

# TEHNOLOGIJE SKLADIŠTENJA

---

## - Tečni materijali –

Osnovna literatura:

- Vukićević, S., 1995, Skladišta, Preving

Pomoćna literatura:

- Prikrić B., Božičević D. «Mehanizacija pretovara i skladištenje»

# SKLADIŠTENJE TEČNE ROBE U REZERVOARIMA

---

Skladištenje tečne i gasovite robe može se posmatrati kao skladištenje:

- **ambalažirane** tečne ili gasovite robe prevedene u tečno stanje, koja se onda posmatra kao komadna roba,
- **masovne robe**, koja zahteva specifične skladišne objekte i pretovarna sredstva (sisteme cevovoda, ventile, pumpe).

Skladišta za tečnu i gasovitu robu karakteriše:

- posedovanje odgovarajućih **mehaničkih i konstruktivnih osobina**, koje obezbeđuju sigurnost suda u različitim režimima rada,
- obezbeđenje **adekvatnog zaptivanja**, kako se ne bi pojavio gubitak sadržaja (ekonomske i ekološke posledice),
- postizanje **željenih temperaturnih uslova**.

Skladišta za **masovnu tečnu i gasovitu robu** imaju oblik **rezervoara**.

# REZERVOARI

---

**REZERVOARI** predstavljaju **hermetički zatvorena skladišta**, u kojima se obavlja **skladištenje** tečnosti (vode, hemikalija ili ostalih opasnih materija u tečnom stanju) ili plinova.

Postoji mnogo različitih tipova rezervoara u zavisnosti od geometrijskih i konstruktivnih karakteristika, kapaciteta, materijala od koga su napravljeni, karakteristika robe koja se skladišti, mesta i načina ugradnje, načina postavljanja, primene i drugo.

# Primena rezervoara i vrsta robe koja se skladišti

---

- **Osnovna namena** rezervoara je skladištenje tečnosti i plinova, ali se njihova primena definiše u odnosu na mesto i ulogu u logističkom sistemu i vrsti robe koja se skladišti.
- **Roba koja se skladišti:** U rezervoarima se može skladištiti voda (za piće, tehnička/industrijska, otpadna), mleko, hemikalije, ulja, nafta i naftvni derivati, plin itd. Većina navedene robe spada u kategoriju **opasnih** materija, tako da se pri lociranju, izgradnji i eksploataciji rezervoara moraju respektovati relevantne *karakteristike robe* (na primer, temperature na kojima dolazi do zapaljivosti, eksplozija, smrzavanja, korozivna dejstva materije i slično) i poštovati odgovarajući *propisi i preporuke o transportu, rukovanju i skladištenju* vezani za datu klasu opasnih materija.
- U odnosu na mesto i ulogu takvih skladišta u logističkom sistemu, rezervoari mogu spadati u *različite kategorije*

# Primena rezervoara i vrsta robe koja se skladišti

Na primer, u slučaju skladištenja pogonskih materijala ili sirovina (razne vrste hemikalija) rezervoari spadaju u grupu proizvodno prijemnih skladišta, čija je tehnološka funkcija obezbeđenje rezervi (primer, kompleks fabrike sirćetne kiseline MSK u Kikindi, Slika 1).



Slika 1. Kompleks rezervoara fabričkog kompleksa MSK u Kikindi

# Primena rezervoara i vrsta robe koja se skladišti

U slučaju skladištenja vode za piće rezervoari spadaju u proizvodno otpremna skladišta (rezervoari kod izvorišta vode, bunara i sl.), ili kod skladištenja naftnih derivata u rafinerijskom kompleksu čije su tehnološke funkcije distributivne (primer rafinerija u Pančevu i Novom Sadu, Slika 2).



Slika 2. Rafinerijski kompleks

Takođe, rezervoari za skladištenje naftnih derivata se mogu naći i u terminalima (na primer, naftni terminali u lukama i slično), pri čemu je njihova funkcija sabirno distributivna (primer terminala Jugopetrola na Čukarici, Beograd).

# Kapacitet, masa i dimenzije rezervoara

---

**Kapacitet** je određen **unutrašnjim obimom** i **visinom** rezervoara.

Kapacitet se obično izražava u m<sup>3</sup> ili litrima.

U odnosu na kapacitet, grade se različiti rezervoari, što zavisi od vrste industrije gde se primenjuju, njihovoj ulozi i funkciji, vrste robe, ugradnje (nadzemni, podzemni), materijala od koga su napravljeni i slično.

Masa i dimenzije rezervoara su ograničene tehnološkim svojstvima tla na/u koje se postavljaju.

# Kapacitet, masa i dimenzije rezervoara - primeri

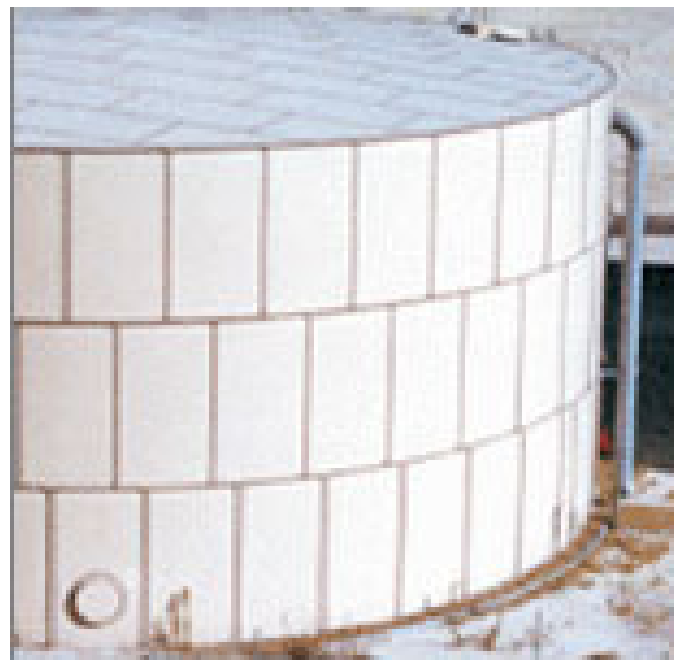
- U **naftnoj i petrohemijskoj industriji** kapacitet rezervoara se kreće u opsegu od **1000** do **150 000** m<sup>3</sup>. Tipični kapaciteti rezervoara za skladištenje manjih količina **tečnosti i plinova** kreću se u rasponu od **1000-5000** m<sup>3</sup>, a za veće količine od **10 000 – 20 000** m<sup>3</sup>.
- Kapacitet velikih rezervoara može zavistiti od **konstrukcije rezervoara** (na primer, rezervoari sa **fiksniim krovom** se grade do **80 000** m<sup>3</sup>, a rezervoari sa **plivajućim krovom** i do **150 000** m<sup>3</sup> zapremine). Jedan od najvećih rezervoara je izgrađen u Japanu, polu-ukopanog je tipa, kapaciteta od **200 000**m<sup>3</sup>.
- U **industriji mleka** kapacitet rezervoara od rostfraja se kreće u opsegu od **300** litara (rezervoari u samoj proizvodnji, sa specijalnim dodatnim elementima) pa do **75 000** litara.
- Rezervoari za **vodu** se kreću u rasponu od stotinak litara (prenosni rezervoari) pa do **20 000 000** litara (nadzemni rezervoari od stakla i čelika).



# Rezervoari prema mestu ugradnje

## ■ Nadzemni rezervoari

Nadzemni rezervoari predstavljaju najčešća rešenja ugradnje (Slika 3).

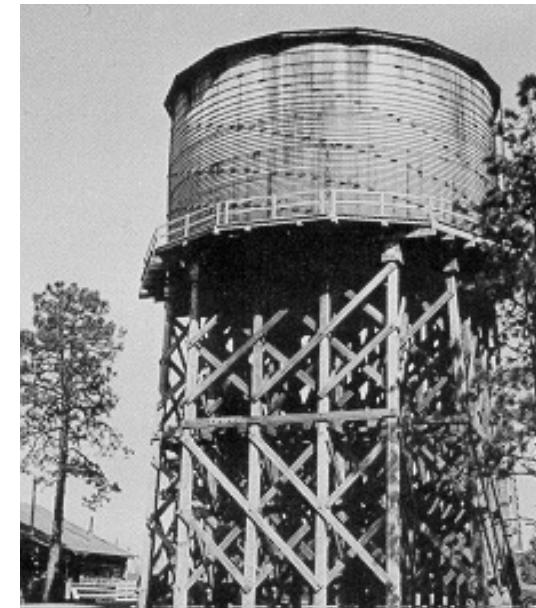
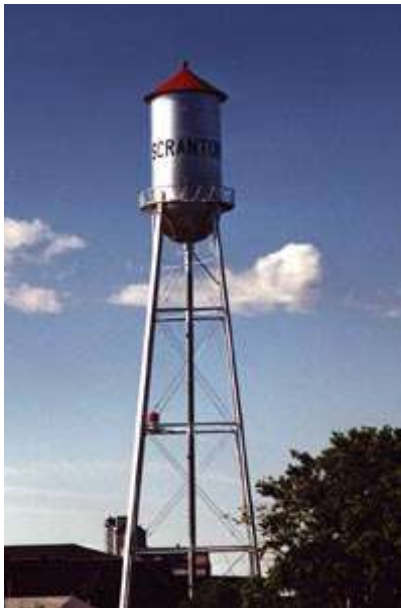


Slika 3. Nadzemni rezervoari

## Rezervoari prema mestu ugradnje

### ■ Nadzemni rezervoari izdignuti na posebnu konstrukciju (vodo tornjevi)

Nadzemni rezervoara izdignuti na posebnu konstrukciju se najčešće primenjuju za skladištenje vode. Danas se uglavnom izrađuju od čelika, dok su se ranije gradili i od drveta. Sreću se u velikom broju oblika – okrugli, elipsoidni, pravougaoni itd (Slika 4)



Slika 4. Izgled čeličnog rezervoara kapaciteta 150 000 litara, od oko 2 – 7.5 miliona litara i drvenog rezervoara za vodu kapaciteta 950 000 litara

*Pripremila: Jelena V. Vlajić*

# Rezervoari prema mestu ugradnje

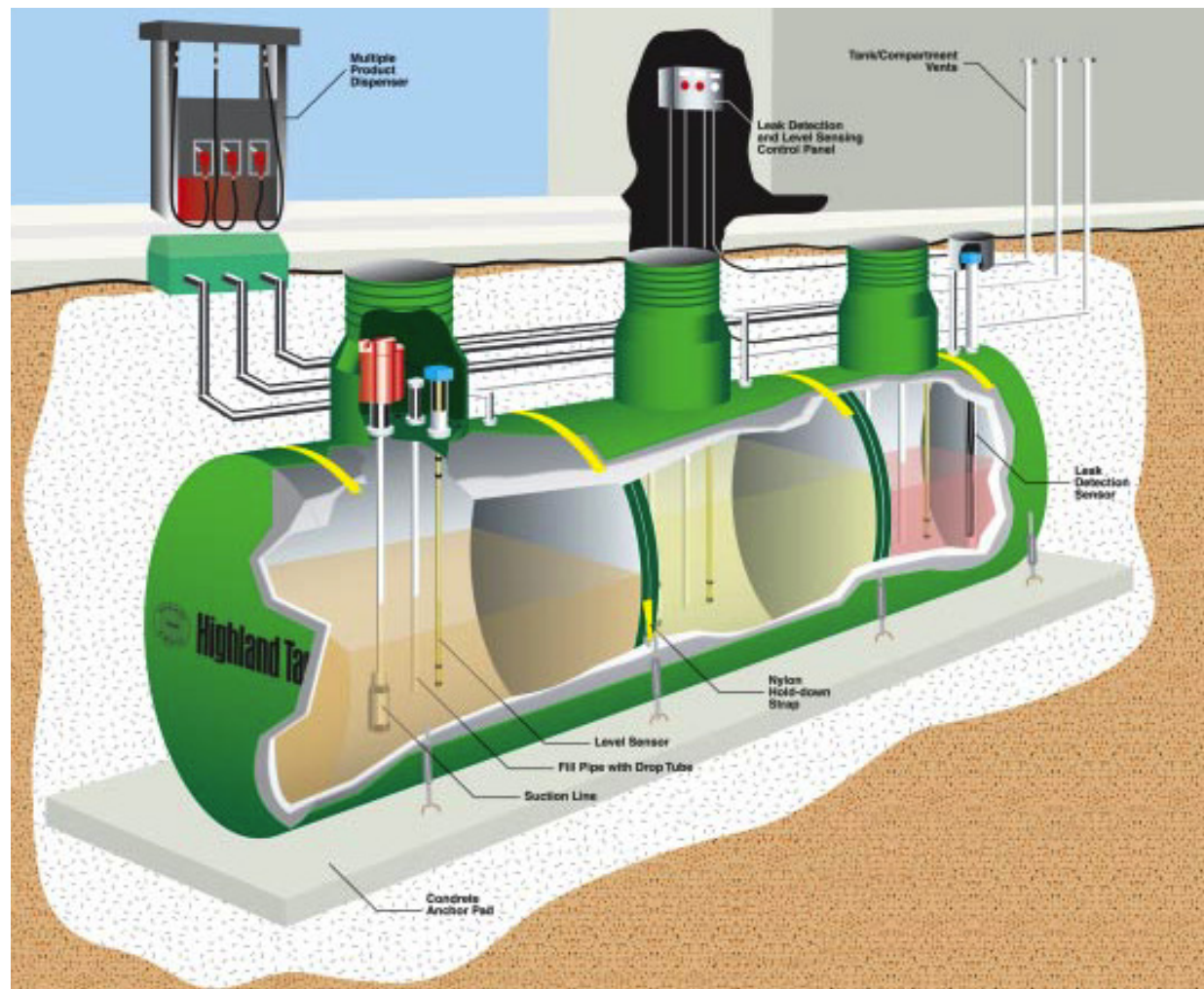
---

## ■ Podzemni rezervoari

Podzemni rezervoari se često ugrađuju u proizvodnim kompleksima za skladištenje pogonskih materija (vode, benzina, hemikalija) i na benzinskim stanicama.

Usled česte potrebe da se u okviru jednog rezervoara skladište različite materije (kao što je slučaj na benzinskim pumpama), ovakvi rezervoari se proizvode sa više komora, pri čemu njihova konstrukcija i opremanje podleže posebnim propisima (Slika 5).

## Rezervoari prema mestu ugradnje



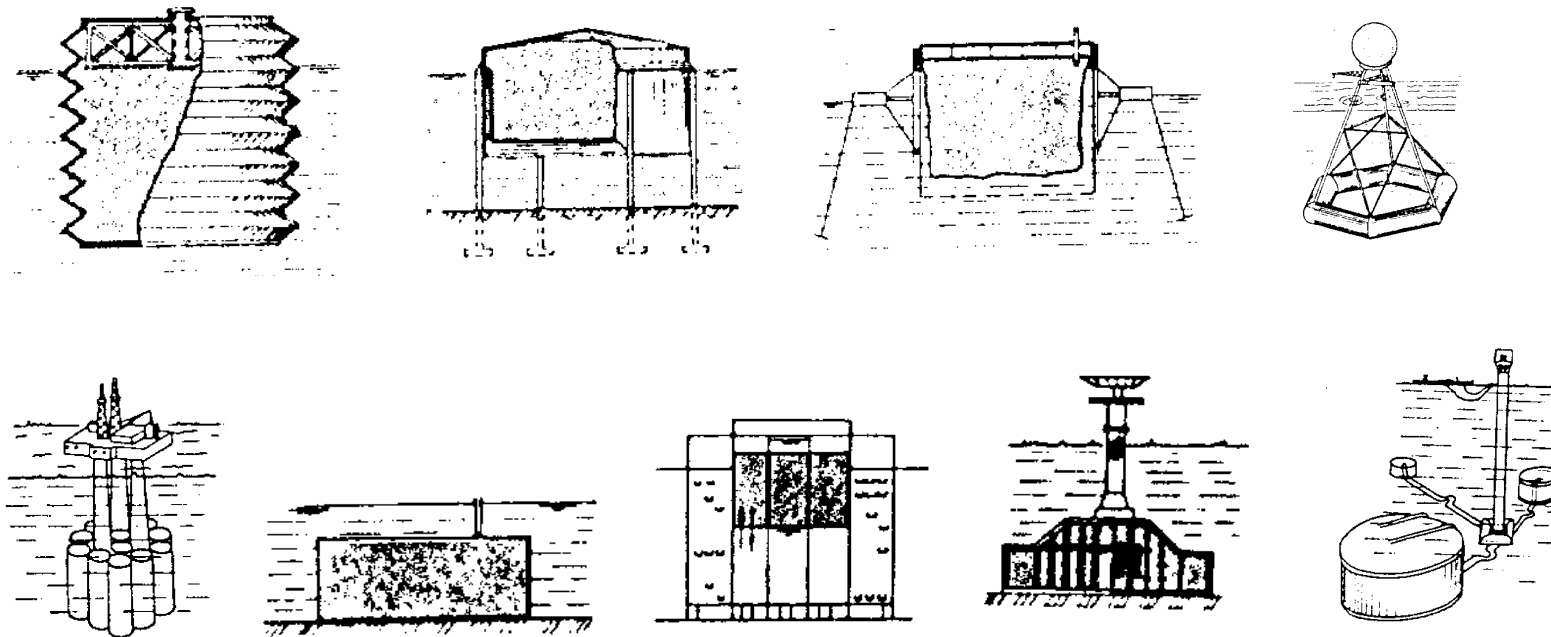
Slika 5. Izgled podzemnog rezervoara sa komorama

Pripremila: Jelena V. Vlajić

# Rezervoari prema mestu ugradnje

## ■ Podvodni rezervoari

Podvodni rezervoari se koriste kod naftnih platformi i bušotina (Slika 6).



Slika 6. Izgled i oblici podvodnih rezervoara

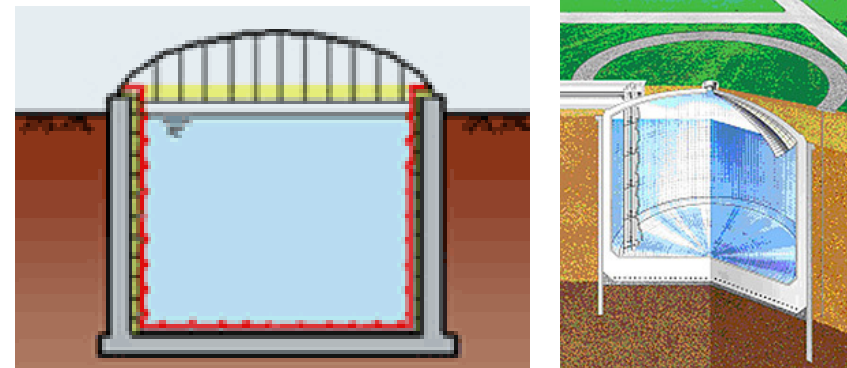
Pripremila: Jelena V. Vlajić



# Rezervoari prema mestu ugradnje

## ■ Polu-ukopani rezervoari (rezervoari natkriveni zemljom)

Usled ekoloških i bezbednosnih pogodnosti, za skladištenje opasnih materija se koriste i polu-ukopani rezervoari, betonske konstrukcije (Slika 7)



Slika 7. Polu-ukopani rezervoari



# Rezervoari prema mestu ugradnje

## ■ Prenosivi rezervoari

Prenosivi rezervoari se grade u različitim varijantama i veličinama. Rezervoari ovog tipa za skladištenje vode se uglavnom prave od polietilena velike gustine, fiberglasa ili visoko kvalitetnih smola i stakla. Koriste se takođe za skladištenje pesticida, hemikalija i ostalih tečnosti. Izrađuju se mahom u sledećim varijantama:

-Četvrtasti ili valjkasti rezervoari za smeštaj na pick-up vozila (Slika 8)



Slika 8. Rezervoari za vodu kapaciteta 750-2000 litara (levo) i kapaciteta 1600 litara (desno)

# Rezervoari prema mestu ugradnje

## ■ Prenosivi rezervoari

-Rezervoari sa sopstvenim postoljem (nogarima ili nekim drugim oblikom postolja) – Slika 9



Slika 9. Rezervoar za vodu sa postoljem kapaciteta 3800 litara



# Rezervoari prema mestu ugradnje

## ■ Rezervoari kao paletne jedinice

Rezervoari kao paletne jedinice su posebno prilagođeni za transport. Obično paleta ima metalni okvir, a cilindrični rezervoar bazu od plastike (Slika 10). Kapaciteta su od 500 do 1500 litara.



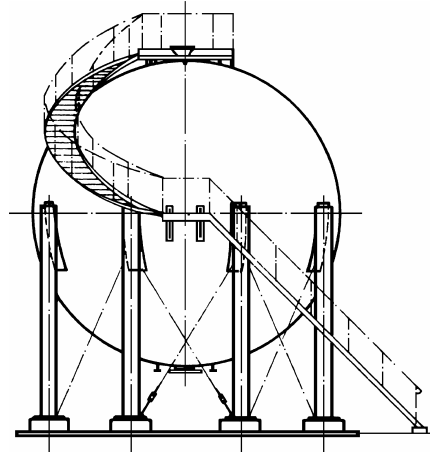
Slika 10. Rezervoari kao paletne jedinice

# Oblik rezervoara

---

- Rezervoari se izgrađuju u više oblika – mogu biti:
  - sferni (Slika 11),
  - cilindrični (postavljeni vertikalno ili horizontalno – Slika 12)  
Vertikalni cilindrični i sferni rezervoari se prilikom ugradnje postavljaju na specijalna postolja, dok se horizontalni cilindrični rezervoari najčešće postavljaju na nosače ili «sedlo». Prenosni rezervoari se izrađuju i u drugačijim oblicima (slike od 8 do 10).
  - ili oblika kvadra.

## Oblik rezervoara



Slika 11. Sferni rezervoar i rezervoar u obliku kvadra



Slika 12. Vertikalni i horizontalni cilindrični rezervoari

*Pripremila: Jelena V. Vlajić*

## Materijali od kojih se izgrađuju rezervoari i izgradnja/ugradnja rezervoara

---

- Generalno gledano, rezervoari se izgrađuju od različitih materijala:
  - čelika (galvaniziranog rebrastog ili nerđajućeg),
  - betona,
  - prednapregnutog betona,
  - fiberglasa,
  - plastike,
  - titanijuma,
  - drveta itd.
- Postoje i rezervoari koji su izgradjeni u kombinaciji različitih materijala, kao na primer čelični rezervoari u kombinaciji sa staklom ili nekim drugim materijalim u cilju zaštite od korozije.

## Materijali od kojih se izgrađuju rezervoari i izgradnja/ugradnja rezervoara

- **Čelični** rezervoari se izrađuju obično od hladno valjanog čelika, koji se površinski tretiraju slojem cinka.
- Radi bolje zaštite od korozije, u čelične rezervoare se mogu ugrađivati obloge od stakla.
- Na primer, vareni čelični rezervoari se proizvode u skladu sa određenim specifikacijama, pri čemu debljina čelika zavisi od veličine suda rezervoara. Sud rezervoara se obično pravi od čeličnih prstenova određene širine, koji se vare jedan za drugi, a debljina donjih prstenova je veća kako bi donje strane omotača mogle da podnesu veći pritisak (slika 12). Obloge za omotač i dno suda mogu biti rađene od epoksita ili fiberglasa.



Slika 13. Izgradnja čeličnih rezervoara (izvor - <http://www.duro-dakovic.com>)

Pripremila: Jelena V. Vlajić

## Materijali od kojih se izgrađuju rezervoari i izgradnja/ugradnja rezervoara

Rezervoari od **galvanizovanog rebrastog čelika** (Slika 14) se ručno zakivaju, imaju specifičan dizajn i konstrukciju, valovito galvaniziranu čeličnu oplatu, i predstavljaju nepromočiva, hermetički trajna i kvalitetna skladišta. Izuzetno su izdržljivi i nepropustljivi. Način postavljanja zavisi od veličine rezervoara, lokacije i lokalnih propisa. Unutrašnji zaštitni sloj se može postaviti ili tokom proizvodnje ili po samoj ugradnji rezervoara.

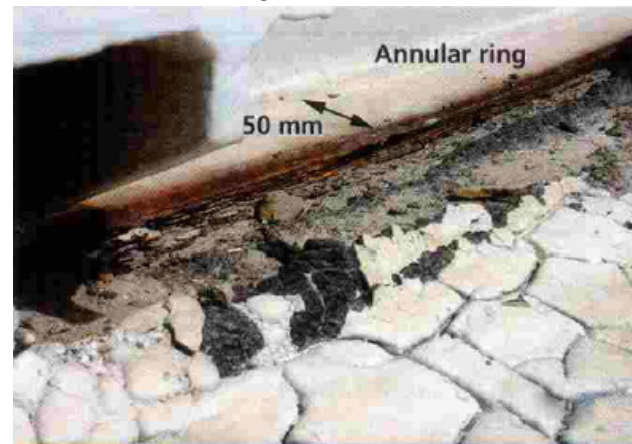


Slika 14. Rezervoar od galvanizovanog rebrastog čelika kapaciteta do



## Materijali od kojih se izgrađuju rezervoari i izgradnja/ugradnja rezervoara

**Čelični** rezervoari su često podložni koroziji (i sa unutrašnje i sa spoljašnje strane – Slika 15). Korozija obično počinje sa pojavom jamica na metalnoj površini. Sa njihovim napredovanjem javljaju se i otvori. Čak i kroz jako male otvore za godinu dana može iscureti stotinu litara tečnosti. Pored rezervoara i cevi, koroziji su izloženi i svi drugi delovi sistema tako da svi oni treba da budu zaštićeni od nje.



Slika 15. Pojava korozije na unutrašnjem (levo) i spoljašnjem delu (desno) dna čeličnog rezervoara

## Materijali od kojih se izgrađuju rezervoari i izgradnja/ugradnja rezervoara

---

- Najbolji metod zaštite od korozije je **unutrašnje oblaganje rezervoara**.
- Izuzetni rezultati postižu se **hladnom galvanizacijom**, iako i druge vrste oblaganja (epoksi-smola, ugljeni katran, poliuretanska boja i dr.) takođe mogu pružiti pogodnu zaštitu u nekim slučajevima. Pre samog oblaganja, potrebno je pripremiti površine koja će se tretirati sredstvom zaštite kako bi se postiglo odgovarajuće prijanjanje sredstva na materijal na koji se nanosi.
- Pored navedenih načina, može se primenjivati i **katodna zaštita**.



## Materijali od kojih se izgrađuju rezervoari i izgradnja/ugradnja rezervoara

- U cilju zaštite od korozije, često se grade i rezervoari u kombinaciji čelik beton ili čelik – staklo. Kapaciteti rezervoara od čelika i stakla se kreću od nekoliko desetina hiljada litara do nekoliko miliona litara (Slika 16, Slika 17).



Slika 16. Rezervoar za vodu od stakla i čelika kapaciteta 75 000 litara



Slika 17. Kompleks rezervoara od čelika i stakla

## Izgradnja/ugradnja rezervoara

---

Postoje dva načina ugradnje čeličnih rezervoara.

- **Manji rezervoari** (do nekoliko desetina hiljada litara) se proizvode i sklapaju u fabrici, a potom se isporučuju korisniku i instaliraju na predviđenu lokaciju (primer postavljanja podzemnih čeličnih rezervoara - Slika 18).

- **Veći rezervoari** (nekoliko stotina hiljada litara i više) se proizvode u obliku komponenti, a sklapaju se na mestu ugradnje (primer sklapanja i izgradnje nadzemnih sfernih čeličnih rezervoara - Slika 19). Prilikom instalacije se mogu postaviti na podlogu od šljunka ili se mogu pričvrstiti na prethodno izgrađenu betonsku podlogu.

## Izgradnja/ugradnja rezervoara



Slika 18. Postavljanje podzemnih čeličnih rezervoara

*Pripremila: Jelena V. Vlajić*

# Izgradnja/ugradnja rezervoara



Slika 19. Izgradnja nadzemnog čeličnog rezervoara kapaciteta 2000 m<sup>3</sup>  
(sklapanje na mestu ugradnje)

*Pripremila: Jelena V. Vlajić*

# Izgradnja/ugradnja rezervoara

---

- Tokom izgradnje čeličnih rezervoara se mora sprovesti i njihovo **testiranje na udar, toplotna dejstva, udar projektila**, a vrši se i **testiranje opterećenja** rezervoara teretom.
- Postupci testiranja su strogo propisani odgovarajućim procedurama – na primer, koji deo rezervoara se testira (obično je to najizloženije i najosetljivije mesto), kolikom pritisku i temperaturama se rezervoar izlaže, sa kolike udaljenosti se ispaljuju projektili, koliko projektila se ispaljuje i kojom brzinom i slično.

## Izgradnja/ugradnja rezervoara

---

- Rezervoari se grade od betona i armiranog betona takođe, pri čemu se mora voditi računa o unutrašnjoj izolaciji rezervoara (Slika 20).
- Beton se koristi za gradnju podzemnih rezervoara, (specijalnih rezervoara u moru, rezervoara sa posebnom zaštitom), i nadzemnih rezervoara za skladištenje tečnosti sa  $\gamma = 0,825\text{t/m}^3$ ).
- Na primer, rezervoari za vodu od armiranog betona se oblažu određenim oplatama, a sve betonske površine se premazuju polimer cementnim kompozicijama kako bi se sprečilo propuštanje rezervoara.
- Betonski rezervoari se grade na samoj, predviđenoj lokaciji za smeštaj rezervoara (Slika 21, Slika 22)



## Izgradnja/ugradnja rezervoara



Slika 20. Cilindrični betonski rezervoari visine 16m – spoljašnji i unutrašnji izgled

(izvor - [www.xypex.co.yu](http://www.xypex.co.yu))

Pripremila: Jelena V. Vlajić

## Izgradnja/ugradnja rezervoara



Slika 21. Izgradnja armiranih betonskih rezervoara, prečnika 60m i visine 4.5m

Pripremila: Jelena V. Vlajić (izvor - [www.xypex.co.yu](http://www.xypex.co.yu))



## Izgradnja/ugradnja rezervoara



Slika 22. Izgradnja rezervoara od armiranog betona (u Rakovici) dimenzija 24,55x36,75x6,5 m

*Pripremila: Jelena V. Vlajić*

## Izgradnja/ugradnja rezervoara

**Rezervoari od fiberglasa** se proizvode od dugačkih staklenih vlakana u kombinaciji sa smolama.

Ovaj materijal ima odličnu otpornost na koroziju i mogućnost lakog oblikovanja.

U nekim slučajevima fiberglas se koristi sa plastičnim omotačem u unutrašnjosti rezervoara.

Podzemni rezervoari od fiberglasa se obično sklapaju u fabrici i potom ugrađuju na datu lokaciju (Slika 23).



Slika 23. Ugradnja podzemnih rezervoara za vodu od fiberglasa

# Izgradnja/ugradnja rezervoara

---

**Rezervoari od fiberglasa** se moraju **pažljivo postavljati**.

Nepravilno postavljanje predstavlja značajan uzrok **oštećenja plastike** ojačane fiber-staklom, a naročito **kvarova na cevovodima**.

Postavljanje ovih rezervoara obuhvata određivanje mesta za postavljanje tankova i dubinu ukopavanja, potom samo iskopavanje i postavljanje rezervoara, nasipanje oko njih i obradu površinskog sloja.

Prilikom postavljanja rezervoara se mogu desiti razni propusti koji mogu imati i teže posledice. Na primer, loše rukovanje pri postavljanju tanka može izazvati njegovo strukturno oštećenje, može doći i do **oštećenja unutrašnjeg sloja i katodne zaštite**.

To se odnosi i na postavljanje cevi, nedovoljno pričvršćivanje sastava, neodgovarajuću gradnju postamenta i slično.

## Izgradnja/ugradnja rezervoara

---

- **Titanijum** je veoma lak i veoma jak materijal i koristi se za aplikacije gde su prisutne visoke temperature ili veoma neuobičajeni pritisci ili potresi.
- **Drveni materijali** se sve ređe koriste u izgradnji rezervoara usled nepogodnosti za skladištenje opasnih materija i slično. Ranije su se često koristili za skladištenje vode. Takvi rezervoari su se obično isporučivali u delovima i sklapali na licu mesta.

## Izgradnja/ugradnja rezervoara

- Plastični rezervoari se obično proizvode od polietilena velike gustine i mahom se koriste za skladištenje vode (Slika 24).
- Imaju dobre karakteristike - podnose loše klimatske uslove, ne rđaju, laki su, postojani, imaju UV zaštitu, mogu se izrađivati u različitim bojama (na primer, kod skladištenja vode potrebno je sprečiti razmnožavanje algi, što se postiže redukovanjem svetlosti tj. ubacivanjem crne boje u plastični materijal od koga se proizvodi rezervoar –Slika 24, levo).
- Izrađuju iz jednog dela, bez šavova su i nepropustljivi. Debljina zida tipičnog rezervoara je u rasponu od  $\frac{1}{4}$ " do  $\frac{5}{8}$ ". Veći rezervoari, veličine preko 38 000 litara mogu imati debljinu zida koja prelazi 1".



Slika 24. Rezervoari od polietilena za skladištenje vode, kapaciteta od 1100 do 38000 litara

# Konstruktivni elementi rezervoara

---

- Konstruktivni elementi rezervoara zavise od:
  - mesta ugradnje (podzemni, polu-ukopani, nadzemni, podvodni),
  - oblika rezervoara (sferični, cilindrični ili neki drugi oblik),
  - materijala od koga se proizvodi (čelik, beton, fiberglas, ...) i
  - karakteristika robe koja će se čuvati u njemu (naročito ako se radi o opasnoj robi).
- U daljem testu će biti predstavljeni konstruktivni elementi rezervoara koji se najčešće pojavljuju u našoj zemlji.

# Nadzemni rezervoari

---

- Nadzemni rezervoari vertikalnog cilindričnog tipa se sastoje iz sledećih elemenata: suda rezervoara, sekundarnog sistema sigurnosti i sistema cevovoda.
- **Sud rezervoara** se sastoji iz dna suda, omotača (zidova) i krova.
- **Omotač** čeličnog rezervoara (zidovi) se na primer obično izrađuje od limova debljine 5 mm, širine pojasa 150 cm. U odnosu na karakteristike zidova, na primer čelični rezervoari za skladištenje naftnih derivata mogu imati različita rešenja.

# Nadzemni rezervoari

---

- **Rezervoar sa jednostrukim zidom**
- Ovakvi rezervoari se danas retko koriste jer samo jednim zidom razdvajaju uskladištene tečnosti od životne sredine. Obično imaju sekundarne (pomoćne) sisteme sigurnosti, čija je svrha da prihvate sadržinu rezervoara za slučaj njegovog potpunog propadanja. Takvi sistemi se grade tako da prime isti volumen tečnosti kao u rezervoaru, a mogu se izgraditi u vidu spoljašnjeg omotača (od sintetičkih materijala, betona, gline, zemlje, cementa, asfalta i slično) oko rezervoara ili svoda (podzemne zasvođene odaje čiji su zidovi obično od betona, a plafon od vodootpornog materijala).



# Nadzemni rezervoari

---

- **Rezervoari sa dvostrukim zidom**
- Sastoji se iz dva suda, unutrašnjeg i spoljnog, pri čemu je spoljni 10% veći od unutrašnjeg. Propisi takođe nalažu praćenje prostora između sudova rezervoara, kako bi se na vreme signaliziralo propuštanje unutrašnjeg suda. Oba suda poseduju ventile. Najčešći materijali za izgradnju sekundarnog osiguranja (spoljnog suda) su nekorodirajući metal, epoksidalna smola, staklena vlakna ili metal sa sintetičkom membranom ("zavojem").

# Nadzemni rezervoari

---

- **Rezervoar sa otvorenim krovom.**
- Sastoji se iz dva suda, unutrašnjeg (koji je zatvoren) i spoljašnjeg (koji je kompletno otvoren na vrhu). Uloga spoljnjeg suda je da zadržava tečnost koja može iscureti iz unutrašnjeg suda.

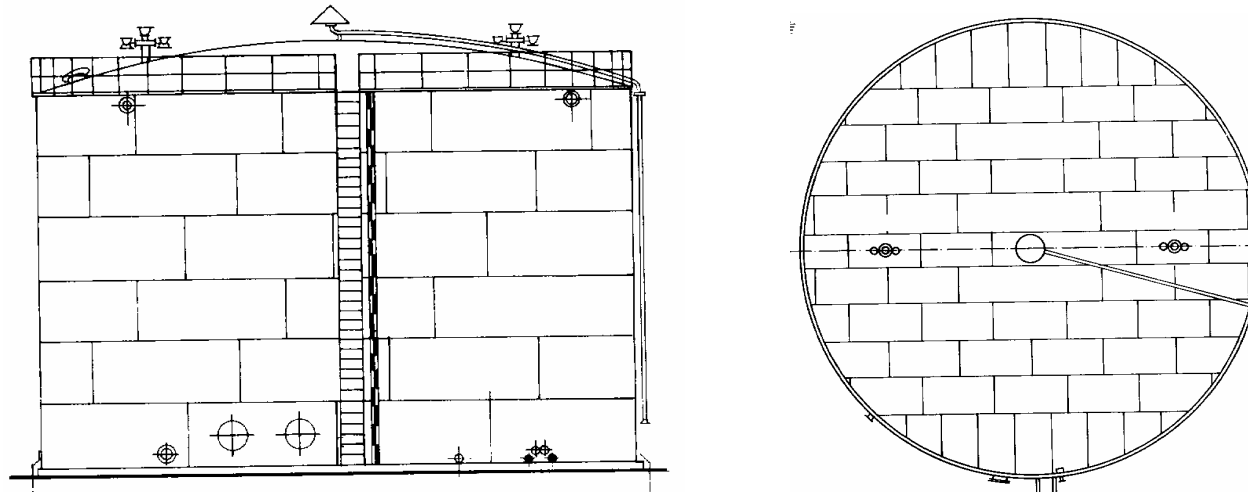
# Nadzemni rezervoari

---

- **Natkriveni rezervoar**
- Sličan je rezervoaru sa otvorenim krovom, sem što na vrhu ima čelični krov koji natkriva oba suda radi zaštite od padavina i slično. Ovakvi rezervoari obično ne zahtevaju ventile na spoljnjem sudu, jer je otvoren na vrhu. Propisi nalažu praćenje prostora između sudova rezervoara, kako bi se na vreme signaliziralo propuštanje unutrašnjeg suda.

# Krov rezervoara

- Krov rezervoara takođe može imati različite konstrukcije – najčešće se koriste rezervoari sa fiksnim krovom, plivajućim krovom ili krovom sa oslabljenim spojem između krovnog lima i plašta.
- Rezervoari sa fiksnim krovom čelične konstrukcije se sastoji iz radijalno raspoređenih nosača, koji se jednim krajem oslanjaju na omotač, a drugim na centralni cilindar (Slika 25).



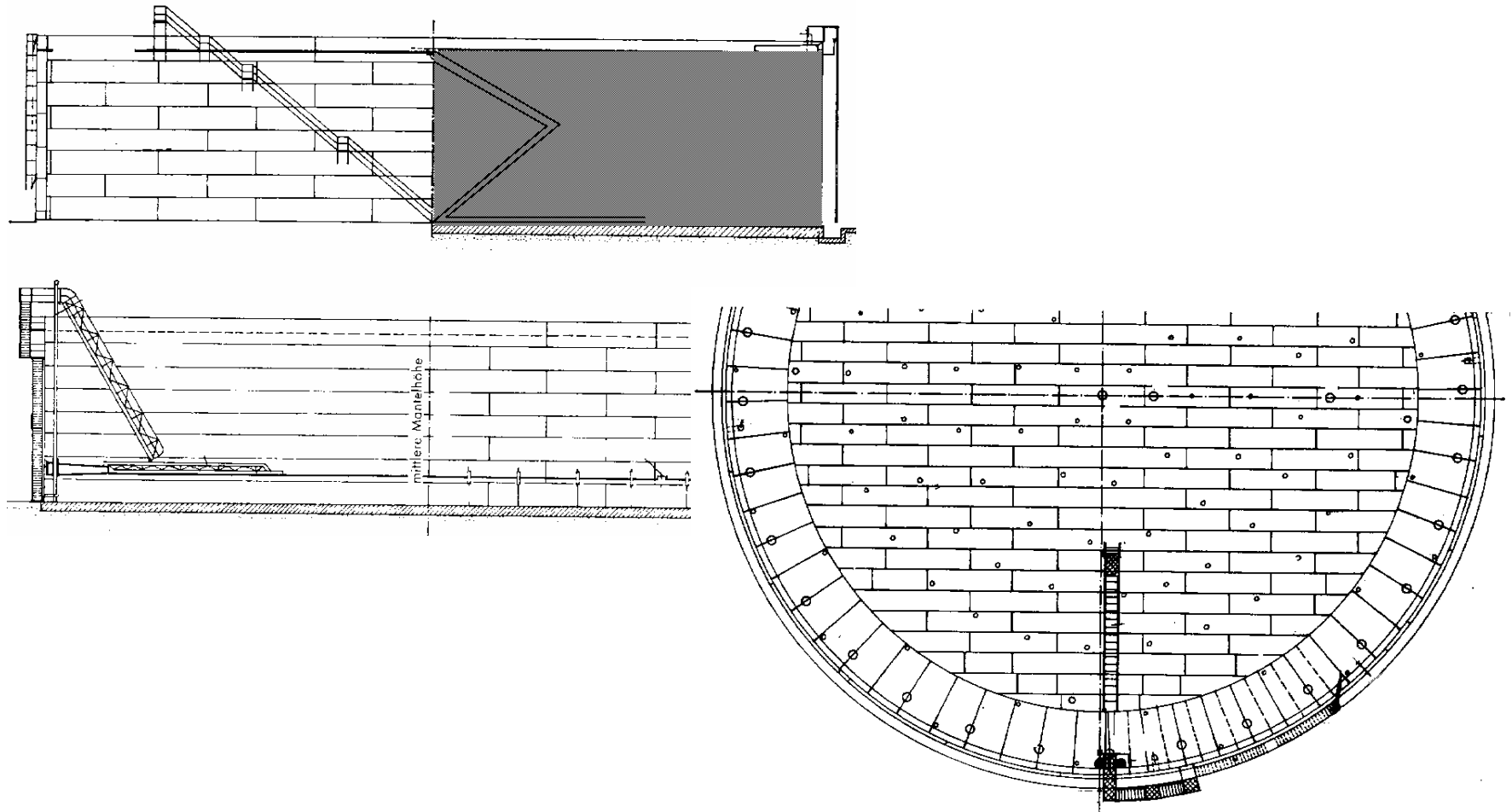
Slika 25. Skladišni rezervoar za tečne terete sa fiksnim krovom (2000 m<sup>3</sup>)

# Krov rezervoara

---

- **Plivajući krov** rezervoara može biti dvojakog konstruktivnog rešenja – kao spoljni ili unutrašnji plivajući krov. Rezervoar sa spoljnim plivajućim krovom se sastoji od cilindrične otvorene čelične školjke opremljene krovom koji plovi na površini uskladištene tečnosti. Krov se podiže i spušta zajedno sa nivoom tečnosti (Slika 26).
- Unutrašnji rezervoar sa plivajućim krovom je opremljen prostorima koji se mogu širiti, a povezani su sa rezervoarima pare koji se prilagođavaju promenama volumena pare izazvanim temperaturnim razlikama i barometarskim pritiskom. Ovakvi rezervoari su pogodni za materije koje razvijaju gasove prilikom promene temperature i pritiska.

# Krov rezervoara



Slika 26. Skladišni rezervoar sa plivajućim krovom (40000 m<sup>3</sup>)

Pripremila: Jelena V. Vlajić

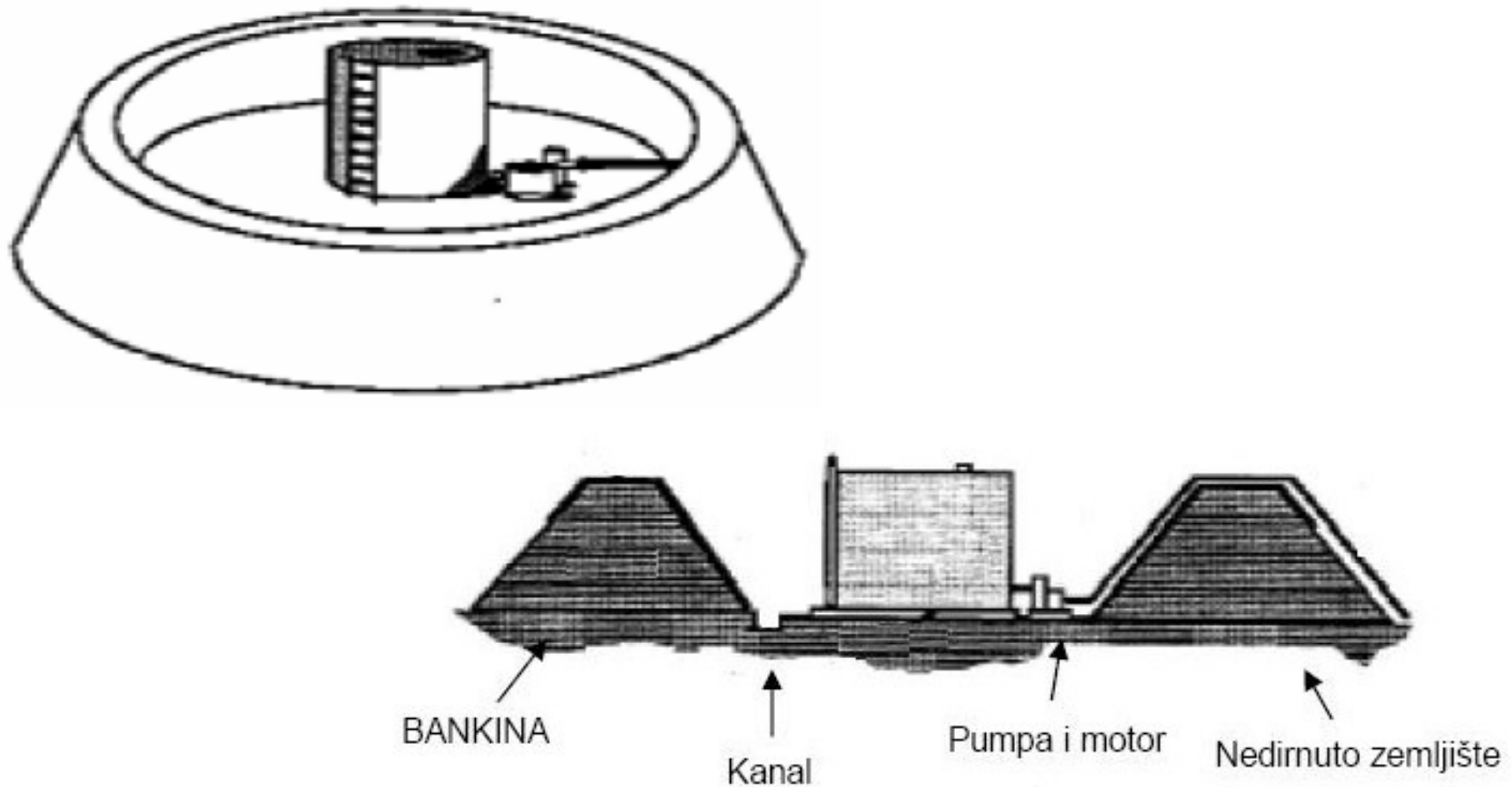


# Sekundarni sistem

---

- Sekundarni sistem sigurnosti zavisi od same konstrukcije rezervoara. Sa jedne strane, on se može izrađivati kao betonski temelj, podloga ili konstrukcija na koju se postavlja sud rezervoara, ili kao spoljni sud u koga se smešta unutrašnji sud rezervoara. Na primer, kada se koriste rezervoari sa jednostrukim zidovima, pri ugradnji se oni obično postavljaju na određene postamente (vertikalni cilindrični i sferni) ili sedla (horizontalni cilindrični) oko kojih se može izgraditi betonski temelj ili bankine od zemlje (radi bolje zaštite od izlivanja tečnosti u okolinu, eventualnih požara i eksplozija). Prema preporukama, prostor u okviru bankine treba da bude najmanje 100% zapremine rezervoara na koji se dodaje prostor za prihvatanje padavina tokom 24 časa u dvadesetpetogodišnjem periodu (Slika 27).

# Sekundarni sistem



Slika 27. Zemljani nasip oko rezervoara

# Dodatna oprema

---

- Rezervoari poseduju stalnu opremu i armaturu, ali i neku dodatnu opremu, čija ugradnja i primena zavisi od karakteristika robe koja se skladišti.
- Na primer, za rezervore u kojima se skladište naftni derivati, stalna oprema i armatura obično podrazumeva spoljne stepenice (koje omogućavaju pristup na rezervoar), ulazni otvor na krovu i omotaču, zaštitnu ogradu na krovu rezervoara visine 1100 mm, unutrašnje stepenice, sigurnosni ventil, merač nivoa, otvor za utakanje, otvor za istakanje, otvor za uzorkovanje, otvor za prečišćavanje i slično.

# Dodatna oprema

- Dodatna oprema koja se ugrađuje na/u rezervoar može biti:
  - disajni ventil sa protiv požarnim osiguračem za sprečavanje porasta pritiska u rezervoaru (neophodni su kod rezervoara sa fiksnim kro-vom, a usled pojave isparavanja robe – takozvanog efekta evaporacije; ova pojava je karakteristična za skla-dištenje motornih benzina, mlaznih goriva i dizel goriva, naročito u situacijama kada se re-alizuje punjenje rezervoara ili kada su spoljne temperature visoke.),
  - uređaji protiv požarne zaštite, za gašenje požara na rezervoarima i tankvanima,
  - sistem za hlađenje omotača i krovnog lima (za tečnosti osetljive na visoke spoljne temperature),
  - podni grejač i električni grejači u zidovima (neophodni su u rezervoarima za mazut kako bi se smanjila njegova viskoznost na nižim temperaturama tako omogućilo istakanje iz rezervoara; zagrevanje se može izvršiti na dva načina: pregrejanom vodenom parom, koja struji kroz izmenjivač toplote postavljen u rezervoaru ili grejačima koji su postavljeni u pod i zidove rezervoara),
  - otvor za izjednačavanje pritiska pri punjenju i pražnjenju rezervoara (predviđeni su za skladištenje mazuta).