

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Janova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



Visokošolski program geodezija,
Smer Geodezija v inženirstvu

Kandidat:

Marjan Kirbiš

Vloga geodezije pri izgradnji in gospodarjenju s hidroelektrarnami

Diplomska naloga št.: 213

Mentor:

doc. dr. Aleš Breznikar

Somentor:

Iztok Slatinšek

Ljubljana, 14. 7. 2006

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **MARJAN KIRBIŠ** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
**VLOGA GEODEZIJE PRI IZGRADNJI IN GOSPODARJENJU S
HIDROELEKTRARNAMI.**

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe elektronske
separatoteke FGG.

Maribor, 7. 6. 2006

Podpis: _____

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 528.48:627.8(043.2)
Avtor: Marjan Kirbiš
Mentor: doc. dr. Aleš Breznikar
Somentor: Iztok Slatinšek
Naslov: Vloga geodezije pri izgradnji in gospodarjenju s hidroelektrarnami
Obseg in oprema: 70 str., 30 sl., 1 pregl.
Ključne besede: hidroelektrarna, gradbena jama, turbinski steber, pretočno polje, projektiranje, protokol meritev, monitoring

Izveček

V diplomski nalogi je predstavljena vloga geodezije pri izgradnji in gospodarjenju s hidroelektrarnami. Opisani so postopki v različnih fazah projektiranja, izgradnje in uporabe oziroma vzdrževanja hidroelektrarn, vključno s postopki s področja geodezije, ki jih je potrebno izvesti v okviru obnove hidroelektrarn.

V diplomski nalogi je navedena tudi veljavna zakonodaja, ki nas spremlja skozi celotni proces projektiranja, izgradnje in uporabe hidroelektrarn.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 528.48:627.8(043.2)
Author: Marjan Kirbiš
Supervisor: Assist. Prof. Aleš Breznikar
Co - Supervisor Iztok Slatinšek
Title: The role of geodesy in hydropower plant engineering
Notes: 70 p., 30 fig., 1. tab.
Key words: hydroelectric power plant, construction pit, turbine pier, spillway, design, measuring protocol, monitoring

Abstract:

The paper presents the role of geodesy in the hydroelectric power plant construction and management. Relevant procedures during various phases of design, construction, operation and maintenance of hydroelectric power plants including geodesy procedures required for the purpose of refurbishment of hydroelectric power plants are described.

The paper also lists applicable legislation that has to be observed during the whole process of designing, construction and operation of hydroelectric power plants.

ZAHVALA

Za pomoč in nasvete pri izdelavi diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju doc. dr. Alešu Breznikarju in somentorju Iztoku Slatinšku.

Posebna zahvala tudi vodstvu podjetja Dravske elektrarne Maribor, ki mi je omogočilo študij in sodelavcem, ki so me vzpodbujali.

Kazalo

1	UVOD.....	1
2	PREGLED ELEKTRARN V SLOVENIJI.....	3
2.1	Hidroelektrarne v Sloveniji.....	3
2.1.1	Dravske elektrarne Maribor.....	3
2.1.1.1	Črpalna hidroelektrarna Kozjak.....	6
2.1.2	Savske elektrarne Ljubljana.....	9
2.1.2.1	Izgradnja elektrarn na spodnji Savi.....	10
2.1.3	Soške elektrarne Nova Gorica.....	10
2.1.3.1	Črpalna hidroelektrarna Avče.....	10
2.2	Termoelektrarne v Sloveniji.....	10
2.3	Jedrska elektrarna Krško.....	12
3	GEODETSKA DELA V FAZI PROJEKTIRANJA IN GRADNJE HIDROELEKTRARNE	13
3.1	Geodetska dela v fazi projektiranja objekta.....	13
3.1.1	Geodetska mreža za namen pridobivanja geodetskih podlog in uporabe v času gradnje.....	13
3.1.1.1	Projekt geodetske mreže objekta.....	14
3.1.1.2	Realizacija projekta geodetske mreže.....	15
3.1.1.3	Končni elaborat projekta geodetske mreže.....	15
3.1.2	Izdelava in pridobivanje podlog za projektiranje.....	16
3.1.2.1	Projekt pridobivanja podlog za projektiranje.....	18
3.1.2.2	Realizacija projekta pridobivanja geodetskih podlog za projektiranje.....	20
3.1.2.3	Elaborat o realizaciji projekta pridobivanja geodetskih podlog.....	21
3.1.3	Druge podloge pomembne za projektanta.....	22
3.1.3.1	Hidrografske meritve.....	23
3.1.3.2	Izvedba meritev s prečnimi profili.....	23
3.1.4	Izdelava državnega lokacijskega načrta (DLN).....	24
3.1.4.1	Pravilnik o geodetskem načrtu.....	25
3.1.5	Izdelava parcelacijskega elaborata.....	26
3.1.6	Vzpostavitev informacijskega sistema.....	27
3.2	Geodetska dela v fazi izgradnje elektrarne.....	28
3.2.1	Geodetska kontrola delov objekta in montažnih elementov.....	30
3.2.2	Geodetska dela po fazah gradnje.....	34
3.2.2.1	Zakoličba glavnih osi elektrarne.....	34
3.2.2.2	Geodetska dela pri izkopu gradbene jame.....	37
3.2.2.3	Izdelava temeljev turbinskih stebrov in prelivnih polj.....	40
3.2.2.4	Centriranje sesalne cevi.....	41
3.2.2.5	Gradnja vtočnega dela agregata.....	42
3.2.2.6	Geodetska dela pri izdelavi turbinskega stebra.....	42
3.2.3	Kontrolne meritve objekta v času gradnje.....	42
3.2.4	Veljavna zakonodaja vezana na gradnjo objektov.....	44
4	GEODETSKA DELA V ČASU UPORABE OBJEKTA	49

4.1	Tehnično opazovanje objekta.....	50
4.2	Monitoring	60
4.3	Izdelava priloge h koncesijski pogodbi za energetska izkoriščanje vodotoka	63
4.4	Prenova HE na Dravi.....	64
5	ZAKLJUČEK	69
VIRI		71
Uporabljeni viri		71

Slike

Slika 1. Hidroelektrarne na slovenskem vodotoku reke Drave	4
Slika 2. Zaježitveni profil elektrarn na Dravi	5
Slika 3. Primer prereza pretočnega polja HE Mariborski otok	5
Slika 4. Primer prereza turbinskega stebra HE Mariborski otok	6
Slike 5 -8. Vizualna simulacija umestitve akumulacijskega jezera	7
Slika 9. Lokacija ČHE Kozjak na topografski karti	8
Slika 10. Lokacija ČHE Kozjak na fotografiji posneti iz zraka	8
Slika 11. Blok termoelektrarne Brestanica	11
Slika 12. Jedrska elektrarna Krško	12
Slika 13. Primer topografskega opisa in stabilizacije geodetske točke v geodetski mreži	16
Slika 14. Izsek geodetske podloge za projektiranje	22
Slika 15. Prečni profil	24
Slika 16. Prez turbinskega stebra HE Mariborski otok z označenimi vitalnimi deli	30
Slika 17. Situacija delov radialne zapornice s podatki meritev pred betoniranjem	33
Slika 18. Tabelarični del protokola za vpis rezultatov meritev – primer za predvodilnik	33
Slika 19. Skica zakoličbe osi jezovne zgradbe za pripravljala dela	34
Slika 20. Primer stabilizacije opazovalnega stebra	35
Slika 21. Fotografija gradbene jame na HE Boštanj	38
Slika 22. Vzдолžne osi prelivnega polja glede na prečno os elektrarne	40
Slika 23. Temelj sesalne cevi s konusom sesalne cevi na HE Boštanj	41
Slika 24. Mreža kontrolnih točk na pregradi HE Formin – vektorji horizontalnih premikov	53
Slika 25. Ostanke pobeške brvi v bazenu HE Zlatoličje – perspektivni prikaz	55
Slika 26. Ostanke pobeške brvi v bazenu HE Zlatoličje – izolinije	56
Slika 27. Ostanke pobeške brvi v bazenu HE Zlatoličje – ortografski model	56
Slika 28. Pozicija merilnih mest na HE Mariborski otok	62
Slika 29. Primer diagrama iz merjenih podatkov na merilnem mestu HE Mariborski otok	62
Slika 30. Primer mreže reperjev v prerezu agregata HE Mariborski otok	66

Preglednice

Preglednica 1. Osnovni tehnični podatki ČHE Kozjak

7

1 UVOD

Objekti se glede na zahtevnost gradnje in vzdrževanja razvrščajo na zahtevne, manj zahtevne in enostavne objekte (8. člen Zakona o graditvi objektov – ZGO-1). Elektrarna oziroma hidroelektrarna spada med zahtevne objekte, tako na zahtevnost same gradnje, kakor tudi vzdrževanja.

Graditev objektov je v moderni dobi sestavni del ene izmed panog gospodarskih dejavnosti, imenovane gradbeništvo. Glede na sredstva, ki jih zahteva, in glede na učinke, ki jih povzroča, že dolgo presega domeno prostega ukrepanja oziroma razpolaganja posameznikov oziroma pravnih oseb. V pravnem pogledu to pomeni, da lastnik zemljišča ne more več povsem prosto odločati, ali bo in kakšen objekt bo na njem postavil, oziroma lastnik objekta ne more več povsem prosto odločati, ali bo že postavljeni objekt spremenil. Celo porušitev (odstranitev) določenih vrst objektov ni več stvar proste odločitve lastnika.

Lahko rečemo, da si danes ne moremo zamisliti projektiranja, gradnje in uporabe nekega objekta brez sodelovanja geodetskega strokovnjaka v večji ali manjši meri. Geodetska dela so različna pri različnih tipih objektov oziroma vrsti gradnje, zato je od geodetskega strokovnjaka zahtevano dobro teoretično znanje in sposobnost kvalitetne izvedbe geodetskih meritev glede zahtevane oziroma projektirane natančnosti. Važna je tudi obdelava dobljenih rezultatov meritev, kakor tudi prezentiranje dobljenih podatkov s pomočjo računalniške tehnologije.

Vloga geodezije pri gradnji objektov je imela velik pomen tako v zgodovini kot tudi danes, saj se pojavlja v vseh fazah gradnje. Z razvojem tehnologije se spreminja merska oprema in s tem tudi metode dela in postopki.

Cilj geodetskih del pri gradnji objekta je njegova prostorska lokacija (zakoličba) in kontrola geometrije objekta, kakor tudi elementov objekta, v skladu s projekti oziroma v mejah predpisanih toleranc gradnje in montaže. Kvalitetno prostorsko pozicioniranje objekta je mogoče doseči samo ob ustreznem in temeljitnem planiranju, organizaciji in izvedbi geodetskih del. Posebej ni potrebno poudarjati, da so edino geodetski strokovnjaki usposobljeni za navedena dela. V času trajanja gradnje objekta je skoraj obvezno tesno sodelovanje geodetskih strokovnjakov z ostalimi strokovnjaki in udeleženci gradnje, kajti le tako je zagotovljeno skladno in plansko delo, katerega cilj je reševanje postavljenih nalog in problemov, ki so tako ali drugače definirani v projektu.

Koliko katerih geodetskih del, kdaj, v kakšnem obsegu in kolikokrat, je odvisno predvsem od karakteristike objekta: vrste, namena, velikosti in lokacije objekta in od faze izgradnje objekta, kot tudi od procesa uporabe objekta.

Za uspešno izvedbo geodetskih del, se je dobro in potrebno držati določenih pravil in sicer:



Namen geodetske meritve je pridobitev podatkov za predstavitev dejstev, zamisli in navodil v formaliziranem načinu, primernem za komuniciranje, interpretacijo in obdelavo s strani ljudi ali avtomatskih sredstev. V času informacijske družbe se podatki zbirajo oziroma shranjujejo v bazi podatkov, ki je avtomatizirana, mehanizirana in osrednje nadzorovana zbirka digitalnih podatkov, ki so shranjeni na računalniških medijih.

Natančnost ali točnost izraža, kako zanesljivo lahko določene meritve predstavljajo merjeno količino. Natančnost navadno podajamo v smislu intervala, v katerem predpostavljamo, da leži prava vrednost merjene količine. Natančnost se nanaša na odnos med opazovanji in dejanskim fizičnim pojavom v stvarnem okolju. V praktičnem pomenu natančnost opredelimo kot razliko med trenutno vrednostjo izbranega podatka in neko primerljivo bolj natančno vrednostjo istega podatka. Natančnost izvajanja geodetskih del je lahko predpisana z dovoljenimi odstopanji, ki so navedena v posameznih načrtih (projektne dokumentaciji) ali v ustreznih standardih (največkrat v mednarodnih ISO, evropskih EN ali nemških DIN standardih).

Preciznost izraža ponovljivost izvedenih meritev in je pogojena z uporabljenimi merskimi instrumenti in metodami. Samo s povečanjem preciznosti lahko povečamo natančnost. Preciznost se nanaša na kakovost merskega orodja, izbrano metodologijo in stopnjo detajla v opazovanjih.

2 PREGLED ELEKTRARN V SLOVENIJI

Elektrarne (hidroelektrarne, termoelektrarne, termoelektrarne – toplarne, geotermalne elektrarne, polja vetrnih elektrarn in druge vrste elektrarn) spadajo v skupino energetske objekti po Uredbi o uvedbi in uporabi enotne klasifikacije vrst objektov in o določitvi objektov državnega pomena. Klasifikacija ima osnovo na podlagi 7. člena Zakona o graditvi objektov in 31. člena Zakona o državni statistiki.

2.1 Hidroelektrarne v Sloveniji

Električna energija, pridobljena iz okolju prijaznih obnovljivih virov je proizvedena v hidroelektrarnah slovenskih rek. Pri njeni proizvodnji ne izrabljamo dragocenih fosilnih goriv. Delovanje slovenskih hidroelektrarn ne obremenjuje okolja s toplogrednimi plini, škodljivimi emisijami ali radioaktivnimi odpadki. V sklop hidroelektrarn spadajo tudi tako imenovane male hidroelektrarne, zgrajene predvsem na potokih in rekah z malimi pretoki.

2.1.1 Dravske elektrarne Maribor

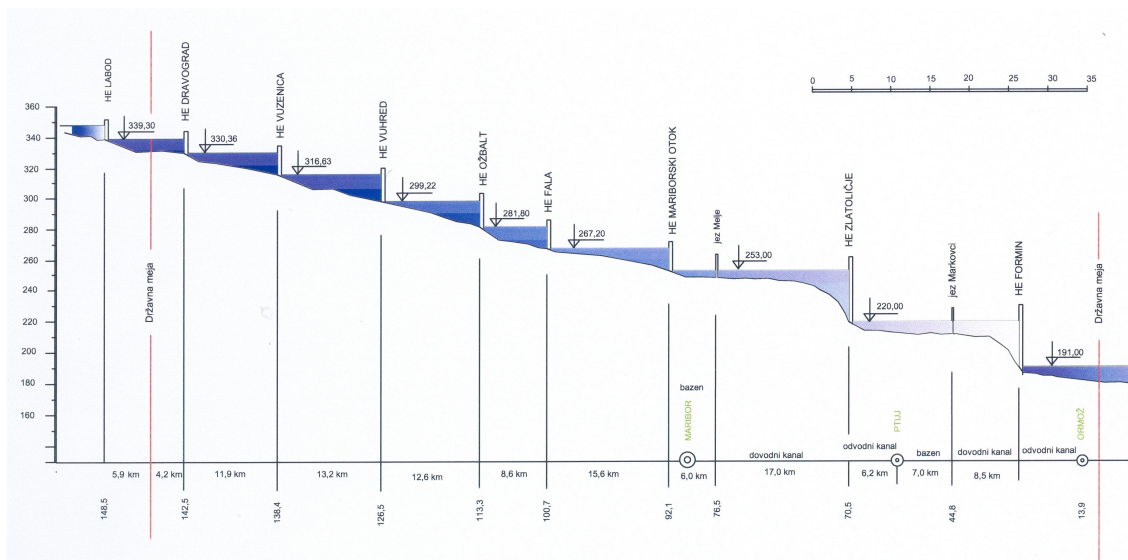
Izkoriščanje reke Drave se je začelo po prvi svetovni vojni, ko je leta 1918 začela obratovati elektrarna na Fali, za tisti čas najmodernejša in najmočnejša elektrarna v vzhodnih Alpah. Z izgradnjo elektrarne Formin (leta 1978) je bila zaključena izgradnja elektrarn na reki Dravi v Sloveniji.

Z osmimi hidroelektrarnami in eno malo hidroelektrarno, Dravske elektrarne Maribor proizvedejo kar 80 odstotkov slovenske električne energije, ki ustreza kriterijem obnovljivih virov. Ustrezno zasnovana in načrtovana raba zmogljivosti Dravskih elektrarn Maribor ob povprečnem letnem pretoku omogoča letno proizvodnjo 2656 milijonov kWh električne energije.

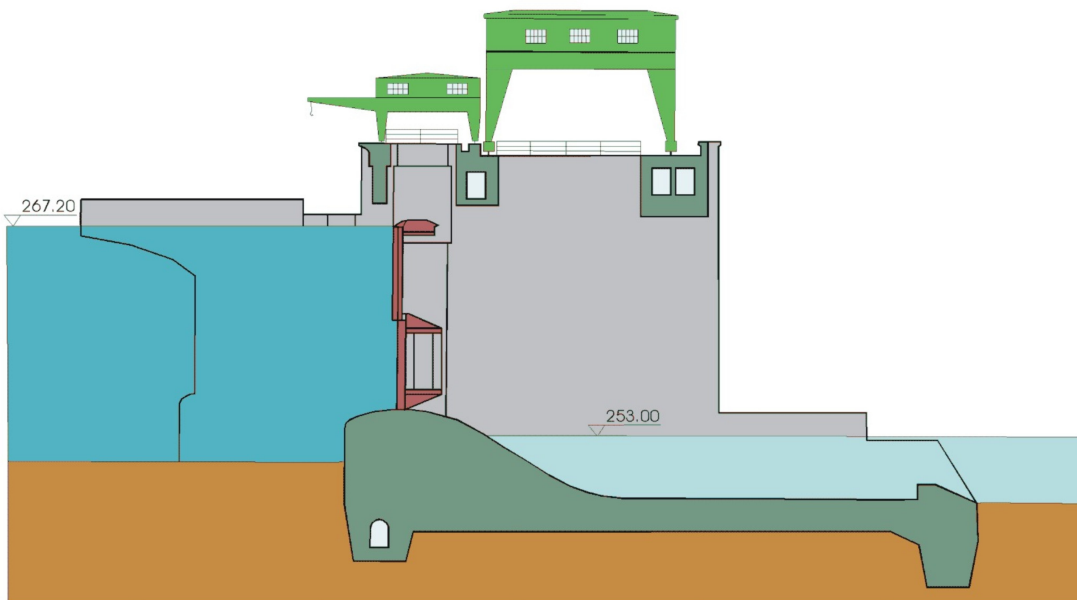


Slika 1. Hidroelektrarne na slovenskem vodotoku reke Drave

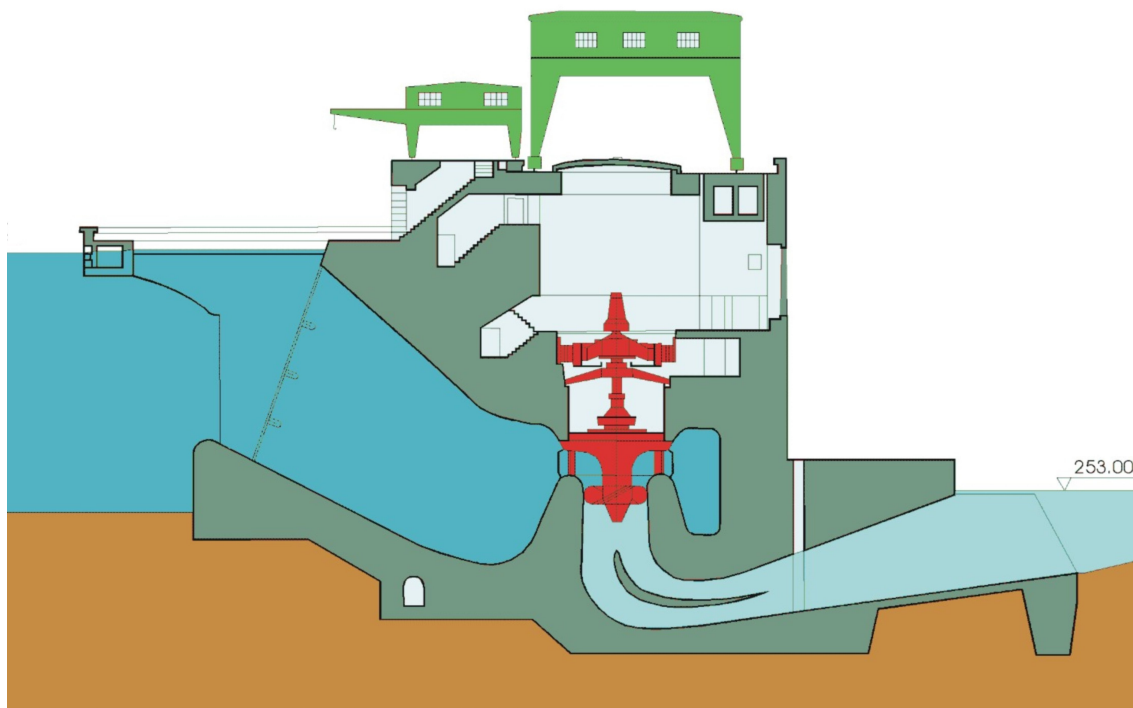
Drava ima v Sloveniji značilnosti nižinske reke, ki teče del poti v ozki rečni dolini, kjer je šest elektrarn grajenih kot rečne stopnje z relativno majhnimi akumulacijskimi bazeni. Zadnji dve elektrarni (v Zlatoličju in Forminu na Dravskem polju) sta derivacijski z dolgim dovodnim in odvodnim kanalom ter relativno visokim padcem (33 m oziroma 29 m). V jezerih vseh elektrarn je akumuliranih 84 milijonov m³ vode, od tega je 13 milijonov m³ izkoristljivih. Elektrarne obratujejo s pretočno akumulacijo, ob višjih pretokih pa pretočno. Vloga elektrarn na Dravi ni samo izkoriščanje razpoložljive vodne energije. S polnjenjem akumulacijskih jezer v nočnem in praznjenjem v dnevnem času, lahko elektrarne na Dravi vsaj osem mesecev na leto premikajo del dnevne proizvodnje iz obdobja male v obdobje večje porabe.



Slika 2. Zajezitveni profil elektrarn na Dravi



Slika 3. Primer prereza pretočnega polja HE Mariborski otok



Slika 4. Primer prereza turbinskega stebra HE Mariborski otok

2.1.1.1 Črpalna hidroelektrarna Kozjak

Zamisli o gradnji črpalne hidroelektrarne na območju Drave so stare več kot 40 let. Tako je bila že leta 1961 izdelana študija o ČHE Ožbalt II. Na podlagi prve študije je bila izdelana druga, ki je skušala ugotoviti razmere za gradnjo črpalne akumulacijske elektrarne, ki bi izravnala energetske režime verige HE na Dravi. Na osnovi primerjalne študije za izbor lokacije je bila v letu 1979 izbrana lokacija na Kolarjevem vrhu. V letu 1981 je na osnovi predlokaijske obravnave izdelan idejni projekt »Črpalna hidroelektrarna Kozjak«. Objekt ČHE Kozjak je bil med izvajanjem raziskovalnih del, študij in izdelavo projektne dokumentacije ves čas uvrščen v vse takrat veljavne republiške dokumente, kot so smernice, analize razvojnih možnosti, elementi za pripravo prostorskega načrta, energetska bilanca.

Osnovni koncept izgradnje ČHE je izrabiti naravne danosti zagotovitve potencialne energije vode ob primarni ceni in jo izkoriščati skladno s potrebami in doseženimi tržnimi cenami, ki bodo zagotavljale donosnost investicije.

Preglednica 1. Osnovni tehnični podatki ČHE Kozjak

Akumulacijski bazen – koristna vsebina	3 mio. m ³
Tlačni cevovod	2400 m
Bruto padec	713,2 m
Inštalirana moč	2 x 220 MW
Nazivno število obratov	600 obr./min
Turbina	Francis – reverzibilna
Letna proizvodnja	960 GWh



Slike 5 -8. Vizualna simulacija umestitve akumulacijskega jezera



Slika 9. Lokacija ČHE Kozjak na topografski karti



Slika 10. Lokacija ČHE Kozjak na fotografiji posneti iz zraka

Terminski načrt izvedbe projekta ČHE Kozjak je razdeljen v štiri faze:

1. Priprava projektne dokumentacije in potrebnih študij, izdelava državnega lokacijskega načrta in pridobitev gradbenega dovoljenja, odkupi zemljišč in vodenje razpisnega postopka do sklenitve pogodb z izvajalci.
2. Gradnja objektov, ki zajema vse faze gradnje gradbenih objektov v okviru celotne elektrarne.
3. Izdelava opreme, ki vključuje vse dejavnosti v tovarnah dobaviteljev strojne, hidromehanske in elektroopreme: od izdelave konstrukcijske dokumentacije, izdelave elementov opreme, tovarniške montaže zaključenih sklopov opreme in prevzemnih preizkusov.
4. Montaža opreme, ki obsega dejavnosti montaže naprav na objektu in prevzemne preizkuse do začetka poskusnega obratovanja črpalne elektrarne.

ČHE Kozjak predstavlja tehnično smiselno nadaljevanje izrabe reke Drave v okviru podeljene koncesije za energetska izrabo. Na podlagi pridobljenega energetskega dovoljenja za ČHE na Dravi je že podana pobuda za izdelavo državnega lokacijskega načrta za ČHE Kozjak in daljnovidno povezavo ČHE Kozjak – RTP Maribor.

2.1.2 Savske elektrarne Ljubljana

Družba Savske elektrarne Ljubljana se ponaša z dolgoletno tradicijo proizvodnje električne energije v hidroelektrarnah. Tako HE Završnica kot najstarejša hidroelektrarna obratuje že od leta 1924, do danes pa so bile zgrajene še HE Moste, HE Mavčiče, HE Medvode in HE Vrhovo. Prva svetovna vojna je močno zavrla gradnjo hidroelektrarn na Gorenjskem tako, da se je gradnja nadaljevala šele po drugi svetovni vojni. Skupna razpoložljiva moč štirih Savskih elektrarn na pragu je 117 MW.

Rečni režim reke Save se vzdolž toka spreminja s spremembo podnebja in konfiguracije terena. V gornjem toku prevladuje snežno – deževni režim, ki preide v srednjem in spodnjem toku s pritoki z Notranjske v deževno snežni režim. Sava s pritoki ima vzdolž celotnega toka izrazito hudourniški značaj.

2.1.2.1 Izgradnja elektrarn na spodnji Savi

Holding slovenskih elektrarn je nosilec največjega energetskega projekta v Sloveniji; izgradnje verige petih novih hidroelektrarn na spodnji Savi. HE Boštanj, HE Blanca, HE Brežice, HE Krško in HE Mokrice bodo več kot podvojile proizvodnjo električne energije na reki Savi. Električna energija novih elektrarn, ki bodo zgrajene postopno do leta 2018, bo predstavljala 21 odstotkov proizvodnje slovenskih hidroelektrarn in bo predvidoma pokrivala 6 odstotkov skupne porabe električne energije v državi. Vseh pet načrtovanih elektrarn je pretočno – akumulacijskega tipa z dvema ali tremi cevnimi agregati ali dvema Kaplanovima turbinama.

2.1.3 Soške elektrarne Nova Gorica

Soške elektrarne Nova Gorica s skupno razpoložljivo močjo na pragu 160 MW skrbijo za optimalno izkoriščanje vodnega potenciala reke Soče, njenih pritokov in drugih obnovljivih virov ob upoštevanju pogojev in uporabnikov prostora in okolja. Veliko pozornost namenjajo večnamembnosti objektov v povezavi z vodnim gospodarstvom, vodooskrbo, vzrejo rib in ribolovom ter turistično in rekreativno dejavnostjo. Zagotavljanje optimalne in kakovostne proizvodnje vseh elektrarn je v rokah centra vodenja v Novi Gorici. Na reki Soči je 6 večjih elektrarn in na njenih pritokih še 19 malih hidroelektrarn.

2.1.3.1 Črpalna hidroelektrarna Avče

ČHE Avče bo prva tovrstna hidroelektrarna v Sloveniji. Lokacija za novo hidroelektrarno je na delu Banjške planote. Značilnosti črpalne HE sta dve akumulaciji, pri čemer bo zgornja akumulacija v naravno oblikovani kotanji, spodnja akumulacija pa bo zdajšnja Ajba, ki je namenjena HE Plave. Zgornjo akumulacijo bo s strojnico, ki bo zgrajena ob akumulaciji Ajba povezoval dobra dva kilometra dolg cevovod.

2.2 Termoelektrarne v Sloveniji

Pretvorba kemijske energije v gorivih v toplotno energijo se vrši v napravah, ki jih imenujemo parni kotli. Toplotno energijo pare spreminjajo v mehansko energijo v parnih turbinah. Električni generator pa mehansko energijo spreminja v električno energijo. Te tri naprave so

glavni pretvorniki in brez enega izmed njih ni proizvodnje električne energije. Za nemoteno delovanje pa je potrebno še veliko ostalih postrojev, ki jih imenujemo skupne naprave. S pomočjo teh naprav je zagotovljena oskrba termoelektrarne s premogom, odvajanje stranskih produktov izgorevanja ...

Termoelektrarne v Sloveniji:

- Termoelektrarna Šoštanj,
- Termoelektrarna Brestanica,
- Termoelektrarna Trbovlje,
- Termoelektrarna – toplarna Ljubljana



Slika 11. Blok termoelektrarne Brestanica

2.3 Jedrska elektrarna Krško

Jedrska elektrarna deluje na principu razpadanja atomskih jeder urana. Pri razpadu sproščena energija segreva vodo tako, da izpari; para žene lopatice parne turbine, ta pa generator. Tako cepljenje atomov poteka v jedrskem reaktorju, ki je nekakšna »peč«, ki segreva vodo.

Jedrska elektrarna Krško je edina jedrska elektrarna v Sloveniji. Njena moč na pragu je 676 MW in je opremljena z Westinghousovim lahkovodnim tlačnim reaktorjem toplotne moči 1994 MW. Elektrarna je priključena na 400 kV omrežje za napajanje potrošnih središč v Sloveniji in Hrvaški. Letna proizvodnja električne energije znaša preko 4 milijarde kWh, kar predstavlja skoraj tretjino skupne proizvodnje električne energije v Sloveniji.



Slika 12. Jedrska elektrarna Krško

3 GEODETSKA DELA V FAZI PROJEKTIRANJA IN GRADNJE HIDROELEKTRARNE

3.1 Geodetska dela v fazi projektiranja objekta

V fazi projektiranja objekta geodeti prvenstveno skrbimo za kartografske osnove (geodetske podloge) v vseh fazah projektiranja. To je čas zbiranja podatkov na terenu, ažuriranja obstoječih načrtov in prenosa objekta iz načrtov v naravo v smislu zbiranja nujno potrebnih podatkov za pozicioniranje predvidenega oziroma projektiranega objekta.

Sodobna računalniška tehnologija, sodobni inštrumentarij in metode dela nam omogočijo pregled nad kompletno sliko izvršenih del, od tega kaj je planirano, kaj je že narejeno in kaj bo potrebno še narediti. Prav zaradi tega je koristno, če ne že nujna vzpostavitev informacijskega sistema projektiranega objekta. Takšen trend v delu in razvoju geodezije je več kot potreben v smislu naprednega načina poslovanja, hitrim, cenovno ugodnim in zanesljivim opravljanjem dela. Za uspešno izvedbo geodetskih del v procesu gradnje objekta je potrebno izdelati projekt geodetskih del kot sestavni del glavnega projekta. Projekt geodetskih del naj bo sestavljen iz detajlnega opisa geodetskih del po fazah gradnje, podrobnim opisom tehnologij oziroma metod merjenja. V delu projekta geodetskih del, ki se nanaša na organizacijo geodetskih del je potrebno definirati vrstni red predvidenih del, ki pa mora biti usklajen z deli oziroma programi drugih strokovnih področij. Nadalje je potrebno sestaviti delovne skupine, ki bodo opravljale meritve, potrebni material in instrumentarij in nenazadnje tudi predračun za vsa predvidena dela.

3.1.1 Geodetska mreža za namen pridobivanja geodetskih podlog in uporabe v času gradnje

Za uspešno realizacijo geodetskih del je nujno potrebno, da se pred začetkom vseh del vzpostavi kvalitetna geodetska mreža (pozicijska in višinska mreža), ki nam bo omogočala opravljati dela v mejah predpisanih natančnosti oziroma v mejah dovoljenih in predpisanih odstopanj. Pred izvedbo projekta je potrebno izvršiti kontrolo homogenosti mreže točk na širšem območju predvidenega posega v prostor. Prav tako je potrebno na širšem območju predvidenega posega v prostor izvršiti sanacijo državnega nivelmanskega vlaka. Projekt geodetske mreže mora omogočati 3D prostorski pravokotni sistem za potrebe projektiranja,

gradnje in uporabe objekta. V takšnem sistemu je možno izdelati digitalni model terena (DMT), ki služi kot podloga sodobnega projektiranja. V 3D sistemu lahko prikažemo projektirani objekt oziroma posamezne konstrukcijske elemente pod pogojem, da so predhodno izračunane koordinate vseh karakterističnih točk objekta.

3.1.1.1 Projekt geodetske mreže objekta

Za uspešno izvedbo geodetske mreže je potrebno na osnovi projektne naloge izdelati projekt, realizirati projekt in izdelati elaborat o realizaciji geodetske mreže. Projekt mora zajemati vse podatke, pogoje in navodila, ki jih je treba upoštevati pri realizaciji.

Projekt geodetske mreže naj v splošnem zajema:

- splošno dokumentacijo o projektu.
- projektno nalogo,
- tekstualno dokumentacijo,
- numerično dokumentacijo,
- grafično dokumentacijo in
- drugo dokumentacijo vezano na projekt (geološko...).

Tekstulna dokumentacija je običajno sestavljena iz:

- tehničnega poročila,
- tehničnih pogojev za izvedbo in
- predračuna.

Tehnično poročilo, kot pomemben člen projekta naj sestavlja:

- splošne podatke o projektu,
- testiranje točk obstoječe mreže,
- oceno stanja stabiliziranih točk obstoječe mreže,
- način eventualne prestabilizacije obstoječih točk,
- obliko (geometrijo) geodetske mreže,
- optimizacijo načrta opazovanj, uteži in točnosti,
- izbor instrumentarija in metode merjenja,

- analizo metode merjenja,
- parametre kontrole merjenja,
- model meritev, izravnave in ocene natančnosti,
- način stabilizacije in signalizacije točk geodetske mreže,
- koncept in organizacijo geodetskih del v teku realizacije meritev oziroma projekta geodetske mreže,
- zaščitna sredstva in varnost pri delu in
- obseg elaborata realizacije projekta geodetske mreže.

3.1.1.2 Realizacija projekta geodetske mreže

V procesu realizacije projekta geodetske mreže je potrebno izvršiti:

- testiranje obstoječe mreže,
- oceno stanja stabiliziranih točk obstoječe mreže,
- prestabilizacijo obstoječih točk,
- stabilizacijo točk mreže,
- meritve mreže (koti, dolžine, višine in drugo),
- analizo rezultatov meritev,
- izravnavo in oceno natančnosti in
- izdelavo numeričnih, grafičnih in tabelarnih prilog.

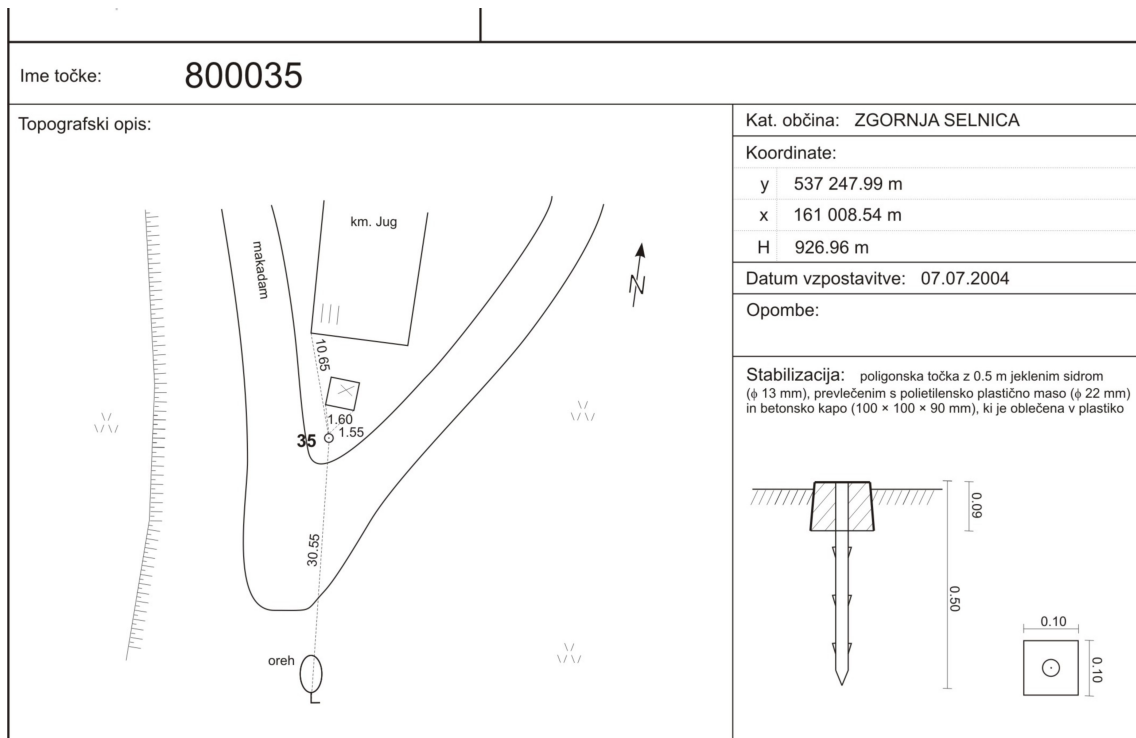
3.1.1.3 Končni elaborat projekta geodetske mreže

Po končanih terenskih meritvah in obdelanih rezultatih meritev je potrebno izdelati elaborat iz katerega je razvidno, da so dela opravljena v celoti in v mejah predpisanih natančnosti.

Elaborat mora biti izdelan v smislu:

- tehničnega poročila in
- prilog (grafične in numerične).

Tehnično poročilo mora obsegati opis geodetskih del, ki so bila izvedena. Število prilog mora biti v skladu s projektom. Priloge morajo zajemati vse potrebne podatke o realizaciji projekta.



Slika 13. Primer topografskega opisa in stabilizacije geodetske točke v geodetski mreži

3.1.2 Izdelava in pridobivanje podlog za projektiranje

Za potrebe projektiranja objekta je potrebno zagotoviti kvalitetne in ažurne geodetske podloge različnih vsebin in meril za projektiranje v različnih fazah.

Projektna dokumentacija je sistematično urejen sestav načrtov oziroma tehničnih opisov in poročil, izračunov, risb in drugih prilog, s katerimi se določijo lokacijske, funkcionalne, oblikovne in tehnične značilnosti nameravane gradnje in obsega idejno zasnovo, idejni projekt, projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja, projekt za razpis in projekt za izvedbo (Zakon o graditvi objektov, 2002).

Posamezne faze projektiranja in vloga geodetske stroke:

1. Idejna zasnov

Idejna zasnova je skica in opis bistvenih značilnosti nameravane gradnje. Namen idejne zasnove je pridobitev projektnih pogojev pristojnih soglasodajalcev. Geodetske storitve v tej fazi se nanašajo na lokacijske podatke v vodilni mapi in na geodetske podloge za izdelavo načrtov v mapah z načrti. Lokacijski podatki, ki jih zagotavlja geodetska

stroka morajo vsebovati najmanj podatke o zemljiških parcelah in grajenih objektih. Natančnost geodetskih podlog ni predpisana, zadostiti mora namenu uporabe. Geodetske podloge se izdelajo v obliki geodetskega načrta in značilnih prerezov oziroma profilov na podlagi posebnih zahtev projektanta. Posebej je predpisan prikaz priključkov gospodarske javne infrastrukture, če so ti predvideni za projektirani objekt.

2. Idejni projekt

Idejni projekt je sistematično urejen sestav takšnih načrtov, na podlagi katerih je investitorju omogočeno, da se odloči o najustreznejši varianti nameravane gradnje. Vsebina geodetskih podlog za izdelavo idejnega projekta je enaka vsebini za izdelavo idejnih zasnov. Razlika je le v tem, da projektanti za izdelavo idejnega projekta potrebujejo natančnejše geodetske podloge.

3. Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja

Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja je sistematično urejen sestav takšnih načrtov na podlagi katerih je pristojnemu organu omogočeno, da presodi vse okoliščine, pomembne za izdajo gradbenega dovoljenja. Predpisane so naslednje sestavine projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja, ki so povezane z geodetsko dejavnostjo:

- grafični prikaz skladnosti s prostorskimi akti (prikaže se na situaciji iz lokacijskega načrta, katere osnova je geodetski načrt),
- grafični prikaz vplivnega območja objekta (izdelava se na geodetskem načrtu, ki mora biti izdelan v ustreznem merilu za celotno vplivno območje) in
- lokacijski podatki, ki temeljijo na geodetskem načrtu in značilnih prerezih (profilih), če je to smiselno.

4. Projekt za razpis

Projekt za razpis je sistematično urejen sestav takšnih načrtov, na podlagi katerega je investitorju omogočeno pridobiti najustreznejšega izvajalca. Geodetski podatki vezani na projekt za razpis so predvsem lokacijski podatki, ki morajo vsebovati navedbo kraja, parcelnih števil in katastrske občine, kjer bo nameravana gradnja, ter identifikacijske številke iz katastra stavb za stavbe oziroma iz zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture za objekte gospodarske javne infrastrukture.

5. Projekt za izvedo

Projekt za izvedbo je projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja, dopolnjen s podrobnimi načrti, na podlagi katerih se v skladu s pogoji iz gradbenega dovoljenja gradnja lahko izvede. Geodetske vsebine v projektu za izvedbo niso izrecno predpisane, vendar so potrebne za izdelavo načrtov, katerih vsebina je vezana na prostor oziroma teren.

Kvalitetne geodetske podloge bomo najlažje zagotovili na osnovi dobro pripravljene projektne naloge, ki jo pripravi investitor, oziroma geodetska služba investitorja. Zelo pomembno je, da pri pripravi projektne naloge sodeluje tudi projektant s svojimi zahtevami in željami, v smislu zagotoviti na eni strani dovolj velik oziroma optimalni obseg in na drugi strani primernost geodetskih osnov po vsebini in natančnosti oziroma merilu izdelave. Dobro pripravljena projektna naloga s točno definiranimi pogoji pridobivanja geodetskih podlog nam lahko prihrani tudi precej časa in zmanjša stroške zaradi dodatnih zahtev, ki se pojavljajo v procesu projektiranja. Geodetske podloge naj bodo že pred projektiranjem izdelane kvalitetno in v enotnem sistemu, da ne pride do podvajanja podatkov oziroma različnih podatkov, predvsem višinskih za isti objekt. To se pojavi praviloma pri projektiranju v različnih fazah, kjer imajo projektanti praviloma različne zahteve glede geodetskih podlog.

Zakon o graditvi objektov ne določa, kakšne geodetske podloge je potrebno zagotoviti za faze projektiranja, temveč v 36. členu navaja samo vrste načrtov, kjer so v alineji 9 navedeni tudi geodetski načrti.

3.1.2.1 Projekt pridobivanja podlog za projektiranje

Na osnovi projektne naloge se izdelava projekt pridobivanja podlog za projektiranje, ki mora zajeti vse potrebne podatke in navodila za realizacijo pridobitve kvalitetnih podlog primernih vsebin in meril. Sestavni deli projekta so v osnovi isti kot pri projektu geodetske mreže.

V tehničnem poročilu mora biti zajeto:

- analiza in ocena stanja obstoječe geodetsko kartografske dokumentacije,
- obseg in vsebina geodetskih podlog,

- izbira metode in instrumentarija,
- način signalizacije točk na terenu,
- terminski plan meritev,
- način obdelave in pridobivanja podatkov,
- naloge geodetskega nadzora v času realizacije projekta,
- pogoji in navodila, ki se jih je potrebno držati v času realizacije projekta,
- izbira načina izdelave geodetskih podlog v digitalni obliki (merilo in vsebina),
- izbira načina izdelave geodetskih podlog v analogni obliki (merilo in vsebina),
- način izdelave digitalnega modela terena,
- način prezentiranja rezultatov projekta pridobivanja geodetskih podlog,
- koncept in organizacija geodetskih del za realizacijo,
- zaščita pri delu in
- vsebina elaborata.

Projektna naloga lahko vsebuje tudi pridobitev topografskih kart, topografskih načrtov, digitalnih ortofoto načrtov, digitalnih katastrskih načrtov in drugih podlog, ki jih lahko v zelo kratkem času pridobimo na tržišču. Omenjene podloge pridobimo na Geodetski upravi Republike Slovenije, kjer je potrebno točno definirati, kje oziroma v katerem projektu bodo uporabljeni, saj Geodetska uprava ne prenaša lastništva podatkov na naročnika podatkov, temveč jih daje v uporabo za točno določen namen. Geodetske podatke pridobljene od Geodetske uprave R Slovenije je dovoljeno uporabljati izključno v skladu s pogoji uporabe, ki jih je predpisala Geodetska uprava RS. Pridobljeni podatki služijo kot dodatne informacije projektantu, so pa tudi velikega pomena pri izdelavi informacijskega sistema za celotno področje vpliva projektiranega objekta.

Smiselno je pridobiti naslednje podatke:

- TTN5 oziroma TTN10

TTN5 in TTN10 so temeljni topografski načrti v merilu 1 : 5000 oziroma 1 : 1000. Izdelani so enotno za celo Slovenijo in sicer; v ravninskih kmetijsko pomembnih območjih in za večja naselja v merilu 1 : 5000, v hribovitih in gozdnih predelih pa v merilu 1 : 10000. V temeljnih topografskih načrtih so elementi načrta v glavnem prikazani v merilu, razen nekaterih manjših objektov, ki so prikazani s simboli. Podatki so v rastrski obliki in so iz ločenih vsebinskih slojev (naselja s prometno mrežo (NP),

zemljepisna imena (I), relief – plastnice (RP), hidrografska mreža z imeni, vodni objekti (H))

- DOF 5

DOF 5 so digitalni ortofoto načrti izdelani v merilu 1 : 5000. Ortofoto je skeniran aeroposnetek, ki je z upoštevanjem centralne projekcije posnetka in modela reliefa, transformiran (razpačen) v državni koordinatni sistem. Izdelek je v metričnem smislu enak linijskemu načrtu ali karti.

- DKN

DKN so digitalni katastrski načrti. Evidenca zemljiškega katastra je sestavljena iz digitalnega grafičnega in digitalnega atributnega dela. Podatkovni niz katastrskih občin s katerim razpolagamo vsebuje meje parcel in parcelnih delov ter centroide parcelnih delov s parcelnimi številkami.

- DTK25

DTK25 je državna topografska karta v merilu 1 : 25000 in je prva slovenska državna karta v topografsko kartografskem sistemu. Ko je bil posamezen list DTK25 izdelan, je bil po posameznih vsebinskih slojih skeniran. Podatki so v rastrski obliki in so iz ločenih vsebinskih slojev (naselja, prometna mreža, zemljepisna imena (NI), plastnice in druge reliefna značilnosti (RP), hidrografska mreža z imeni, vodnimi objekti, ledeniki (H), gozdovi in znaki za druge vrste vegetacije).

3.1.2.2 Realizacija projekta pridobivanja geodetskih podlog za projektiranje

Pridobivanje podatkov in izdelava geodetskih podlog za projektiranje mora biti opravljeno v skladu s projektom. V času realizacije oziroma trajanja projekta je potrebno opraviti sledeča geodetska dela:

- Analizo in oceno stanja obstoječe geodetsko – kartografske dokumentacije.
- Pripravljalna dela na terenu.
- Geodetska merjenja oziroma snemanje terena po metodi iz projektne naloge.
- Obdelava podatkov.
- Izdelava topografskih načrtov v digitalni obliki.
- Izdelava topografskih načrtov v analogni obliki.
- Izdelava digitalnega modela terena.

- Prezentiranje dobljenih rezultatov
- Izdelava prilog za elaborat (tabelarične grafične in numerične).

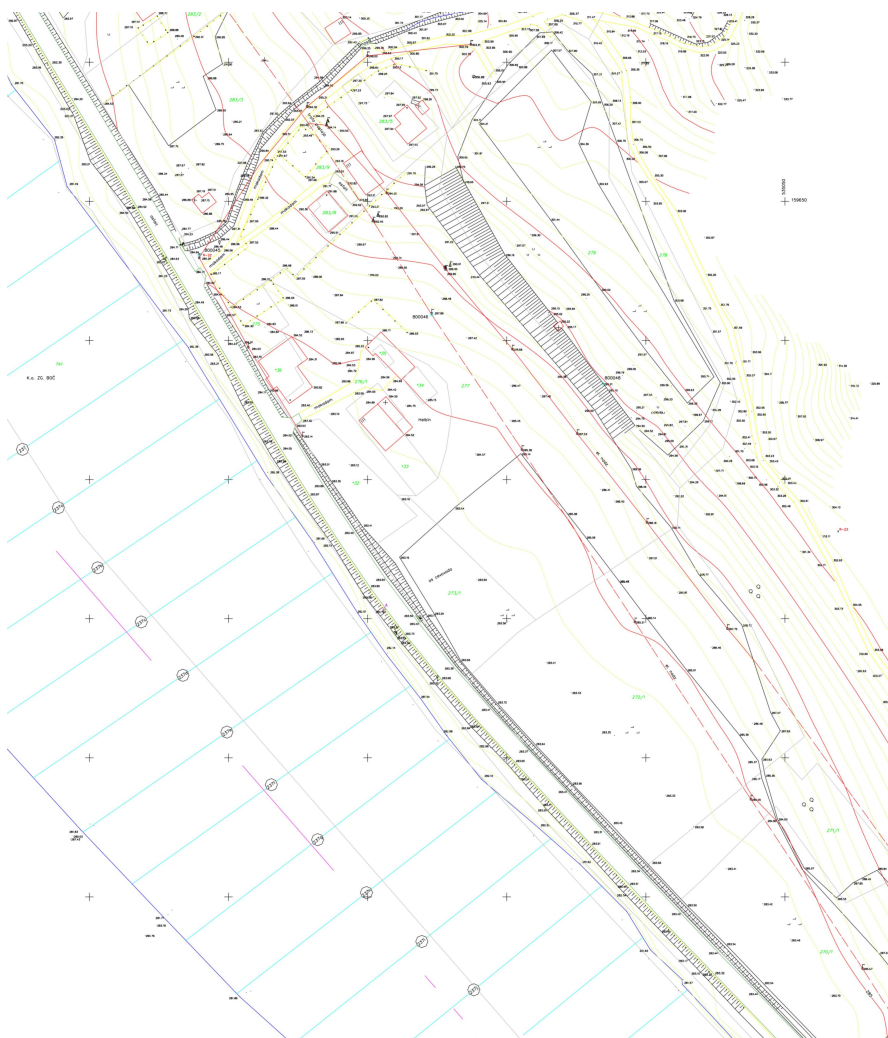
Geodetske podloge oziroma topografski načrti morajo biti izdelani v skladu s Pravilnikom o geodetskem načrtu (Uradni list RS, št. 40/04) in izrisani oziroma obdelani po veljavnem topografskem ključu, ki vsebuje poleg prikaza topografskih znakov tudi pojasnila za izdelavo in uporabo geodetskega načrta.

3.1.2.3 Elaborat o realizaciji projekta pridobivanja geodetskih podlog

Obveza izvajalca del je, da po končanih terenskih in pisarniških delih izdela končni elaborat, ki ima naslednjo vsebino:

- tehnično poročilo,
- priloge (grafične numerične in tabelarične).

V tehničnem poročilu je opisan obseg opravljenih del, ki morajo biti v skladu z zahtevami iz projekta. Priloge je potrebno izdelati v predpisani obliki iz projekta. Elaborat je zelo važna geodetsko tehnična dokumentacija, ki dokazuje kvaliteto izvršenih del na projektu.



Slika 14. Izsek geodetske podloge za projektiranje

3.1.3 Druge podloge pomembne za projektanta

Gradnja hidroelektrarne je specifični objekt, kjer je veliko del vezanih na delo na in ob vodi. Osrednji del objekta – pregrada (turbinski stebri in pretočna polja) je postavljen prečno na rečni tok. Za projektanta je zelo pomembna konfiguracija dna rečnega korita v območju predvidenega objekta, kakor tudi širšega omočja, tako imenovanega območja zgornje vode in območja spodnje vode in nenazadnje celotnega akumulacijskega bazena, ki bo nastal z izgradnjo hidroelektrarne. Za pridobitev tovrstnih podatkov je potrebno opraviti hidrografske meritve na osnovi projektirane mreže profilov in mreže zgoščenih profilov na območju predvidene gradnje (območje tako imenovane zgornje in spodnje vode elektrarne).

3.1.3.1 Hidrografske meritve

Hidrografija je veda, ki zajema meritve in opis objektov na vodi in v priobalnem pasu za različne namene in aktivnosti, vključno z obobalnimi aktivnostmi, raziskavami, varovanjem okolja in ostalimi dejavnostmi za spremljanje dogajanja na vodi. Hidrografsko meritev predstavlja določitev globine vode v neki točki in hkrati določitev položaja te točke.

Hidrografske meritve za potrebe projektiranja vsebujejo meritve prečnih rečnih profilov za izračun 2D modela gladin pri različnih pretokih. Izračun 2D modela gladin se v praksi večinoma opravi s programskim orodjem HEC RAS. Tako izračunane gladine služijo za določitev višin nasipov in zapornic elektrarne.

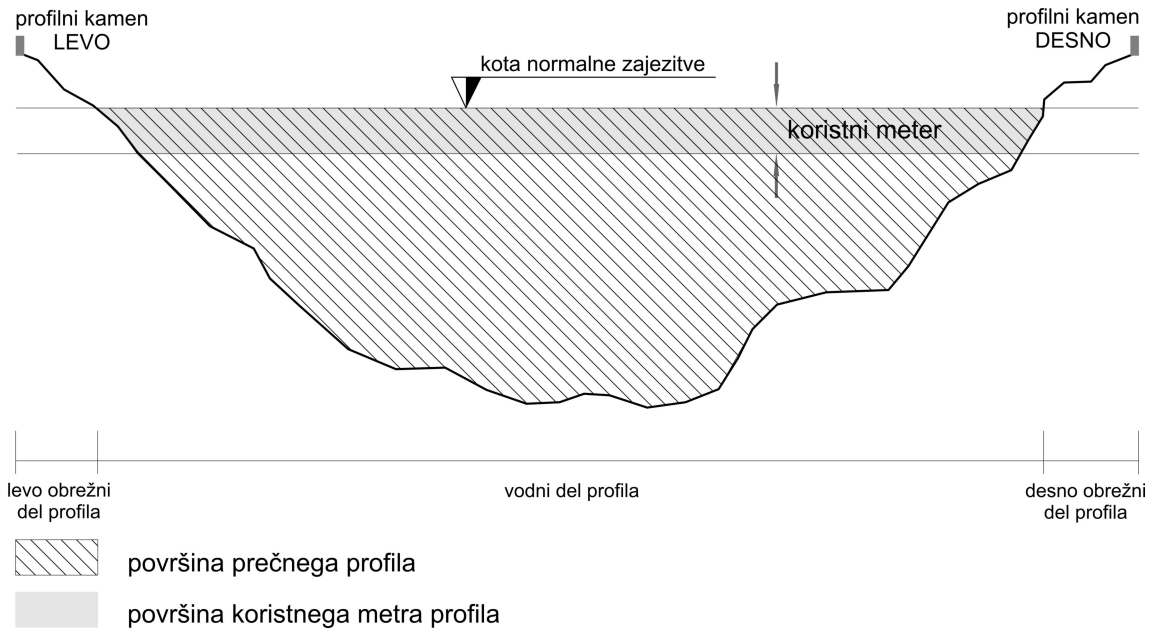
Uporaba rezultatov meritev prečnih rečnih profilov:

- Geodetske podloge v fazah projektiranja.
- Osnova za izračun volumna celotnega akumulacijskega bazena oziroma zgornjega koristnega metra akumulacijskega bazena (v času uporabe objekta).
- Osnova za izračun zaprodenja celotne oziroma koristne akumulacije v procesu cikličnih meritev, ki so predpisane v vodnogospodarskih soglasjih za posamezno hidroelektrarno (v času uporabe objekta).
- Osnova pri gradbenih posegih v vodi (čiščenje mulja, poglobitve struge, regulacije...).

3.1.3.2 Izvedba meritev s prečnimi profili

Metoda z merjenji prečnih profilov se je privzela kot najbolj racionalna in smiselna glede na tehnične možnosti meritev v 60-tih in 70-tih letih. Pozicije profilov so projektirane glede na geomorfološko obliko struge.

Izračuni volumnov in posredno zaprodenja se vršijo z metodo izračuna masnih profilov, kot jih poznamo pri izračunih izkopov. Takšen način nam daje primerljiv podatek glede na prejšnje meritve.



Slika 15. Prečni profil

3.1.4 Izdelava državnega lokacijskega načrta (DLN)

Postopki za pripravo in izdelavo DLN so podrobneje opisani v Zakonu o urejanju prostora (ZUreP-1, Uradni list RS, št 101 /02). V členih 42 do 46 so opredeljeni: namen, vsebina, priloge ter posebne določbe o pripravi in sprejemu DLN.

DLN vsebuje zlasti:

1. ureditveno območje lokacijskega načrta,
2. umestitev načrtovane ureditve v prostor z prikazom vplivov in povezav prostorske ureditve s sosednjimi območji,
3. načrt parcelacije,
4. zasnovo projektnih rešitev prometne, energetske, vodovodne in druge komunalne infrastrukture območja z obveznostmi priključevanja nanjo,
5. etapnost izvedbe prostorske ureditve, če je ta predvidena ter druge pogoje in zahteve za izvajanje načrta,
6. rešitve in ukrepe za varovanje okolja, ohranjanje narave in kulturne dediščine ter trajnostne rabe naravnih dobrin,
7. rešitve in ukrepe za obrambo ter za varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami in

8. roke za izvedbo prostorskih ureditev in za pridobitev zemljišč, če so ti krajši od predpisanih.

DLN določi tudi lokacijske pogoje za pripravo projektov za pridobitev gradbenega dovoljenja zlasti glede namena, lege, funkcije, velikosti in oblikovanja objektov in njihovo gradnjo.

Ureditveno območje lokacijskega načrta se določi tako, da se prikažejo površine:

- na katerih so načrtovani trajni objekti,
- na katerih so načrtovani objekti, potrebni za izvedbo lokacijskega načrta in se na teh površinah po izvedbi vzpostavi prejšnje stanje.

Objekti iz prejšnjega odstavka morajo biti funkcionalno povezani in slediti namenu prostorske ureditve, načrtovane z lokacijskim načrtom.

Podrobnejšo vsebino, obliko in način priprave DLN opredeljuje Pravilnik o podrobnejši vsebini, obliki in načinu priprave lokacijskih načrtov ter vrstah njihovih strokovnih podlag. V pravilniku so določene tudi strokovne geodetske podlage, pri čemer pa njihov nabor ni obvezen, ampak se določi s programom priprave konkretnega lokacijskega načrta.

3.1.4.1 Pravilnik o geodetskem načrtu

Ta pravilnik določa vsebino, izdelavo in uporabo geodetskega načrta za pripravo projektne dokumentacije za graditev objekta, geodetskega načrta novega stanja zemljišča in geodetskega načrta za pripravo državnega in občinskega lokacijskega načrta.

Pravilnik navaja vsebino, način njenega prikaza, potrjevanje skladnosti s predpisi, uporabo in podrobnejšo vsebino za posamezne namene geodetskega načrta (za graditev, za pripravo lokacijskega načrta).

Geodetski načrt za pripravo lokacijskega načrta mora vsebovati najmanj podatke o reliefu, vodah, stavbah, gradbenih inženirskih objektih, rabi zemljišč, rastlinstvu ter podatke o zemljiških parcelah. Geodetski načrt za pripravo lokacijskega načrta mora biti izdelan za območje najmanj 25 metrov od meje ureditvenega območja in mora biti izdelan z natančnostjo, ki ustreza najmanj merilu 1 : 5000. Lahko je izdelan tudi v drugem merilu, če tako določa program priprave lokacijskega načrta.

Postopek pridobitve DLN se začne na osnovi pobude za začetek postopka izdelave DLN in predhodno pridobljenega energetskega dovoljenja in ostalih izpolnjenih pogojih. Sledi program priprave DLN, v katerem je opredeljen celotni postopek priprave navedenega dokumenta.

3.1.5 Izdelava parcelacijskega elaborata

Zakon o graditvi objektov v svojem 56. členu govori o dokazilu o pravici graditi. Izkazana pravica graditi je materialni pogoj za izdajo gradbenega dovoljenja. Zakon določa vrste listin, na podlagi katerih je mogoče šteti, da je pravica graditi izkazana. Najpomembnejša od listin s katerimi se izkazuje ta pravica je izpisek iz zemljiške knjige. V zemljiško knjigo se vpisujejo izmed stvarnih pravic, ki so relevantne za izdajo gradbenega dovoljenja, zlasti lastninska pravica, kot druga stvarna pravica pa stavbna pravica, v povezavi z njima pa stvarna služnost.

Elaborat parcelacije zemljišča je potrebno izdelati za potrebe pridobitve parcel, ki jih potrebujemo za izgradnjo objekta. V interesu investitorja je, da razpolaga z dokumentacijo, ki mu omogoča, da lahko na predvidenem zemljišču izvaja gradnjo objekta. Elaborat parcelacije se izdelava na osnovi zunanjega roba zasedenosti zemljišč, ki so potrebna za izgradnjo akumulacijskega bazena oziroma elektrarne s spremljevalnimi objekti. Pri akumulacijskem bazenu se linija določi na osnovi izračuna 2D modela gladin pri različnih pretokih. Poznati je potrebno tudi predvideni srednji pretok obratovanja na osnovi katerega se določi kota normalne zaježitve bazena, ki se prenese v topografski načrt in na osnovi le te projektant določi zunanji rob zasedenosti zemljišč. Zunanji rob zasedenosti zemljišč pri elektrarni s spremljevalnimi objekti se določi na osnovi projekta.

Geodetska dela v pri realizaciji projekta parcelacije so:

- izdelava načrta parcelacije ,
- kartiranje točk mejnih linij območja parcelacije na topografskih in katastrskih načrtih,
- računanje površin delov parcel, ki se nahajajo v mejnem pasu in so predmet parcelacije,
- računanje površin delov parcel, ki ostanejo lastniku,
- kontrola računanja površin,
- priprava zakoličbenih elementov za prenos projekta v naravo.

Parcelacija se izvede kot geodetska storitev in vsebuje:

- prenos zakoličbenih elementov na teren,
- stabilizacija točk, ki definirajo mejno linijo območja parcelacije,
- geodetski posnetek novega stanja stabiliziranih točk in
- izdelava elaborata parcelacije .

Elaborat o realizaciji projekta parcelacije vsebuje:

- tehnično poročilo, v katerem so opisana vsa geodetska dela, ki so bila izvršena in da so izvršena v skladu z zahtevami v projektu in
- priloge (numerične, grafične in tabelarične).

Pri izdelavi elaborata ekspropriacije je potrebno ravnati v skladu z zakonom o evidentiranju nepremičnin, državne meje in prostorskih enot (ZENDMPE).

3.1.6 Vzpostavitev informacijskega sistema

V sodobni družbi se vse aktivnosti zbiranja, proizvodjanja in uporabljanja informacij odvijajo v okviru različnih informacijskih sistemov. Moč informacije predstavlja rezultat novega vpogleda, ki ga dobimo z ugotovitvijo novih relacij med navidez neodvisnimi podatki. Danes si sodobne informacije ne moremo predstavljati brez uporabe računalniške tehnologije. Z uporabo računalnikov je postal večji del aktivnosti v informacijskih sistemih avtomatiziran. Prav kvalitetni podatki so še vedno ključna sestavina vseh informacijskih sistemov. Digitalno hranjenje podatkov omogoča hitrejši vnos, ažuriranje, distribuiranje, predvsem pa analizo in obdelavo podatkov iz baze podatkov. Prav tako je digitalne podatke lažje vzdrževati, urejati in obdelovati. Lažje izvedljiv je tudi fizični dostop do podatkov.

Za tako velike sisteme kot je hidroelektrarna je nujno vzpostaviti informacijski sistem že v fazi projektiranja, saj zaradi velike količine podatkov kaj hitro izgubimo pregled nad vsemi opravljenimi dejavnostmi, po drugi strani pa je dostop do podatkov hitrejši in enostavnejši. Geodetske podloge, ki smo jih izdelali, kot tudi ostale podloge služijo kot osnova za nastavitev informacijskega sistema, ki bo uporaben tako v fazi izgradnje objekta, kot kasneje ko bo objekt v uporabi in ga bo potrebno vzdrževati. Sistem mora biti nastavljen tako, da bo dodajanje podatkov čim enostavnejše in pregled takšen, da ga bodo ob primernem šolanju lahko uporabljali tudi strokovnjaki iz drugih področij.

Pred izdelavo informacijskega sistema je potrebno podrobneje definirati:

- katere podatke želimo zbrati in prikazati v informacijskem sistemu,
- prostorski obseg (vplivno območje hidroelektrarne) in
- zahteve nadgradnje in dopolnjevanja sistema.

Pri planiranju informacijskega sistema je potrebno slediti naslednjim zahtevam:

- podatki bodo shranjeni ne enem mestu,
- podatki bodo strukturirani in standardizirani,
- podatke iz različnih virov (baz podatkov) lahko povežemo in uporabljamo združeno,
- podatke lahko hitro poiščemo, uporabimo, analiziramo in distribuiramo,
- podatki so uporabniško neodvisni, kar pomeni da jih lahko uporabimo v različnih programih,
- različnim uporabnikom določimo različne pravice dostopa do podatkov in
- podatki morajo biti istočasno na razpolago različnim uporabnikom.

Informacijski sistem mora biti izgrajen v programskem orodju, ki je namenska aplikacija za pregledovanje, analizo in tudi ažuriranje podatkov. Sistem mora biti nastavljen na opremi naročnika . V fazi prenosa je potrebno izvesti vsa opravila, ki so potrebna za zagon novega sistema. Uporabnikom mora zagotavljati vse možnosti preizkušanja in privajanja na novi sistem. Izdelati je potrebno sistemsko in uporabniško dokumentacijo. Izvajalec mora zagotoviti šolanje, testiranje in privajanje strokovnega osebja naročnika in različnih skupnih uporabnikov.

3.2 Geodetska dela v fazi izgradnje elektrarne

Pri izgradnji elektrarne se geodetska dela ločijo v dve glavni skupini glede natančnosti del in uporabljenega geodetskega instrumentarija ter pristopa geodetskih strokovnjakov in sicer:

- geodetska dela pri gradbenih delih in
- geodetska dela pri montaži strojne in hidromehanske opreme.

Bistvena razlika je v zahtevani natančnosti in preciznosti geodetskih del. Zahtevana natančnost zakoličb in kontrol vgrajenih betonov je ± 1 cm (pri zakoličbah) in ± 1 cm pri kontroli vgrajenih betonov.

Zahtevana natančnost pri vgradnji hidromehanske opreme je ± 0.5 mm.

Zahtevana natančnost pri vgradnji in montaži strojne opreme je $\pm 0,1$ mm oziroma pri najbolj vitalnih delih opreme (ležajih) je zahtevana natančnost horizontalnosti $\pm 0,05$ mm.

V fazi gradnje objekta je vloga geodetskega strokovnjaka še posebej velika in odgovorna. Geodetski strokovnjaki morajo podrobno preučiti objekt, da bi razumeli zahteve, želje in zamisli projektanta in investitorja. Pričakuje in zahteva se potrebno znanje in geodetsko – tehnična dokumentacija. Le na osnovi tega bodo dela opravljena v predpisani natančnosti oziroma v mejah podanih toleranc za gradnjo objekta vključno z opremo (strojna, elektro...).

Gradnjo elektrarne lahko razdelimo na tri faze:

- pripravljalna dela,
- gradnja podzemnih delov vključno z temelji in
- gradnja nadzemnih delov.

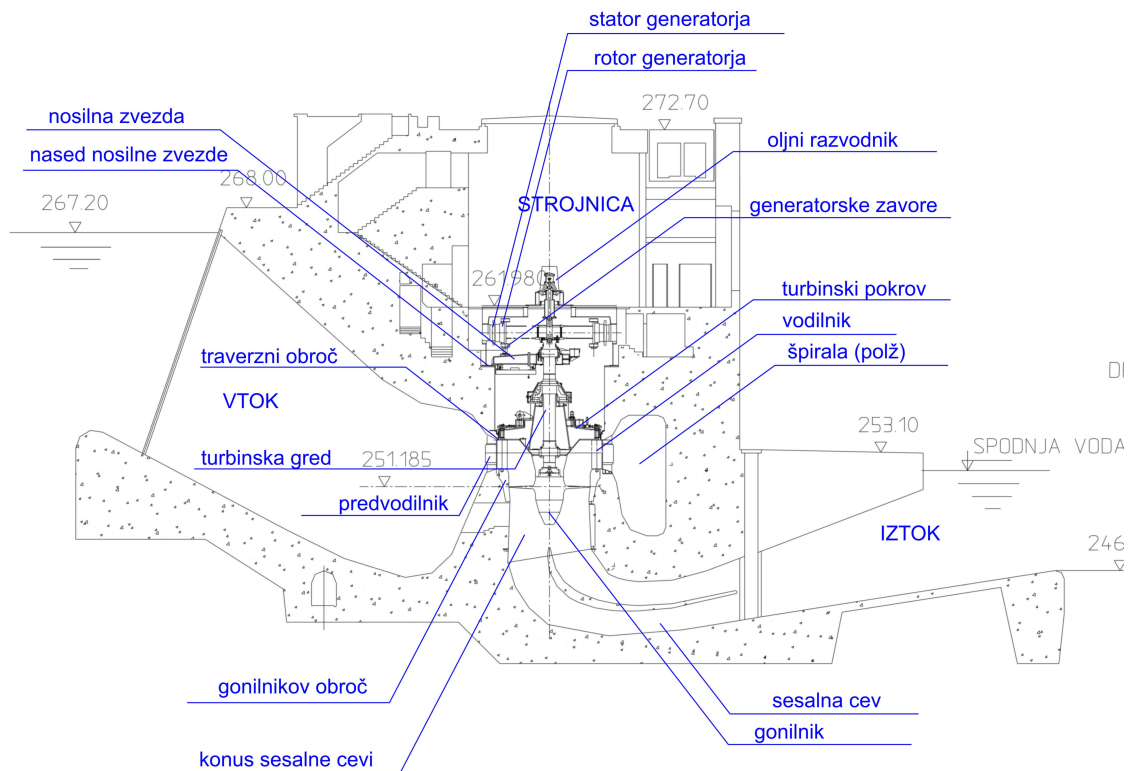
Pri vseh omenjenih fazah se pojavljajo geodetska dela kot nepogrešljiv del procesa gradnje. Pred samim začetkom geodetskih del na gradbišču morajo izvajalci podrobne preučiti sam projekt, dimenzije, koordinate in višine na načrtih, ki bodo uporabljeni pri zakoličbi objekta. Za geodetska dela je potrebno uporabljati instrumentarij primerne točnosti, kakor tudi dodatni pribor, ki omogoča večjo produktivnost del, pri tem pa je potrebno ravnati v skladu načel in pogojev za varno delo in uporabljati temu primerna zaščitna sredstva.

Kot osnovna naloga geodetske službe pri gradbeno – montažnih objektih je zagotoviti skladnost geometrije izvedenega objekta s projektiranim v mejah dovoljenih odstopanj.

V času gradnje objekta je potrebno skrbeti za informacijski sistem v smislu dopolnitev podatkov o objektu oziroma sprememb v teku gradnje. V teku gradnje mora geodet na zahtevo projektanta, investitorja oziroma strokovnega nadzora gradnje podati trenutno stanje o geometriji in morebitna odstopanja od projekta. Praktično to pomeni, da so po končani gradnji na voljo podatki o izvedenem stanju, ki so osnova pri izdelavi projekta izvedenih del.

3.2.1 Geodetska kontrola delov objekta in montažnih elementov

V procesu gradnje objekta je naloga geodetskega strokovnjaka, da z meritvami zagotovi pravilno geometrijo objekta, delov objekta in montažnih elementov, ki morajo biti v skladu s projektom oziroma v mejah predpisanih oziroma dovoljenih odstopanj. Stalno geodetsko kontrolo oziroma meritve izvaja geodet. Neodvisno kontrolo opravljenih meritev opravlja geodetski nadzor. Na osnovi kontrolnih meritev (geodetskih prevzemov) geodetskega nadzora in dobljenih rezultatov meritev, ki morajo biti v mejah predpisanih toleranc je velikokrat pogojena nadaljna gradnja oziroma montaža.



Slika 16. Prerez turbinskega stebra HE Mariborski otok z označenimi vitalnimi deli

Geodetsko delo pri sami gradnji in montaži je vezano na:

1. Meritve pri gradnji gradbenih elementov

Pri gradnji posameznih gradbenih elementov so osnovna in kontrolna geodetska merjenja vezena predvsem na:

- zakoličevanje osi,

- določitev projektiranih višin,
- geodetske meritve pred betoniranjem in
- geodetske meritve po betoniranju.

Z meritvami je potrebno zagotoviti:

- projektirano pozicijo v prostoru (horizontalno in višinsko) in
- pravilno geometrijo elementa glede na zahteve iz projekta.

2. Meritve pri montaži strojne opreme

Pri montaži strojne opreme so osnovna in kontrolna geodetska merjenja vezana predvsem na:

- določitev vertikalnih osi,
- meritve horizontalnosti naležnih ploskev montažnih elementov,
- določitev projektirane višine montažnih elementov,
- preverjanju dimenzij montažnih elementov,
- meritve vertikalnosti in centričnosti montažnih elementov in
- določitve vzporednosti določenih montažnih elementov.

3. Meritve pri montaži hidromehanske opreme

Pri montaži hidromehanske opreme so osnovna in kontrolna geodetska merjenja vezana predvsem pri visoko napetostnih postrojih kot so transformatorji kjer je potrebno zagotoviti:

- horizontalnost tračnic in
- vzporednost tračnic.

Vse geodetske meritve in kontrolne geodetske meritve se opravljajo na osnovi pripravljenih projektov meritev pri gradnji oziroma montaži. Kot je razvidno gre za meritve pri katerih so zahtevane različne natančnosti in različni tehnološki pristopi. Projekt meritev mora biti sestavljen po posameznih strokovnih področjih izvajalcev gradnje in montaže.

Znotraj posameznih področij morajo biti opisane vse meritve, ki jih bo potrebno v času gradnje izvesti. Predvideno mora biti tudi za katere meritve je potrebna kontrolna meritev geodetskega nadzora (zahtevne meritve, ki vplivajo na nadaljevanje gradnje). Iz tega je razvidno, da mora podroben program oziroma projekt sestaviti projektant, skupaj z geodetom, dobaviteljem opreme in izvajalcem montaže ali gradnje.

Program meritev za posamezna strokovna področja mora vsebovati:

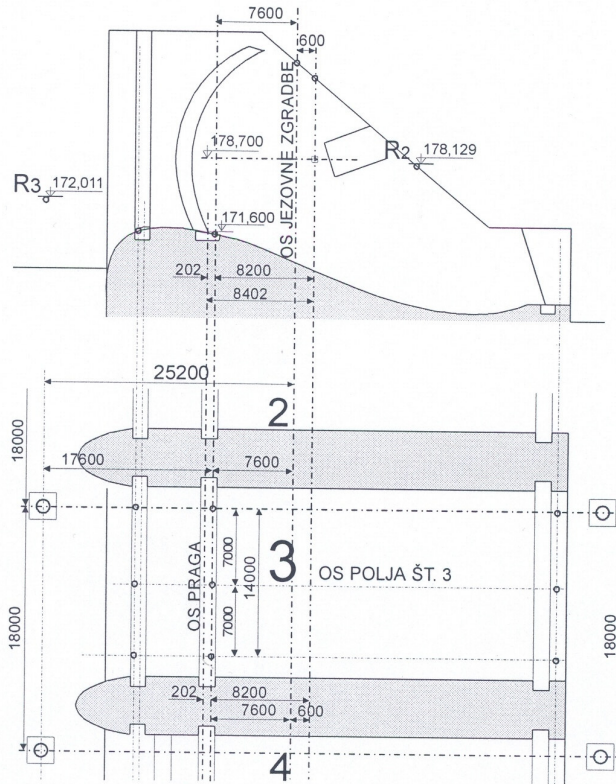
- osnovne podatke o posameznem delu objekta oziroma opreme, ki je predmet meritve,
- opisa predvidenih meritev,
- popisa instrumentarija za izvedbo meritev,
- dovoljenih odstopanj,
- izdelanega protokola (obrazca) meritev in
- predpisov iz varstva pri delu.

Omenjene geodetske meritve oziroma rezultati meritev se vpisujejo v protokole meritev. Samo potrjeni protokoli s strani nadzornih organov investitorja, izvajalca montaže in dobavitelja opreme so razlog in garancija za nadaljevanje montažnih del.

Protokol meritev je sestavljen iz:

- osnovnih podatkov (datum merjenja, številka protokola...),
- opisa dela opreme oziroma objekta na kateri bodo izvedene meritve,
- skice dela opreme oziroma objekta z vrisanimi merskimi točkami,
- projektiranih podatkov, ki so predmet meritev,
- seznama uporabljenega merskega orodja,
- uporabljene merske metode,
- tabele z dovoljenimi odstopanji in za vpis rezultatov in izračunanimi odstopanji od projektiranih podatkov,
- seznama geodetskih točk iz katerih so meritve opravljene,
- kontrole geodetskih točk iz katerih so meritve opravljene in
- podpisov vseh pristojnih za izvedbo meritev in nadzor.

Zavedati se moramo pomembnosti kontrolnih meritev, saj je velikokrat od tega odvisna tudi življenjska doba vgrajenih naprav ali pa vsaj časovno obdobje med remontu (obraba ležajev zaradi nehorizontalnosti...).



Slika 17. Situacija delov radialne zapornice s podatki meritev pred betoniranjem

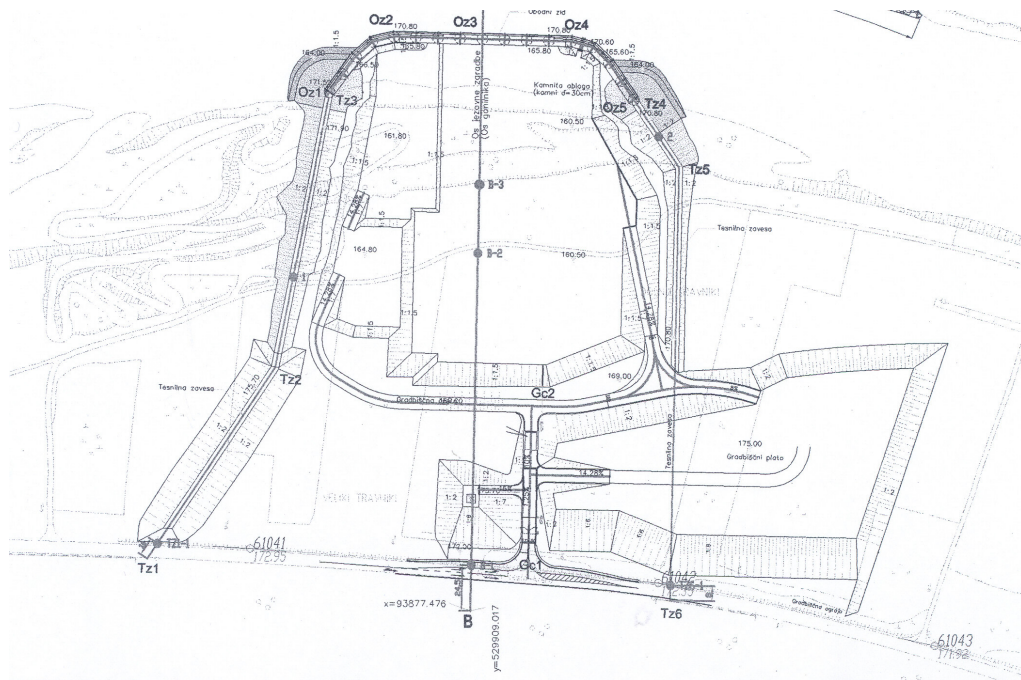
Vzporednost predvodilnika z osjo gonilnika (Dimenzija A v točkah 1,2,3 in 4)				
Dimenzija	Teoretično	Dovoljeno odstopanje glede na os	Dovoljeno max. odstopanje posameznih merilnih mest	Izmerjeno
A ₁	2580mm	± 1mm	± 0.3mm	
A ₂				
A ₃				
A ₄				
Centričnost osi predvodilnika z osjo agregata (dimenziji R1 v točkah 1,2,3 in 4)				
Dimenzija / točka	Teoretično	Dovoljeno odstopanje glede na os	Dovoljeno max. odstopanje posameznih merilnih mest	Izmerjeno
R1/1	1300mm	± 1mm	± 0.25mm	
R1/2				
R1/3				
R1/4				
Vertikalnost predvodilnika izmerjena z vodno tehtnico				
Pričakovano		Izmerjeno W		Izmerjeno Z
< 0.08mm/m				

Slika 18. Tabelarni del protokola za vpis rezultatov meritev – primer za predvodilnik

3.2.2 Geodetska dela po fazah gradnje

3.2.2.1 Zakoličba glavnih osi elektrarne

Po projektu zakoličbe se zakoliči prečna os predvidene elektrarne. Zakoličba se izvede iz geodetske mreže objekta.



Slika 19. Skica zakoličbe osi jezovne zgradbe za pripravljala dela

Os elektrarne se stabilizira z dvema betonskima stebroma z vgrajeno ploščo iz nerjaveče pločevine in standardnim navojem za geodetski instrument. V omenjene stebre se vgradijo tudi višinski reperji, katerih višine so določene na osnovi preciznega nivelmana iz državne nivelmanske mreže. Zahtevana natančnost zakoličbe je podana v projektu.



Slika 20. Primer stabilizacije opazovalnega stebra

Obveznosti zakoličbe objekta so predpisane v 80. členu Zakona o graditvi objektov in sicer:

1. Pred začetkom gradnje novega objekta za katerega je predpisano gradbeno dovoljenje, mora izvajalec poskrbeti za zakoličenje objekta.
2. Zakoličba se izvede v skladu s pogoji določenimi v gradbenem dovoljenju.
3. Zakoličba objekta se izvede kot geodetska storitev po predpisih o geodetski dejavnosti. Zakoličenje izvede geodet, ki izpolnjuje pogoje, določene z geodetskimi predpisi. Pri zakoličbi je lahko prisoten tudi pooblaščen predstavnik občine.
4. O datumu in kraju zakoličbe mora izvajalec pisno obvestiti upravo tiste občine, na katere območju leži zemljišče z nameravano gradnjo in sicer najpozneje osem dni pred zakoličenjem.
5. O zakoličenju objekta se v skladu z geodetskimi predpisi izdelava poseben zakoličbeni načrt, na podlagi katerega je omogočena zakoličba objekta v skladu s pogoji iz gradbenega dovoljenja.
6. Zakoličbeni načrt podpišeta odgovorni geodet in izvajalec, lahko pa tudi pooblaščen predstavnik občine, če je pri zakoličbi navzoč.

V skladu s členom 81. ZGO-1 je, v kolikor so izpolnjeni pogoji, potrebno upoštevati določila posebnih primerov ob zakoličbe objekta.

Prenos projekta v naravo, ki ga izvedemo z zakoličbo točk spada med najpomembnejše postopke inženirske geodezije. Postopek zakoličbe je ravno obraten postopkom izmere terena, v okviru katerih želimo izmeriti obstoječo situacijo. Pod pojmom prenosa objekta v naravo je potrebno razumeti, da gre za kompletna dela, ki jih je potrebno opraviti v cilju zagotavljanja geometrije objekta, da bo v skladu s projektiranim v mejah podanih odstopanj. Zakoličbe v hidrogradnji lahko razdelimo glede na posamezne faze gradnje, kakor tudi zahtevane natančnosti (zakoličba osi jezovne zgradbe, turbinskih osi, osi prelivnih polj, tesnilne stene, gorvodnih in dolvodnih nasipov...).

Postopek zakoličbe je sestavljen iz naslednjih mersko tehničnih nalog:

- Izračuna ustreznih zakoličbenih elementov.
- Kontrole podlag za zakoličbo.
- Izbor metode zakoličbe, vključno z izborom instrumentarija ob upoštevanju zahtevane natančnosti naročnika oziroma projektanta.
- Kontrole navezovalnih točk geodetske mreže, iz katerih bo zakoličba izvedena.
- Zakoličbe in označevanja točk.
- Zavarovalnih meritev.
- Neodvisne kontrole vseh zakoličenih in označenih točk.
- Predaje horizontalno in višinsko zakoličenih točk, skupaj z zakoličbenimi podlagami, izvajalcu gradbenih del in investitorju oziroma naročniku.

Pri izračunu zakoličbenih elementov je potrebno v prvi vrsti definirati koordinatni sistem, v katerem se bo izvedla zakoličba. Težiti je treba k temu, da se zakoličba izvede v sistemu v katerem je projekt projektiran, saj imamo v ta namen že razvito geodetsko mrežo objekta. Ko imamo izračunane koordinate zakoličevanih točk sledi izračun zakoličbenih elementov. V tej fazi je potrebno izbrati metodo zakoličbe in določiti točke geodetske mreže, iz katerih se bo zakoličba izvedla.

Pri zakoličbi ločimo med zakoličbo v horizontalni ravnini in zakoličbi višin. Horizontalni položaj točk zakoličujemo na osnovi merjenja dolžin ali smeri oziroma s kombinacijo obeh postopkov. Zakoličba višin pa praviloma izvedemo z metodo geometričnega nivelmana.

Metode horizontalne zakoličbe delimo na:

- polarno metodo,
- ortogonalno metodo,
- metodo preseka smeri in
- dopolnilne metode (linijska zakoličba, metoda ločnega preseka, metoda direktnega preseka linij, druge kombinirane metode).

Izbor metode je odvisen od naslednjih parametrov:

- razpoložljivega instrumentarija,
- obsega zakoličbe in oblike objekta,
- načina gradnje,
- pogojev na gradbišču, ki omogočajo izvedbo določene metode,
- potrebe natančnosti zakoličbe.

Kljub temu, da vse metode štejemo za enakovredne, pa se v večini primerov uporablja polarna metoda izmere.

3.2.2.2 Geodetska dela pri izkopu gradbene jame

Gradnja elektrarne je možna na dva načina:

- Z dvema gradbenima jamama (levi in desni breg). Za ta namen se za čas gradnje izdelata tesnilna zavesa.
- V novejšem času se izdelata gradbena jama za celoten objekt. V tem primeru je samo polovica predvidene elektrarne na obstoječem vodotoku, druga polovica elektrarne se zgradi na obrežju obstoječega vodotoka. Po izgradnji elektrarne se vodotok preusmeri tudi na del elektrarne, ki je bila zgrajena na obrežnem delu. Del struge po katerem je bil v času gradnje speljan celoten vodotok reke se zasuje in oblikuje obrežje.



Slika 21. Fotografija gradbene jame na HE Boštanj

Pred izdelavo gradbene jame se v sklopu pripravljanih del izvede geodetski posnetek območja izgradnje pregrade, zaradi kasnejših meritev v smislu izračuna količin izkopov zemeljskih mas. Gradbena jama se izdelava tako, da se po projektu zakoličijo vodnjaki, ki predstavljajo stebre fiksirane v dno struge. Centri vodnjakov so podani v GK koordinatah.

Vodnjaki so osnova za izdelavo tesnilne zavese, ki omogoča nemoteno izgradnjo. Del tesnilne zavese se po končani gradnji zaradi nemotenega obratovanja odstrani.

Po končani izgradnji tesnilne zavese se pristopi k izkopu gradbene jame po projektu. V tej fazi je naloga geodetske stroke ugotavljanje volumnov izkopov zemeljskih mas.

Postavitev gradbenega telesa v prostor je v vsakem primeru povezana z bolj ali manj obsežnimi zemeljskimi deli. Pri gradnji elektrarn so zemeljska dela zelo obsežna, saj gre za veliko in globoko gradbeno jamo. Razen pri gradbeni jami so zemeljska dela prisotna tudi pri izgradnji začasnih nasipov (v času gradnje), širitvi struge pred elektrarno in poglobitvah struge. Pri tem je potrebno določiti količino zemeljskih mas, ki jih je potrebno premestiti in nemalokrat po opravljenih delih določiti dejansko količino odstranjenega materiala (poglobitve struge).

Način izračuna volumnov zemeljskih mas je odvisen od naslednjih parametrov:

- velikosti in vrste objekta,
- reliefa terena,
- načina projektiranja,
- zahtev po natančnosti.

Odvisno od oblike gradbenega telesa, za katerega je potrebno določiti velikost zemeljskih mas, so razvite različne metode izračuna:

- Izračun volumnov na osnovi merjenih prečnih profilov
Pri tem načinu moramo poznati površine prečnih profilov in razdalje med posameznimi profili.
- Izračun volumnov na osnovi rasterske mreže.
V tem primeru je potrebno, da je na terenu označena rasterska mreža, ki jo v horizontalni ravnini tvorijo pravilni kvadrati ali pravokotniki. V vsakem temenu mreže pa je potrebno določiti višino.
- Izračun volumnov na osnovi tahimetričnega posnetka terena.
Prosta izbira terenskih točk zagotavlja relativno natančno predstavo terena z minimalnim številom točk. Pri tej metodi je bistveno večje število računskih operacij, kar pa kompenziramo z uporabo računalniške obdelave podatkov.

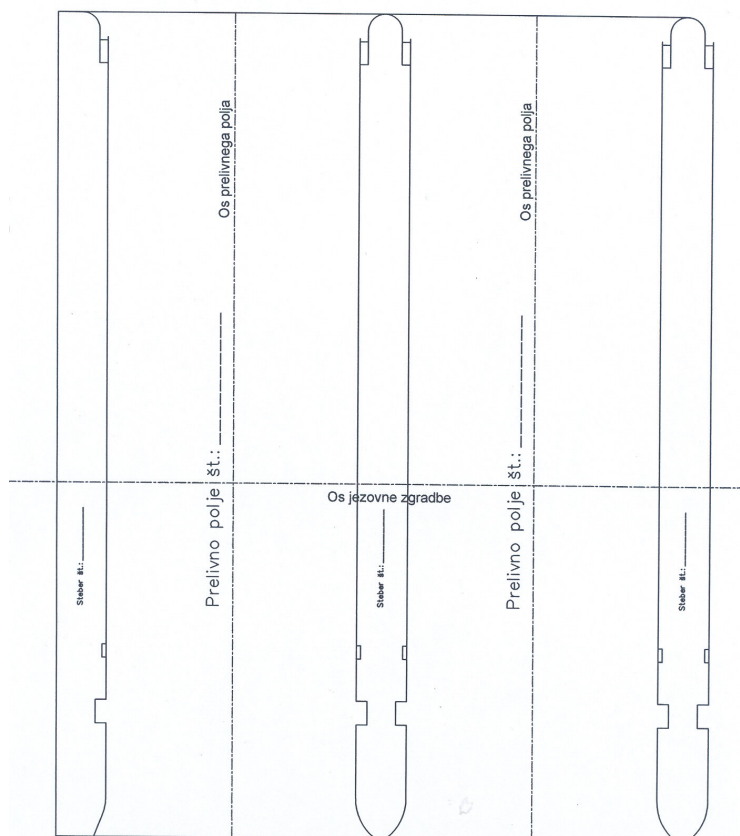
Pri gradnji hidroelektrarn opravljamo meritve in izračune volumnov zemeljskih mas glede na faze gradnje, kot si sledijo izkopi oziroma premiki zemeljskih mas.

Po izkopu gradbene jame je potrebno na tesnilno zaveso prenesti os gradbene jame iz stabiliziranih betonskih stebrov. Točke osi na tesnilni zavesi se označijo na vgrajeno ploščo iz nerjaveče pločevine.

Po končanem izkopu gradbene jame se v bistvu začne graditi bodoča elektrarna. Zaradi velike višinske razlike med reperji na opazovalnih stebrih in projektirano višino dna gradbene jame, je potrebno izvršiti prenos višine iz opazovalnih stebrov na novo vgrajene reperje v gradbeni jami. Prenos se izvrši po vertikali vgrajenih reperjev na tesnilni zavesi do dna gradbene jame.

3.2.2.3 Izdelava temeljev turbinskih stebrov in prelivnih polj

Po končanih delih pri izkopu gradbene jame se prične izkop temeljev za prelivna polja in turbinske stebre elektrarne. V tej fazi se izvede zakoličba vzdolžnih osi prelivnih polj in turbinskih stebrov. Stabilizacija zakoličbe se izvrši na vgrajenih ploščah iz nerjaveče pločevine. Pri gradnji temeljev je potrebno zagotoviti višinsko in položajno lokacijo temeljev glede na projekt.



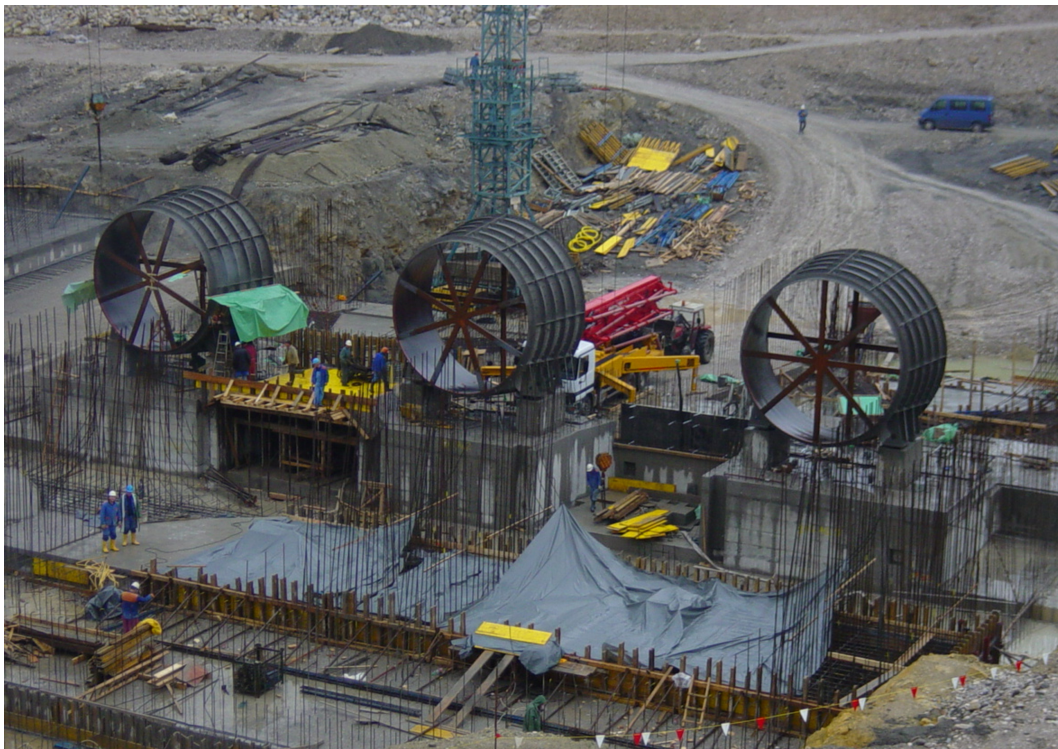
Slika 22. Vzdolžne osi prelivnega polja glede na prečno os elektrarne

3.2.2.4 Centriranje sesalne cevi

Sesalno cev centriramo in stabiliziramo na temeljni blok. Centriranje opravimo s pomočjo stabiliziranih vzdolžnih osi agregatov. Centriranje je potrebno opraviti pred betoniranjem. Po betoniranju se opravi kontrola centričnosti sesalne cevi. Horizontalnost grla oziroma vrha sesalne cevi se kontrolira z preciznim nivelmanom.

Natančnost 1mm

Vrh sesalne cevi se zaključi s tako imenovanim konusom sesalne cevi, katerega je prav tako potrebno kontrolirati v smilu centričnosti pred in po betoniranju in v smislu horizontalnosti vrha konusa. Dosežena horizontalnost nam daje pogoj za nadaljno montažo oziroma gradnjo elektrarne.



Slika 23. Temelj sesalne cevi s konusom sesalne cevi na HE Boštanj

3.2.2.5 Gradnja vtočnega dela agregata

Vtočni del agregata se izdelava iz betona. Pravilno geometrijo, pozicijo in projektirane višine je potrebno zagotoviti pred in po betoniranju. Betoniranje se vrši postopoma, pri čemer je potrebno paziti na pravilno geometrijo vtoka.

3.2.2.6 Geodetska dela pri izdelavi turbinskega stebra

Gradnja turbinskega stebra je najzahtevnejši del procesa gradnje elektrarne. Pri tem gre za kombinacijo vgradnje montažnih jeklenih elementov oziroma konstrukcij in vgradnje betonov. Praviloma jeklene konstrukcije vgrajujemo s pomočjo betonov. Pravilnost in točnost vgradnje posameznih montažnih elementov je pogoj za nadaljevanje montaže in gradnje. Zato je potrebno pri posameznih fazah vgraditve izvesti geodetske meritve v skladu z zahtevami iz protokolnih obrazcev. Za potrebe višinskih kontrol je potrebno izvršiti zgostitev višinske mreže z metodo preciznega nivelmana.

Geodetske meritve in meritve geodetskega nadzora so glede na zahteve projektanta, investitorja, dobavitelja opreme in izvajalca montaže potrebne pri:

- postavitvi opaža turbinskega obroča,
- postavitvi prirobnice turbinskega pokrova,
- montaži predvodilnih lopatic,
- montaži naseda ležaja turbinske gredi,
- montaži turbinske gredi,
- montaži naseda zvezde,
- montaži zvezde z zavorami,
- montaži statorja,
- montaži generatorja in
- montaži oljnega razvodnika.

3.2.3 Kontrolne meritve objekta v času gradnje

Kontrolne meritve hidroelektrarne v času gradnje je potrebno opravljati s ciljem ugotoviti, kako objekt reagira pod stalnim ali občasnim vplivom notranjih in zunanjih sil. V ta namen

ugotavljamo ali vplivi povzročajo premike oziroma deformacije objekta in ali je s tem ogrožena stabilnost in nenazadnje vprašanje nadaljne gradnje objekta.

Pod objekt se pri tovrstnih opazovanjih razume poleg samega objekta tudi tla pod in okrog objekta. Dobro je treba definirati zahteve, ki se jih je potrebno držati pri izdelavi projekta tehničnega opazovanja v času gradnje.

Osnovni nalogi geodetskega opazovanja objekta v času gradnje sta:

- Določiti premike objekta v horizontalni in vertikalni ravnini oziroma prostoru.
- Določiti spremembo geometrijske oblike objekta, oziroma delov objekta, ki je največkrat posledica premika objekta v prostoru oziroma deformacij, ki se zgodijo na objektu.

Idealno bi bilo, če bi lahko s kontrolnimi meritvami zajeli vsako točko objekta in bi lahko meritve izvajali kontinuirano. Ker običajno tehnično in finančno to ni izvedljivo, govorimo o tako imenovani prostorski in časovni poenostavitvi. Praviloma mesto stabilizacije točk na objektu določita v sodelovanju projektant in geodet. Absolutne premike (premik objekta v prostoru oziroma glede na okolico) lahko določimo z navezavo na geodetsko mrežo točk, ki morajo biti stabilizirane na stabilnem območju oziroma izven delovanja ali vpliva objekta na okolico. Stabilnost danih točk kontroliramo s ponovnimi kontrolnimi meritvami in kontrolnimi meritvami med dano točko in zavarovanjem. Mesto stabilizacije točk zunaj objekta izberemo skupaj z geologom, geofizikom oziroma geomehanikom.

Merski postopek izberemo na osnovi osnovnih kriterijev:

- zahtevane natančnosti določitve deformacij,
- števila meritev in časovnega razporeda meritev in
- časa, ki je na voljo za izvedbo posamezne meritve.

Na gradbišču hidroelektrarne je istočasno prisotnih veliko izvajalcev različnih strok, ki nehotе ovirajo meritve, zato je čas za izvedbo posamezne meritve praviloma minimalen. Zelo pomembno je ustrezno zavarovanje vseh točk (točke geodetske mreže in kontrolne točke na objektu) pred poškodbami in uničenjem, po drugi strani pa obveščanje pristojnih o pomembnosti geodetskih točk v smislu preprečevanja namernega oziroma nenamernega uničenja.

Izvedba meritev opazovanja objekta v času gradnje je razdeljena na faze:

1. Osnovna meritev oziroma tako imenovana nulta meritev, ki vsebuje:
 - stabilizacijo točk,

- meritve mreže za opazovanje objekta,
- kontrolo meritev,
- obdelavo rezultatov in
- izravnavo in oceno natančnosti.

2. Prva kontrolna meritev (i-ta meritev), ki vsebuje:

- meritve mreže za opazovanje objekta,
- kontrolo meritev,
- obdelavo rezultatov,
- izravnavo in oceno natančnosti,
- kontrolo zanesljivosti oziroma stabilnosti položaja točk iz nulte meritve,
- kontrol, položaja osnovnih točk mreže iz i-te in nulte meritve,
- kontrol, položaja točk na objektu iz i-te in nulte meritve,
- prikaz premikov točk na objektu in
- prezentiranje rezultatov (priloge).

Elaborat, kot rezultat meritev mora vsebovati:

- tehnično poročilo, kjer so opisana geodetska dela, ki so opravljena in da so opravljena v skladu s pričakovanimi natančnostmi in
- priloge (numerične, tabelarične, grafične).

3.2.4 Veljavna zakonodaja vezana na gradnjo objektov

Zakonodaja, ki ureja geodetsko dejavnost, je vezana na izvajanje geodetske dejavnosti, urejanje prostora in upravljanja z nepremičninami. Posredno pa se geodetska dejavnost dotika tudi mnogih drugih področij. Pomembnejši zakoni, podzakonski akti, predpisi, navodila oziroma uredbe, ki so povezani z geodetsko dejavnostjo in področjem nameravane gradnje objekta (elektrarne) so:

1. Zakon o geodetski dejavnosti (ZgeoD) - Ur. list RS št. 8/2000 z dne 31. 01. 2000

Po ZgeoD so geodetska dejavnost vse geodetske meritve in opazovanja, kartiranje ter druga dela in postopki, ki so potrebni za evidentiranje podatkov o nepremičninah in prostoru, za razmejevanje nepremičnin in za tehnične namene.

Geodetsko podjetje mora za vsak svoj izdelek oz. delo v okviru geodetske dejavnosti imenovati odgovornega geodeta (vpisan v imenik geodetov).

2. Zakon o evidentiranju nepremičnin, državne meje in prostorskih enot (ZENDMPE) - Ur. list RS, št. 52/2000 z dne 13. 06. 2000

Zakon ureja evidentiranje nepremičnin, državne meje in prostorskih enot ter urejanje in spreminjanje mej zemljiških parcel. Evidentiranje nepremičnin po tem zakonu obsega vzpostavitev, vodenje in vzdrževanje zemljiškega katastra in katastra stavb. Geodetske storitve v zvezi z evidentiranjem nepremičnin izvajajo samostojni podjetniki posamezniki in gospodarske družbe, ki izpolnjujejo pogoje za opravljanje geodetskih storitev, določene z zakonom o geodetski dejavnosti.

Geodetske storitve po tem zakonu so izvedba postopkov za izdelavo elaboratov in izdelava elaboratov ureditve meje, parcelacije, komasacije, izravnave meje, razmejitev med pravnimi režimi, ugotavljanja dejanske rabe zemljišč, elaborata za vpis stavbe oz. delov stavbe v kataster stavb, elaborata za združitev delov stavb in izločitev dela stavbe ter obnova mej v naravi.

Na osnovi zakona o evidentiranju nepremičnin, državne meje in prostorskih enot so bili sprejeti naslednji podzakonski predpisi:

- Pravilnik o evidenci državne meje (Ur. List RS, št. 21/01),
- Pravilnik o vpisih v kataster stavb (Ur. List RS, št. 15/02) ,
- Format izmenjevalnih datotek,
- Pravilnik o pogojih in načinu računalniškega dostopa do podatkov zemljiškega katastra, katastra stavb in registra prostorskih enot (Ur. List RS, št. 74/02),
- Uredba o vpisu upravljalcev nepremičnin v državni lasti v zemljiški kataster in kataster stavb (Ur. List RS, št. 20/02).

3. Zakon o graditvi objektov (ZGO-1) - Ur. list RS, št. 110/02 z dne 18. 12. 2002

Zakon o graditvi objektov tangira geodete predvsem v tretjem in četrtem razdelku. Tretji razdelek (gradnja) govori o obveznostih pri zakoličbi objekta in posebnih primerih o zakoličenju objekta. Pred pričetkom gradnje novega objekta, mora izvajalec poskrbeti za zakoličenje objekta, ki mora biti izvedeno v skladu s pogoji, določenimi v gradbenem dovoljenju. Zakoličenje se izvede kot geodetska storitev po predpisih o geodetski dejavnosti. O zakoličenju objekta je potrebno izdelati poseben zakoličbeni načrt.

V četrtem razdelku oziroma 93. členu je govora o geodetskem načrtu novega stanja zemljišča, ki mora biti v skladu z geodetskimi predpisi in izdelan kot topografsko katastrski načrt.

4. Zakon o vodah (ZV-1) - Ur. List RS, št. 67/2002 z dne 26. 7. 2002

Pri gradnji elektrarne oziroma hidroelektrarne je veliko del oziroma zahtev povezanih prav z zakonom o vodah. Velik obseg del je vezan na določitev parcel vodnega zemljišča in parcel priobalnega zemljišča v skladu s tem zakonom in predpisi o evidentiranju nepremičnin. Meja vodnega zemljišča se vnese v zemljiški kataster. Praviloma gre za obsežno delo, saj so akumulacijski bazeni v povprečju dolgi 10 in več kilometrov. Posebno področje so poplavna zemljišča, ki se določijo na osnovi raziskav in štujij za različne pretoke. Meje poplavnih zemljišč je potrebno evidentirati na načrtih ustreznih meril, v praksi je to običajno v merilu 1 : 5000. V zakonu o vodah je podrobno opisan tudi postopek pridobitve koncesije, ki je potrebna za proizvodnjo električne energije v hidroelektrarni. Pridobljena koncesijska pogodba zavezuje koncesionarja k izdelavi priloge h koncesijski prilogi, o kateri pa več v nadaljevanju.

Na osnovi Zakona o vodah je bilo izdelano Strokovno navodilo za določanje meje priobalnih zemljišč, erozijskih območij in morske obale.

5. Zakon o urejanju prostora (ZUreP-1) - Ur. list RS, št. 110/2002 z dne 18.12. 2002

Ta zakon ureja prostorsko načrtovanje in uveljavljanje prostorskih ukrepov za izvajanje načrtovanih prostorskih ureditev, zagotavljanje opremljanja zemljišč za gradnjo ter vodenja sistema zbirk prostorskih podatkov. Določa tudi pogoje za opravljanje dejavnosti prostorskega načrtovanja in določa prekrške v zvezi z urejanjem prostora in opravljanjem dejavnosti prostorskega načrtovanja.

Pri načrtovanju gradnje hidroelektrarne so pomembni členi od 42 do 46, ki govorijo o državnem lokacijskem načrtu (DLN). Podrobno so opisani predvsem:

- namen DLN,
- vsebina DLN,
- priloge DLN,
- pristojnost in predlog za pripravo in sprejem in
- uredba o lokacijskem načrtu.

6. Pravilnik o geodetskem načrtu

Pravilnik določa vsebino, izdelavo in uporabo geodetskega načrta, podrobnejšo vsebino geodetskega načrta za pripravo projektne dokumentacije za graditev objekta, geodetskega načrta novega stanja zemljišča in geodetskega načrta za pripravo državnega in občinskega lokacijskega načrta.

Geodetski načrt sestavljata:

- grafični prikaz geodetskega načrta in
- certifikat geodetskega načrta

1. Grafični prikaz geodetskega načrta

V grafičnem prikazu se za prikaz vsebine uporabljajo znaki, določeni v topografskem ključu. V kolikor je potrebno na geodetskem načrtu prikazati meje zemljiških parcel in podatki o mejah zemljiških parcel glede na namen uporabe geodetskega načrta niso dovolj natančni, je treba pred prikazom mej, meje urediti skladno s predpisi, ki urejajo evidentiranje nepremičnin.

Geodetski načrt za pripravo lokacijskega načrta mora vsebovati najmanj podatke o reliefu, vodah, stavbah, gradbenih inženirskih objektih, rabi zemljišč, rastlinstvu ter podatke o zemljiških parcelah.

Geodetski načrt za pripravo lokacijskega načrta mora biti izdelan za območje najmanj 25 metrov od meje ureditvenega območja.

Geodetski načrt za pripravo lokacijskega načrta mora biti izdelan z natančnostjo, ki ustreza najmanj merilu 1:5000, lahko se izdela tudi v drugem merilu, če tako določa program priprave lokacijskega načrta.

2. Certifikat geodetskega načrta

Odgovorni geodet s certifikatom potrdi skladnost geodetskega načrta s predpisi, ki urejajo graditev objektov in urejanje prostora, oziroma drugimi predpisi, ki določajo izdelavo geodetskega načrta, in z namenom uporabe geodetskega načrta. Obvezni del certifikata so tudi: izjava odgovornega geodeta, osebni žig in podpis odgovornega geodeta, žig geodetskega podjetja in podpis odgovorne osebe.

Uporabnik geodetskega načrta mora ob uporabi geodetskega načrta upoštevati v certifikatu navedene pogoje za uporabo.

7. Pravilnik o tehničnem opazovanju visokih jezov - Ur. list SFRJ, št. 7/66

Po pravilniku so vsi objekti, ki glede na svojo gradbeno višino, prostornino zajezene vode in maksimalnim možnim pretokom skozi jezovni profil, presegajo vrednosti podane s pravilnikom visoki jezovi, za katere se zahteva tehnično opazovanje. Le to obsega pregledovanje, merjenje in druge preizkuse elementov, s katerimi se da ugotoviti stanje celotnega visokega jezua ali njegovih delov, ter stanje v tleh in ob objektu glede stabilnosti, vodne propustnosti ter učinkovanja kemičnih in drugih činiteljev na korozijo in mehanično odpornost materialov. Pravilnik detajlneje ne predpisuje parametrov, ki jih je uporabnik objekta dolžan opazovati oziroma meriti, mu pa nalaga izdelavo Projekta tehničnega opazovanja objekta, s katerim so predpisane vse aktivnosti, ki jih mora investitor oziroma uporabnik naprave izvajati in sicer ločeno za čas gradnje in obdobje uporabe objekta. Izvajanje tehničnega opazovanja se lahko zaupa na osnovi 10. člena specializiranemu podjetju za tovrstna dela.

4 GEODETSKA DELA V ČASU UPORABE OBJEKTA

Po končani gradnji je potrebno izdelati tehnično dokumentacijo. Zakon o graditvi objektov v členih 39, 40 in 41 govori o vrsti, podrobnejši vsebini in načinu pridobitve tehnične dokumentacije.

Tehnična dokumentacija, kot jo predpisuje 39. člen vsebuje:

1. Projekt izvedenih del

Projekt izvedenih del je projekt za izvedbo, dopolnjen s prikazom vseh izvedenih del in morebitnih sprememb v vseh delih projekta za izvedbo, ki so nastale med gradnjo, na podlagi katerega je mogoče na tehničnem pregledu ugotoviti, ali je zgrajeni oziroma rekonstruirani objekt v skladu z gradbenim dovoljenjem.

Zaradi kompleksnosti objekta kot je elektrarna je potrebno meritve, ki bodo služile za izdelavo projekta izvedenih del planirati in izvajati v teku gradnje.

2. Projekt za vzdrževanje in obratovanje objekta

Projekt za vzdrževanje in obratovanje objekta je sistematično urejen zbir slikovnega gradiva, načrtov in besedil v obliki jamstev, potrdil, seznamov, shem, navodil in podobnih sestavin, ki določajo pravila za uporabo oziroma obratovanje in vzdrževanje zgrajenega oziroma rekonstruiranega objekta in vgrajenih inštalacij oziroma tehnoloških naprav, na podlagi katerih je vsakokratnemu lastniku objekta omogočeno objekt vzdrževati na ustrezen način.

Projekt za vzdrževanje in obratovanje se izdelava na osnovi 94. člena ZGO-1. S projektom za vzdrževanje in obratovanje objekta se določijo obvezni minimalni časovni razmiki rednih pregledov ter roki in obseg občasnih pregledov, kakor tudi obseg vzdrževalnih del, s katerimi je treba zagotoviti, da bo objekt ves čas svoje uporabe izpolnjeval bistvene zahteve.

3. Projekt za vpis v uradne evidence

Projekt za vpis v uradne evidence je dokumentacija, na podlagi katere je investitorju oziroma lastniku objekta omogočeno, da se zemljiška parcela, na kateri stoji objekt, evidentira v zemljiškem katastru, če gre za stavbo, tudi v katastru stavb in da se objekti gospodarske javne infrastrukture evidentirajo v katastru gospodarske javne infrastrukture.

Vpis v uradne evidence je potrebno opraviti v skladu z Zakonom o evidentiranju nepremičnin, državne meje in prostorskih enot (ZENDMPE) in Pravilnika o vsebini in načinu vodenja zbirke podatkov o dejanski rabi prostora (Uradni list RS, št. 9/224), ki ima zakonske podlage 151. in 152. členu ZUreP in v 3. in 14. členu ZENDMPE.

Gospodarska javna infrastruktura so objekti, neposredno namenjeni izvajanju javnih služb s področja prometa, energetike, komunalnega gospodarstva, upravljanja z vodami in gospodarjenja z vodami in gospodarjenja z drugimi vrstami naravnega bogastva ali varstva okolja, kakor tudi druga omrežja in objekti v javni rabi. Gospodarska javna infrastruktura je državnega in lokalnega pomena. Obvezna sestavina elaborata za vpis v zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture je izjava odgovornega geodeta, ki vsebuje:

- Za prvi vpis: oceno natančnosti, potrditev pravilnosti elaborata (vsebinsko in topološko) in metapodatke.
- Za novozgrajene objekte: odgovornost za določitev lokacije, potrditev pravilnosti elaborata (vsebinska in topološka) in metapodatke.

Podrobnejša vsebina projektne in tehnične dokumentacije je predpisana v členu 40 ZGO-1.

4.1 Tehnično opazovanje objekta

Tehnično opazovanje se izvaja po veljavnih predpisih :

- Pravilnik o tehničnem opazovanju visokih jezov - Ur. list SFRJ št. 7 z dne 13. 02. 1966.
- Pravilnik o jugoslovanskem standardu za nasute jezove in hidrostatične nasipe - Ur. list SFRJ št. 25, z dne 09. 05. 1980.

Po Pravilniku o tehničnem opazovanju visokih jezov so vsi objekti, ki glede na svojo gradbeno višino, prostornino zajezone vode in maksimalnim možnim pretokom skozi jezovni profil, presegajo vrednosti podane s pravilnikom, visoki jezovi, za katere se zahteva tehnično opazovanje. Le to obsega pregledovanje, merjenje in druge preizkuse elementov, s katerimi se da ugotoviti stanje vsega visokega jezua ali njegovih delov, ter stanje v tleh in ob objektu glede stabilnosti, vodne propustnosti ter učinkovanja kemičnih in drugih dejavnikov na korozijo in mehanično odpornost materiala. V kategorijo visokih jezov so uvrščene tudi jezovne zgradbe hidroelektrarn.

Pravilnik detajlneje ne predpisuje parametrov, ki jih je uporabnik naprave dolžan opazovati oz. meriti, mu pa nalaga izdelavo projekta tehničnega opazovanja objekta, s katerim so predpisane vse aktivnosti, ki jih mora investitor oz uporabnik naprave izvajati in sicer ločeno za čas gradnje in obdobje uporabe objekta.

V projektu tehničnega opazovanja mora biti opredeljeno opazovanje po posameznih sklopih:

1. Deformacije:

- horizontalni pomiki,
- vertikalni pomik,
- rotacije in
- dilatacije in razpoke.

2. Vodostaji in pritiski:

- akumulacijski bazen,
- spodnja voda objekta,
- gladine podtalnice in
- piezometrični pritiski.

3. Seizmično opazovanje

4. Vizuelni pregledi:

- pregradni objekt in
- akumulacijski bazen

Za zgoraj navedene preglede in meritve lahko opazovanja opravljamo ročno oziroma na osnovi avtomatizacije meritev. Avtomatizacija meritev posameznih količin in njihovih vrednosti se običajno izvede tam, kjer je to racionalno, bodisi z vidika stroškov izvajanja meritev, bodisi iz vidika kvalitete posamične meritve (povečano število meritev s krajšimi periodami).

Pravilnik ne zahteva zgolj ugotovitvenega postopka, s katerim se ugotavljajo deformacije pregradnega objekta z ozirom na neko prvotno ugotovljeno (nulto) stanje, temveč posredno nalaga lastniku (upravljalcu) objekta tudi meritve vseh tistih količin, s katerimi je moč

pojasniti ugotovljene deformacije na objektu in s tem ugotoviti vzroke zanje. Skupne meritve tako predstavljajo osnovo za ukrepanje, v kolikor ugotovljene in izmerjene bodisi absolutne, bodisi relativne deformacije presegajo dovoljene vrednosti.

Geodetski strokovnjaki pri projektu tehničnega opazovanja sodelujemo predvsem pri:

1. Ugotavljanje deformacij

Vsak gradbeni objekt je v svoji življenjski dobi izpostavljen različnim spremembam. Le te nastajajo postopoma z določenimi značilnostmi, ki so odvisne od načina gradnje in vrste uporabljenega materiala ter seveda vsakokratnih geoloških in topografskih prilik.

S pomočjo geodetskih meritev je možno objekt opazovati in kontrolirati z veliko natančnostjo. Pri tem je še posebej pomembna začetna (nulta) meritev, saj je le ta osnova za določanje absolutne spremembe. Z izvedbo in obdelavo opazovanj, z analizo in interpretacijo se ugotavljajo spremembe na posameznih delih objekta in na objektu kot celoti.

Objekti in teren na katerem se gradijo, so pod različnimi stalnimi in občasnimi vplivi, ki povzročajo spremembe na njih. To so klimatski, hidrološki in geološki vplivi, obremenitev zaradi lastne in koristne teže objekta, ter potresi in druga dogajanja v zemeljski skorji. Poleg navedenega, so na objektu možne spremembe tudi zaradi napak pri projektiranju, izgradnji in uporabi objekta.

Deformacije se pojavljajo od pričetka gradnje dalje. Deformacije so lahko elastične (zvijanje) in plastične (posedanje, nagibi, zasuki, razpoke). V veliki večini primerov te spremembe niso usodne za stabilnost in trajnost objekta, v izjemnih primerih pa lahko imajo tudi daljnosežne posledice.

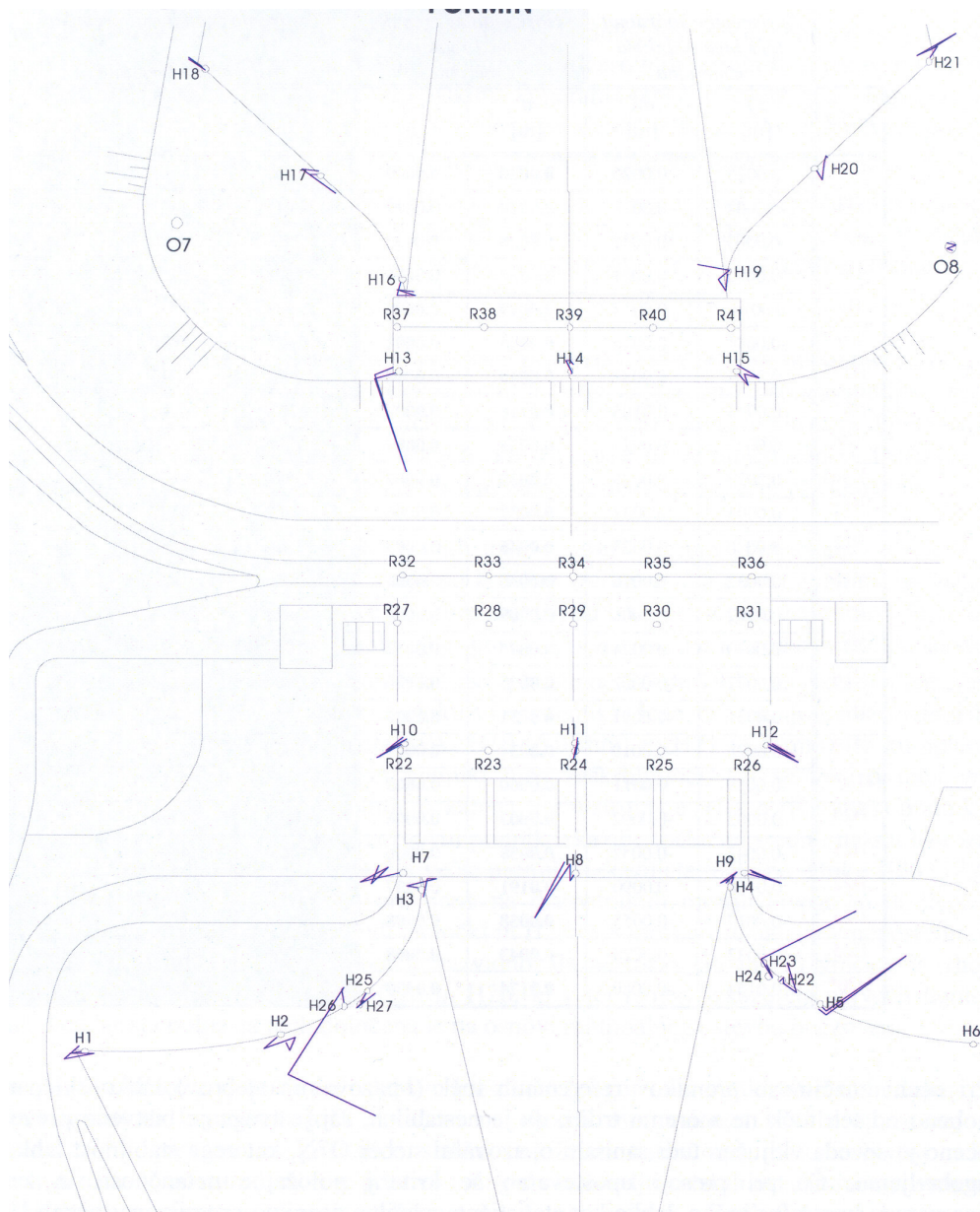
V okviru tehničnega opazovanja deformacij na pregradnem objektu so kot izhodiščne predvidene geodetske metode opazovanja, kar pomeni, da se nastale spremembe na objektu merijo neposredno z geodetskimi meritvami. Pri teh meritvah je za določitev premikov posameznih točk na objektu važen odnos le teh do izhodiščnih točk, ki so stabilizirane v okolici opazovanega objekta, vendar izven delovanja sil na tem objektu.

Ko imamo določene zahteve in ustrezen program meritev, lahko izberemo merski postopek. Vsak primer zahteva svojo ovrednotenje zahtev, mejnih pogojev in analizo, ki nam omogoča izbrati ustrezen merski postopek. V splošnem pa pri izboru merskega postopka upoštevamo sledeče pogoje:

- zahtevana natančnost rezultatov meritev,

- čas, ki ga imamo na voljo, da izvedemo posamezno izmero in
- ekonomičnost – gospodarnost izvedbe merskega postopka.

V praksi tehnično opazovanje pregradnih objektov običajno izvajamo na osnovi geodetske mikro trigonometrične mreže (referenčne točke, kontrolne točke, višinski reperji). Metoda izmere je običajno klasična terestrična izmera triangulacijsko-trilateracijske mreže.



Slika 24. Mreža kontrolnih točk na pregradi HE Formin – vektorji horizontalnih premikov

2. Meritve prečnih profilov akumulacijskega bazena

Merjenje prečnih profilov nam služi kot osnova za računanje volumna akumulacijskega bazena, kakor tudi za izračun zaproditve oziroma zamuljenosti akumulacijskega bazena.

Časovni interval med dvema meritvama prečnih profilov je določen v vodnogospodarskem soglasju posamezne hidroelektrarne. V večini primerov je ta interval dve leti. Merjenje prečnih profilov se izvaja v smislu stalnega opazovanja dovoda prodnega materiala.

Meritve prečnih profilov akumulacijskega bazena se uporabijo tudi za izpolnjevanje določenih zahtev pri programu vzdrževanja akumulacijskega bazena, kot je zapisano v koncesijski pogodbi za rabo vodotoka za proizvodnjo električne energije.

Volumen akumulacije se računa na osnovi merjenih profilov. Pozicije profilov so projektirane glede na geomorfološko obliko struge. Profili so med seboj oddaljeni med 200 in 300 metri. Na področju spodnje vode in področju vtoka oziroma zgornje vode so profili zgoščeni.

Vsebino vodnega zbiralnika delimo, z ozirom na energetske izkoriščanje, v dva dela:

- v koristni volumen in
- v mrtvi volumen.

Za energetiko je pretežno važen prvi del. Svojo vrednost ima tudi mrtvi del, ki že od samega začetka sprejema glavnino prodnih mas. Čim večji je njegov volumen, dalj časa bo ohranjen tudi koristni del.

Gledano na celotno vsebino zbiralnika je v začetku zaprodnje intenzivno, nato polagoma pojenjuje. Če gledamo zgolj koristno akumulacijo, je v tej od začetka zaprodnje počasno oziroma skoraj zanemarljivo, nato prične naraščati. Nagli porast bo nastopil, ko bo mrtvi del že zaprodjen in se bo dno zbiralnika že dvigalo v koristni del. Zaradi omenjenega se elaborat zaprodjenja izdeluje posebej za koristno in posebej za celotno akumulacijo. Na osnovi dobljenih rezultatov in analiz se izdelata napoved zaprodjevanja, na osnovi katere predvidimo odstranjevanje proda na najbolj izpostavljenih delih struge.

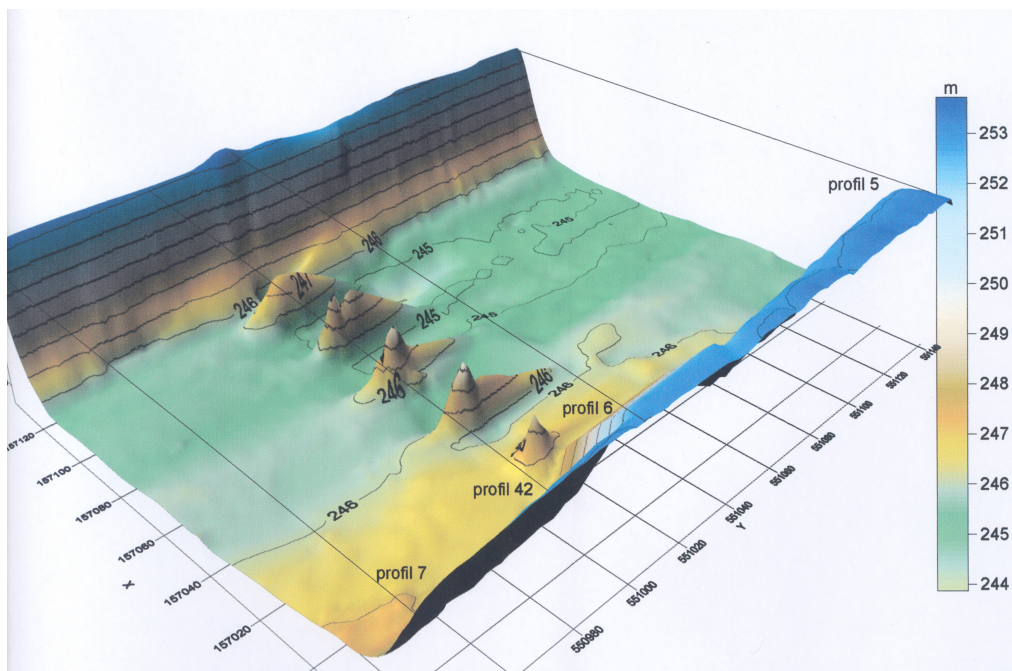
Zaradi hitrega razvoja merilnih tehnik in opreme so trendi hidrografskih meritev v smeri povečanja gostote meritev oziroma enakomerne razporeditve merjenih točk na celotnem območju meritev. Prav tako so programi za obdelavo meritev narejeni tako, da za korektno obdelavo podatkov in izdelavo 3D modelov potrebujejo enakomerno razpršenost hidrografskih točk. Predvsem pri analizi podatkov se pojavi problem premajhne gostote podatkov, ker so obstoječi profili med seboj oddaljeni od 100 do 300 metrov, kar je bistveno preveč za kakršnokoli 3D prikaze stanja akumulacij. Problem prereditve profilov se pojavi tudi pri

izračunu zajeznih krivulj, kjer so izračunane gladine praviloma nižje, kot pa se kaže pri direktni meritvi kote gladine vode pri večjih oziroma visokih pretokih.

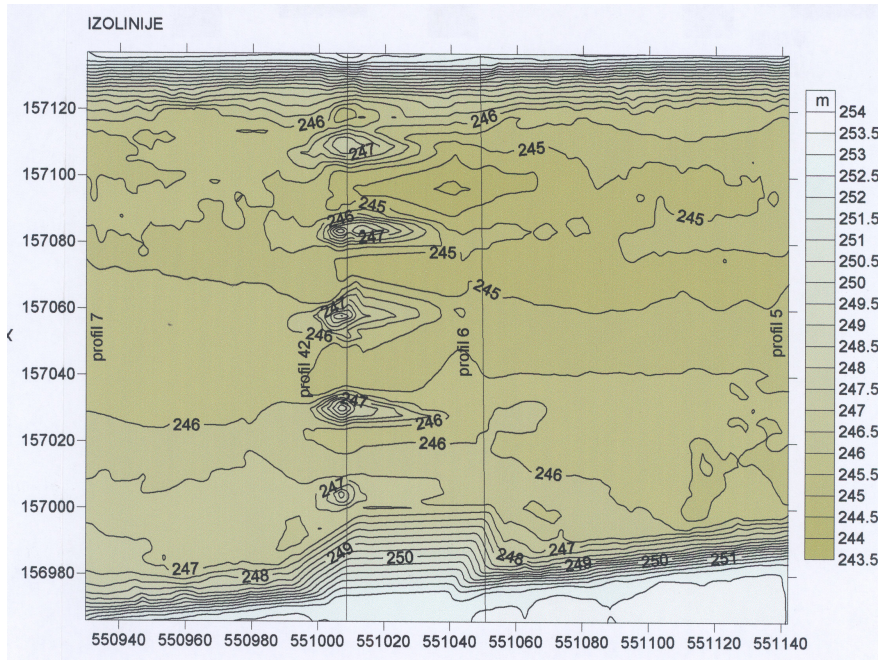
Predlagani standardi INSPRE, evropske direktive predvidevajo meritve vodotokov v obliki Fich-net razporeditve, kar pomeni gosto enakomerno meritev hidrografskih točk akumulacijskih jezer hidroelektrarn in vodotokov do leta 2010. Večja gostota merjenih točk pomeni, da se lahko izdelajo tudi plovne karte na območjih, kjer je možna oziroma dovoljena plovba, kar predvideva tudi INSPRE iniciativa.

V vodni direktivi EU Common Impementation Strategy for the Water Framework Directive 2000/60/EC se predvideva postopno uvajanje prostorskih modelov rek v UML standardni metodologiji.

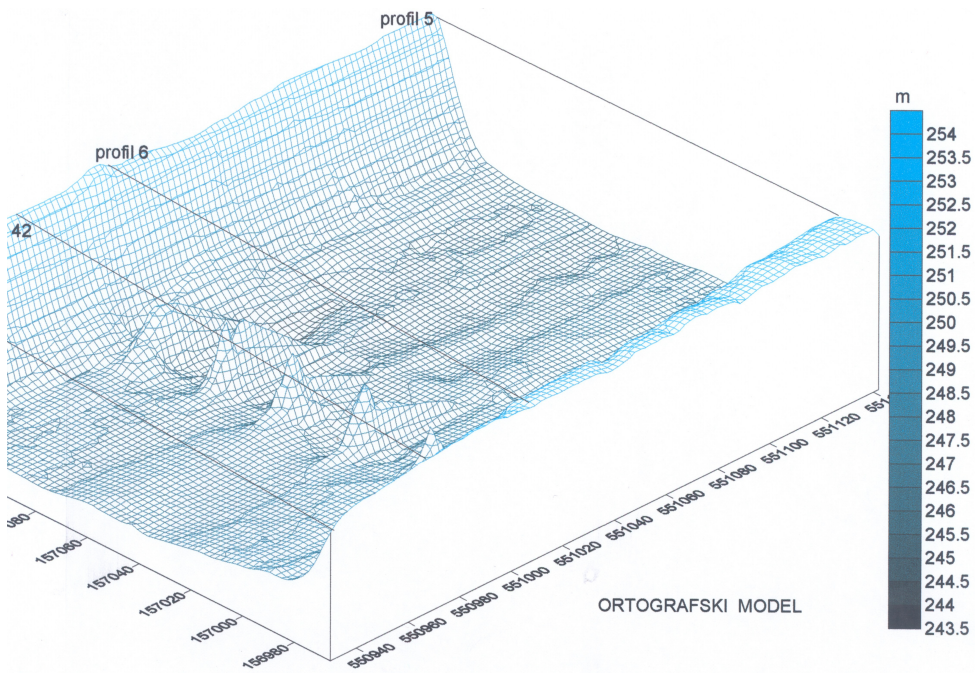
Pomembno je tudi, da so s takšnim načinom meritev in takšno gostoto podatkov rezultati v programih za iz vrednotenje (Cefloor) neprimerno boljši. Na spodnjih slikah so prikazani prikazi obdelave meritev po Sweep Systemu.



Slika 25. Ostanke pobeške brvi v bazenu HE Zlatoličje – perspektivni prikaz



Slika 26. Ostanke pobreške brvi v bazenu HE Zlatoličje – izolinije



Slika 27. Ostanke pobreške brvi v bazenu HE Zlatoličje – ortografski model

Kljub današnji tehnologiji, ki omogoča hitrejšo izmero, ter kompleksni programski opremi, ki omogoča enostavnejše združevanje in obdelavo vseh podatkov, so hidrografske meritve, če želimo doseči ustrezno natančnost, še vedno ene najzahtevnejših.

V projektni nalogi so določeni pogoji glede vsebine, obsega, roka izdelave in elaborata izvedenih meritev in obdelanih rezultatov meritev. Projektno nalogo ločimo na izvedbo meritev s prečnimi profili in izvedbo meritev po Sweep System-u.

Projektna naloga hidrografskih meritev zajema:

1. Izvedbo meritev s prečnimi profili, ki vsebuje:

- splošen opis naloge,
- razpoložljivo dokumentacijo oziroma podloge za izvedbo meritev (pregledna situacija profilov, običajno v merilu 1:5000, seznam koordinat profilnih kamnov s topografijami),
- obseg meritev v obliki tabele s splošnimi podatki o akumulacijskem bazenu, številu profilov, dolžini posameznih profilov in skupni dolžini vseh profilov,
- opis prečnega profila,
- obnovo poškodovanih oziroma uničenih profilnih kamnov,
- postopek meritve prečnega profila z podanimi odstopanji merjenih točk iz smeri profila, in pričakovanimi natančnostmi merjenja globin in določanja pozicije,
- določila varnega dela oziroma dokumentacije brez katere ni dovoljeno opravljati meritev (Pismeni sporazum o varnem delu, delovni nalog, dovoljenje za delo),
- način izračuna volumna akumulacijskega bazena,
- dokumentacijo oziroma elaborat izvedenih meritev,
- predvidene zaustavitve elektrarne zaradi meritev v območju tako imenovane spodnje in zgornje vode elektrarne in
- rok izvedbe.

Dokumentacija oziroma elaborat izvedenih meritev mora zajemati:

- Tehnično poročilo iz katerega mora biti razvidno: vsebina elaborata, vrsta oziroma popis opreme s katero so bile opravljene in obdelane meritve, ocena natančnosti merjenja globin in določitve pozicije, od kdaj do kdaj so bile izvedene meritve in kdo jih je izvajal.

- Pregledno situacijo prečnih profilov v merilu 1 : 5000.
- Seznam koordinat profilnih kamnov, dopolnjen z novimi koordinatami in topografijami.
- Izrisane prečne profile v merilu v predpisanem merilu. Profile je potrebno izrisat od leve proti desni gledano v smeri toka, z vrisano linijo normalne zaježitve in linijo koristnega metra ter standardno opremo profila.
- Tabela izračunov volumnov, posebej za celotno in posebej za zgornjo koristno akumulacijo bazena.
- Tabela zaprodenja in primerjav s prejšnjimi meritvami, posebej za celotno in posebej za zgornjo koristno akumulacijo posameznega bazena. Tabela zaprodenja se ne izdelava, v kolikor gre za prvo oziroma nulto meritev.
- Dopolnjene grafe prikaza zaprodenja za celotno in zgornjo koristno akumulacijo, glede na vrednost volumna celotne oziroma koristne akumulacije ob prvi oziroma nulti meritvi.

2. Izvedbo meritev po Sweep Systemu, ki vsebuje:

- splošen opis naloge,
- razpoložljivo dokumentacijo oziroma podloge za izvedbo meritev (pregledna situacija profilov, običajno v merilu 1:5000, seznam koordinat profilnih kamnov s topografijami),
- obseg meritev v obliki tabele s splošnimi podatki o akumulacijskem bazenu, številu profilov, dolžini posameznih profilov, skupni dolžini vseh profilov in površini akumulacijskega bazena,
- opis prečnega profila,
- obnovo poškodovanih oziroma uničenih profilnih kamnov,
- postopek meritev s pričakovanimi natančnostmi merjenja globin in določanja pozicije,
- določila varnega dela oziroma dokumentacije brez katere ni dovoljeno opravljati meritev (Pismeni sporazum o varnem delu, delovni nalog, dovoljenje za delo),
- način izračuna volumna akumulacijskega bazena,
- dokumentacijo oziroma elaborat izvedenih meritev in
- rok izvedbe.

Dokumentacija oziroma elaborat izvedenih meritev mora zajemati:

- Tehnično poročilo iz katerega mora biti razvidno: vsebina elaborata, vrsta oziroma popis opreme s katero so bile opravljene in obdelane meritve, ocena natančnosti merjenja globlin in določitve pozicije, od kdaj do kdaj so bile izvedene meritve in kdo jih je izvajal.
- Pregledno situacijo prečnih profilov v merilu 1 : 5000.
- Seznam koordinat profilnih kamnov, dopolnjen z novimi koordinatami in topografijami.
- Izrisane prečne profile v merilu v predpisanem merilu. Profile je potrebno izrisati od leve proti desni gledano v smeri toka, z vrisano linijo normalne zajezitve in linijo koristnega metra ter standardno opremo profila.
- Tabelo izračunov volumnov, posebej za celotno in posebej za zgornjo koristno akumulacijo bazena.
- Tabelo zaprodenja in primerjav s prejšnjimi meritvami, posebej za celotno in posebej za zgornjo koristno akumulacijo posameznega bazena. Tabela zaprodenja se ne izdelava, v kolikor gre za prvo oziroma nulto meritev.
- Dopolnjene grafe prikaza zaprodenja za celotno in zgornjo koristno akumulacijo, glede na vrednost volumna celotne oziroma koristne akumulacije ob prvi oziroma nulti meritvi.
- 3D model dna.
- Prikaz dna struge z izolinijami.

Izvedbo hidrografskih meritev je potrebno skrbno načrtovati, predvsem zato, da dosežemo postavljene roke izvedbe predvsem v smislu upoštevanja pričakovanih obdobij visokih vod, v katerih je izvedba del nemogoča. Veliko pozornost je potrebno posvetiti tudi varnosti pri delu, osebnim zaščitnim sredstvom, uporabi ustreznega instrumentarija in pripomočkov in obveščanju odgovornih v času meritev.

3. Meritve vodostajev v piezometričnih vrtinah

Piezometri so vrtine v katerih, skozi membrano pronica voda in po principu vezne posode doseže isto višino, kot je višina podtalnice v okolici. Vrtine so zavarovane s cevmi in zaprte z kapami.

Meritve predpisujejo projekti tehničnih opazovanj-monitoringa izdelani v pooblaščenih organizacijah. Podatki o višini vode v piezometru so podani v absolutnih kotah, zaradi absolutne primerjave z širšim področjem stanja višine podtalnice. Meritev mora biti izvajana skrbno, odgovorno in predvsem natančno, saj je vsak napačen podatek lahko zavajajoč.

Meritve v piezometričnih vrtinah se izvaja na enega od naslednjih načinov:

- z ročnim merilcem nivojev,
- z elektronskim digitalnim merilcem ali
- avtomatsko z elektronskimi sondami in shranjevanjem rezultatov na disk računalnika.

4.2 Monitoring

Beseda iz anglo-ameriškega govornega področja, pomeni toliko kot, opazovanje okolja ali nadziranje okolja, ter se običajno pojavlja v povezavi z dalj časa trajajočim registriranjem različnih okoljskih parametrov, ki jih pridobimo z merilnimi napravami. Lahko pa pomeni tudi opazovanje živali in rastlin (biomonitoring).

Hidroenergetski objekti so praviloma glede na gradbeno višino, prostornino zajezene vode in maksimalnim možnim pretokom definirani kot visoki jezovi .

Za takšne vrste objektov je obvezen monitoring stanja objektov in monitoring vplivov na okolje. Monitoring hidroenergetskih objektov obsega zasledovanje dinamičnih in hidrostatičnih razmer na objektu v kontaktu pod objektom in v okolici objekta .

Monitoring zajema tudi spremljanje kvalitete vode, sedimenta v njej in vplive na ribjo populacijo.

Po projektu tehničnega opazovanja so definirane stalne, periodne, obdobje in izredne meritve. Za vse meritve razen izrednih, ki se izvajajo samo ob izrednih dogodkih in pojavih, je izdelan letni plan meritev. Meritve se izvajajo ročno, strojno ali avtomatsko. Rezultate je potrebno zbrati, obdelati in na osnovi analiz izdelati končno poročilo z zaključki, opozorili in napotki. Celoten sistem monitoringa naj bazira na naslednjih fazah:

- Izvajanje meritev vpeljanih monitoringov, po projektih tehničnega opazovanja.
- Ugotavljanje in spremljanje ostalih vplivov obratovanja HE na okolje (okoljevarstveni vidiki).
- Pregled in analiza podatkov ter vplivov na okolje.

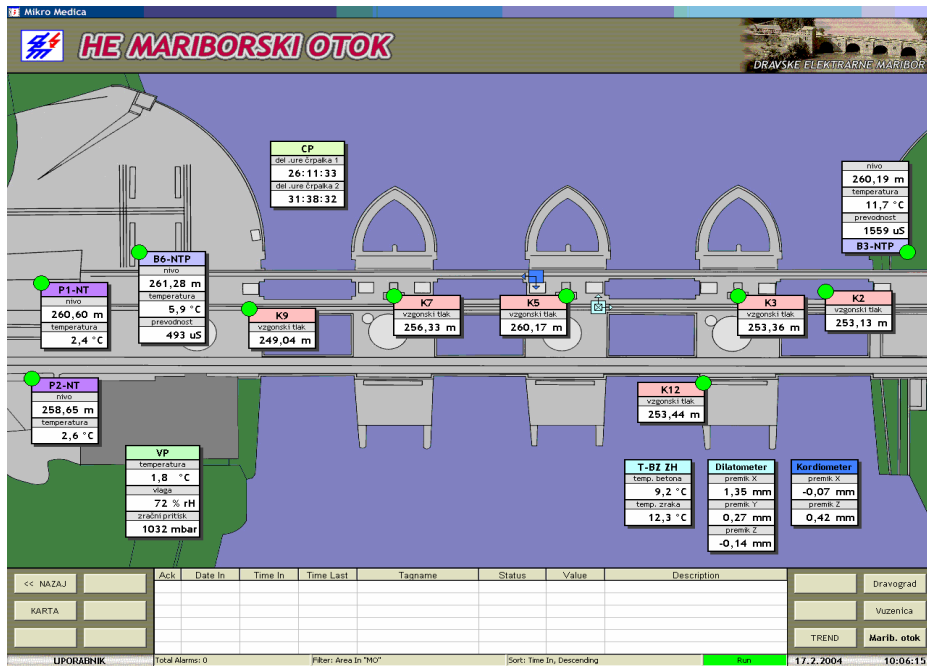
- Izdelava zaključnega poročila pooblaščne inštitucije o stanju objektov.
- Na podlagi zaključkov monitoringa pripravljane podlag in programov za izvedbo potrebnih sanacijskih del na gradbenih objektih.
- Kontrola kakovosti izvajanja monitoringa, vrednotenje ustreznosti in preverjanje stanja vpeljanih monitoringov.
- Posredovanje podatkov monitoringa s predpisi določenim prejemnikom.
- Planiranje izvajanja monitoringa za vse gradbene objekte in vplivno okolje.

Glavni cilji monitoringa so:

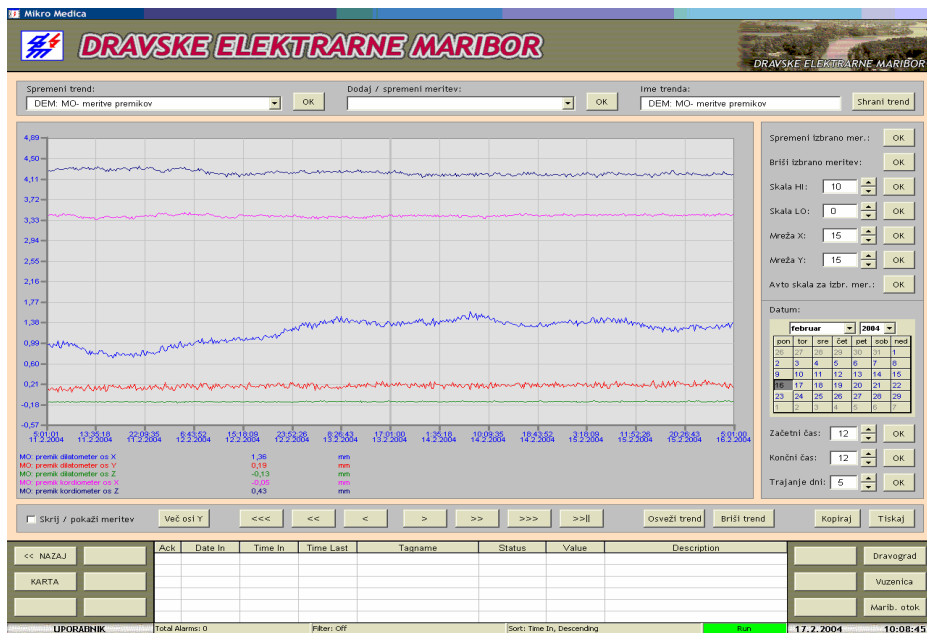
- Varnost objektov in okolja.
- Nadzor nad vplivi na okolje.
- Zanesljivost meritev (ročne meritve imajo posledično večkratno napako).
- Pogostost meritev.
- Združevanje podatkov na enem mestu.
- Enostavna, transparentna in hitra obdelava in analiza podatkov.
- Možnost dostopa do podatkov od kjerkoli v okviru dovoljenj – dlančnik, osebni računalnik ali prenosni računalnik.
- Alarmiranje ob izrednih pojavih.

Na hidroelektrarnah je potrebno izvajati meritve v cilju ugotavljanja hidrostatičnih in hidrodinamičnih razmer. Z razvojem tehnologij in zaradi množice rezultatov meritev, se je izkazalo za zelo primerno avtomatiziranje posameznih meritev.

Pri monitoringu ima pomembno vlogo geodezija in sicer že pri samem načrtovanju, kjer je potrebno zagotoviti primerne kartografske osnove na katerih bo baziral bodoči sistem monitoringa. Nadalje je vloga geodezije pri zajemanju oziroma zbiranju podatkov (klasične metode, GPS, lasersko skeniranje...) posameznih sklopov meritev, kakor tudi pri obdelavi in analizi podatkov.



Slika 28. Pozicija merilnih mest na HE Mariborski otok



Slika 29. Primer diagrama iz merjenih podatkov na merilnem mestu HE Mariborski otok

4.3 Izdelava priloge h koncesijski pogodbi za energetska izkoriščanje vodotoka

Predmet koncesijske pogodbe je ureditev koncesijskega razmerja v zvezi z gospodarsko rabo vodotoka za proizvodnjo električne energije na način in pod pogoji kot jih določa Zakon o vodah (Uradni list RS, št. 67/2002).

Priloga h koncesijski pogodbi se izdeluje na osnovi zahteve iz koncesijske pogodbe. Priloga h koncesijski pogodbi v strokovno tehničnem smislu podrobno opredeljuje predmet koncesije, območje in vplivno območje koncesije, objekte in naprave koncesije kot tudi pogoje za izvajanje koncesije. Koncesijska pogodba predvideva dopolnitev priloge vsaki dve leti.

Priloga h koncesijski pogodbi je sestavljena iz:

1. Splošnega opisa objektov in naprav na hidroelektrarni, ki vsebuje:

- osnovni opis,
- turbinske stebre,
- pretočna polja,
- akumulacijski bazen,
- področje spodnje vode – podslapje,
- obrežne vodne zgradbe,
- pomožne objekte in
- ostale objekte.

2. Območja koncesije, ki vsebuje:

- pregledno topografsko karto območja koncesije,
- seznam vodnih zemljišč območja koncesije,
- seznam priobalnih zemljišč območja koncesije in
- grafični prikaz vodnih in priobalnih zemljišč območja koncesije.

3. Vplivnega območja koncesije, ki vsebuje:

- seznam zemljišč vplivnega območja koncesije in
- grafični prikaz vplivnega območja koncesije.

4. Objektov vodne infrastrukture na območju koncesije, ki vsebuje:
 - seznam objektov vodne infrastrukture na območju koncesije in
 - grafični prikaz objektov vodne infrastrukture.

5. Objektov energetske ureditve na območju koncesije, ki vsebuje:
 - seznam objektov energetske ureditve na območju koncesije in
 - grafični prikaz objektov energetske ureditve.

6. Pogojev v zvezi z izvajanjem koncesije z ozirom na rabo prostora in varstvom naravnih dobrin ter izkoriščanjem vodnega energetskega potenciala.

Koncedent predpiše rok za izdelavo priloge h koncesijski pogodbi, ki je običajno 18 mesecev. Obveznosti koncedenta pri izdelavi priloge so, da daje vmesna navodila in sodeluje pri vseh strokovnih vprašanjih, ki se nanašajo na izdelavo priloge. Tukaj je mišljen predvsem način in merilo prikaza grafičnih prilog, kot tudi vsebina seznamov oziroma tabel.

Izdelava priloge h koncesijski pogodbi zahteva projektni pristop, zaradi zelo velikega obsega zahtev kot tudi velikega vplivnega območja koncesije, ki ga je potrebno obravnavati in na koncu veljavne zakonodaje na osnovi katere morajo biti izdelane posamezne priloge.

4.4 Prenova HE na Dravi

Življenjska doba naprav v hidroelektrarnah je omejena in zato jih je po določenem času nujno zamenjati. V šestih elektrarnah na gornji Dravi, v HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Vuhred, HE Ožbalt, HE Fala in HE Mariborski otok, je v drugi polovici osemdesetih let minulega stoletja postajala vse bolj očitna dotrajanost naprav. Njihovo delovanje je bilo vedno bolj nezanesljivo, saj so nekatere izmed njih neprekinjeno obratovale že 40 let, HE Fala pa že skoraj 70 let.

Glavni cilji prenove so bili predvsem:

- zagotoviti zanesljivo, varno in ekološko sprejemljivo obratovanje elektrarn v naslednjih desetletjih,
- povečati moč elektrarn, izkoristiti večji del hidropotenciala Drave in povečati proizvodnjo električne energije,

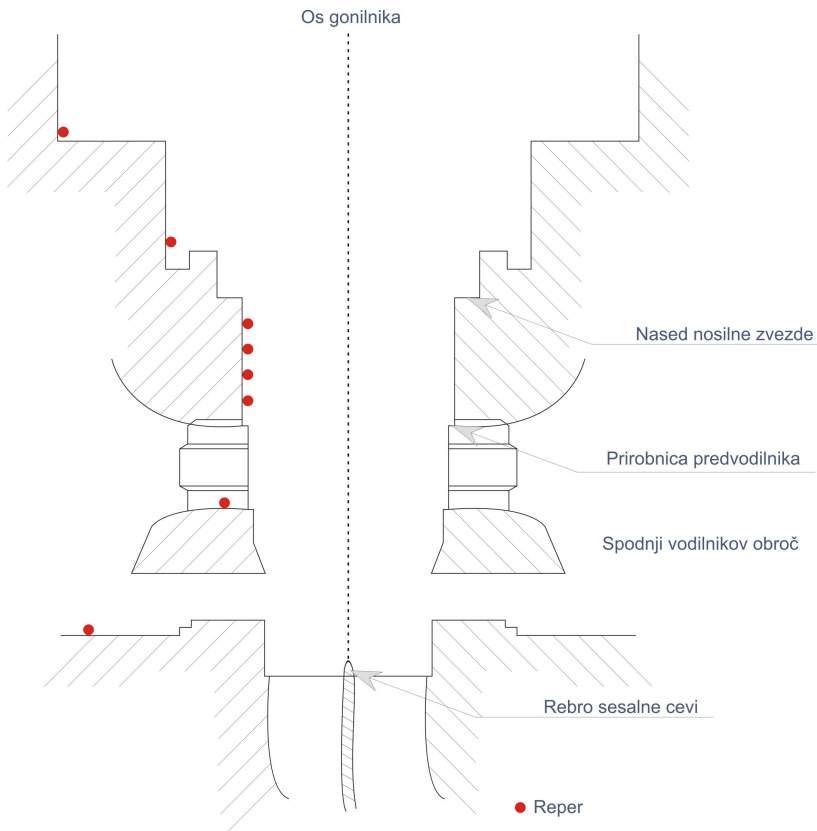
- izboljšati možnosti zagotavljanja sistemskih storitev, kot sta rezervna moč in sodelovanje v sekundarni regulaciji frekvence,
- doseči večjo izenačenost turbinskih pretokov elektrarn in s tem bolj optimalno delovanje vseh elektrarn v verigi in
- usposobiti elektrarne za daljinsko vodenje in obratovanje brez stalne posadke.

Za geodetska dela pri prenovi hidroelektrarn lahko rečemo, da so zelo zahtevna in odgovorna, saj gre praviloma za meritve visoke natančnosti glede na zahteve, na eni strani dobaviteljev opreme, na drugi izvajalcev montaže in nenazadnje investitorja. Elektrarna je specifični objekt, kjer so dela v težkih pogojih predvsem zaradi zaprtosti objekta, težkega dostopa, relativno velikih višinskih razlik, slabe vidljivosti, nizkih temperatur, vlage in praviloma velikega števila različnih izvajalcev istočasno, ki povzročajo hrup, prah, tresljaje in se nemalokrat ne ozirajo na druge.

Geodetska dela pri prenovi so razdeljena na:

1. Geodetska dela pred demontažo:

- Projektiranje, vgradnja in izmera mreže reperjev na različnih nivojih turbinskega stebra. Temu opravilu je potrebno posvetiti posebno pozornost, ker so reperji osnova za večino meritev v času prenove.
- Vrsta meritev na zahtevo projektanta in dobavitelja opreme. V ta namen se preverjajo ključne višinske kote pomembnejših elementov opreme, kakor tudi ostale dimenzije omenjene opreme. Zaradi že omenjenih težkih pogojev, zahtevane natančnosti, praviloma kratkega roka izvedbe in pomembnosti podatkov so to za izvajalca ene zahtevnejših meritev v procesu prenove.



Slika 30. Primer mreže reperjev v prerezu agregata HE Mariborski otok

2. Geodetska dela v času demontaže:

- Zavarovanje obstoječe osi agregata, ki se definira in zavaruje s presekom dveh premic, ki sta definirani s štirimi točkami. Točke se označijo na posebnih ploščah, vgrajenih v tleh strojnice.
- Kontrolne meritve višin mreže reperjev, ki morajo biti obvezno zavarovani pred vplivi mehanskih poškodb.
- Višinski posnetek naseda nosilne zvezde, ki se izvede na šestih mestih z metodo geometričnega nivelmana.
- Višinski posnetek zgornjega predvodilnega obroča, ki se prav tako izvede z metodo geometričnega nivelmana v 24-tih točkah na notranjem in zunanem robu obroča.
- Višinski posnetek spodnjega vodilnega obroča na 12-ih mestih.
- Določitev spodnje višine obloge sesalne cevi. Meritev je potrebna predvsem za potrebe izvajanja predvidenih gradbenih del.

3. Geodetska dela v času montaže:

- Kontrola centričnosti vertikalne osi skozi središčno točko prirobnice.
- Meritve višinskih kot in centričnosti obloge sesalne cevi pred in po betoniranju glede na prirobnico.
- Meritve višinskih kot, centričnosti in okroglosti gonilnikovega obroča pred in po betoniranju glede na prirobnico
- Kontrola višine rebra v sesalni cevi.
- Prenos smeri vode iz predvodilnega obroča na statorsko podnožje in na višino postavitve nove obloge sesalne cevi, ter zavarovano os.
- Kontrola rušitev temelja sesalne cevi. Vrh temelja se je v skladu s projektom določil na novo, glede na višino najvišje točke prirobnice.
- Določitev vrtalnih mest sider.
- Kontrola višinskih kot prirobnice predvodilnega obroča po obdelavi.
- Kontrola višinskih točk temelja stožca sesalne cevi.
- Geodetske meritve pri spojitvi gonilnika (višinska kontrola spoja gred – gonilnik).
- Določitev in kontrola višinske kote prirobnice gredi – prosta gred.
- Meritve horizontalnosti podstavka nosilnega ležaja.
- Določitev in kontrola višinskih kot nosilne zvezde agregata.
- Meritve centričnosti in horizontalnosti rotorja generatorja.

Pri omenjenih meritvah pri prenovi hidroelektrarn je bil uporabljen sledeči instrumentarij:

- precizni nivelir Carl Zeiss KONI 007,
- precizni nivelir Carl Zeiss KONI 002,
- precizni nivelir Wild N3,
- komparirane invar nivelmanske late,
- invar merski trakovi (prenos višin),
- sekundni teodolit Carl Zeiss Theo 010A,
- kljunasta merila,
- kovinske plošče za označevanje točk,
- reperji,

- pribor za označevanje točk,
- pomožni pribor.

Geodetske meritve so bile opravljene na osnovi izdelanega programa meritev in so bile velikokrat kombinirane s strojnimi meritvami. Posamezne meritve so se vpisovale v tako imenovani merilni protokol, kjer jih je potrdil izvajalec geodetskih meritev, kakor tudi nadzornik geodetskih meritev investitorja, nadzornik dobavitelja opreme in nadzornik izvajalca montaže. Pogoji za nadaljevanje montaže so potrjeni protokoli, ki nam dajejo garancijo, da je vgrajena oprema oziroma montažni elementi v skladu z zahtevami iz projektov oziroma v mejah predpisnih odstopanj.

5 ZAKLJUČEK

Pri izdelavi naloge, kakor tudi iz prakse se sama poraja neka splošna ugotovitev, da v procesu gradnje elektrarne, od idejne zasnove do konca gradnje in zahtev, ki izhajajo iz uporabe objekta projektant v glavnem sodeluje s predstavnikom investitorja (ki je praviloma gradbenik) manj oziroma nič pa z geodetskimi strokovnjaki, kar se v procesu projektiranja in gradnje pokaže kot pomanjkljivost.

Te pomanjkljivosti se kažejo predvsem:

- Pri določitvi obsegov oziroma velikosti področja, vrsti in merilu izdelave geodetskih podlog potrebnih za projektiranje v posameznih fazah oziroma kasneje za izvajanje gradnje hidroelektrarne.
- Pri izdelavi DLN je potrebno natančneje določiti linije stalne zasedenosti območja potrebnega za predvideni poseg v prostor. Linija stalne zasedenosti je osnova parcelacijskih načrtov, na osnovi katerih se pripravi seznam zemljišč potrebnih za odkup oziroma za predvideni poseg v prostor. Praksa je pokazala, da se linija usklajuje še v fazi prenosa parcelacijskega načrta v naravo.
- V glavnem ni izdelan projekt monitoringa v času gradnje in polnjenja akumulacijskega bazena. Potrebno je izdelati bolj podroben projekt monitoringa v času gradnje. Mislim da je v tej fazi potrebno sodelovanje projektanta z geodetskim strokovnjakom, ker projektant ne pozna vseh geodetskih metod in razvoja tehnologij. Vključiti je potrebno nove tehnologije tudi v monitoring izgrajenega objekta. Predvsem lasersko terestično skeniranje, GPS merjenje deformacij in avtomatizacijo geodetskih merjenj deformacij.

Naslednje pomanjkljivosti se kažejo pri organizaciji gradbišča v času geodetskih meritev in meritev geodetskega nadzora. V primerih, ko gre za meritve, kjer so zahtevane visoke natančnosti, je potrebno zagotoviti optimalne pogoje za izvedbo meritev, predvsem v smislučasne zaustavitve del, ki s hrupom, vibracijami, prahom in drugimi negativnimi dejavniki kakorkoli vplivajo na izvedbo meritev.

Nekako ostaja občutek, da je vedno premalo časa, ki bi ga namenili promociji geodezije, predvsem v smislu predstaviti udeležencem v procesu gradnje, kakšne so tehnološke

zmožnosti geodetske stroke. V mislih imam predvsem obdelavo podatkov in prikaz rezultatov obdelave. Vsekakor pa smo si v procesu gradnje pridobili določeno pozicijo v smislu sodelovanja pri vseh fazah gradnje, ki pa jo velja še nadgrajevati.

VIRI

Uporabljeni viri

Ašanin, S. 2003. Inženjerska geodezija 1. Beograd, Ageo d.d.o.: Str. 9 – 77.

Jankovič, M. 1980. Inženjerska geodezija III. Zagreb, Tehnička knjiga: Str. 11 – 147

Kolenc, R. Hidrografske meritve. Geodetski vestnik 49, 1: 18 - 28.

Perović, G., Ašanin, S. 2002. Inovacija projekta geodetskog osmatranja brane Međeđa, Omarska u Prijedoru

Tacer, M. Vloga geodezije v procesu projektiranja. Geodetski vestnik 50, 1: 60 – 69

Dravske elektrarne Maribor

<http://www1.dem.si/slo/vsozvocjuznaravo/dravavsloveniji> (15. 3. 2006)

<http://www1.dem.si/slo/razvojnemoznostidem/crpalnahenadravi> (15. 3. 2006)

Savske elektrarne Maribor

<http://www.savske-el.si/> (15. 3. 2006)

<http://www.savske-el.si/index.php?id=3> (15. 3. 2006)

Soške elektrarne Nova Gorica

<http://www.seng.si/core.php?ID=2003170710000008> (15. 3. 2006)

Termoelektrarna Trbovlje

<http://tes.av-studio.net/?id=66> (15. 3. 2006)

Holding slovenskih elektrarne

http://www.hse.si/nase_druzbe (15. 3. 2006)

Jedrska elektrarna Krško

http://www.nek.si/sl/o_jedrski_tehnologiji/delovanje_nek/ (15. 3. 2006)

Geodetska uprava republike Slovenije

<http://www.gu.gov.si/gu/Portal/Portal.asp> (22. 3. 2006)

