



Tlačni cevovod – med gradnjo



Jeklena obloga sifona



Glavni razvod lastne rabe – 400/230 V



Dvojni dvosistemski 110 kV daljnovod s prehodom v kablovod

## Črpalna hidroelektrarna Avče od ideje do izvedbe

Ideja o črpalni hidroelektrarni, ki s svojim delovanjem omogoča bolj ekonomično izrabo vodnega vira, je nastala predvsem zaradi velikih potreb po vršni energiji. V času nizkih cen električne energije – ponoči in ob koncu tedna, črpalna hidroelektrarna porablja energijo za črpanje vode v akumulacijski bazen, v času visoke porabe in visokih cen električne energije pa akumulirano vodo uporablja za proizvodnjo električne energije.

Črpalna hidroelektrarna Avče tako pomembno prispeva k reševanju problematike neugodne strukture električne energije, saj proizvaja vršno energijo, ki je v Sloveniji stalno primanjkuje. S svojo napredno tehnologijo – je med prvimi reverzibilnimi črpalnimi elektrarnami s spremenljivo hitrostjo vrtenja v črpalnem režimu v Evropi, pa prinaša tudi vrsto drugih pridobitev: sistemske rezerve, regulacijo napetosti, kompenzacijo jalove energije in tako izboljšuje obratovanje elektroenergetskega sistema. Hkrati pa izkorišča že obstoječo akumulacijo Ajba in tako dopolnjuje verigo hidroelektrarn na reki Soči.

Objekt ČHE Avče sestavljajo: zgornji akumulacijski bazen na Kanalskem Vrhu, dovodni tunel, tlačni cevovod, strojnica, ki se nahaja na levem bregu Soče ob izlivu potoka Avšček, in spodnji vtočno-iztočni objekt (že obstoječa akumulacija Ajba za HE Plave).

Zgornji akumulacijski bazen prostornine 2,2 milijona m<sup>3</sup> je zgrajen v naravnih kotanjah v bližini vasi Kanalski Vrh in se razteza na površini 15 hektarjev. Na severni in južni strani je omejen z naravnimi pobočji, na severovzhodni in jugozahodni strani pa sta z izkopnim materialom zgrajeni zemeljski pregradi višine 23 in 17 m. Pri gradnji nasutih pregrad sta bili v Sloveniji prvič uporabljeni tehnologija kontinuiranih površinskih dinamičnih meritev zgoščenoosti nasipnih plasti (Continuous Compacting Control) in Accu-Grade GPS metoda za meritev izravnave zemeljskih površin. Vodotesnost bazena na brežinah zagotavlja dvoslojna asfaltna obloga, ki je sestavljena iz 8 cm nosilnega sloja in 8 cm zapornega sloja, ki sta nanešena na 30 centimeterski tamponski podlagi. Na dnu pa je vodotesnost zagotovljena tako, da je na 20 cm tamponske podlage naneseo 7 cm nosilnega ter 7 cm zapornega sloja asfalta. Asfaltna plast je pred staranjem in drugimi vremenskimi vplivi zaščitena z vročim bitumenskim mastiksom. Za izvedbo obloge je bila uporabljena posebna tehnologija s prilagojeno opremo za vgradnjo asfaltnih plasti pri večjih naklonih.

Dovodni tunel povezuje zgornji bazen s tlačnim cevovodom. Tunel je dolg 697 m in premera 3,90 m. Po celotni dolžini je obdan z armirano betonsko oblogo, na odseku med zapornično komoro in dušilko je vgrajena jeklena obloga v dolžini 100 m. Pred preho-

dom dovodnega tunela v jekleni tlačni cevovod je zgrajen **vodostan**, ki ga sestavljajo spodnja komora dolžine 107 m in premera 3,9 m, jašek višine 41 m in premera 3,9 m ter zgornja komora dolžine 36 m in dimenzijami v prerezu 4,5 m x 4,5 m. Zapornična komora je armirano betonska zgradba s tlorisom 8 m x 9 m. Temeljni del zapornične komore, dimenzij v tlorisu 5,5 m x 10,3 m in spremenljive višine med 7 m in 9 m, predstavlja povezavo med dovodnim tunelom, jeklenim cevovodom in zgornjim delom zapornične komore. **Tlačni cevovod** dolžine 1567 m poteka po pobočju Avškega Kuka in povezuje dovodni tunel s strojnico. Trasa cevovoda je razdeljena na zgornji odsek nadzemnega cevovoda in spodnji odsek podzemnega cevovoda.

Nadzemni del je dolg 862 m, preko kolena preide v vertikalni podzemni jašek globine 190 m, po katerem poteka vertikalni tlačni cevovod. Nato preide v horizontalni tlačni cevovod dolžine 395 m, nazadnje pa v poševni cevovod dolžine 120 m. Pri obsežnih betoniranih podzemnih jaškov in tunelov so bile uporabljene specialne recepture betonov in sodobna tehnologija vgradnje samozgoščevalnih betonov. **Strojnica** je zgrajena na levem bregu reke Soče ob izlivu potoka Avšček. Podzemni del predstavlja 80 m globok strojnični jašek premera 18 m. V njem je nameščen **reverzibilni agregat (črpalka/turbina in motor/generator) z varspeed tehnologijo**. Moč črpalke/turbine znaša 185 MW v generatorskem režimu in 180 MW v črpalnem režimu. Agregat je izveden tako, da omogoča spreminjanje hitrosti vrtenja od -4 do +4 nazivne hitrosti 600 vrtljajev na minuto (varspeed). To omogoča večje prilagajanje razmeram v elektroenergetskem sistemu in razpoložljivi količini vode. Nadzemni del strojnice obsega montažni plato z mostnima dvigalom, naprave vzbujalnega sistema ter pomožne prostora za ostalo elektro opremo (transformatorji, stikališče, generatorski odklopnik, dizel agregat ...). V kletnih prostorih so elektro razvodi, oljni rezervoarji, akumulatorji in pomožna skladišča.

Povezava spodnjega akumulacijskega bazena Ajba s turbinskim traktom je speljana preko **vtočno-iztočnega objekta**, ki ga sestavljajo: odvodni tunel z odvodnim jaškom, spodnji iztok in odvodni kanal. Spodnji iztok je s spodnjim akumulacijskim bazenom povezan s 40 m dolgim odvodnim kanalom. Ta deluje kot iztočni kanal, ko je elektrarna v generatorskem obratovalnem režimu, in kot vtočni kanal, ko je elektrarna v črpalnem obratovalnem režimu. Obstoječi bazen akumulacije Ajba (za HE Plave) na reki Soči je uporabljen kot **spodnji bazen** ČHE.

Elektrarna je priključena na 110 kV **omrežje** severnoprimske zanke preko dvosistemskega 110 kV daljnovoda in kablovoda v skupni dolžini 1,6 km ter mrežnega transformatorja moči 200 MVA.

## Predstavitev črpalne hidroelektrarne Avče

### Strojnica

Tloris strojnične zgradbe:	60 x 35 m
Višina strojnične zgradbe:	20 m
Notranji premer strojničnega jaška:	18 m
Globina strojničnega jaška:	80 m
Tip črpalne turbine:	<b>Francisova, vertikalna enostopenjska reverzibilna turbina z enim agregatom</b>
Nazivna vrtilna hitrost:	600 min <sup>-1</sup> (±4 %)
Nosilnost mostnega dvigala:	300 t

### Elektro-strojna oprema

Dvojni napajani motor/generator:	195 MVA
Glavni transformator:	200 MVA 116/18 kV
Stikališče v oklopljeni, s plinom izolirni izvedbi:	110 kV
Dolžina daljnovoda in kablovoda:	1.550 m
Vrsta:	<b>dvojni dvosistemski 110 kV daljnovod in kablovod</b>

### Tehnični podatki

Maksimalni bruto padec:	Hb = 521,00 m
Koristni volumen vode:	Vk = 2,2 mio m <sup>3</sup>
Instalirani pretok (generatorski režim):	Qi = 40 m <sup>3</sup> /s
Instalirani pretok (črpalni režim):	Qč = 34 m <sup>3</sup> /s
Instalirana moč turbine v generatorskem režimu:	Pi = 185 MW
Instalirana moč črpanja:	Pč = 180 MW
Letna proizvodnja električne energije:	Ei = 426 GWh
Letna poraba energije za črpanje:	Eč = 553 GWh
N(Eič/EIp) – izkoristek elektrarne:	0,77

### Zgornji akumulacijski bazen (Kanalski Vrh)

Maksimalna kota zgornje vode:	625 m n.n.
Minimalna kota zgornje vode:	597 m n.n.
Koristni volumen akumulacije:	2,2 mio m <sup>3</sup>

### Spodnji akumulacijski bazen (Ajba)

Maksimalna kota spodnje vode:	106.0 m n.n.
Minimalna kota spodnje vode pri dnevnem obratovanju:	104.5 m n.n.
Koristni volumen dnevne akumulacije:	0,42 mio m <sup>3</sup>

### Dovodni tunel in tlačni cevovod

Skupna dolžina dovodnega tunela in tlačnega cevovoda:	2.264 m
Dolžina dovodnega tunela:	697 m
Notranji premer dovodnega tunela:	3,9 m
Dolžina dela tlačnega cevovoda na površini:	862 m
Premer dela tlačnega cevovoda na površini:	<b>od 3,3 do 3,1</b>
Dolžina tlačnega cevovoda v navpičnem jašku:	190 m

Premer tlačnega cevovoda v navpičnem jašku:	3,1 m
Dolžina tlačnega cevovoda v horizontalnem tunelu:	395 m
Premer tlačnega cevovoda v horizontalnem tunelu:	3,1 m
Dolžina tlačnega cevovoda v poševnem tunelu:	120 m
Premer tlačnega cevovoda v poševnem tunelu:	2,6 m

### Vodostan

Presek zgornje vodostanske komore:	4,5 x 4,5 m
Dolžina zgornje vodostanske komore:	36 m
Premer vodostanskega jaška:	3,9 m
Višina vodostanskega jaška:	41 m
Premer spodnje vodostanske komore:	3,9 m
Dolžina spodnje vodostanske komore:	107 m
Skupna prostornina vodostana:	2.500 m <sup>3</sup>



dinamike energije

Skupina hse

**Soške elektrarne Nova Gorica d.o.o.**  
Krajše ime družbe: SENG d.o.o.  
Erjavčeva 20, p.p. 338, 5000 Nova Gorica  
T: + 386 (0)5 339 63 10  
F: + 386 (0)5 339 63 15  
E: seng@seng.si  
S: www.seng.si

### Kronologija izgradnje ČHE Avče

**september 2004**

Pridobitev gradbenega dovoljenja in postavitve temeljnega kamna

**januar 2005 – september 2009**

Izgradnja objekta je obsegala: pripravljala dela, glavna gradbena dela, dobavo in montažo turbine/generatorja, dobavo in montažo cevovoda in hidromehanske opreme, dobavo in montažo dvigal in ostale elektro opreme ter izvedbo priključnega daljnovoda.

**september – oktober 2009**

Prva polnitev sistema: cevovod, dovodni tunel in akumulacija po fazah do max. kote in uspešno opravljen tehnični pregled

**januar 2010**

Pričetek poskusnega obratovanja ter zagonski in funkcionalni poskusi

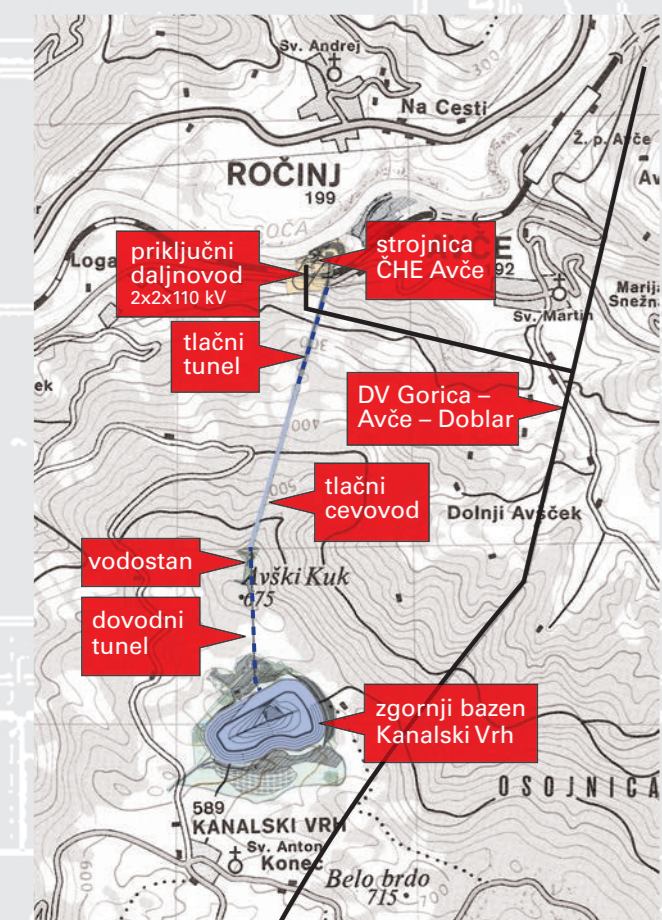
**che avče**

**črpalna hidroelektrarna Avče**

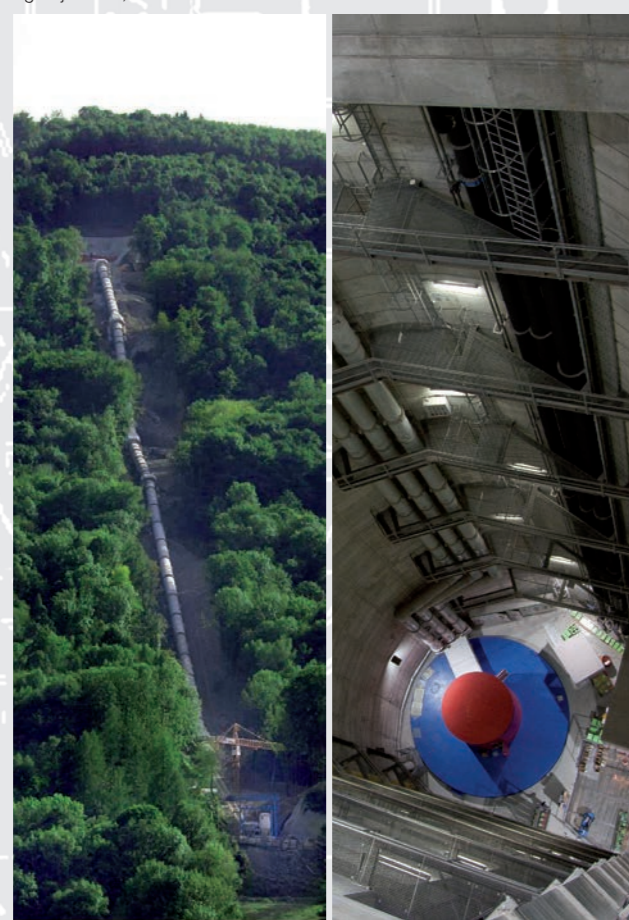
# Situacija celotne naprave



Zgornji bazen, Kanalski Vrh

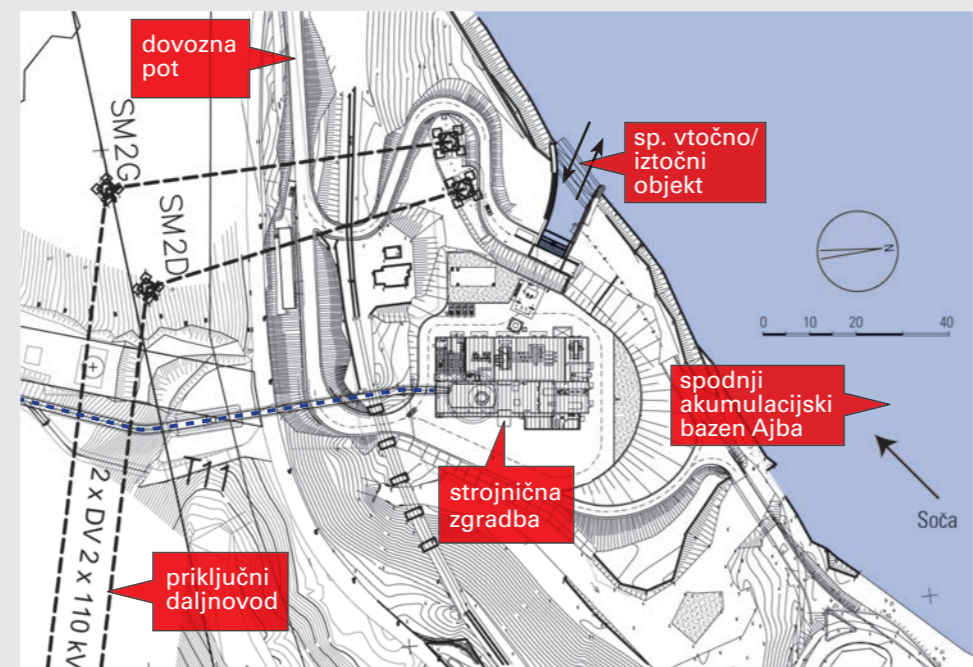


Umestitev v prostor

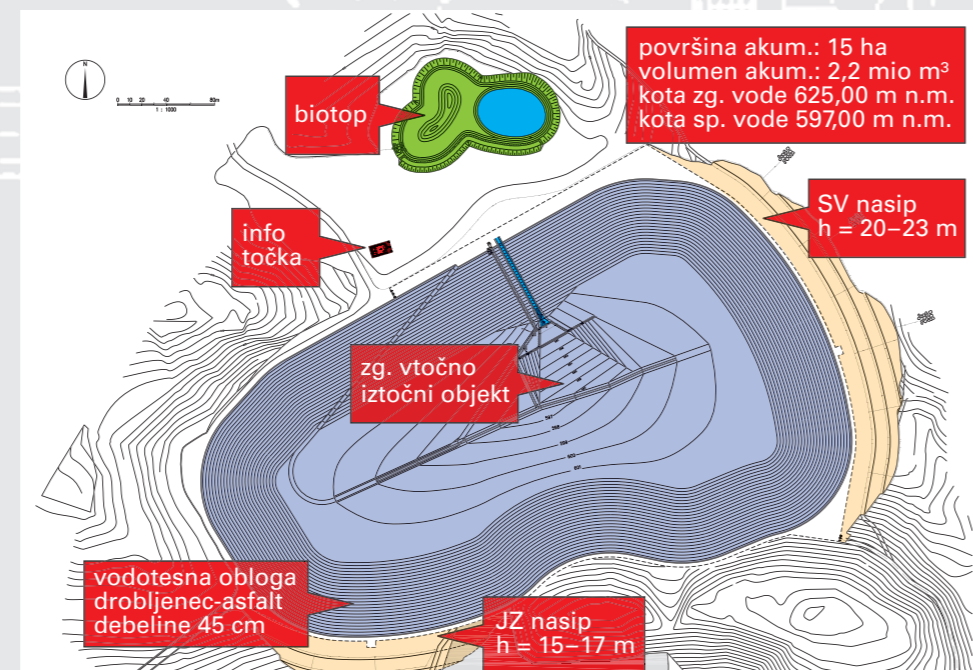


Cevovod ob zaključku gradnje, 2008

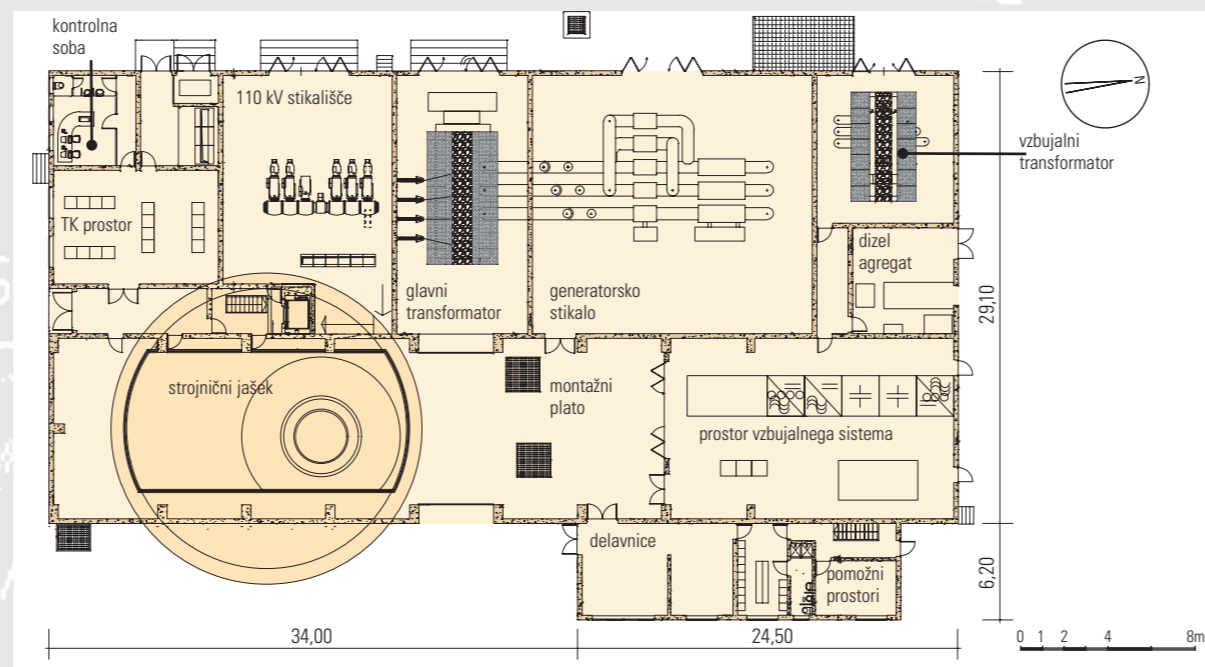
Strojnični jašek



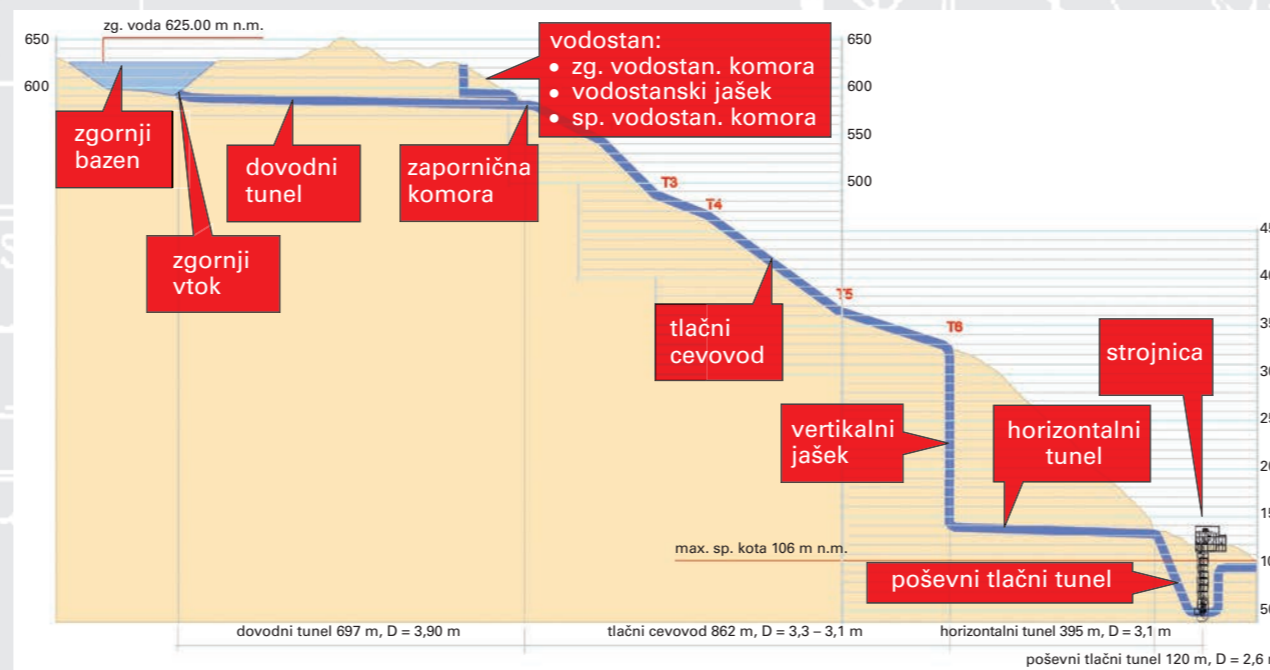
Situacija strojnice



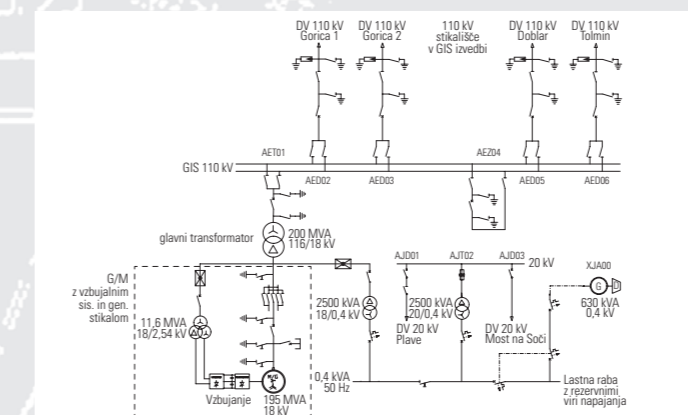
Situacija zgornjega bazena



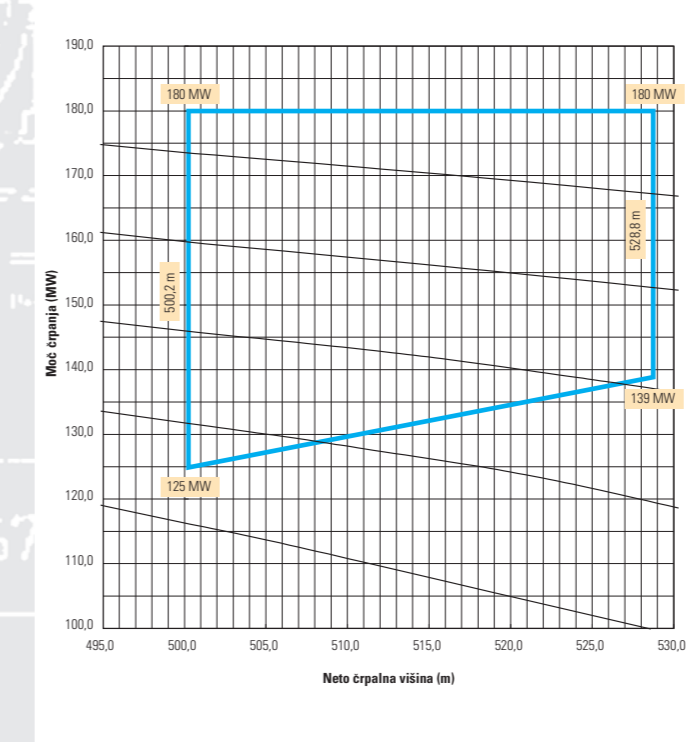
Tloris strojnice na koti 120,00 m n.m.



Podolžni profil celotne naprave

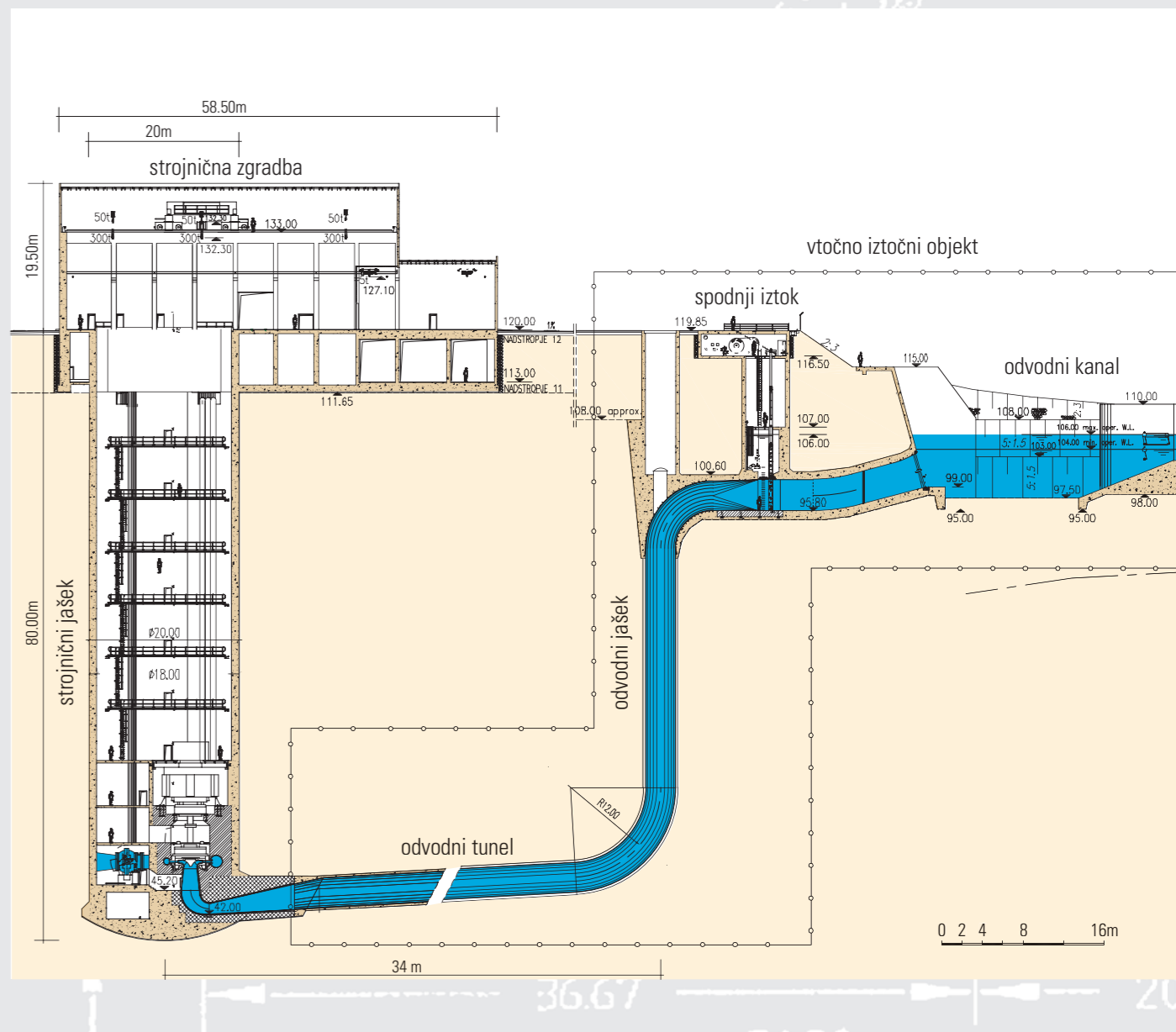


Enopolna shema



Karakteristika črpalke s spremenljivo hitrostjo vrtenja – varspeed

**Projekt črpalne hidroelektrarne so urednicili:** Investitor: Soške elektrarne Nova Gorica d.o.o. **Podpora projektu:** Holding Slovenske elektrarne d.o.o. **Inženirski nadzor:** HSE Invest d.o.o., PE Nova Gorica **Projektiranje in strokovna podpora:** Konzorcij Korona – Colenco, IBE d. d., Univerza v Ljubljani – Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani – Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za energetske strategije, Univerza v Ljubljani – Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za mehaniko tal z laboratorijem, HABITAT –



Prerez strojnice