

Tehnologija je veda o predelavi surovin v končne izdelke in vključuje postopke pridobivanja surovin, predelavo teh v izdelke ter delovnih pripomočkov.

Pred izdelavo tehnoloških projektov naredimo:

I. preučitev projektne in investicijske dokumentacije: prepoznavanje tehničnih pogojev izvedbe posameznih del, obsega del nameravanega projekta, prostorskega umeščanja, konstrukcijskih elementov in gabaritov, posebnih zahtev pri izvedbi

II. razdelitev gradbenih del po fazah gradnje: predhodne raziskave, pripravljalna dela, glavna dela, zaključna dela

III. proučitev kritičnih poti gradnje: kritična pot sistema, način napredovanja del, rok izvedbe del

Predhodne raziskave: topografski, geološko-geomehanski, hidrološki in klimatski, izvedbeni pogoji, zagotovitev proizvodnih virov(delovna sila, mehanizacija, materiali, energija), ureditev transportnih poti(zagotovitev ekonomičnega transporta virov),

Pripravljalna dela: priprava delovišča (čiščenje površin, rušenje ovir, odrev humusa,...), ureditev gradbiščne infrastrukture (komunalni, energetski priključki, transportne poti,...), postavitev provizorijev (gradbiščni prostori, deponije, obrati...)

Geomehanske raziskave:predhodne raziskave(vizuelni pregled, geofizikalne metode, izvedba sondažnih vrtin), odvzem vzorcev na terenu-za pridobitev informacij o temeljnih tleh(sondažni izkop(jame-do 4m, jaški-do 15m, podkopi) sondažno vrtanje(neporušeni, porušeni vzorci), merjenje kvalitete tal na terenu

Vrtanje: geotehnično in geomehansko vrtanje – določitev lastnosti zemljin in hribin ter podtalnice, struktурno vrtanje – določitev geoloških struktur, lege plasti, lokacije prelomov in narivov, orientacije plasti, hidrogeološko vrtanje – raziskave in izkoriščanje podtalnice: izdelava piezometrov, izdelava vodnjakov, vrtine za odvodnjavanje iz gradbenih jam, sledilni preskusi

tehnike vrtanja: ročno vrtanje, mehanizirano vrtanje s spiralnimi svedri, udarno vrtanje, rotacijsko vrtanje

Izbira tehnike vrtanje je odvisna od: namena izvedbe vrtine (raziskovalna, stalna), geoloških razmer (zemljina ali hribina), globine vrtanja in dimenzij vrtine, razpoložljivosti opreme, strokovne usposobljenost

S sondažnim vrtanjem preiskujemo tla v večjih globinah ali pod nivojem podtalnice. Oprema sestoji iz: zaščitne jeklene cevi, vrtalne garniture, vrtalnimi svedri ali dleti, jedrnik

Jedrovanje je proces vrtanja z vrtalnimi napravami, ki omogočajo odvzem zemljin in kamnin skozi katere napreduje.

Vzorec – jedro, se kopiji v posebni cevi, jedrniku, s pomočjo katere ga prinesemo na površino.

Z vrtanjem je možno pridobiti neporušne vzorce na dva načina, z: dvostenski jedrnik za koherentne zemljine, enostenski jedrnik za nekoherentne zemljine

Transport vzorcev: pustimo v jerdrnikih ali pa jih ovijemo z gazo ter potopimo v raztopljeni parafin.

Meritev kvalite tal na terenu: dinamični penetracijski poskus, statični penetracijski poskus, krilni sveder za merjenje strižne trdnosti

Na podlagi več sondažnih profilov se izdela **geološki profil terena**, ki vsebuje naslednje podatke: slojevitost zemljišča, debelina in vrsta slojev zemljine, nivo podtalnice, možne porušitvene linije pri izkopih

Zemeljska dela: Začasna dela, ki so podrejena nekemu primarnemu delu(gradbene lame in začasne deponije).

Po izvedeni primarnih del se vzpostavi prvotno stanje. Stalna dela kot glavna dela in obsegajo izdelavo: nasipov, izkopov, zasekov, zaščito pobočij...

Pri izbiri mehanizacije za izvedbo zemeljskih del je treba upoštevati naslednje parametre:

topografija: od karakteristik terena in od karakteristik fronte dela. Hitrost(naklon, spremembe naklona, horizontalna ukrivljenost...)

transportne poti

Geomehanske karakteristike dve skupini: stroji za izkop in nakladanje ter stroji za nasipavanje in planiranje. Učinek stroja je odvisen od karakteristik zemljine, kot so: vlaga, granulometrijska sestava, specifična teža(lahke, srednje, težke), zbitosti terena, slojevitosti

Nivo podtalnice: spremeni lastnosti zemljine...

Obseg del: Kontunirno delo z visokim učinkom omogoča angažiranje manjšega števila strojev z večjim učinkom. Pri paralelizaciji delovnih tokov učinkoviteje angažiranje večjega števila strojev z manjšim učinkom. Učinkovitost se v tem primeru poveča s prerazporedetvijo kapacitet.

Vrsta dela vpliva na odločitev o izbiri med standardnim in specialnim strojem.

Zanesljivost mehanizacije pomeni, da mora biti stalno v primerni kondicijski pripravljenosti (redno vzdrževanje mehanizacije, zagotavljanje usposobljenost strojnikov, zagotavljanje hitre odzivnosti pri remontih, ustrezno rabo mehanizacije)

Mehanizacija za zemeljska dela: ciklično delo (bagerje z žlico, buldozerje, nakladače, skreperje... kontinuirno delo(bager vedričar, grejder, rovokopač...))

Bagri: uporabljamo za izkope in nakladanje, oblikovanje in planiranje izkopov, nasipov

Buldožerji namenjeni izkopu in transportu, delimo: način pritrditve pluga smer gibanja – "angle dozer", v prečni smeti – "tilt dozer", pravokoten plug – "bul dozer" način gibanja gosenice -primerni za velike premike mas, veliki transportni stroški, 2 kolesa – izredno mobilni, manjši transportni stroški, primerni za manjše premike mas

Nakladači po konstrukciji predstavljajo vmesni člen med dozerji in bagri z višinsko žlico. Največkrat jih uporabljamo pri: nakladanju lažjih zemeljin, planiranje oz. posnemanje tanjših plasti zemljišča, transportu zemeljskih materialov nakrajših razdaljah do 300m

Skraperji za premike velikih zemeljskih mas na srednjih razdaljah (izkop, nakladanje, transport, razgrinjanje, delno komprimiranje) priklopni/motorni scraper, z gibljivo posode/ z elevatorjem.

Graderji za natančna zemeljska dela (odrivanje humusa, planiranje, razgrinjanje mat.)

Prekucnik

Utrjevanje tal: statično utrjevanje(gladki valji-do 30cm(trikolesni ali tandemski), posebni valji (ježi, gumeni valjar,...)), dinamično utrjevanje-do 60cm(vibracijsko utrjevanje (vibrovaljarji, vibro-plošče...), utrjevanje z nabijanjem-do 180cm (mehanični in eksplozivni nabijači))

Grabena Jame je prostor, ki je dostopen in varen za delo in ga potrebujemo za izvedbo temeljev objektov. Vrsta GJ je odvina od: lastnosti podložnega materiala, položaja dna temeljev, globine temeljev. Ločimo suhe, pot talno vodo, v odprtih vodi GJ.

-Pri manjših globinah je v koherentnih zemeljinah možen **raven izkop** gradbene jame brez razpiranja – globina Dc je odvisna od kohezije, specifične teže in Ka.

-Pri večjih globinah pa se izvaja **široki izkop** z brežino v nagibu, širok izkop lahko izvajamo ne glede na vrsto zemeljine, pri globini izkopa več od 2m se brežina uredi kaskadno z bermami

zagatne stene iz zagatnic. Bočni zemeljski pritiski se zvezno prenašajo na zagatnice, ki so konzolno vpete, če pa so pritiski preveliki pa jih lahko še dodatno razpremo ali sidramo. (lesene(d=8-15 cm, 1:3=d:š), jeklene(do 30m, pasivna/aktivna zaščita proti oksidaciji) , AB(uporabljamo tam, kjer postanejo kasneje del stalne konstrukcije, do 20 m))

Vgradnja zagatnic:zabijanjem z ročnimi (lesene zagatnice) ali mehanskimi zabijali, vibracijskimi sredstvi ali z vtiskovanjem. Za zagotovitev smeri pri vgrajevanju zagatnic oz ravnine zagatne stene jih vgrajujemo zaporedno z manjšo višinsko razliko. Pri tem so zagatnice usmerjane s posebnimi vodili.

berlinski zid iz jeklenih nosilcev na razdalji 1m in lesenim opažem. Aktivni zemeljski pritisk prevzamemo s sidri.

Zaledne površinske vode v gradbeno jamo preprečimo z: zbirnimi kanali po obodu gradbene jame, z zaščitnimi nasipi, zbirnimi bazeni. Pri načrtovanju upoštevamo hidrološke podatke, načrt odvodnjave(z gravitacijo v podtalnico ali na površje, z prečrpavanjem) Voda mora biti »čista«. Pri odprttem prečrpavanju nevarnost hidravličnega loma. Drenažne vodnjake uporabimo v manj prepustnih zemeljinah. Zaščita z zmrzovanjem terena.

GJ v odprtih vodi pri manjših globinah temeljenja izvajamo zavarovanje gradbene jame z zagatnicami, zagatnimi nasipi ali stenami pri večjih globinah temeljenja izvajamo dela s pomočjo vodnjakov, kesonov ipd.

Temeljenje na pilotih Temeljenje na pilotih izvajamo v primerih, ko je primerna nosilnost terena globoko pod površjem, ali ko so pričakovani posedki preveliki. Prenos obtežbe na tla poteka pri pilotih na naslednje načine: pilot deluje kot steber na trdni podlagi, obtežba se prenaša preko oboda pilota, obtežba se prenaša s trenjem in preko glave pilota

Piloti-les(pod vodo trajni), betonski(problem spiranja), AB(omogočajo manipulacijo), prednapet beton(bolj ekonomični), jeklo(aktivna/psivna zaščita). Zabiti(prefabricirani na mestu ali tovarni), uvrtani, vtisnjenj(preprečitev posedkov). Piloti najbolj trpijo na peti ter glavi ojačamo z jeklom/armaturo.

Klasično zabijanje, strojno zabijanje-v nekoherentnih manjša sila in večja frekvenca, v koherentnih obratno.

Stern-express: zabijemo cev z čepom, zapolnimo z betom(vibriramo ter izvlečemo cev).

Vgradnja pilotov v glino zabijemo cev, izperemo glino iz cevi, vlijemo beton(pustimo cev)

Bento: v nekoherentne zem, vrtiš cev ter je spodkopavaš.

Vrtanje s hidravlično suspenzijo: vrtina natočmo z bentonitno izplako.

Piloti vtisnjeni v tla: na mestu pilota izvedemo podkop temelja, podbetoniramo temelj z AB posteljico za prenos sile s pilota na temelj, vgrajujemo vtiskani pilot po segmentih, armiramo in betoniramo povezavo pilot-posteljica, naknadno injektiramo kontakt temelj-pilot

Soilmixing Tehnologija stabilizacije temeljnih tal z izvedbo pilotov (do Ø 90cm in dolžine ~35m) iz stabilizirane zemljine obsega izdelavo pilotov na licu mesta s prisilnim (rotacijskim) mešanjem osnovne zemljine z dodajanjem veznih sredstev (cement, apno,..) izdelava podpor temeljev, zavarovanju gradbenih jam, stabilizaciji zemljine, izdelavi tesnilnih diafragem, izdelavi podpornih sidrnih konstrukcij

Mokri postopek - vezna sredstva (cement, EF pepel, žlindra,..) dodajamo v obliki vodne suspenzije (20~40 vol. %), ki jo injiciramo ob hkratnem mešanju zemljine. vse nekoherentne zemljine, kjer debelina samic ne presega ~10cm.

Suhi postopek – vezno sredstvo (cement, apno, žlindra,...) dodajamo v praškasti obliki (50 do 120kg veziva na m3) s suhim injektiranjem z visokim zračnim tlakom. za vlažne zemljine (>60%), pretežno za meljne in zaglinjene zemljine.

Komprimacija temeljnih tal z vibrirnimi sredstvi je primerna za nekoherentna tla (najbolje v peščenih, deloma v meljnih). Na ta način zgostimo zemljino za 15 do 30%. Za glinena ali zaglinjene zemljine metoda ni primerna. povečamo nosilnost, zmanjšamo tveganje za likvifikacijo, zmanjšamo posedke temeljnih tal

peščeni piloti Za izboljšanje nosilnosti temeljnih tal v kohezivnih zemljinah se uporablajo peščeni piloti(vgrajevanje od spodaj ali zgoraj)

Proizvodni obrati

Drobilnice organiziramo ko ni na voljo ustreznega naravnega agregata ali pa je dobava neekonomična.

Pri načrtovanju kapacitet drobilnice je treba poznavati: material(vrsta, struktura, mehanske in fizikalne lastnosti), granulacija, kapaciteta, lokacija, stopnji nečistoč, obraba opreme. Potreben priključek za energijo in vodo, transpotne poti, deponije...

Poskusno drobljenje: izvemo način loma materiala, ustrezno opremo...

Pranje: do 3% nečistoč - ni problematično za predelavo, do 7% nečistoč – pranje materiala na sitih, nad 7% nečistoč – predhodno pranje materiala

Tehnološki proces drobilnice izdelamo na osnovi naslednjega:

1. Vsa dela pri drobljenju izvajamo strojno, s primerno tehnologijo izkopa v kamnolomu in s pravilno izbiro primarnih drobilcev.
2. Obremenitev strojev predelave mora biti enakomerna, kar dosežemo z vstavitvijo strojev za doziranje.
3. Če je le možno, projektiramo dvojni tok predelave z dvema drobilnicama polovičnih kapacitet.
4. V tehnološkem procesu je treba projektirati deponije in silose: rezerve osnovnega materiala (kamna) predstavljajo pogonsko stabilnost, rezerve agregata (materiala) ter ustrezno izkoriščenost voznega parka za odvoz materiala.
5. Opremo ne obremenjujemo z že predelanim materialom, kar pomeni, da na vsaki stopnji predelave uredimo sortirnico materiala.
6. Izogibamo se povratnim tokovom. To je dovoljeno samo v primeru, če moramo material ponovno sejati in s tem dosežemo zaključen ciklus (bolje dodatno sito).
7. S predelavo se rešujejo tudi procesi odpraševanja, pranje.
8. Pri transportih je treba v največji možni meri izkorističati silo gravitacije

Stopnja predelave: primarna predelava (nasipi za prometnice, filtrski material za nasipe, ipd...), sekundarna predelava (običajni konstrukcijski beton brez posebnih zahtev), terciarna predelava (hidrotehnični beton, beton v tunelogradnji, prefabrikati, pp beton, ...)

Primarna predelava: v kamnolomu, upoštevamo max dim. Kamna, 10-20% manjših od 7mm

Sekundarna predelava: dobimo frakcije 0,1 do 1mm in 1-3mm, če je končna naredimo pranje ter seperiranje.

Terciarno predelavo visoke zahteve glede kvalitete, več faz, ker predelujemo različne frakcije (1-3mm, 3- 7mm, 7-15mm), Mehansko sejanje je možno do velikost sit 3mm (lahko do 1mm), nadaljnje sejanje pa je možno s pomočjo vodne separacije (0,04-0,1mm in 0,1-1mm).

Za sejanje uporabljamo vibracijska sita, ki so bolj učinkovita kot rotacijska sita. Dobra stran vibracijskih sit je ta, da lahko agregat peremo. Za fino sejanje pa uporabljamo hidravlične klasifikatorje.

Transport po možnosti izvajamo s transportnimi trakovi, lahko uporabimo tudi elevatorje, če ni na voljo dovolj prostora.

Deponije izvajamo z namenom, da zagotovimo kontinuirano delo, če deponije niso možne naredimo drobilnice z večjim kapacitetom.

Separacije: Postopek pri projektiraju separacije je podoben kot pri drobilnici. Osnovni podatek za dimenzioniranje kapacitet so potrebe proizvodnje po materialu in zahtevana kvaliteta. Terenske raziskave obsegajo preiskave terena s sondažnimi jaški/jamami na oddaljenosti od 10 do 20m

Tehnološki proces separacije vzporedno s procesom eksploatacije peskokopa /gramoznice. Operacije: izkop in transport osnovnega materiala do silosa, presejanje (frakcioniranje) s pranjem, skladiščenje presejanega agregata po frakcijah, transport agregata. Pri predelavi se ustvari veliko prašnih delcev zate so potrebne odprševalne naprave.

Beton je večfazni kompozitni material, ki je pripravljen z mešanjem več sestavin: cementa, vode, agregata in različnih dodatkov. Neposredno po zamešanju suhih sestavin z vodo se začne kemijski proces hidratacije, s katerim cementna pasta preide v cementni kamen. Proses hidratacije je dolgotrajen in traja lahko več let. Beton, če je ustrezno zasnovan, odlikujejo odlična vgradljivost, možnost poljubnega oblikovanja konstrukcije, široka dostopnost sestavin, ekonomičnost ter obstojnost.

Beton pripravljamo v betonarnah, na gradbišču ali pa v centralnih betonarnah in transportiramo na gradbišče.

Faze v procesu: dostava in skladiščenje osnovnih sestavin betona, priprava betona-doziranje in mešanje sestavin, zunanji in notranji (gradbiščni) transport, vgradnja betona, nega betona.

Pri pripravi betona je treba v vseh fazah proizvodnje zagotoviti kvalitetno priprave glede na načrtovano sestavo betona. Za pripravo betona je treba ustvariti ustrezne pogoje za doseg ustrezne kvalitete in temu ustrezno organiziranost, kot npr.: pri neustreznih klimatskih pogojih vgradnje je treba za doseg ustreznih proizvodnih pogojev vlagati več sredstev za energijo, stroje in opremo kot običajno. **Kapacitete** proizvodnih sredstev in delovne sile morajo biti usklajene glede na potrebe proizvodnje v posameznih fazah. Predimenzioniranost kapacitet vodi v neekonomičnost proizvodnje, medtem ko pa poddimenzioniranost kapacitet v proizvodnji lahko povzroči večje stroške in slabšo kvaliteto. Izkustva kažejo na to, da podvojene kapacitete glede na teoretične računske dajo optimalne rezultate s tem, da omogočajo ustrezno rezervo ob nenačrtovanih izpadih proizvodnje in s tem stabilnost proizvodnje. V zadnjih desetletjih je proces priprave betona postal skoraj v celoti industrializiran – priprava betona se izvaja v celoti mehansko, v betonarnah. Moderni procesi proizvodnje betona zahtevajo tudi visoko strokovno usposobljenost, kar je dvignilo zahtevnost usposobljenosti pri proizvodnji glede na tradicionalne načine priprave betonov. Pri mehanizaciji in avtomatizaciji postopkov priprave betona je treba poznavati: mehanizacijo, proces proizvodnje, karakteristike betona (fizikalne, kemijske, reološke...) kot tudi projekt konstrukcije za katero je material namenjen. Tekom celotnega procesa priprave betona je treba izvajati stalne periodične (dnevne, tedenske, sezonske) kontrole procesa in vhodnih sestavin, ki se izvaja v laboratoriju za kontrolo kvalitete procesa. Pri transportu sestavin betona je treba zagotoviti, da so transportna sredstva primerno očiščena eventualnih prisotnosti škodljivih snovi, ki bi lahko vplivala na kvaliteto betonov. Material, ki ga dostavimo na betonarno mora

imetí vsa dokazila o ustreznosti in primernosti za vgradnjo (ateste). Pred iztovorom je treba opraviti vizuelni ogled stanja materiala ter odvzeti preskušance (reprezentančne vzorce) za potrebe izvedbe kontrole kvalitete. O dobavi in trošenju sestavin za pripravo betona je treba voditi evidenco.

Portland cement se pripravlja iz zmesi gline (laporja) in apneca z dodatkom sadre za reguliranje časa vezanja. Zmes žgemo na temperaturi do meje sintranja (pri 1450°C) in tako dobljen klinker zmeljemo v zrna do velikosti $5\text{--}30\mu\text{m}$. Pri tej velikosti postanejo zrna v stiku z vodo izredno reaktivna.

Hidratacija cementa je kemijski proces, ki se začne ob zamešanju z vodo, pri katerem minerali portland cementnega klinkerja v navzočnosti vode ustvarijo nove minerale – hidrate. V vsakem portland cementu obstajajo štirje glavni minerali: alit, belit, ferit, trikalcijski aluminat. Najpomembnejši minerali v cementu so silikati, saj največ prispevajo k trdnosti. Aluminat sicer prispeva k začetnemu naraščanju trdnosti, ni pa zaželen mineral, ker zmanjšuje vgradljivost in lahko v večjih količinah negativno vpliva na mehanske in obstojnostne lastnosti cementnega kamna. Po zamešanju cementa in vode nastane cementna pasta, Hidratacija je v začetni fazi regulirana z dodatkom sadre (zaustavi). V betonski strukturi cementni kamen tvori z zrni agregata trdno strukturo. Stik med zrni agregata in cementnim kamnom se formira v obliki tanke plasti (10 do $50\mu\text{m}$), ki jo zapolnjujejo produkti hidratacije cementa.

Kontrola cementa določitev specifične teže, določitev gostote v zbitem in raztresenem stanju, finosti mletja (ročno/strojno sejanje na sitih $0,09\text{mm}$ ali laserski granulometer), specifične površine po Blainu, čas vezanja (Vicatov aparat) – začetek in konec vezanja, ekspanzija.

Deponije cementa v silosih ali v vrečah na suhem prezračenem prostoru.

Agregat predstavlja zrnast kameni material, ki predstavlja največji del mase betona. Za običajni beton uporabljamo agregat, ki je mešanica peska, gramoza ali drobljenca. Agregat pridobivamo s separiranjem nevezanega hribinskega ali naplavljenega materiala ali drobljenjem vezanega hribinskega materiala.

Lastnosti agregata stanje: vrsta, oblika zrn, lomnost, hrapavost površine, izgled, uporavnost fizikalno-kemijske lastnosti: gostota, vodo-vpojnosc, heterogenost, mineralna sestava, kemična reaktivnost mehanske lastnosti: trdnost, trdota, obstojnost, žilavost, elastičnost

Kontrola agregata: stalno preverjamo granulometrično sestavo, vlažnost

Dodatki (aditivi) so snovi, ki jih v manjših količinah dodajamo v svežo mešanico tekom mešanja ali transporta z namenom izboljšati ali spremeniti oz. dopolniti želene lastnosti betona.

Aerante dodajamo betonom z namenom, da kontroliramo ustvarimo drobne mehurčke zraka (od 10 do $300\mu\text{m}$), ki so enakomerno razporejeni v cementni pasti in preprečujejo rast kapilar. Aerante uporabljamo največkrat pri izdelavi betonov odpornih na zmrzovanje, za povečanje vodonepropustnosti, povečanju kohezivnosti betona

Vodonepropustnost Dodatek ustvari vodoodbojni sloj na molekularni ravni na površini betona in na kapilarah v cementnem kamnu, ki zmanjša sposobnost vpijanja vode.

Dodatki betonu za izboljšanje **obdelavnosti** delujejo tako, da na površini cementnega zrna tvorijo adsorpcijski sloj, ki daje zrnom cementa negativni nabo, zaradi česar se cementna zrna medsebojno odbijajo in ohranjajo dispergirano strukturo. Učinek delovanja dodatkov je močno odvisen od same sestave betone in pogojev vgrajevanja.

Plastifikator je po definiciji dodatek betonu, ki omogoča zmanjšanje količine vode v mešanici (potreba po vodi se zmanjša od 5% do 15%), pri čemer pa se ne spremeni obdelavnost. Beton z dodatkom plastifikatorja je manj porozen in posledično manj vodoproposten, bolj odporen na mraz, dosega večjo trajnost ter večji prirast trdnosti.

Super plastifikatorji za razliko od plastifikatorjev tvorijo debelejši adsorpcijski sloj in močnejše odbojne sile med delci cementa (potreba po vodi se zmanjša od 5% do 25%). Zmešajo med transportom, lastnosti betona še bolj izrazite kot pri P.

hiper plastifikatorjih dolge polikarboksilatne verige se adsorbirajo na cementna zrna in povzročijo bistveno močnejše sterične odbojne sile med delci cementa (potreba po vodi se zmanjša od 5% do 40%). Počasnejše delovanje kot pri P, SP. Omogočijo izdelavo samozgoščevalnega betona.

Zavlačevalci delujejo tako da preprečijo stik med cementom in vodo ali se vežejo na proste ione ter upočasnijo proces. zavlačevalec-plastifikator do 1 ure, čisti zavlačevalec do 10 ur, super zavlačevalec do nekaj dni. Uporabljamo pri velikih blokih, v vročini, transport.

Pospeševalci vezanja uporabljam npr pri brizganem betonu (manj kot minuta), zmanjšajo končno trdnost.

Priprava betona

Priprava betona na **mestu vgradnje** se uporablja pri sanacijah, reprofilacijah (ekonomično) Najprej suho mešanje nato dodamo vodo.

Priprava betona v **proizvodnem obratu** je avtomatizirana, s stalno kontrolo, odstopanja kvalitete majhna.

Doziranje sestavin v proizvodnem obratu poteka lahko na dva načina: volumsko in utežno.

Mešanje je boljše in poraba energije manjša, če se prvo suho zamešata agregat in cement, potem pa se doda voda in dodatki. Dodatke predhodno razredčimo z vodo (1:10), da dosežemo hitrejšo disperzivnost aditiva v mešanici.

mešalce delimo: postavitev – fiksne, mobilne, čas delovanja – neprekinjeno, prekinjeno, način mešanja – prisilno, prosto, vibracijsko, po velikosti od 40l do 10 m³.

Pri **gravitacijskih mešalcih** (18 do 24 obr/min) okoli horizontalne osi. fiksne lopatice, ali polž, prostopadni mešalci so velikosti do 500l, manj občutljivi na obrabo lopatic, za betone plastične konsistence in Dmax=32mm

Pri **prisilnih mešalcih** so v bobnu nameščene gibljive lopatice. Boben pri tem miruje ali pa se vrati. Rotacija lopatic je lahko okoli horizontalne ali vertikalne osi. Bolj, ko je gibanje lopatic prostorsko bolj intenzivna je homogenizacija betonske mase. Praznjenje

bobna je skozi dno ob pomoči vrtečih se lopatic. Prisilni mešalci se uporabljajo v primerih ko gre za težko obdelovane betone in kjer je zahtevana visoka kvaliteta betonov. V proizvodnih obratih so praviloma povsod nameščeni protitočni mešalci.

Pretočni mešalci homogenizirajo zmes v poševnem bobnu, v katerem je arhimedov polž. Doziranje sestavin je kontinuirno. Slabša kvaliteta.

Vibrirni mešalci homogenizirajo zmes v bobnu z vibriranjem s čimer je dosežena večja homogenost betonske mase. Na ta način pripravljeni betoni dosegajo višje začetne trdnosti, kar omogoča hitro razopaževanje. Zato so vibrirni mešalci primerni za proizvodne obrate prefabriciranih betonskih elementov.

Čas mešanja je odvisen predvsem od: količine cementa, vodo-cementnega faktorja, maksimalnega zrna, kondicijskega stanja mešalca. V gravitacijskih mešalcih traja mešanje okoli 5min, v prisilnih mešalcih pa od 30s do 80s. Problem segrevanja ter drobljenja pri mešanju.

Pri **načrtovanju betonarn** je treba upoštevati naslednje:

- organizirati je treba skladiščenje zadostnih količin vhodnih surovin: agregat (silosi ali deponije) in cement (silosi za cement)

- za določitev elementov betonarne (deponij, silosov, dozatorjev, mešalcev) privzamemo 1,3 do 1,5 kratnik srednje načrtovane kapacitete proizvodnje

- betonarne morajo imeti v bližino deponijo agregata za 10 do 14 dnevno proizvodnjo oz. možnosti ugodnih prometnih povezav

- proizvodni proces mora biti z vidika zagotavljanja stalnosti kakovosti polno avtomatiziran in voden z enega mesta

Ločimo: betonarne z zvezdasto deponijo, horizontalne betonarne z deponiranjem agregata:

v silosih ali na deponiji na prostem, stolpne betonarne, mobilne betonarne

Zvezdasta: 1. Zapiralo 2. utežni dozator 3. dozator za cement s polžem 4. zvezdasta deponija za agregat 5. silos za cement 6. boben mešalca 7. zbirna posoda posoda za agregat 8. komandni prostor 9. Skreper

Horizontalna: 1. Zapiralo 2. utežni dozator 3. dozator za cement s polžem 4. silosi za agregat 5. silos za cement 6. boben mešalca 7. Transporter 8. Elevator 9. zbirna posoda za agregat 10. komandni prostor

Členjena horizontalna: 1. Zapirala 2. utežni dozator 3. dozator za cement s polžem 4. silos za agregat 5. silos za cement 6. boben mešalca 7. Elevator 8. zbirna posoda za agregat 9. komandni prostor 10. Vrtljiv lijak za polnjenje silosa 11. Vsipna posoda 12. Podajalnik

Stolpna: 1. Vsipnik 2. Elevator 3. vrtljiv lijak 4. silosi za agregat 5. nivojski merilec 6. dozator za agregat 7. zbirni lijak za posamezne frakcije 8. silos za cement 9. dovod komprimiranega zraka 10. dozator za cement s polžem 11. tehntica za cement 12. boben mešalca 13. zbirni lijak za raztovor betona 14. komandni prostor 15. zračni kompresor za aeracijo in regulacijo dozatorjev za agregat 16. merilec zapolnjenosti 17. oddušnik za cementni silos 18. dovod za vodo 19. dostopne stopnice

Transport betona Trasportni čas je omejen lahko ga podaljšamo z končnim mešanjem v transportnem vozilu. Potrebna zaščita pred extremnim temperaturam.

Notranji transport betona vrsta odvisno od količine, zahtevnosti zgradbe, ekonomičnosti, dostopnosti.

Najpogosteje se za notranji transport uporabljo črpalki – **črpni beton** ima večjo kohezijo(nekaj 100m Dcevi je min 3x Dmax zrn). Drugi pogosti način je vgradnja **kibelnega betona** s prekladalnimi silosi, posodami za beton s pomočjo žerjavov, alternativno pa s pomočjo transportnih trakov. Pri specialnih delih uporabljamo **brizgani beton** transportiramo skozi gibke cevi v toku zraka, tak beton se nosi sam v debelini od 5-10 cm. Ojačujemo ga z armaturo ali armaturnimi vlakni. Problem odboja. Ločimo **Suhi postopek**: suha mešanica ter voda se ločeno transportirata po cevi ter na koncu zmešata glede na želeno konsistenco. **Mokri postopek**: beton namešamo v mešalcu ter pošljemo po cevi(manjša možna razdalja)

Transportni trakovi: opremljeni z dozatorji, čistilci, usmerjevalci. Višina prostega pada omejena na 1,5m.

Zbijanje betona: trdnost in obstojnost betona sta odvisna od poroznosti. S kompaktiranjem betona skušamo doseči minimalno vsebnost por. Vibriranje, centrifugiranje, vakuumiranje, nabijanje.

Vibriranje: Zaradi vibracij se vsak delec giblje samostojno napram ostalim in tekočini, ki ga obkroža. Strižna trdnost se pod vplivom vibracij zmanjša in betonska masa prične teči pod vplivom gravitacije.

pervibratorji Pogon je lahko pnevmatski, elektro ali z bencinskim motorjem.

Faze:1. naglo usedanje betona, kjer se absorbira skoraj vsa energija vibratorja in je tudi veliko dušenje, 2. pride do izločanja mehurčkov – absorbcija energije pada, ostaja še malo dušenja, 3. dušenje majhno in lahko pride do tečenja betona, v kolikor ni ukleščen med opaž.

Radius delovanja: odvisen od časa vibriranja, amplitude, betona, armature, opaža... (lahko izmerimo)

Površinski vibratorji: opažni vibratorji, vibracijske mize. Problem hrupa in majhen domet.

Revibriranje po 1-2 urah občutno povečamo trdnost betona. Obvezno v več slojnem betonu.

Vakuumiranje betona: Uporabljamo ga za tanke betonske elemente, prefabrikate in talne plošče. Svež beton, ki je dobro obdelovalen vgradimo in zbijemo, potem na površino postavimo filtrno prevleko in nepropustno prevleko. Največji učinek vakuumiranja dosežemo na površini, z globino pa vpliv naglo pada. Zgornji sloj, 1~2mm je izredno odporen na obrabo.

Nega betona, ki se izvaja predvsem z namenom zagotoviti betonu ugodne, t.i. termo-higrometrijske pogoje za hidratacijo. Z nego zaščitimo betonsko površino pred atmosferiljami (veter, padavine, insolacija,...), vplivom agresivnih snovi, hitrim temperaturnim šokom, tekočo vodo in morebitnimi mehanskimi poškodbami. Nego betona lahko nadomestimo s premazom površine betona s polimernim premazom.

Trajanje nege betona je odvisna od temperature in vlage v času strjevanja mladega betona.

Tesarska dela so ena od osnovnih gradbenih dejavnosti. Izdelava opažev in odrov, izdelava stropnih in strešnih (lesenih) konstrukcij, izdelava drugih konstrukcij – stavbnega pohištva

Opaž je tehnološka konstrukcija, ki betonski konstrukciji poda obliko in površinski izgled. So začasne konstrukcije v katere zlivamo sveži beton in kjer beton s strjevanjem pridobiva obliko in trdnost. Opaže moramo zasnovati tako, da omogočimo betonu, da se v njem oblikuje in dozori. Prenos obtežbe, vodoneprepustni, odporni na vodo, udarce in obrabo, da so trajni, enostavno zmontirani in demontirani, ravne in polne površine.

Osnovni sestavnici deli: 1. opažne plošče 2. Podkonstrukcija 3. nosilna konstrukcija 4. povezovalni elementi 5. vogalni elementi tudi delovni hodniki, zaščitne ograje, dvigala,...

Opažne plošče: izpostavljeni vlagi, obtežbam, vplivajo na videz. Narejeni iz lesenih desk, lesenih plošč, vezanih plošč, in modularnih plošč(zaščitene na čelnih strani z aluminijastim profilom in premazana z vodoodpornim premazom), jeklena pločevina idealen material vendar predrag razen pri specialnih gradnjah(plezajoči opaž), Sintetični materiali(velika trdnost, obdelovalnost, majhna teža vendar občutljivi na udarce in toploto)

Podkonstrukcijo predstavlja del opažnega sklopa z nalogo prenosa obtežbe iz opažnih plošč na nosilno konstrukcijo ter hkrati povezuje opažne plošče v celoto.

Linijske podkonstrukcije prenašajo obtežbo opažnih plošč na razdalji 30~50cm. Iz lesa ali jeklenih profilov.

Površinske podkonstrukcije prenašajo obtežbo opažnih plošč po celotni površini. S tem se tudi zmanjša debelina opažnih plošč. Običajno lesene.

Nosilna konstrukcija prevzame obtežbe svežega betona in podkonstrukcije ter prenese preko podpornih konstrukcij na tla. Za nosilno konstrukcijo je zahtevana velika togost, ker premiki konstrukcije niso dopustni.

leseni tramovi nosilci(razpon 1,2-2m), tipizirani leseni nosilci(3-6m večkratna uporaba), jekleni nosilci(gredni ali paličasti), sestavljeni nosilci

Naprave za povezovanje zagotavljajo povezavo med posameznimi sestavnimi elementi opaža v času vgradnje betona. Z mehko žico, jeklenimi elementi (pomembno da preprečimo rjavenje) Leseni klini,

Podporniki podpiramo opaž do 4m, višje pa uporabljamo prostorske palične podporne konstrukcije.

Mazanje plošč suhi premazi dostavljamo na gradbišče v prahu in jih pred uporabo zamešamo z vodo, ustvarijo prašni sloj. Mokri premazi so iz mineralnih olj. Na gradbišču jih v pripravljeni suspenziji za uporabo hranimo v sodih. Na opaž jih nanašamo s ščetkanjem ali razpršilom.

Čas razopaženja odvisen od: temperature betona med vgradnjo in vezanjem, predvidene trdnosti betona, aktivnosti cementa, vrste statičnega sistema konstrukcije, prečnega preseka konstrukcije, razpona konstrukcije
Armirani beton AB označujemo v monolitno celoto povezana osnovna materiala beton in jeklo. Z armaturo, ki jo sestavlja jeklene palice ojačimo betonski profil in omogočimo prevzem nateznih sil, tlačne sile pa prevzame beton. Nosilnost AB profila je dosežena s sočasnim sodelovanjem betona in jeklene armature in temelji na adheziji med obema materialoma.

Tipi betonskega jekla: žice<12mm>palice, gladka, rebrasta, zavita rebrasta, vroče in hladno valjana jekla

Gladko jeklo: vroče valjano, kot pomožna armatura, fi6-26

Rebrasto jeklo: vroče valjano z rebri, vzdolžna in prečna rebra, fi6-40, varljivo

Rebrasto deformirano jeklo: hladno valjano z rebri, fi4-12, za izdelavo prefabrikantov

A. mreže: iz RDJ, iz palic fi 4-12, vzdolžno nosilne »R«, obojestransko nosilne »Q«

Rešetasti nosilci: iz RJ, avtomatizirano,

Proces priprave armature razdelimo na naslednje faze: Dobava in skladiščenje betonskega železa(v kolutih ali palicah), Ravnanje, razrez in krojenje(ročno, premični stroji, stroji v obratih), Krivljenje in sortiranje armature(enako), Deponiranje obdelane armature in odprema

armaturnih mrež iz palic 1. avtomatska nakladalna naprava 2. podajalec vzdolžnih armaturnih palic 3. varilna linija 4. podajalec prečnih palic 5. nakladalec za mreže

6. obračalec mrež 7. paleta z izgotovljenimi mrežami

armaturnih mrež iz žice 1. nakladalna naprava za kolute 2. podajalec vzdolžnih armaturnih palic 3. ravnanje žice 4. vlečenje žice 5. varilna linija 6. podajalec prečnih palic 7. rezanje mrež 8. nakladalec za mreže 9.paleta z izgotovljenimi mrežami

Zidovi Po funkciji so vertikalne konstrukcije, stenaste oblike, ki z bočnih strani omejujejo prostor. Njihova primarna funkcija je prenos obtežbe, kot sestavni element konstrukcije. V bivalnih prostorih pa je njihova vloga zaščita prostora pred vplivi okolice (temperatura, hrup, veter,...).

Stebri so vertikalne, linijske konstrukcije (dolžina večje stranice je manjša od 1/4 višine stebra), ki so namenjene prevzemu obremenitev zgornjih etaž v temelje.

Vrste zidov: material: iz naravnega ali umetnega materiala, vrsta konstrukcije: polne(enakomerno prenašajo), skeletne(nosilci in stebri), način izvedbe: na mestu, mantažne stene, polmontažni zidovi, namembnost in lega: glavne(prenašajo obtežbo), stopniščne, požarne, razdelilne, podporne, ognjevarnost: ognjestane(varne pri hitrih spremembah T), ognjevarne(se dalj časa upirajo požaru).

Malta je vezno gradivo v obliki kašaste mešanice, ki nastane z mešanjem veziva, vode in agregata. Po pripravi, zaradi kemičnih reakcij otrdi in poveže vgradne elemente (kose opeke, kamnov) v horizontalni in vertikalni smeri v kompaktno celoto – zid. Trdnost zidu je odvisna tako od trdnosti opeke, kot trdnosti malte.

Faze malte za zidanje: priprava, vgrajevanje, vezanje.

Malta je sestavljena iz tehnološko primerne vode, agregata mora biti grob, čist, brez zemeljskih organskih primesi. Granulacija je odvisna od namena uporabe max 4mm in veziva uporabljata cement in apno. Apno je zračno vezivo, cement in druga veziva so hidravlična veziva.

Apnena malta iz gašenega apna(živo apno+voda 1:3 nato posušimo do testa, zamešamo mokro nato dodamo agregat) ali iz hidratiziranega apna(živo apno +voda 2:1 hranimo v prahu, zamešamo suho nato dodamo vodo) Priprava ročno ali strojno. Apno:agregat=1:1-4.

Proces vezanja apnene malte se prične takoj po vgraditvi. Za pravilno vezanje malte v zidovih je treba malto vgraditi še isti dan, ko je zamešana. Zidake je treba pred vgradnjo navlažiti. Proces vezanja se prične s hlapenjem viška vode. Iz okoliškega zraka veže CO₂ in prične se proces karbonatizacije – tvori se apnenec. Trdno po 5 dnevi maximum po 1 letu.

Podaljšana malta je cementna malta, ki ji dodamo določeno količino gašenega apna z namenom podaljšati čas vezanja in doseganja večje plastičnosti veziva(pesek+ cement potem hkrati vodo ter g. Apno)

Cementna malta vsebuje portland cement kot vezivo. Cement je hidravlično vezivo, ki veže tako na zraku, kot v vodi, zatorej je cementna malta primerna za dela, ki potekajo v vlagi in pod vodo.(1:1-5 veže hitreje od apnene, zidake navlažimo, poleti zastiramo)

Glinena malta je zmes peska, gline in vode.

Ognjevarna malta kaolin in zdrobljen šamota.

Mavčna malta je zmes peska, mavca in vode. V suhih prostorih

Sintetične malte so zmes sintetičnih smol in peska

Opeka je izdelana iz strojno oblikovane gline, ki doseže primerno trdnost z žganjem pri 800 do 1000°C.

Zahtevane kvalitete so: dobro žganje, enakomernost strukture, homogenost in jasnost zvena. **Vrste:** normalnega formata(polna/luknjičava>15%<votla, 25x12x6,5), modularni bloki za nosilne zidove(29, 25, 19), modularni termo bloki za nosilne zidove(45, 40, 30, 25, samo horizontalne fuge), elementi za pregradne stene(8, 10, 11,5), tankostenski porolit elementi(3, 8), klinker opeka, ognjevarna opeka, silikatna opeka

Zidarsko orodje: greblja za malto, zidarski korec, veliki zidarski korec, zidarske žlice, lesene gladilke, kovinske gladilke, zidarska ščetka, zidarsko kladivo, zidarsko grezilo, geodetsko grezilo, zidarski pravokotnik, zidarska libela, cevna libela, zidarska dleta, zidarska vrvice, ravnalna letev, višinska letev, jekleni merilni trak, leseni meter, samokolnica.

Priprava delovišča Delovišče je treba organizirati, da je delo poteka čim lažje ob največjem učinku. Pred pričetkom dela je treba na delovišču zagotoviti material vnaprej za vsaj 2 do 3 ure dela, ki se tekom izvajanja stalno dopoljuje. Apnena malta se prinese na delovišče do 30min pred pričetkom, cementna malta pa neposredno ob pričetku dela.

Osnovni deli zidov: Horizontalno vrsto v zidu imenujemo zidni sklad, vodoravni prostor debeline 12mm, napoljen z malto med posameznimi zidnimi skladi imenujemo ležajna rega. Vertikalni prostor debeline 10mm med posameznimi opekami imenujemo navpična rega. Če je opeka vgrajena v zid tako, da je daljša stranica vzporedna z licem zida se imenuje smernik, sklad pa smerni sklad. Če je daljša stranica pravokotna na lice zidu se imenuje veznik, sklad pa vezni sklad.

Pravila zidanja: čim manj rezanja opek, horizontalni skladi, navpične rege se ne prekrivajo, uporaba čistih, navlaženih opek.

Prepaktiran beton se izvaja v dveh fazah: 9 v opaž vgradimo grobi agregat, praznine injektiramo s cementno malto. Dobimo beton z diskontinuirno granulometrijsko sestavo – agregatna zrna ostanejo v direktnem točkovnem kontaktu. Na ta način je preprečeno oziroma zmanjšano tečenje in krčenje betona.

Granulometrijska sestava agregata oz. zrna agregata so večja od 16mm.9 Cementno malto za injektiranje naredimo iz peska(max 2mm, cement-pesek=1:1-2). Grobi agregat pred injektiranjem navlažimo. Malto, ki je tekoče konsistencije pod pritiskom injektiramo od spodaj navzgor. Za poboljšanje vgradljivosti običajno dodamo tudi plastifikatorje, stabilizatorje zmesi, aerante in zavlačevalce vezanja. Optimalno zmes ter vplivni radij določimo experimentalno.

Prednosti: Manjša poraba cementa, primeren za vodoneprepustne kons., sanacije, masivne betone.

Betoniranje pod vodo s kontraktorskim postopkom. Beton teče skozi cev, kontraktor, ki je s spodnje strani potopljena v beton.9 Dno cevi začepimo in jo najprej v celoti napolnimo z betonom. Cev spustimo do dna, jo odpremo in začnemo betonirati; z napredovanjem betonaže cev postopoma izvlečemo navzgor in pazimo, da je dno vedno potopljeno v betonu. Beton mora biti zadostni koheziven, da je preprečeno mešanje z vodo. Kompaktiranje poteka gravitacijsko.

Premer kontraktorske cevi je 8x večji od Dmax. Cev je sestavljena iz posameznih konusnih elementov.

Posamezne kontraktorske cevi so pri betonaži v medsebojni razdalji od 4 do 5m.

Beton za podvodno betoniranje mora biti koheziven, ne sme segregirati in se ne mešati z vodo.¹⁰ Za dosego želenih lastnosti mora vsebovati velik delež finih zrn, manjših kot 0,25mm (delež peska, cementa in kamene moke). Primerna je tudi uporaba pucolanov, ter dodatkov, aerantov in stabilizatorjev. V vsakem primeru je treba gornjo plast

betona, ki je stalno v kontaktu z vodo ali izplako odstraniti

Betoniranje pozimi: Zmrznjena voda v svežem betonu nabreka. Eksperimentalno je dokazano, da beton, ki je dosegel 50% vrednosti karakteristične trdnosti ni več občutljiv pri enkratnem ciklusu zmrzovanja, za ciklično zmrzovanje 70%.

Čas podpiranja in opaževanja je treba podaljšati za toliko časa kolikor je bila temperatura nižja od 5°C.

Cement pozimi transportiramo v ogrevanih ceveh(kondenzacija)

Pri pripravi betona skrbimo, da je temperatura med mešanjem čim višja in da to temperaturo ohranjamo tudi tekom strjevanja betona. ¹⁰ Pri zimskem betoniranju je toplota hidratacije dobrodošla. ¹⁰ S segrevanjem agregata in vode povečujemo začetno temperaturo, ki pa ne sme biti previsoka, da ne pride do zmanjšanja hidratacijske sposobnosti cementa.

Pogoji pomembni pri betoniranju: zunanjega temperature, ¹⁰ hitrost vetra, pogoji transporta, karakteristike konstrukcije, rok za dokončanje del

Običajno zahtevamo, da ima betonska masa v trenutku, ko izstopa iz betonskega mešalca predpisano temperaturo, ki je odvisna od temperature zraka v okolini

Minimalna temperatura betona pri vgradnji pa mora biti 5 pri masivnem in 10 pri ostalih. Za zagotovitev te temperature prepracunavama toplotne izgube pri mešanju, transportu, pretovarjanju, vgradnji. Dosežemo z segrevanjem vode (<80C), segrevanje agregata s paro, vodo ali vročim zrakom.

Vzdrževanje tem. Segrevanje betona s paro ali električnimi grelci, obstaja več načinov kako preko opaža li drugih elementov dovajamo toploto betonu.

Za zmanjšanje stroškov betonu dodajamo pospeševalce vezanja.

betoniranje v vročini¹⁰ Če je temperatura betona pri vgrajevanju višja kot 20°C se pri vgrajevanju poveča potreba po vodi. Več vode pomeni pa večjo poroznost, večje zhlapevanje in posledično večje krčenje betona. ¹⁰ Pri povisani temperaturi se pospeši primarna kristalizacija s tvorbo kristalne strukture, ki slabše povezuje agregatna zrna s cementnim kamnom. Pospešena hidratacija v zgodnji fazi pomeni slabše trdnostne karakteristike zato je mejna vrednost temperature betona 30°C, pri masivnih betonih pa 15°C.

Za zmanjšanje stroškov dodajo betonu zavlaževalce vezanja.

Beton in njegove komponente in opaž v vseh trenutkih ščitimo pred soncem za hlajenje lahko uporabljamo hlapenje vode.