



РЕПУБЛИКА СРБИЈА
ЗАВОД ЗА УНАПРЕЂИВАЊЕ
ОБРАЗОВАЊА И ВАСПИТАЊА

АРМИРАЧ - БЕТОНИРАЦ

Приручник за полазнике обуке



Република Србија
МИНИСТАРСТВО
ПРОСВЕТЕ

САДРЖАЈ

ПРЕДГОВОР	1
1. УВОД	2
1.1 Приручник за обуку „Армирач-бетонирац”	2
1.2 Опис занимања	2
1.3 Структура приручника	2
2. ПРИПРЕМА, ТРАНСПОРТ И СКЛАДИШТЕЊЕ БЕТОНСКОГ ГВОЖЂА И АРМАТУРЕ	3
2.1 Врсте материјала који се користе у грађевинарству	3
2.2 Принципи чувања бетонског гвожђа, арматуре и арматурне мреже током складиштења од прљања и корозије на градилишту	4
2.3 Начин израде спецификације и требовања армирачког материјала	5
2.4 Профили арматурних шипки, врсте арматурне мреже и бетонског гвожђа	7
3. АРМИРАЊЕ У ИЗГРАДЊИ И ОДРЖАВАЊУ ГРАЂЕВИНСКИХ ОБЈЕКТА	10
3.1 Начин примене алата и прибора за ручну и машинску обраду арматуре	10
3.2 Редослед уградње арматуре према армирачким позицијама на градилишту	13
3.3 Поступак обраде арматуре на градилишту или у арматурним погонима	14
3.4 Поступак израде, монтаже и повезивања арматуре за све врсте армирано-бетонских елемената	14
3.5 Начин качења арматуре помоћу челичних сајли и кука и поступак сигнализовања приликом транспорта арматуре	34
4. АРМИРАЊЕ ПРЕДНАПРЕГНУТИХ КОНСТРУКЦИЈА	36
4.1 Врсте и својства арматуре за извођење преднапрегнутих конструкција	36
4.2 Начини испоруке арматуре за преднапрезање и поступак постављања арматура за преднапрезање	38
4.3 Поступак истезања, укотвљавања и сечења арматуре	40
4.4 Начин спајања преднапрегнутих елемената	44
5. ПРИПРЕМАЊЕ ЗА БЕТОНИРАЊЕ	48
5.1 Размере мешања компоненти бетонске мешавине	48
5.2 Поступак ручног и машинског справљања бетона	51
6. БЕТОНИРАЊЕ И НЕГОВАЊЕ БЕТОНА	60
6.1 Начин уграђивања бетона појединих армирано-бетонских елемената и начин њиховог неговања	60
7. ПРИПРЕМАЊЕ И ИЗРАЂИВАЊЕ БЕТОНСКИХ ПРЕФАБРИКАТА	62
7.1 Монтажне бетонске конструкције	62
8. БЕЗБЕДНОСТ И ЗДРАВЉЕ НА РАДУ	75
8.1 Процедуре и потребна документацију за извештавање приликом незгода или хитних случајева	75
8.2 Процедуре безбедног преноса материјала и безбедног руковања опремом у складу са прописима	77
8.3 Врста опреме за рад на висини и безбедне методе коришћења опреме за рад на висини ..	78
8.4 Врсте ХТЗ опреме која се користи на радном месту	82
8.5 Могући узроци за избијање пожара, методе и процедуре за спречавање пожара	86
9. ЗЕЛЕНА ГРАДЊА И ЕКОЛОШКИ МАТЕРИЈАЛИ	89
9.1 Зелена градња: Одрживо и ефикасно грађење за будућност	89
10. ПРАКТИЧНИ ЗАДАТАК	99
1. Назив задатка: израда оплате, монтажа арматурног склопа за темељ самац и бетонирање ..	99
2. Назив задатка: израда оплате, монтажа арматурне мреже за армирање двоструко армиране пуне плоче и бетонирање	100
11. ЛИТЕРАТУРА	101

ПРЕДГОВОР

ДРАГИ БУДУЋИ АРМИРАЧИ,

Армирачи су неизоставни учесници у модерном грађевинарству. Они су одговорни за постављање арматуре, кључног елемента бетонских конструкција. Њихова стручност осигурава чврстоћу, стабилност и дуговечност грађевина, од темеља и зидова до мостова и небодера.

Овај Приручник пружа свеобухватан преглед знања и вештина, потребних за успешно обављање посла армирача. Намењен је како почетницима који желе да науче основе овог заната тако и искусним армирачима који желе да усаврше своје знање и да прате најновије трендове у струци.

У Приручнику ћете пронаћи информације о:

- Материјалима: Врсте арматуре, особине челика, заштита од корозије,
- Алатима: Ручни алати, машине за савијање и резање арматуре, алати за везивање,
- Техникама: Савијање арматуре, везивање арматуре, постављање арматуре у оплате,
- Примени мера безбедности, здравља и заштите на раду: лична заштитна опрема, прва помоћ,
- Прописима: Важећи закони и норме у грађевинарству.

Уз теоријски део Приручник садржи и практичне примере, илустрације и савете искусних армирача, како бисте што боље разумели овај веома захтеван, али изузетно важан занат.

Верујемо да ће вам овај Приручник бити важан извор информација и практичан водич у вашем развоју као армирача.

ЖЕЛИМО ВАМ ПУНО УСПЕХА У УЧЕЊУ И РАДУ И ДА КРОЗ СВОЈЕ ПРОЈЕКТЕ ДОПРИНЕСЕТЕ ИЗГРАДЊИ СИГУРНИХ И КВАЛИТЕТНИХ ГРАЂЕВИНА.

Срећно на вашем путу овладавања овим одговорним и лепим занимањем!

1. УВОД

1.1. ПРИРУЧНИК ЗА ОБУКУ „АРМИРАЧ - БЕТОНИРАЦ”

Приручник за полазнике обуке „Армирач-бетонирач” осмишљен је као подршка наставницима, реализаторима обуке и самим полазницима, са циљем успешног усвајања знања и вештина неопходних за ову струку. Кроз обрађене теме, полазници ће стећи и унапредити своје знање, развијати вештине и формирати ставове који су од суштинског значаја за ефикасно и конструктивно решавање проблема, као и за суочавање са изазовима у свакодневном раду и животу. Осим тога, Приручник им пружа неопходна знања за обављање послова армирача - бетонирача.

Циљ Приручника је да олакша полазницима усвајање знања, вештина и ставова у складу са стандардом квалификације и програмом обуке. Такође, омогућава континуирану проверу знања и припрему за полагање испита. Поред тога, Приручник садржи додатне информације које подстичу полазнике на размишљање, истраживање и даље усавршавање у овој области.

1.2. ОПИС ЗАНИМАЊА

Армирач-бетонирач је обучен за припрему бетонског гвожђа и арматуре, које се користе у армирању и бетонирању грађевинских објеката, као и у изради преднапрегнутих конструкција и бетонских префабриката. Његов посао укључује обликовање арматуре према техничким цртежима конструкције, као и сечење, савијање и спајање армираних челичних шипки и армирачких мрежа у армирано-бетонску конструкцију. Поред тога, одговоран је за постављање и заливање арматуре бетоном.

Армирач-бетонирач најчешће ради на градилиштима, а ређе у погонима за производњу армирано - бетонских производа. Његова стручност је неопходна у изградњи различитих конструкција, као што су зграде, путеви, мостови и стадиони. У свом раду придржава се стандарда производног процеса и квалитета у грађевинарству, као и важећих прописа о безбедности и заштити здравља на раду.

Поред техничких вештина, армирач-бетонирач ефикасно комуницира и сарађује са надређенима и колегама, доприносећи култури уважавања и тимског рада. Такође, примењује техничке информације и савремене информационо-комуникационе технологије (ИКТ), континуирано усавршавајући своје компетенције. Сечена знања и вештине омогућавају му запослење у струци, као и наставак школовања у овој области.

1.3. СТРУКТУРА ПРИРУЧНИКА

Приручник је подељен у тематске целине, које су јасно означене насловима, поднасловима и сажецима на крају сваке области, чиме се олакшава сналажење у садржају. Намењен је одраслим полазницима обука како би једноставније стекли потребне компетенције и успешно савладали прописане исходе обуке.

На крају сваке области дата су питања за проверу знања, што полазницима омогућава да процене своје разумевање градива и припреме се за завршни испит.

2. ПРИПРЕМА, ТРАНСПОРТ И СКЛАДИШТЕЊЕ БЕТОНСКОГ ГВОЖЂА И АРМАТУРЕ

У оквиру овог поглавља полазник се може упознати са информацијама о врсти материјала који се користи у грађевинарству о принципу чувања бетонског гвожђа, арматуре и арматурне мреже током складиштења од прљања и корозије на градилишту, начину израде спецификације и требовања армирачког материјала и профила арматуре, врсте арматурне мреже и бетонског гвожђа.

2.1. ВРСТЕ МАТЕРИЈАЛА КОЈИ СЕ КОРИСТЕ У ГРАЂЕВИНАРСТВУ

У грађевинарству се користе разне врсте материјала у зависности од типа објекта, његове функције и климатских услова. Материјали су, такође, подељени по групама у зависности од порекла (могу бити природни и вештачки). Један од основних материјала у савременом грађевинарству је **бетон**. Он има изузетну чврстоћу на притисак, добар је за изградњу основе (темеље) стубова, зидова, за израду подова и плоча. Најчешћи типови бетона су:

- обичан бетон,
- армирани бетон,
- рефабриковани бетон,
- специјални бетон (порозни, лагани).

Други најзаступљенији материјал у грађевинарству је **челик**. Он има велику чврстоћу на затезање, на климатске услове и лако се обликује. Користи се за разне објекте и у комбинацији са бетоном има огромну примену.

У грађевинарству се доста користи **дрво**, лака му је обрада, одличан је термички и звучни изолатор. Користи се за оплате при изради бетона, као и за конструкције (кровове, подове, зидове, прозоре врата...).

Материјали који се користе у грађевинарству су и **производи од глине** (опека, блок, цреп, керамичке плочице). Опека и блокови служе за зидање, а остали материјали за завршне радове.

Камен је један од материјала који се користи за зидове, подове, степенице, декоративне елементе. Поседује велику издржљивост и чврстоћу.

Гипс је такође материјал који се много користи у грађевинарству, углавном за завршне радове (преграде, плафоне).

Стакло је материјал који се користи за осветљење и ентеријер.

Обојени метали и легуре (бакар, алуминијум, олово) користе се за завршне радове.

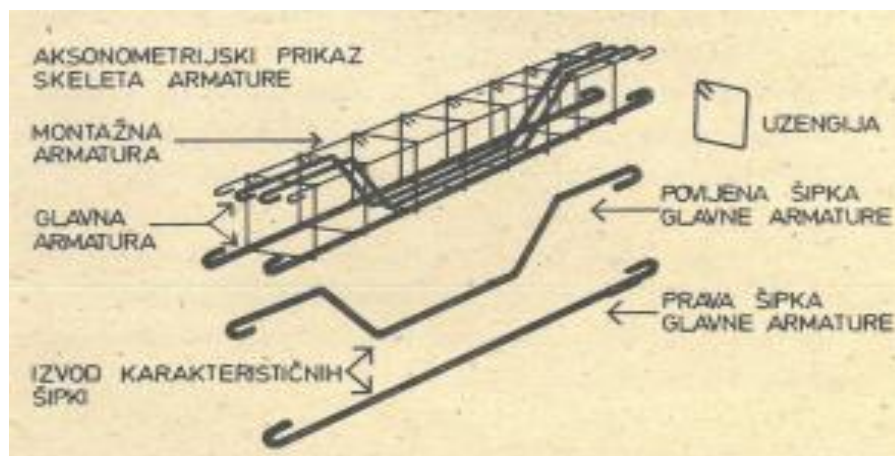
Изолациони материјали (стиропор, камена вуна, минерална вуна) користе се за термоизолацију и материјали, као што су битумен, катран и асфалт за хидроизолацију.

Боје и лакови су материјали који се користе у занатским радовима за завршне радове.

За израду носивих конструкција употребљава се армирани бетон. Од њега се израђују бројни конструктивни елементи. То је смишљена и значајка комбинација бетона и челика. Та два материјала, ако су правилно распоређени у конструктивном елементу, побољшавају отпорност при прихватању напона унутар носача који настају као последица оптерећења. Пошто бетон прима напоне притиска, онда напоне затезања у конструкцији прима челик, па се тако и поставља у конструкцију.

Бетонски челик је главни и једини материјал који уграђују искључиво **армирачи**. То је материјал који се састоји из чистог гвожђа (Fe), угљеника (C), примеса силицијума (Si), сумпора (S), фосфора (P), мангана (Mn) и никла (Ni).

Скелет арматуре је сачињен од више шипки разних профила, састављених и монтираних према прорачуну и плану арматуре. Скелет сачињава **радна или главна арматура, подеона монтажна арматура и узенгије**.



Слика 1. - Арматурни скелет за греду

2.2. ПРИНЦИПИ ЧУВАЊА БЕТОНСКОГ ГВОЖЂА, АРМАТУРЕ И АРМАТУРНЕ МРЕЖЕ ТОКОМ СКЛАДИШТЕЊА ОД ПРЉАЊА И КОРОЗИЈЕ НА ГРАДИЛИШТУ

Чувања бетонског гвожђа (арматуре) и арматурне мреже на градилишту како би се спречило прљање и корозија укључују следеће:

- **складиштење на сувом месту:** арматура и арматурне мреже треба да се складиште на сувим и добро проветреним местима. Влажност и додир са водом могу довести до појаве корозије,
- **родизање од земље:** арматурне шипке и мреже треба да се поставе на платформе, дрвене подлоге или друге површине које их подижу од директног контакта са земљом. Ово спречава продор влаге из земље која може довести до корозије,
- **заштита од прљавштине:** арматура треба да буде заштићена од додира са прашином, прљавштином, мастима и хемикалијама које могу нарушити њену чврстоћу и издржљивост. Прљавштина може такође омогућити развој корозије,
- **коришћење заштитних материјала:** арматура може бити прекривена заштитним фолијама или импровизованим облогама које ће спречити директан контакт са влагом и другим штетним утицајима,
- **редовно одржавање:** периодично треба проверавати стање арматуре и арматурних мрежа, уклањајући све могуће контаминације и осигуравајући да се не развије корозија. Ако се примети било каква оштећења или почетни знаци корозије, треба их одмах решавати,
- **заштита од хемијских утицаја:** ако се арматура складишти близу хемијских материјала који могу узроковати корозију, потребно је предузети мере како би се избегли директни контакти са тим супстанцама,

- **избегавање дугог складиштења:** арматура не би требало да буде складиштена дуже него што је неопходно. Дуготрајно складиштење може повећати ризик од корозије, па се стога препоручује да се што пре користи,
- **коришћење антикорозивних средства:** у неким случајевима може се размотрити наношење антикорозивних премаза или масти на арматуру, посебно ако се ради о влажним или агресивним окружењима,
- **транспорт и манипулација:** током транспорта и манипулације арматуром треба избегавати механичка оштећења, као што су ударци или абразије које могу нарушити заштиту од корозије.



Слика 2. - Складиштење арматуре

Придржавањем ових принципа, арматура и арматурне мреже ће дугорочно остати у добром стању, што ће обезбедити стабилност и сигурност бетона који ће бити ојачан тим материјалом.

2.3. НАЧИН ИЗРАДЕ СПЕЦИФИКАЦИЈЕ И ТРЕБОВАЊА АРМИРАЧКОГ МАТЕРИЈАЛА

Израда спецификације и требовања армирачког материјала је важан корак у процесу планирања и извођења грађевинских радова, који осигуравају да се користе одговарајући материјали у складу са пројектом и техничким нормативима. Ова спецификација обухвата све аспекте које арматура треба да задовољи како би била погодна за конкретну употребу. У даљем тескту се наводе основни кораци и принципи израде спецификације и требовања армирачког материјала.

Одређивање врсте арматуре

- **тип арматуре:** спецификација треба да укључује информације о врсти арматуре која ће бити коришћена, као што су челичне шипке, арматурне мреже или пресована арматура. Важно је дефинисати да ли је потребна арматура са високим или ниским растезним чврстим својствима, као и да ли је потребна арматура са додатним антикорозивним премазом,
- **стандардизација:** арматура треба да буде у складу са важећим националним и међународним стандардима, као што су DIN, ISO, BS, или EN стандарди.

Одређивање пречника и класе арматуре

- **пречник шипки:** у спецификацији се дефинише пречник арматуре који ће бити коришћен, а који се одређује у зависности од носивости конструкције и пројектних захтева. Уобичајено пречници се крећу од 6 mm до 40 mm, али могу бити и већи за специфичне захтеве,

- класа арматуре: у спецификацији треба навести класу челичне арматуре, која се одређује на основу минималне границе чврстоће (нпр. Б500А, Б500Б). Ове информације су важне за израду пројекта.

Потребна количина и распоред

- количина арматуре: спецификација треба да дефинише количину арматуре која је потребна за све делове конструкције. Ово укључује дужине шипки, као и количину арматурних мрежа које ће се користити,
- распоред арматуре: спецификација треба да укључи информације о распореду арматуре у конструкцији, укључујући размаке између шипки и распореде у различитим деловима структуре. Ово подразумева нацрте или дијаграме који показују тачно позиционирање арматуре.

Квалитет и контроле

- квалитет челичног материјала: спецификација треба да укључи захтеве за квалитет челичног материјала, као што су механичке особине (чврстоћа, податност), хемијски састав и остали параметри који гарантују поузданост и издржљивост арматуре,
- контроле и тестирања: у спецификацији треба навести које врсте тестова треба да буду спроведене на арматури, као што су тестови чврстоће, савијања, издуживања и слично како би се осигурало да материјал испуњава стандарде и захтеве пројекта.

Заштита од корозије

- антикорозивна заштита: ако је потребно, спецификација може укључити захтеве за антикорозивне премазе или заштиту од корозије, нарочито у окружењима са високом влажношћу или агресивним хемикалијама (нпр. морска вода, агресивни хемијски агенси у индустријама).

Технолошки захтеви

- метод производње: спецификација може да укључи захтеве у вези са методом производње арматуре, као што су извлачење, цртање или пресовање. Важно је осигурати да арматура буде произведена на начин који одговара пројектним спецификацијама,
- захтеви за обраду: у неким случајевима може се захтевати одређена обрада арматуре пре њене уградње, као што је савијање, резање или заваривање. Спецификација треба да дефинише дозволе и ограничења за овакве радње.

Означавање и праћење

- означавање арматуре: спецификација треба да укључи захтеве за правилно означавање арматуре како би се лакше пратило њено порекло и квалитет. Ово је посебно важно када се арматура купује од различитих добављача,
- документација и извештаји: спецификација треба да дефинише потребу за израдом и чувањем свих релевантних докумената, као што су извештаји о контроли квалитета, сертификати и други документи који доказују усаглашеност са стандардима.

Инструкције за транспорт и складиштење

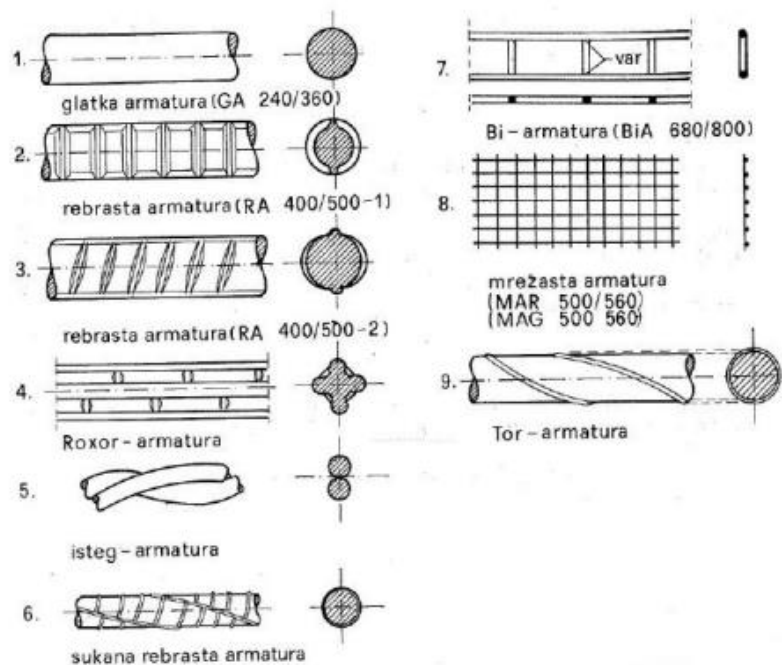
- транспорт: у спецификацији треба навести препоруке о транспорту арматуре на градилиште како би се избегла оштећења или корозија током транспорта,

- складиштење: спецификација треба да укључи упутства за складиштење арматуре, са акцентом на заштиту од влаге, прљавштине и других спољашњих фактора који могу утицати на квалитет материјала.

2.4. ПРОФИЛИ АРМАТУРНИХ ШИПКИ, ВРСТЕ АРМАТУРНЕ МРЕЖЕ И БЕТОНСКОГ ГВОЖЂА

Профили арматурних шипки, врсте арматурних мрежа и бетонског гвожђа су кључни за избор и примену арматуре у грађевинским конструкцијама. Ове компоненте се користе за појачање бетона и осигурање чврстине и стабилности структуре. Различити профили шипки, врсте мрежа и бетонског гвожђа имају специфичне карактеристике које их чине погодним за различите врсте конструкција.

У армираном бетону се користе разне врсте челика према облику шипки и квалитету материјала. На слици испод приказани су облици челичних шипки и остале врсте арматура.



Слика 3. - Профили арматуре

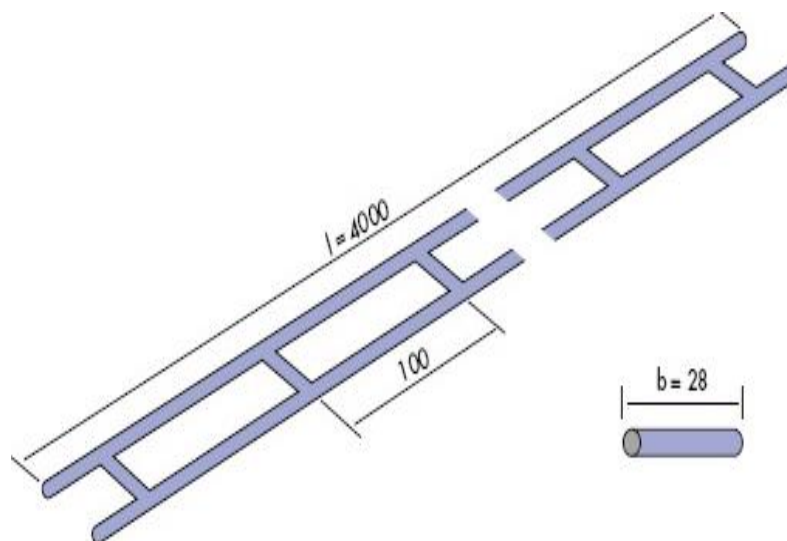
Мрежаста арматура - добија се заваривањем међусобно управно постављених шипки. Заваривање се врши посебним машинама. Ова арматура се користи за армирање плоча и љуски. Ознаке за мрежаста бетонски челик је \checkmark MR 500 (a-t-D-d).

- a** - уздужни размак шипки
- t** - попречни размак шипки
- D** - пречник узужних шипки
- d** - пречник попречних шипки



Слика 4. - Мрежаста арматура

VI-челик- се добија спајањем две шипке од високо вредног челика. Паралелне шипке се повезују парчадима четвртастих шипки на растојању од 100 mm. Растојање између подужних шипки је 28 mm. Шипке не морају да имају куке због тога што попречне шипке онемогућавају извлачење из бетона. VI - челик се намотава у котуре укупне дужине од 100 - 300 m.



Слика 5. - VI-арматура

Избор профила арматурних шипки, врсте арматурне мреже и бетонског гвожђа зависи од специфичних потреба пројекта, као што су врста конструкције, оптерећења, окружење и захтеви за издржљивост. Свако од ових решења има своје предности и примену, те је важно да се у сваком случају изабере она која најбоље одговара на пројектне и техничке захтеве.

Naziv armature	Oblik	Oznaka i kvalitet (σ_v/f_{ak})	Modul elastičnosti E_s [GPa]
Glatka armatura GA		GA 240/360	200 ÷ 210
Rebrasta armatura RA		RA 400/500	200 ÷ 210
Mrežasta armatura MA		MAG 500/560 MAR 500/560	190 ÷ 200
Bi-armatura BiA		BiA 680/800	190 ÷ 200

Слика 6. - Карактеристике профила

Питања за теоријску проверу знања

1. Навести врсту материјала који се користе у грађевинарству.
2. Материјали за армирачке радове.
3. Шта чини армирачни скелет?
4. Што се подразумева под чувањем арматуре на градилишту?
5. Шта спада у спецификацију и требовање арматуре?
6. Навести врсте арматуре и профила.

3. АРМИРАЊЕ У ИЗГРАДЊИ И ОДРЖАВАЊУ ГРАЂЕВИНСКИХ ОБЈЕКТАТА

Армирање у изградњи и одржавању грађевинских објеката је кључни процес који се односи на употребу арматуре (обично челичне) у бетону како би се побољшала његова чврстоћа, издржљивост и функционалност. Ово поглавље обухвата начин примене алата и прибор за ручну и машинску обраду арматуре; редослед уградње арматуре према армирачким позицијама на градилишту; поступак обраде арматуре на градилишту или у армирачким погонима; поступак израде; монтаже и повезивање арматуре за све врсте армирано - бетонских елемената; начин качења арматуре помоћу челичних сајли и кука и поступак сигнализације приликом транспорта.

3.1. НАЧИН ПРИМЕНЕ АЛАТА И ПРИБОРА ЗА РУЧНУ И МАШИНСКУ ОБРАДУ АРМАТУРЕ

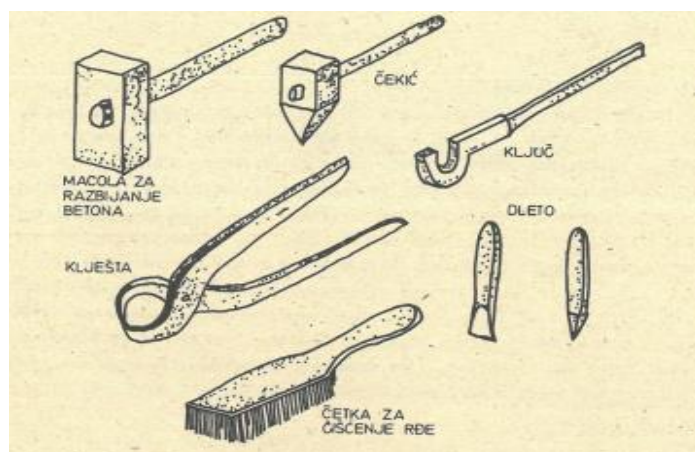
Обрада арматуре у грађевинарству обухвата:

- исправљања арматуре,
- сечење арматуре,
- савијања арматуре,
- монтажа арматуре у конструкцију.

За ове операције користи се специјализован алат и прибор (армирачки алат) који омогућује прецизност, ефикасност и безбедност.

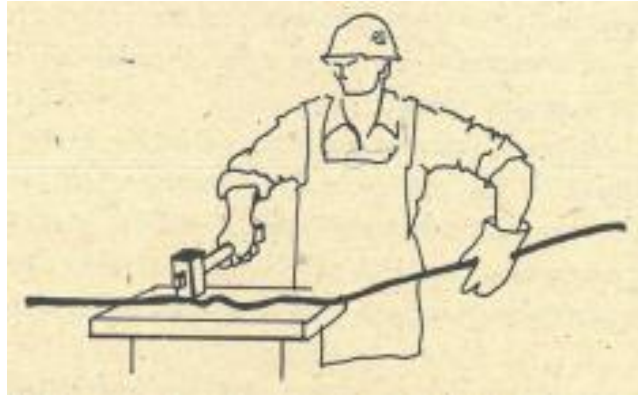
Алат може бити ручни и машински.

У **ручни алат** спада чекић тежине од 1 kg, челична четка за чишћење рђе, секач (длето) за мање арматуре, армирачки кључ за савијање арматуре, челична полука са куком којом се гвожђе криви приликом обраде, армирачка клешта, мацола и дрвени метар.



Слика 7. - Ручни армирачки алат

Исправљање арматуре - већ коришћена арматура и арматура у шипкама се исправља чекићем од 1 kg, на мекој дашчаној подлози радног армирачког стола.



Слика 8. - Поравнавање арматуре чекићем

Сечење арматуре - је један од најчешћих послова у обради арматуре. За овај рад користе се различити алати, у зависности од пречника арматуре и захтева за прецизност. Алати који се користе за сечење челичних шипки арматуре су маказе које имају изузетну чврстоћу и дизајниране су за рад са већим пречницима арматуре. Постоје ручне и електричне верзије маказа.



Слика 9. - Маказе за сечење арматуре



Слика 10. - Машина за сечење арматуре



Слика 11. - Сечење арматуре

Савијање арматуре је важан процес у изградњи који омогућава да арматура буде у складу са потребним облицима у конструкцијама.

Ручни савијачи арматуре: ови алати су основни за савијање мањих и средњих пречника арматуре. Обично се користе за израду савијених делова који су потребни за различите конструкције. Ручни савијачи могу бити преносиви и често имају угаони уређај који олакшава савијање.



Слика 12. - Савијање арматуре

<https://www.youtube.com/shorts/IrxG7NTF9Gg> - савијање арматуре

У **машинску обраду** арматуре спада обрада машинским путем на бесконачним тракама, посебно за арматуру у шипкама, а посебно за арматуре у котуровима. Овим начином обраде је велика уштеда у времену.

На следећим линковима могу се видети начини машинске обраде арматуре.

https://www.youtube.com/watch?v=BD_ImRD6B9Y – сечење,

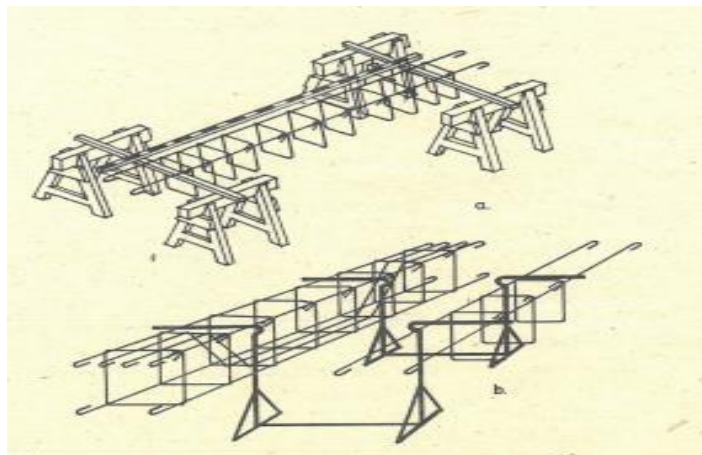
<https://www.facebook.com/watch/?v=198078104934869> – везивање,

https://www.youtube.com/watch?v=K2rmjy_xGgU - савијање узенгија,

<https://www.youtube.com/shorts/YuhtJye9SjY> - савијање,

<https://www.youtube.com/watch?v=CV-VpRbd6K0> – сечење.

Монтажа арматуре у конструкцију - се монтира на ногарама које се налазе у близини конструкције. Међутим, монтажа на континуалним гредама се врши на лицу места као греде које се укрштају. Све компликоване и тешко приступачне делове треба монтирати на ногарима, а потом поставити у оплату.



Слика 13. - Монтажа арматуре у конструкцију

https://www.youtube.com/watch?v=Ko14ueGj_LU - монтажа арматуре у стуб

Везивање арматуре - се врши са армирачким клештима са танком жицом. Циљ везивања је да се формира скелет од шипки који неће мењати облик ни при уграђивању ни при вибрирању бетона.



Слика 14. - Везивање арматуре
клевштима



Слика 15. - Апарат за везивање арматуре

На следећим линковима може се видети справе за везивање арматуре:

<https://www.youtube.com/watch?v=-o-IUXOHе7A> - алат за везивање арматуре,
<https://www.youtube.com/watch?v=77S0Ifw48J8> - апарат за везивање арматуре.

3.2. РЕДОСЛЕД УГРАДЊЕ АРМАТУРЕ ПРЕМА АРМИРАЧКИМ ПОЗИЦИЈАМА НА ГРАДИЛИШТУ

Редослед уградње арматуре према армирачким позицијама на градилишту зависи од врсте конструкције, дизајна и специфичних захтева пројекта, али постоји неки општи ред који се може пратити. Ево како би тај процес могао да изгледа:

Преглед пројекта и армирачког цртежа: Пре свега, важно је пажљиво проучити армирачке цртеже и све специфичности постављања арматуре, као и провере тачних позиција за сваки комад арматуре.

Припрема градилишта и материјала: Чисти се градилиште, припрема се терен и обележавају места на којима ће бити постављена арматура. Доводе се сви материјали и алати потребни за уградњу арматуре.

Постављање арматурних шипки или мрежа: Почетак постављања обично почиње са нижим слојевима арматуре у структури. То подразумева постављање основних шипки, као што су хоризонталне шипке или шипке које чине костур конструкције.

Постављање вертикалних и косих арматурних шипки: Након тога, постављају се вертикалне шипке, које се уграђују у складу са пројектом, заједно са косим арматурама, ако су предвиђене.

Провера распореда и размака: Пре него што се настави са уградњом, важно је проверити да ли је свака шипка на исправној позицији и да ли су размаци између шипки у складу са пројектом.

Повезивање арматуре: Арматура се повезује са жицама или специјалним везивним елементима како би се осигурало да ће арматура остати на месту током бетонирања.

Контрола положаја арматуре: Овде је важно обавити последњу проверу правилности поставке арматуре пре него што се приступи бетонирању како би се избегли проблеми касније.

Бетонирање: Након што је арматура правилно постављена и контролисана може се приступити бетонирању. Наравно, овај редослед може бити прилагођен у зависности од специфичности пројекта и врсте конструкције (нпр. темељ, стубови, зидови, плоче).

3.3. ПОСТУПАК ОБРАДЕ АРМАТУРЕ НА ГРАДИЛИШТУ ИЛИ У АРМАТУРНИМ ПОГОНИМА

Поступак обраде арматуре на градилишту - На градилишту арматура се обрађује најчешће ручно. Нова арматура се испоручује у котуровима, па се она мора прво исправити да би се могла сећи. То се ради помоћу витла и ручног граника (чекрка). Котур се стави на витло, један радник узме крај шипке и вуче ка месту где је постављен граник. Помоћу избушене челичне плоче радник прикотви шипку која се намотава на бубањ граника. Намотавање сајле је у исто време и исправљање арматуре. Овај поступак се данас врло слабо користи, јер је технологија напредовала и ово се углавном ради машинским путем. Приликом исправљања арматуре ради се и сечење арматуре на одређене дужине.

Након сечења арматуре приступа се савијању арматуре. За мање профиле могу се савијати ручним савијачима, а за веће профиле се углавном раде машинским путем.

Поступак обраде арматуре у погонима - Поступак обраде арматуре у погонима обухвата све кораке који се изводе у фабрици или на производном месту, где се арматура припрема за транспорт на градилиште. Ови процеси укључују стандардизоване радне кораке који обезбеђују да арматура буде исправно припремљена и у складу са техничким захтевима пројекта. Она се обрађује машински. Данас постоје машине које раде три до четири операције обраде арматуре. У следећим видео снимцима могу се видети машине како раде у погонима:

<https://www.youtube.com/watch?v=vGM19wUuKPI&t=83s> ;

<https://www.youtube.com/watch?v=mpTkXooDXuE> .

Фазе које се изводе у армирачким погонима су следеће:

- пријем и контрола материјала,
- резање арматуре,
- савијање арматуре,
- чишћење арматуре,
- тестирање и контрола квалитета,
- означавање арматуре,
- паковање и складиштење,
- транспорт на градилиште,
- документација и сертификација.

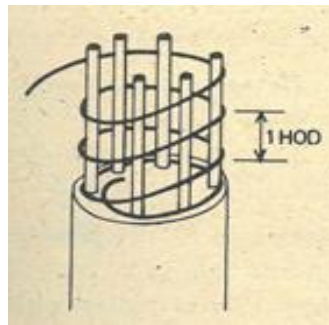
У погонима процес обраде арматуре мора бити изведен прецизно и у складу са строгим стандардима безбедности и квалитета. Сви кораци се морају пратити како би се осигурала дугочекност и стабилност готових грађевинских структура.

3.4 . ПОСТУПАК ИЗРАДЕ, МОНТАЖЕ И ПОВЕЗИВАЊА АРМАТУРЕ ЗА СВЕ ВРСТЕ АРМИРАНО-БЕТОНСКИХ ЕЛЕМЕНАТА

Армирање стубова - Стубови су конструктивни елементи грађевинског објекта који су углавном центрично оптерећени и напругнути на притисак и извијање. Овај други случај настаје када је стуб оптерећен ексцентрично или моментом савијања. Пречник

арматуре у стубовима је најмање 12 mm. Да би се спречило извијање појединих шипки у притиснутим елементима, узенгије не сме да се постављају на размаку већем од 15ϕ најтање шипке подужне арматуре или од најмање димензије притиснутих елемената.

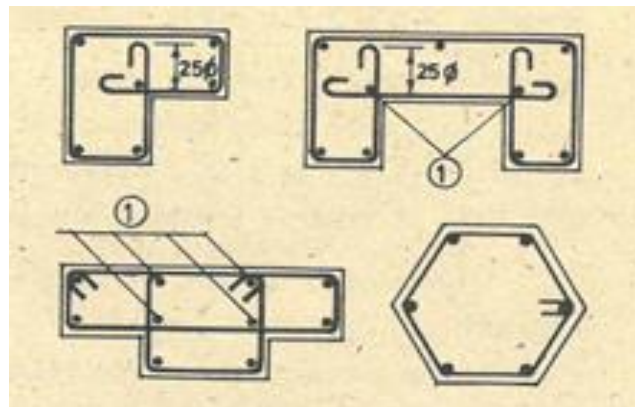
У спиралним армираним стубовима ход спирала не сме да буде већи од $\frac{1}{3}$ пречника бетонског језгра, а највише 8 cm. Спирално армирани стубови су округли или полигонални стубови код којих се узенгија у виду спирала пење дуж главне арматуре обавијајући је са спољне стране. Ход спирале је висинска разлика од почетне тачке кад она заврши обилазак целог стуба.



Слика 16. - Спирална узенгија стуба

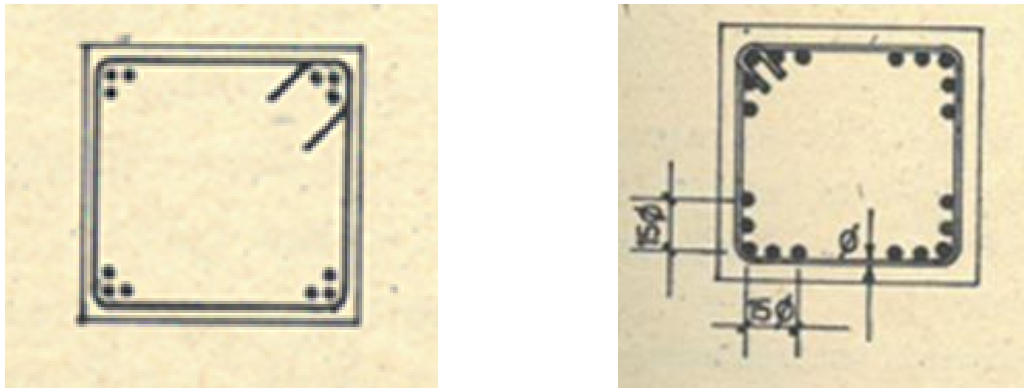
Када се изводи наставак спирале по обиму стуба треба извршити преклапање за 30ϕ спирале, а крајеве преклопа увући у бетон за 20ϕ . Број шипки у округлим и правоугаоним стубовима треба да је најмање 6. За главну арматуру у стубовима до пречника 20 mm узенгије су $\phi 6$, а ако је главна арматура преко 20 mm узенгије су $\phi 8$.

Размак подужне арматуре у стубовима не сме да износи више од 40 cm.



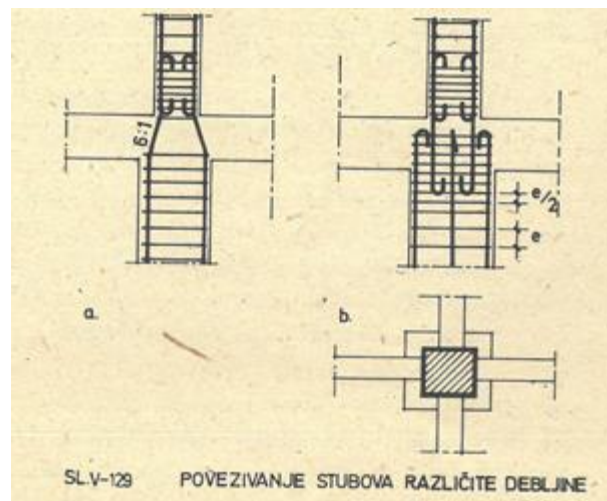
Слика 17. - Распоред главне арматуре и узенгије у различитим облицима стубова

Ако су стубови у основи разуђени, узенгије на удубљеним странама морају да буду прекинуте и усидрене у стубза дужину 25ϕ пречника узенгије, рачунато од места прекида. Ако нема места за узенгије, треба извести двојне узенгије у истом пресеку стуба. На местима додирва војних узенгија потребне су монтажне шипке. Ако су стубови јако армирани, арматура се може груписати по две, три и четири шипке.



Слика 18. - Груписање по три шипке код јако армираних стубова и груписање по пет шипки код јако армираних стубова

Ако су пресеци стубова у две етаже различитих димензија, арматура се наставља повијањем из већег у мањи стуб у пределу висине таванице. Нагиб повијања не сме да буде већи од 1:6. Ако су разлике дебљине стубова веће, наставак се врши уметањем арматуре за повезивање стуба.

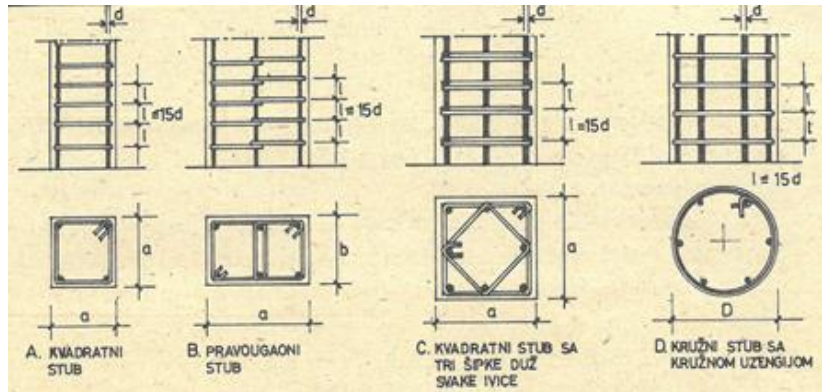


Слика 19. - Повезивање стубова различите дебљине по висини

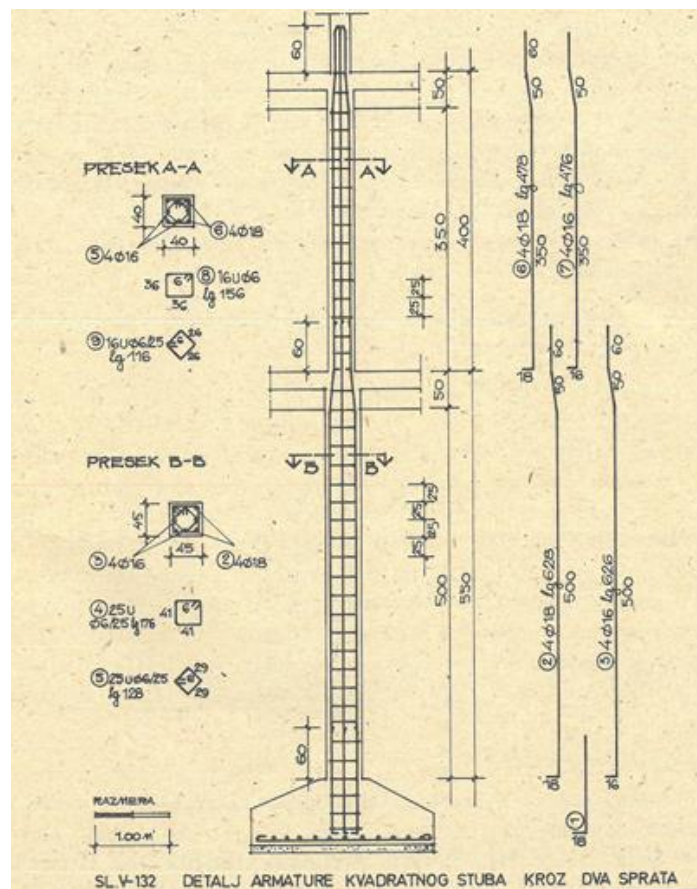
Армирање стубова се изводи постављањем подужне арматуре. Подужна арматура се повезује у једну целину узенгијама које се по обиму обухватају. Подужна арматура се равномерно распоређује по ивици пресека и свим карактеристичним местима. Такође се постављају шипке између угаоних шипки у оном броју који захтева дужину пресека. Треба водити рачуна да размак између арматура не буде ни сувише мали ни сувише велики да би бетонска маса могла да буде правилно уграђена.

Када стубови полазе од темеља, онда се у темељима уграђују анкери чији су број и пресек исти као у стубу. Анкери се убетонирају по целој његовој дужини, а испуштају се за 60 - 100 см. Узенгије се постављају по целој дужини стуба од подножја до врха.

Ако стуб пролази кроз више спратова, онда се и терети смањују, а тиме и количина арматуре. Дужина шипки која иде кроз један спрат одсеца се тако да пролази кроз међуспратну конструкцију и да остане још 60 см као анкери. Настављање стуба кроз више спратова се изводи тек када је бетон везао. Минималне димензије арматуре стуба су $\varnothing 12$, а максимална $\varnothing 32$. Ако је стуб округлог облика арматура се распоређује равномерно по контури круга, а заштитни слој јој је 2,5 см.



Слика 20. - Основе и изгледи неколико стубова са распоредом арматуре

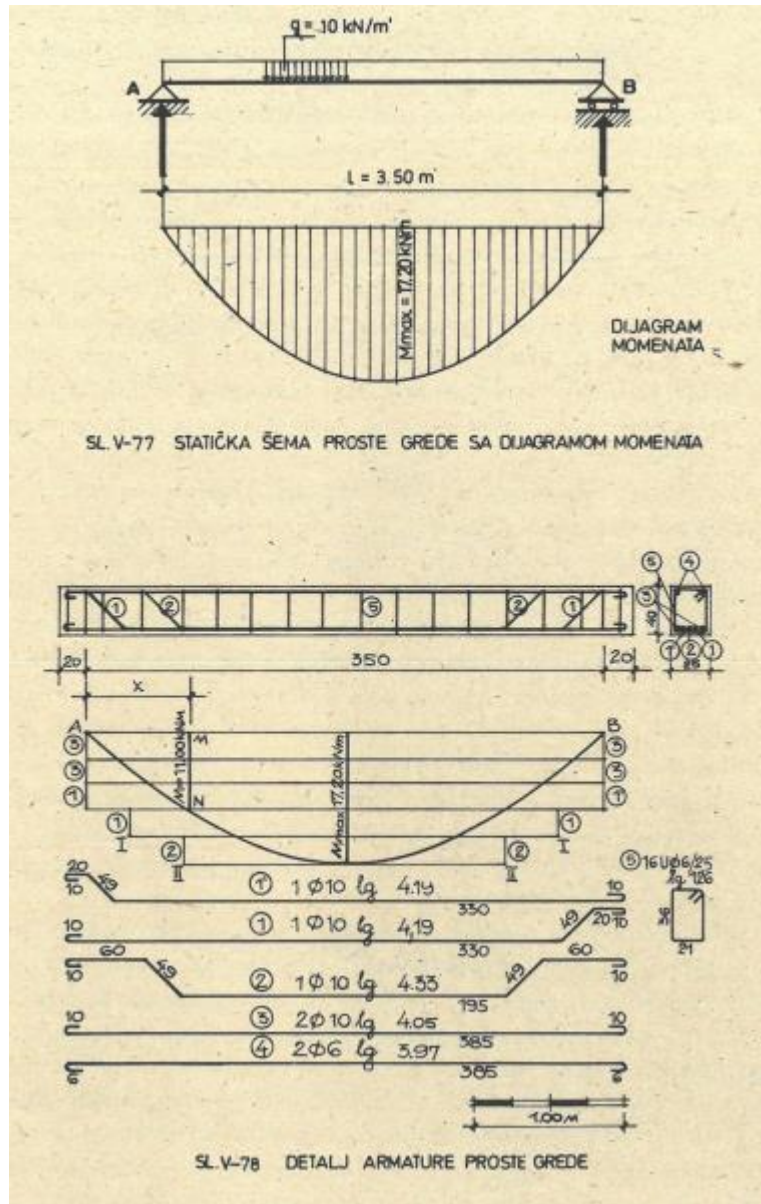


Слика 21. - Стуб кроз спрат

Армирање кружних стубова са подужном арматуром и спиралном узенгијом изводи се од подужних шипки и спиралне узенгије. Спирална узенгија прима на себе одређене напоне. Број шипки подужне арматуре треба да буде најмање 6. Начин постављања арматуре и спирале описана је у претходном поглављу.

Армирање просте бетонске греде - На датом цртежу је дат пример једне просте греде са дијаграмом момената и распоредом арматуре у греди. Од највећег значаја за успешно обављање свог посла је то да ли онај који обавља посао зна, сем начина на који то изводи и зашто тако ради. На примеру се виде разлози који условљавају баш овакав распоред арматуре. Моменти који настају као последица оптерећења греде изазвали би у доњој

зони напоне затезања, а самим тим би дошло до пуцања бетона јер бетон не може да прими напоне затезања. На средини би се носач сломио и због тога се ту ставља арматура. Из дијаграма се види да су напони највећи тамо где су моменти највећи и ту треба највише арматуре.



Слика 22. - Армирање просте бетонске греде

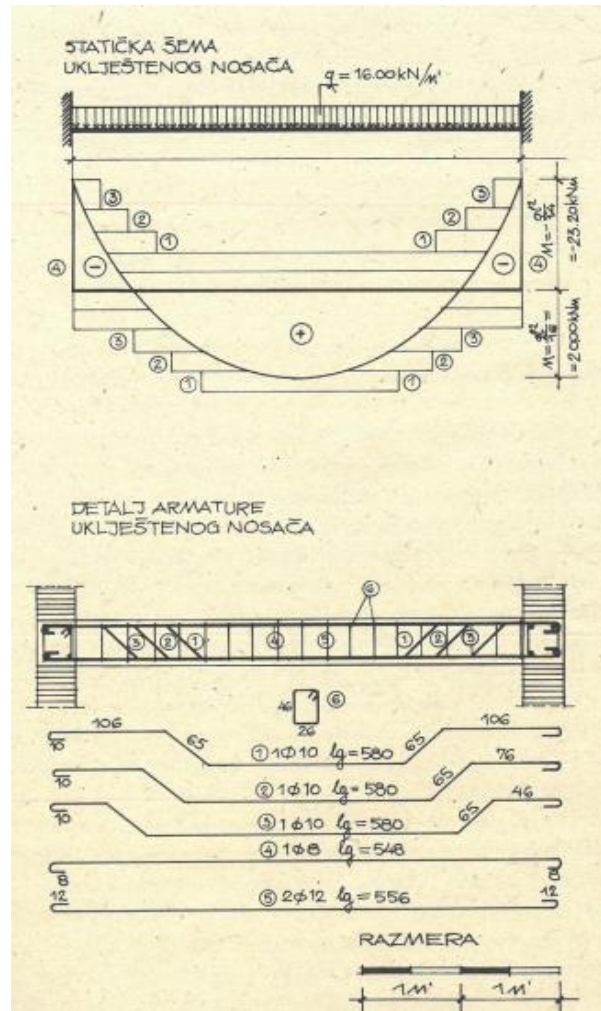
Из детаља се види да повијена арматура из доње зоне прелази у горњу зону по углом од 45° у близини ослонца, због тога што се при ослонцима појављују смичући напони у бетону због којих може доћи до прскања греде. Да до тога не би дошло, постављају се косе шипке да прими смичуће напоне.

Из свега овога се види да свака шипка у носачу одређена тако да је носивост челика искоришћена до дозвољеног максимума.

Сваки армирач треба да се строго придржава арматурних детаља по којима се изводи арматура да никако не мења положај арматуре у носачу нити њен профил.

Прописом је регулисано да се најмање $\frac{1}{3}$ арматуре поља мора повити на ослонцима или највеће $\frac{2}{3}$ арматуре поља. То се чини онда кад дијаграм смичућих напона захтева.

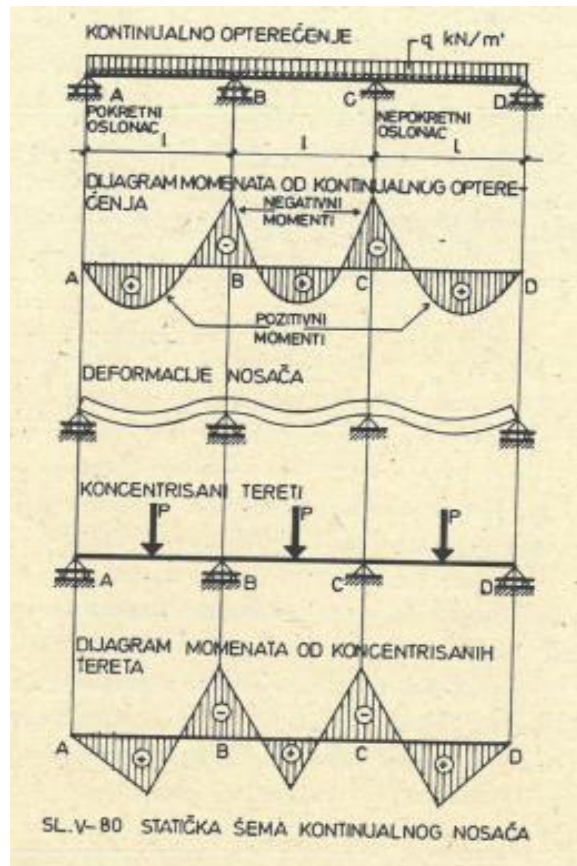
Армирање укљештених носача - Укљештени носач је монолитно повезан са суседним конструкцијама и са њима представља једну статичку целину, јер му се ослонци утапају у масу греде, серклажа или зида који прима терете и изазива при ослонцима негативне моменте. Негативни моменте доприносе смањењу максималног момента у пољу тако да укљештени носач захтева мању количину арматуре и мање димензије бетона. То значи да је укљештена греда јефтинија него проста греда.



Слика 23. - Армирање укљештених носача

У приказаном примеру израчуната је арматура за једну еластично укљештену греду распона од 60 m. Рачуница је показала да је потребно 5 Ø 25, од тога су три повијене. Усвојене су узенгије Ø 6 на растојању од 20 cm над ослонцем и у пољу размака 30 cm.

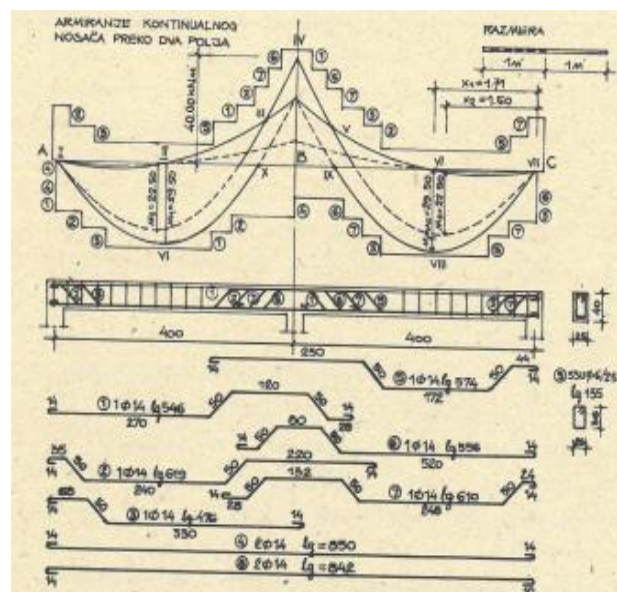
Армирање континуалних носача - Континуални носачи су греде које премешћују више поља и ослањају се на више ослонаца, од којих је само један непокретан, а други су покретни. Позитивни моменте савијања јављају се у пољу, а негативни изнад ослонца.



Слика 24. - Статичка шема континуалних носача

Моменте које изазивају напоне треба прихватити арматуром. Цела моментна површина је подељена на одеђени број комада арматуре.

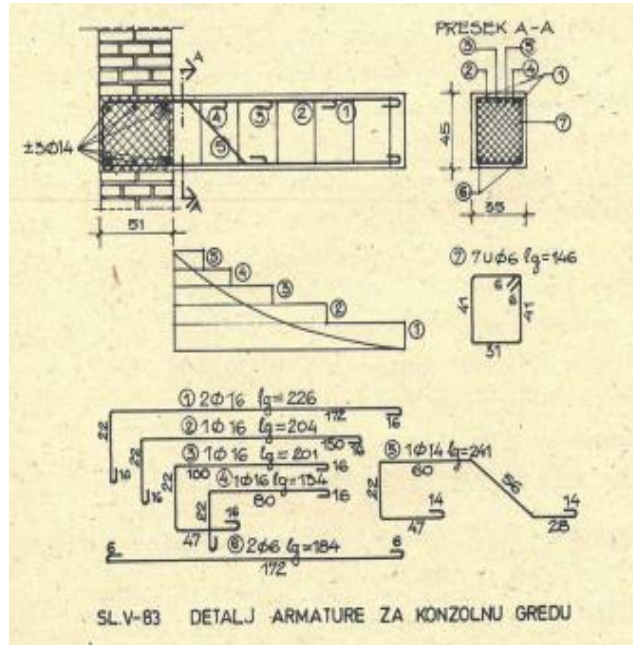
Да носач не би прснуо или се сломио, челик треба расподелити тако да шипке својом носивошћу покрију целу ограничену анвелопу. При распоређивању челика у скелету, повијање арматуре врши се тако да шипке својом носивошћу покривају целу површину.



Слика 25. - Расподела арматуре континуалног носача

Армирање конзоле - Конзола је носач са једним ослонцем. На том једном ослонцу носач мора бити укљештен. Тиме се спречава да се носач претури. Момент укљештења спречава да се носач претури под дејством оптерећења. Код овог носача напони затезања се јављају у горњој зони. Повијање арматуре се врши према моментној површини.

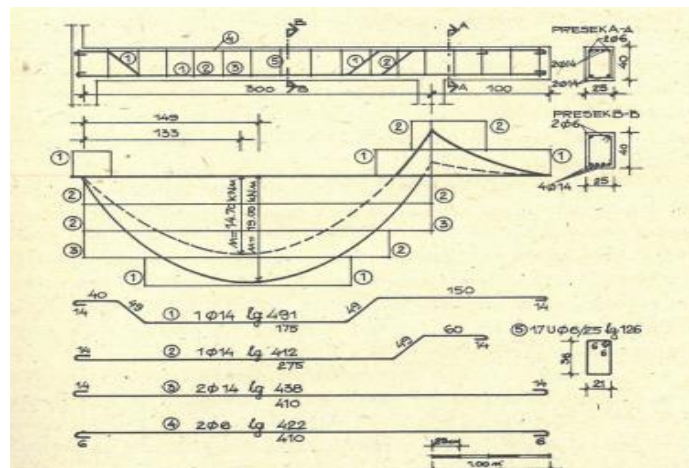
Да би арматура конзоле могла да прими моменте, мора да буде добро укљештена у неку другу конструкцију (у овом случају закачена за арматуру серклажа који је због тога изложен увртању). Зато се све носеће шипке савијају тако да обухватају три или четири шипке серклажа.



Слика 26. - Армирање конзоле

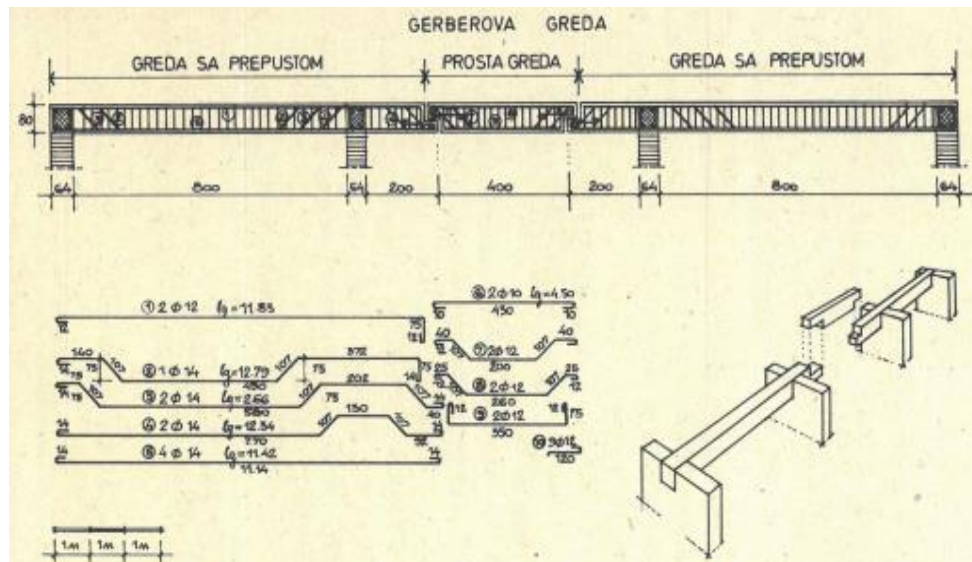
Армирање греде са препустом – Армирање греде са препустом се састоји у постављању челичних шипки у бетонски материјал како би се повећала чврстоћа и носивост греде, спречавајући пуцање услед савијања и ширења. Носач са два ослонца од којих је један покретан а други непокретан. Покретни ослонац омогућује ширање и скупљање носача у правцу осе због температурних промена. Препуст може бити са једне стране или са обе стране.

Постављање арматуре се врши према анвелопи. У примеру на слици се види како се одређује број арматуре и како се поставља арматура.

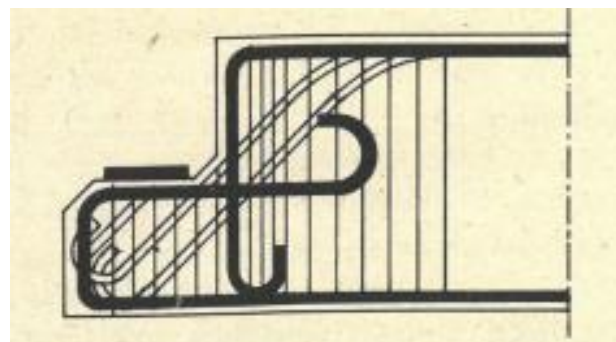


Слика 27. - Армирање греде са препустом

Армирање герберове греде - Герберова греда је комбиновани армирано-бетонски носач састављен од простих греда и греда са препустима. Герберова греда се армира по правилима која важе за просту греду и греду са препустима. Армирањем детаља везе између просте греде и препуста потребно је обезбедити сигурно ослањање. Распоред арматуре прати распоред напона у бетону.



Слика 28. - Армирање герберове греде



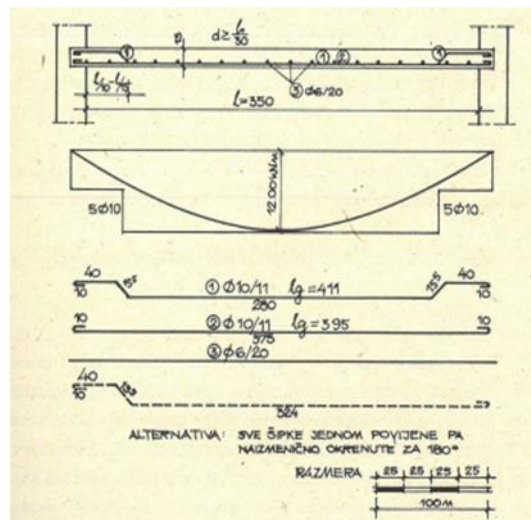
Слика 29. - Ослоначки зглоб код герберове греде

Армирање серклажа - Серклажи су конструктивни елементи зграде чији је задатак да у виду прстена међусобно повежу конструктивне зидове и да равномерно распростре терете на њих. Због тога се армирају носећом арматуром у горњој и доњој зони. Број шипки зависи од дебљине зида и то се прорачунава. Пошто серклажи не премашћују распоне и немају напоне смицања, у њих се стављају само праве шипке које се завршавају кукама. Распоред узенгија је свуда исти и не прелази 35 см. Дужина серклажа једнака је дужини зида, па се јавља потреба да се арматура наставља. Настављање се врши на преклоп од 30 Ø, али се води рачуна да се шипке настављају на различитим местима.

Армирање плоча - Плоче су површински носачи код којих оптерећење дејствује управно на средњу раван плоче. Ослањају се линијски (на зидове) или у појединачним тачкама (стубови). Плоче могу бити ослоњене на једну страну, на две стране, на три стране или на четири стране. Висина плоча је минимум 8 см, кровне плоче 7 см, а плоче по којима се креће путничко возило 10 см, а теретно возило 12 см.

Размаци између шипки главне арматуре износе највише $2d$ (d - дебелина плоче) или не више од 20 cm. Чист размак између шипки не сме бити мањи од 3 cm. Шипке дуж главне арматуре морају да имају на крајевима куке и да се усидре.

Армирање плоча са два ослонца - рачуна се као проста греда, која се посматра као елемент ширине 1 m. Растојање између шипки не сме бити веће од $2d$. Под правим углом на главну арматуру поставља се подеона арматура која количински износи 20% од главне арматуре. Растојање између шипки не сме да буде веће од 35 cm. Свака друга шипка се повија при ослонцима на одстојању од $1/10$ до $1/15$. Заштитни слој бетона је минимум 1 cm, ако је плоча унутра или 1,5 cm ако је напољу. Највећи распон до које су пуне плоче рационалне на два ослонца је 4 m. Главна арматура за плоче је од $\varnothing 6$ до $\varnothing 12$ mm. Подеона арматура је од $\varnothing 6$ до $\varnothing 8$ mm.

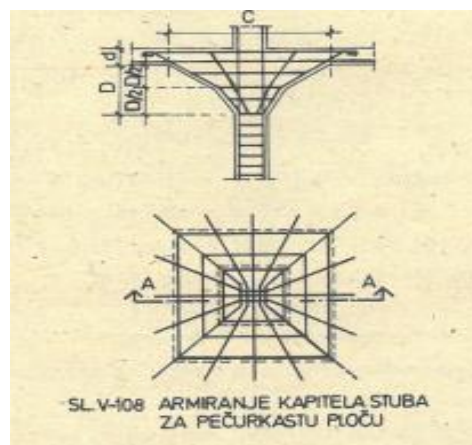


Слика 30. - Армирање плоча са два ослонца

Армирање пуне плоче са препустом - Ради се исто тако као греда са препустом.

Армирање касетираних таваница - Касетиране таванице се раде са ребрима у оба правца са односом страна 1:1 или 1:1,5. Укупан распон таванице не сме бити већи од 12 m. Прорачун се ради као крстасте плоче. Средње ребро има највећи пречник арматуре и највећи број шипки.

Армирање печуркасте плоче - то су крстасто армиране плоче директно ослоњене на стуб без подвлака чији су капители проширени. Арматура се пружа паралелно са редовима стубова или може и дијагонално. Печуркасти део се армира пратећи облик.

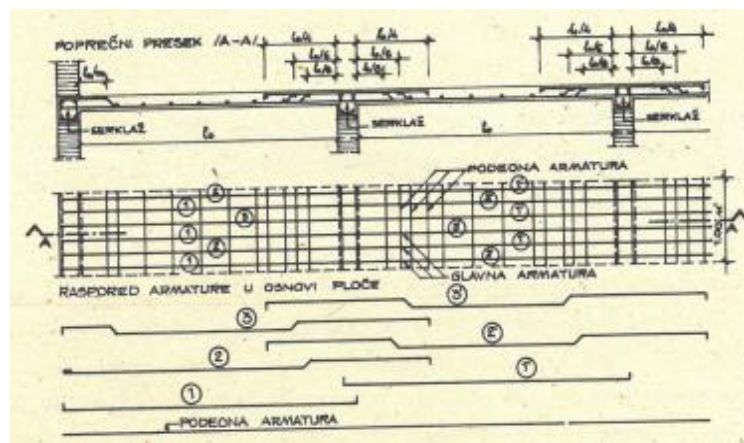


Слика 31. - Армирање капитета стуба за печуркасту плочу

Армирање обострано укљештене плоче - укљештене плоче могу бити тотално укљештене или еластично. Што је веће укљештење већи су негативни моменти над ослоњцима, а позитивни се смањују у пољима. Распони ових плоча су до 6 m. Најмања дебљина плоче је 8 cm. Понекад је потребно урадити ојачање код ослонаца и то се ради вутама. Одређује се прорачунима.

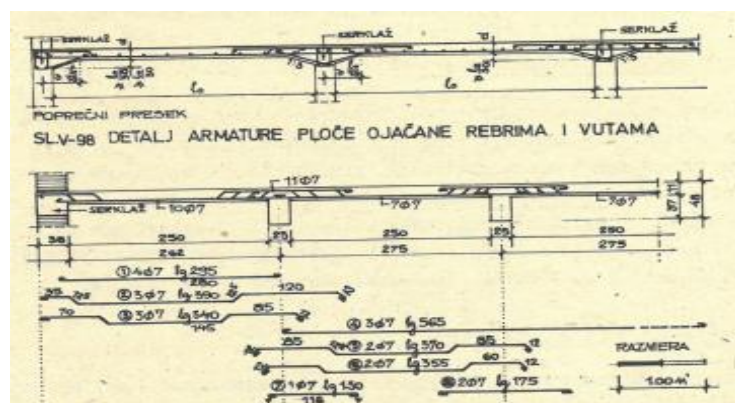
Армирање континуалне пуне плоче - Континуалне пуне плоче ослањају се на три или више ослонаца. Арматуром која се повија из поља лево и десно од ослонца покривају се негативни моменти на ослонцу. Шипке које су из суседног поља повијене у горњу зону над ослонцем, остављају се $10/4$ у пољу даље од ослонца, а повијене су или на $10/6$ или $10/8$. Ако та арматура није довољна да поднесе целокупни момент над ослонцем, онда се повећава висина плоче, па се тим повећава и носивост арматуре.

На Слици 32. приказан је пример распореда арматуре на континуалној плочи. Иако армирач није статичар, ипак му ове шеме могу користити при раду, јер му дају оријентационе вредности простирања арматуре, у зависности од распона плоче, и то оне арматуре која прати моментну површину.



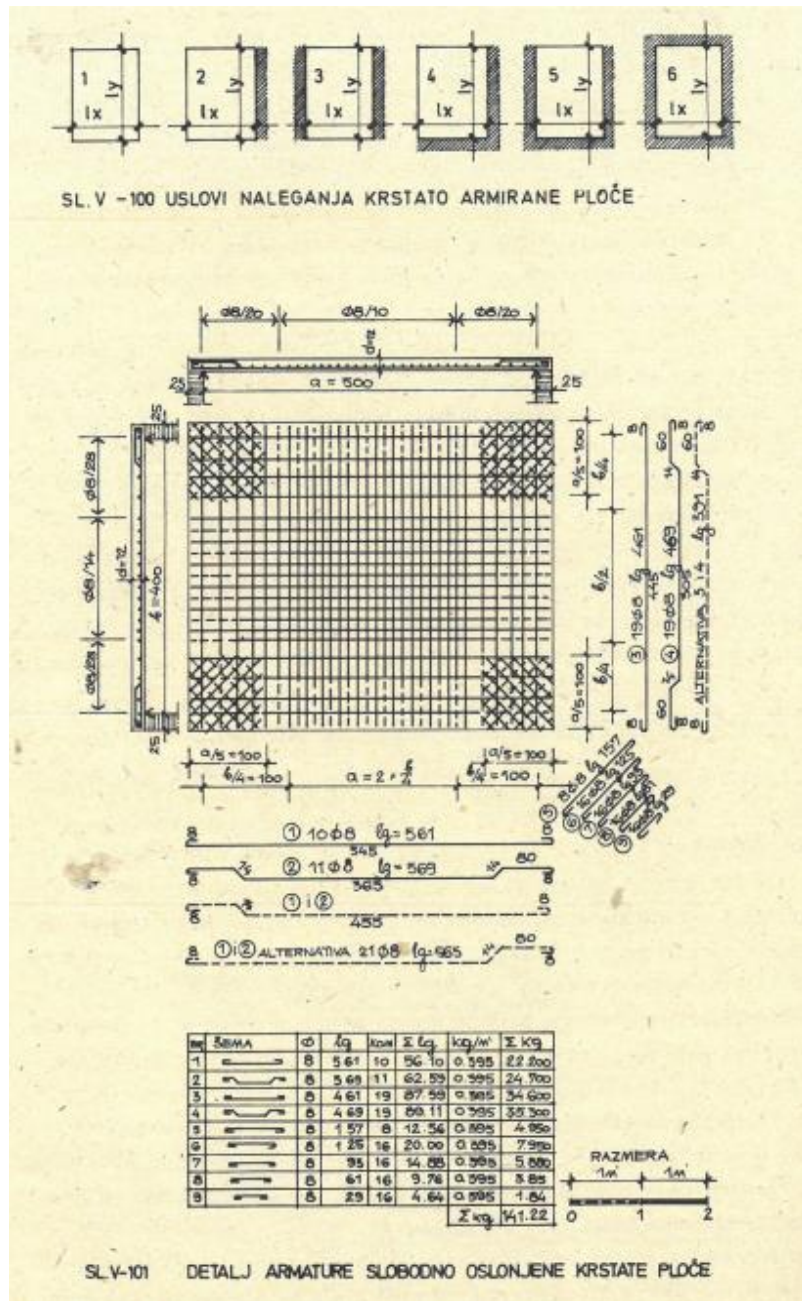
Слика 32. - Армирање континуалне пуне плоче

Армирање плоче ојачане ребрима - то је континуална плоча која налаже на носећа ребра (греде). Статичким рачуном се одреде моменти у плочи, а затим и количине арматуре и њено место повијања, а потом се прорачунају и греде и одреди се количина арматуре која се повија према дијаграму момената и дијаграму смичућих напона. Размак греда је од 1,5 до 3 m. Минимална дебљина плоче је 8 cm.



Слика 33. - Армирање континуалне пуне плоче са вутама

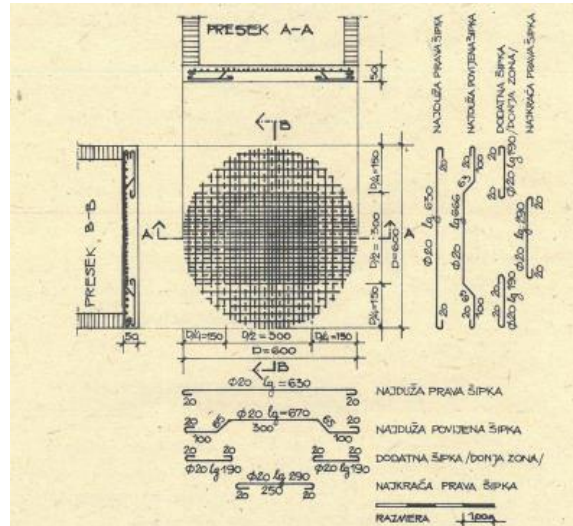
Армирање крстасте плоче - то су плоче са носећом арматуром у оба правца, управне једну на другу. Прорачуном се одреди количина арматуре у средњем делу плоче, а у два крајња дела се своди на половину. Крстасто армиране плоче морају да буду ослоњене по целом обиму. Стране плоче могу бити слободно ослоњене или укљештене. Ако је плоча слободно ослоњена по целом обиму, онда се при њеном оптерећењу крајеви издигну. Да не би до тога дошло, сва четири угла се морају армирати на $\frac{1}{5}$ распона плоче. Повијање арматуре се врши према анvelopи израчунатој за сваки правац посебно.



Слика 34. - Армирање крстасте плоче

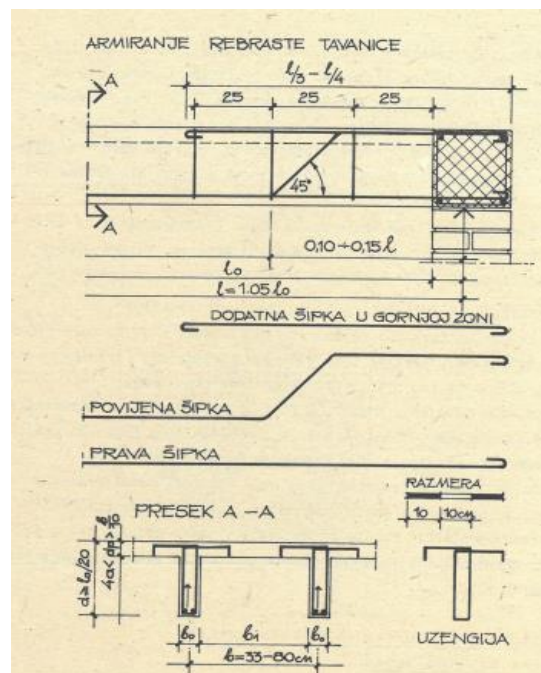
Армирање кружне темељне плоче - Кружна темељна плоча се изводи код резервоара и кружних кула. Носећа арматура се поставља у горњој зони. Шипке се распоређују као код квадратне крстасте плоче. Арматура је на прорачунатом растојању

на средњој траси ширине $d/2$, а две крајње траке растојања између шипки су 1,6 пута већа. Свака друга шипка се повија на $d/4$ од ивице плоче. Повијање се врши увек на истом месту па је прави део шипке исти, а смањује се дужина дела шипке који прелази у доњу зону.



Слика 35. - Армирање кружне темељне плоче

Ребрасте таванице - су армирано - бетонске међуспратне конструкције које се лију на лицу места или се ребра изливају, монтирају и изводе се за распоне од 3 до 8, 10 метара. Размак ребара је 33 до 80 см. Армира се са по једном шипком у доњој и горњој зони укупне површине пресека као и главна арматура у плочи. Узенгије се постављају дуж целог носача на размаку од 30 см. У ребро се ставља две или три арматуре од којих се једна повија. Ако их има три, повијају се две. Арматура се бира тако да је једна шипка тања, а друге дебље. Дебља шипка се повија на ослонцу да би примила смичуће напоне и евентуалне моменте укљештења.



Слика 36. - Армирање ребрасте плоче

Ситноредрасте таванице - израђују се од глинених блокова посланих један поред другог са додатком арматуре. Арматура се поставља у шупљине које се налазе са стране и по горњој ивици.



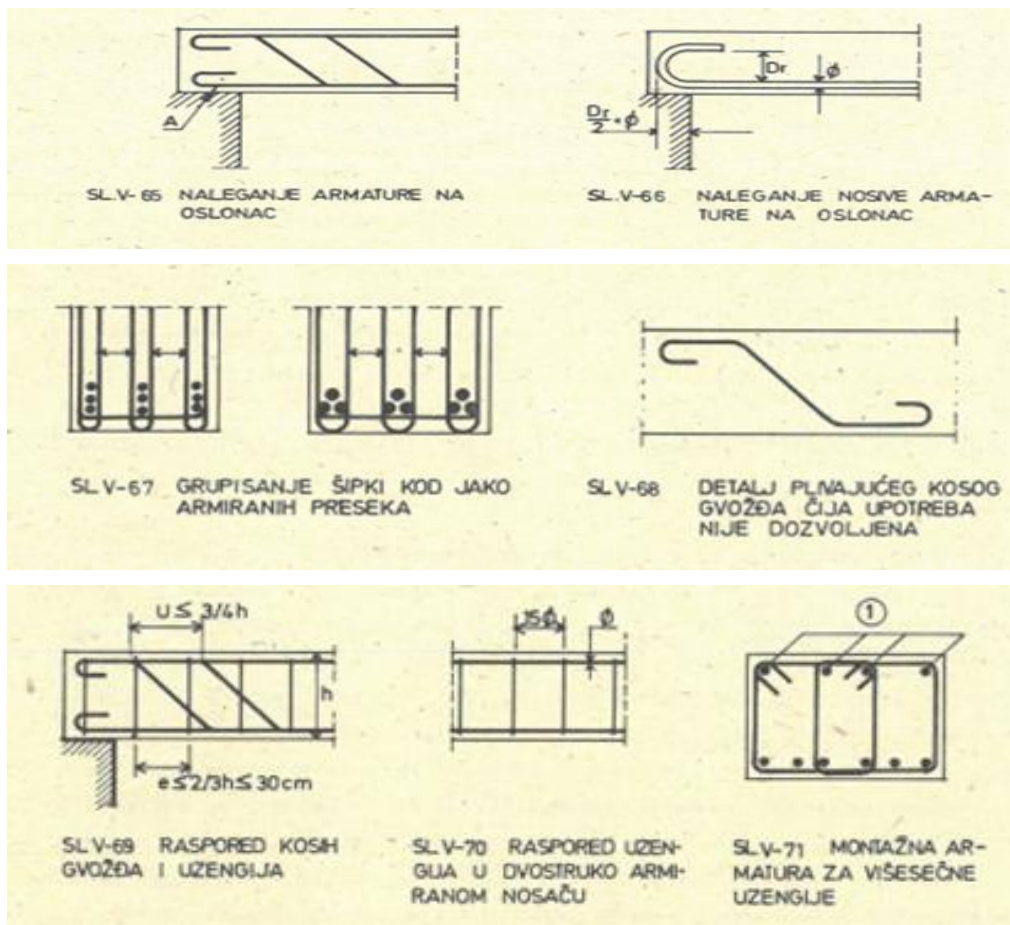
Слика 37. - Међуспратна конструкција са ферт гредицама



Слика 38. - Конструкција са корубама

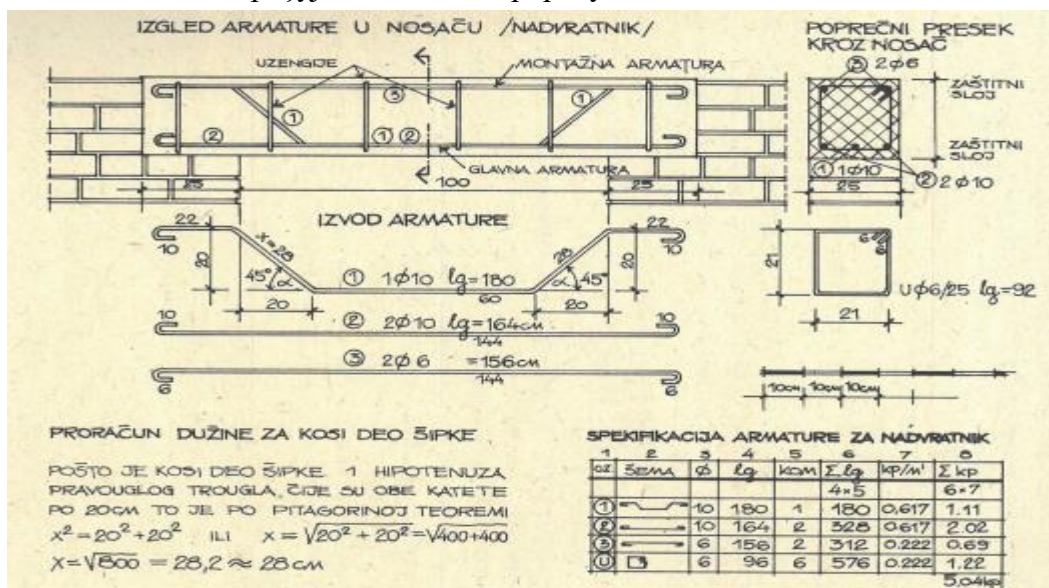
Основна правила за монтажу греда и греда у облику Т - пресека - У гредама се арматура мора поставити на најмањем одстојању од 3 cm, рачунајући и места преклапања. На местима највећих момената у пољима и изнад ослонаца размак шипки не сме да пређе 15 cm. Шипке глатке арматуре, које су изложене затезању целом дужином морају на крајевима да имају куке. Шипке ребрасте арматуре, које су изложене затезању, не морају да имају куке, али се дужина сидрења мора прорачуном одредити. Ако је висина греде изнад 50 cm, онда растојање шипки арматуре од бочних страна не сме да буде дуже од 30 cm. Пречник арматуре је најмањи 8 mm. У гредама се најмање две шипке морају препустити преко ослонца. Смештене су уз бочне ивице греде и на крајевима имају куке. Ове шипке треба тако сидрити да бар почетак куке буде изнад ивице ослонца.

Код јако армираних носача арматура се може поставити и у више слојева, без одстојања између тих слојева. Арматура се може груписати, при чему се мора одредити одстојање између свежњева, ради омогућавања правилног уграђивања бетона. На целој дужини греде морају се постављати узенгије на највећем растојању $\frac{2}{3}$ висине статичке греде, али никако преко 30 cm. Размак косо повијене арматуре не сме прећи $\frac{3}{4}$ висине.



Слика 39. - Обликовање арматуре у конструктивном елементу

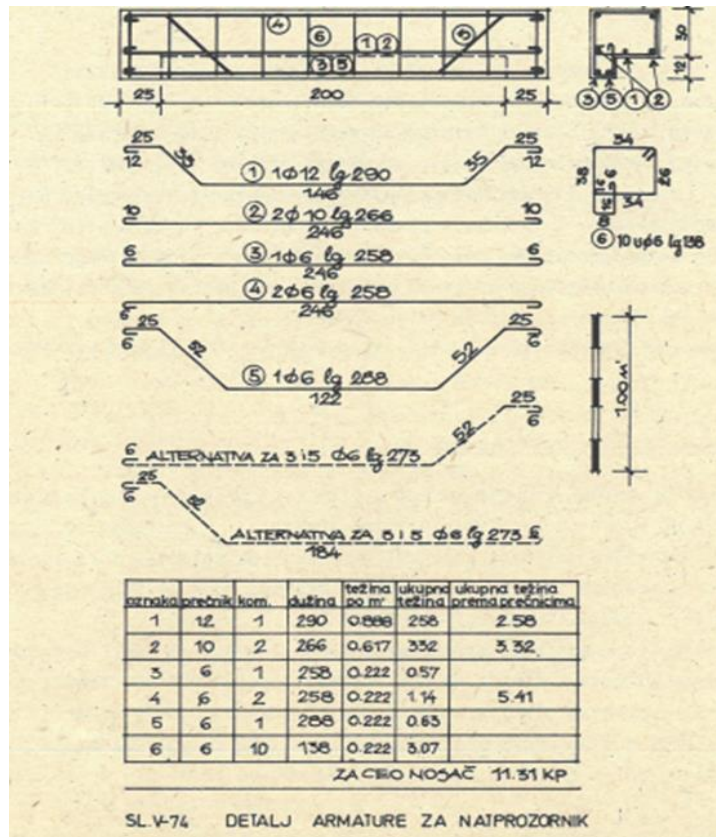
Израда и монтажа арматуре за надвратник - Надвратник је армирано-бетонска греда која се ставља изнад отвора за врата. То је у статичком смислу проста греда. Број шипки и дебљина шипки се одређује статичким прорачуном.



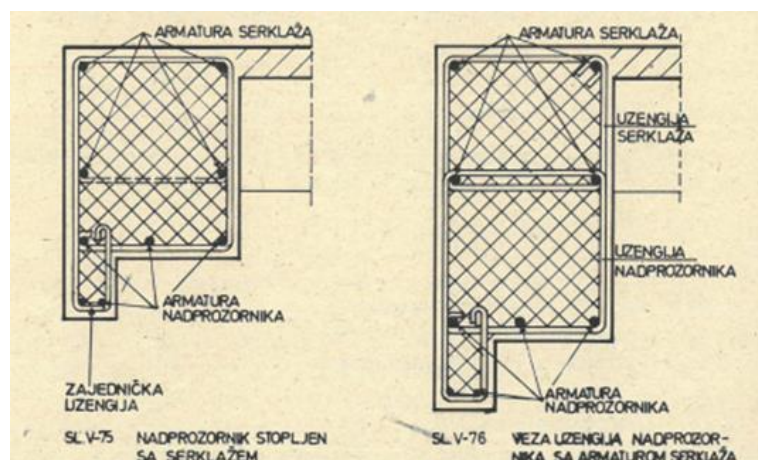
Слика 40. - Израда и монтажа арматуре за надвратник

На горњој слици је приказан распоред арматуре за надвратник за распон од 100 см.

Армирање натпрозорника - се врши према статичком рачуну и по принципу просте греде. Код стамбених зграда у којој је чиста висина 260 см, натпрозорник се практично утапа у хоризонтални серклаж од кога има већу бетонску масу за 10 - 15 см. У том случају натпрозорник и серклаж се изливају заједно. Арматура серклажа може да се искористи за пријем напона затезања. Натпрозорник је веће статичке висине од серклажа, а осим тога има и зуб и онда се стављају две носеће шипке, а у ребро две или три шипке монтажне арматуре, што зависи од ширине зуба. Узенгије су углавном квадратне.

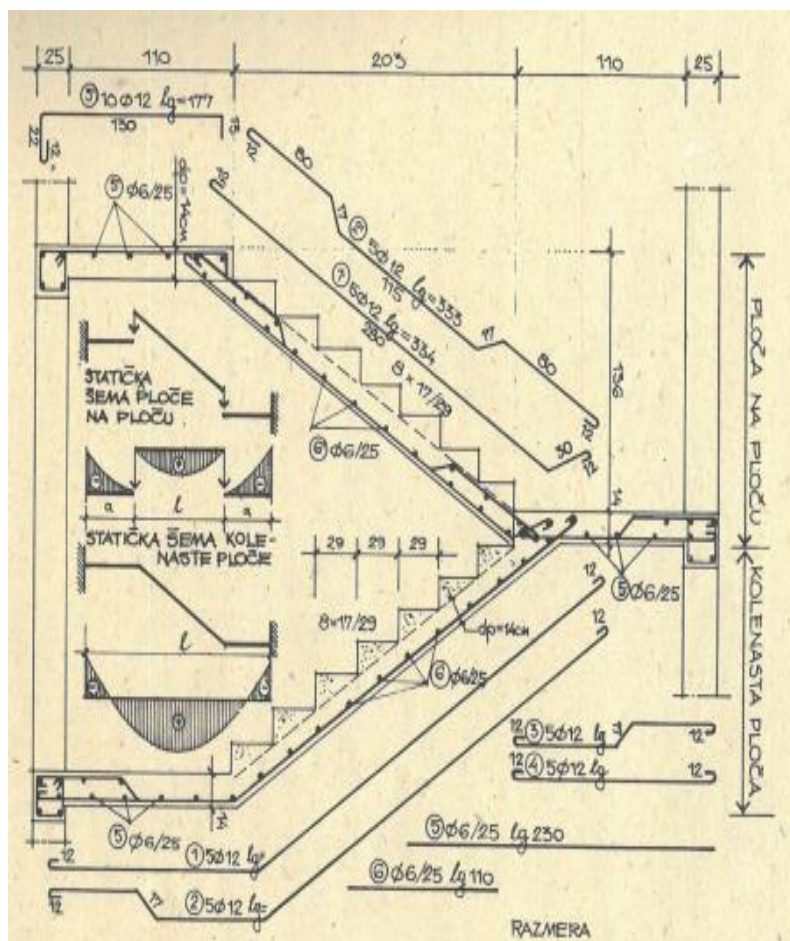


Слика 41. - Израда и монтажа арматуре за надпрозорник

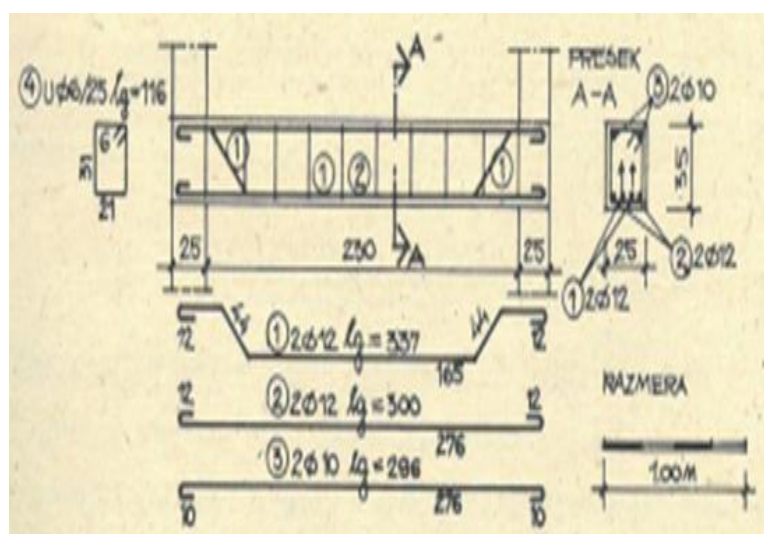


Слика 42. - Израда и монтажа арматуре за надпрозорник спојен са серклажом

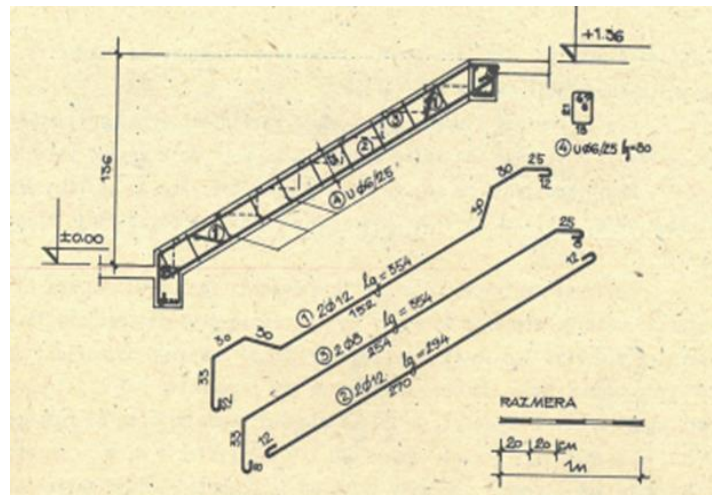
Ступенице се разликују према конструкцији и због тога имају различите скелете арматуре који се у њих урађују. Постоје три типа армирано - бетонских ступеница у зависности од начина ослањања ступеништа.



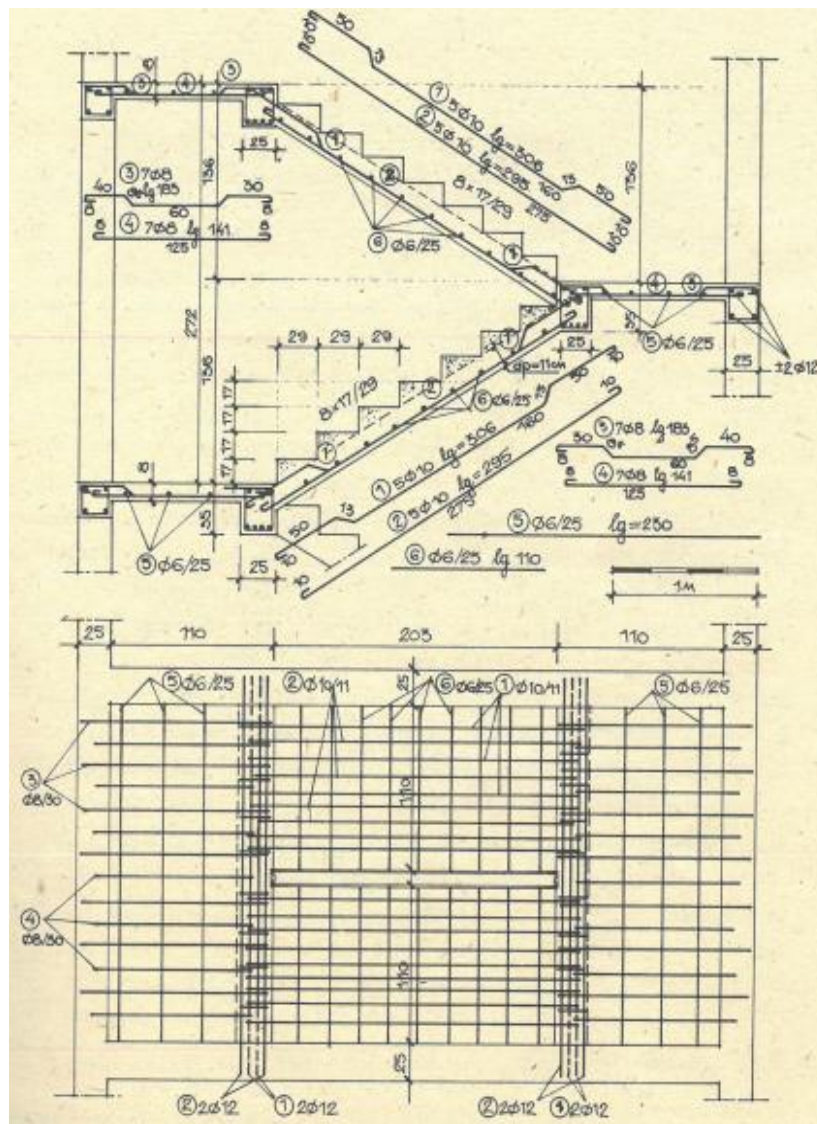
Слика 43. - Ступенице на коленастој плочи



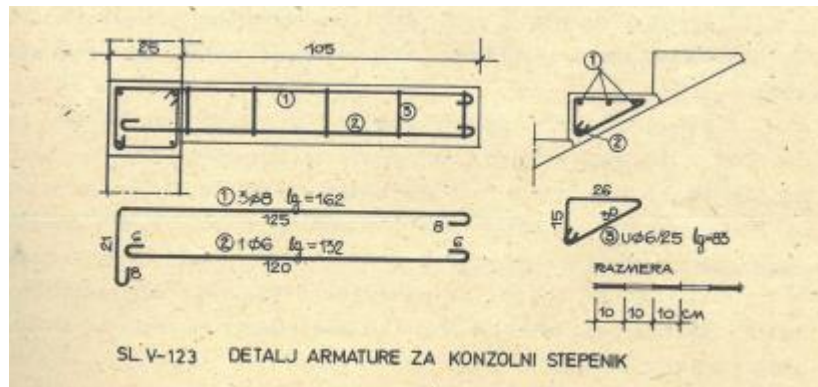
Слика 44. - Ступенице на образним носачима- арматура подесног носача



Слика 45. - Армирање на образног носача



Слика 46. - Ступенице на подесним носачима - двокрако ступениште



Слика 47. - Конзолне степенице

Армирање темеља - Темељи су конструктивни делови грађевине чији је задатак да приме целокупне терете од објеката и пренесу на тло. То прношење терета се ради непосредно и посредно у зависности од тла. Непосредно ослањање се ради путем тракастих темеља, темеља самаца контраградама и контрапловама.

Тракасти темељи - примењују се код зидова, а његове димензије се одређују прорачуном. Главна или носећа арматура поставља се управно на правац пружања стопе темеља и налази се у доњој зони испод којег се налази заштитни слој бетона од 30 cm и 10 cm шљунка или мршаваог бетона. Управо на правац поставља се подеона арматура. Ако је потребно темељ укрутити, додаје се јача арматура.



Слика 48. - Арматура темеља

Темељ самац се поставља испод стубова. Најчешће је квадратног облика. Прорачуната арматура се поставља унакрсно. Правила за постављање главне арматуре исто важе као и за тракасте темеље.

Темељ контрагреде - се израђује када имамо низ стубова. То је континуална греда. Арматура у пољу се поставља у горњу зону, а испод стубова у доњу зону.



Слика 49. - Темељ самац



Слика 50. - Арматура темеља са испустима за стубове (контрагреде)

Армирање шипова - Арматурни скелет шипова израђује се и монтира на градилишту и убацује у калупе при бетонирању. Скелет се састоји од подужних шипки и спиралне узенгије. Код шипова се мора обратити пажња на арматуру врха (главе шипа). Врх шипа садржи још једну додатну спиралу.

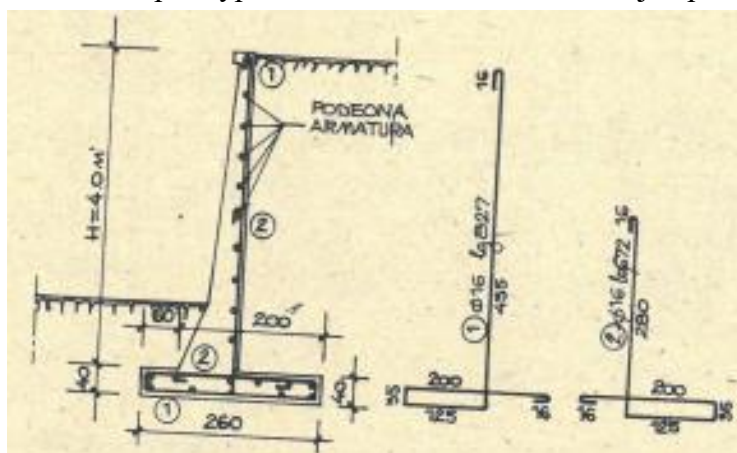


Слика 51. - Арматура за шипове са главом



Слика 52. - Арматуре за шипове

Потпорни зидови - Задатак отпорних зидова је да спречи обрушавање земље. Сам зид је укљештен у темељ, ради као конзола, па се тако и прорачунава. Распоред арматуре је као код конзоле. Главна арматура се поставља на део зида који трпи потисак.



Слика 53. - Потпорни зидови

3.5 . НАЧИН КАЧЕЊА АРМАТУРЕ ПОМОЋУ ЧЕЛИЧНИХ САЈЛИ И КУКА И ПОСТУПАК СИГНАЛИЗОВАЊА ПРИЛИКОМ ТРАНСПОРТА АРМАТУРЕ

Начин качења арматуре помоћу сајли и кука - Качење арматуре помоћу сајли и кука је једна од техничких метода која се користи у грађевинској индустрији за постављање и причвршћивање арматуре у бетону. Ова метода је посебно корисна када је потребно преносити и постављати тешке арматурне делове или када је приступ радном подручју ограничен.

Процес укључује следеће кораке:

- **припрема арматуре:** арматура која ће се подизати и постављати мора бити припремљена и спојена у облик који је лако маневрисати. Често се користе арматурне шипке које су већ унапред спојене или формиране у облике који олакшавају касније постављање,
- **постављање кука:** на арматурне елементе се постављају челичне куке које служе за качење. Куке морају бити довољно чврсте да издрже тежину арматуре без нарушавања њене стабилности,
- **употреба сајле:** сајле (или челичне жице) се користе за повезивање арматуре са дизалицом или другим уређајима за подизање. Сајле су обично чврсте и отпорне на напон, а њихова дужина треба бити довољна да омогући подизање арматуре у позицију без стегања,
- **подизање и постављање:** када су арматурни елементи правилно закачени за кукове и сајле, користи се дизалица (или неки други механизам) како би се подигла арматура на потребну висину. Често се користе специјализовани кранови или механизми за управљање тежином и прецизно позиционирање,
- **причвршћивање арматуре:** када се арматура постави у праву позицију, она се причвршћује на одговарајући начин, обично помоћу звона, везивања или других техника за стабилизацију како би се избегло померање током бетонирања.

Ова метода је важна када је потребно радити на великим градилиштима, као што су мостови, високе зграде, индустријски објекти и слично, где је обим и тежина арматуре велики, а прецизност постављања критична.

Сигнализација приликом транспорта арматуре - Сигнализација приликом транспорта арматуре је кључна за обезбеђивање безбедности радника и превенцију несрећа током подизања, преноса и постављања арматуре. Ова сигнализација се обично врши уз помоћ различитих метода и уређаја како би се обезбедила правилна комуникација и координација између оператера, радника на терену и возача.

Основне компоненте сигнализације приликом транспорта арматуре обухватају:

Ручни знакови и сигнализација

Ручни знакови: радници који се налазе близу арматуре или у непосредној близини подизања треба да користе униформе са високим степеном видљивости (рефлексивни прслуци) и да користе различите руке сигнале за означавање различитих корака (као што су подизање, спуштање, задржавање итд.). Ови знакови помажу у координацији између оператера дизалице и радника који маневришу око арматуре.

Сигнализација са бочним и светлосним знаковима: у неким случајевима, када су видљивост и комуникација ограничени, користе се и светлосни сигнали (попут сигнала на жутим или црвеним лампама).

Комуникација са радио-уређајима

У неким сложенијим ситуацијама, радници користе радио-уређаје или системе за комуникацију унутар тима. Ови уређаји омогућавају тренутну комуникацију између оператера дизалице, надзорника и радника на терену, што је посебно важно на великим градилиштима где је раздаљина између тимова велика.

Постављање упозоравајућих знакова

Упозоравајући знакови (нпр. саобраћајни знакови) треба да буду постављени на подручјима где се врши транспорт арматуре како би се упозорили други радници или учесници у саобраћају о активностима на градилишту.

Флаерске баријере и ограде: постављање видљивих баријера или сигурносних ограда помаже у ограничавању приступа неовлашћених особа на подручје где се врши манипулација са арматуром.

Светлосна и звучна сигнализација

У случају када се транспортује велика количина арматуре или када се користе тешке подизне машине, веома је важно користити звучне и светлосне сигнале. То може укључивати сирене на дизалицама, звучне сигнале на возилима или светлосне сигнале на крајњим деловима арматуре како би се обезбедила свест о безбедности за све присутне.

Сигнализација при подизању и спуштању

Када се арматура подиже или спушта, важно је да оператер и радници на терену буду у сталном контакту и да прате сигнале који означавају почетак и крај операције. У овом случају радници треба да пружају информације о позицији арматуре, оптерећењу и евентуалним препрекама које се могу појавити на путу.

Обука и упутства за раднике

Редовне обуке: Радници који раде на транспортовању и манипулисању арматуром морају проћи обуку која укључује разумевање сигнализације, безбедносних процедура и коришћење сигурносне опреме.

Упутства за оператере: Оператери дизалица и осталих механизма морају бити упознати са специфичним сигналимa које користе радници на терену, као и да буду свесни свих ризика који могу настати током манипулације са арматуром.

Набавка сигурносне опреме

Репрезентативна и заштитна опрема: Ово обухвата наочаре, рукавице, шлемове, чизме и друге сигурносне елементе који су од суштинског значаја да би радници били заштићени од могућих повреда током рада са арматуром.

Сигнализација треба бити јасна и једноставна за разумевање, али се, такође, мора редовно проверавати и прилагођавати специфичним потребама и условима на градилишту. Правилна комуникација између свих чланова тима је кључна за успешан и безбедан рад.

Питања за теоријску проверу знања

1. Наброј алате за армирачке радове.
2. Наведи арматуру у скелету и редослед уградње.
3. Шта спада у обраду арматуре?
4. Наведи редослед уградње арматуре стубова.
5. Како се качи и транспортује арматура?
6. Наведи редослед уградње арматуре темеља

4. АРМИРАЊЕ ПРЕДНАПРЕГНУТИХ КОНСТРУКЦИЈА

Више од пет деценије техника и технологија преднапрезања се широко примењује у конструкцијама грађевинских објеката, производних хала већих распона и мостоградњи. Циљ преднапрезања је да се елиминишу или умање нормални напони затезања у свим пресецима конструктивних елемената, и то деловањем уметно изазваним силама – силама преднапрезања. Тако добијена напрезања морају да буду мања од дозвољених вредности у свим фазама извођења и коришћења грађевине.

Развој преднапрезања кретао се, а и даље се креће, у правцу савладавања већих распона који су били недостижни за армирани бетон и у правцу развоја технологије градње, опреме и антикорозивне заштите каблова и котви.

Предности преднапрегнутих конструкција:

- савладавање великих распона уз већу виткост и мању масу,
- повећана трајност због изостанка пукотина,
- мањи угиби носећих елемената,
- већа отпорност на замор због мале варијације напрезања у челику за преднапрезање,
- пукотине се након деловања променљивих и изванредних утицаја затварају.

Недостаци преднапрегнутих конструкција:

- потребна је стручна радна снага због захтевнијих радова,
- потребна је посебна опрема,
- већа прецизност у пројектовању и извођењу,
- скупљи материјал,
- посвећује се више пажње квалитету контроле и надзору израде преднапрегнутог бетона.

Због својих предности, преднапрегнути је врло прикладан за изразито динамички оптерећене конструкције, као што су мостови, кранске стазе итд.

4.1. ВРСТЕ И СВОЈСТВА АРМАТУРЕ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ ПРЕДНАПРЕГНУТИХ КОНСТРУКЦИЈА

Успешно и трајно преднапрезање може остварити само употребом висококвалитетних материјала, конструкције се израђују од бетона високе отпорности, а армирање се врши високо вредним челиком.

Бетон за преднапрегнуте конструкције може бити најмање марке МВ 30 (С30/37) а достиже марку идо МВ 60 (С 50/60). Да би се те марке оствариле, морају се при изради бетонске масе строго поштовати важећи прописи, као и технологија израде бетона, а камени агрегат треба да буде састављен од најмање три различите фракције. Ако је бетон правилно израђен од правилно дозираних састава, онда му се могу и поверити максимални напони.

За челик високе отпорности, који се користи за преднапрезање, потребно је остварити напоне од 180 до 200 kg по сваком квадратном милиметру попречног пресека жице, па да се жица пречника 2,5 mm прекине. За жице већег пречника потребан је све мањи напон по квадратном милиметру да дође до слома. Тако за жицу Ø 4 до Ø 6 mm потребно је 140 до 180 kр/cm² за њен слом, док је за пречнике од Ø 6 до Ø 8 mm за слом потребан напон од 130 до 150 kр/mm².

При извођењу и експлоатацији објеката од преднапрегнутог бетона у жици се јављају почетна и трајна напрезања. Почетна настају при самом преднапрезању. То су највећи напони којима је жица изложена. Они током времена постепено опадају услед течења и скупљања бетона, услед опуштања (релаксације) челика и низа других узрока. После завршетка опадања напона остају трајни напони у челику који се више не смањују током целог века објекта.

Жице за преднапрезање оптерећују се почетним напонима највише до 70% напона потребног за кидање жице или до 85% напона којим се постиже условна граница еластичности. Од ове две вредности усваја се она која је мања и до ње се напрежу каблови.

Пошто је чврстоћа на кидање високо вредног челика намењеног преднапрезању скоро петоструко већа од чврстоће челика за класичне армирано-бетонске конструкције, да ли се ова врста челика може користити и у класичним армирано-бетонским елементима и тако петоструко уштеди у количини челика? **Не може**, јер се високо вредни челик при излагању напонима до поменуте границе еластично издужује и до 5 mm по сваком дужном метру жице. Челична жица се понаша као опруга. Оваква издужења, која би настала после стврдњавања бетона, односно при пуном оптерећењу носача, бетон не би могао да прати, па би дошло до бројних великих пукотина у затегнутој зони носача што би угрозило његову стабилност.

Као челик за преднапрезање у систему „SPB SUPER” користе се ужад, састављена од 7 глатких жица, номиналног пречника 15,2 и 16,0 mm, карактеристика према „prEN 10138/1999” и ознака:

- EN 10138-3-Y1770S7 – 15,2;
- EN 10138-3-Y1860S7 – 15,2;
- EN 10138-3-Y1770S7 – 16,0 и
- EN 10138-3-Y1860S7 – 16,0.

Ужад наведених карактеристика могу бити у производњи заштићени од корозије поступком галванизације, епокси премазом, постављеним у пластичним цевима са или без масти, односно без икакве фабричке заштите, што је најчешће случај. Од ужади се образују „каблови”, који се састоје од једног или више ужета, по правилу се налазе у заједничкој заштитној цеви и преднапрежу преко заједничких котви.

Систем „SPB SUPER” је заснован на примени ужади за преднапрезање састављених од 7 глатких жица номиналног пречника \emptyset 15,2 и \emptyset 16,0 mm дефинисаних у евронорми „prEN 10138-3, нацрт 1999.” године.

Геометријске и механичке карактеристике ових ужади дати су у наредној табlici:

Скраћени назив ужади	Класа	Називне вредности			Гарантоване вредности			Max.re-laksacija pri sili 0,70 Fpk после 1000h %
		Пречник Ø mm	Затезна чврстоћа f _{pk} N/mm ²	Модул Еластичности E kN/mm ²	Површина preseka A _{pk} mm ²	Карактеристична прекидна сила F _{pk} kN	Карактеристична сила при издуženju 0,1% F _{p0,1k} kN	
Y1770S7	A	15,2	1770	195	140	248	213	2,5
Y1860S7	B	15,2	1860		140	260	224	
Y1770S7	A	16,0	1770		150	265	228	
Y1860S7	B	16,0	1860		150	279	240	

Такође се у систему „SPB SUPER” могу примењивати ужад Ø 15,2 mm, ознаке Y1670C7, ниже затезне чврстоће (1670 N/mm²) у складу са Правилником о техничким нормативима за челичне жице, шипке и ужад за преднапрезање конструкција (Сл. лист СФРЈ, 41/1985) и важећом евроном EN 138–79, уз одговарајуће смањење почетних сила.

4.2. НАЧИНИ ИСПОРУКЕ АРМАТУРЕ ЗА ПРЕДНАПРЕЗАЊЕ И ПОСТУПАК ПОСТАВЉАЊА АРМАТУРА ЗА ПРЕДНАПРЕЗАЊЕ

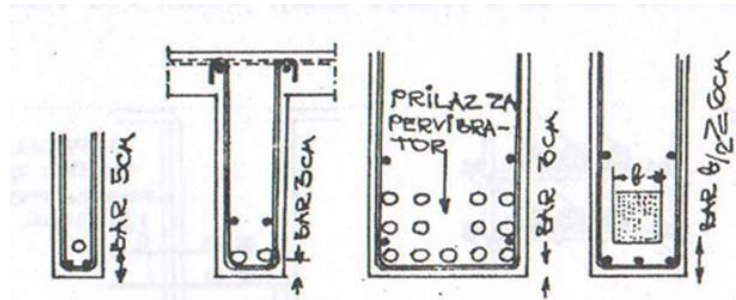
Висококвалитетни челик за преднапрегнуте конструкције добија се вучењем у хладном стању, пречника 2 до 10 mm. Испоручује се у катурима, чији је пречник 250 до 300 пута већи од пречника жице која је на котур намотана. У једном катуру је намотано 1500 до 2 000 метара жице пречника 2,5 mm, а 400 до 800 метара жице пречника 5 mm. За сад се у нашој земљи производи жица пречника 2,5 и 5 mm.

Положај и размак каблова у носачу

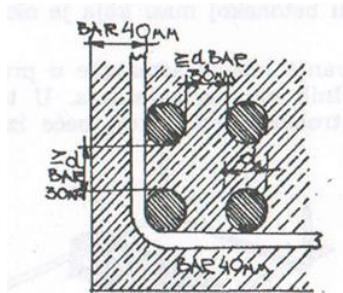
Положај каблова у висинском смислу мора да буде врло тачно одређен и тако и изведен, јер свако одступање од предвиђеног и прорачунатог правца изазива велике поремећаје у стању напона у носачу. То одступање не сме да буде веће од $\pm (1/200) \cdot h$, или за носач висине 40 cm дозвољно је одступање свега 2 mm.

Да би се обезбедила тачност постављања и извођења каблова у гредама које се бетонирају на стази, потребно је у милиметар тачно поставити и котирати све вођице и котве које фиксирају њихов положај.

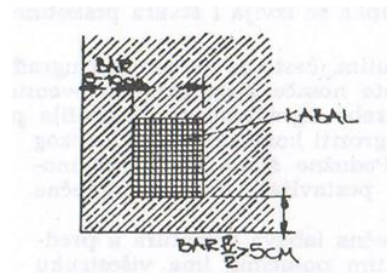
Међусобно растојање између каблова треба да је бар толико колики је пречник највећег зрна у агрегату бетона.



Слика 54. - Распоред каблова у попречном пресеку носача



Слика 55. - Растојање од руба

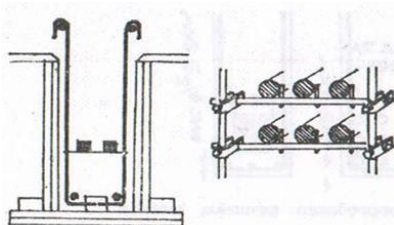


Слика 56. - Рубно растојање лименог сандука са смештај каблова

Кад су каблови у каналу, онда растојање између канала треба да су бар толико колики је пречник канала или најмање 30 mm, а одстојање од руба треба да је бар 40 mm, (Слика 54 и 55).

Ако су каблови смештени у лимени сандук, онда одстојање од руба треба да износи 0,5 б или најмање 5 cm; од бочне стране одстојање је 8 до 10 cm - б је ширина лименог сандука за смештај каблова (Слика 56).

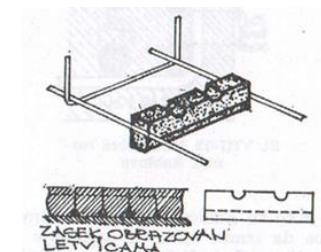
У бочном смислу потребна је још већа тачност при постављању каблова, пошто тежишна линија каблова и тежишна линија носача морају да се поклапају, јер ће у противном доћи до бочног кривљења носача. Фиксирање каблова при бетонирању врши се шаблонима (Слика 57), који се ваде чим је бетон око каблова довољно набијен па тако сам утврђује њихов положај или узенгијама које имају попречне шипке на којима леже каблови (Слика 58). Каблови који су при самом дну носача фиксирају се помоћу бетонских подметача који леже на оплати и имају жлебове за пролаз каблова. Бетонски подметачи имају марку исту као и бетон у носачу (Слика 59).



Слика 57. - Утврђивање каблова шаблонима и узенгијама



Слика 58. - Утврђивање каблова помоћу подметача



Слика 59. - Утврђивање каблова помоћу бетонског подметача

У носачу од преднапрегнутог бетона лабава арматура може да буде постављена у правцу притиска и поречно у односу на тај правац. Лабаву арматуру у правцу притиска не треба уносити у носач с намером да „помогне” бетон у прихватању тих притисака, пошто је он довољно способан да те притиске сам прихвати. То не треба чинити, јер се могу постићи супротни ефекти, пошто бетон изложен сили преднапрезања почиње да тече, те уграђена арматура бива изложена великим напрезањима, чак и до гњечења, нарочито ако су у питању дебљи профили. Под великим притисцима, шипка се извија и ствара пукотине у бетонској маси која је окружује.

Међутим, често је неопходно уграђивање лабаве арматуре у преднапрегнуте носаче због пријема евентуалних напона затезања. У том случају треба уграђивати тање профиле потребне густине који неће извијањем угрозити компактност бетонског носача. Подужне шипке треба, по могућности, постављати унутар попречне арматуре. Попречна лабава арматура у преднапрегнутим носачима има вишеструку улогу. Она се уграђује са наменом да прими напоне затезања у попречном смислу, који се јављају као последица напона притиска насталих због силе преднапрезања. Лабаву арматуру у попречном смислу треба стављати увек кад напони притиска пређу половину вредности од дозвољених напона за дату марку бетона.

Попречна арматура поставља се за пријем смичућих напона и онда кад они не прелазе границу дозвољених напона.

На месту скретања каблова постављају се узенгије од лабаве арматуре да прими скретне силе које би иначе разориле бетон.

Ако је бетонски носач преднапрегнут у два правца, онда обавезно у трећем правцу треба поставити попречну лабаву арматуру која ће спречити деформацију површине бетонског носача.

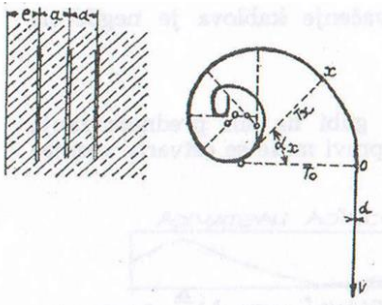
Лабава арматура дакле, игра значајну конструктивну улогу ако се постави управно на правац преднапрезања.

4.3. ПОСТУПАК ИСТЕЗАЊА, УКОТВЉАВАЊА И СЕЧЕЊА АРМАТУРЕ

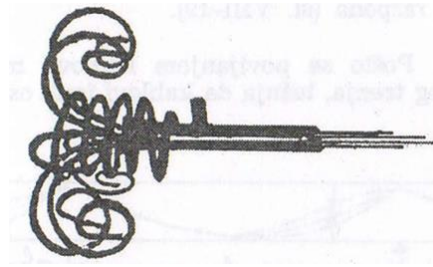
Укотвљавање - Сврха преднапрезања је, као што је већ речено, у томе да се у бетону носача изазову напони притисака по целој површини пресека уз помоћ спољних сила које дејствују пре оптерећивања корисним теретом. Те спољне силе у бетон се уносе помоћу за то посебно конструисаних моћних преса посредством жица од висококвалитетног челика. Да би сила из челичне шипке била успешно пренета на бетон, потребно је остварити чврсту везу између арматуре и бетона на оном месту где арматуре предају силу бетону. Уколико је шипка уграђена у бетон, онда веза између челика и бетона постоји у виду пријањања та два материјала. Међутим, у челику влада врло велика сила, која далеко превазилази напоне пријањања између бетона и челика, па се, у случају праволинијског пружања шипке, она одваја од бетона. Била би потребна велика дужина шипке да само пријањање прихвати целокупну силу преднапрезања. Због тога се шипка савија. Савијањем се постиже и то да се у прихватање силе преднапрезања укључи и треће између повијене шипке и бетона. Кривина по којој се шипка повија добија се рачунским путем. Савијање куке врши се по тзв. логаритамској спирали (Слика 60). Дуж повијене шипке треће све више смањује силу преднапрезања све до места где су и силе пријањања довољне да је прихвате. Повијање шипке се креће од 180° за грубе површине ваљаних профила, до 360° за глатку арматуру.

Међутим, израда куке у облику спирале није једноставна; стога је из практичних разлога у употреби обична полукружна кука на свакој жици из кабла. Да не би дошло до

цепања бетона у који су усидрене куке, цео сноп кука је обавијен челичном спиралом која повећава чврстоћу бетона на принципу спирално армираног стуба (Слика 61).



Слика 60. - Котва у виду логаритамске спирале

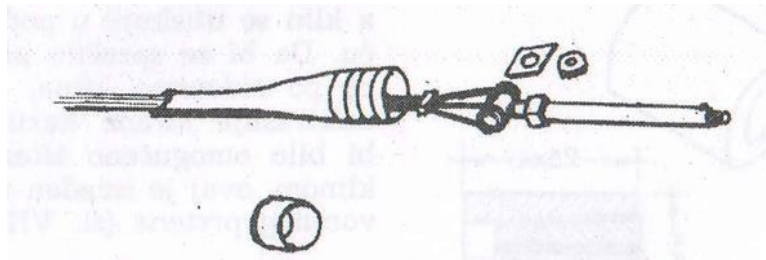


Слика 61. - Котва у виду куке осигураних челичном спиралом

Уместо кука у пределу котве, поједине жице могу да буду благо заталасане и лепезасто размакнуте и обавијене спиралом. Унутар спирале бетон мора да буде набијен, јер у противном долази до извлачења жица из бетонске масе.

Жице се могу укотвљавати и помоћу петље са већим или мањим полупречником кривине. Што је полупречник кривине већи, већи је отпор бетона трењем и преношење силе преднапрезања у бетон је успешније и лакше.

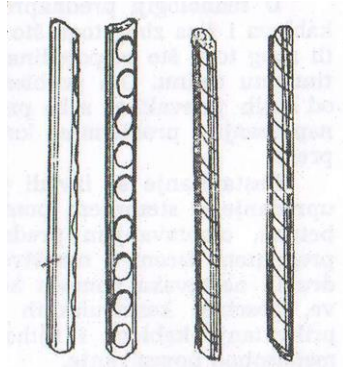
Међутим, код петље малог полупречника кривина и маса бетона која прихвата силу су мање, па и ту постоји могућност цепања бетона. Петље малих полупречника неки пут изискују металну подлогу. Као метална подлога служе масивни челични клинови или цеви (Слика 62).



Слика 62. - Котва у облику петље са подметачем од цеви у виду клина

Петље за анкеровање каблова при изради мостова од преднапрегнутог бетона достижу циновске размере и прихватају силе и преко **три хиљаде тона**.

У случајевима када се преднапрезање врши на стази, укотвљавање може да се изведе искоришћавањем напона пријањања између бетона и жица, затим напона који настају услед трења између та два материјала и најзад, напона смицања који настају кад је површина жица ораправљена, па напрегнута жица тежи да смакне делове бетонске масе који залазе у неравнине. Од ова три случаја најсигурнији је овај трећи, када се искоришћавају напони који се одупиру смицању у бетону. Да би се то постигло, површине глатких жица могу да се нагризу киселином или да се ваљањем у хладном стању утисну удубљења у површину жице. Напони смицања користе се и при укотвљавању врпци од 2, 3, 5 и 7 жица (Слика 63).

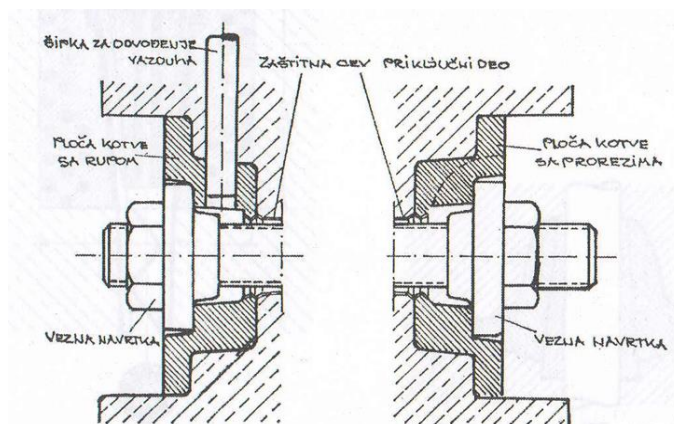


Слика 63. - Детаљ жице орапављене хладним ваљањем

Пошто је код глатке арматуре, која се сидри помоћу пријањања, примећено увлачење жице у бетонску масу, овај је начин превазиђен и напуштен, па се веза између бетона и челика остварује помоћу смичућих напона.

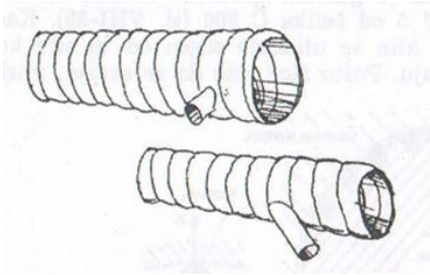
Дужина дела жице која служи за увођење силе преднапрезања у бетон уз искоришћавање напона смицања при максималом оптерећењу зависи од профила жице и марке бетона. Тако дужина увођења силе у бетон за жицу $\varnothing 1,5$ износи 14 см или $90 \varnothing$ у бетону МВ45. За жицу $\varnothing 2,0$ дужина која је искоришћена за увођење силе у бетон износи 34 см или $170 \varnothing$, за жицу $\varnothing 3,0$ износи 72 см или $240 \varnothing$, за жицу $\varnothing 5$ износи 150 см или $300 \varnothing$.

Све ово што је речено о начинима укотвљавања односи се на котве које се уграђују у бетон и остају фиксне. С друге стране носача врши се преднапрезање, па се ту постављају покретне котве. Један од најстаријих начина је укотвљавање помоћу навртка. На једном крају шипке којом се носач преднапреже уграђена је фиксна котва у виду навоја на лозу утиснуту у задебљани део шипке тако да је језгро навоја по површини исто као и део шипке без навоја. С друге стране, покретна котва је урађена са навојем који се ослања на подложну плочу а плоча је димензионисана тако да не гњечи бетон (Слика 64).

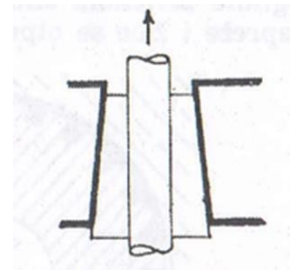


Слика 64. - Котва са навојем и подложном плочом

Цела шипка између котви заштићена је помоћу цеви у коју је уграђен одушак за ваздух како би се по завршетку преднапрезања могла улити цементна емулзија која ће служити као заштита шипке од корозије и за везу између кабла и бетона (Слика 65).



Слика 65.- Лимена цев за заштиту кабла и наливање цементне емулзије

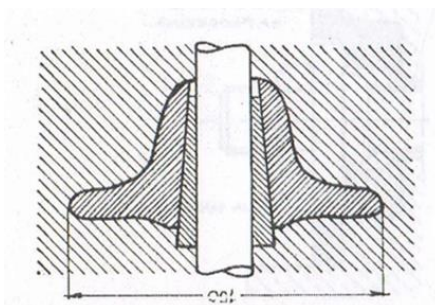


Слика 66. - Котва остварена помоћу клинова

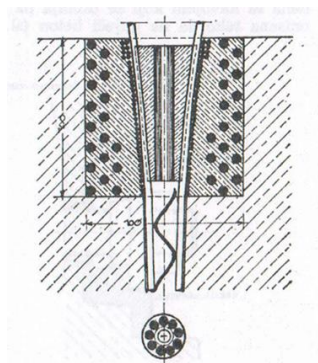
Покретне котве остварују се још и помоћу клинова који могу да буду клизни и утиснути. Напрегнута жица је прикљештена између конусних клинова. При ослобађању затегнуте жице она повлачи собом и клинове који клизе док не заривају и тако спрече даље клизање шипке (Слика 66).

При коришћењу клизних клинова истегнута шипка при ослобођењу из пресе нешто се скрати, па се и сила преднапрезања, већ једном остварена, нешто смањи. Да би се смањило то клизање клинова и жице, користе се клинови који се утискују тако да се при отпуштању жице нађу прикљештене између зидова чауре и утиснутог клина (Слика 67).

Карактеристична је овде Фресимеова котва, израђена од бетона МВ 60, која прихвата 12 до 18 жица које се прихватају помоћу бетонског клина МВ 100. Кроз центар клина пролази метална цев намењена ињектирању каблова. Унутрашња страна бетонске чауре обложена је густом спиралом од жице 2,5 mm, а чаура је армирана спиралом 0 5 од челика С 200 (Слика 68) . Кад су жице затегнуте жељеном силом, клин се утискује силом од 1/3 силе којом се преднапреже и жице се отпуштају. Пошто жице теже да се скрате, утискују и клин у чауру и тако се још више повећава њихово заглављивање између жлебастог конусног клина и чауре.



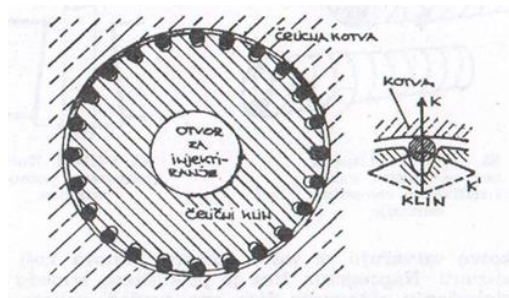
Слика 67. - Котва остварена помоћу чауре и утиснутих клинова



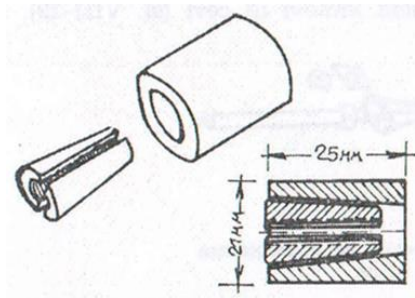
Слика 68. - Фресимеова бетонска котва

На овом истом принципу израђена је и челична Фресимеова котва која прихвата и до 30 жица од 7 mm (Слика 69) .

Треба поменути још клинове у виду прстена за укотвљавање појединих жица и каблова. Кроз средину појединих жица и каблова. Кроз средину клина пролази жица која се котви, а клин се утискује у подеону плочу. Да би се спречило клизање жице по зидовима клина, овај је с унутрашње стране назубљен. Да би било омогућено истезање жице клином, овај је изражен у виду отвореног прстена (Слика 70).



Слика 69. - Фресимеова челична котва



Слика 70. - Котве од клинова у виду отвореног прстена

Многе од ових котви могу се користити као фиксне, ако се заглављивање жица изврши помоћу утискивања клина у чауру пре преднапрезања. Осим тога, постоји низ котви намерно конструисаних тако да се заглављивање жица изврши пре затезања.

4.4. НАЧИН СПАЈАЊА ПРЕДНАПРЕГНУТИХ ЕЛЕМЕНАТА

Опрема за преднапрезање се састоји од преса и пумпи, те од опреме за заштиту каблова. Пресе и пумпе треба да буду рационално усаглашене са типовима каблова и зависе од величине силе кабла, броја и пречника ужади или жица.

Синхронизованим радом пресе и пумпе обављају се све радне операције: хватање, истезање, заклињавање, враћање пресе у почетни положај и ослобађање захвата. Мерење силе у каблу врши се читавањем притиска на манометру пумпе, а веза притисак-сила дата је у дијаграму баждарења. У посебним случајевима, сила може да се мери у току преднапрезања или трајно, код слободних (невезаних) каблова, уобичајеном техником заснованом на промени деформација или електромагнетне индукције. Када се ради о цементној смеси, опрема за заштиту каблова се састоји од мутилице у којој се припрема смеша воде, цемента и адитива и електро пумпе која под притиском утискује смесу у цев кабла. Слободни кабови без спреге обично се заштићују мастима или воском. Пошто се ови производи набављају у предвиђеном вискозитету, стављају се директно у резервоар пумпе и утискују се на сличан начин као цементна смеша, одговарајућом пумпом у заштитне цеви каблова.

Хидраулична пумпа типа ПР-300 Л

Користи се за погон преса за преднапрезање појединачних ужади. Производи се у више модела који се разликују по карактеристикама и предвиђеној употреби. Све хидрауличне пумпе имају три оперативна кола: за затезање, заклињавање и враћање. Оперативна кола имају регулационе и сигурносне вентиле за заштиту од прекорачења дозвољеног притиска. Погон пресе за утезање се врши преко два излазна хидраулична прикључка. Управљање радом пумпе врши се помоћу управљачке јединице, која је повезана са пумпом каблом дужине 10 m. Операције затезања, заклињавања и враћања се иницирају одговарајућим тастерима.



Слика 71. - Хидраулична пумпа типа ПП-300 Л



Слика 72. - Хидраулична пумпа типа ПЕ-25ХС

Хидраулична пумпа типа ПЕ-25 ХС

Користи се за погон преса за преднапрезање појединачних ужади. Машина има три оперативна кола за затезање, заклинкавање и враћање у радни положај. Оперативна кола имају регулационе и сигурносне вентиле за заштиту од прекорачења дозвољеног притиска. Погон пресе за утезање се врши преко два излазна хидраулична прикључка. Управљање радом пумпе врши се ручно.

Хидраулична пумпа типа ПЕ-150 С, ПЕ-20

Користи се за погон хидрауличних цилиндара за скупно преднапрезање. Производи се у више модела који се разликују по карактеристикама. Све машине имају три оперативна кола затезање, нулти положај и отпустање. Оперативна кола имају регулационе и сигурносне вентиле за заштиту од прекорачења дозвољеног притиска. Погон хидрауличних цилиндара врши се преко два излазна хидраулична прикључка. Хидраулична пумпа опслужује истовремено два или више хидрауличних цилиндара.



Слика 73. - Хидраулична пумпа типа ПЕ-150С, ПЕ-20

Сила	Максимални ход
50 kN	150 mm
100 kN	250 mm
150 kN	250 mm
200 kN	250 mm
250 kN	250 mm
300 kN	250 mm

Хидраулични цилиндри са дистанцерима (пањ пресе)

Опремљена су цревима високог притиска м т и брзим спојницама за повезивање на хидрауличну пумпу, као и са расклопљивим дистанцерима различитих дужина.

На располагању је више модела ових цилиндара (скупних преса). Разликују се по својим карактеристикама, пре свега по капацитету и корисном ходу од:

Преса за преднапрезање појединачних ужади - Тип Лока 150, 200, 250, 300 и 400 (пиштољи)

Користи се за појединачно утезање ужади. Све су опремљене са цреводима и спојницама за повезивање на хидрауличну пумпу.

Постоји више модела ових преса зависно од капацитета, хода пресе и врсте котве која се утеже. Пресе се израђују капацитета од 100 Кп, 200 Кп, 250 Кп са ходом 100, 200, 250, 300 и 400 mm.

Баждаре се у пар са одговарајућом хидрауличном пумпом, на основу чега се издаје сертификат са роком важности од шест месеци (уверење издаје овлашћени институт).



Слика 74. - Преса за преднапрезање појединачних ужади-Тип Лока



Слика 75. - Машина за увлачење ужади у калупе



Слика 76. - Преса за демонтажу котви са ужади

Преса за демонтажу котви са ужади

Производи се у два модела са променљивом увлаком за различита ужад 9; 12,5; 15,2 и 15,7. Управљање и погон је преко хидрауличног агрегата, а веза између погонског и радног дела је са два цревовода високог притиска. Исти се испоручује са и без радног стола, као и уређајем за механичко чишћење чаура и увлака.



Слика 77. - Преса за демонтажу котви са ужади



Слика 78. - Машина за увлачење ужади у калупе

Машина за увлачење ужади у калупе

Производи се у једном моделу са променљивим погонским ролнама за ужад 9; 12,5; 15,2 и 15,7. Управљање је мануелно и аутоматски преко даљинског управљача. Домет је максимално 70 m. Брзина гурања је од 5 до 30 m/min.

Хидраулични агрегати:

- померање, затварање и дизање страница, поклопца као и подова металних калупа,
- различите запремине, силе и притиска.



Слика 79. - Хидраулични агрегати

Начини спајања, поступак израде преднапрегнутих елемената:

- припрема калупа, чишћење, премазивање и монтажа дела страница калупа,
- постављање арматуре (дела арматуре),
- одмотавање из котура, развлачење и сечење ужади и намештање котви,
- завршно армирање,
- завршна монтажа страница калупа,
- затезање ужади (појединачно или појединачно и скупно),
- уградња бетона (пројекат бетона, начин збијања),
- очвршћавање бетона (пројекат убрзаног очвршћавања),
- опуштање силе у производној линији по постизању прописане чврстоће бетона (минимална класа чврстоће бетона треба да износи 35 МПа),
- контролисано пресецање ужади,
- вађење елемената из калупа,
- транспорт до депоније или градилишта.

<https://www.youtube.com/watch?v=v4gKxOV-DPI>



Слика 80. - Примери преднапрегнутих елемената (прагови за пругу, кровни носач)

Питања за теоријску проверу знања

1. Навести врсту и својства арматуре за извођење преднапрегнутих конструкција.
2. Објаснити начин испоруке арматуре за преднапрезање.
3. Приказати положај и размак каблова у носачу.
4. Објаснити поступак укотвљавања.
5. Врсте опреме за преднапрезање.
6. Навести поступак израде преднапрегнутих елемената.

5. ПРИПРЕМАЊЕ ЗА БЕТОНИРАЊЕ

Бетонирање је кључни процес у грађевинарству који омогућава израду трајних, чврстих и стабилних конструкција. Да би се осигурало квалитетно извођење, неопходно је спровести све потребне припремне радове. Ови радови обухватају припрему подлоге, израду и постављање оплате, армирање, избор одговарајуће бетонске мешавине, као и припрему механизације и алата.

Правилна припрема гарантује не само дуготрајност и стабилност конструкције већ и ефикасност самог процеса бетонирања. Грешке у припремној фази могу довести до пукотина, неравномерног скупљања бетона и других оштећења која угрожавају безбедност објекта.

У даљем тексту биће обрађени кључни кораци припреме за бетонирање, укључујући избор материјала, технике армирања и мере контроле квалитета.

5.1. РАЗМЕРЕ МЕШАЊА КОМПОНЕНТИ БЕТОНСКЕ МЕШАВИНЕ

Састав бетона

Три главна састојка су заправо довољна за справљање бетона: везиво (цемент), агрегат и вода.

Из разлога континуалног пораста захтева за повећањем квалитета бетона (углавном трајности) и великог напретка у производњи хемијских додатака и бетона, данас је могуће произвести много различитих врста бетона.

- стандардни бетон је бетон са максималним зрном агрегата $> 8 \text{ mm}$. Запреминска маса стандардног бетона (сушено у пећи) је $> 2000 \text{ kg/m}^3$, максимална 2600 kg/m^3 ,

- тешки бетон чија је запреминска маса (сушено у пећи) $> 2600 \text{ kg/m}^3$,
- Лаки бетон чија је запреминска маса (сушено у пећи) $> 800 \text{ kg/m}^3$ и $< 2000 \text{ kg/m}^3$,
- свеж или мешани бетон, још обрадив бетон који се може уграђивати,
- очврсли бетон, тј. бетон након везивања, где је могуће мерење његове чврстоће,
- млади („зелени“) бетон, новопостављен и збијен, стабилан, пре почетка мерљивог везивања („зелени“ бетон је израз који се користи у индустрији префабрикованих елемената).

Везива

Цемент је хидраулично везиво (хидраулично = очвршћава у реакцији са водом) које се користи за производњу бетона. Цементна паста (цемент помешан с водом) веже и очвршћава хидратацијом, како на ваздуху тако и у води. Најбитнији и основни материјали, нпр. за Портланд цемент су кречњак, лапорац и глина, те се они мешају у одређеном односу. Та сирова мешавина се пече на температури од око 1450°C како би се добио клинкер који се касније меље у прашкасту материју која је позната као цемент.

Стандарди за цементе

У Европи су врсте цемента одређене стандардом ЕН 197-1 (састав, спецификације и критеријуми усклађености). Према овом стандарду цементи се деле у следећих 5 главних типова:

- СЕМ I - Портланд цемент,
- СЕМ II - Портланд-композитни цемент (главни састојак је Портланд цемент),
- СЕМ III - Металуршки цемент,
- СЕМ IV - Пуцолански цемент,
- СЕМ V - Композитни цемент.

Агрегат за бетон

Шљунак, камен и песак чине зрнасту структуру чије шупљине морају бити максимално могуће попуњене везивним лепком. Они чине око 80 % масе и 70 – 75 % запремине. Оптимално коришћење величине агрегата, као и његов квалитет побољшавају квалитет бетона. Агрегат може бити природан-речни (флувијалан или глечерски). За припрему бетона високог квалитета они се чисте и сортирају механичким процесима у индустријским постројењима, као што су мешање, дробљење, просејавање и прање (механичка припрема). Погодан агрегат за бетон је онај материјал који не омета очвршћавање цемента, који довољно чврсто пријања за очврслу цементну пасту, те који не умањује отпорност и квалитет бетона у било ком погледу.

Вода за справљање бетона

Погодност воде за производњу бетона зависи од њеног порекла. Стандард ЕН 1008 наводи следеће врсте:

- вода за пиће. Погодна за бетон. Није је потребно испитивати,
- вода коришћена у бетонској индустрији добијена обнављањем (нпр. вода од испирања).

Генерално погодна за бетон, али се морају задовољити услови наведени у анексу А стандарда (нпр. додатна маса суве материје која се налази у пречишћеној води

коришћеној у бетонској индустрији мора бити у бетону мања од 1% укупне масе агрегата у мешавини);

- подземна вода - Може бити погодна за бетон, али је потребна претходна провера,
- природна површинска вода и вода из индустријских постројења - Може бити погодна за бетон, али је потребна претходна провера,
- морска вода или слана вода - Може се користити за неармирани бетон, али није погодна за армирани или преднапрегнути бетон. Потребно је придржавати се максимално дозвољене количине хлорида за армирани бетон и бетон са уграђеним челичним ојачањима или металним деловима,
- отпадна вода - Није погодна за бетон.

У следећој табели приказане су размере мешања свих потребних компоненти за справљање 1 m³ бетона.

Sastojci koji se koriste za beton projektovanih svojstava	Doziranje u %	Potrebno kg za 1 m ³ (prema recepturi)	Specifična masa u kg/l	Iznos u litrima za 1 m ³
Cement Vrsta: CEM I		kg 325	3.15 (proveriti lokalne vrednosti)	→ 103
Dodatno vezivo Vrsta:		kg		→
Dodatak silikatne prašine (dodatno vezivo)	6	kg 19.5	2.2 (proveriti lokalne vrednosti)	→ 9
Hemijski dodatak 1 Sika ViscoCrete® (proračun na cement + silikatna prašina)	1.2	kg 4.13		(uračunat u vodu)
Hemijski dodatak 2 Vrsta:		kg		
Očekivani ili planirani vazduh 1% = 10 l u 1 m ³		% 3.0	-	→ 30
Voda za mešanje v/c (ili v/vz) = 0.45 (v/vz) (uključujući sadržaj vode u agregatu)		kg 155	1.0	→ 155*
Ukupna zapremina u litrima bez agregata i peska				297 ↓
Agregat i pesak (u suvom stanju)		kg 1863 ↓	2.65 (proveriti lokalne vrednosti)	← 703 (= Δ za 1000 l)
Ukupno betona		kg 2362 (za 1 m ³)	→ 2.362 kg/l (specifična masa svežeg betona)	← 1000 l (= 1 m ³)

* otprilike 1 litar vode teoretski treba da bude dodat (zamenjuje procenjeni suvi sadržaj u hemijskom dodatku)

5.2. ПОСТУПАК РУЧНОГ И МАШИНСКОГ СПРАВЉАЊА БЕТОНА

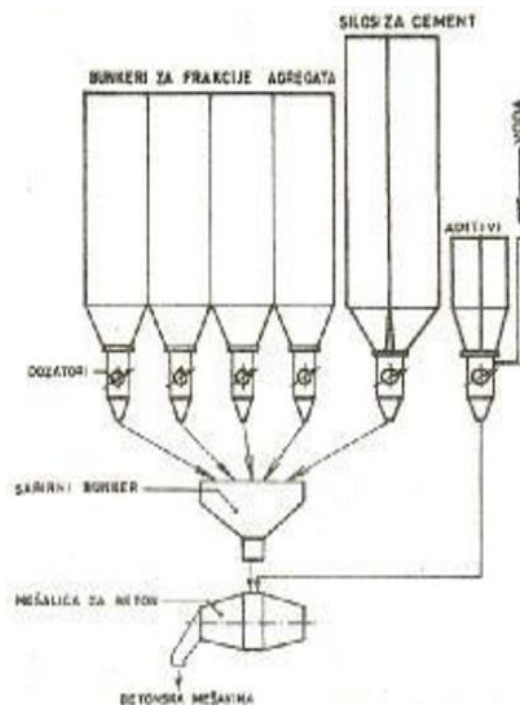
Поступак ручног справљања бетона

Припрема материјала за прављење бетона је од веома велике важности за добијање квалитетне мешавине за градњу. Како бисте осигурали оптималне резултате, неопходно је користити високо квалитетне компоненте попут цемента, шљунка и песка. Такође, правилно мешање бетона захтева адекватан алат и заштитну опрему како бисте осигурали сигурност и ефикасност током рада. За прављење бетона, потребни су основни материјали: цемент и песак, заједно са шљунком. Квалитет агрегата за бетон директно утиче на чврстоћу и трајност коначне мешавине. Приликом набавке материјала, обавеза је да обрати пажња на њихов квалитет и чистоћу.

Мешање бетона се може обавити ручно или помоћу бетонске мешалице. Ручно мешање бетона је опција ако се ради о мањим количинама, док је за веће пројекте препоручљиво користити бетонску мешалицу. Бетонска мешалица омогућава равномерно мешање компоненти, што резултира хомогеном смесом и бржим процесом мешања. Приликом мешања бетона, неопходно је коришћење одговарајуће заштитне опреме. Рукавице и заштитне наочаре су ставке које обавезно треба имати и користити. Заштитна опрема не само да осигурава сигурност радника, већ и спречава потенцијалне повреде током рада са цементом и песком. За израду квалитетног бетона, неопходно је познавање правилних пропорција материјала – односа цемента, песка и шљунка, као и потребне количине воде. Прави однос ових компоненти је битан за текстуру и чврстоћу бетона. Мешање бетона треба вршити пажљиво како би се постигла хомогена мешавина без превише воде, која би ослабила структуру бетона. Правилне пропорције бетона, које се састоје од тачног односа цемента, песка и шљунка су од значаја за постизање најбоље квалитете бетона. Правилан однос цемента у мешавини обезбеђује чврстину, док шљунак и песак дају структуру и стабилност бетонираној површини. Мешање бетона треба бити прецизно како би се добила хомогена смеша. Додавање воде у бетон мора бити контролисано, јер превише воде може ослабити структуру бетона. Комбинација свих састојака треба да резултира смешом која је не превише течна, али довољно влажна за лако обликовање и постављање.

Поступак машинског справљања бетона

Справљање свежег бетона је машински поступак дозирања и мешања компонентних материјала у производним погонима – фабрикама бетона. Поступак справљања бетона у фабрикама бетона је следећи. Чврсте компоненте бетона, агрегат и цемент су смештене у спремишта (силосе, бункере) одакле се транспортују на дозаторе, уређаје за аутоматско одмеравање, а одатле у сабирни бункер, у који се евентуално могу додати и прашкасти адитиви. Из сабирног бункера се транспортују у машину за мешање компоненти – мешалицу за бетон, у коју се директно додаје вода, евентуално претходно измешана с течним адитивима (или с прашкастим адитивима претходно раствореним у води). Приликом дозирања влажног агрегата, потребно је кориговати количину воде потребну за мешање, али и количину агрегата који се дозира.



Слика 81. - Општа технолошка шема производње бетона

Фабрике бетона према величини радног учинка, односно капацитету производње бетона деле се на:

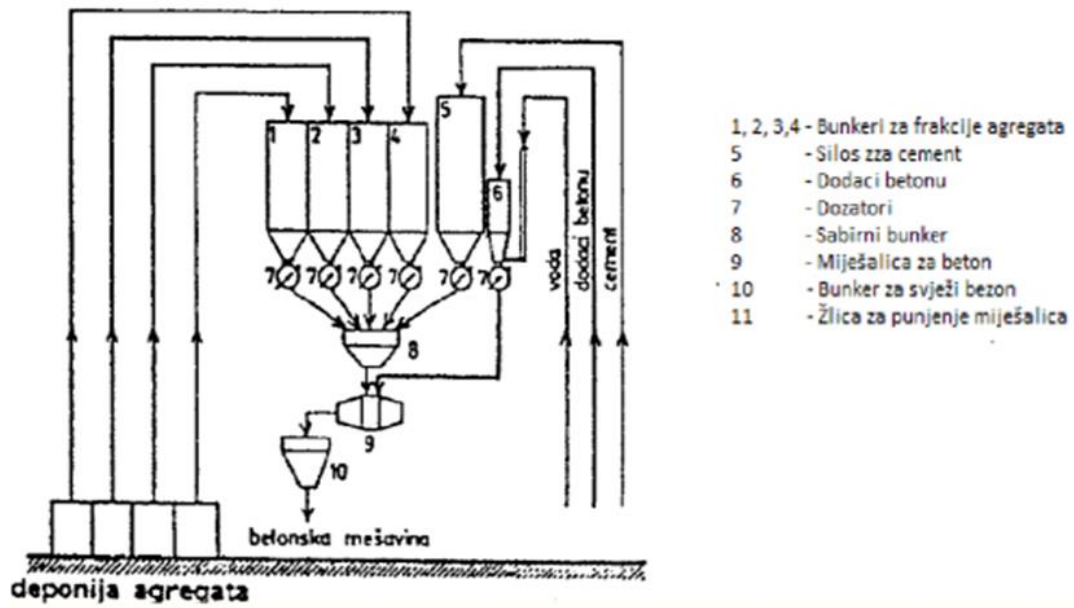
- мале (до 20 m³/час),
- средње (20-50 m³/час),
- велике (50-100 m³/час),
- врло велике (преко 100 m³/час).

Градилишне фабрике бетона економично је постављати само за велики обим бетонских радова или када је градилиште удаљено више од 35-50 km од насеља. Када су централне фабрике бетона за мање радове (200-500 m³ бетона), економичније је допремање бетона.

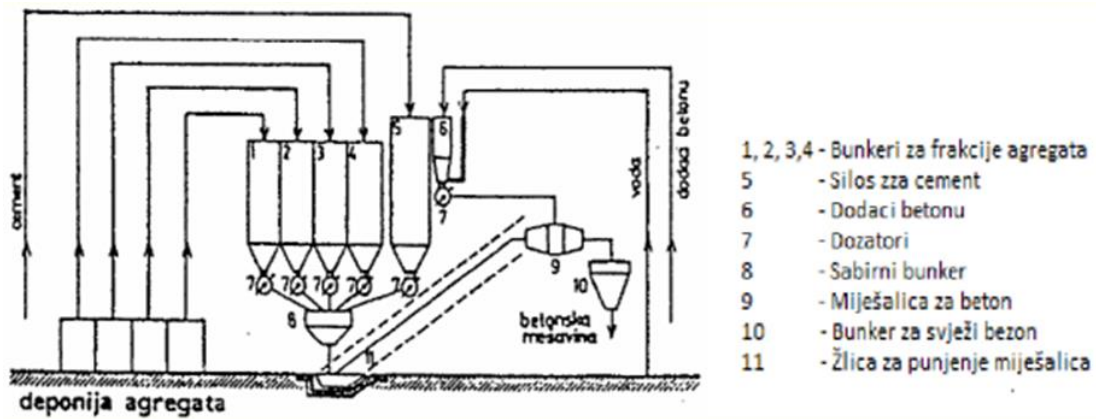
Основне техничке карактеристике фабрике бетона су:

- капацитет свежег и уграђеног бетона,
- капацитет мешалице (суве масе),
- број фракција агрегата;
- максимално зрно агрегата (природног, дробљеног),
- потребан проток и притисак чисте воде, пречник цеви за водоводни прикључак,
- висина испуста за свеж бетон,
- капацитет депоније за агрегат; капацитет и дохват стреле скрепера за пуњење бункера за агрегат,
- капацитет силоса за цемент,
- капацитет пужног (тракастог) транспортера,
- укупна инсталисана снага.

Основне технолошке шеме производње бетона, у зависности од положаја силоса за складиштење и мешалице:



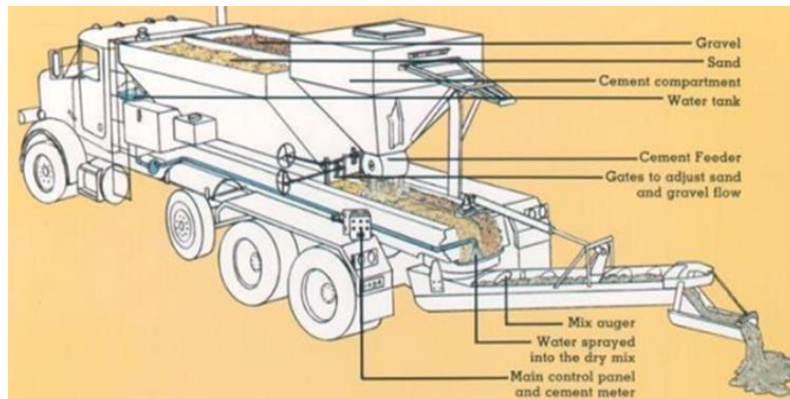
Слика 82. - Вертикална технолошка шема



Слика 83. - Партерна технолошка шема



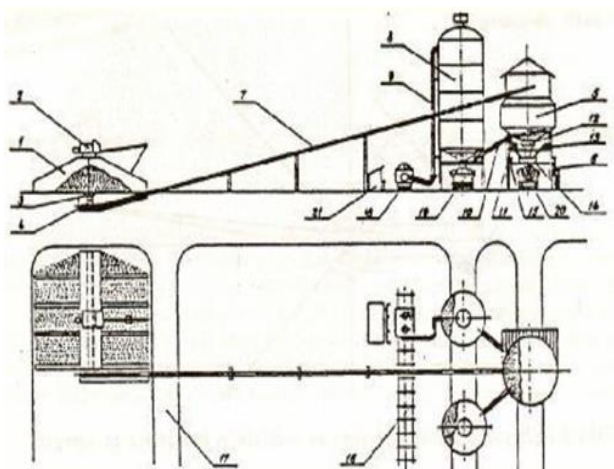
Слика 84. - Компактне фабрике бетона



Слика 85. - Мобилне фабрике бетона

Депоније агрегата

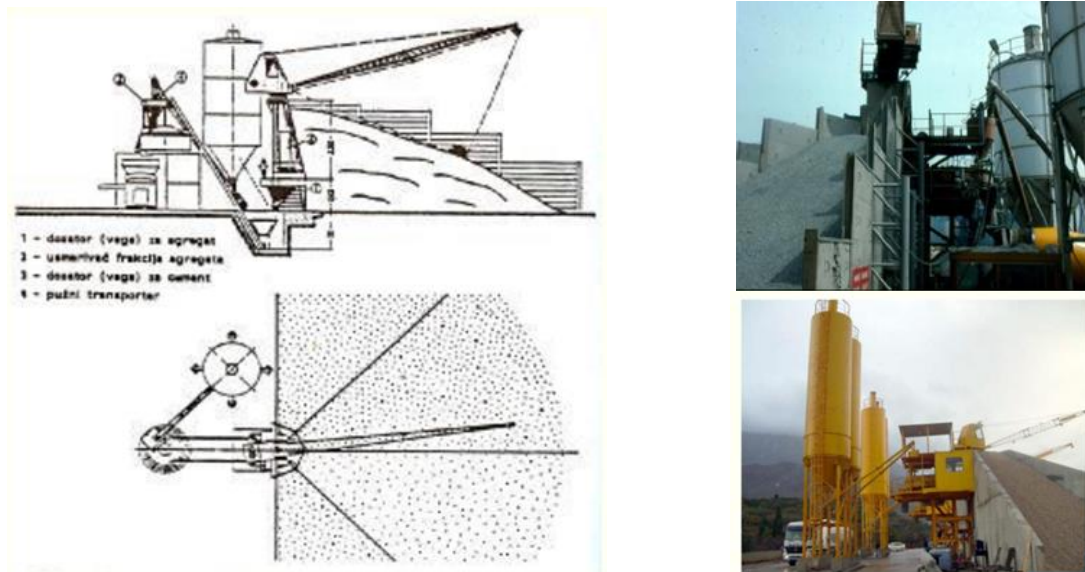
Бункери (силоси) за смештај агрегата у оквиру фабрике бетона су најчешће конципирани као оперативна спремишта која задовољавају потребе дневне или недељне производње, а на депонијама агрегата у близини се налазе вишедневне резерве материјала. Агрегат се са депонија агрегата до бункера за смештај у оквиру фабрике бетона најчешће транспортује системом транспортних трака. Ређе, бункери за смештај агрегата могу бити већих капацитета (тада су у питању отворене депоније у оквиру којих се за транспорт агрегата користе скрепери).



Слика 86. - Депоније са линијски постављеним тракама

Депоније за смештај агрегата у близини фабрике бетона могу бити различитих система, од којих су најчешће:

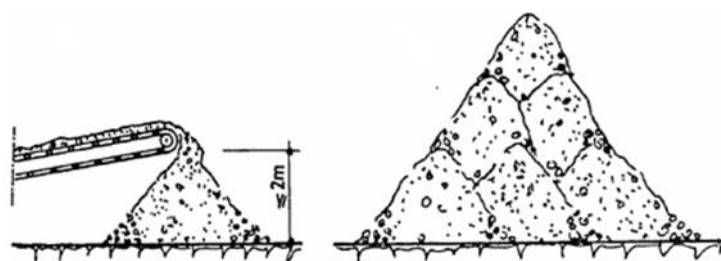
- депоније с линијски постављеним тракама код којих се транспорт агрегата до бункера у оквиру фабрике бетона врши транспортним тракама,
- депоније с радијалним боксовима код којих су боксови истовремено и бункери за агрегат у оквиру фабрике бетона, а агрегат се до дозатора допрема радијалним скреперима.



Слика 87. - Депоније с радијалним боксовима („звезде“)

Складиштење компоненти

Складиште агрегата на депонијама је скоро увек директно изложено атмосферичким условима, што знатно утиче на влажност агрегата коју је стално потребно пратити и у складу с тим кориговати састав мешавине. Промене влажности агрегата се прате сондама постављеним на улаз или зид бункера за агрегат. Наткривање депонија за агрегат је пожељно, а подлога треба да је избетонирана, у нагибу који омогућава ефикасно одводњавање, чиме се смањује садржај воде у агрегату, а истовремено се одводи и муљ услед таложења ситних честица, који се на подлози сакупља и прља слој агрегата (дебљине 20 - 30 cm) уз подлогу. При уношењу агрегата на депонију треба водити рачуна да не дође до сегрегације (издвајања) зрна агрегата и препорука је да висина фигуре која се формира током истовара не буде виша од 2 m.

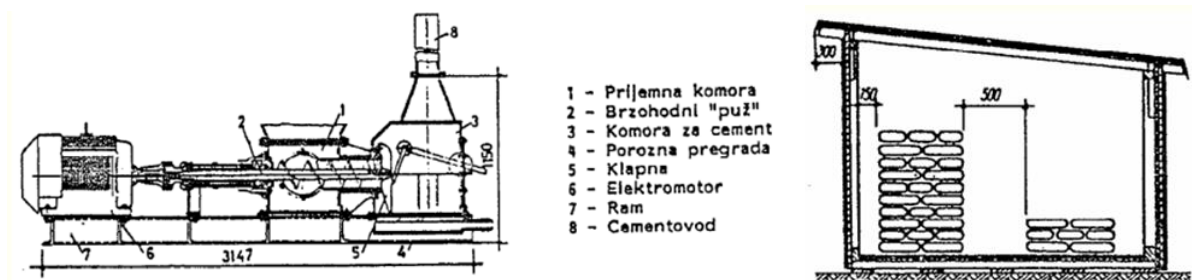


Слика 88. - Депонија агрегата

Складиштење адитива је у складу са упутством произвођача. Течне адитиве подложне седиментацији пре употребе треба машински измешати ради хомогенизовања, а прашкасте адитиве је препоручљиво измешати с водом пре уношења у мешалицу за бетон.

Складиште цемента и других прашкастих материјала (пуцоланских додатака, адитива и сл.) су силоси чији капацитети задовољавају потребе недељне производње (200-4,000 t), а број комора силоса у фабрици бетона одговара броју врста и класа

цемента који се примењују у оквиру технолошког процеса (у једној комори силоса се складишти само једна врста и класа цемента). За коришћење у фабрикама бетона се најчешће испоручује цементу ринфузи, уношење прашкастих материјала у силосе је најчешће помоћу аерационо-пнеуматских елеватора, а за брже пражњење силоса се користе уређаји – дуваљке ваздуха, којима се спречава формирање тзв. сводова растерећења. У градилишне фабрике бетона цемент се може допремати и у цаковима. Складиште за цемент у врећама треба да је затворено, под уздигнут од земље, а цемент се раздваја у партије према врстама и класама. Вреће треба премештати, окретати и растресати сваких 10-15 дана, да би се спречило згрудвавање. Згрудвани цемент се пре употребе мора испитати, па уколико поседује довољан квалитет, пре употребе се мора просејати.



Слика 89. - Складиште за цемент

Дозатори

Дозатори којима се одмеравају потребне количине компонентних материјала за справљање бетона могу бити различитих конструкција и типова, али се највише примењују аутоматски дозатори, одмеравање компоненти се увек врши тежински (тј. по маси), с тачношћу $\pm 2-3\%$. У зависности од начина рада мешалице за бетон, и дозатори могу бити с периодичним или с континуалним радом.



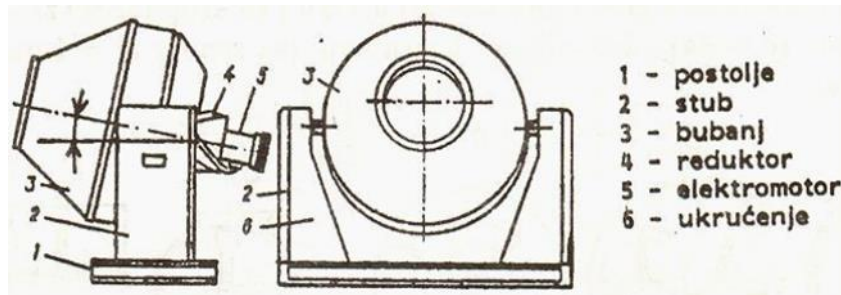
Слика 90. - Дозер

Мешалице за бетон

Мешалице за бетон (уз тачно дозиране компоненте) служи за хомогенизацију масе добијање предвиђене количине свежег бетона у јединици времена. Подела мешалица према положају осе бубња за мешање:

- мешалице са вертикалном осом,
- мешалице са хоризонталном осом,

- мешалице са косом осом,
- најчешће под углом од 30° у односу на хоризонталу.



Слика 91. - Мешалица за бетон

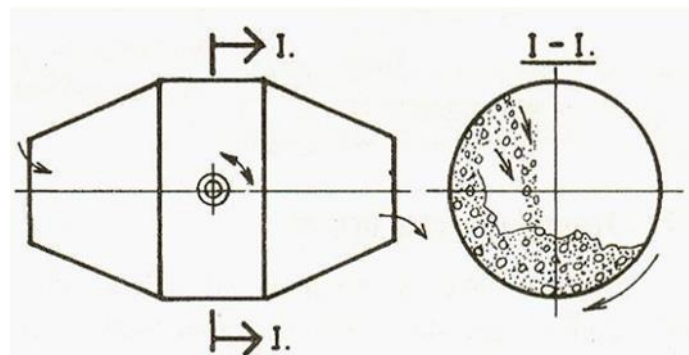
Подела мешалица према цикличности/континуалности рада:

- мешалице са цикличним радом – радни циклус мешалице се састоји од пуњења мешалице, мешања масе и пражњења мешалице. Код ових мешалица привремено складиштење чврстих компоненти у сабирним бункерима доводи до уштеде у времену, јер се претходно одмерене количине компоненти истовремено уносе у мешалицу,
- мешалице са континуалним радом – опремљене су дугачким бубњем постављеним под углом, у који се системима покретних трака дозирају и уносе компоненте (не постоји сабирни бункер), а након одређеног броја ротација на другом крају бубња излази готова мешавина. Код ових мешалица корекције поступка (дозирање или број обртаја) у току рада нису могуће. Користе се за послове у којима је потребна велика количина свежег бетона.

Подела мешалица према начину мешања:

- гравитационе мешалице,
- мешалице са принудним мешањем (противструјне).

Гравитационе мешалице - Бубањ мешалице се обрће око хоризонталне или благо нагнуте осе, а бетонска смеша се током мешања подиже до одређене висине након чега пада наниже и ураћа у масу бетона у доњој зони бубња; користе се за бетонске смеше најмање слабо-пластичне конзистенције. Време мешања обично износи 1 - 3 минута.



Слика 92. - Гравитациона мешалица

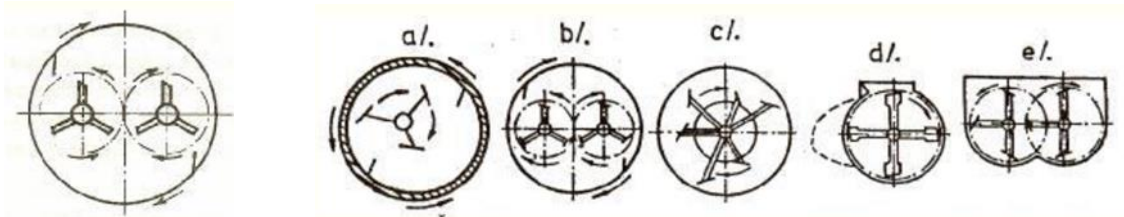
Гравитационе градилишне мешалице за бетон према конструкцијском решењу пуњења, мешања и пражњења, можемо поделити на:

- **мешалице са слободно покретним бубњем**, тзв. кипујући бубањ (компоненте се ручно уносе, а пражњење се врши нагињањем унапред преко хоризонталне осовине и извртањем бубња),
- **мешалице са стабилним бубњем и преклопним левком**, тзв. проточна мешалица (у бубањ са хоризонталном осовином се кроз отвор на једној страни уносе компоненте, а празни се на другој страни истицањем кроз преклопни левак),
- **мешалице са реверзибилним бубњем** (обртање у оба смера), тзв. окретни бубањ (хоризонтални бубањ је опремљен усмеривачима (лопатицама) који приликом обртања бубња у једном смеру хомогенизују мешавину, а покретањем бубња у супротном смеру усмеривачима се празни бубањ).



Слика 93. - Мешалица са слободно покретним бубњем

Мешалице са принудним мешањем (против струјне). Унутар бубња који се обрће око вертикалне осе брзином 10 - 20 обртаја у минути постоји систем лопатица које ротирају у супротним смеровима. Погодне су и за бетонске смеше крутих конзистенција, а време мешања је 2 - 5 минута.



Слика 94. - Положај лопатица унутар бубња мешалице

- систем вртложног мешања - за још ефикасније мешање, користе се додатне лопатице, вирбле, које се обрћу (с великим бројем обртаја) независно од система лопатица за принудно мешање,
- систем вибромешања - у циљу постизања високих раних чврстоћа бетона и ефикасне хомогенизације врло крутих смеша, у специјалним мешалицама у којима се смеша вибрира током мешања,
- вибро-активирање цементног малтера - поступак претходног справљања малтера у вибрационим мешалицама.

Погон за производњу бетона

Аутоматизовани погон за производњу бетона, аутономни аутоматизовани подсистеми опремљени аутоматским уређајима за различите намене:

Линија допремања агрегата састоји се у следећем: контрола потрошње материјала, транспортовање у оперативне бункере, показивачи горњег и доњег нивоа материјала у бункеру, допуњавање агрегата, влагомери, одређивање влажности агрегата и коректура састава бетона у складу с тим, систем вентилације бункера.

Линија допремања цемента састоји се у следећем: контрола потрошње материјала, транспортовање у оперативне силосе, показивачи горњег и доњег нивоа материјала у силосима, допуњавање цемента, аутоматизовани систем вентилације силоса.

Подсистем дозирања и мешања компоненти састоји се у следећем: аутоматски дозатори, контрола трајања мешања, конзистометри за аутоматско мерење остварене конзистенције смеше.

Подсистем дистрибуције свежег бетона састоји се у следећем: готове мешавине се усмеравају у поједине сабирне бункере одакле одлазе на места уградње.

Питања за теоријску проверу знања

1. Састав бетонске мешавине.
2. Размере мешања компоненти бетонске мешавине.
3. Поступак ручног справљања бетона.
4. Поступак машинског справљања бетона.
5. Шта спада у спецификацију и требовање арматуре?
6. Поступак рада фабрике бетона.

6. БЕТОНИРАЊЕ И НЕГОВАЊЕ БЕТОНА

Као што арматура и бетон „сарађују” у армирано-бетонским конструкцијама, тако и занимање бетонирац веома везано за армираче. Добар бетонирац мора да познаје армирање и улогу арматуре у носачу, као што армирач мора да познаје особине бетона и његову улогу у носачу. Занимање бетонирац изгледа једноставно. Међутим, пошто је бетон са својим својствима и особинама врло сложен материјал, потребно је ради његове успешне примене добро упознати технологију производње, уграђивања и неге бетона. Од производње преко транспорта до уградње целокупни процес је механизован. Зато бетонирац треба да познаје читав низ машина којима се користи при извршавању својих свакодневних задатака. Механизација за бетонске радове састоји се из:

- уређаја за дозирање,
- бетонских мешалица,
- машине за обраду бетона (оплатни, површински вибратори и первибратори),
- бетонске пумпе .

6.1. НАЧИН УГРАЂИВАЊА БЕТОНА ПОЈЕДИНИХ АРМИРАНО – БЕТОНСКИХ ЕЛЕМЕНАТА И НАЧИН ЊИХОВОГ НЕГОВАЊА

Уградња бетона је једна врло важна операција. Пре почетка уграђивања, ако се бетон уграђује у темељ, потребно прегледати земљане радове да се нису урушили, наливени водом, прегледати чврстину оплате, монтирану арматуру да ли стоји исправно. Све неправилности треба отклонити пре почетка бетонирања, када веже, бетонска маса не може се поправити. Све површине са којима ће бетон доћи у додир морају се добро наквасити да не би из бетона повукла воду потребну за везивање. Ако за темеље треба уградити бетон влажан као земља, онда је потребно вршити набијање тешким набијачима. Набијање се врши ручно или вибраторима.

Уграђивање бетона са врло густом арматуром се изводи са бетонском пумпом. Не сме се набијати нити вибрирати јер крупна зрна спадну доле.

Уграђивање бетона у стубове - Стубови се бетонирају пластичним бетоном. Бетон се у оплату стубова убацује са висине не веће од 4 m. Та висина се не сме прећи због сагрегације која настаје због слободног падања бетонске масе. Стубове је најбоље попуњавати помоћу цеви спуштених до дна стуба, које се постепено повлачи навише како се калуп оплате пуни. Бетон се набија куцањем по оплати са стране или оплатним вибраторима.

Машинско набијање бетона обавља се помоћу первибратора, вибратора, вибростолова и вибро - плоча. Первибратори су најчешће у употреби на градилиштима. Помоћу њих се, ако се стручно рукује, може врло квалитетно набити бетон.

Вибратори су справе које не продиру у бетонску масу, већ се причвршћују за оплату са којом заједно вибрирају. Користе се за вибрирање тањих пресека, јер вибрације не продиру дубоко у масу.

Вибро - плоче служе за набијање бетона који се уграђује у писте, коловозе и подове.

У следећем видеу је приказано бетонирање плоче са бетонском пумпом:

<https://www.youtube.com/watch?v=1EgiHglZjY>

Нега бетона - Млади бетон тражи негу и обезбеђење повољних услова за везивање и стврдњавање. Бетон који се налази у фази везивања не сме се потресати јер се тако разбијају кристали цемента који су тек почели да вежу. Чим је бетон уграђен и почео да веже, треба обезбедити влажнију средину у којој се одвија процес стврдњавања и то ће

бити бољи резултати. Са поливањем бетонске површине потребно је кренути чим је бетон почео да очвршњава. Такође, потребно је поливати и оплату да не би преко ње одлазила влага. Уграђени бетон потребно је покрити папиром, крпама или песком у случају да прете пљускови.

Ако се бетонирање изводи када су ниске температуре, морају се предузети мере ради спречавања смрзавања бетона. Уколико се бетон смрзне пре везивања, неће претрпети штету, потребно га је набити када се открави, али ако се смрзне у току везивања, таква конструкција мора се срушити, јер бетон није добио потребну чврстоћу. Најбоље је не бетонирати ако су ниске температуре. Могу се додати адитиви против смрзавања, али они могу да утичу на арматуру.

Сви ови проблеми се решавају производњом бетонских елемената у фабрикама бетона.



Слика 95. - Заштита бетона фолијом



Слика 96. - Нега бетона прскањем

Питања за теоријску проверу знања

1. Механизација за бетонске радове.
2. Провере пре бетонирања.
3. Бетонирање са густом арматуром.
4. Бетонирање стубова.
5. Шта спада у негу бетона?

7. ПРИПРЕМАЊЕ И ИЗРАЂИВАЊЕ БЕТОНСКИХ ПРЕФАБРИКАТА

7.1. МОНТАЖНЕ БЕТОНСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

При изради монтажних бетонских конструкција, бетонски елементи се производе ван локације на којој ће бити уграђени. Након очвршћавања ови елементи се транспортују и монтирају у пројектовани положај. Префабриковани бетонски елементи су делови произведени за монтажне бетонске конструкције, а могу бити произведени у:

- **фабрикама монтажних елемената** – погонима за масовну производњу са високим степеном индустријализације,
- **погонима за префабрикацију** – привременим погонима за производњу елемената у мањим серијама, намењених оближњим градилиштима,
- **на градилишту** – када се израђују крупно-габаритни носачи, чији транспорт није могућ.

Посебну пажњу треба посветити капацитетима транспортних средстава за пренос елемената од производног погона до градилишта.

Предности монтажног начина грађења:

- префабриковани носачи се производе у контролисаним условима, уз висок квалитет бетона и оплате,
- велике серије производње омогућавају чешћу употребу оплата, што смањује трошкове,
- потреба за мањим димензијама елемената ради лакше монтаже доводи до коришћења квалитетнијих материјала,
- ритмичан процес производње омогућава високу продуктивност и синхронизован рад тима,
- производња није зависна од климатских услова,
- висок степен паралелизације смањује удео радова на самом градилишту и скраћује време изградње.

Процес производње префабрикованих бетонских елемената:

справљање бетона – у фабрици бетона,

припрема калуца – премазивање металних калуца средствима против лепљења бетона,

постављање арматуре – арматура се припрема у специјализованим погонима,

пуњење калуца бетоном – помоћу пумпи или кибли,

збијање бетона – вибро-столовима или другим техникама,

убрзано очвршћавање – применом хидро-термалне обраде,

одлеживање бетона у калупима,

вађење елемената из калуца – уз могуће поправке оштећења,

одлагање на депонију/складиште,

рециклажа калуца – њихово враћање на почетак процеса.

Технологије производње префабрикованих бетонских елемената:

- **ланчана шема са покретним калупима** – за мање бетонске елементе у великим серијама, радници остају на једном месту, док се калупи крећу,

- **ланчано-агрегатна шема** – калупи се крећу праволинијски, а трајање операција није строго временски ограничено. Ова метода је погодна за прилагођавање производног програма,
- **конвејерска шема** – производна линија са принудним ритмом, где калупи пролазе кроз све фазе процеса. Погодна за масовну производњу стандардизованих елемената,
- **штандна шема са стационарним калупима** – за велике бетонске елементе, са различитим врстама организације:
 - **на пистама** – калупи су хоризонтално постављени и захтевају велику површину,
 - **у батеријама** – вертикално распоређени калупи омогућавају истовремену производњу више зидних панела, уз примену уређаја за запаривање бетона.



Слика 97. - Израда префабриката у фабрикама

Процес производње бетонских префабриката обухвата неколико кључних корака који осигуравају њихову квалитетну израду, чврстоћу и дуготрајност. Ови кораци укључују припрему калупа, мешање и ливење бетона, очвршћавање, завршну обраду и контролу квалитета.

Припрема калупа

Калупи (оплате) дају облик бетонским префабрикатима и могу бити израђени од дрвета, метала, пластике или гуме. Основни захтеви за квалитет калупа су:

- прецизне димензије и облик,
- чврстоћа и отпорност на деформације,
- глатка унутрашња површина за лакше вађење бетона. Пре ливења бетона, унутрашњост калупа премазује се отпуштачким уљем како би се спречило лепљење материјала.

Припрема и мешање бетона

Бетонска мешавина се састоји од цемента, агрегата (песка и шљунка), воде и адитива (као што су пластификатори или убрзивачи). Процес мешања се изводи у бетонским

мешалицама или аутоматизованим постројењима, уз контролу пропорција и конзистенције смеше ради постизања хомогености.

Ливење бетона у калупе

Припремљена бетонска мешавина се сипа у калупе уз помоћ вибрационих столова или вибрационих игала, чиме се уклањају ваздушни мехурићи и осигурава компактност материјала. Уколико је потребно, поставља се арматура (челичне шипке или мреже) ради повећања носивости префабриката.

Очвршћавање бетона

Процес очвршћавања (хидратација цемента) траје неколико дана, током којих је бетон заштићен од брзог сушења и температурних осцилација. Ово се постиже:

- прекривањем влажним тканинама или пластичним фолијама,
- прскањем водом,
- применом хемијских средстава за очување влаге. У зависности од услова, бетон достиже потребну чврстоћу у периоду од 7 до 28 дана.

Вађење из калупа и завршна обрада

Након очвршћавања, префабрикати се ваде из калупа и подвргавају завршној обради, која може укључивати:

- брушење или полирање површина,
- санацију оштећења,
- наношење заштитних премаза, ако је потребно.

Контрола квалитета

Сваки произведени елемент пролази тестирање које обухвата:

- мерење чврстоће на притисак,
- проверу отпорности на мраз и воду,
- контролу димензија и површина.

Примери производа који се израђују у производном погону као различити бетонски префабрикати:

префабрикована бетонска (Омниа) плоча са решеткастим носачем – дебљина 5 - 6 cm, димензије 3,06 m x 10,5 m. Користи се за подове и таванице у различитим грађевинским објектима,

полуфабриковани дупли бетонски зид – два бетонска платна дебљине 5 - 7 cm, повезана решеткастим арматурним носачем. Примењује се у изградњи стамбених, пословних и индустријских објеката,

полуфабриковани дупли бетонски зид са изолацијом – садржи изолациони материјал у језгру, који се на градилишту допуњује бетоном,

префабриковани фасадни дупли бетонски зид са изолацијом – елемент са завршним фасадним слојем, који не захтева додатно бетонирање на терену,

префабриковано степениште – омогућава брзу уградњу и висок квалитет завршне обраде,

префабриковани потпорни (Гео) зид – користи се за задржавање земљишта, а карактеристике зависе од висине и типа тла.

Производња бетонских префабриката представља савремену технологију која убрзава изградњу и смањује трошкове, истовремено обезбеђујући дуготрајност и функционалност грађевинских конструкција.



Слика 98. - Префабрикована бетонска (Омниа) плоча са решеткастим носачем

Скелетни систем монтажних бетонских конструкција

Скелетни систем – основни носећи елементи су стубови и греде, најчешће распоређени у ортогоналне мреже. За преграђивање простора се користе елементи од различитих материјала, што омогућава велику прилагодљивост локалним условима. У циљу пријема хоризонталних оптерећења (сеизмика, ветар) изводе се укрућења зидним платнима или језгрима. Монтажни елементи су малих димензија и тежине, па је монтажа лака у поређењу с осталим системима, али је извођење радова знатно дуже због великог броја веза елемената. Највећа примена у изради индустријских објеката.



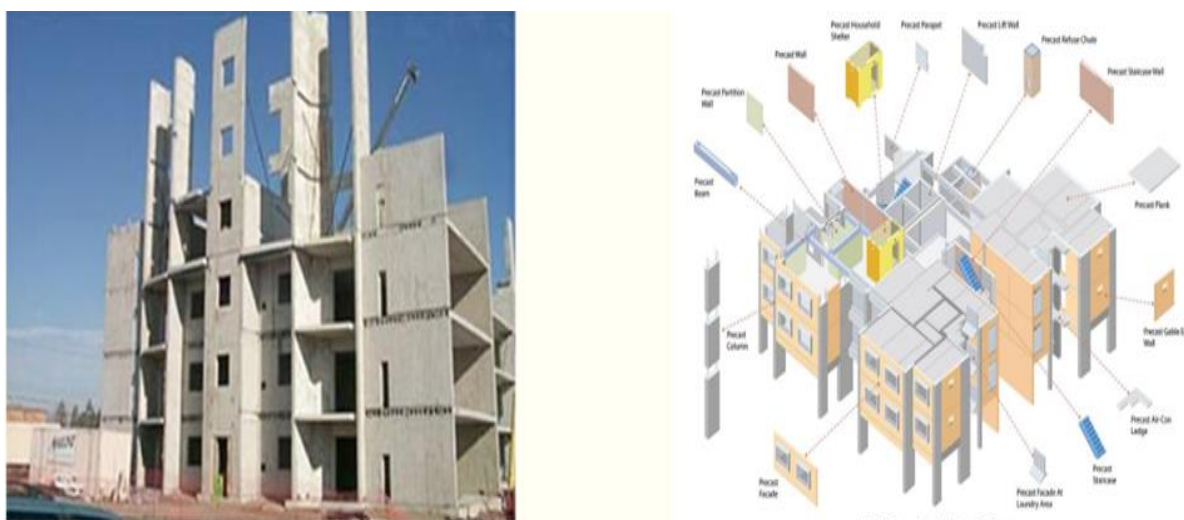
Слика 99. - Скелетни систем градње



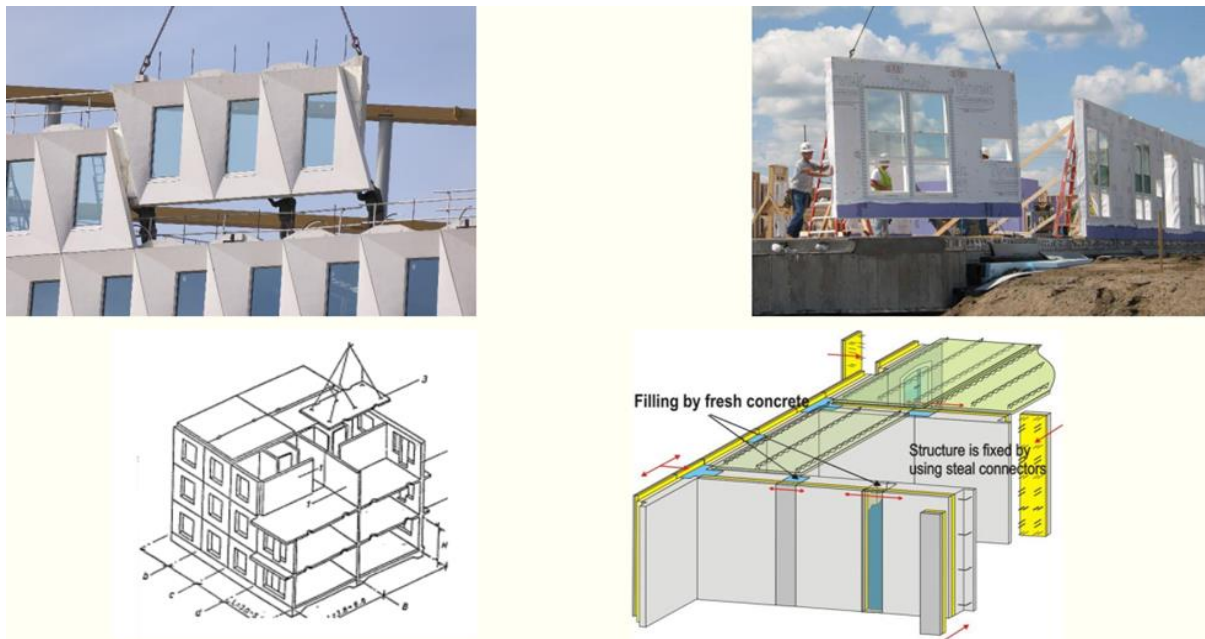
Слика 100. - Монтажа скелетног система

Панелни систем монтажних бетонских конструкција

Панелни систем – основни носећи елементи су зидови (панели) и плоче, који истовремено и преграђују простор. У зависности од величине носача могу бити ситно-панелни (мање погодан због великог броја веза) и крупно-панелни (носећи зидови управни на раван фасаде, са променљивом ширином поља), а панели се још у процесу израде у фабрици могу довести до високог степена финализације (уграђене инсталације и сл.). Монтажни елементи су већих димензија (не претераних), па је монтажа средње тешка, а мали број веза убрзава извођење радова. Највећа примена у изради објеката станоградње.



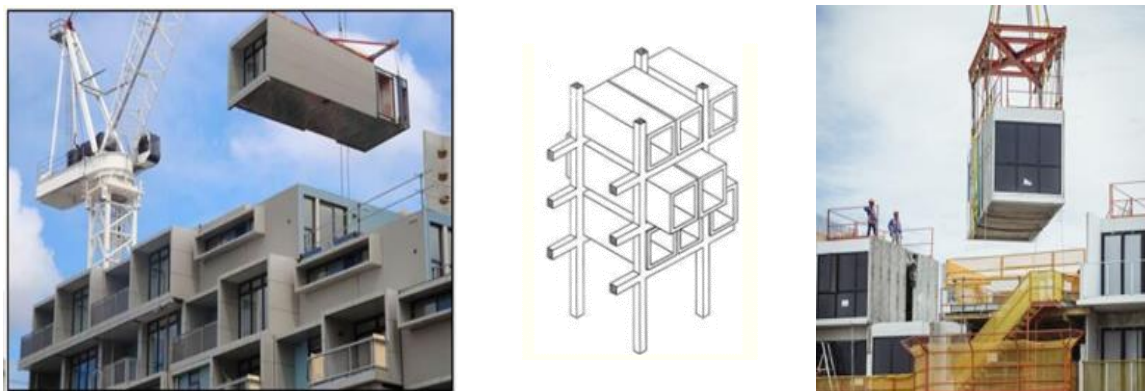
Слика 101. - Панелни систем градње



Слика 102. - Панелни систем градње

Ћелијски систем монтажних бетонских конструкција

Ћелијски (блоковски) систем – просторне форме које настају укрупњавањем елемената панелног и скелетног система у веће модуларне блокове (појединачне просторије, посебно санитарне и кухињске кабине (јединице ограђене са свих страна). Монтажа крупних ћелија, блокова тежа је него код осталих система и захтева механизацију велике носивости, али је време извођења радова на градилишту најкраће. Код нас се ретко примењује због нефлексибилности при обликовању распореда просторија.



Слика 103. - Ћелијски систем градње

Везе префабрикованих бетонских елемената

Везе између префабрикованих бетонских елемената представљају најосетљивије тачке монтажних бетонских конструкција. Оне морају бити пројектоване тако да могу успешно пренети све утицаје и омогућити или ограничити сва неопходна кретања у зони

споја. Истовремено треба да буду обликоване тако да узму у обзир дозвољена одступања изведених елемената од пројектованих димензија.

Према начину формирања споја и врсти примењених спојних елемената везе се класификују на:

- **суве везе** – ове везе се остварују коришћењем завртња, можданица, заваривања или лепљења. Примењују се код елемената који су израђени с високом прецизношћу. Погодне су за формирање зглобних веза које дозвољавају обртање, али не преносе моменте савијања,
- **мокре везе** – ове везе се формирају повезивањем арматуре и добетонирањем споја. Примењују се код мање прецизно израђених елемената. Омогућавају формирање крутих веза које не дозвољавају обртање и преносе моменте савијања.

При спајању два бетонска елемента један на други, вертикална носивост везе зависи од материјала који се поставља на контактної површини између њих. Дозвољени притисак на споју зависи од употребљеног материјала:

- тер-папир – 1 Мра,
- слој малтера и филц – 2,5 Мра,
- гума или неопрен – 2 - 5 Мра,
- армирана гума или неопрен – 5 - 15 Мра.

Круте везе између бетонских елемената, које преносе моменте савијања, морају осигурати континуитет арматуре кроз спој. Овај континуитет може се остварити на неколико начина:

- преклапањем арматуре,
- ињектирањем анкера у одговарајуће рупе,
- преклапањем арматуре петљама,
- заваривањем арматуре или челичних плоча,
- преднапрезањем,
- механичким арматурним спојницама.

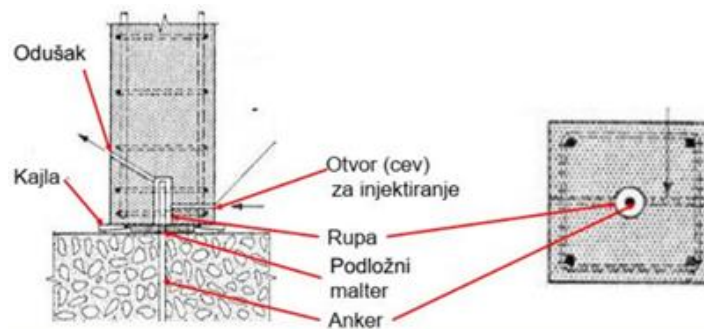
Ако се при изради монтажне везе користи заваривање челичних елемената, потребно је водити рачуна да не дође до прегревања околног бетона. Због тога је неопходно обезбедити довољно времена за хлађење бетона. Поред тога, место заваривања арматурних шипки треба да буде удаљено најмање 5 Ø од ивице бетона.

Челични елементи који остају изложени атмосферским утицајима морају бити адекватно заштићени премазима против корозије како би се обезбедила дуготрајност и поузданост конструкције.

<https://www.youtube.com/watch?v=3AI2HNn9Zdo>

Детаљи везе стуба и темеља које преносе вертикалну N и попречну силу V

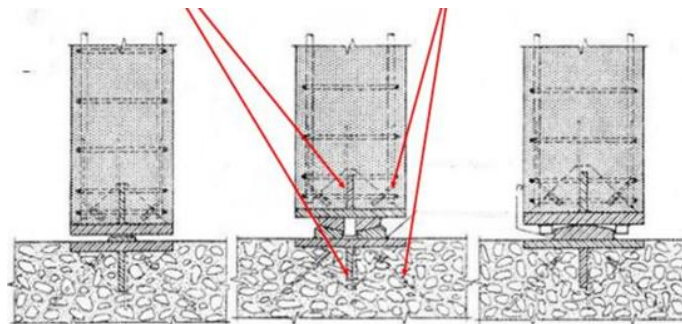
Веза преко анкера који је уграђен у темељ. На монтажном стубу је остављена рупа која наседа на анкер, а затим се ињектира (малтер, епоксид) кроз отвор на дну. На врху рупе је отвор за одушак за ињекциону масу. Положај стуба се регулише подложним клинастим плочицама (кајлама).



Слика 104. - Детаљи веза стуба и темеља

Детаљи везе стуба и темеља које преносе вертикалну N и попречну силу V

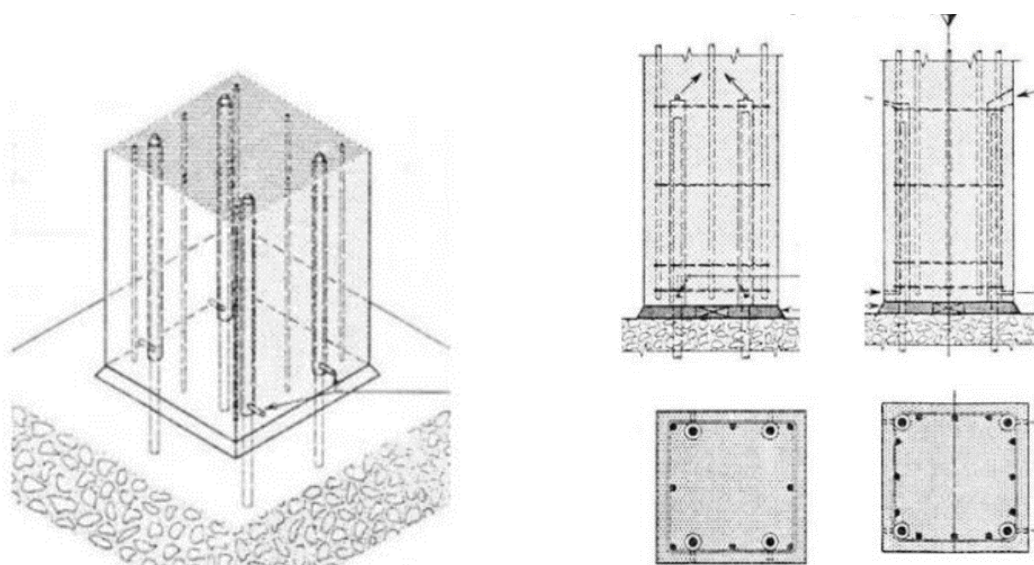
Веза преко челичних плоча и граничника је конструисана као класична веза у челику. Чеоне плоче се у АБ елемент сидре преко укрућења и арматурних анкера (бркова).



Слика 105. - Детаљи веза стуба и темеља

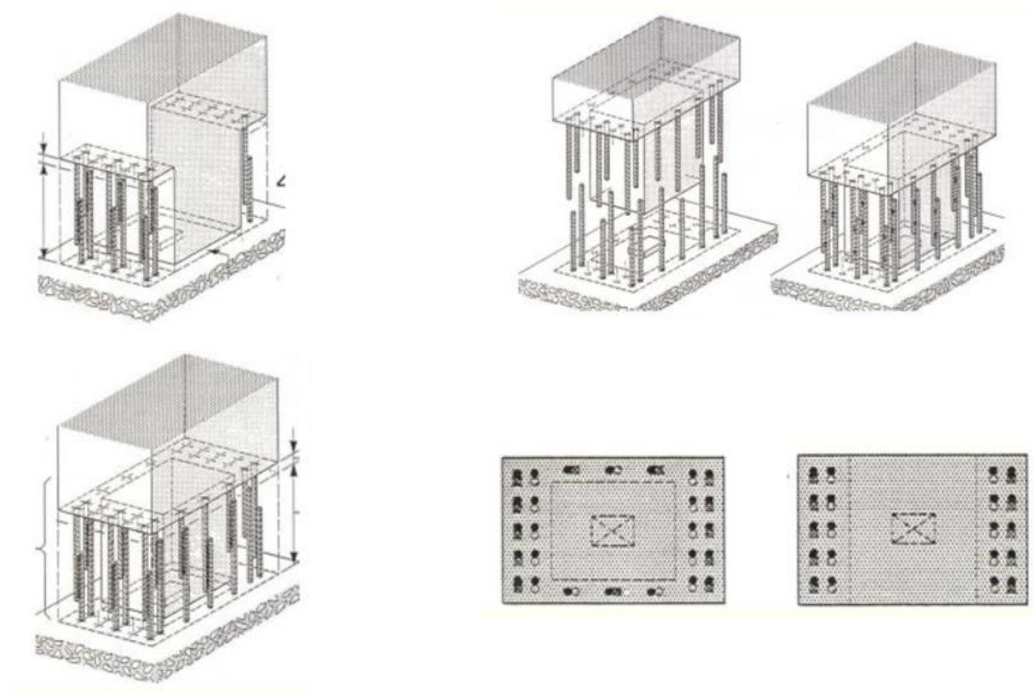
Везе префабрикованих бетонских елемената – скелетни систем

Детаљи везе стуба и темеља (преноси све утицаје M , N , V). Веза преко ињектираних анкера који се преклапају са арматуром стуба.



Слика 106. - Детаљи веза бетонских елемената

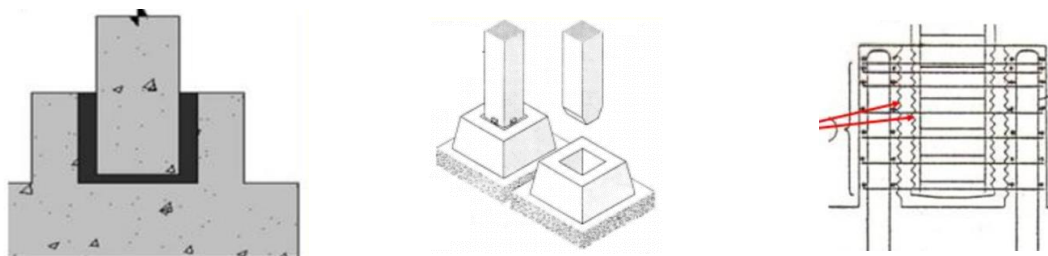
Детаљи везе стуба и темеља (М, N, V). Веза настављањем арматуре и добетонирањем



Слика 107. - Детаљи веза стуба и темеља

Темељ са чашицом

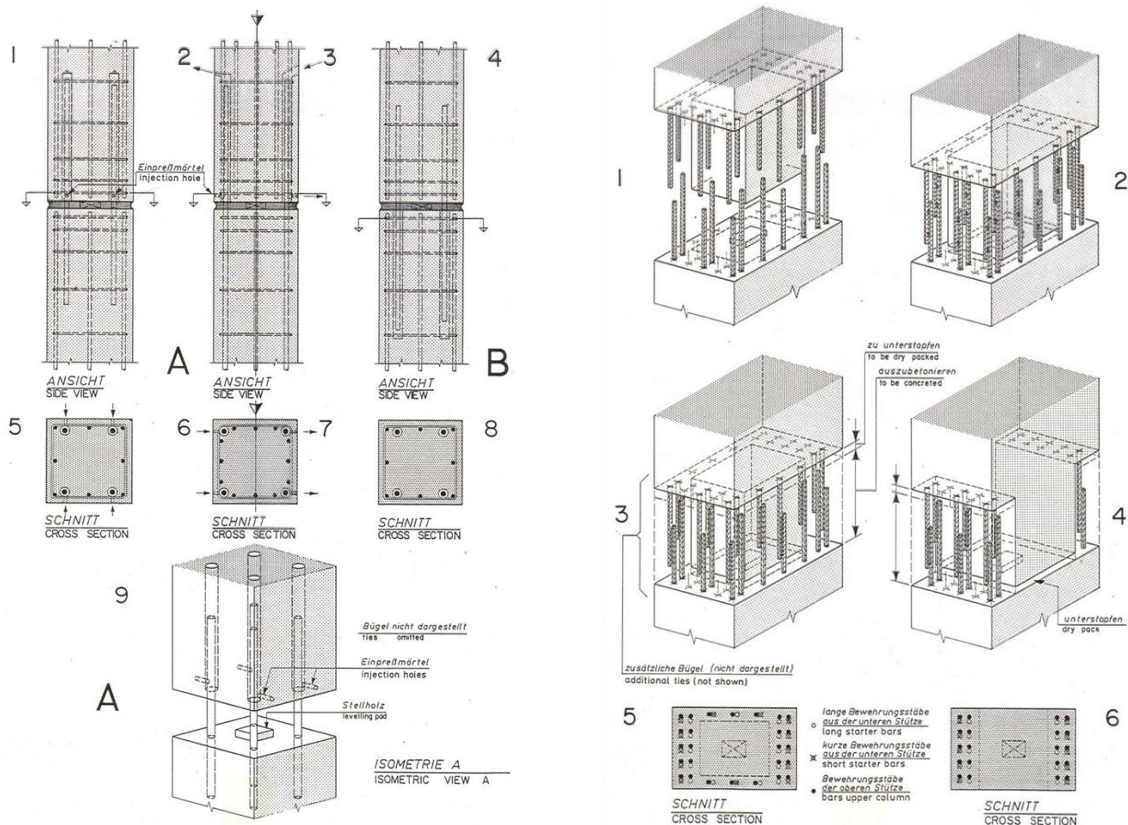
У пројектовању и грађењу монтажних објеката, нарочито хала, најчешћи начин фундирања монтажних стубова је на темељима са чашицом. Темељ самац се изводи са сандучасто обликованим горњим делом (чашицом) са унутрашњим димензијама пар сантиметара већим од пресека стуба. Стуб се при монтажи спушта у чашицу, кајлама се обезбеди његова вертикалност, а затим изврши заливање простора међу стуба и чашице ситнозрним бетоном. Оваква веза је еквивалентна монолитној, дакле преноси све утицаје са стуба на темељ.



Слика 108. - Детаљи веза стуба и темеља са чашицом

Унутрашња површина чашице, као и површина стуба у висини чашице, могу бити наубљене због ефикаснијег преноса сила са стуба на темељ.

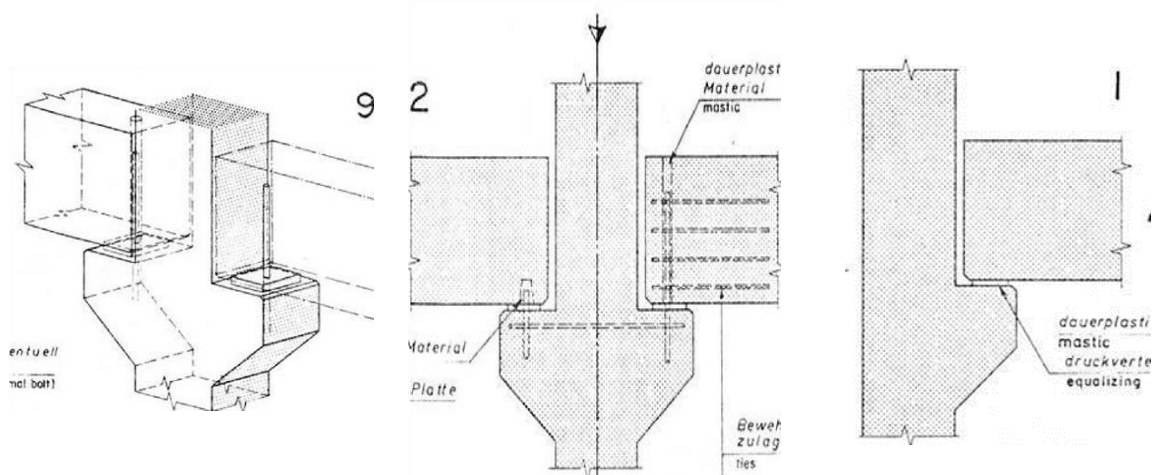
Детаљи настављања стубова аналогно вези СТУБ - ТЕМЕЉ

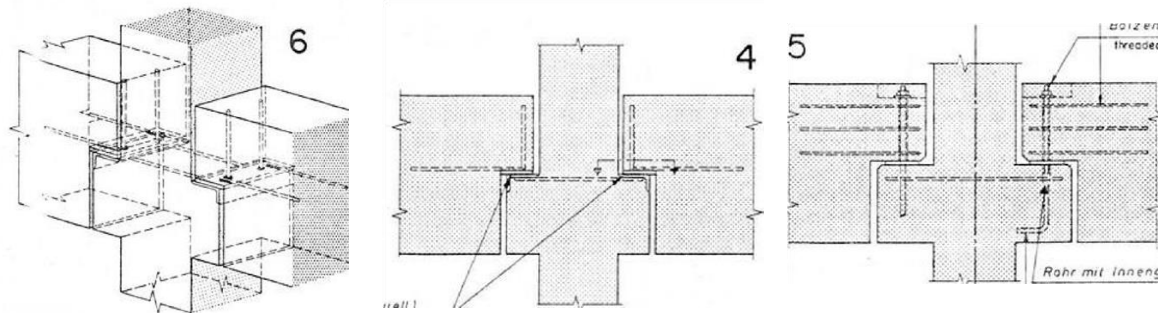


Слика 109. - Детаљи настављања стубова

Детаљи везе ГРЕДА-СТУБ (V, N) зглобна веза једноставна за монтажу

Класична веза преко кратког елемента је веома честа у монтажној градњи. Кратки елемент може бити испод греда или је греда упуштено ослоњена. Код мањих подужних сила поставља се конструктивни анкер. Код већих подужних сила прорачунава се анкер и арматура у греди, а веза може да буде остварена и преко заварених челичних плочица.





Слика 110. - Детаљи веза греда – стуб

Детаљи везе ГРЕДА-СТУБ (М, V, N) зглобна веза једноставна за монтажу

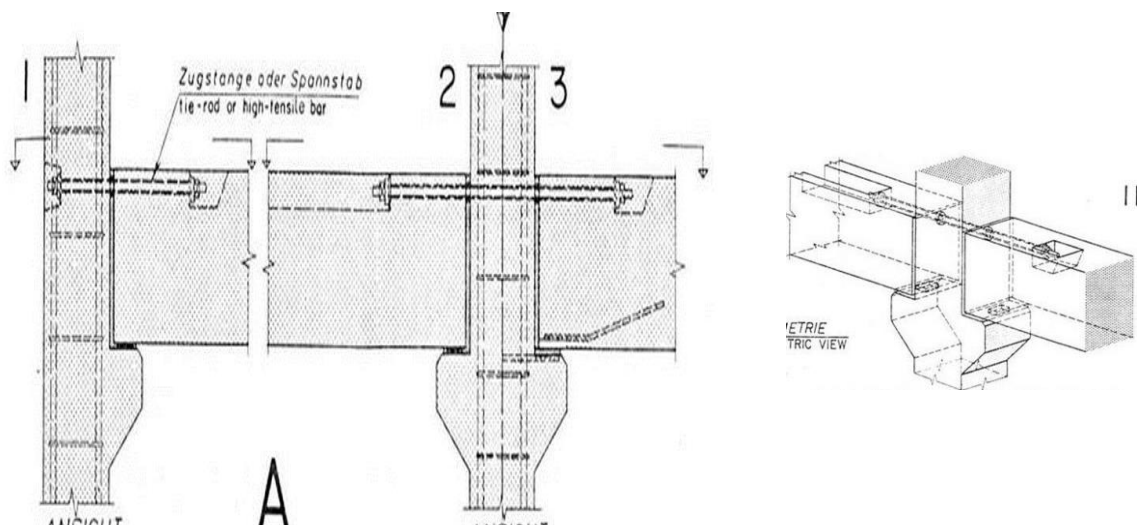
Ова полумонтажна веза подразумева добетонирање горњег дела греде након што се затегнута арматура настави кроз стуб, било преклапањем или другим поступком. Овај тип везе је веома чест код конструкција са полумонтажним или монтажним међуспратним плочама, као што су НС-плоче са топингом.

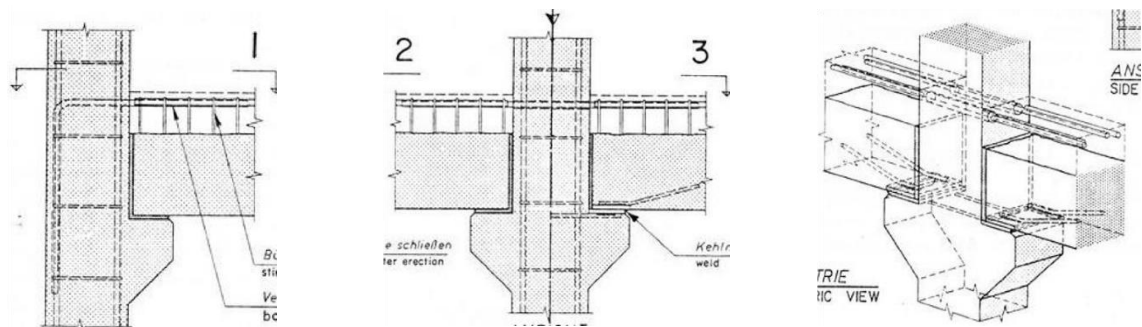
На стубу се остављају анкери за повезивање са гредом или отвори кроз које се провлачи арматура, чиме се омогућава континуализација и пренос силе затезања услед момента. Сила притиска од момента преноси се директно, преко испуне малтером или преко анкерисаних челичних заварених плочица.

Ова веза је једноставна за монтажу, али захтева употребу специјалних преса за преднапрезање шrafoва (шипки), преко којих се врши континуализација. Посебну пажњу треба посветити пројектовању арматуре у зони где се сила преноси са шrafoа на арматуру монтажне греде, како би се осигурала адекватна носивост и дуготрајност конструкције.

Детаљи везе ГРЕДА-СТУБ (М, V, N) Сува веза преко преднапрегнутих шrafoва

Веза је једноставна за монтажу, захтева посебне пресе за преднапрезање шrafoва (шипки), преко којих се врши континуализација. Посебно треба обратити пажњу на конструисање арматуре у зони преноса силе са шrafoа на арматуру монтажне греде.





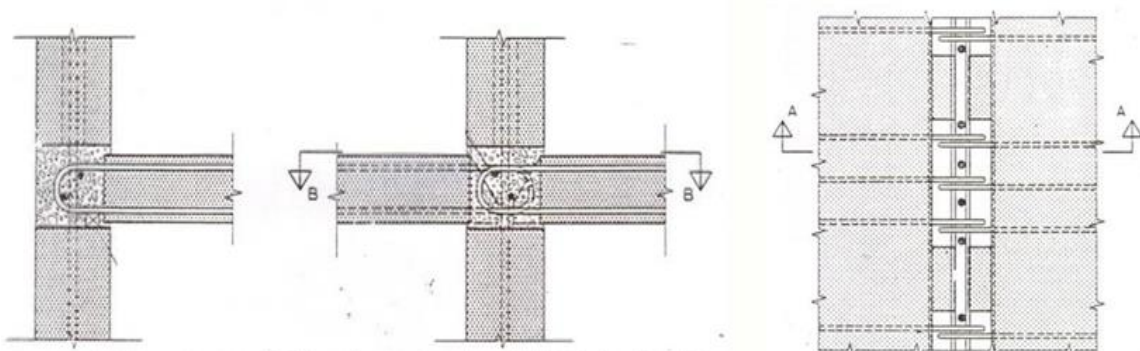
Слика 111.- Детаљи веза греда – стуб

Везе префабрикованих бетонских елемената – панелни систем

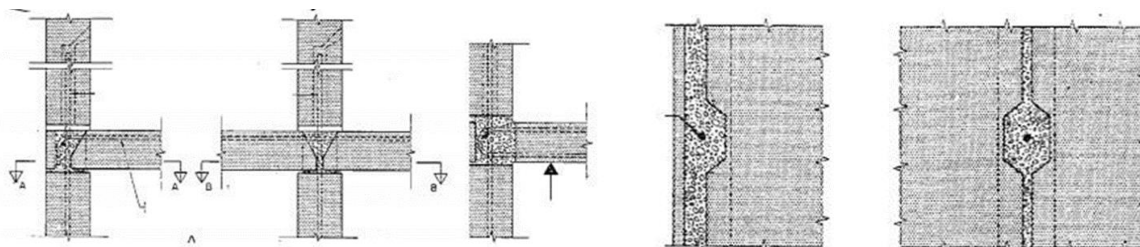
Везе панелних елемената су најчешће преко арматурних петљи или кука испуштених из елемената дуж спојнице, које се међусобно преклапају, а затим се простор спојнице залива ситнозрним материјалом.

Детаљ везе хоризонталних и вертикалних панела

Везе панелних елемената су линијске и често оптерећене на смицање дуж линије везе, нарочито при дејству хоризонталних сила од ветра и сеизмике. За ефикаснији пренос смицања, ивица панела се обликује тако да се након испуњавања везе, формирају проширења - чепови.

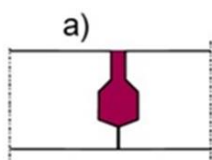


Слика 112. - Веза плоче међуспрата и зида



Слика 113. - Ивични зид и средњи зид

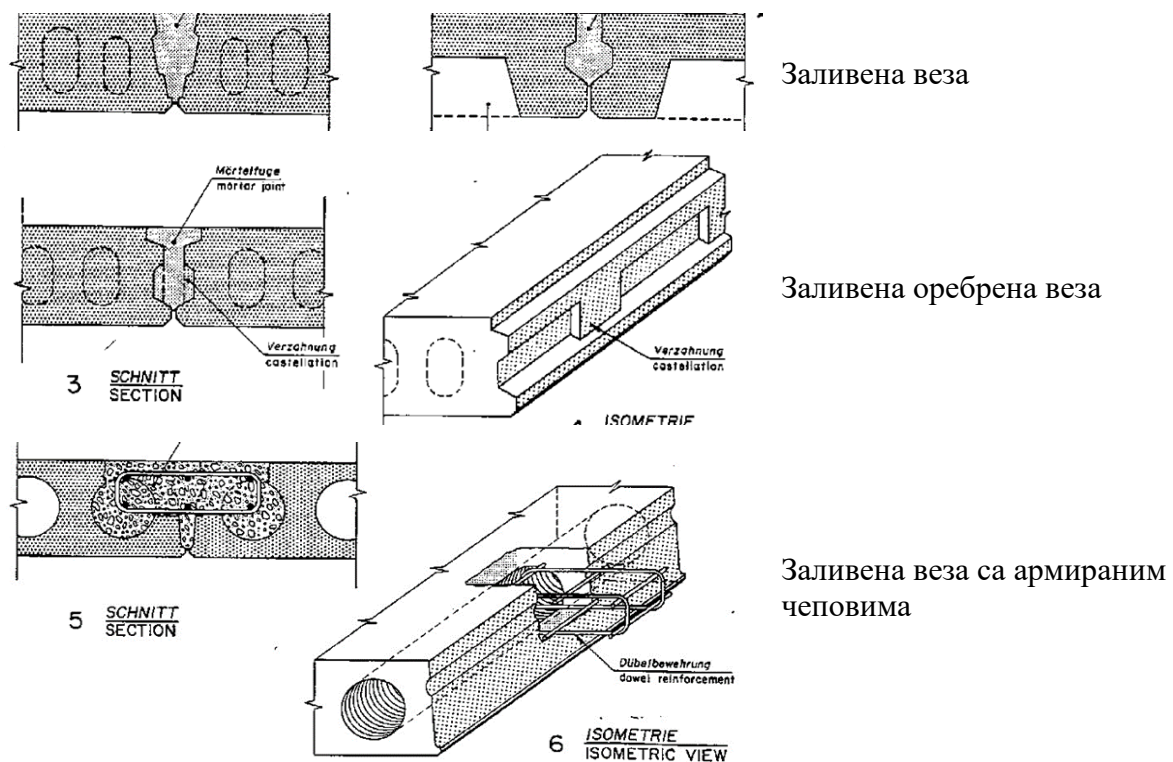
Слика 114. - Основа



- a) бетонирана (заливена) веза – заливање везе ситнозрним бетоном,
- b) заварена веза – преко челичних профила анкерисаних „брковима”,



Слика 115. - Веза панелних елемената плоче међуспрата



Слика 116. - Детаљ везе два хоризонтална панела

Питања за теоријску проверу знања

1. Предности монтажног начина градње бетонских конструкција.
2. Скелетни систем монтажних бетонских конструкција.
3. Панелни систем монтажних бетонских конструкција.
4. Ђелијски систем монтажних бетонских конструкција.
5. Детаљи веза префабрикованих бетонских елемената.

8. БЕЗБЕДНОСТ И ЗДРАВЉЕ НА РАДУ

Грађевинарство се убраја међу најризичније делатности у погледу повређивања радника и угрожавања њиховог здравља. Унапређење безбедности и заштите здравља на раду постаје један од кључних приоритета у пословању, доприносећи не само сигурнијим условима рада већ и ефикаснијем коришћењу ресурса и управљању ризиком.

С обзиром на све већи број нежељених догађаја и тежину њихових последица, неопходна је израда свеобухватних планова и програма за њихово спречавање. У условима физички захтевног рада безбедност и здравље запослених у грађевинској индустрији имају посебан значај.

Правни оквир за безбедност и здравље на раду

Устав Републике Србије члан 60. као највиши правни акт, гарантује запосленима право на достојанствене, безбедне и здраве услове рада, укључујући заштиту на раду, ограничено радно време, одмор и плаћени годишњи одмор. Ова права су загарантована и неприкосновена („Сл. гласник РС”, број 98/06).

Поред Устава, област безбедности и здравља на раду уређује низ закона, међу којима су:

- **Закон о безбедности и здрављу на раду** („Сл. гл. РС”, број 35/2023), који поставља основне принципе и мере заштите,
- **Закон о раду** („Сл. гл. РС”, број 24/2005 и касније измене), који регулише радна права и обавезе послодаваца и запослених,
- **Закон о здравственом осигурању** („Сл. гл. РС” бр. 25/2019 и 92/2023), којим се обезбеђује здравствена заштита радника,
- **Закон о пензијском и инвалидском осигурању** („Сл. гл. РС”, број 34/2003 и касније измене), који регулише права запослених у случају повреде на раду или професионалне болести, пружајући социјалну сигурност у случају привремене или трајне неспособности за рад,
- **Закон о планирању и изградњи** („Сл. гл. РС”, број 72/2009 и касније измене), који је од посебне важности за безбедност у грађевинарству, јер прописује мере заштите приликом планирања, изградње и употребе објеката, смањујући потенцијалне ризике током њиховог коришћења.

Применом ових законских оквира, грађевинска индустрија може постићи већи ниво безбедности, заштитити раднике и унапредити услове рада у складу са савременим стандардима.

8.1. ПРОЦЕДУРЕ И ПОТРЕБНА ДОКУМЕНТАЦИЈУ ЗА ИЗВЕШТАВАЊЕ ПРИЛИКОМ НЕЗГОДА ИЛИ ХИТНИХ СЛУЧАЈЕВА

Поступак и неопходна документација за извештавање у случају незгода на градилишту или хитних ситуација током извођења радова

Извештавање о незгодама на градилишту, укључујући армирачке радове, представља кључан елемент безбедносног система, јер омогућава идентификацију узрока инцидента и предузимање мера за спречавање будућих несрећа. Исправна процедура и комплетна документација осигуравају ефикасан одговор на несреће и побољшање безбедносних стандарда.

Поступак извештавања о незгодама

Брза реакција на месту незгоде

- **Обезбеђивање прве помоћи** – Приоритет је пружање медицинске помоћи повређеном раднику. У зависности од тежине повреда можда ће бити неопходно позвати хитну помоћ или организовати транспорт у болницу.
- **Изолација места несреће** – Потребно је осигурати зону несреће како би се спречиле даље повреде. Ово укључује евакуацију радника из опасног подручја и ограничење приступа месту инцидента.
- **Извештавање надлежних лица** – Одмах након незгоде неопходно је обавестити надзорника рада или службу безбедности на раду.

Пријављивање незгоде

- **Пријава инцидента** – По пружању прве помоћи, надлежне особе треба да званично пријаве незгоду надлежним органима.
- **Обавештавање инспекције рада** – У случају тежих повреда или озбиљне материјалне штете неопходно је обавестити инспекцију рада и друге релевантне институције.

Истраживање узрока незгоде

- **Детаљан преглед и анализа** – Стручни тим задужен за безбедност треба да спроведе истрагу узрока незгоде, укључујући преглед радних услова, коришћене опреме и радних процедура.
- **Документација налаза** – Свака информација мора бити документована како би се прецизно утврдили узроци инцидента и спречило његово понављање.

Извештавање на свим нивоима

- **Извештај надзорнику** – Након завршене истраге, потребно је саставити детаљан извештај који се доставља надзорнику или менаџеру пројекта.
- **Информисање радника** – Радници који су били присутни на месту инцидента или су били укључени у њега морају бити обавештени о налазима истраге и мерама које ће бити предузете.

Преглед и ревизија безбедносних мера

- **Ажурирање безбедносних процедура** – На основу налаза истраге све релевантне безбедносне процедуре треба прегледати и ревидирати како би се спречиле сличне незгоде у будућности.
- **Обука радника** – Ако је незгода резултат недовољне обуке или непрописног поступања, неопходно је организовати додатне тренинге за раднике.

Неопходна документација за извештавање

Извештај о незгоди

Формални извештај – Свако предузеће мора имати стандардан образац за пријаву незгоде. Он укључује:

- опис инцидента,
- локацију и време несреће,
- лице које је пријавило незгоду,
- информације о повређенима (ако их има),
- опис материјалне штете (ако је настала),
- почетне интервенције и мере које су предузете.

Протокол о истрази

Истражни извештај – Овај документ садржи све релевантне налазе истраге, укључујући:

- техничке и безбедносне факторе који су довели до незгоде,
- детаљан преглед коришћене опреме,
- уочене пропусте у безбедносним процедурама или обуци,
- препоруке за побољшање безбедносних мера.

Извештај о безбедносној ревизији

Анализа последица незгоде – Овај документ садржи информације о мерама које су предузете након инцидента, као и активности за превенцију будућих незгода, укључујући:

- измене безбедносних протокола,
- корекције у радним процедурама,
- додатне обуке за раднике.

Обавештавање инспекције рада

Извештај инспекцији – У случају тежих инцидената овај документ се доставља надлежним органима и укључује све релевантне информације о инциденту, резултатима истраге и предложеним мерама.

Лекарска документација (у случају повреда)

Медицински извештај – Ако је незгода довела до повреда, неопходно је обезбедити лекарску документацију која потврђује врсту и тежину повреде, као и терапију која је примењена.

Мере за превенцију будућих инцидената

- **Обавештавање целокупног тима** – Након истраге, сви радници треба да буду упознати са налазима и мерама које ће се применити како би се спречиле сличне незгоде.
- **Промоција безбедносне културе** – На основу резултата истраге потребно је радити на унапређењу безбедносне културе и стварању сигурнијег радног окружења.

Извештавање о незгодама је кључан процес који омогућава правилну анализу свих фактора који су довели до инцидента. Правилна идентификација узрока и предузимање одговарајућих мера доприносе побољшању безбедносних услова и смањењу ризика од будућих несрећа.

8.2. ПРОЦЕДУРЕ БЕЗБЕДНОГ ПРЕНОСА МАТЕРИЈАЛА И БЕЗБЕДНОГ РУКОВАЊА ОПРЕМОМ У СКЛАДУ СА ПРОПИСИМА

Безбедне процедуре у преносу материјала и руковању опремом за армирачке радове

Безбедност радника на градилишту зависи од правилних процедура за пренос материјала и руковање опремом за армирање. Придржавање ових процедура спречава повреде и оштећења опреме, чиме се побољшава безбедност и ефикасност рада.

Планирање и припрема

- **Процена ризика:** пре почетка рада неопходно је извршити процену ризика, узимајући у обзир тежину материјала, терен, услове рада и потенцијалне опасности.
- **Обезбеђење исправне опреме:** сва опрема, укључујући дизалице, траке, ужад и друга помагала, мора бити технички исправна и сертификована за употребу.
- **Обучавање радника:** сви радници морају бити адекватно обучени за безбедно руковање материјалом и правилну употребу опреме.

Пренос материјала

- **Употреба одговарајуће опреме:** челичне шипке и други тешки армирачки материјали морају се преносити уз помоћ дизалица, ваљака и стегача.
- **Равномерна расподела тежине:** тежина терета мора бити правилно распоређена како би се спречиле незгоде и оштећења.
- **Безбедан пренос на кратке удаљености:** за ручни пренос треба користити сигурносне траке и одговарајуће алате како би се избегли нежељени инциденти.

Руководство радом

- **Постављање сигурносних знакова и ограда:** обележавање подручја у којима се врши пренос тешког материјала је неопходно ради заштите других радника.
- **Контрола кретања:** одређивање безбедних путева за транспорт материјала како би се спречило угрожавање других радника на градилишту.

Одржавање опреме

- **Редовне провере:** опрему попут дизалица, трактора и стега потребно је често прегледати како би се осигурала њихова исправност.
- **Благовремена замена оштећених делова:** оштећене компоненте треба одмах заменити или поправити како би се спречиле несреће.

Коришћење личне заштитне опреме (ЛЗО)

- **Основна заштита:** сви радници морају носити заштитне шлемове, наочаре и чизме како би се смањило ризик од повреда.
- **Додатна заштита:** код рада са тешким материјалима, неопходна је употреба заштитних рукавица и сигурносних појасева.

Тимска координација

- **Јасна комуникација:** Оператери опреме, радници и надзорници морају бити у сталној комуникацији како би се осигурао безбедан рад.
- **Поступање у ванредним ситуацијама:** Сви радници треба да буду обучени за реаговање у хитним случајевима и пружање прве помоћи.

Доследна примена ових процедура значајно смањује ризик од повреда и омогућава сигурно и ефикасно руковање материјалима и опремом у армирачким радовима.

8.3. ВРСТА ОПРЕМЕ ЗА РАД НА ВИСИНИ И БЕЗБЕДНЕ МЕТОДЕ КОРИШЋЕЊА ОПРЕМЕ ЗА РАД НА ВИСИНИ

Рад на висини у армирачким радовима може бити опасан ако се не користи одговарајућа опрема и ако се не примењују безбедносне методе. За безбедно извођење

радова на висини, као што су постављање арматуре на високим конструкцијама, неопходно је користити специјализовану опрему која ће минимизирати ризик од повреда и несрећа. У овом контексту опрема и безбедне методе треба бити изабране с посебним пажњом на услове рада и врсту радова који се изводе.

Врсте опреме за рад на висини при армирачким радовима

Скеле

Типови скела: Скеле се користе као платформи за раднике који раде на висини, а могу бити различитих врста:

Мобилне скеле: Скеле на точковима које се могу лако премештати, погодне за рад на мањим висинама.

Постављене скеле: Статичне скеле које се постављају на месту и користе за рад на већим висинама, као што су фасаде или велики бетонски делови конструкција.

Цевне и алуминијумске скеле: Најчешће коришћене за рад на висини у изградњи, укључујући армирачке радове.



Слика 117. - Мобилна скела



Слика 118. - Лестве

Лестве

Стандардне и подупрте лестве: Лестве се користе за лакши приступ висинама, али морају бити исправно постављене и осигуране како би се избегли падови.

Теле скеле: Погодне су за приступ неким нејасним позицијама и ако је потребан рад на мањим висинама.



Слика 119. - Постављена скела



Слика 120. - Цевна алуминијумска скела

Појасеви и сигурносни системи

Сигурносни појасеви: Појасеви са везивањем за сигурносне тачке (на пример, челичне конструкције или стубове) користе се за заштиту радника од пада.

Системи за заштиту од пада: Системи који укључују појасеве са уређајима за обуздавање пада (парашутски системи) који помажу у спречавању повреда у случају пада.

Сигурносни каблови и ужад: У овим системима користе се чврсти каблови и ужад који омогућавају раднику да се заштити док се креће по висини.



Слика 121. - Опрема за рад на висини

Платформе и подијуми

Платформе и подијумске конструкције: За веће висине и тежи рад на висини, платформе са платформама или подијумима могу бити изграђене тако да омогуће стабилну основу за рад.

Техничка опрема

Покретне платформе за рад на висини (МЕВ): Ово су хидрауличне платформе које омогућавају рад на висинама и могу се подићи на различите висине. Оне се користе за радове на великим висинама у конструкцији, као што је армирање бетонских конструкција.

Дизалице и подизање: У неким случајевима, када су висине веома велике или када је потребно преносити тешке арматурне шипке, користе се дизалице, подизачи и системи за пренос терета.



Слика 122. - Висећа радна платформа

Безбедне методе за рад на висини при армирачким радовима

Обука и едукација

- Обука радника: Сви радници који раде на висини морају бити обучени за безбедно коришћење опреме за рад на висини, као и за препознавање ризика од пада.
- Редовне обуке за безбедност: Потребно је редовно организовати обуке за безбедност, које укључују теоријски и практични део рада на висини.

Препоруке за рад са скелама

- Проверите скеле пре почетка рада: Скеле треба редовно проверити на оштећења или нестабилност. Ако су оштећене или ако имају нестабилне делове, морају бити одмах уклоњене из употребе.
- Правилно постављање скела: Скеле морају бити правилно постављене и осигуране, као и одговарајуће повезане у складу са упутствима произвођача.
- Коришћење заштитних ограда: Скеле треба имати заштитне ограде на ивицама како би се спречило падање радника или материјала.

Поступци при коришћењу појасева за безбедност

- Постављање сигурносних појасева: Појасеви треба да буду правилно постављени на сигурним тачкама (као што су челични стубови или чврсте конструкције), а радник мора бити обучен да их користи.

- Рад на висини уз осигурање: Радник мора увек бити осигуран за време рада на висини. Ово подразумева да појас мора бити прикључен на сигурносне тачке.
- Редовне проверке опреме: Појасеви, ужад и остала опрема за безбедност морају бити редовно проверавани на знаке хабања или оштећења.

Правила за рад на висини

- Не радити на висини без стручног надзора: Приликом радова на висини, раднике мора надгледати стручна особа која је одговорна за безбедност.
- Примена принципа 3-тачке ослоња: Када радник користи скелу или леству, важно је да увек одржава три тачке ослоња (две руке и једна нога или две ноге и једна рука).
- Рад на скелама и платформама: Приликом рада на скелама, платформама и подијумима, радници не смеју да преоптерећују конструкцију или да стоје на ивицама без заштите.

Оцене ризика

- Процена опасности: Пре сваког рада на висини, треба извршити процену ризика која укључује процену опасности од пада, клизања, падајућих предмета и других потенцијалних опасности.
- Испитивање времена и услова: Радећи на висини, важно је проценити временске услове (ветар, киша, снежни услови) који могу утицати на безбедност рада.

Примена сигурносних мрежа и заштита од падајућих предмета

- Монтирање сигурносних мрежа: У подручјима где постоји ризик од падања материјала, треба поставити сигурносне мреже како би се заштитили радници и пролазници.
- Заштита од падајућих предмета: Материјали треба бити добро осигурани или постављени тако да се спречи њихово померање и пад.

Закључак

Рад на висини у армирачким радовима захтева употребу специјализоване опреме и стриктно придржавање безбедносних процедура. Скеле, сигурносни појасеви, платформе и друга техничка опрема су од суштинског значаја за заштиту радника. Правилна обука, редовне провере опреме и процене ризика су кључне за смањење опасности и спречавање несрећа на градилишту.

8.4. ВРСТЕ ХТЗ ОПРЕМЕ КОЈА СЕ КОРИСТИ НА РАДНОМ МЕСТУ

ХТЗ опрема (хигијенско-техничка заштита) је неопходна за безбедан рад радника, посебно у индустрији, као што су армирачки радови, где постоји ризик од повреда услед рада са тешким материјалима, оштрим предметима, као и других механичких и физичких опасности. Врсте ХТЗ опреме која се користи за армирачке радове укључују следеће категорије:

Заштита главе

Шлемови: Заштитни шлемови су основна ХТЗ опрема која штити радникову главу од удара предмета који могу пасти са висине, као и од других механичких повреда. Они треба да буду опремљени и са заштитом од удара и пробијања.

Типови: Постоје различити типови шлемова у зависности од специфичности радова: заштитни шлемови са визиром (заштита од прашине и честица), скелетни шлемови (за рад на висини).



Слика 123. - Шлемови

Заштита очију и лица

Заштитне наочаре и визир: Заштитне наочаре су неопходне за заштиту очију од прашине, летљивих честица и других оштрих предмета који могу да изазову повреде. Визир и наочаре су такође корисни када радник рукује арматурним материјалом који може испустити металне честица при обради.



Слика 124. -
Визир



Слика 125. - Наочаре са
маском



Слика 126. - Наочаре

Маске: Ако је на радном месту присутна опасност од хемикалија или јаких прашина, маске са филтерима за праšину или заштита од гасова могу бити неопходни.



Слика 127. - Маске

Заштита руку

Рукавице: Рукавице су један од кључних елемената заштите у армирачким радовима, јер помажу у спречавању повреда од резања, пробијања и огреботина при раду са оштрим арматурним шипкама, жицама и другим материјалима.

Типови рукавица:

- радне рукавице: Заштита од механичких повреда,
- заштитне рукавице од хемикалија: Ако се користе хемикалије на градилишту, ове рукавице обезбеђују заштиту од контакта са токсичним супстанцама.



Слика 128. - Рукавице

Заштита стопала

Заштитне чизме или ципеле: чизме са челичним прстом или појачаним дном заштите стопала од падајућих предмета или оштрих предмета који могу пробити обућу. Чизме треба да буду отпорне на воду и хемијске супстанце ако се рад изводи у таквим условима.

Типови чизама (ципела):

- чизме са челичном капом, за заштиту од механичких удара,
- чизме отпорне на преломе, за рад у подручјима где постоји ризик од пада тешких материјала.



Слика 129. - Чизме и ципеле

Заштита од пада са висине

Системи за заштиту од пада (појасеви, ужад и појасеви за безбедност): Ови системи користе се када радници раде на висини. Системи укључују појасеве за безбедност који се причвршћују за сигурносне тачке на градилишту, као и ужад за заштиту од пада.

Типови система за заштиту од пада:

- анти-пад системи: Појасеви који укључују стезање ужадом и система за обуздавање падова,

- појасеви са самозатворним механизмом: Механизам који омогућава раднику да се аутоматски заштити у случају пада.

Заштита тела

Радне јакне и комбинезони: Радне јакне или комбинезони штите тело од прљавштине, оштрих предмета и могу се користити у хладним условима. Могу бити направљени од отпорних материјала који спречавају повреде.

Типови:

- радни комбинезони: За општу заштиту од механичких повреда и нечистоћа,
- заштитна одећа за високе температуре: Ако су радници изложени високим температурама, ова одећа ће их штитити од опекотина.



Слика 130. - Радно одело

Заштита слуха

Чепови за уши и слушне заштите: Ако се рад у армирачким радовима одвија у бучним условима (на пример, коришћење алата за сечење арматуре или ударних алата), важно је користити заштиту слуха како би се спречила оштећења слуха.

Типови:

- чепови за уши: Лаки и удобни, користе се за заштиту од буке,
- блокаторе буке (наушнице): За веће нивое буке, блокирање више од 30-35 dB.



Слика 131. - Слушалице

Заштита од падајућих предмета

Заштитне мреже: За заштиту радника од падајућих арматурних шипки или других тешких материјала, на градилиштима се постављају сигурносне мреже које заустављају материјале пре него што дођу до радника на земљи.

Заштитне ограде и сигурносне баријере: Постављање ограда и баријера око радних зона може спречити пад предмета са висине.

Заштита од временских услова

Заштита од хладноће, врућине и кише: У зависности од услова рада радници могу користити различите врсте одеће и опреме, као што су:

- ветровке, кишне плаштови и наметачи, за рад у кишним или ветровитим условима,
- термалне јакне и рукавице, за рад у зимским условима.

8.5. МОГУЋИ УЗРОЦИ ЗА ИЗБИЈАЊЕ ПОЖАРА, МЕТОДЕ И ПРОЦЕДУРЕ ЗА СПРЕЧАВАЊЕ ПОЖАРА

Избијање пожара на градилишту, нарочито у сектору армирачких радова може бити веома опасно и изазвати озбиљне последице. Препознавање могућих узрока пожара и предузимање одговарајућих мера и процедура за спречавање пожара може значајно смањити ризик и осигурати безбедност радника и имовине.

Могући узроци за избијање пожара:

Неисправни електрични уређаји и инсталације

- Кратки спојеви и преоптерећени електрични уређаји: На градилишту се користе бројни електрични уређаји и алати који могу постати неисправни или се могу прекомерно оптеретити, што доводи до кратког споја.
- Неисправни каблови и инсталације: Старе или оштећене електричне жице могу изазвати искрење које може довести до пожара.

Присуство запаљивих материјала

- Запаљиви материјали (плин, горива и хемикалије): На градилишту се често користе гориве супстанце, као што су бензин, дизел, растворници и други хемикалије које могу бити запаљиве.
- Грађевински материјали: Одређени материјали, попут стаклених влакана или других лаких запаљивих материјала могу лако изазвати пожар ако нису правилно складиштени или руковати с њима.

Погрешно складиштење и руковање горивима

- Неправилно складиштење запаљивих течности: Пошто се на градилиштима користе горива (дизел, бензин итд.), њихово неправилно складиштење може довести до опасности од пожара.
- Неадекватно складиштење гаса: Гасни цилиндри или контејнери могу бити непредвидиво испуштени ако се не складиште у складу са прописима.

Пожарна опасност услед варења, сечења и других термичких процеса

- Варење и сечење: Када радници користе апарате за варење или сечење метала, могу се појавити искре које изазивају пожар ако се на месту налазе запаљиви материјали.

- Загревање опреме: Одређени алати и машине могу се прегрејати, што може довести до запаљења.

Неправилно одржавање и чишћење опреме

- Накупљање горивих материјала и отпада: Ако се на градилишту акумулирају отпадни материјали попут дрвета, папира, пластике и других запаљивих супстанци, то може бити потенцијални извор пожара.

Погрешна употреба пиро-техничких материјала

- Пиротехнички материјали: Користе се у неким грађевинским радовима, а ако се не користе правилно или ако су неправилно складиштени, могу изазвати пожар.

Метода и процедуре за спречавање пожара:

Спречавање електричних пожара

- Редовне инспекције електричних инсталација: Свим електричним инсталацијама и уређајима треба се редовно проверавати да ли су исправни. Треба избегавати преоптерећење електричних уређаја.
- Коришћење сертификоване опреме: Свима који раде са електричним уређајима треба да буду доступни само уређаји који су у складу са безбедносним стандардима.
- Избегавање оштећења каблова: Каблови треба да буду постављени на безбедан начин, тако да не дође до њиховог механичког оштећења.

Складиштење запаљивих материјала

Складиштење горивих и хемикалија у одговарајућим условима: Сви запаљиви материјали треба да буду складиштени у одговарајућим резервоарима, складиштима која су отпорна на пожар и која имају адекватну вентилацију.

- Обележавање складишта: Складишта са запаљивим материјалима треба да буду јасно обележена знаковима за опасност и да буду удаљена од других радних зона.

Коришћење безбедних метода при варењу и сечењу

- Коришћење ватроотпорних материјала: На радном месту где се врши варење, сечење или слични процеси, треба користити ватроотпорне завесе или покриваче који ће заштитити околину од искри.
- Обезбеђивање средстава за гашење: Увек треба имати при руци средства за гашење пожара као што су ватра-апарати, песак или вода када се врше термички процеси.
- Изолација радне зоне: Радници који обављају овакве активности морају бити свесни да одржавају сигурну дистанцу од запаљивих материјала и да их уклоне пре почетка радова.

Одржавање чистоће радног простора

- Чишћење радних површина: Одвођење отпада и неупотребљивих материјала са градилишта и чишћење подова и радних зона од запаљивих супстанци.
- Уклањање флашираног отпада: Флаширан отпад као што су пластика и картон треба одмах уклонити из радне зоне.

Обучавање радника

- Обавезна обука радника: Радници треба да буду обучени о опасностима од пожара, као и о томе како да поступе у случају пожара. Ово укључује употребу апарата за гашење, процедура за евакуацију и понашање у критичним ситуацијама.
- Симулиране вежбе евакуације: Периодичне вежбе евакуације за раднике и особље на градилишту како би се осигурало да су сви упознати са планом евакуације у случају пожара.

Планирање и припрема за пожар

- Уградња система за рано упозоравање на пожар: Уградити детекторе дима и температурне сензоре у радне зоне које су посебно подложне пожару.
- Допреме за гашење пожара: У свим радним зонама, посебно у подручјима са високим ризиком, морају бити доступна одговарајућа средства за гашење пожара (ватрогасни апарати, цеви, воде и песак).
- Израда планова за управљање пожарима: На сваком градилишту треба бити израђен план за спречавање пожара и поступке у случају пожара, укључујући тачно познавање локације свих уређаја за гашење пожара.

Пожарна сигурност и контрола

- Контрола свих могућих извора опасности: Контролисати све могуће ризике од пожара, укључујући опрему за рад, материјале на градилишту, као и небезбедне радне поступке.
- Инспекције и редовне процене ризика: Извршити редовне инспекције градилишта како би се осигурало да се поштовање безбедносних стандарда у вези са пожарима одржава и на највишем нивоу.

Питања за теоријску проверу знања

1. Процедура и документација за извештавање приликом незгоде на раду.
2. Која је процедура код безбедног преноса материјала?
3. Врсте опреме за рад на висини.
4. Врсте ХТЗ опреме која се користи на радном месту.
5. Узроци настајања пожара.

9. ЗЕЛЕНА ГРАДЊА И ЕКОЛОШКИ МАТЕРИЈАЛИ



9.1. ЗЕЛЕНА ГРАДЊА: ОДРЖИВО И ЕФИКАСНО ГРАЂЕЊЕ ЗА БУДУЋНОСТ

Зелена градња, позната и као одржива или еко-градња, подразумева примену еколошких принципа у пројектовању, изградњи и коришћењу објеката. Њен главни циљ је смањење негативног утицаја на животну средину кроз коришћење енергетски ефикасних решења, смањење потрошње воде и енергије, смањење емисије угљен-диоксида и смањење отпада. Овај приступ не само да чува природне ресурсе већ и побољшава квалитет живота корисника објеката.

Кључни принципи зелене градње

Енергетска ефикасност - Основни принцип зелене градње је смањење енергетске потрошње током животног века зграде. Ово се постиже применом пасивног дизајна, који оптимално користи природне изворе енергије попут сунца и ветра, као и уградњом енергетски ефикасних система, попут соларних панела, геотермалних пумпи и квалитетне изолације. Пасивни дизајн подразумева оптимално позиционирање стаклених површина, оријентацију зграде и примену пасивних метода хлађења, што смањује потребу за додатним грејањем и климатизацијом. Савремени тренд у зеленој градњи су зграде са нултом енергијом, које производе онолико енергије колико и троше, често комбиновањем обновљивих извора енергије и ефикасног дизајна. Осим што утичу на уштеду енергије, ови објекти се хармонично уклапају у природно окружење кроз зелене кровове, биодиверзитет и одрживе пејзажне пројекте.

Коришћење одрживих материјала - Зелена градња подстиче употребу еколошки прихватљивих и обновљивих материјала, као што су бамбус, конопља, рециклирани материјали и они са ниском емисијом угљен-диоксида током производње. Посебан акценат се ставља на избегавање материјала са штетним хемијским испарењима. Све више произвођача развија материјале који доприносе смањењу емисије CO₂, чиме се градња усклађује са циљевима климатске неутралности. Такође, зелени кровови, који омогућавају природну изолацију и подржавају локални биодиверзитет, све више добијају на значају.

Рационална употреба воде - Очување водних ресурса је још један кључни елемент зелене градње. Употребом система за прикупљање кишнице, ефикасних уређаја за штедњу воде и напредних система за наводњавање, значајно се смањује потрошња воде, посебно у урбаним подручјима. С обзиром на то да више од

четвртине светске популације нема приступ чистој води, рационално управљање овим ресурсом постаје приоритет у савременој архитектури и грађевинарству.

Здравље и добробит корисника - Један од главних циљева зелене градње је стварање здравог и пријатног окружења за људе. Ово се постиже употребом природног осветљења, квалитетне вентилације, тераса, зелених површина и нетоксичних материјала. Додатно, зелена градња подстиче одговорно управљање отпадом, рециклажу и поновну употребу грађевинских материјала, чиме се смањује количина отпада на депонијама.

Зелена градња представља будућност архитектуре и грађевинарства, омогућавајући одрживији развој, очување природних ресурса и побољшање квалитета живота.

Композитна арматура уместо челика

Због велике затезне чврстоће (1100 МПа), композитна арматура може заменити челичну арматуру већег пречника. На пример, челичној арматури пречника 8 mm одговара композитна арматура пречника 6 mm. Доступни су сви пречници од 4 до 32 mm.

Кључне предности композитне арматуре:

- **велика уштеда материјала** – у односу на челичну арматуру смањује потрошњу и до **50%**,
- **изузетна затезна чврстоћа** – **дупло већа од челичне** (1100 МПа),
- **изузетно мала тежина** – **10 пута лакша** од челичне арматуре,
- **неагресивна за бетон** – због нерђајућих својстава продужава век трајања конструкција,
- **одлична термичка и електромагнетна изолација** – не проводи топлоту, радио ни магнетне таласе,
- **једноставан транспорт и складиштење** – због мале тежине и еластичности може се чувати и транспортовати у калемовима, што додатно смањује трошкове.

Примена композитне арматуре

- **Грађевинарство** – темељи, кошуљице, индустријски подови, монолитни темељи.
- **Лаки и тешки бетони** – пенобетон, бетонске плоче, бетонске табле,
- **инфраструктура** – мостови, путеви, улице, тротоари, ивичњаци, ограде, стубови, потпоре.
- **Поморске и лучке структуре** – учвршћивање обала, докова, приобалних грађевина.
- **Железничка инфраструктура** – арматура за пруге и бетонске прагове.

Композитна арматура је материјал будућности – лакша, јача и исплативија алтернатива челика у савременој градњи.

Еколошки прихватљива арматура у грађевинарству је важан аспект одрживе градње, јер омогућава смањење утицаја на животну средину уз задржавање конструктивне чврстоће и трајности. Неколико примера еколошки прихватљиве арматуре:

Базалтна арматура (BFRP – Basalt Fiber Reinforced Polymer)

Базалтна арматура се производи од базалтних влакана добијених топљењем вулканских стена. Ова влакна се затим обликују у нити које се везују полимерним смолама. Овај материјал представља поуздану алтернативу традиционалној металној арматури, с обзиром на своје бројне предности.

Предности базалтне арматуре

Базалтна арматура има бројне предности у односу на традиционалну челичну арматуру, што је чини изузетно корисном у савременој градњи.

- **Висока поузданост** - Базалтна арматура може да издржи и до 2,5 пута већа затезна оптерећења у поређењу са челичним шипкама истог пречника. Ова особина је чини идеалним избором за ојачавање темеља и зидова.
- **Мала тежина** - Густина базалтне пластике је 4 - 5 пута мања у односу на челик, што значајно смањује укупну тежину конструкција и олакшава рад са њом.
- **Једноставна монтажа и транспорт** - Због мале тежине базалтна арматура поједностављује логистику и монтажу, што директно смањује трошкове ових процеса.
- **Отпорност на корозију** - Као и код других врста композитне арматуре, базалтна арматура је изузетно отпорна на корозију, што продужава век трајања објеката у којима се користи.
- **Термичка и хемијска отпорност** - Отпорна је на високе температуре и агресивна хемијска окружења, што је чини идеалном за специфичне индустријске и грађевинске примене.
- **Еприхватљивост** - Производња базалтне арматуре троши мање енергије у односу на производњу челичне арматуре, што је чини еколошки одрживијим решењем.

Области примене:

- **изградња темеља** – идеална за темеље стамбених, индустријских и инфраструктурних објеката,
- **путна инфраструктура** – користи се у изградњи мостова, путева, ивичњака и бетонских паркинга,
- **лучке и приобалне конструкције** – због отпорности на влагу и корозију, примењује се у марилама и доковима,
- **железничка инфраструктура** – употребљава се за ојачавање пруга и железничких прагова,
- **пољопривреда** – користи се у изградњи пластеника и винограда,
- **објекти у агресивним срединама** – погодна за хемијске фабрике и метро системе.

Производња базалтне арматуре

Базалтна влакна се добијају из различитих стена, као што су базалт, амфиболит и базанит, често уз мешавину ових минерала. Влакна се производе у више фаза коришћењем специјалних високотемпературних пећи. Крајњи резултат је базалтна пластика – савремени грађевински материјал који нема директне аналоге у грађевинарству.

Закључак

Базалтна арматура представља револуцију у грађевинским материјалима. Њена мала тежина, велика отпорност и еколошка прихватљивост чине је савршеним избором за широк спектар примена. Са све већом потребом за трајним и одрживим грађевинским решењима, базалтна арматура се намеће као материјал будућности.



Слика 132. – Базалт - пластична арматура

Стаклопластична арматура (GFRP – Glass Fiber Reinforced Polymer)

Стаклопластична арматура се производи од стаклених влакана пресвучених полимерним смолама. Овај материјал представља напредну алтернативу традиционалној челичној арматури, нудећи бројне техничке и економске предности.

Предности стаклопластичне арматуре

- **Висока отпорност на корозију и хемикалије** – идеална за примену у агресивним срединама.
- **Мала тежина** – до 75% лакша од челика, што поједностављује транспорт и монтажу.
- **Висока затезна чврстоћа** – ова арматура је двоструко јача од челичне.
- **Нема магнетна својства** – погодна за употребу у зградама са осетљивом електроником (болнице, лабораторије).
- **Економичност** – до 40% јефтинија од традиционалне челичне арматуре.

Примена

- **Бетонске конструкције изложене морској води** – идеална за приобалне и лучке структуре.
- **Тунели и подземне грађевине** – због своје отпорности на хемикалије и влагу,
- **Хемијска индустрија** – отпорна на агресивне супстанце и хемијске агенсе.
- **Изградња мостова и путева** – корисна за носеће конструкције, ивичњаке, стубове и заштитне ограде.
- **Железничка инфраструктура** – погодна за јачање пруга и бетонских прагова.
- **Индустријски подови и монолитни темељи** – обезбеђује дуготрајност и отпорност на механичке утицаје.

Будућност грађевинарства – еколошка арматура

Са порастом броја становника и потребом за одрживим грађевинским материјалима, стаклопластична арматура постаје једно од најперспективнијих решења. Њена велика механичка отпорност, дуготрајност, антикорозивна својства и економичност доприносе широј примени у модерној архитектури и инфраструктурним пројектима.

Захваљујући комбинацији лакоће, чврстоће и отпорности, стаклопластична арматура представља савремену замену за традиционални челик, обезбеђујући дуготрајност и смањене трошкове одржавања.



Слика 133. - Композитна арматура од стаклених влакана

Арматура од рециклираног челика – еколошко решење за грађевинарство

Арматура произведена од рециклираних челичних материјала значајно смањује потрошњу природних ресурса и доприноси еколошки одрживој градњи.

Челик се може добити топљењем гвоздене руде и угља у високим пећима или рециклажом челичног отпада у електричним пећима. Практика рециклаже челика датира још из времена Римског царства, када су војници прикупљали остатке оружја са бојишта и претапали их у ново.

Једна од највећих предности челика је што се може бесконачно рециклирати без губитка квалитета. Најчешће се од рециклираног челика производе арматура, жице, ексери и метални профили, што га чини изузетно важним материјалом за модерну индустрију и грађевинарство.

Предности

- Смањена емисија CO₂ у поређењу са традиционалном производњом челика.
- Иста механичка својства као класична челична арматура.
- Подржава циркуларну економију и смањује отпад у грађевинском сектору.

Примена

Користи се у свим врстама армирано-бетонских конструкција, као одржива алтернатива класичној челичној арматури.

Бамбус као арматура – одржива алтернатива челику

Бамбус је природни, обновљиви материјал који се све више користи као замена за челичну арматуру, посебно у нискоградњи.

Предности:

- брзо обновљив ресурс – расте и до 1 метар дневно,
- висока затезна чврстоћа – приближна челику,
- биолошки разградив и еколошки прихватљив,
- лаган, лак за транспорт и обраду.

Примена

Идеалан за лакше грађевинске конструкције, посебно у подручјима са нижом економском моћи и земљотресним зонама.

Бамбус – будућност армираног бетона у земљама у развоју

Земље у развоју имају високу потражњу за армираним бетоном, али често немају ресурсе за производњу челика. Да би се избегла зависност од глобалног тржишта, сингапурска лабораторија Future Cities развила је алтернативу – бамбус као арматуру.

По питању затезне чврстоће, бамбус надмашује већину материјала, укључујући и челичну арматуру. Ову особину дугује шупљој, цевастој структури, која му је омогућила да еволуира миленијумима, прилагођавајући се ветровима и природним непогодама.

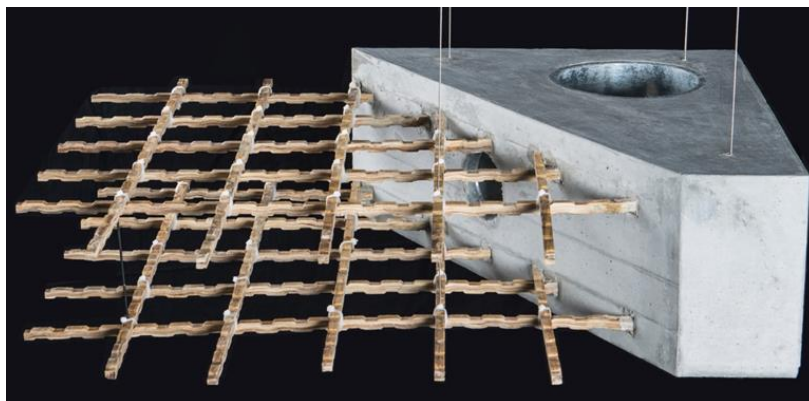
Бамбус је погодан материјал јер је лак за транспорт, једноставан за сечење и изузетно јефтин. Због брзог раста и способности апсорпције CO_2 , његова употреба у грађевинарству може помоћи у смањењу утицаја на животну средину.

Изазови у употреби бамбуса

- Скупљање и ширење услед температурних промена и апсорпције воде.
- Подложност биолошкој разградњи, као и код других природних материјала.

Future Cities лабораторија наставља истраживања како би пронашла најбоље начине за употребу бамбуса као конструктивног материјала. Први експерименти већ су дали врло обећавајуће резултате.

Ово није прва иницијатива за проналазак алтернативе челику – поред бамбуса, тестирају се и текстилни бетон, као и комозитна арматура, који су се у пракси показали веома ефикасним.



Слика 134. - Бамбус као арматура

Еколошки прихватљив бетон је материјал који смањује негативан утицај на животну средину, смањујући емисију угљен-диоксида, потрошњу природних ресурса и енергетске трошкове производње. Ево неколико примера таквог бетона који се користи у армирано-бетонским конструкцијама:

- **Бетон са додатком летећег пепела**

Побољшање својстава бетона додатком летећег пепела из термоелектрана за примену у геотермалним системима.

Електричну енергију у Србији претежно обезбеђују термоелектране. Свих једанаест термоелектрана у Србији користе угаљ, углавном лигнит, у процесу производње електричне енергије, чиме се годишње генерише око 6 милиона тона летећег пепела. Процењена количина летећег пепела из термоелектрана, акумулирана на депонијама у Србији, прелази 200 милиона тона.

С друге стране, последњих деценија, поштовање принципа еколошки одрживог развоја постало је обавеза за различите индустрије, укључујући и грађевинску.

Захваљујући присуству аморфног SiO_2 и Al_2O_3 , pepeo као пуцолански материјал погодан је за производњу бетона и малтера. Стога се правилном употребом летећег пепела могу очекивати вишеструки позитивни ефекти – смањење депонија и побољшање својстава бетона.

Идеја овог истраживања је анализирање могућности рециклирања летећег пепела из термоелектрана тако што ће делимично заменити уобичајени минерални пуниоц – кречњак, у производњи самозбијајућег бетона (SCC). Упоредна су својства конвенционалног SCC са кречњаком и композиција са различитим садржајем пепела. Пошто је у случају додатка летећег пепела неопходно да се задовоље захтеви за SCC, као и да својства бетона остану иста или побољшана, ова студија је показала да се све дизајниране смеше могу користити за конструкцијске примене.

Летећи pepeo је нуспроизвод термоелектрана, који се користи као замена за цемент у бетону.

Предности:

- смањује употребу цемента, чиме се смањује емисија CO_2 ,
- побољшава обрадивост и чврстоћу бетона,
- смањује количину индустријског отпада,
- повећава отпорност бетона на агресивне хемијске услове.

Примена

Користи се у темељима, мостовима, путној инфраструктури и високоградњи.

- **Бетон са додатком згуре (Slag Concrete)**

Згура је нуспроизвод металуршке индустрије, који се додаје у бетон као замена за цемент.

Предности:

- значајно смањује употребу цемента и емисију CO_2 ,
- побољшава трајност и отпорност бетона,
- смањује потребу за природним агрегатима,
- има бољу отпорност на сулфате и хлориде.

Примена

Користи се у објектима изложеним агресивним срединама, као што су марине, резервоари, тунели и индустријске хале.

- **Самозбијајући бетон (Self-Compacting Concrete – SCC)**

Самозбијајући (самоуграђујући) бетон (SCC – self-compacting concrete) је савремена врста ливеног бетона који у потпуности испуњава оплату и простор између шипки арматуре искључиво под дејством силе гравитације, односно сопствене тежине. Смеша има изузетно високу флуидност (течну конзистенцију), а истовремено се одликује високом хомогеношћу и отпорношћу на сегрегацију.

Висок степен флуидности постиже се применом адитива типа хиперпластификатора, односно адитива за редукацију количине воде, док се хомогеност смеше и отпорност на сегрегацију побољшавају већим уделом минералних додатака – филера (првенствено електрофилтерског пепела, силикатне прашине и мленене згуре), као и адитива за модификацију вискозитета. Оквирни састав SCC-а је: 10% цемента и филера, 30% ситног и крупног агрегата, и 20% воде, течних адитива и увученог ваздуха. Водоцементни фактор је приближно 0,35 – 0,4, а агрегат који се користи, најчешће има максимално зрно

величине 20 – 25 mm (ретко до 40 mm). У структури очврслог SCC-а присутна је већа количина цементног камена, који је захваљујући великом уделу филера бољег квалитета.

Технолошки процес производње

Производња самозбијајућег бетона не разликује се значајно од производње класичног бетона, али захтева већу прецизност у дозирању компоненти. У зависности од конкретне рецептуре, припрема се може обавити додавањем крупнијег агрегата у раније припремљен малтер, двостепеним дозирањем воде или истовременим додавањем свих компоненти. Хомогенизација смеше траје дуже него код класичних рецептура.

Оплате у које се уноси овај бетон морају бити квалитетне, са добром херметичношћу спојева панела. Због велике флуидности смеше, пумпање бетона је знатно олакшано. Размак између места за уношење бетона у оплату може бити до 10 m, а вертикални слободни пад не сме бити дужи од 5 m. Веза између старог и новог бетона на радним спојницама је боља него код класичног бетона. Ако током бетонских радова дође до краћег прекида, уграђени бетон треба „пробудити” лаганим ударцима пре него што се настави са додавањем новог бетона.

Самозбијајући бетон брже очвршћава и осетљивији је на спољне температуре од обичног бетона, па је неопходно започети негу одмах по завршној обради површине.

Предности и примена

Поред конструктивних разлога за примену (олакшана уградња у елементе са густом арматуром), SCC омогућава бржу и једноставнију изградњу, што доводи до значајних економских уштеда – мање потрошње енергије, краћег ангажовања механизације и смањене потребе за квалификованом радном снагом.

Овај бетон има високу течност и не захтева вибрирање, што смањује употребу механизације.

Предности:

- смањује потрошњу енергије током уградње,
- смањује ниво буке на градилишту,
- обезбеђује бољу компактност и дужи век трајања конструкције.

Примена

Користи се у сложеним армирано-бетонским конструкцијама са густом арматуром, мостовима и високим зградама.

– Рециклирани бетон (Recycled Aggregate Concrete - RAC)

Рециклирани бетон представља одрживо решење у грађевинској индустрији, где се природни агрегати делимично или у потпуности замењују рециклираним бетонским шутом. Ово доприноси смањењу експлоатације природних ресурса, као и количине грађевинског отпада.

Годишње у Европској унији настане око 850 милиона тона грађевинског отпада, при чему бетонски шут чини значајан део. Одлагање овог отпада постаје све теже, нарочито у густо насељеним земљама. Рециклацијом бетона се смањује потреба за вађењем нових агрегата, чиме се умањује утицај на животну средину и емисија CO₂.

Рециклирани бетон садржи агрегат са остацима старог цементног камена, што утиче на његову тежину, чврстоћу и друге механичке особине. Истраживања су у току како би се унапредиле његове карактеристике и омогућила широка примена у грађевинској пракси.

Предности:

- смањује потребу за природним ресурсима (шљунак и песак),
- смањује количину грађевинског отпада,
- смањује емисију CO₂ повезану са транспортом агрегата.

Примена

Користи се у нискоградњи, изградњи коловозних конструкција и као подлога за нове објекте. Увођењем европских стандарда за употребу рециклираног бетона, овај материјал постаје кључни део одрживе градње будућности.

- **Биобетон (Self-Healing Concrete)**

Научници са Универзитета UPC у Барселони развили су биолошки бетон који подстиче природан и убрзан раст маховине и лишјајева. Овај бетон, намењен фасадама у медитеранској клими, нуди еколошке, термичке и естетске предности у односу на традиционална решења.

За разлику од скупих вертикалних вртова, биолошки слој на фасади од биобетона развија се у року од годину дана. Састоји се од три слоја:

- **први слој** је водоотпоран и обезбеђује порозност потребну за насељавање микроорганизама,
- **други слој** омогућава акумулацију воде и раст биолошких организама, стварајући благо киселу средину,
- **трећи слој** упија кишницу и задржава је у структури бетона, подстичући развој маховине и лишјајева.

Биолошки омотач фасаде смањује емисију CO₂ и побољшава термичку изолацију објеката. Поред функционалних својстава, биобетон има и значајан естетски потенцијал, омогућавајући архитектама да обликују динамичне, природне фасаде са јединственим мотивима и бојама.

Овај бетон садржи бактерије које активирају калцијум-карбонат, затварајући пукотине у материјалу.

Предности:

- продужава век трајања бетонских конструкција,
- смањује потребу за одржавањем и поправкама,
- спречава продор воде и штетних супстанци.

Примена

Користи се у мостовима, фасадама, тунелима и конструкцијама изложеним води, чиме доприноси одрживој градњи и дужој трајности објеката.

- **Геополимерни бетон (Geopolymer Concrete)**

Геополимерни бетон представља иновативан и еколошки прихватљивији материјал у односу на класични бетон. За разлику од стандардног бетона који садржи Портланд цемент, геополимерни бетон користи геополимерни цемент, састављен од неорганских материја полимерне структуре. Геополимерни цемент настаје растварањем алумосиликатних материјала у јако алкалним растворима.

Најчешће се користе:

- летећи пепео (настаје сагоревањем угља у термоелектранама),
- згура (отпад из високих пећи при производњи гвожђа),
- каолин (врста природне глине).

Алкални раствори се састоје од алкалних силиката и хидроксида у комбинацији са дестилованом водом.

Геополимерни бетон и заштита животне средине - Портланд цемент, као основни састојак класичног бетона, учествује са чак 10% у глобалној емисији CO₂. Замена Портланд цемента геополимерним цементом смањила би емисију CO₂ за више од 80%, што би значајно допринело смањењу загађења.

Кључне карактеристике геополимерног бетона:

Изузетна чврстоћа:

- достиже 70 МПа, што је више него дупло у односу на стандардни бетон (30 МПа);
- након 24 сата, постиже 25 МПа, а након 28 дана 60 -70 Мпа;

Минимално скупљање при очвршћавању – идеалан за масивне конструкције;

Отпорност на пожар – боље подноси високе температуре од обичног бетона;

Ниска апсорпција воде (0,4% - 1,0% у поређењу са 1,3% - 2,5% код класичног бетона);

Хемијска отпорност – неоштећен у срединама са киселинама, сулфатима и хлоридима, што га чини савршеним за индустријске објекте;

Боља термичка стабилност – издржава високе температуре уз минимална оштећења.

Примена геополимерног бетона

Иако се може користити у свим грађевинским пројектима, геополимерни бетон се тренутно највише примењује у:

- плочницима и потпорним зидовима,
- резервоарима и индустријским постројењима,
- префабрикованим мостовским платформама.

Закључак

Коришћењем еколошки прихватљивог бетона значајно се смањује утицај грађевинарства на животну средину. Бетони са додатком индустријских нуспроизвода (попут летећег пепела и згуре) доприносе смањењу емисије CO₂, док рециклирани и биобетони продужавају век трајања конструкција. Геополимерни бетон представља иновативно решење за потпуно елиминисање цемента, што га чини једним од најодрживијих материјала у савременој градњи.

10. ПРАКТИЧНИ ЗАДАТАК

1. НАЗИВ ЗАДАТКА: ИЗРАДА ОПЛАТЕ, МОНТАЖА АРМАТУРНОГ СКЛОПА ЗА ТЕМЕЉ САМАЦ И БЕТОНИРАЊЕ

На пословном објекту у изградњи потребно је изградити темељ самац. За дату основу темеља и позицију темеља самца који је обележен у приложеној основи потребно је:

ПИСАНИ ДЕО:

Урадити предмер и предрачун и калкулацију цене коштања; спецификацију материјала (потребну оплату, количину арматуре по врстама и пречницима, количину бетона – количину цемента, агрегата и воде према датој марки бетона и класи цемента);

ПРАКТИЧНИ ДЕО:

Направити потребну оплату и поставити на предвиђено место по пројекту; изградити арматурни склоп и поставити у оплату; уградити потребну количину бетона водећи рачуна о поштовању мера за збијање бетона;

- писани део задатка ради се пре практичног дела. Предвиђено време израде је 60 минута,
- практични део задатка ради се 240 минута.

Табела 1. - Прорачунски подаци

МАРКА БЕТОНА (МБ)	20	25	30
МАРКА ЦЕМЕНТА (ПЦ)	32,5		42,5
АГРЕГАТ	ТРОФРАКЦИЈСКИ		ЧЕТВОРОФРАКЦИЈСКИ
ЗБИЈАЊЕ БЕТОНА – УРЕЂАЈ	ПЕРВИБРАТОР		ОПЛАТНИ ВИБРАТОР

НАПОМЕНА:

Бетон потребан за бетонирање мора бити припремљен и достављен на место уградње, у потребној количини.

2. НАЗИВ ЗАДАТКА: ИЗРАДА ОПЛАТЕ, МОНТАЖА АРМАТУРНЕ МРЕЖЕ ЗА АРМИРАЊЕ ДВОСТРУКО АРМИРАНЕ ПУНЕ ПЛОЧЕ И БЕТОНИРАЊЕ

На стамбено-пословном објекту у изградњи, потребно је изградити пуну армирано-бетонску плочу изнад приземља, тј подрума.

За дату основу приземља-подрума и позицију плоче који је обележен у приложеној основи потребно је:

ПИСАНИ ДЕО:

Урадити предмер и предрачун и калкулацију цене коштања; спецификацију материјала (потребну оплату, количину арматуре по врстама и пречницима, количину бетона – количину цемента, агрегата и воде према датој марки бетона и класи цемента);

ПРАКТИЧНИ ДЕО:

Направити потребну оплату и поставити на предвиђено место по пројекту; припремити арматурну мрежу за задату плочу и поставити у оплату; уградити потребну количину бетона водећи рачуна о поштовању мера за збијање бетона;

- Писани део задатка ради се пре практичног дела. Предвиђено време израде је 60 минута.
- Практични део задатка ради се 240 минута.

Табела 2. - Прорачунски подаци

МАРКА БЕТОНА (МБ)	20	25	30
МАРКА ЦЕМЕНТА (ПЦ)	32,5		42,5
АГРЕГАТ	ТРОФРАКЦИЈСКИ		ЧЕТВОРОФРАКЦИЈСКИ
ЗБИЈАЊЕ БЕТОНА – УРЕЂАЈ	ПЕРВИБРАТОР		ОПЛАТНИ ВИБРАТОР

НАПОМЕНА:

Бетон потребан за бетонирање мора бити припремљен и достављен на место уградње, у потребној количини.

11. ЛИТЕРАТУРА

Материјал преузет

1. <https://noks.azk.gov.rs/pretraga-registara/pretraga-nacionalnih-kvalifikacija/4637/tesar.html> ;
2. *Основни грађевински радови*, Стеван Крунић, Љубица Крунић, Гордана Младеновић, Слободан Младеновић; Завод за уџбенике и наставна средства Београд 1988. године;
3. *Грађевински материјали са основама геологије за I разред грађевинске школе II*. Стојиљковић, Д. Милетић Завод за уџбенике и наставна средства Београд 2002. године;
4. <https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik-o-zastiti-na-radu-pri-izvodjenju-gradjevinskih-radova.html> ;
5. <https://www.contangorudnik.co.rs/wp-content/uploads/2020/09/Rudnik-doo-BiZNR-Prirucnik-za-obuku-iz-zastite-od-pozara.pdf> ;
6. https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik_o_preventivnim_merama_za_bezbedan_i_zdrav_rad_pri_koriscenju_opreme_za_rad.html ;
7. <https://maxidom.rs/blog/vrste-zastitne-opreme-na-radu/> ;
8. <https://ba.cndmmetal.com/carbon-steel-products/deformed-rebar.html> . ;
9. <https://egs.co.rs/kategorije-proizvoda/armatura/> ;
10. <https://okbuvmateriali.lv/biarmatura> ;
11. <https://novasumadija.rs/proizvod/armatura-mreza-80-15x15-q335/> ;
12. <https://www.elaimas.lv/product/fibo-bi-armatura-4m-d4mm/> ;
13. <https://eltec.rs/proizvod/knipex-klesta-za-secenje-armature/> ;
14. <https://www.alco.rs/masine/co400-4-masina-za-secenje-sa-reznom-plocom-4kw/> ;
15. <https://www.alatiimasine.com/proizvod/savijac-rucni-za-savijanjanje-armature-i-zice-6-13mm-levior/> ;
16. <https://sasomange.rs/p/164154655/alat-za-savijanjanje-armature> ;
17. <https://www.eviz.hr/Page/rucno-savijanjanje-armature-60> ;
18. <https://www.eponuda.com/akumulatorski-alat-za-vezivanje-armature/max-co-ltd-alat-za-vezivanje-armature-bez-punjaca-rb-215-cena-285827> ;
19. https://youtu.be/OuV5QGlSb9Y?si=ZZlw7BM_9Emh2Mou ;
20. <https://www.savokusic.com/blog/gra%C4%91evinarstvo/me%C4%91uspratne-konstrukcije> ;
21. <https://www.gradnja.me/clanak/467/%C5%A0ta-je-mjehur-me%C4%91uspratna-konstrukcija-i-koje-su-njene-prednosti> ;
22. <https://kljucuruke.com/kako-armirati-temelje/> ;
23. <https://www.geotech.hr/plitko-temeljenje/> ;
24. <https://mojpovratknaselo.me/gradnja/armiranje-temelja/> ;
25. <https://www.navidiku.rs/firme/gradjevinski-materijal-beograd/podrinje-komerc-armiracki-pogon/podrinje-komerc-armiracki-pogon-proizvodi> ;
26. <https://www.facebook.com/100063533891378/videos/armaturni-ko%C5%A1evi-%C5%A1ipova-izrada-po-projektu/1070376353096862/> ;
27. <https://www.gradjevinarstvo.rs/Content/Logo/gradjevinarstvo.gif> ;
28. <https://www.kupujemprodajem.com/industrijska-oprema/hidraulika/hidraulicna-pumpa/oglas/139142567> ;
29. <https://www.gradjevinarstvo.rs/tekstovi/11157/820/lider-u-proizvodnji-gradjevinske-opreme-za-prednaprezanje> ;

30. https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.ucg.ac.me%2Fskladiste%2Fblog_2552%2Fobjava_54540%2Ffajlovi%2FIII%2520P%2520PN%252019_20%2520Sistemi%2520Tehnologija%2520PP.pdf&psig=AOvVaw0BCcTOr5u9vcmRt tB3Dxh&ust=1742677634096000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=2a hUKEwif9_ybipyMAxVLOhAIHUEeG7IQjhx6BAgAEBo ;
31. <https://mhs.rs/wp-content/uploads/2023/03/Logo-MHS-full.jpg> ;
32. <https://ba.bs-railfastener.com/uploads/201714433/logo235950.png> ;
33. <https://betonskabaza.com/images/betonska-baza.png> ;
34. <https://www.dozator.com.ua/design/my-theme/images/logorus.png> ;
35. <https://www.wobyhaus.co.rs/gradjevinska-oprema/15154-mesalica-za-beton-w-bm-120> ;
36. https://www.grf.bg.ac.rs/p/learning/8__predavanje__nega_betona_i_kontrola_kvalite ta_1608479725281.pdf ;
37. <https://odseknis.akademijanis.edu.rs/wp-content/plugins/vts-predmeti/uploads/Predavanje%20materijali%2027.04.pdf> ;
38. <https://tehnikus.wordpress.com/> ;
39. <https://www.mojmojster.net/> ;
40. *Монтажне конструкције* 12. Predavanje – Tehnologija građenja Predmetni nastavnik Mr Jasmina Todorović, d.g.i ;
41. <http://srla.metalscaffold.com/uploads/202015355/logo202009171657138301372.png> ;
42. <https://www.tehmax.si/domov> ;
43. <https://bolago-m.rs/> ;
44. <https://ba.groupshenxi.com/> ;
45. <https://www.ebuy7.com/hr> ;
46. <https://www.zastitnaoprema.rs/> ;
47. https://neureiter-shop.at/skin/frontend/neureiter/default/images/logo_hr.jpg ;
48. <https://www.inex-zastita.co.rs/images/logo.png> ;
49. <https://www.okov.rs/> ;
50. <https://www.superalati.rs/resources/image/superalati/logo.png> ;
51. <https://jugotex.com/wp-content/uploads/2016/03/Jugotex-logo.png> ;
52. <https://www.daibau.rs/> .