GRAĐEVINSKI STROJEVI

VI PREDAVANJE

RADNI SUSTAVI GRAĐEVINSKIH STROJEVA

Sveučilite u Zagrebu, Građevinski fakultet; doc. dr. sc. Mladen Vukomanović

Koji su osnovni tipovi sustava građevinskih postrojenja, transportnih sredstava i strojeva?

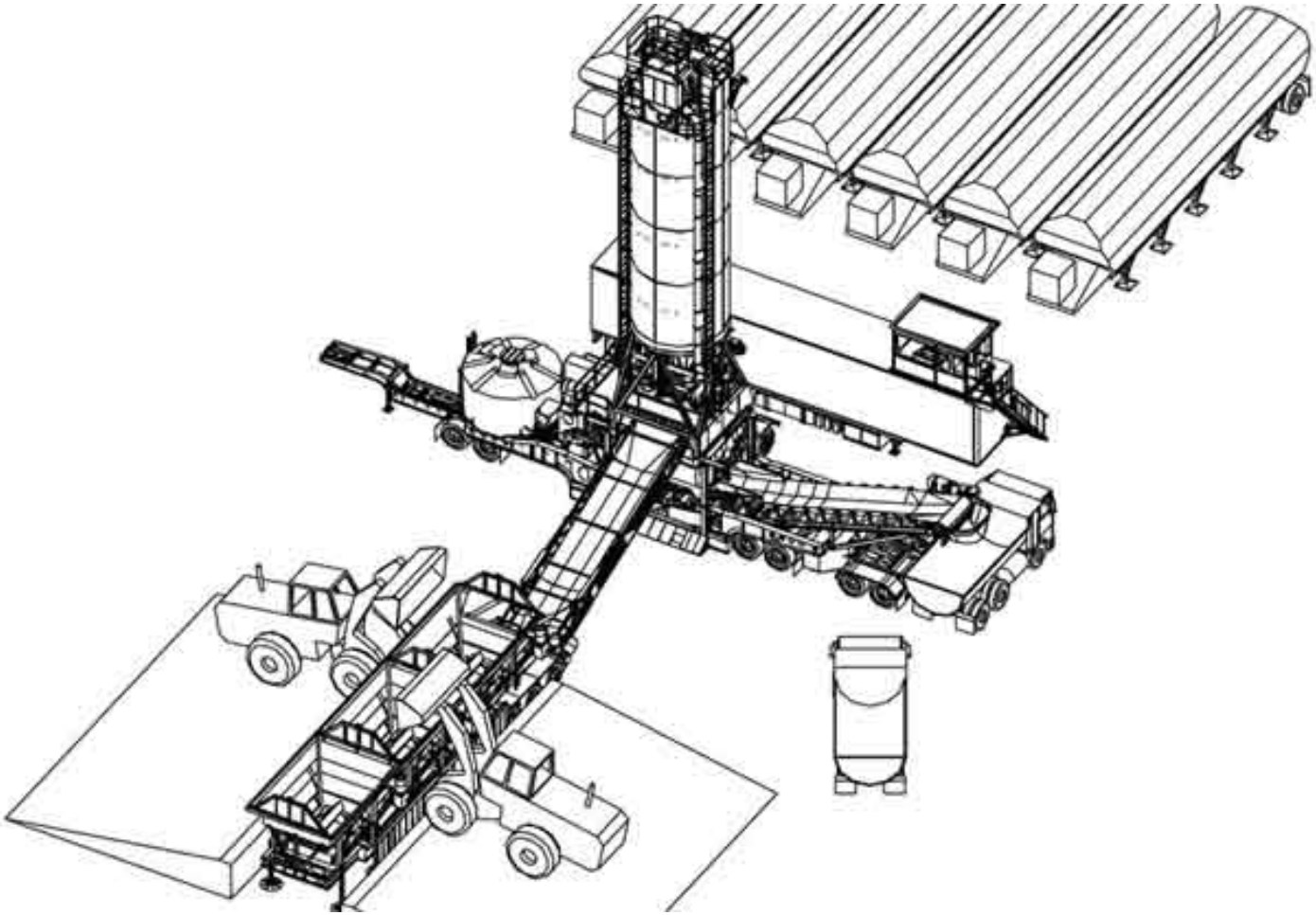
Osnovni tipovi su:

- postrojenja za proizvodnju jedne ili više vrsta gradiva (kamena sitnež – mineralni agregat, beton, asfalt, betonski elementi, sklopovi i ostale prerađevine …)
- sustavi građevinskih strojeva odnosno organizirane radne grupe strojeva ustrojene od pojedinih vrsta različitih, pretežito standardnih, građevinskih strojeva određenog broja, i to u međusobno povezane tehnološke lance koji izvode jednu ili više vrsta građevinskih radova (primjer - zemljani radovi),
- složeni strojno-tehnološki sustavi ustrojeni od postrojenja i radnih grupa pojedinih vrsta različitih standardnih građevinskih strojeva u međusobno povezane složene tehnološke lance koji proizvode razne vrste građevinskih materijala te izvode razne vrsta građevinskih radova (primjer - asfalterski radovi).

Pokretno postrojenje za proizvodnju kamene sitneži – sustav građevinskih strojeva

Postrojenje za proizvodnju asfalta – složeni strojno tehnološki sustav

Postrojenje za proizvodnju betona – tvornica betona



2. ZEMLJANI RADOVI

Organizirani tehnološki postupak zemljanih radova obuhvaća slijedeće;

- iskop tla ili stijene
- transport iskopanog prirodnog sipkog materijala
- privremeno ili stalno odlaganje (“deponiranje”)
- prerada
- ponovna ugradnja

Prema području ili prostoru odvijanja iskopa razlikuju se:

- vanjski tj. površinski (nadzemni),
- podzemni (tunelski), te
- podvodni iskopi .

Površinski iskopi

Površinski iskopi izvode se na površini terena ili s površine u određenoj dubini terena u okviru:

- **glinokopa**
- **šljunčare**
- **kamenoloma**

Podzemni iskopi

Podzemni iskopi izvode se u dubini stijenskog masiva ispod površine terena kao:

- **potkop**
- **tunel**
- **iskop velikih podzemnih prostorija ("kaverni") i sl.**

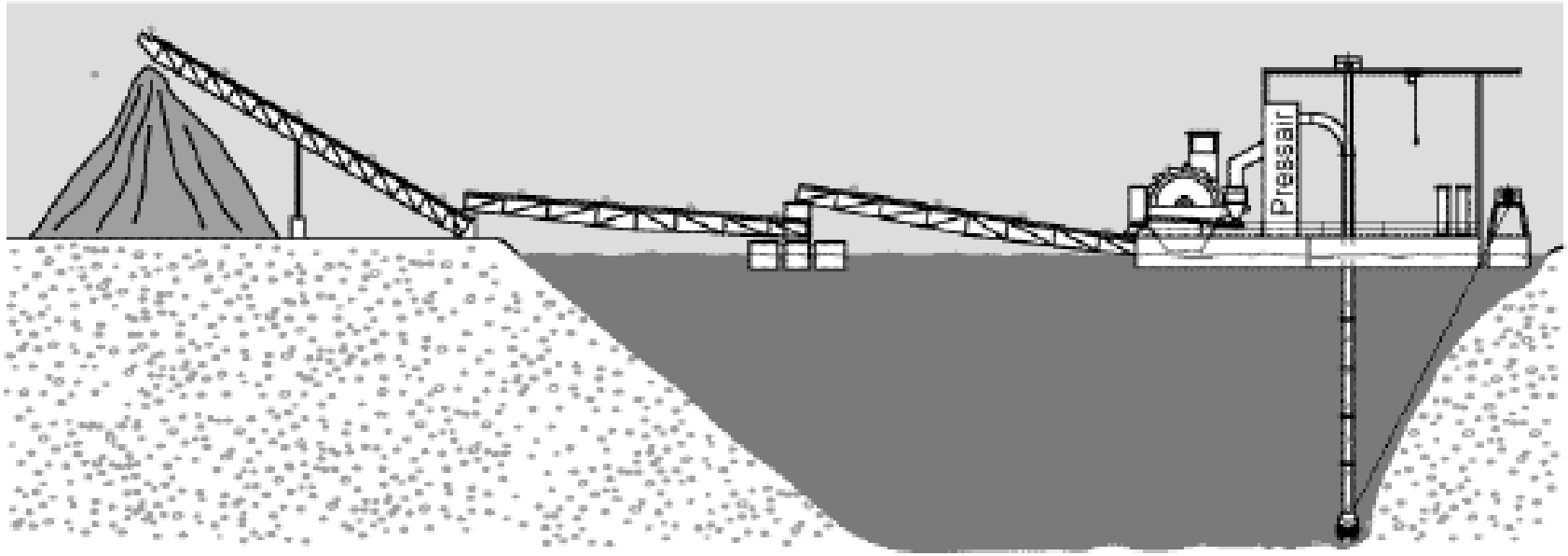
Podvodni iskopi

Podvodni iskopi na dnu i obalama rijeka, jezera ili mora izvode se tako da se kopanje u vodi (pod vodom) izvodi ili s kopna ili s površine vode (s nekog plovila ili u vodi (na površini dna ili pokosa obale pod vodom), kao;

- **iskop kanala (pod vodom)**
- **iskop u lukama**
- **iskopi aluvijalnih materijala kao gradiva i sl.**

Podvodni iskopi - primjer

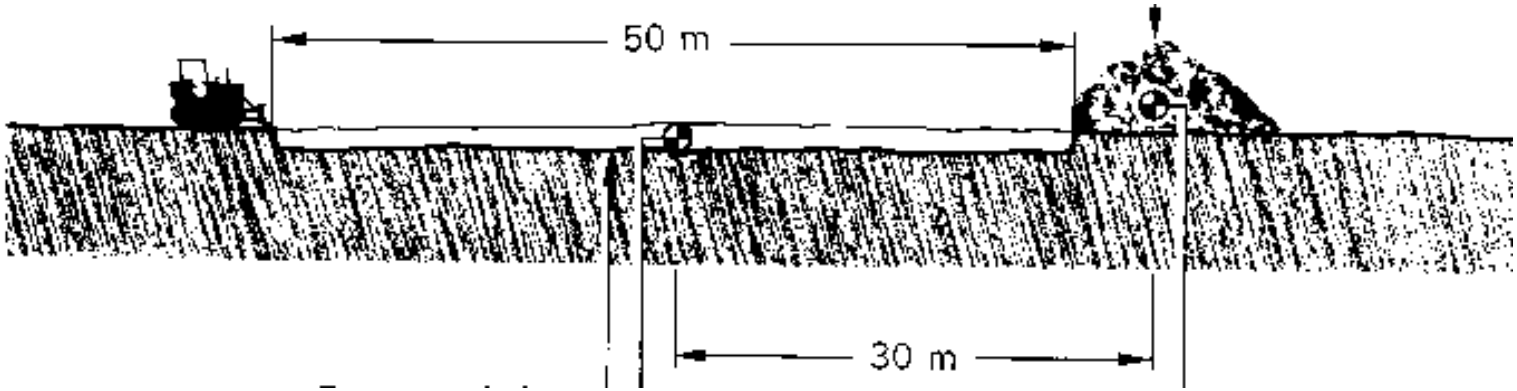
Podvodni iskop s plovila u vodi (na površini dna)



Površinski strojni iskop moguć je kao:

- **dozerski iskop (iskop dozerima) koji podrazumijeva masovni iskop tla, trošne stijene ili prethodno minirane stijene struganjem, te istovremeno transport iskopanog sipkog materijala guranjem kao i njegovo gomilanje i/ili razastiranje,**

Površinski iskop i guranje te gomilanje iskopanog materijala dozerom - primjer



Ripanje buldozera se primijenjuje uz uvažavanje slijedećeg:

- ripanje je još uvijek više «umješnost» nego znanje, a primjena ove tehnike i tehnologije iskopa ovisi o trenutnoj procjeni moguće primjene nego o nekoj zakonitosti moguće primjene,
- ukoliko ne postoji sigurnost o mogućnosti primjene ripanja, odnosno sumnja da se iskop može u potpunosti uspješno izvršiti ripanjem, bolje je primijeniti miniranje.

Površinski iskop ripanjem - primjer

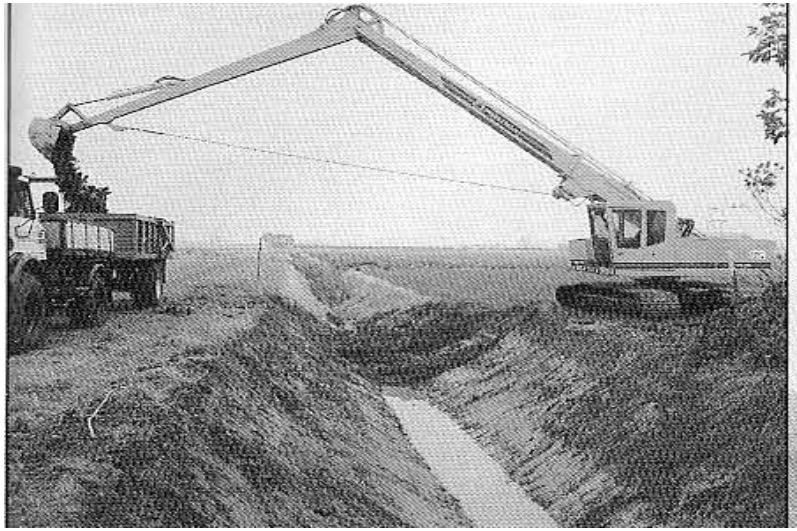
Površinski strojni iskop moguć je kao:

- bagerski iskop (iskop s pomoću svih vrsta bagera, iskop rovokopačima ili trenčerima, iskop strojeva s otkopnim krakom) koji podrazumijeva različite tehnike kopanja (ovisno u veličini i obliku prostora iskopa, vrsti i stanju materijala koji se kopa te o vrsti otkopnog alata bagera odnosno lopate, vedrice itd.)
- kao i transport (prijenos ili dodavanje) otkopanog materijala bilo na odlaganje bilo u neko transportno sredstvo,

Bagerski iskop se izvodi u svim vrstama tla i stijena (sa i bez njihova prethodna miniranja) najčešće tipičnim građevinskim bagerima u koje pripadaju bageri sajlaši i hidraulični bageri sa jednim krakom i jednom lopatom,

Pri iskopu aluvijalnih materijala pod vodom učinkoviti su bageri sajlaši bilo da su **dreglajni** (sa povlačnom košarom ili tzv. skrejperom) ili da su **grajferi** (sa zahvatnom lopatom ili tzv. grajferom).

Na planiranju pokosa koriste se vrlo učinkoviti bageri sa produženom rukom.



Na planiranju pokosa koriste se također kao vrlo učinkoviti telekopski bageri.

Rovokopači – "trenčeri"

The machine is 95 meters high and 215 meters long (almost 2.5 football fields in length)
Weight is 45,500 tons (that's equivalent to a bumper to bumper line of jeeps 80 miles long)
It took 5 years to design and manufacture at a cost of $100 million
Maximum digging speed is 10 meters per minute
Can move more than 76,000 cubic meters of coal, rock, and earth per day

Površinski strojni *iskop (+transport) moguć je kao:*

- **skrejperski iskop (iskop skrejperima) koji podrazumijeva masovni iskop pretežito zemljanih materijala struganjem, prijevoz iskopanih materijala kao i njegovu ugradbu razastiranjem, pri čemu se svi navedeni zahvati izvode u neprekinutom kretanju bez ikakva stajanja.**

Osnovni oblici skrejperskog iskopa su:

- Skrejperi su posebni građevinski strojevi za zemljane radove koji obavljaju iskop, transport i ugradnju uglavnom zemljanih gradiva (u užem smislu) neprestanim kretanjem odnosno u pokretu,
- Neposredni iskop izvode struganjem tla posebnim nožem na dnu sanduka pri čemu se istovremeno vrši i punjenje sanduka tako struganjem iskopanog gradiva.

Masovni zemljani radovi u tlu i stijeni mogu se definirati kao oni koji su:

- prevladavajući po vrsti
- značajni po količini
- vremenski dugotrajni

Masovni zemljani radovi sa među odlaganjem

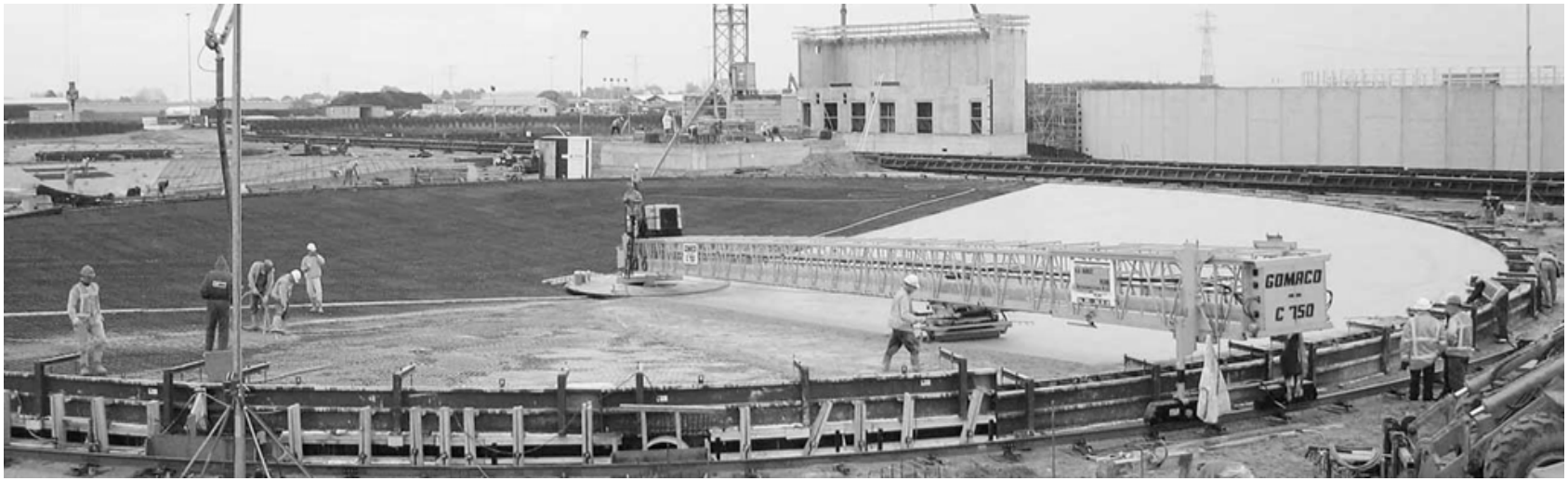
- sa među odlaganjem gradiva zbog:
  - nemogućnosti daljnje uporabe ili ugradbe sipkih gradiva,
  - poboljšanja fizičko-mehaničkih obilježja sipkih gradiva vremenskim odležavanjem (prosušivanje ocjeđivanjem),
  - iskorištenja najvećeg mogućeg učinka pojedinih strojeva ili grupa strojeva u pojedinim među dijelovima tehnološkog procesa zemljanih radova što odbacuje pojam "ključnog stroja" pri odvijanju međusobno povezanog i uvjetovanog rada građevinskih strojeva,

Masovni zemljani radovi sa među odlaganjem

- sa među odlaganjem gradiva zbog:
  - stvaranja zaliha u vremenu pripremnih radova ili u vremenu kad je nemoguće izvoditi zemljane i s njima povezane ostale građevinske radove,
  - dužih organizacijskih zastoja dijela ili cjeline tehnološkog postupka zemljanih radova, ili
  - Iz bilo kojeg drugog razloga organizacijske ili tehnološke prirode koji (ni)je bio unaprijed planiran odnosno pretpostavljen ili očekivan.

3. BETONSKI RADOVI

Izvedba plošne betonske konstrukcije dna nekog spremnika valjanjem betona



Betonski radovi obuhvaćaju tri organizacijska i logistička dijela (pod cjeline):

- Spravljanje
- Transport
- Ugradbu svježeg betona

Ukupni tehnološki postupak betonskih radova organizira se na dva načina:

- "in situ" postupak ugradbe svježeg betona lijevanjem u oplate na licu mjesta
- "in plant" postupak pri proizvodnji betonskih montažnih elemenata

PRIMJER:
privremena gradilišna lako demontažna i lakoprenosiva (po dijelovima odnosno strojno-tehnološkim podcjelinama pri premještanju tegljačima vučena) betonara

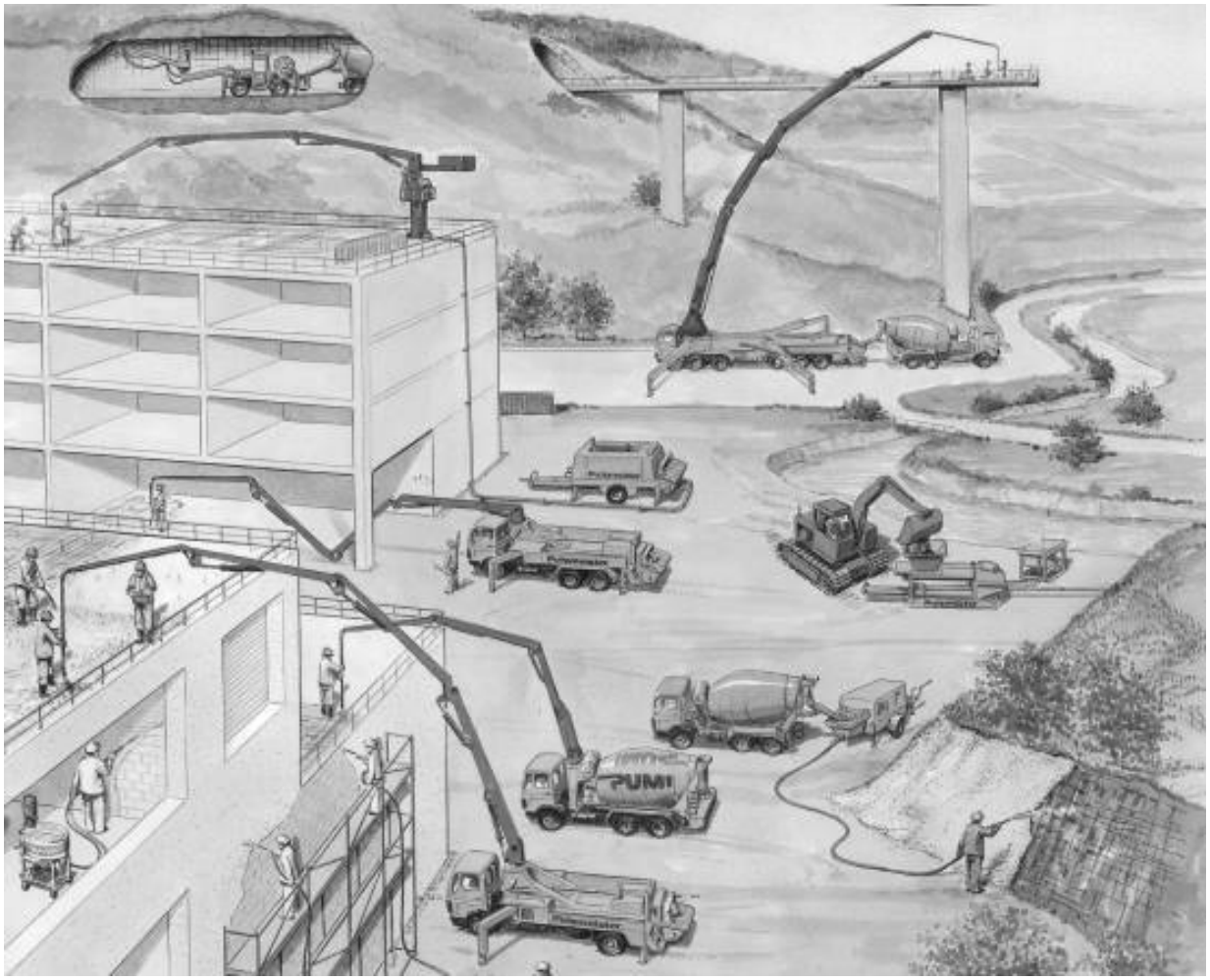
PRIMJER:
stalna („središnja“) te „kompaktna“ zatvorena tvornica betona.

Transportirani i gradilišni betoni

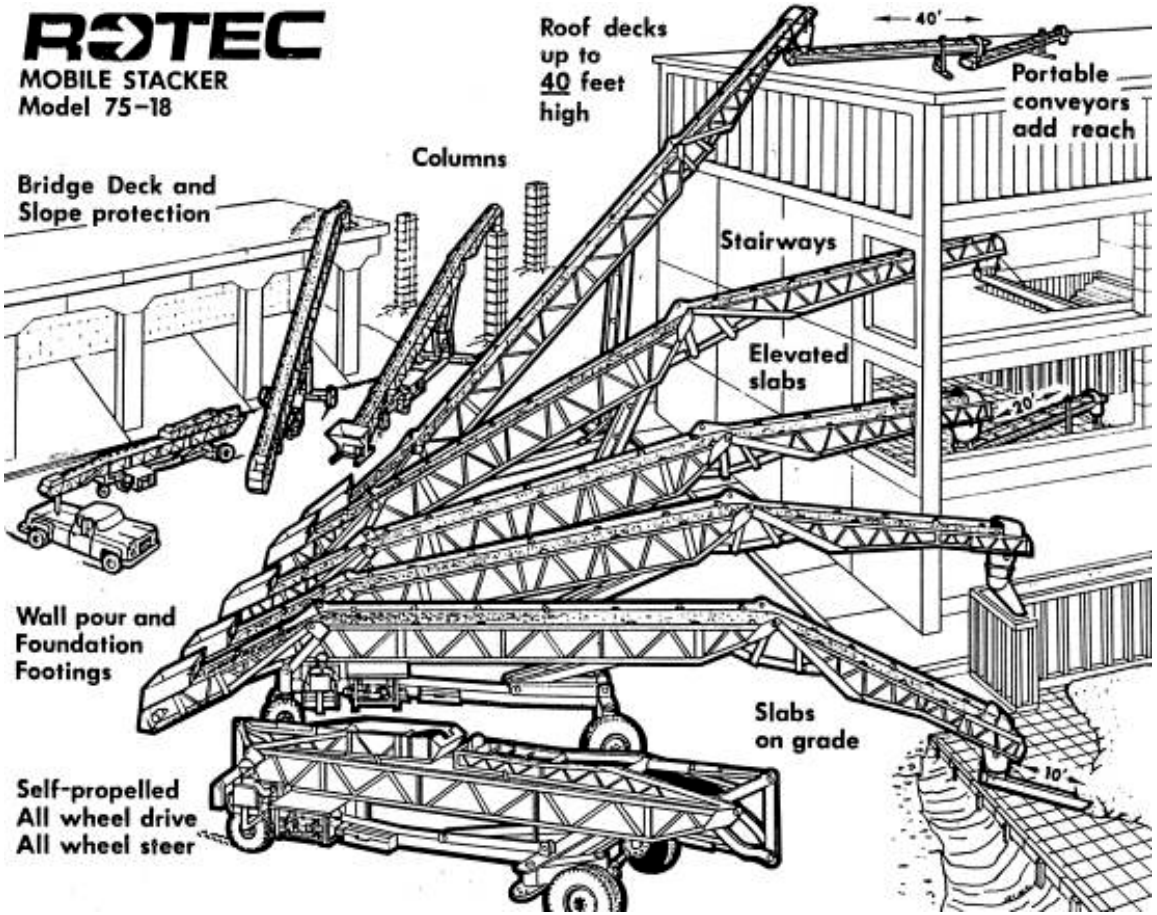
Vanjski i/ili (samo) unutarnji gradilišni transport svježeg betona može biti slijedeći prema vrsti i obliku primijenjenih transportnih sredstava, uređaja i ostale opreme :

- **jednovrstan transport svježeg betona:**
  - **samo automiješalice (pri čemu se svježi beton sipa neposredno iz automiješalice na mjesto ugradbe ili su automiješalice opremljene sa crpkom za beton odnosno transportnom trakom),**
  - **samo crpke za beton sa cijevima ili sustavom cjevovoda (u slučajevima gradilišnog transporta svježeg betona kada je crpka smještena neposredno ispod miješalice gradilišne betonare),**
  - **samo transportne trake za beton (također u slučajevima gradilišnog transporta svježeg betona kada je početak trake ili sustava traka smješten neposredno ispod miješalice betonare),**
  - **samo s uređajima za izvedbu mlaznog betona („torkret aparati“, žbukalice).**

Vanjska (automješalice, automješalice sa crpkom za beton) i gradilišna transportna sredstva (autocrpke za beton, crpke za beton s razdjelnim tornjem, žbukalice, „torkret aparati“) za svježi „pumpani“ i mlazni beton :



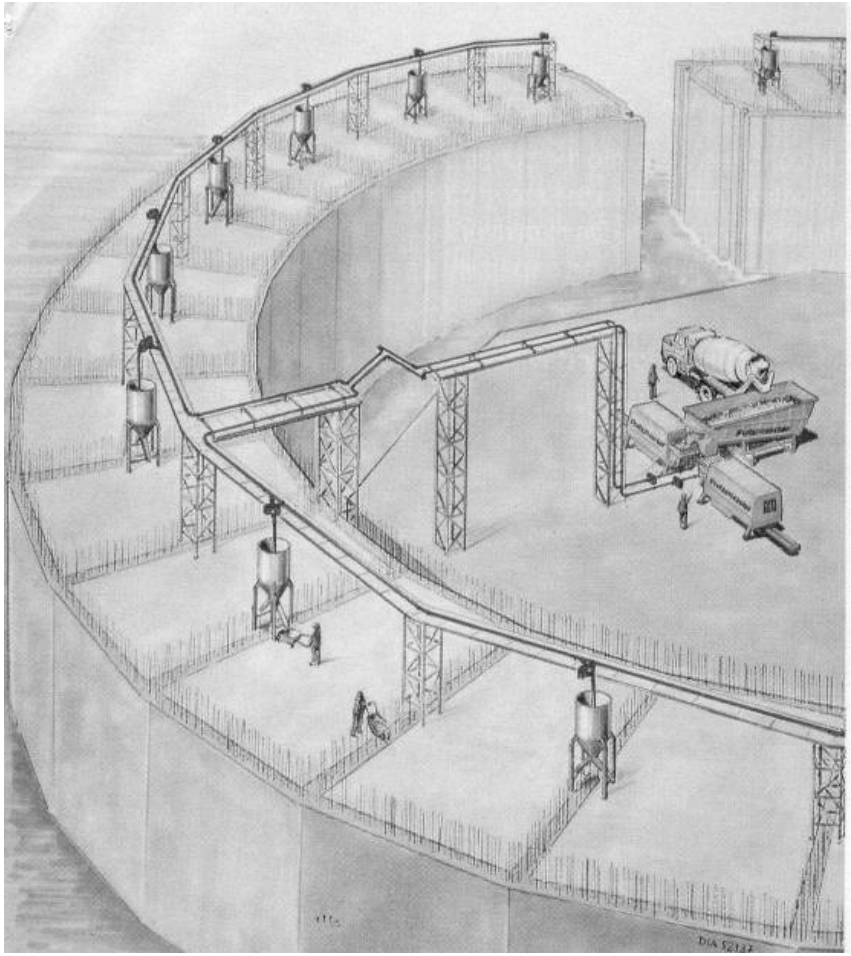
Gradilišni transport svježeg betona transportnim trakama ili sustavom transportnih traka po katovima

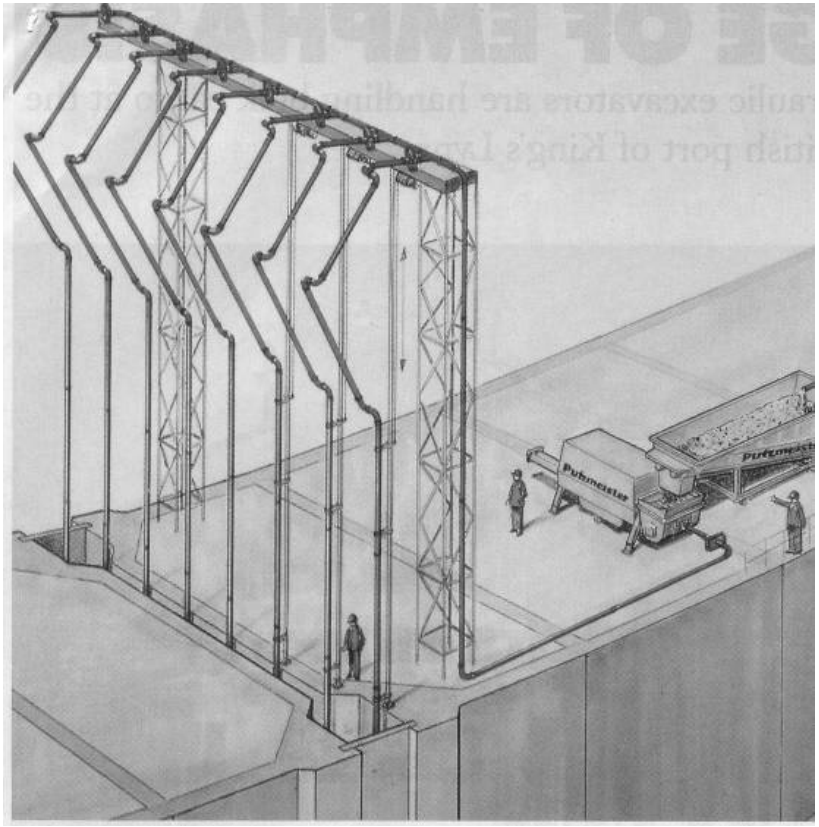


Vanjski i/ili (samo) unutarnji gradilišni transport svježeg betona može biti slijedeći prema vrsti i obliku primijenjenih transportnih sredstava, uređaja i ostale opreme :

- **složeni (viševrsni, raznovrsni) transport svježeg betona, primjerice :**
  - **automiješalica (+ pretovarni silos) + crpka za beton sa sustavom cijevi (+ okretni razdjelni toranj za beton),**
  - **automiješalica (+ pretovarni silos) + toranjska dizalica + posuda za prijenos betona ("kibla"),**
  - **automiješalica + transportna traka za beton ili sustav transportnih traka (+ okretna razdjelna transportna traka za beton).**

Transport svježeg betona sustavom cjevovoda u slučaju razmjerno masovnih betonskih radova pri izvedbi masivnih betonskih konstrukcija (slika lijevo: na kraju cjevovoda se nalaze silosi za svježi beton s okretnim razdjelnikom betona :





Finišer za izvedbu betonskih kolnika - primjer

Finišer za izvedbu betonskih kolnika - primjer

Finišer za izvedbu betonskih kolnika - primjer

Finišer za izvedbu betonskih kolnika - primjer

Finišer za izvedbu betonskih kolnika - primjer

Kanalski finišer za izvedbu betonske obloge kanala

4. ASFALTERSKI RADOVI

Asfalterski radovi obuhvaćaju tri organizacijska i logistička dijela (pod cjeline):

- Spravljanje
- Transport
- Ugradbu asfaltnih mješavina

Proizvodnja asfaltnih mješavina u asfaltnim bazama

Prijevoz asfaltnih mješavina u kamionima kiperima

Rad finišera pri ugradnji asfaltnog sloja

U pogledu tehnike i tehnologije miješanja, transporta i ugradnje, asfaltne mješavine se spravljaju po:

- vrućem
- toplom
- hladnom postupku

U asfaltne mješavine po vrućem postupku izrade pripadaju:

- valjani asfalti, kod kojih se spravljanje vruće asfaltne mješavine odvija izvan mjesta ugradnje u asfaltnim bazama, a ugradnja se provodi uz pomoć finišera i obvezatnim valjanjem sloja asfaltne konstrukcije,

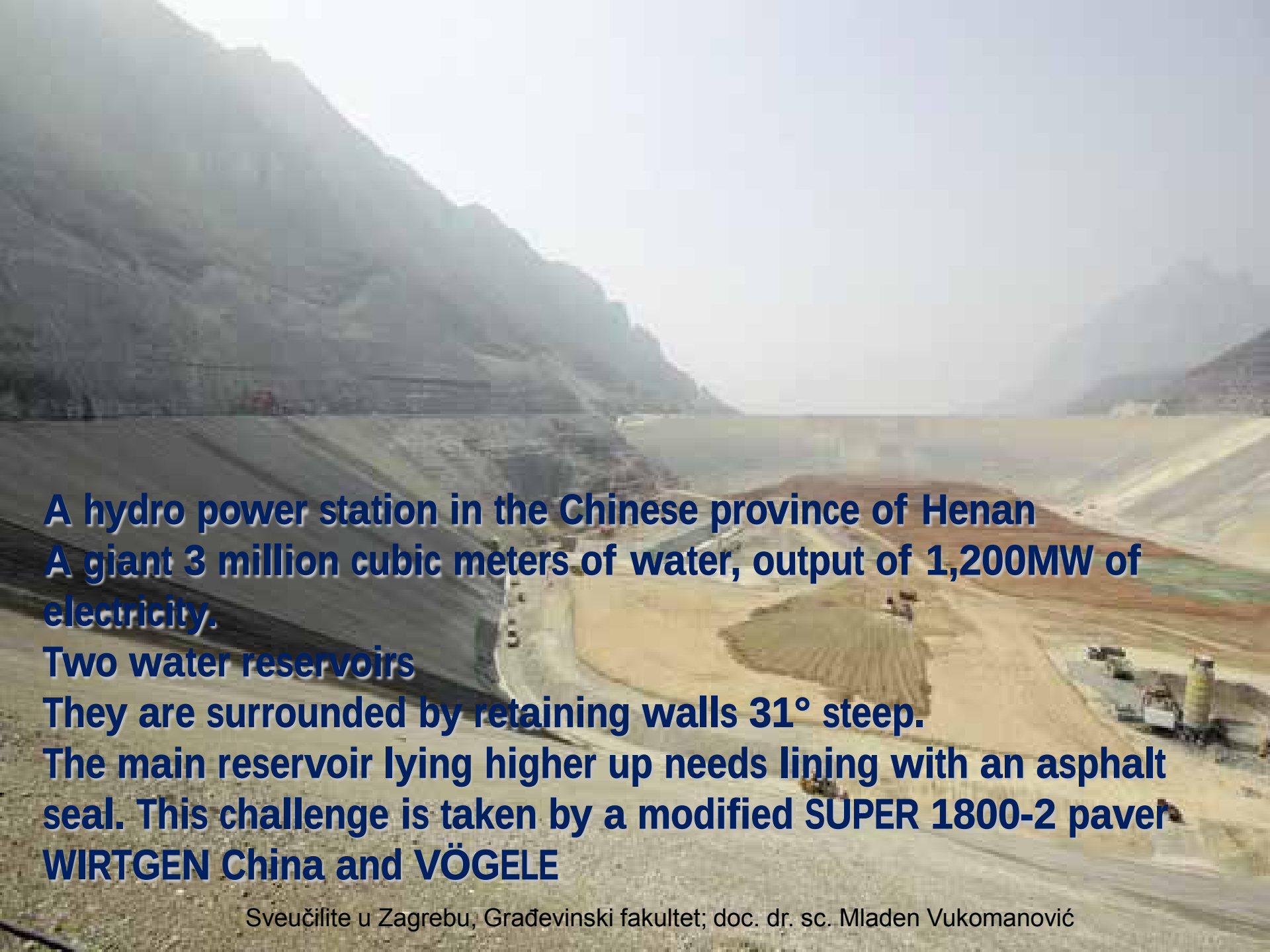
U asfaltne mješavine po vrućem postupku izrade pripadaju:

- lijevani asfalti, gdje se asfaltna smjesa spravlja najčešće na licu mjesta ugradnje (in situ) u pokretnim kuhalima sa miješalicama na kamionskom podvozju, a sama ugradnja se izvodi lijevanjem na podlogu kao ručni rad ili kao suvremena izvedba sa posebnim finišerima za izvedbu lijevanih asfaltnih zastora .

Tehnološki postupak i pripadni strojno-tehnološki sustav odnosno grupa strojeva pri ugradnji asfaltne kolničke konstrukcije

kamion kiper, finišer za ugradnju asfalta, tandem-vibracijski valjak, valjak sa gumenim kotačima.

Tehnološki postupak i pripadni strojno-tehnološki sustav odnosno grupa strojeva pri izvedbi asfaltne obloge akumulacije



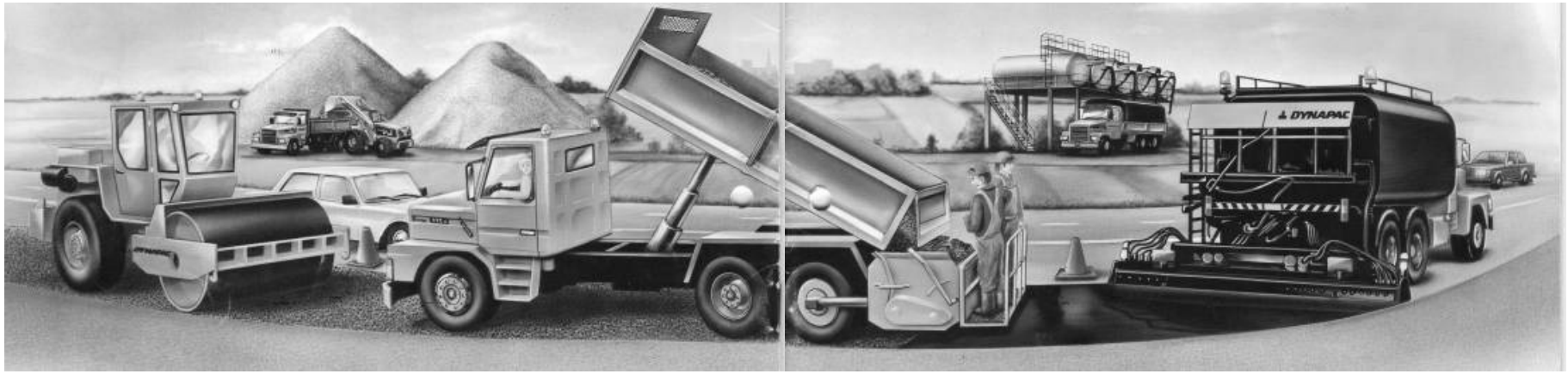
A hydro power station in the Chinese province of Henan
A giant 3 million cubic meters of water, output of 1,200MW of electricity.
Two water reservoirs
They are surrounded by retaining walls 31° steep.
The main reservoir lying higher up needs lining with an asphalt seal. This challenge is taken by a modified SUPER 1800-2 paver WIRTGEN China and VÖGELE

VÖGELE

Asfaltni makadami ili prskani asfalti izvode se licu mjesta (in situ), a dijele se na :

- zasute asfaltne makadame ili jedno- do više-slojne pojačane površinske obrade kod kojih se na uređenu podlogu prvo nanosi vezivo a zatim se zasipava kamena sitnež i valja;
- jedno- ili više-slojne zalivene (polu/penetrirane) asfaltne makadame kod kojih se prvo na uređenu podlogu razastire kamena sitnež koja se zatim zalijeva (prska) vezivom koje prodire (penetrira) u sloj kamene sitneži uz obvezatno zatvaranje završnog sloja površinskom obradom odnosno slojem zasutog makadama,
- miješane asfaltne makadame koji su složene izvedbe asfaltnih konstrukcija od valjanih asfaltbetona i asfaltnih makadama .

Tehnološki postupak i pripadni strojno-tehnološki sustav odnosno grupa strojeva pri izvedbi kolničke konstrukcije u vidu zasutog makadama



Primjeri ugradnje asfalta

Dva sloja odjednom (vruće-vruće):

- https://www.youtube.com/watch?v=bws5_cmj6qw
- https://www.youtube.com/watch?v=DurxhrUW-CM
- https://www.youtube.com/watch?v=ybAhduaWFv4