

14 IZVEDBA PREDNAPINJANJA

14.1 Uvod

Prednapinjanje AB sklopova ne može se izvoditi bez odgovarajuće **OPREME**.

Ovdje u najvećoj mjeri dolazi do izražaja **pučka poslovice**:

Bez alata nema zanata.

U ovom ćemo se izlaganju ograničiti na opis radnjā i postupaka primjenjivih na **naknadno napinjanje** (nakon očvrsnuća betona).

Valja znati da **osim** samog **napinjanju natega** treba obaviti radove što ih izvode **kvalificiraniji radnici** također uz pomoć odgovarajuće **opreme**.

Ti se radovi dijele u **dvije skupine**, zavisno od vremena **kada** se izvode:

- **prije betoniranja** i
- **nakon očvrsnuća betona.**

14.1 Uvod

Prije betoniranja izvodi se:

- ugradba **sidara** i **zaštitnih cijevi** i
- zajamčenje **točna položaja natega**,
- **uvlačenje** snopova **žica** ili **užétā**, te
- ugradba predgotovljenih natega (npr. sustav BBR s glavicama).

Nakon očvrsnuća betona slijedi:

- **uvlačenje** snopova **žica** ili **užétā**,
- **napinjanje natega**,
- **uštrcavanje** zaštitnog i spojnoga **morta** (injektiranje) i
- **zaštita** vanjskih dijelova **sidara**.

Uočavamo kako se **u objema skupinama** pojavljuje **uvlačenje** snopova **žica** ili **užétā**.

14.2 Radovi prije betoniranja

Ugradba **sidara** i **zaštitnih cijevi** izvodi se istodobno s ugradbom armature.

O tomu treba voditi računa i prigodom izradbe nacрта armature kako bi se izbjegli nepotrebni zastoji u radu.

Naime, poprečnu armaturu PB nosača (stremenove) treba zasnovati tako da bude moguće **ugradba sidara i zaštitnih cijevi** (ili predgotovljenih natega) **sastrane**, a ne odozgor, jer **umetanje u tijesni prostor** između stremenova iziskuje **znatno više vremena i truda**.

Također treba posvetiti osobitu pozornost **obliku i ugradbi poprečne armature donje pojasnice**, jer se ona križa s **nisko položenim nategama** na potezima vodoravnoga skretanja i izranjanja ovih natega iz **donje pojasnice**.

Zajamčenje **točna položaja natega** ostvaruje se ugradbom tzv. **držača natega**.

14.2 Radovi prije betoniranja

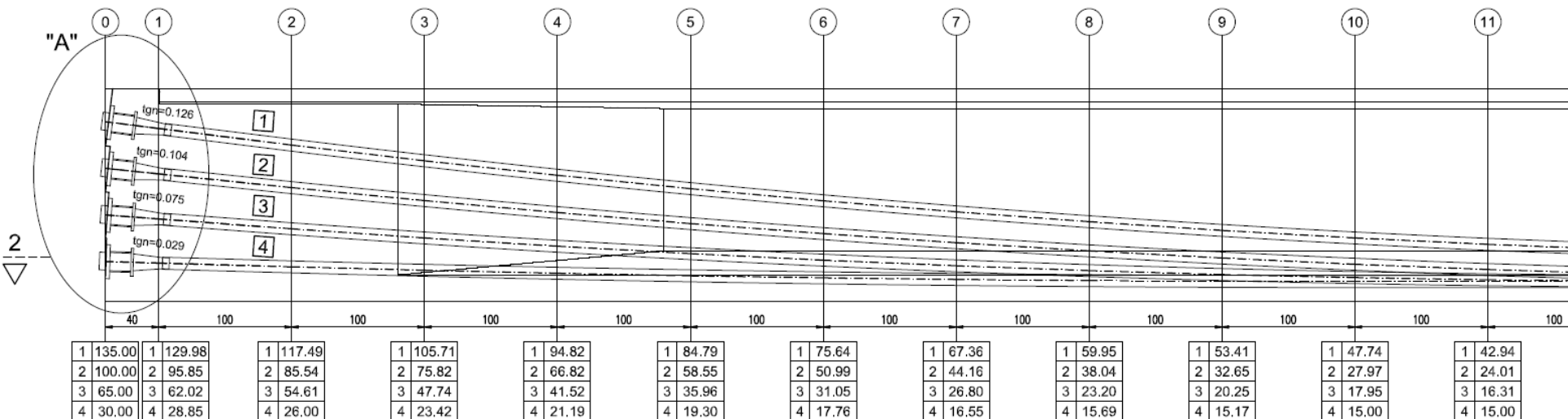
To su **čelični stalci**, slični stremenovima, **usađeni u betonske razmačnike** na dnu PB nosača.

Ti stalci imaju **privarene prečke** na **razini** određenoj **položajem pojedinih natega u dotičnomu presjeku.**

Razmak stalaka u uzdužnomu smjeru zavisi od **jačine natega** i svaki sustav prednapinjanja propisuje **najveći dopustivi razmak.**

U praksi prevladava razmak od točno 1 m (slika 14.1).

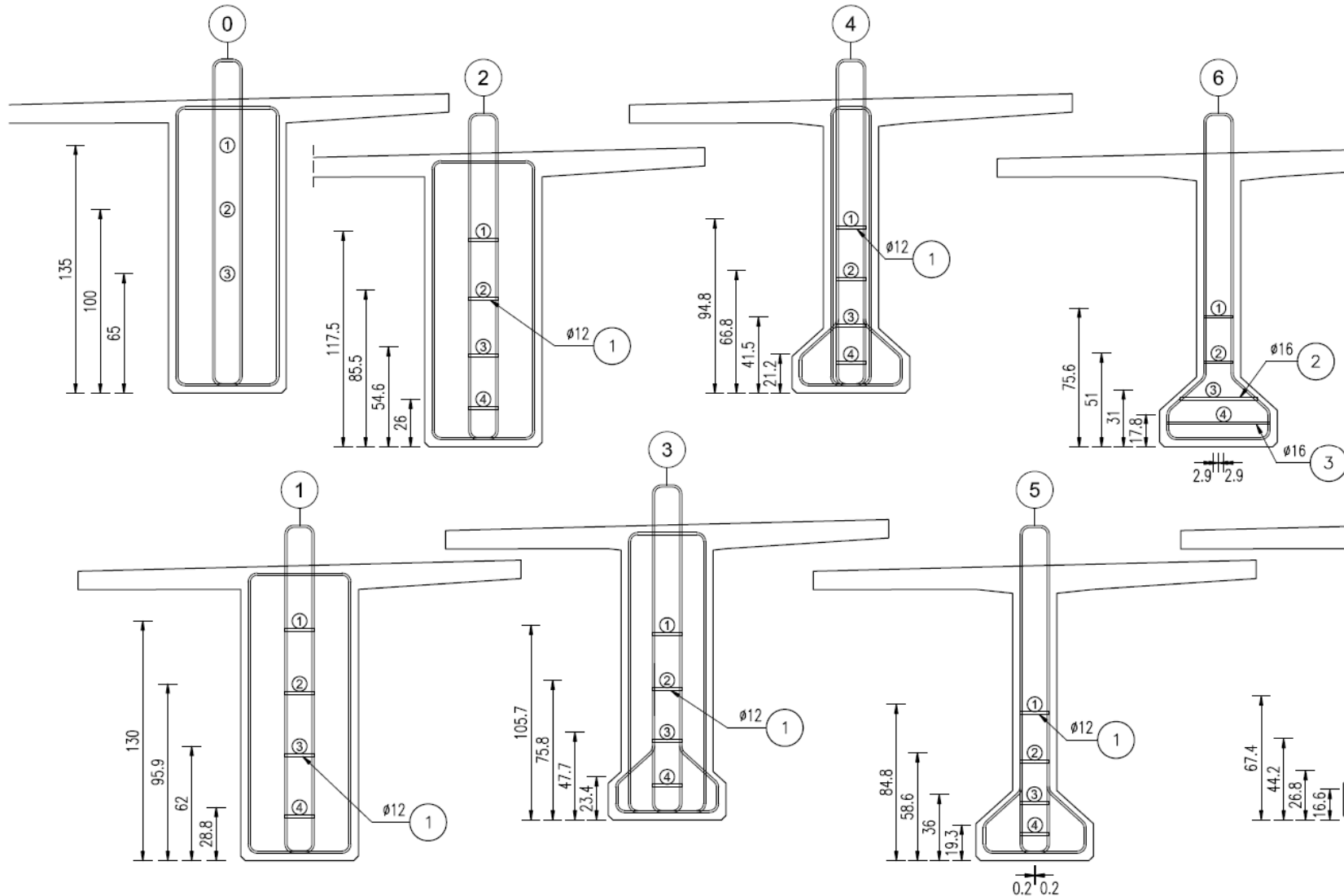
PRESJEK 1-1.....1:25
VERTIKALNA UDALJENOST OSI KABELA OD DONJEG RUBA NOSAČA (cm)



Slika 14.1: Uzdužni raspored držača natega

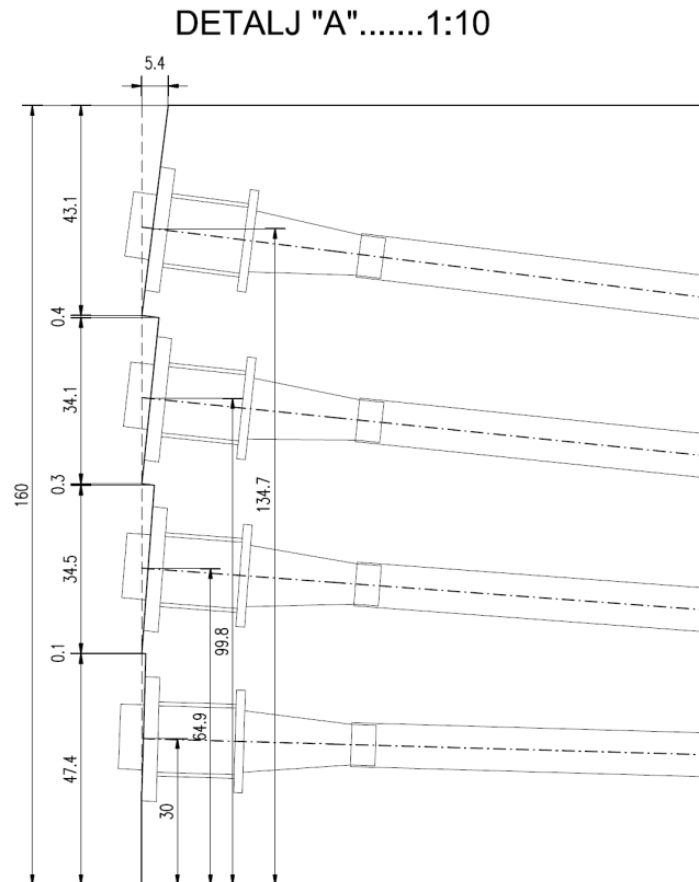
14.2 Radovi prije betoniranja

Na slici 14.2 predložen je položaj stalka u **poprečnom presjeku** tipičnoga PB nosača.

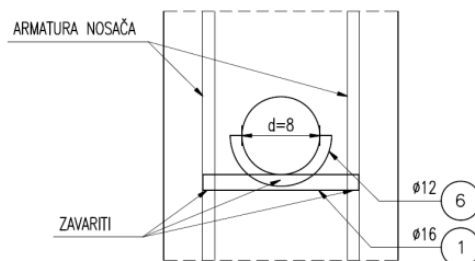


Slika 14.2: Držači natega u odabranim poprečnim presjecima

14.2 Radovi prije betoniranja



DETALJ OSLANJANJA KABELA.....1:5
(RAZMAK OSLANJANJA KABELA $e=1.00$ m)



Na predhodnoj slici izostavljeno je **polukružno sedlo** u koje dosjeda ugrađena zaštitna cijev ili PG natega.

To je sedlo predočeno na slici 14.3.

Uvlačenje snopova žica ili užeta opisat će se u sljedećem odjeljku.

Predgotovljene natege

dopremaju se na mjesto ugradbe u **golemim kolutima** (težine i do 3,0 t) s kojih se odmataju pri ugradbi.

U slučaju **manjih** natega to se izvodi **ručno**, a za **veće** su nužna **osobita prenosila**.

Slika 14.3: Detalj sedla za zajamčenje vodoravnog položaja na držaču natega

14.3 Radovi nakon očvrsnuća betona

14.3.1 Uvlačenje snopova žica ili užeta

Već se odavno ovaj posao ne obavlja ručno.

Inače je bio vrlo **mukotrpan** pri iole **većoj duljini natega** ($\geq \sim 30$ m).

Sustav s pomoću kojega se vlačni članak **uvlači** u zaštitnu cijev načelno se sastoji od ovih dijelova:

- **mrežasta žičana navlaka** (“kineska čarapa”),
- **povlačno žičano užje** i
- **stroj za uvlačenje.**

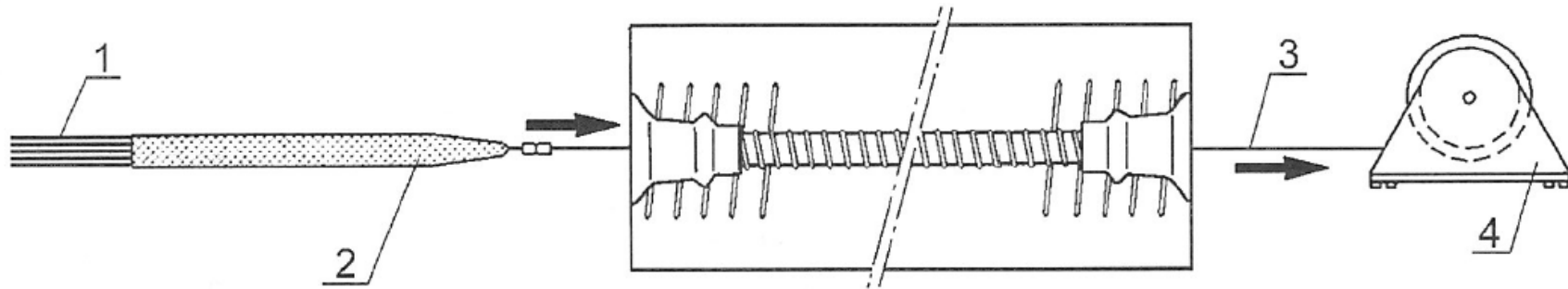
Sam pak **stroj** sastoji se od:

- **bubnja za namatanje povlačnog užeta** i
- **elektromotora.**

I 4.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

I 4.3.1 Uvlačenje snopova žica ili užeta

Shema **postupka uvlačenja** vlačnoga članka s pripadnom **opremom** predočena je na slici I 4.4.



Slika I 4.4: Shema uvlačenja vlačnoga članka u zaštitnu cijev;

1) snop užeta; 2) mrežasta žičana navlaka; 3) uže; 4) stroj za uvlačenje

Mrežasta se **žičana navlaka** pri povlačenju poprečno **steže** i **trenjem** zahvaća snop žica ili užetā.

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

a) *Oprema za napinjanje*

Opremu za napinjanje u suvremenih sustava prednapinjanja čine:

- **hidraulički tijesak** (preša) i
- **crpka** (pumpa).

Danas se osim toga **na većim gradilištima** nalazi i **osobito vozilo (samovozna dizalica)** za prijevoz ove opreme.

Načelno **svaki znatniji sustav prednapinjanja** ima **vlastite tijeske**, ali postoje i **tvrtke** što **proizvode** te tijeske što se mogu **prilagoditi** na različite sustave.

Bez obzira na stanovite **razlike**, **SVAKI tijesak** ima **dvostruku** ulogu:

- **napinjanje vlačnih članaka** i
- **utiskivanje klina/ova.**

14.3 Radovi nakon očvrsnuća betona

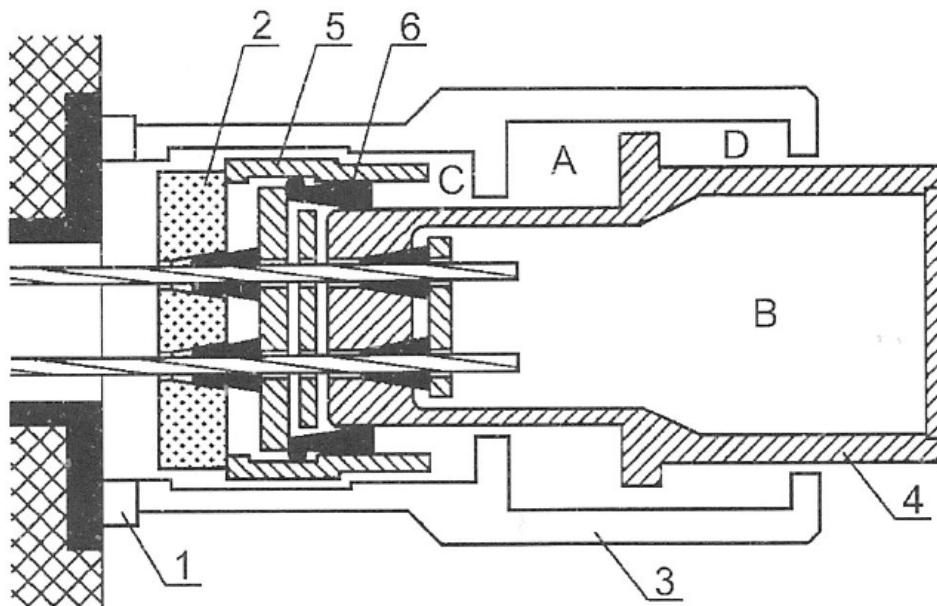
14.3.2 Napinjanje natega

a) Oprema za napinjanje

Naravno, u BBR-ova sustava s **glavicama** utiskivanje klina **izostaje**.

Inače se ova **dvostruka uloga** može ostvariti zahvaljujući **prebacivanju tlaka** iz jedne tlačne klijetke u drugu.

Naime, **crpka** je povezana **crijevima** s jedne strane s klijetkom



čijim se punjenjem **RAZ-VLAČI vlačni članak**, a s druge strane s klijetkom čijim se punjenjem **UTIS-KUJE klin**.

Na slici 13.5 shematski je prikazan presjek tijeska tvrtke **Stronghold G-6**.

Slika 14.5: Poprečni presjek tijeska tvrtke Stronghold G-6

14.3 Radovi nakon očvrsnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

Na predhodnoj su slici ovako označene **klijetke tijeska**:

A – za **napinjanje**,

B – za **unutarnje sidrenje** (zaklinjavanje),

C – za **utiskivanje klinova** i

D – **povratna**.

S druge strane, **brojke** označuju **dijelove tijeska** i dr.:

1 – potporni prsten tijeska,

2 – sidreni kotur,

3 – tijelo tijeska,

4 – klip za napinjanje,

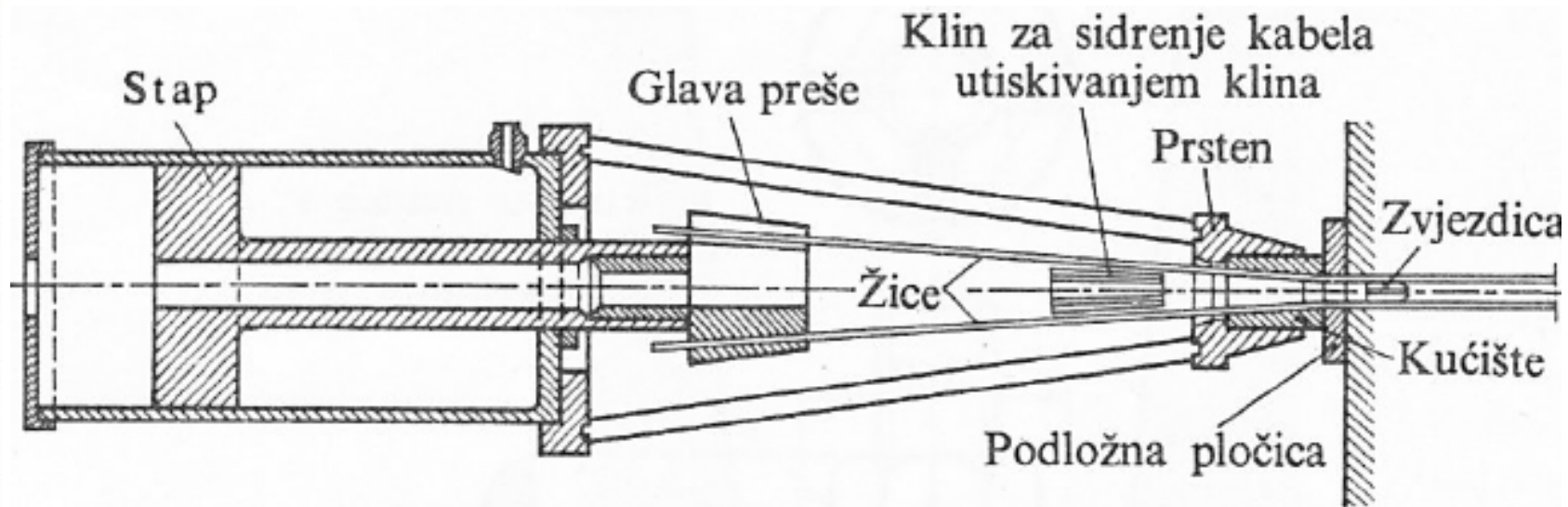
5 – klip sidrenoga tijeska i

6 – klip za utiskivanje klinova.

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

S obzirom na to da je za bivše države bio u **prevladavajućoj uporabi** tada domaći sustav prednapinjanja **IMS**, nije naodmet prikazati **tijesak toga sustava** (slika 14.6).



Slika 14.6: Presjek tijeska sustava IMS

Slijed koraka pri napinjanju natege i utiskivanju klinova shematski je predložen na slici 14.7.

U ovom je slučaju odabran tijesak **švicarskoga sustava** prednapinjanja **VSL** (*Losinger*).

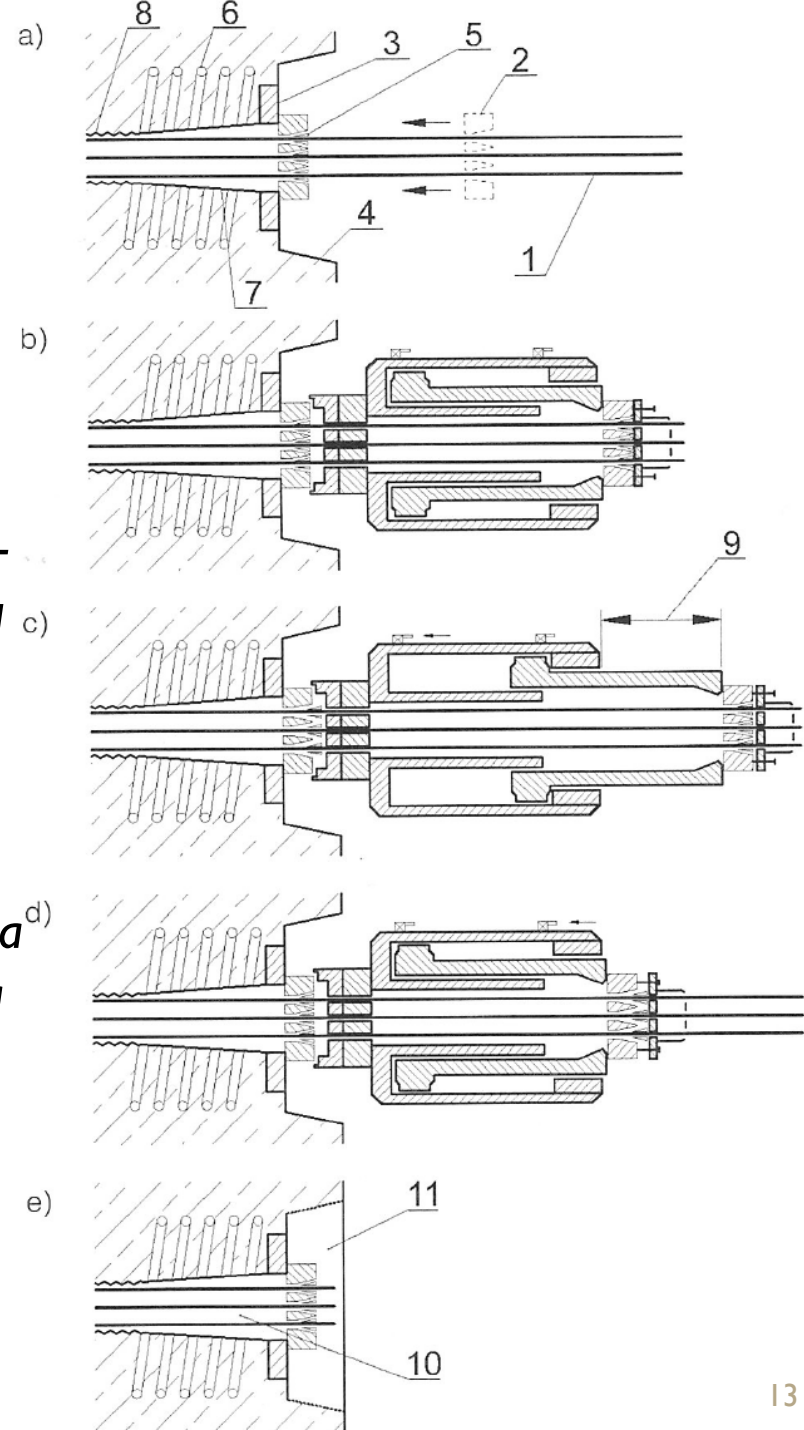
14.3 Radovi nakon očvrskuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

a) Oprema za napinjanje

Slika 14.7: Shematski prikaz slijeda koraka pri napinjanju natega i utiskivanju klinova. a) umetanje sidrene ploče s čunjastim provrtima; b) postavljanje tijeska i sidrenje užetā u tijesku; c) napinjanje; d) utiskivanje klinova i oslobađanje tijeska; e) rezanje krajeva užetā, uštrcavanje zaštitnoga morta i zapunjavanje sidrenoga gnijezda (prostora uza sidro do ravnine čela nosača).

Na sljedećoj će se stranici opisati dijelovi označeni brojevima.



14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

a) *Oprema za napinjanje*

Dijelovi tijeska i dr. označeni brojevima na slici 14.7:

1 - snop užetā,

2 – sidreni kotur,

3 – sidrena ploča,

4 – gnijezdo oblikovano u čelu nosača,

5 – čunjasti provrti u sidrenom koturu,

6 – sidrena zavojnica,

7 – sidreni tuljac,

8 – zaštitna cijev,

9 – hod klipa,

10 – uštrcavanje zaštitnoga morta,

11 – zapunjavanje sidrenoga gnijezda zaštitnim betonom.

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

a) *Oprema za napinjanje*

Tijeske, kao i **crpke**, proizvode **specijalizirane tvrtke** u **porodicama** (serijama) i to tako da se s pomoću **pojednog tijeska** može napinjati natega **do određena broja užétā**.

Najčešće se natege oblikuju tako da **sadrže 3, 4, 7, 12, 15, 19, 27 i 37 užétā**.

Naravno, u **pojedinoj natezi** može biti i **koje uže manje** od ovih graničnih vrijednosti, ali se **sidrene glave** izrađuju **sukladno ovim brojevima**.

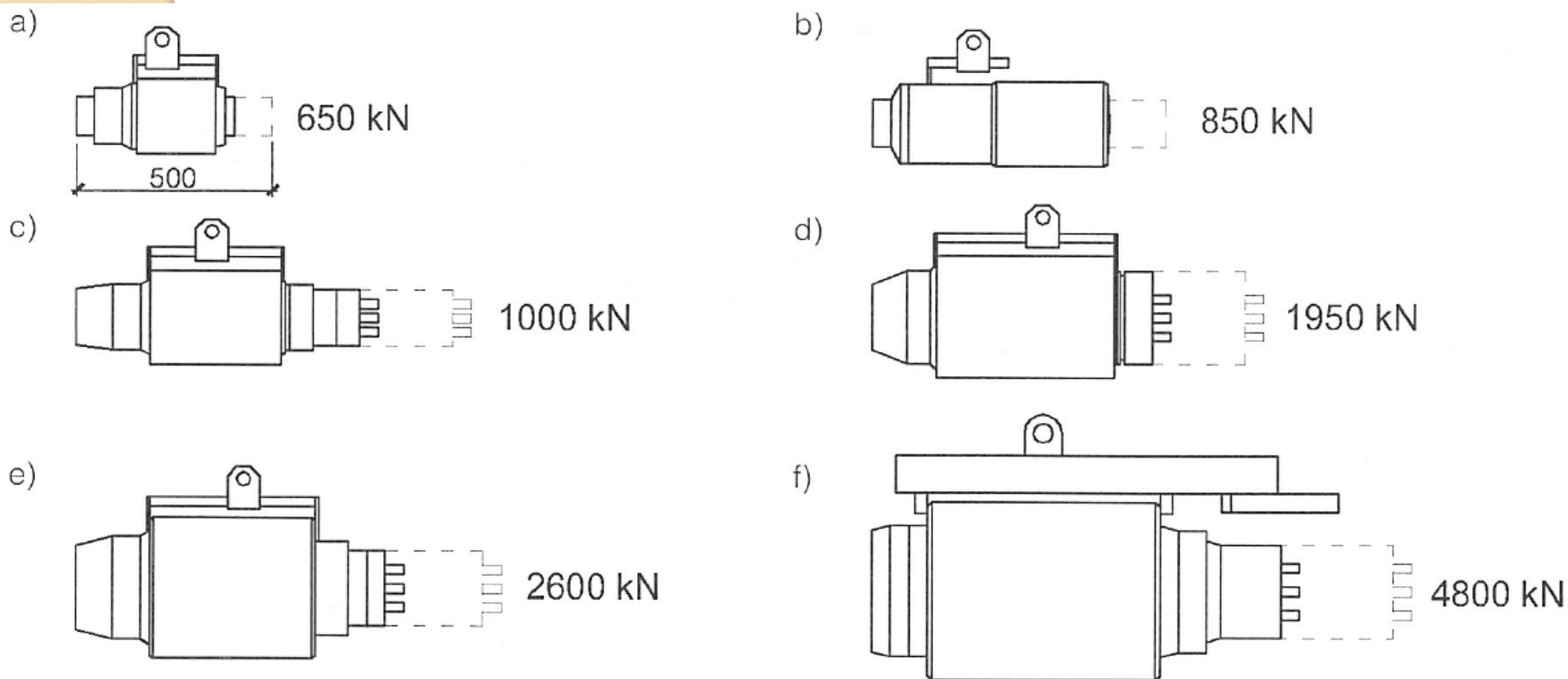
Gotovo **svi znatniji sustavi prednapinjanja** imaju i **tijeske** s pomoću kojih se mogu napinjati i **pojedinačna užèta**.

14.3 Radovi nakon očvrnsnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

a) *Oprema za napinjanje*

Na slici 14.8 predložena je gotovo cijela **porodica tijesaka** *TENSA-M*, proizvod njemačke tvrtke **Paul**.



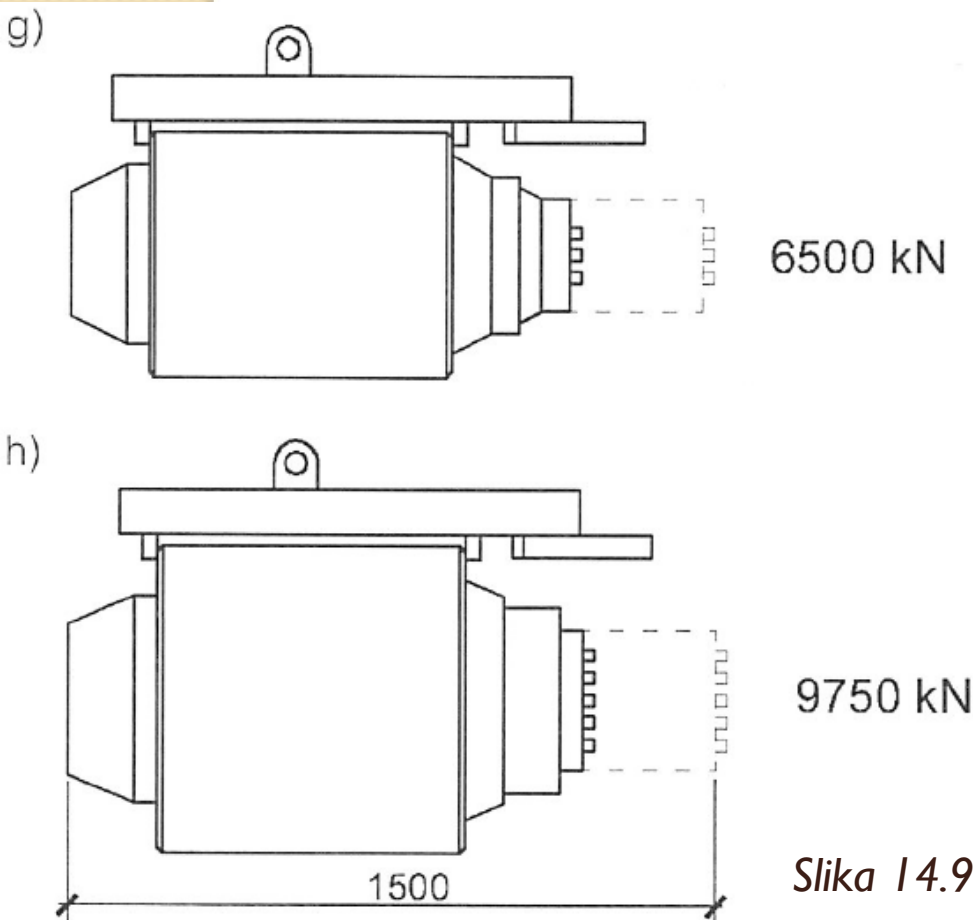
Slika 14.8: Porodica tijesaka *TENSA-M* njemačke tvrtke Paul

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

a) *Oprema za napinjanje*

Dva **najjača tijeska** iz iste porodice (za natege s 27 i 37 užetā) prikazana su na slici 14.9.



Tehničke vlastitosti svakoga pojedinoga tijeska predočene su u tablicama 14.1a i 14.1b.

Odmah se može uočiti kako ni **najslabiji** od ovih tijesaka (za natege s tri do četiri užeta) **nije prikladan za ručnu uporabu** (težak je 75 kg).

Slika 14.9: Dva najjača tijeska iz porodice TENSA-M

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

a) Oprema za napinjanje

Tablica 14.1a: Tehničke vlastitosti porodice tijesaka TENSA-M za natega s tri do dvanaest užetā

Sila prednap. [kN]	650	850	1000	1950
Tlak do [Mpa]	55	50	42	50
Hod klipa [mm]	120	150	250	250
Otvor tijeska [mm]	62	85	108	140
Broj užetā do	3×0,6''	4×0,6''	7×0,6''	12×0,6''
Stršeća duljina užeta [mm]	130	140	550	740
Masa tijeska [kg]	75	95	105	260

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

a) Oprema za napinjanje

Tablica 14.1b: Tehničke vlastitosti porodice tijesaka TENSA-M za natega s 15 do 37 užeta

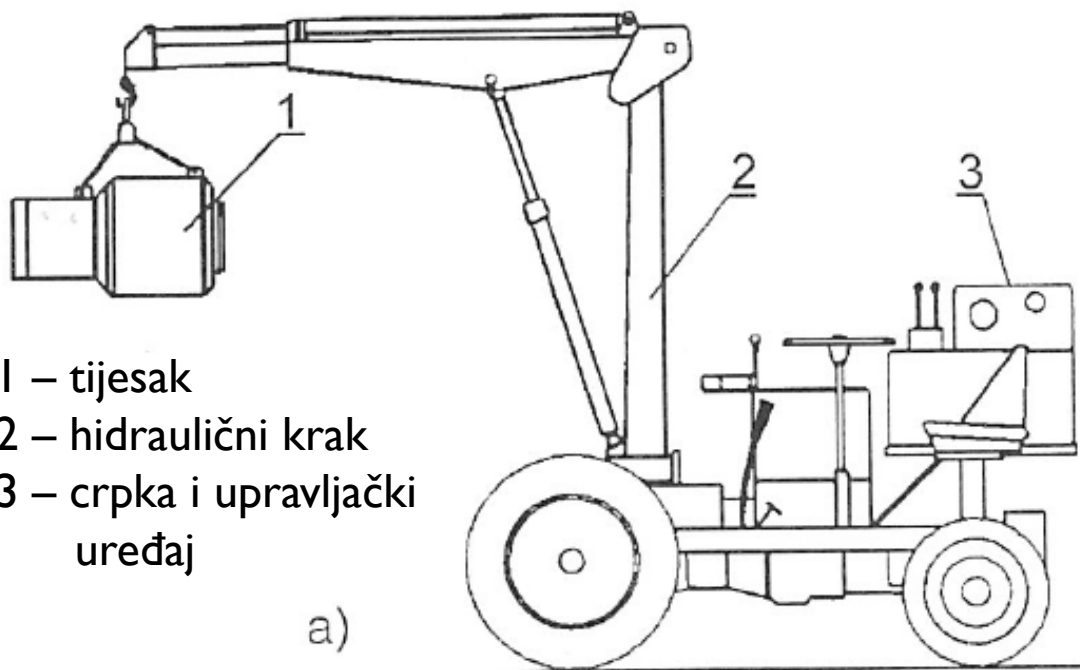
Sila prednap. [kN]	2600	4800	6500	9750
Tlak do [Mpa]	47	55	60	55
Hod klipa [mm]	250	300	300	300
Otvor tijeska [mm]	150	185	225	260
Broj užeta do	15×0,6''	19×0,6''	27×0,6''	37×0,6''
Stršeća dulj. užeta [mm]	730	940	1100	1100
Masa tijeska [kg]	290	700	1060	1500

14.3 Radovi nakon očvrsnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

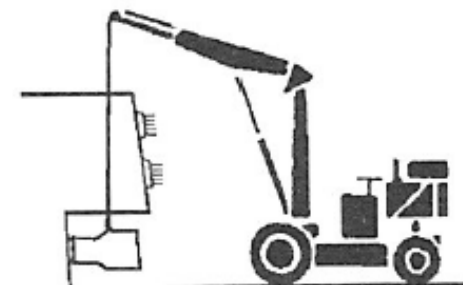
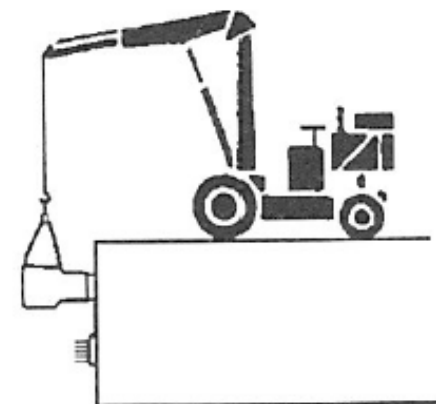
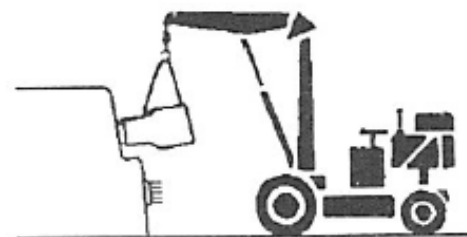
a) *Oprema za napinjanje*

Za pogon tijesaka služe crpni sustavi što pogone i hidrauličnu dizalicu, a sve je skupa ugrađeno na osobito samovozno vozilo (slika 14.10).



- 1 – tijesak
- 2 – hidraulični krak
- 3 – crpka i upravljački uređaj

b)



Slika 14.10: Osobito vozilo za dopremu tijeska na mjesto ugradbe

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

a) *Oprema za napinjanje*

Na predhodnoj je slici **lijevo** predočen **opći izgled sustava uređajā**, a **desno** su **primjeri radnih položaja**.

Pri tomu se **brojke** na crtežu odnose na ove **dijelove** sustava uređajā:

1 – tijesak za napinjanje natega,

2 – osobito samovozno vozilo s hidrauličnim krakom i

3 – crpka s upravljačkim uređajima.

14.3 Radovi nakon očvrsnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

b) Postupak napinjanja natega

Osnovni zahvati što se odnose na cio **postupak napinjanja natega** zavise od **vrsti natega** i **uređajā za napinjanje**.

Koji će se od **triju** načelno različitih **postupaka napinjanja** primijeniti, zavisi od:

- **duljine AB nosača,**
- **oblika osi natege,**
- **otpora trenja i**
- **mogućnosti uređajā za napinjanje.**

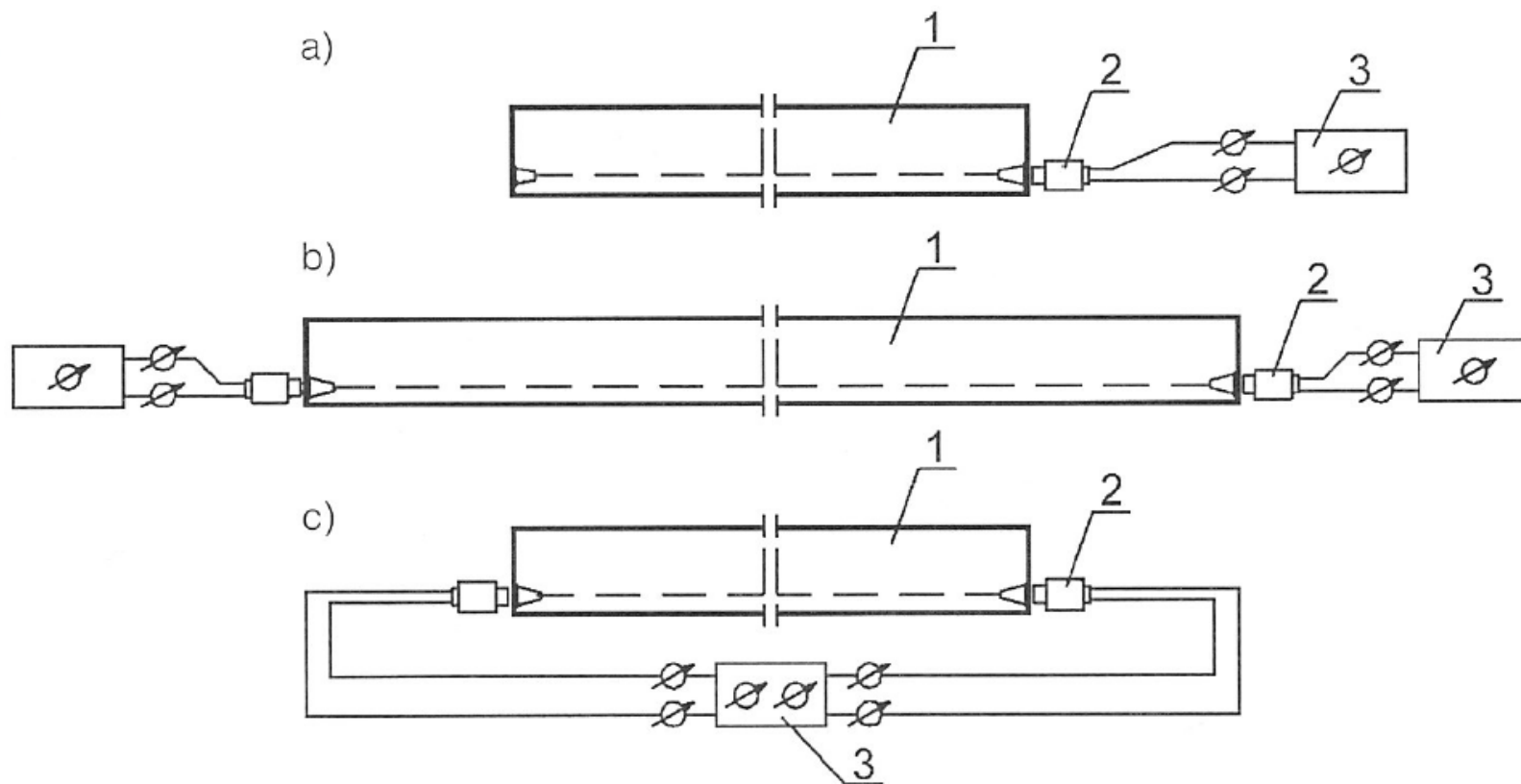
Ta su tri postupka (slika 14.11):

- **jednostrano** napinjanje,
- **dvostrano** napinjanje s **nezavisnim** pogonom tijesaka i
- **dvostrano** napinjanje sa **zajedničkim** pogonom tijesaka.

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

b) Postupak napinjanja natega



Slika 14.11: Postupci napinjanja natega. a) jednostrano; b) dvostrano s nezavisnim pogonom tijesaka i c) dvostrano sa zajedničkim pogonom tijesaka. Brojke označuju: 1 – napinjani AB nosač, 2 – tijesak za napinjanje i 3 – crpni sustav za pogon tijesaka.

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

b) Postupak napinjanja natega

Najjednostavnije, **jednostrano** napinjanje, primjenjuje se u slučaju **pravih** ili **malo zakrivljenih natega** ili u slučaju razmjerno **kratkih nosača**.

Bitno je da **otpor trenja ne bude prevelik** i da se **ne zahtijeva veći hod klipa tijeska**.

Naravno, **jednostrano** je napinjanje **neizbježno** u slučaju samo **jednostrane dostupnosti napetljivoga sidra** (na drugom je kraju natega ili nenapetljivo sidro ili spojka).

Za **dvostranim** se napinjanjem poseže u slučaju **izrazito dugih** i **jače zakrivljenih** natega.

Hoće li se odabrati **inačica b)** ili **c)** sa slike 14.11, zavisi od **tehničkih vlastitosti tijesaka**, a osobito od **raspoloživoga hoda klipa**.

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

b) Postupak napinjanja natega

U suvremenoj praksi ipak **prevladava jednostrano napinjanje.**

* * * * *

Napinjanju se može pristupiti tek pošto beton dosegne zahtijevanu čvrstoću.

To je u pravilu **70 % nazivne čvrstoće** ($0,7 f_{cm,28}$), ali postoji i **apsolutna najniža granica čvrstoće**, $f_{cm,28} = 25 \text{ N/mm}^2$.

U slučaju PB sklopova od **predgotovljenih dijelova s poprečnim reškama** može biti mjerodavna **čvrstoća gradiva u rešci** (morta ili ljepila).

Čvrstoća betona određuje se ispitivanjem **uzoraka** uzetih iz smjese kojom je betoniran **AB nosač**.

Ona se mora unijeti u **dnevnik napinjanja**, ali i u **građevinski dnevnik**.

14.3 Radovi nakon očvrsnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

b) Postupak napinjanja natega

Natege s **glavičastim usidrenjima** (sustav BBR sa žicama) **odmah su spremne za napinjanje** – treba samo **skinuti zaštitnu navlaku**.

U natega s usidrenjima s **klinovima** stupanj njihove spremnosti za napinjanje može biti **različit**.

Ako su natege **ugrađene već prije betoniranja** (predgotovljene natege), treba samo **odrezati krajeve užetā** (ili žica) na zahtjevanu **stršeću duljinu**, kako bi se mogla **zahvatiti čeljustima tijeska**.

Ta **duljina** zavisi od **vrsti tijeska** i **sustava prednapinjanja**.

Uvlače li se vlačni članci **naknadno**, treba prvo **očistiti zaštitne cijevi** od možebitnih zapreka (mjestimična manja procurivanja cementnoga mlijeka), a zatim ih **propuhati vrućim zrakom**.

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

b) Postupak napinjanja natega

Dobra je praksa **umetanje rabljenih vlačnih članaka** (što su već poslužili kao, primjerice, privremene vješaljke i sl.) **u zaštitne cijevi**, jer oni **čuvaju pravilan oblik osi natega** i **sprječavaju očvrstnuće cementnoga morta** ako mjestimice procuri u cijevi).

Zato ih treba za vrijeme betoniranja **povremeno povlačiti** lijevo-desno.

Pošto se **vlačni članak uvuče** u zaštitnu cijev, treba, neposredno **prije ugradbe sidrenih koturova provjeriti** može li se vlačni članak **slobodno micati**.

To je naime **nuždan uvjet provedivosti napinjanja**.

Sada ćemo navesti **slijed koraka** pri **jednostranom napinjanju natega** sidrene **zaklinjavanjem**.

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

b) *Postupak napinjanja natega*

- Sidrenje vlačnoga članka (VČ) u nenapetljivom sidru.
Pri tomu se **sidreni kotur navlači na užeta**, pa se **trodjelni klinovi** zabijaju čekićem ili (bolje) **utiskuju** laganim tijeskom **u čunjaste provrte**.
- Zahvaćanje VČ čeljustima tijeska na strani napetljivoga sidra.

Prvo se **natiče sidreni kotur** s umetnutim **trodjelnim klinovima**, pa se **natiče tijesak** tako da **pojedinačna užeta** dospiju u odgovarajuće **provrte sidrenoga kotura tijeska**. Slijedi **automatsko sidrenje užétā** u sidrenom koturu tijeska (vidi sliku 14.7).

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

b) *Postupak napinjanja natega*

- Uvodno napinjanje.

Radi provjeravanja **ispravnosti usidrenja u nenapetljivom sidru, protezanja VČ**, te **ugađanja dijelova napetljivoga sidra i tijeska, tijesak se pušta u pogon** uvođenjem ulja pod **ograničenim tlakom u klijetku za napinjanje**, a zatim se taj **tlak snizuje do ničice**, što se sve vidi na **tlakomjeru** (manometru).

Na **ljestvici** (skali) tijeska **očitava se hod klipa**, a na **nenapetljivom sidru – uvlačenje klinova** s obzirom na **ravninu sidrenoga kotura**.

Ovi se **podatci** unose u **dnevnik napinjanja (DN)**.

U svezi s ovim važno je uočiti kako je ishodište dijagrama **$P/\Delta l$** pomaknuto (slika 14.12).

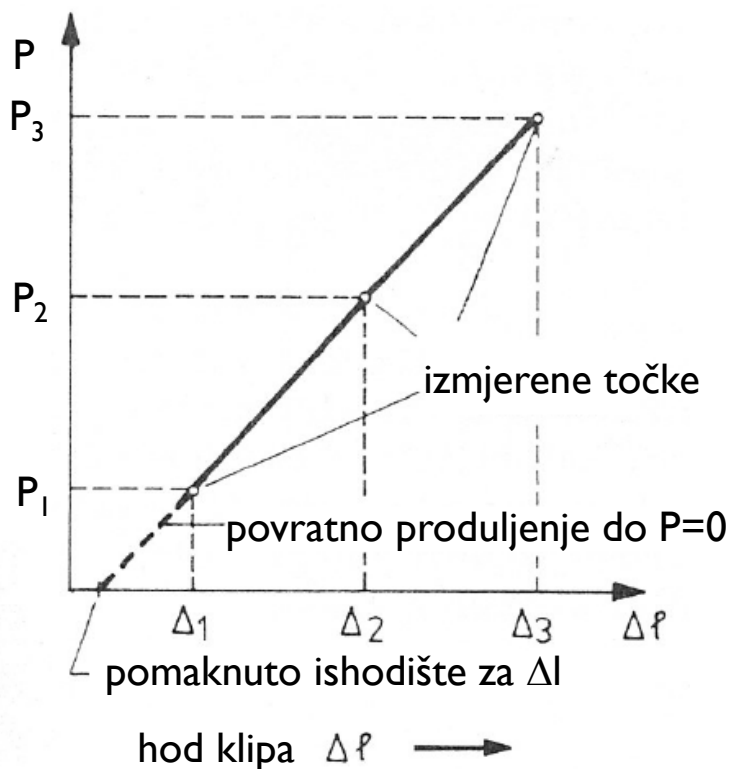
14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

b) Postupak napinjanja natega

- Uvodno napinjanje.

Naime, i **prije** nego što se unese **ikakva sila**, može VČ imati **produljenje** (npr. od toplinskih djelovanja i sl.).



Zato se **prvo** izazove s pomoću tijeska **desetina sile** i zabilježi **produljenje** pri njoj.

Zatim se primijeni **puna sila** i također zabilježi **produljenje**.

Tako dobivene dvije točke tvore **pravac** u čijem se nastavku nalazi **presjecište** s apscisom – **pomaknuto ishodište**.

Slika 14.12: Određivanje pomaknutoga ishodišta odnosa sile i hoda klipa

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

b) *Postupak napinjanja natega*

- Napinjanje VČ.

Tlak u klijetki za napinjanje povećava se dok se ne dosegne produljenje VČ predviđeno u proračunu (programu napinjanja).

Ako je predviđeno **trenutačno prenapinjanje (bez d) VČ** radi **prevladavanja utjecaja prokliznuća klina**, i to se unosi u DN, kao i možebitno **dodatno uvlačenje klinova** na drugoj strani.

Uspoređuje se **produljenje VČ** s predviđenim u **proračunu**.

Ako je **razlika** u produljenju **veća od oko 10 %**, treba ponovno “provrtjeti” proračun i vidjeti ima li ona **znatnijeg utjecaja** na **uporabivost** i **sigurnost** PB nosača.

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

b) *Postupak napinjanja natega*

- Sidrenje VČ.

Potakne se **porast tlaka u sidrenoj klijetki** prepajanjem ulja pod tlakom na nju (statično sidrenje) ili se **otvara prijepojni zapor u tijesku** što uzrokuje djelomično prebacivanje tlaka iz **klijetke za napinjanje u sidrenu s istodobnim uvlačenjem VČ i klinova** (dinamično sidrenje).

Uvlačenje klinova treba **izmjeriti** i taj podatak **unijeti** u DN.

- Oslobađanje usidrenja u sidrenom koturu tijeska.

Odgovarajućom primjenom tlaka izaziva se **povratni pomak sidrenoga kotura** tijeska i **oslobađanje trodjelnih klinova.**

- Skidanje tijeska.

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

b) Postupak napinjanja natega

Dvostrano napinjanje **razlikuje se od jednostranoga** u tomu što se **sve spomenute radnje** (osim sidrenja nenapetljivoga sidra i mjerenja uvlačenja klinova u njemu) izvode **na obama napetljivim sidrima**.

U slučaju dugih natega u pravilu nije dostatan jedan hod klipa, što obično iznosi 250 350 mm, nego treba napinjanje izvesti u nekoliko koraka uz privremeno sidrenje.

Svi suvremeni tijesci (pa tako i onaj što je predočen na slici 14.7) **prilagođeni su višestupanjskom napinjanju** (u koracima) i **automatski ponavljaju** nužne **zahvate** sve do dosegnuća **zahtijevanoga produljenja VČ**.

Inače je hod klipa tijeska sa slike 14.7 400 mm.

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.2 Napinjanje natega

b) Postupak napinjanja natega

Nakon napinjanja svih natega treba **odrezati krajeve užeta** do duljine **5 ÷ 10 mm** od trodjelnih klinova.

Slijedi **uštrcavanje zaštitnoga morta** i **zaštita sidara od hrđanja**.

O **napinjanju natega** vodi se **zapisnik**, tzv. DNEVNIK NAPINJANJA (DN), najbolje u obliku **tablice**, u koji se unose **svi važni podatci**.

Ti se podatci **uspoređuju s vrijednostima predhodno dobivenima proračunom**.

14.3 Radovi nakon očvrnuća betona

14.3.3 Utlačivanje zaštitnoga morta

U poglavlju o **gradivima** već smo spominjali **uštrcni mort**, a sada se samo prisjetimo njegovih **triju glavnih zadaća**:

- **zaštita VČ od hrđanja,**
- **sprezanje betona i čelika za prednapinjanje i**
- **dodatno usidrenje VČ prijanjanjem.**

Radi se dakle o **vrlo važnom**, ali i **vrlo teškom postupku**, budući da su **zaštitne cijevi duge i vrlo tijesne**, jer su u znatnoj mjeri **ispunjene VČ-ima**.

O **uštrcnomu mortu** kao **gradivu** bilo je dosta riječi u dotičnom poglavlju.

Miješanje i uštrcavanje morta obavlja se s pomoću **osobitih uređaja**, što mogu biti:

- **na nepomičnu stalku** (stacionarni) i
- **na kotačima** (prevozivi).

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.3 Utlačivanje zaštitnoga morta

Izdašnost i druge **tehničke vlastitosti** tih uređaja zavise od **presjeka zaštitnih cijevi** i u **duljini utlačivanja**.

Za natege **malih i srednjih presjeka** zaštitnih cijevi rabe se uređaji **izdašnosti do 500 l/h**, dok se za zaštitu **jačih natega** koriste uređaji **veće izdašnosti, od 1000 do 2000 l/h**, budući da su u njih i **slobodni presjeci** znatno **veći**.

Prije uštrcavanja morta mora se **prostor između VČ i zaštitne cijevi temeljito propuhati vrućim zrakom**.

Uštrcavanje se izvodi **ODOZDOL PREMA GORE**, dakle od **najniže točke zaštitne cijevi**.

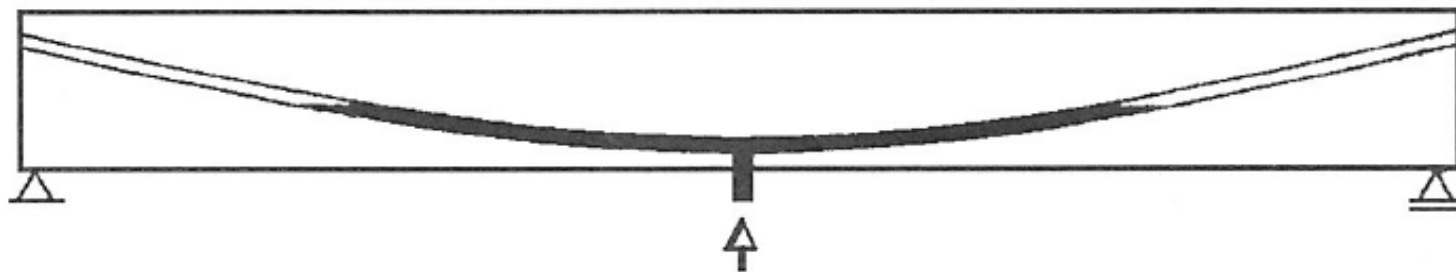
Utlačivanje mora biti **STALNO**, pri **STALNOM TLAKU** jačine oko **0,2 MPa**, a **iznimno** se taj tlak može povisiti do **0,4 MPa** ako se pojavi **znatniji otpor** utlačivanju.

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.3 Utlačivanje zaštitnoga morta

U većine suvremenih sustava prednapinjanja **priključak za utlačivanje** izveden je **izvan sidra**.

Radi načela da se utlači **odozdol prema gore priključak crijeva za utlačivanje** mora biti u polovištu raspona (slika 14.13).



Slika 14.13: Utlačivanje zaštitnog morta odozdol

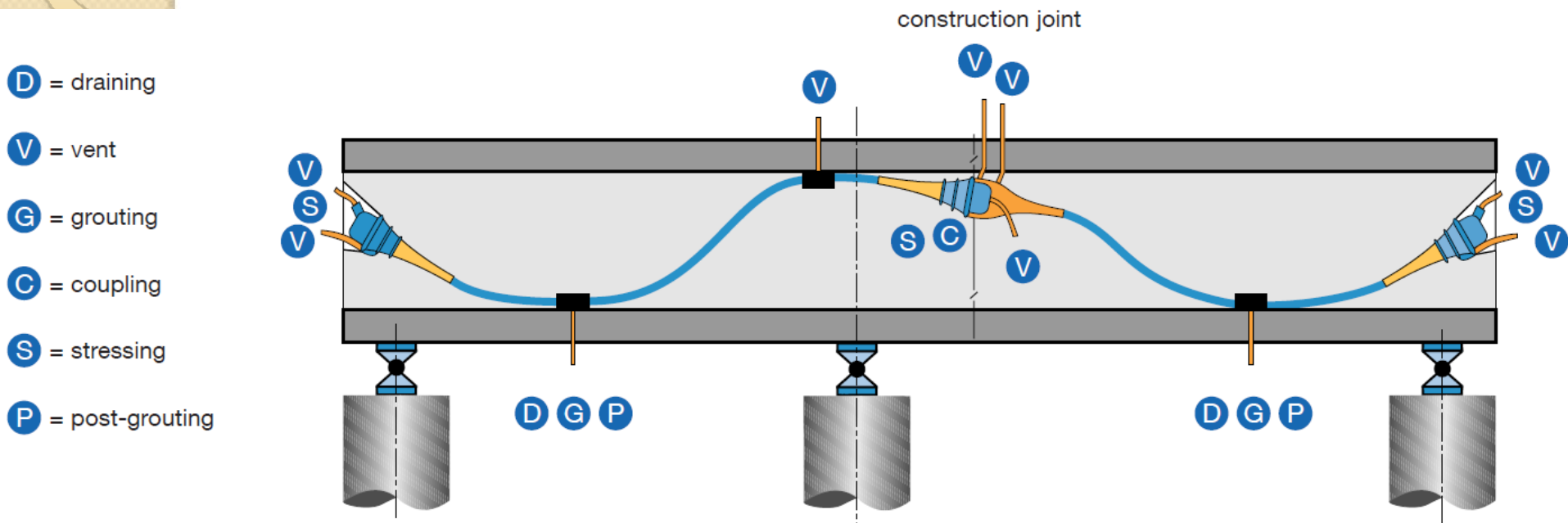
Osobito **pomnjivo** treba izvoditi utlačivanje u slučaju PB nosača preko **dvaju ili više polja**, u kojih protežne natege imaju **prijevoj** (ili više njih) nad potporom/ama.

Na **najvišim točkama** natega treba neizostavno predvidjeti **odzračnike**.

14.3 Radovi nakon očvrsnuća betona

14.3.3 Utlačivanje zaštitnoga morta

Shematski prikaz natege za AB nosač preko dvaju polja predočen je na slici 14.14.



Slika 14.14: Shematski prikaz dijelova natege i postupaka napinjanja i utlačivanja zaštitnog morta u PB nosaču preko dvaju polja

Pošto zaštitni mort izbije u točkama I, tamošnji se priključci začepuju drvenim čepom zabijanjem čekićem.

14.3 Radovi nakon očvrstnuća betona

14.3.3 Utlačivanje zaštitnoga morta

Nakon **zabijanja čepa** na mjestu odzračnika **u najvišoj točki povisuje se tlak** kako bi se **zapunile** možebitne **praznine**.

Budući da je uočeno **procjeđivanje vode** iz zaštitnoga morta **među žice užeta** (što kasnije može izazvati **hrđanje**), problem je riješen **podebljavanjem srednje žice** u užetu za 1 mm.

S druge strane, **visoki stupac morta** u zaštitnoj cijevi ima izrazitu težnju za **slijeganjem**, pa je u gornjim dijelovima cijevi mort **jako razvodnjen**.

Dapače, **nakon otvrdnuća** uočavaju se **nakupine zračnih šupljina**.

Zbog toga se primjenjuje **utlačivanje u više koraka** (poput zbijanja betona u visokih nosača).

14.3 Radovi nakon očvrsnuća betona

14.3.3 Utlačivanje zaštitnoga morta

I prigodom utlačivanja uzimaju se **uzorci** što se **ispituju u laboratoriju**.

Smjernice što se tiču **vlastitosti gradiva, uzimanja i ispitivanja uzoraka** itd. mogu se naći u posebnom glasniku **Međunarodnoga društva za beton** (*Fédération Internationale du Béton, fib*):

- *fib Bulletin 17. Management, maintenance and strengthening of concrete structures. International Federation for Structural Concrete / fib - Fédération Internationale du Béton, April 2002.*