4690
Stationary concrete pumps CT 2632
Pump line system PM 2300



Putzmeister Concrete Pumps GmbH

Max-Eyth-Straße 10 · 72631 Aichtal / Germany
P.O.Box 2152 · 72629 Aichtal / Germany
Tel. +49 (7127) 599-0 · Fax +49 (7127) 599-520
pmw@pmw.de · www.putzmeister.com





BHD SERIES

Hydraulic Concrete Distributors

CONTENTS

BHD SERIES Hydraulic Concrete Distributors





1990 senesinde İstanbul'da kurulmuş olan Boom Makina, üretim faaliyetlerini Ömerli-İstanbul'daki tesislerinde devam ettirmektedir.

Boom Makina has been founded in Istanbul at 1990 and continues production activities in Omerli-Istanbul Facilities.

Boom Makina, Türkiye'de Beton Dağıtım Makinası üreten ilk şirket olmakla beraber; yeni teknolojileri üretimine taşıyan, yatırımları ile üretim kapasitesini ve kalitesini arttıran, her geçen gün kendini geliştiren ve ilerleyen bir firmadır.

In addition to being the first company that manufactures Concrete Distributor Machine in Turkey; Boom Makina who integrates new technologies to the production line and increases the production capacity and quality by investments, is a developing and progressive company.

Özellikle son yıllarda yaptığımız AR-GE çalışmalarımızın destekleriyle geliştirdiğimiz BHD Serisi ürünlerimiz inşaat sektörünün en önemli unsurlarından biri haline gelmiştir.

Especially our BHD series Concrete Distributors that we have improved by our R&D activities have been one of the most important elements in the Construction Sector.

Bu kataloğumuzda size; TSE, ISO 9001 ve CE belgeleri güvencesiyle imal ettiğimiz Beton Dağıtıcılarımızın tanıtım ve teknik bilgilerini sunuyoruz.

Inside this catalogue, You are going to find Technical Information about our Concrete Distributors that we produce them with the assurance of TSE, ISO 9001 and CE certificates.

www.boom.com.tr





BHD 32 + 4 Series Technical Specifications

Mast Set

Weight



Unit weight: 2050kg
 3 x 2050 = 6150kg
 Equipments: 900kg

Pedestal & Mainboom : 4400kg
 Boom Section : 4500kg
 Mast Equipments : 900kg
 Mast Set : 6150kg

X3 Mast dimensions:
 750 x 750 x 6000mm

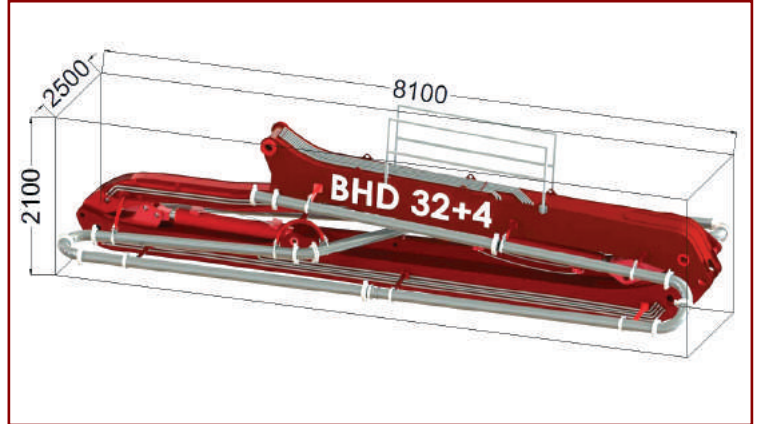
+ 15950 kg

Loads On Slabs

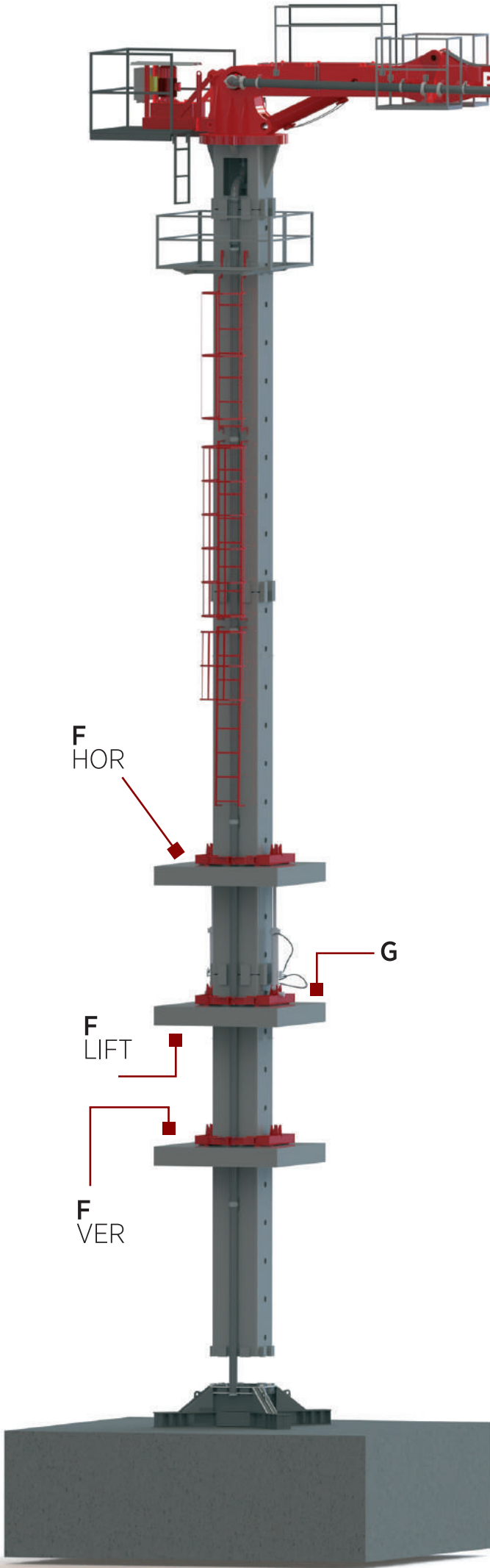
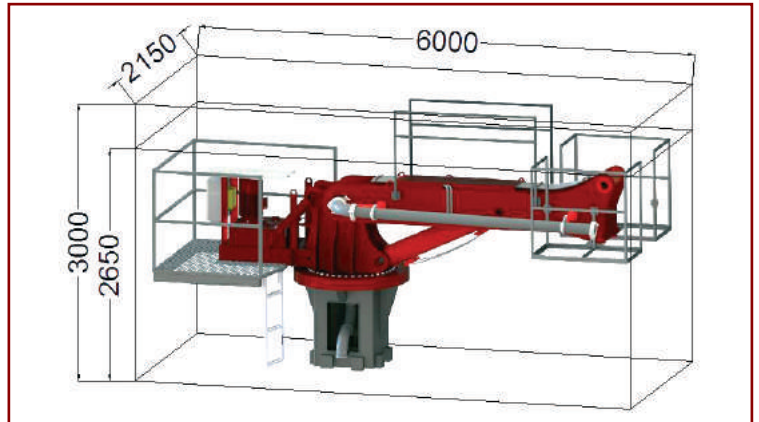
Horizontal Force = $F_{HOR} = 133 \text{ kN}$
 Vertical Force = $F_{VER} = 250 \text{ kN}$
 Lifting Force = $F_{LIFT} = 208 \text{ kN}$

Note: Safety Coefficient S=1,35

Boom Section (4500kg)

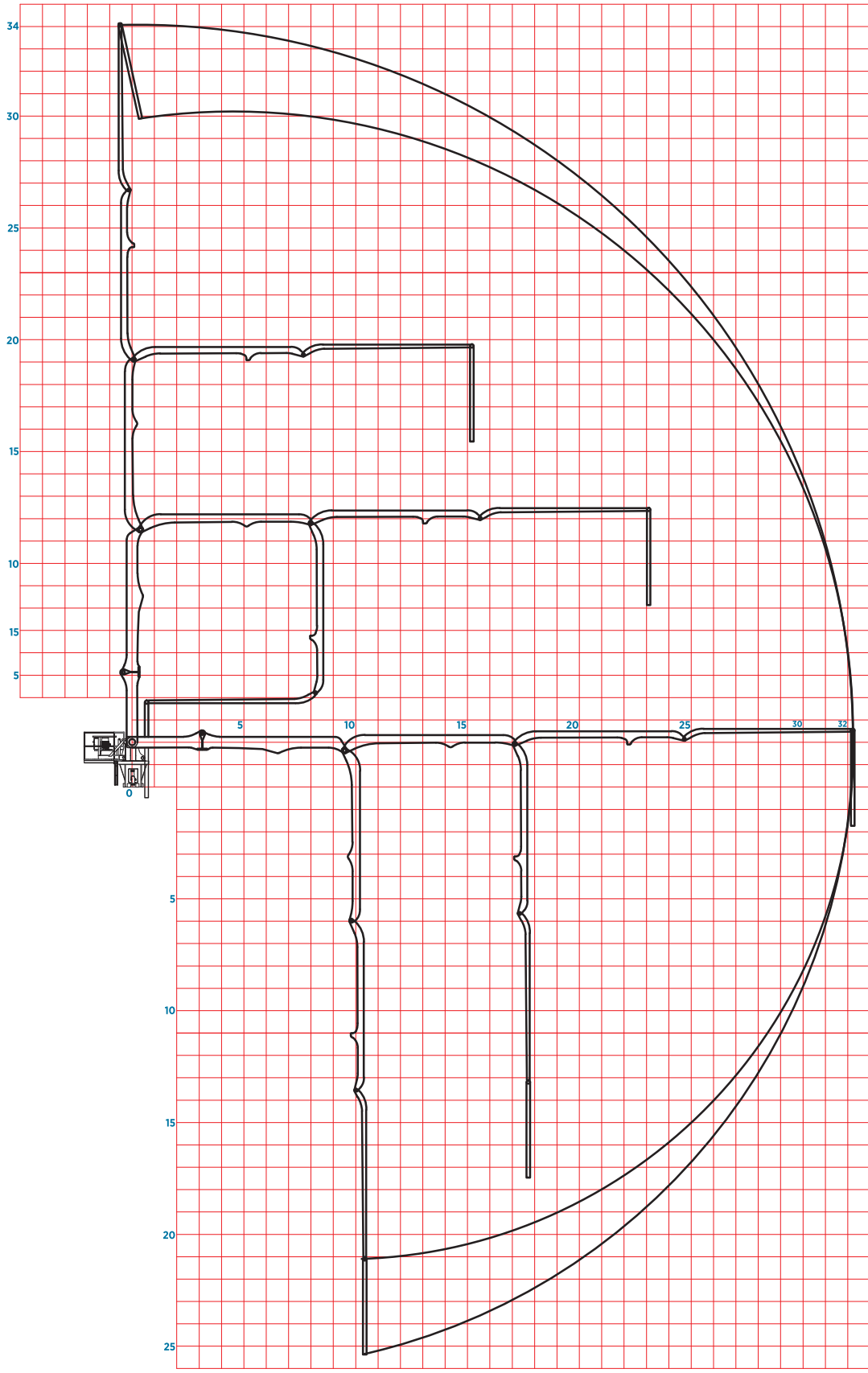
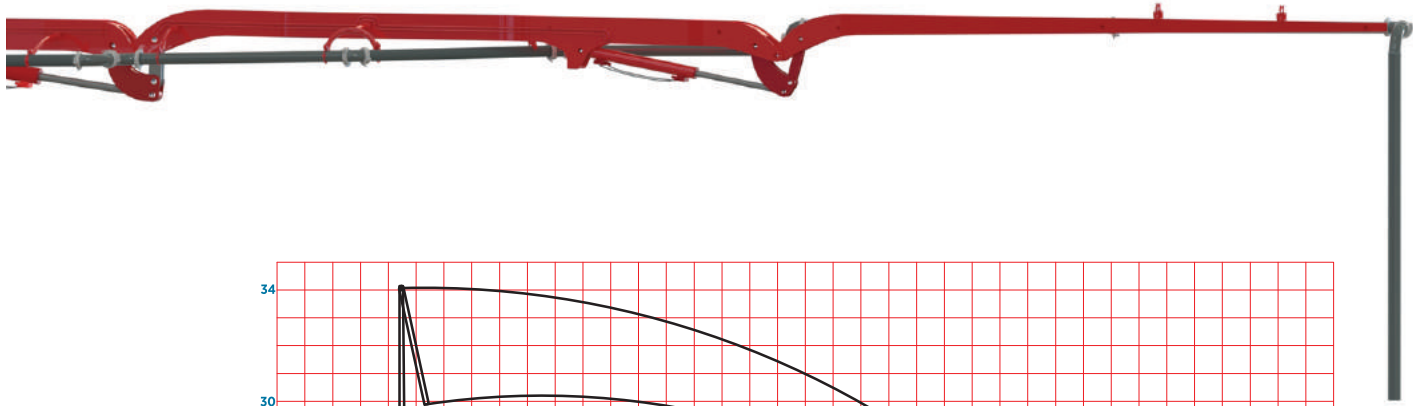


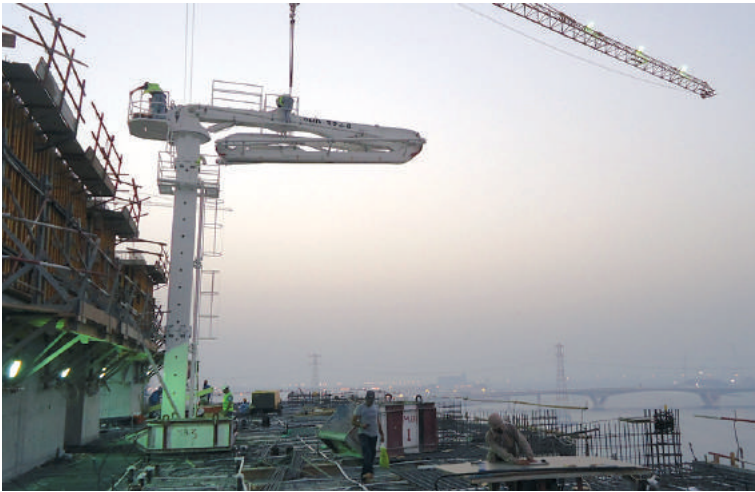
Boom Pedestal & Mainboom (4400kg)



*Specifications are subject to change without notice.

BHD 32+4







BHD 28+4

BHD 28 + 4 Series Technical Specifications

Mast Set

Weight

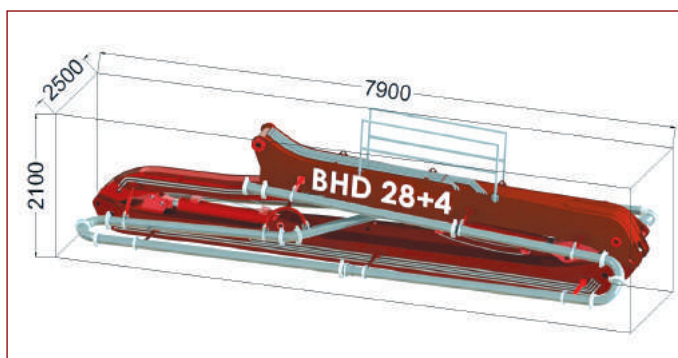


X3

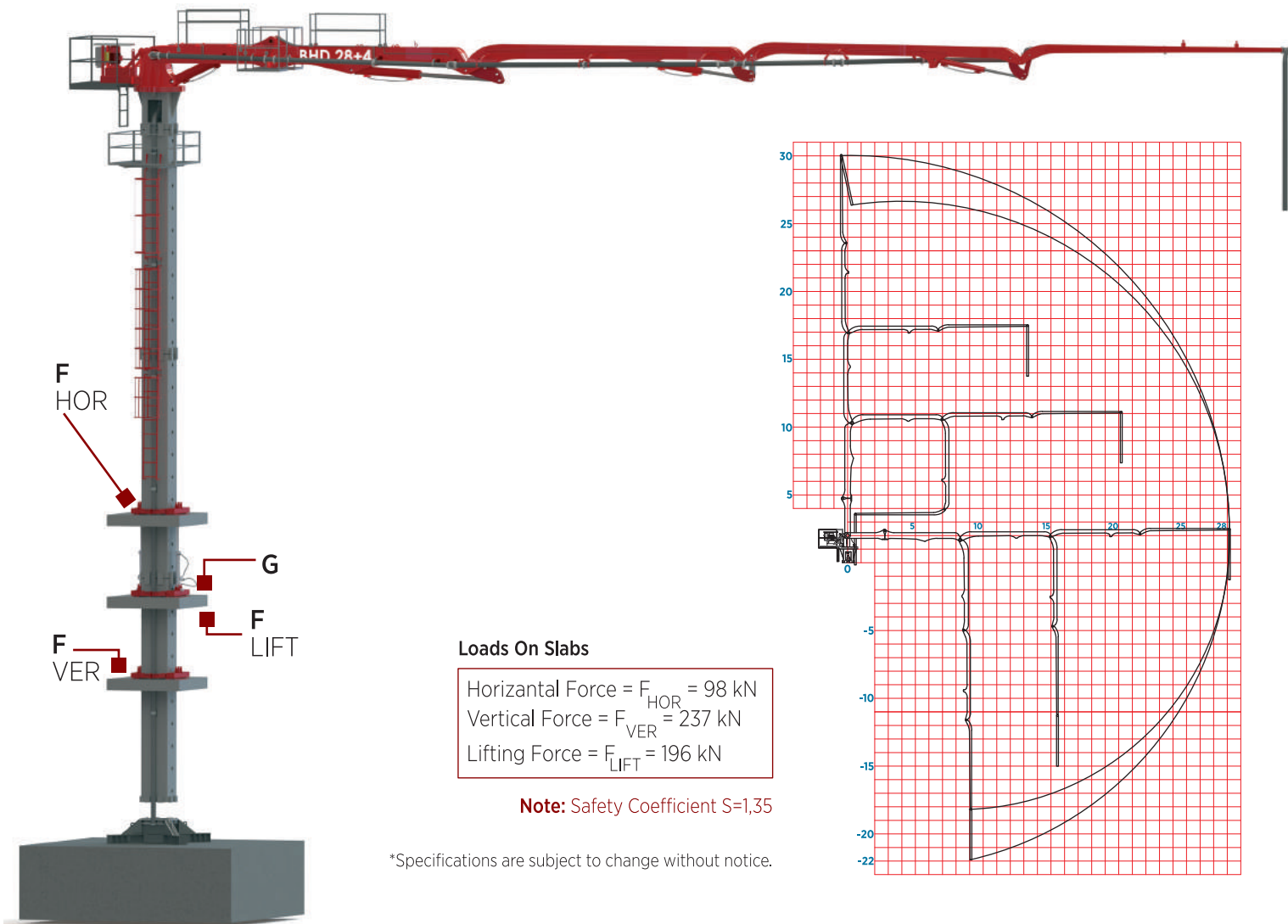
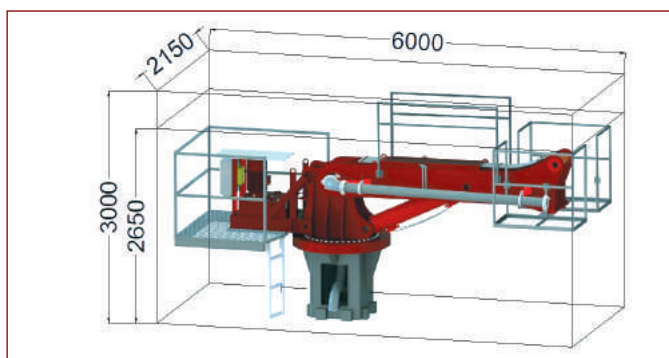
Unit weight: 2050kg
 3 x 2050 = 6150kg
 Equipments: 900kg
 Mast dimensions:
 750 x 750 x 6000mm

Pedestal & Mainboom	: 4250kg
Boom Section	: 4050kg
Mast Equipments	: 900kg
Mast Set	+ : 6150kg
	15350 kg

Boom Section (4050kg)



Boom Pedestal & Mainboom (4250kg)



*Specifications are subject to change without notice.

BHD 24+3

Bhd 24 + 3 Series Technical Specifications

Mast Set

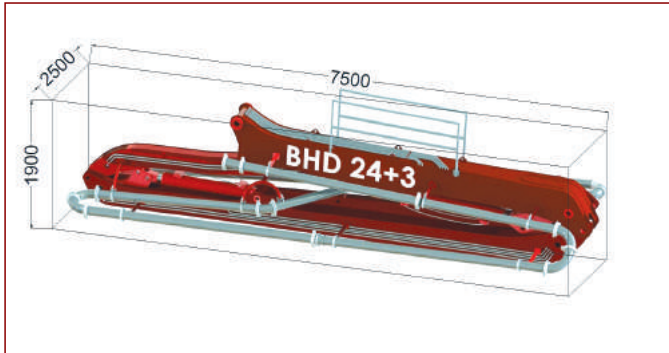
Weight



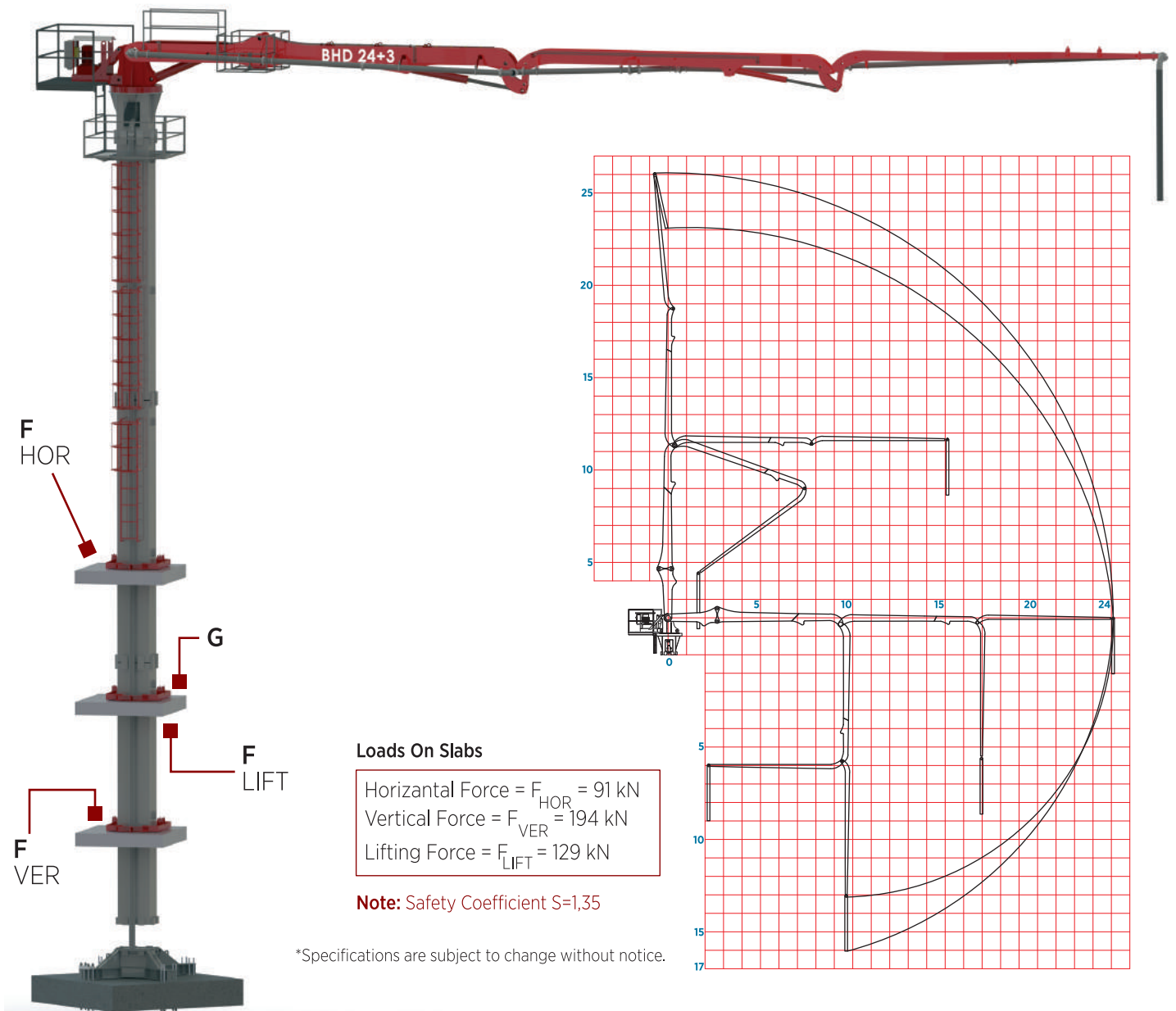
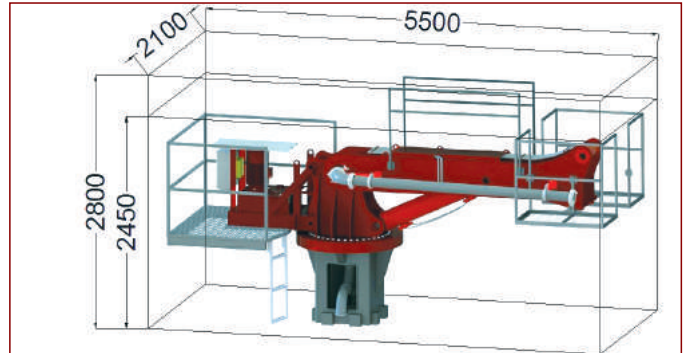
Unit weight: 2050kg
 3 x 2050 = 6150kg
 Equipments: 900kg
 Mast dimensions:
 750 x 750 x 6000mm

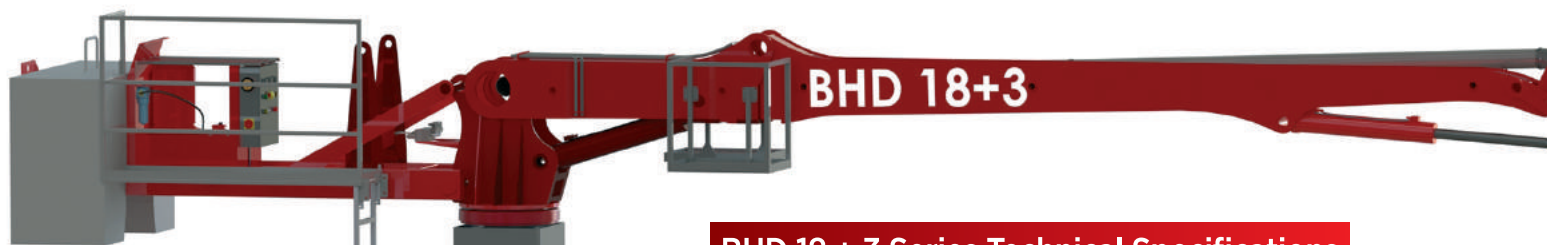
Pedestal & Mainboom	: 3500kg
Boom Section	: 2600kg
Mast Equipments	: 900kg
Mast Set	+ : 6150kg
	13150 kg

Boom Section (2600kg)



Boom Pedestal & Mainboom (3500kg)





BHD 18 + 3 Series Technical Specifications

Mast Set

Weight



x2

Unit weight: 1450kg
 2 x 1450 = 2900kg
 Equipments: 800kg
 Mast dimensions:
 600 x 600 x 6000mm

Ballast Beam & Mainboom : 1400kg
 Boom Section : 1745kg
 Mast Equipments : 800kg
 Mast Set : 2900kg
 Counterweight : 2500kg

+ 9345 kg

Loads On Slabs

Horizontal Force = $F_{HOR} = 45 \text{ kN}$
 Vertical Force = $F_{VER} = 138 \text{ kN}$
 Lifting Force = $F_{LIFT} = 91 \text{ kN}$

Note: Safety Coefficient S=1,35

F_{HOR}



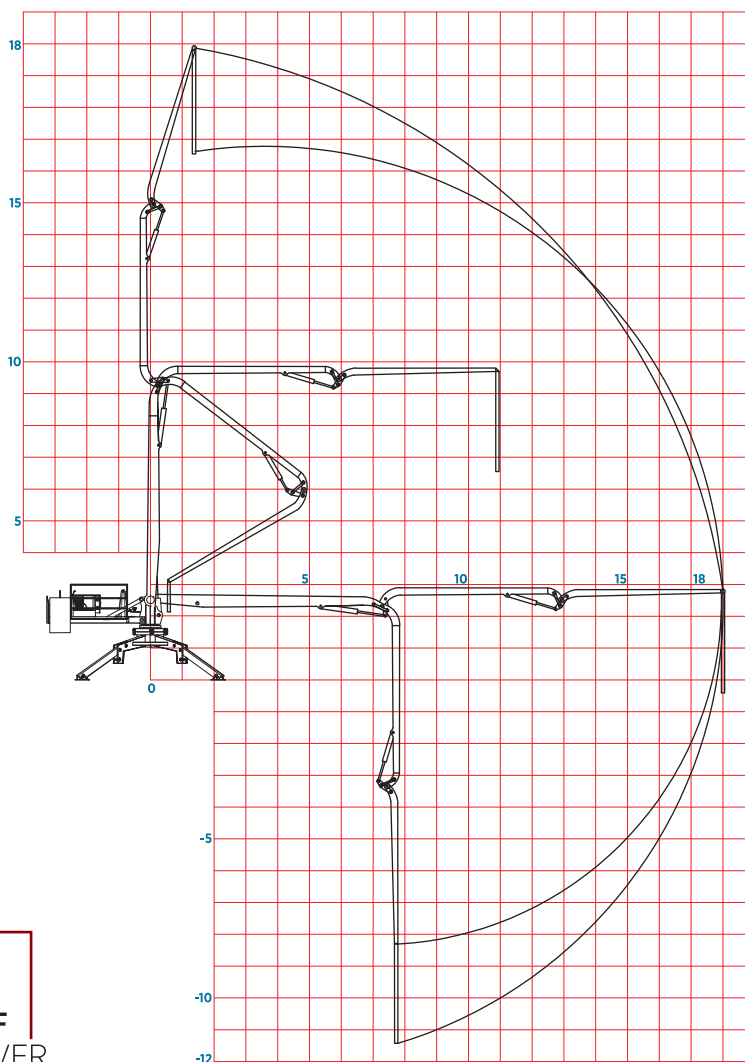
G



F_{LIFT}



F_{VER}

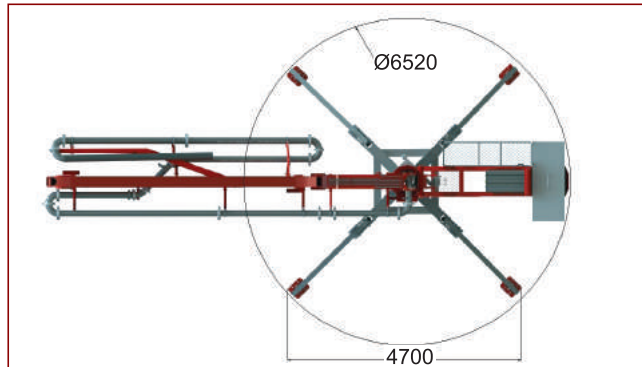
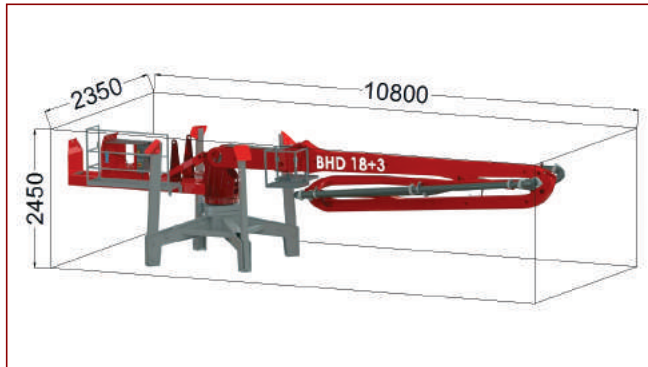


*Specifications are subject to change without notice.

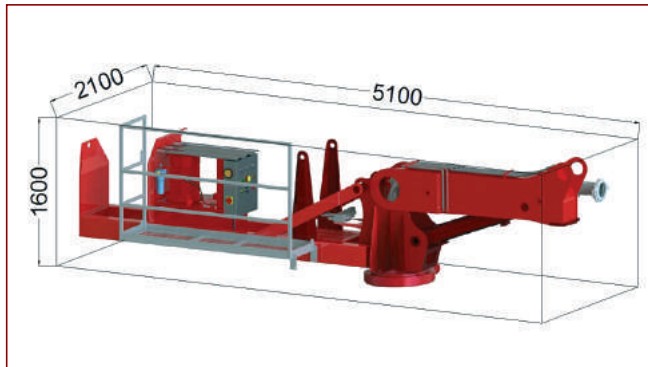
BHD 18+3



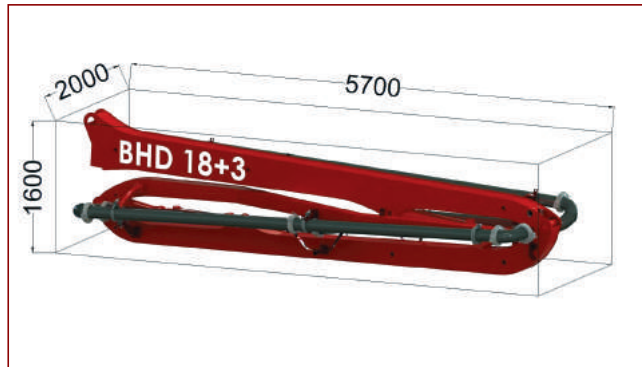
Transportation Size (4050kg)



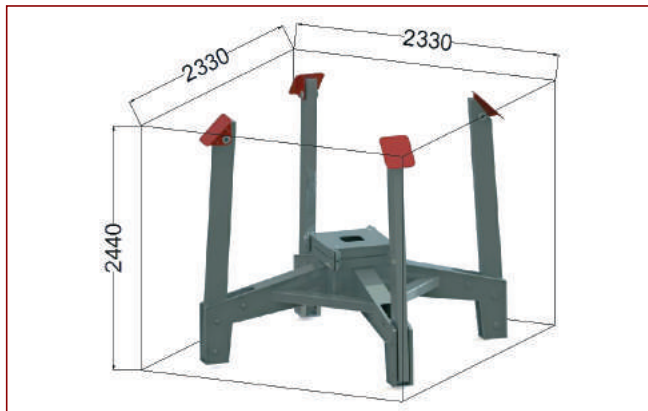
Ballast Beam & Mainboom (1400kg)



Boom Section (1745kg)



Leg Set (900kg) - For both 17m & 18m





BHD 17+3

BHD 17 + 3 Series Technical Specifications

Mast Set

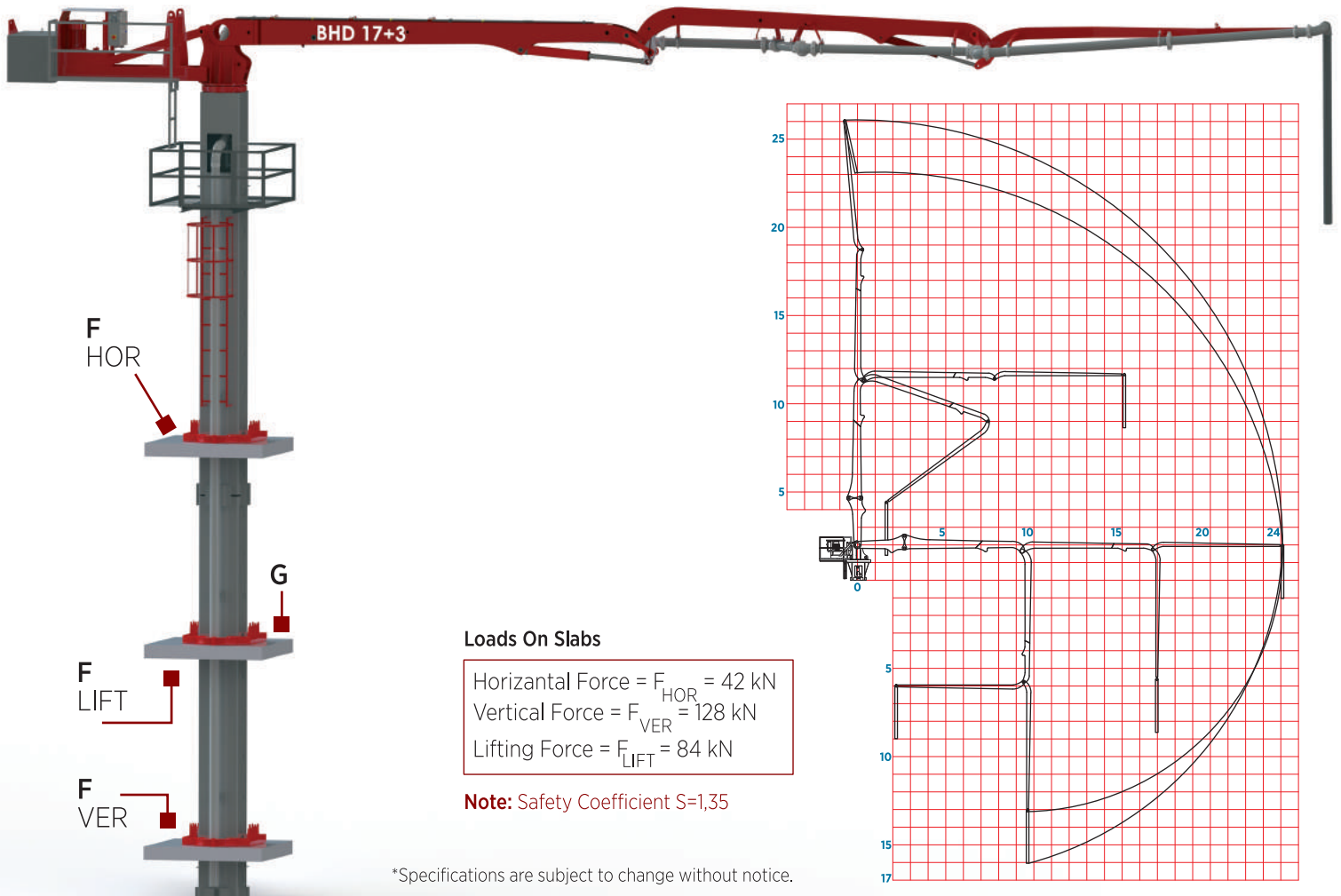
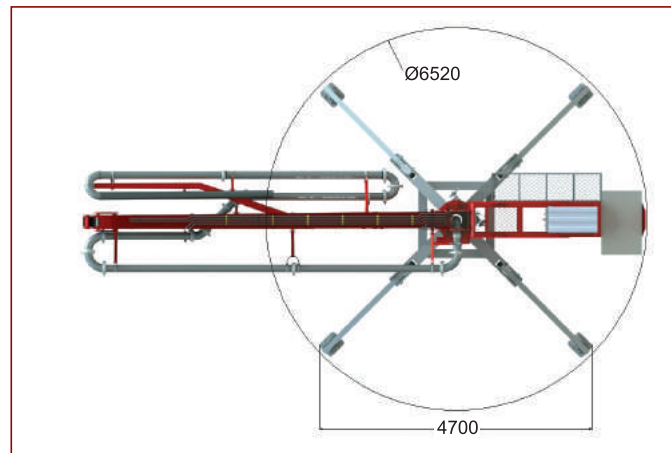
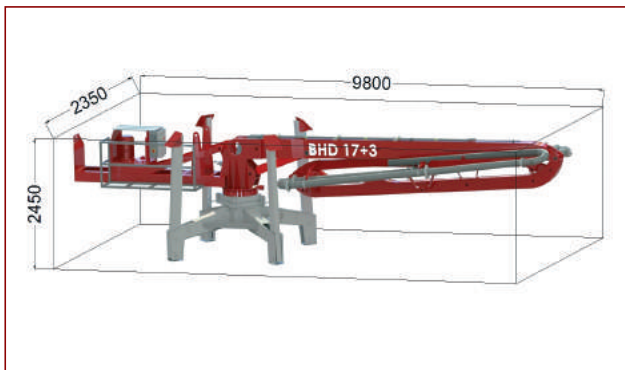
Weight



Unit weight: 1450kg
 2 x 1450 = 2900kg
 Equipments: 800kg
 Mast dimensions:
 600 x 600 x 6000mm

Complete Boom	: 3000kg
Mast Equipments	: 800kg
Mast Set	: 2900kg
Counterweight	+ 2250kg
	8950 kg

Transportation Size (3900kg)



Loads On Slabs

Horizontal Force = $F_{HOR} = 42 \text{ kN}$
 Vertical Force = $F_{VER} = 128 \text{ kN}$
 Lifting Force = $F_{LIFT} = 84 \text{ kN}$

Note: Safety Coefficient $S=1,35$

*Specifications are subject to change without notice.



BHD 13 Series Technical Specifications

Mast Set

Weight



x2

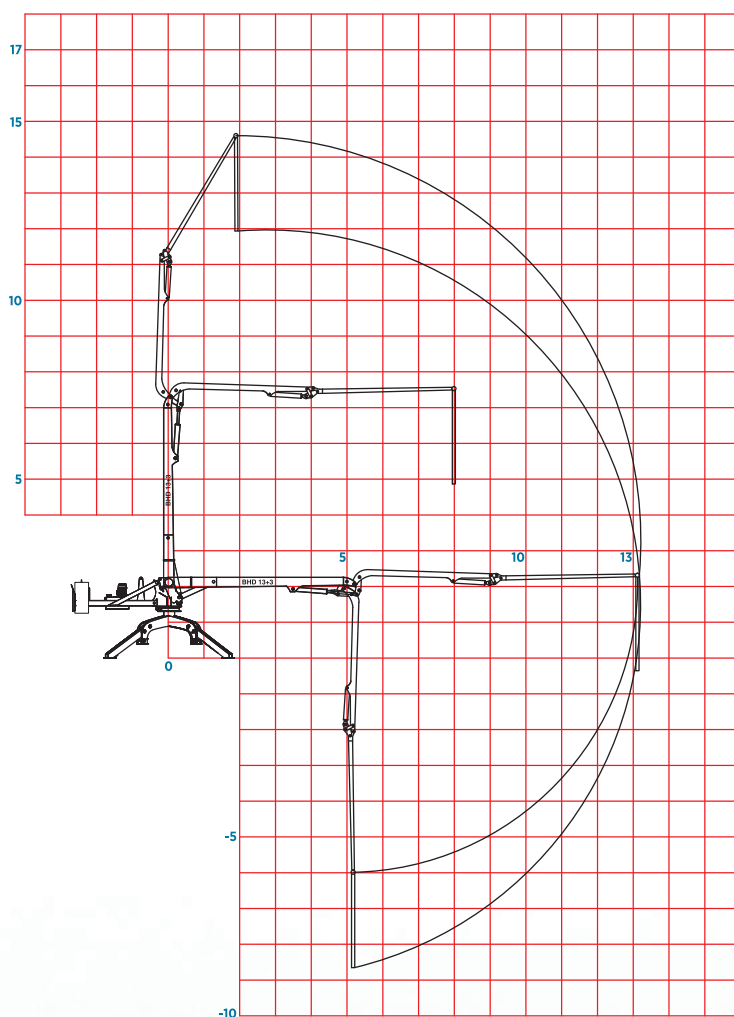
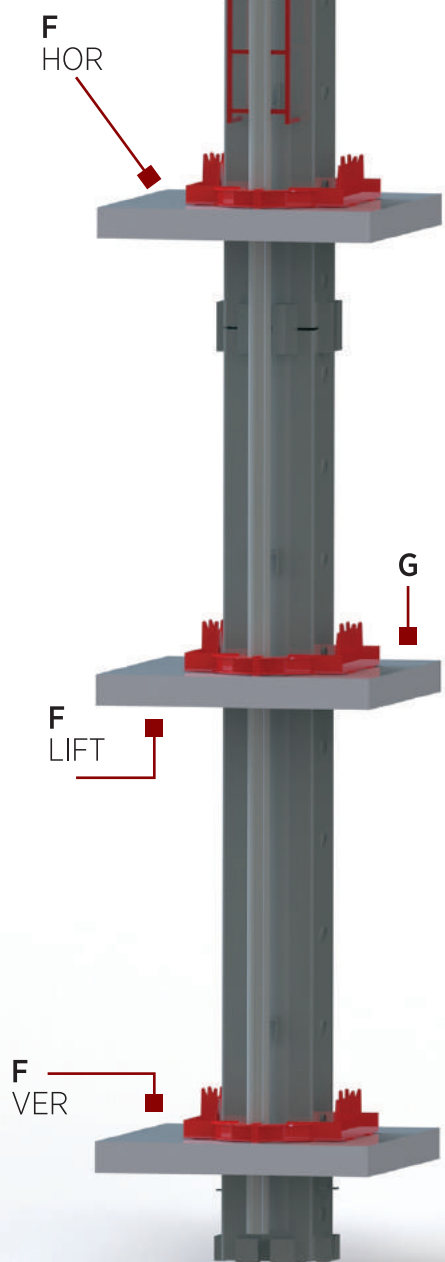
Unit weight: 1450kg
 2 x 1450 = 2900kg
 Equipments: 800kg
 Mast dimensions:
 600 x 600 x 6000mm

Complete Boom	: 1750kg
Mast Equipments	: 800kg
Mast Set	: 2900kg
Counterweight	+ 1215kg
	6665 kg

Loads On Slabs

Horizontal Force = $F_{HOR} = 24,3 \text{ kN}$
 Vertical Force = $F_{VER} = 99,5 \text{ kN}$
 Lifting Force = $F_{LIFT} = 65 \text{ kN}$

Note: Safety Coefficient $S=1,35$

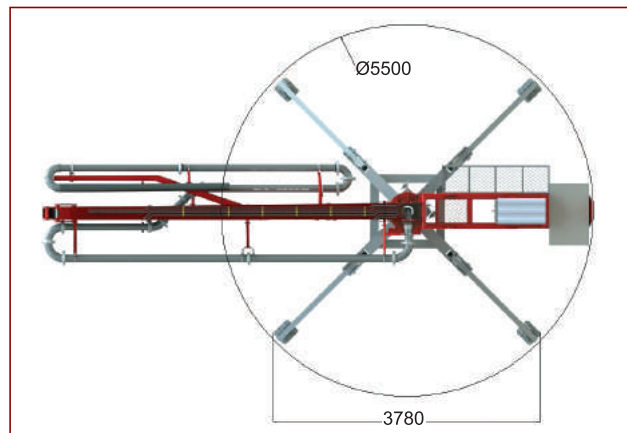
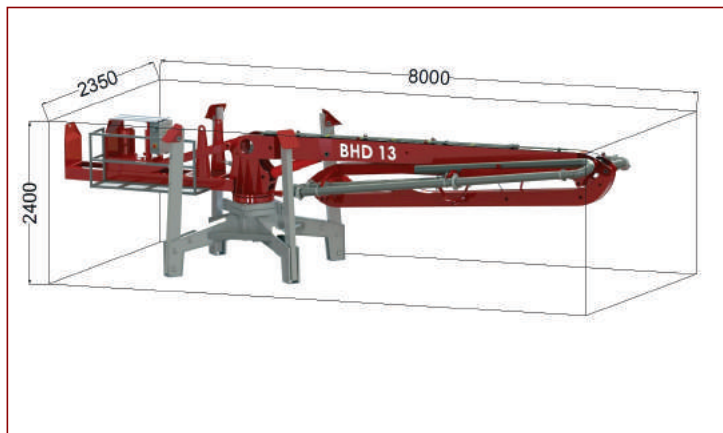


*Specifications are subject to change without notice.

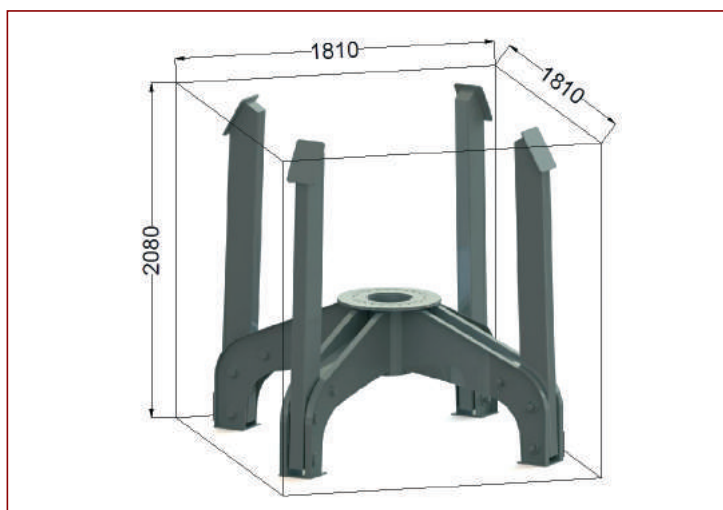
BHD 13



Transportation Size (2350kg)



Leg Set (600)



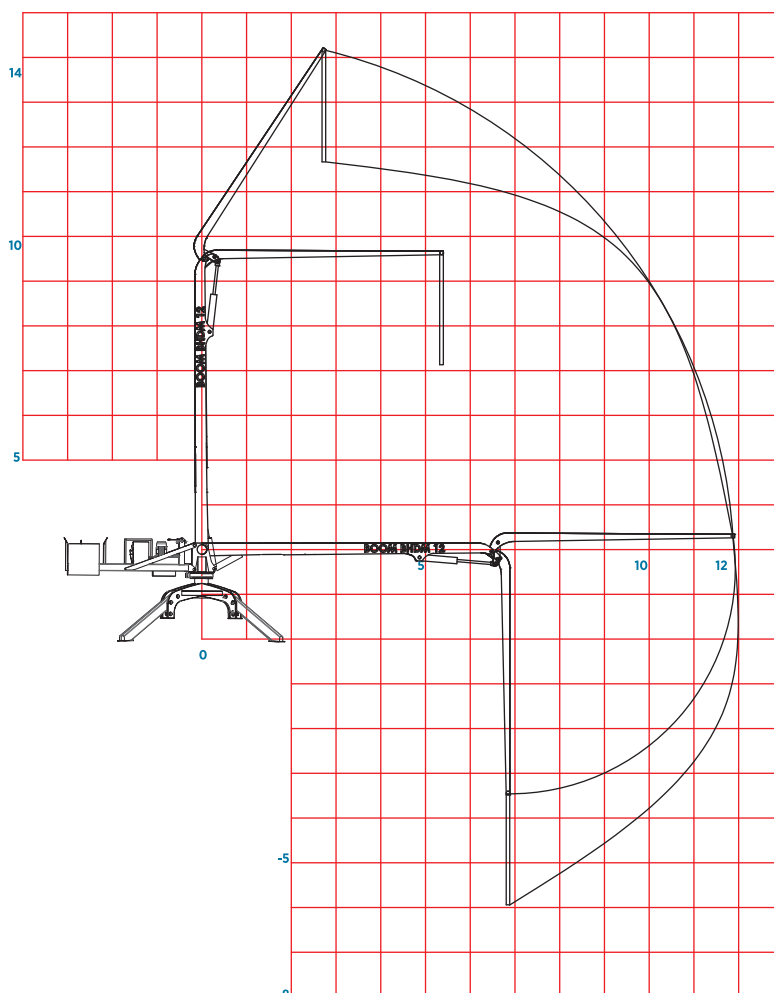
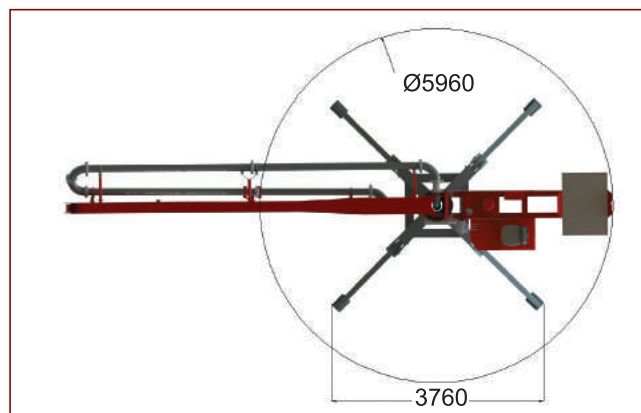
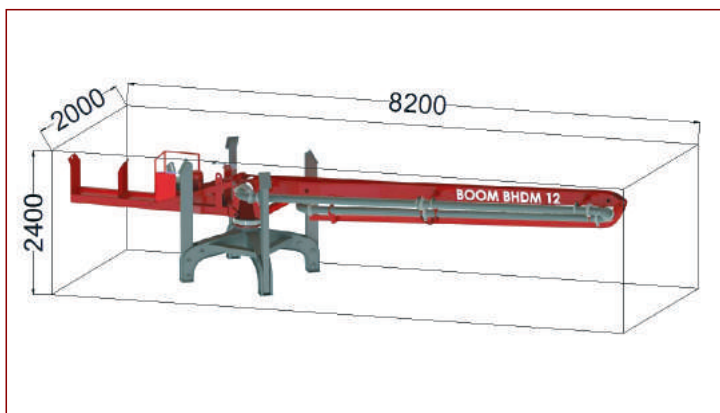
BHDM 12

BHDM 12 Series Technical Specifications

Weight

Leg Set	: 500kg
Boom Section	: 1700kg
Counterweight	+ : 1240kg
	3440 kg

Transportation Size (2200kg)



*Specifications are subject to change without notice.

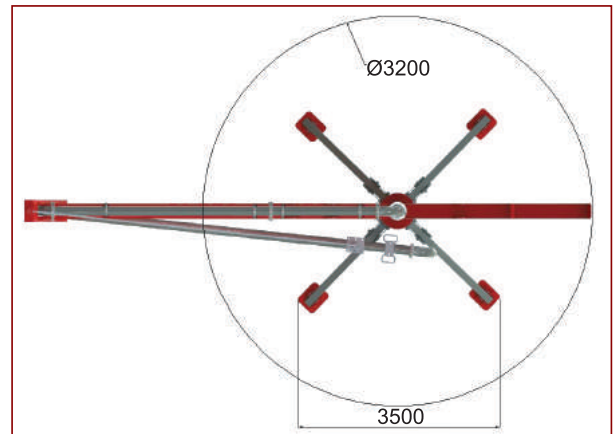
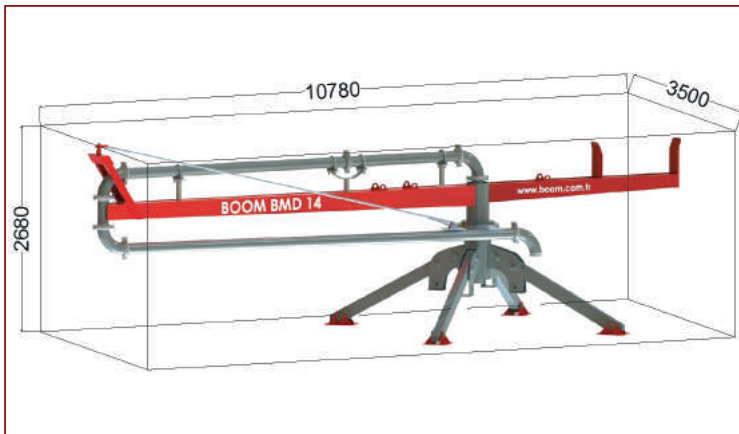
BMD 10 - 12 - 14

BMD Series 10-12-14 Mechanical Distributor Booms

DESCRIPTION			
Boom Type	BMD 10	BMD 12	BMD 14
Max. Vertical Reach	1350mm	1350mm	1350mm
Max. Horizontal Reach	10m	12m	14m
Delivery Pipe Dia.	125mm	125mm	125mm
Slewing Range	Free	Free	Free
Weight of the Machine	1050kg	1350kg	1450kg
Ballance Weight	975kg	1100kg	1300kg
Transportation Size	1600x2220x8000	1600x220x9100	1600x220x11100

*Specifications are subject to change without notice.

Transportation Size (1450kg)









Head Office

İmes Sanayi Sitesi A Blok 109 Sk. No:9/B Y.Dudullu İstanbul Türkiye
T +90 216 314 37 36 / +90 216 420 16 44 F +90 216 420 16 43

Factory

Ömerli Uran Cd. No: 28/30 Çekmeköy İstanbul Türkiye
T +90 216 435 73 10 F +90 216 435 74 79

info@boom.com.tr - boom.com.tr