

# MATIČNA SEKCIJA GRADBENIH INŽENIRJEV



**IZS MSG 01/2012**  
SMERNICE ZA ZAGOTAVLJANJE  
VARNOSTI PREGRADNIH OBJEKTOV

---

Avtor:

**dr. Branko Zadnik**

Recezenca:

**dr. Andrej Širca**

**Mojca Ravnikar Turk** (poglavja 1 do 4(delno))

Lektoriranje:

**Tadeja Kilar**

Oblikovanje:

**Kraft&Werk d.o.o.**

Izdala in založila:

**Inženirska zbornica Slovenije**

**Jarška cesta 10/b, Ljubljana**

Objavljeno:

**Spletna stran Inženirske zbornice Slovenije, [www.izs.si](http://www.izs.si).**

Ljubljana, maj 2012

ISBN

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

624.136(0.034.2)

ZADNIK, Branko

Smernice za zagotavljanje varnosti pregradnih objektov  
[Elektronski vir] / avtor Branko Zadnik. - El. knjiga. - Ljubljana :  
Inženirska zbornica Slovenije, 2012

Način dostopa [URL]: <http://www.izs.si>

ISBN 978-961-6724-14-2 (pdf)

261547264



MATIČNA SEKCIJA  
GRADBENIH INŽENIRJEV



HE Plave na reki Soči - pregrada Ajba, foto: SENG

# **IZS MSG 01/2012** SMERNICE ZA ZAGOTAVLJANJE VARNOSTI PREGRADNIH OBJEKTOV

## KAZALO

Poglavje	Stran
<b>1. UVOD</b>	<b>8</b>
1.1 IZRAZI IN DEFINICIJE	8
1.2 IZHODIŠČA	9
1.3 TRENUTNO VELJAVNA ZAKONODAJA NA PODROČJU PREGRADNEGA INŽENIRSTVA	9
1.3.1 Splošni pravni akti	
1.3.2 Primarna prostorska oziroma gradbena zakonodaja	
1.3.3 Sekundarna zakonodaja s področja graditve objektov	
1.3.4 Tehnične smernice	
1.3.5 Pravna urejenost področja projektiranja, gradnje in vzdrževanja pregrad	
1.3.6 Situacija v svetu	
1.3.7 Združene države Amerike	
1.3.8 Evropa	
<b>2. NAMEN IN CILJI</b>	<b>14</b>
<b>3. ORGANIZACIJA VARNOSTI PREGRAD</b>	<b>15</b>
3.1 SPLOŠNO	15
3.1.1 Služba za varnost pregradnih objektov – SVP	
3.1.2 Lastniki in koncesionarji	
3.1.3 Odgovornost pri projektiranju	
3.1.4 Odgovornost pri gradnji	
3.1.5 Odgovornost pri obratovanju	
3.1.6 Tehnična koordinacija	
3.1.7 Postopki ob izrednih dogodkih	
3.1.8 Analiza tveganja	
3.2 KADRI	17
3.2.1 Tehnični kadri in administrativna podpora	
3.2.2 Kompetence, pooblastila	
3.2.3 Kontinuiteta	
3.2.4 Strokovno napredovanje	
3.3 IZOBRAŽEVANJE IN USPOSABLJANJE	18
3.3.1 Interno	
3.3.2 Akademsko	
3.3.3 Profesionalno	
3.3.4 Nove tehnologije	
3.4 KOMUNIKACIJE	18
3.4.1 Interdisciplinarne komunikacije	
3.4.2 Medresorske komunikacije	
3.5 DOKUMENTACIJA	19
3.5.1 Projektna dokumentacija	
3.5.2 Dokumentacija izgradnje	
3.5.3 Dokumentacija prvega polnjenja z geodetskim spremljanjem	
3.5.4 Obratovalna dokumentacija in zapisi pri vzdrževanju	
3.5.5 Arhiviranje dokumentacije	

Poglavje	Stran	
3.6	KONTROLE	20
3.6.1	Obseg	
3.6.2	Projektiranje	
3.6.3	Gradnja in prvo polnjenje bazena	
3.6.4	Obratovanje	
3.7	RAZISKAVE IN RAZVOJ	21
3.7.1	Metode in materiali	
3.7.2	Analize rizika	
3.7.3	Koordinacija med resorji	
3.8	POGODBE	21
3.8.1	Dokumenti	
3.8.2	Modifikacije	
3.9	VPLIV JAVNOSTI	21
<b>4.</b>	<b>RAZISKAVE IN PROJEKTIRANJE</b>	<b>22</b>
4.1	HIDROLOGIJA	22
4.1.1	Definiranje tveganja (rizika)	
4.1.2	Visoke vode	
4.1.3	Izbor voda za projektiranje	
4.1.4	Hidrološki projekt rezervoarja	
4.1.5	Dolvodni vplivi	
4.1.6	Opozorilni sistemi	
4.2	PREISKAVE IN PROJEKTIRANJE NA POTRES	22
4.2.1	Elementi preiskave	
4.2.2	Izbor potresne obremenitve	
4.2.3	Inženirska seizmologija	
4.2.4	Potrebe po potresnih analizah	
4.2.5	Projektiranje na potresno obtežbo	
4.3	GEOTEHNIKA	23
4.3.1	Splošno	
4.3.2	Dokumentacija	
4.3.3	Vodenje različnih geotehničnih strokovnjakov	
4.3.4	Raziskave in identifikacija geotehničnih problemov	
4.3.5	Geotehnični projekt	
4.3.6	Postopek temeljenja	
4.3.7	Inštrumentacija	
4.3.8	Kontrole in stalno spremljanje izgradnje	
4.3.9	Preverjanje obstoječih objektov	
4.4	HIDROMEHANSKA OPREMA	25
4.4.1	Varnostni ukrepi	
4.4.2	Blokiranje zapornic	
4.4.3	Zanesljivost	
4.4.4	Hidravlika in hidrologija	
4.4.5	Projektiranje vodnih izpustov	
4.4.6	Ostale vodne zgradbe	
4.4.7	Praznjenje bazena	

Poglavje	Stran	
4.4.8	Kontrola (visokih) voda med gradnjo	
4.4.9	Merila za projektiranje in upravljanje	
4.5	<b>BETONSKE PREGRADE IN BETONSKI ELEMENTI NASUTIH PREGRAD</b>	<b>26</b>
4.5.1	Prilagojenost projekta lokaciji	
4.5.2	Materiali	
4.5.3	Projektiranje konstrukcij	
4.5.4	Definicije obtežb	
4.5.5	Projektne metode	
4.5.6	Revizija projekta	
4.5.7	Opazovanje (monitoring)	
4.5.8	Spremljanje izgradnje in obratovanja	
4.6	<b>NASUTE PREGRADE</b>	<b>27</b>
4.6.1	Prilagojenost projekta lokaciji	
4.6.2	Materiali	
4.6.3	Možnost izvedbe pregrade	
4.6.4	Projekt nasipa	
4.6.5	Opazovanje	
4.6.6	Spremljanje izgradnje in obratovanja	
4.7	<b>NAČRTOVANJE IN PROJEKTIRANJE BAZENOV</b>	<b>29</b>
4.7.1	Prevajanje voda	
4.7.2	Stabilnost brežin bazenov	
4.7.3	Usedanje sedimentov v bazenu	
4.7.4	Led in plavajoči deli	
4.8	<b>DOINSTALIRANJE, PREDELAVA, OBNOVITEV, POPRAVILO IN ZAPIRANJE</b>	<b>30</b>
4.8.1	Postopki pri projektiranju	
4.8.2	Principi in kriteriji za projektiranje	
4.8.3	Odobritev projekta	
4.8.4	Pregled projektov doinstaliranja, predelave in popravil obstoječih objektov	
<b>5.</b>	<b>GRADNJA</b>	<b>31</b>
5.1	<b>UVOD</b>	<b>31</b>
5.1.1	Pogodba za izvajanje	
5.1.2	Povezava med projektom in izvedbo	
5.1.3	Spremembe projekta med gradnjo	
5.2	<b>SUPERKONTROLA IN NADZOR MED GRADNJO</b>	<b>31</b>
5.2.1	Superkontrola	
5.2.2	Nadzor nad gradnjo in kontrola kvalitete	
5.3	<b>USMERITVE VODIJ IZGRADNJE IN NADZORNIKOV</b>	<b>32</b>
5.3.1	Glede na projekt	
5.3.2	Glede na temeljenje	
5.3.3	Glede na materiale	
5.3.4	Gradnja splošno	
5.4	<b>ZAGOTOVITEV IZGRADNJE</b>	<b>33</b>

Poglavje	Stran	
5.5	PREUSMERJANJE REKE IN POLNJENJE BAZENA	33
5.5.1	Preusmerjanje reke	
5.5.2	Prvo polnjenje bazena	
<b>6.</b>	<b>OBRATOVANJE IN VZDRŽEVANJE</b>	<b>34</b>
6.1	OBRATOVANJE IN VZDRŽEVANJE	34
6.1.1	Splošno	
6.1.2	Obratovalni postopki	
6.1.3	Postopki vzdrževanja	
6.2	PROGRAM PERIODIČNIH INŠPEKCIJ	35
6.2.1	Splošno	
6.2.2	Vrste in pogostost inšpekcijskih pregledov	
6.2.3	Inštrumentacija	
6.2.4	Odprava pomanjkljivosti	
6.2.5	Dokumentacija	
6.3	PLANIRANJE AKTIVNOSTI V IZREDNIH RAZMERAH	37
6.3.1	Splošno	
6.3.2	Določitev ogroženih področij	
6.3.3	Akcije za preprečevanje poškodb ali za zmanjšanje vplivov poškodb	
6.3.4	Aktivnosti po ugotovitvi nevarnosti	
6.3.5	Koordinacija na meji med sosednjima državama	
<b>7.</b>	<b>ZAKLJUČKI</b>	<b>38</b>
<b>8.</b>	<b>LITERATURA</b>	<b>39</b>
<b>9.</b>	<b>PRILOGE</b>	<b>41</b>
9.1	GRAFIČNE PREDSTAVITVE	41

# 1. UVOD

Pričujoče delo je izhodišče in osnova za izdelavo tehnične regulative, ki bo urejala in predpisovala aktivnosti in postopke za varno obravnavanje pregradnih objektov. V obdobju, ko pričakovana regulativa še ne bo izdelana, se bodo pričujoče smernice lahko uporabljale kot delovni pripomoček vsem, ki so oziroma bodo vključeni v tehnično-gradbene procese, povezane s pregradnim inženirstvom. To zajema celotno področje obravnavanja pregrad in pridruženih objektov, in sicer raziskovalna dela, projektiranje, izgradnjo in obratovanje. Temeljni principi smernic se nanašajo na vse tipe ter velikosti pregrad in sami po sebi še niso pravilniki ali standardi za praktično uporabo pri obravnavi pregrad, so pa osnova za izdelavo tehnične regulative. Sprejemati jih je potrebno kot smernice, ki jih je pri praktični, konkretni aplikaciji z določenim premislekom za vsak posamezni objekt potrebno privzemati kot navodila, tako da bodo sprejete odločitve logične in ustrezne tipu, velikosti, kompleksnosti in hazardu pregrade.

## 1.1 IZRAZI IN DEFINICIJE

V pričujoči smernici uporabljamo sledeče izraze oziroma definicije pojmov:

**Pregrada ali pregradni objekt** – je vsak umetno zgrajen objekt, vključno s pripadajočo opremo, ki zadržuje ali preusmerja vodo. Zakon o vodah – ZV-1 (lit. 38) – definira pregrado kot vodni objekt. V svetu se uporablja več definicij za pregrado oziroma pregradni objekt. Pregrada, kot je obravnavana v tem dokumentu (glej tudi (lit. 2)), je vsak objekt, ki odgovarja tradicionalnim kriterijem mednarodne komisije za velike pregrade – ICOLD (International Commission on Large Dams (lit. 35) in tudi novim, spremenjenim kriterijem ICOLD iz leta 2011.

### Tradicionalni kriteriji:

- pregrada z gradbeno višino večjo od 15 m;
- pregrada z gradbeno višino večjo od 10 m in dolžino krone večjo od 500 m;
- pregrada z gradbeno višino večjo od 10 m in volumnom akumulacije večjim od  $10^6$  m<sup>3</sup>;
- pregrada z gradbeno višino večjo od 10 m, pri tem pa so evakuacijski organi dimenzionirani na pretok večji od 2000 m<sup>3</sup>/s;

veljajo tudi za vsak drugi objekt, ki ustreza sledečim kriterijem:

- gradbena višina vsaj 10.00 m;
- gradbena višina 5.00 m, volumen akumulacije je večji od 50.000 m<sup>3</sup>;
- evakuacijski organi so dimenzionirani na pretok vsaj 500 m<sup>3</sup>/s;
- v primeru porušitve ogroža življenja ljudi in/ali je ob tem možen nastop večje materialne škode.

### Novi kriteriji:

V letu 2011 je ICOLD definicijo pregrade poenostavil in uvedel sledeča kriterija za definiranje velike pregrade:

- pregrada z gradbeno višino večjo od 15 m;
- pregrada z gradbeno višino med 5 m in 15 m, volumen akumulacije pa je večji od 3 milijonov m<sup>3</sup>.

Enako se obravnavajo pregrade s stalno akumulacijo in pregrade z občasno akumulacijo, ki služi le za kontrolo poplavnih voda. Ta definicija poleg klasičnih pregrad za zadrževanje voda vključuje tudi pregrade, zgrajene za zadrževanje industrijskih ali rudniških odpadkov ali odpadnih voda.

Te kriterije je pri pripravi Registra velikih pregrad v Sloveniji (lit. 34) privzel tudi Slovenski komite za velike pregrade (SLOCOLD).

**Poškodba pregrade** je katastrofalna poškodba pregrade, katere značilnosti so trenutna, hitra in nekontrolirana sprostitve vode iz akumulacije. Sem se prištevajo tudi manjše poškodbe, ki vodijo h katastrofalni poškodbi, ali pa bistvena odstopanja realnih vrednosti določenih parametrov od projektno predvidenih, s tendenco razvoja, ki ogroža varno zadrževanje vode. Takšni dogodki se lahko preprečijo s primernimi sanacijskimi ukrepi na pregradi.

**Vzdrževanje** je izvedba del, s katerimi se objekt ohranja v dobrem stanju in se omogoča njegova uporaba. Poznamo redna vzdrževalna dela, investicijska vzdrževalna dela in vzdrževalna dela v javno korist (lit. 36).

**Obnova in popravilo** je popravilo konstrukcije v originalno predvideno stanje oziroma gre za konstrukcijske izboljšave, ki izboljšajo stabilnost konstrukcij, povečujejo kapaciteto akumulacije, povečujejo kapaciteto evakuacijskih organov ali obravnavajo menjavo opreme.

**Hazard** ali ogroženost je potencial izgube življenj in/ali nastopa poškodb na objektih in okolici dolvodno ali gorvodno od pregrade, ki bi se pojavile zaradi poškodbe pregrade in/ali bregov akumulacije.

**Rizik** ali stopnja tveganja je lahko izražena kot statistična verjetnost porušitve.

**Lastnik** je fizična ali pravna oseba, ki ji objekt uradno pripada in lahko to dokaže z vpisom v zemljiški knjigi.

**Koncesionar** je fizična ali pravna oseba, ki je od države dobila dovoljenje za opravljanje gospodarske dejavnosti, to je koncesijo za izkoriščanje vodotoka.

**Operater** je fizična ali pravna oseba, ki je s strani Lastnika ali Koncesionarja zadolžena za obratovanje objekta.

**Projektant** je oseba ali podjetje, ki ji naročnik poveri organizacijo in koordinacijo vseh raziskovalnih in projektantskih del, vključno s tolmačenjem projektnih rešitev izvajalcem pri izgradnji in kasneje obratovanjem. V sklop njegovih obveznosti sodi tudi projekt monitoringa z vrednotenjem rezultatov merjenj.



**Nasuta pregrada** je vsaka pregrada, zgrajena iz izkopanih naravnih materialov ali iz odpadnih materialov.

**Jalovinska pregrada** je nasuta pregrada, običajno grajena v fazah, ustvari pa bazen za odlaganje odpadnih proizvodov industrije ali rudarjenja. Odpadni produkti se v obliki finih delcev, suspendiranih v vodi, odvajajo do sedimentacijskega bazena, ki ga je ustvaril nasip. Nasip je lahko grajen iz običajnih materialov, včasih pa vsebuje tudi uporabne odpadne produkte.

**Načrt zaščite in reševanja (NZR)** je formalni načrt ali skupek predpisanih aktivnosti, ki se jih prične izvajati v primeru nastopa poškodbe pregrade ali povečane stopnje hazarda. Ta načrt se uporabi le ob izrednih dogodkih, ki so povezani z ogroženo varnostjo pregrade, in se ne izvaja ob normalnih poplavnih razmerah na vodotoku.

**Služba za varnost pregradnih objektov (SVP)** je organ ministrstva, pristojnega za infrastrukturne objekte.

Zapisi pojmov z veliko začetnico označujejo pravno osebo (npr.: Lastnik, Koncesionar, Projektant, Operater).

## 1.2 IZHODIŠČA

Od daljne preteklosti, to je od časov davnih civilizacij, pa do današnjih dni je prihajalo do porušitev pregradnih objektov praktično v vseh delih sveta. Pregrade, ki so se gradile za zadrževanje voda, so ob katastrofalnih dogodkih zahtevale veliko število človeških žrtev in ogromno gospodarsko škodo. Poškodbe so se pojavljale na pregradah, grajenih brez potrebnega znanja, pa tudi na tistih, kjer je bilo ob gradnji prisotno najnovejše inženirsko znanje. To kaže na nikoli končano borbo človeštva z naravnimi silami, ki jih vedno znova in bolj dojemamo. Tehnologija gradnje pregrad je zelo napredovala z akumuliranjem inženirskega znanja o osnovnih principih gradnje pregrad, z vedno popolnejšim poznavanjem karakteristik materialov temeljnih tal in samega objekta ter boljšim poznavanjem vseh zunanjih vplivov na sam objekt pregrade. Danes lahko že z veliko zanesljivostjo govorimo o varnih pregradah; to je tistih, ki so še v fazi snovanja, kot tudi o obstoječih, za katere se s primernimi kvalitetskimi vzdrževalnimi ukrepi zagotovi potrebno varnost.

---

ZAVEDATI SE MORAMO, DA POPOLNOMA VARNE PREGRADE NI.

---

Cilj teh smernic je postaviti temelje za zagotovitev uporabe trenutno najnovejše tehnologije in znanja v fazi snovanja, gradnje in obratovanja nove pregrade, kot tudi pri presoji in zagotavljanju varnosti obstoječih, že zgrajenih pregradnih objektov v Sloveniji.

Pri tem izhajamo iz bogate zakladnice svetovne literature in tudi iz domačih dognanj in izkušenj, ki so bile akumulirane v številnih aktih tehnične regulative SFRJ in tehnične literature v

splošnem ter splošnega in vedno veljavnega pravila, ki pravi:

---

ZADRŽEVANJE VODE PREDSTAVLJA VELIKO TVEGANJE.

---

### Najpogostejši vzroki za poškodbe pregrad

Prelivanje je po statistikah ICOLD (lit. 35) najpogostejši vzrok porušitev pregrad v svetu. Do tega lahko pride zaradi neustrezne zasnove prelivov na pregradi, blokade zapornih organov s plavinami ali zaradi posedanja krone pregrade.

Poškodbe temeljev, vključno s posedanjem in nestabilnostjo pobočij, je naslednji najpogostejši vzrok. Sledijo še "piping", to je notranja erozija telesa nasute pregrade zaradi pronicanja vode, ki si ustvari svoje kanale skozi telo pregrade. Vzrok za nastanek pronicanja so tudi rovi živali, globoke korenine dreves ali grmovja, razpoke v telesu pregrade, poškodbe na hidromehanski opremi in nesolidno temeljenje pregrade. Sledijo tudi napake v materialih in neprimerno vzdrževanje objekta.

## 1.3 TRENUTNO VELJAVNA ZAKONODAJA NA PODROČJU PREGRADNEGA INŽENIRSTVA

V Sloveniji nimamo aktualne regulative za področje pregradnega inženirstva. Obstajata sicer dva specifična dokumenta (lit. 48) in (lit. 49), sicer pa je problematika načrtovanja, gradnje, obratovanja in varnosti pri pregradah vključena v zakonodajo in regulativo, ki obravnava gradbene objekte v splošnem. Zaradi tega so deli regulative, ki se konkretno nanašajo na področje pregradnega inženirstva in ga tudi urejajo, zelo razpršeni, nepregledni in v določenih segmentih tudi nepopolni. Strokovna javnost skuša s svojimi aktivnostmi prispevati svoj delež, da bi se to pomembno področje za nacionalno ekonomijo primerno pravno-tehnično uredilo, kar bi bistveno doprineslo k zagotavljanju varnosti pregradnih objektov in s tem zmanjšalo ogroženost dolvodnih področij.

### 1.3.1 Splošni pravni akti

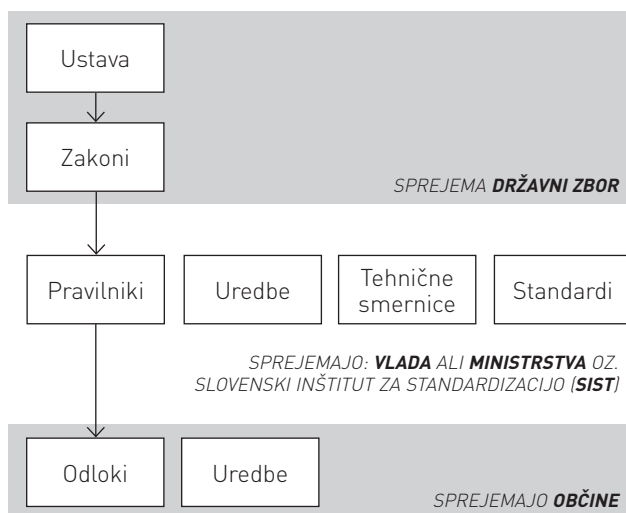
Pravni akti vsake države in vsakega področja so strukturirani po pomembnosti in področju ter po natančnosti, s katero ga urejajo. Iz tega določenega zaporedja izhajajo številni pravni učinki. Pravni sistem tudi natančno določa pristojnosti in organe sprejemanja posameznih pravnih aktov.

Osnovni okvir delovanja celotnega pravnega sistema države določa ustava, pomembna določila pa so zapisana v zakonih, ki jih sprejema Državni zbor Republike Slovenije. V pristojnosti Vlade Republike Slovenije so podzakonski pravni akti, ki zahtevajo koordinirano akcijo več ministrstev ali ki na podlagi zakona določajo neposredne finančne zaveze. Takšni akti se najprej prepoznajo po nazivu "uredba". V materialnih zakonih

je pogosto zapisano, da pristojni minister določeno vprašanje podrobneje uredi v podzakonskem aktu ministrstva – "pravilniku" ali tudi "tehnični smernici". Zakon o javni upravi daje ministrom oziroma ministrstvom pravico, da s pravilniki oziroma drugimi akti urejajo svoje področje pristojnosti.

Posebne pravne akte, če je to določeno v zakonu, smejo sprejemati tudi lokalne skupnosti – občine. Gre za "odloke", ki delujejo le na območju občine in urejajo lokalne zadeve. V našem okviru so pomembni predvsem odloki s področja urejanja prostora.

Gradbene predpise, ki se nanašajo na mehansko odpornost in stabilnost objektov, izdaja minister, pristojen za prostorske in gradbene zadeve, v soglasju z resornimi ministri, v katerih delovno področje spadajo posamezne skupine objektov. Gradbene predpise, ki se nanašajo na gradbene inženirske objekte, izdajajo resorni ministri v soglasju z ministrom, pristojnim za prostorske in gradbene zadeve, v katerih delovno področje sodijo takšne vrste gradbenih inženirskih objektov oziroma delovno področje, pomembno za graditev takšne vrste gradbenih inženirskih objektov.



Slika 1: Hierarhija sprejemanja tehnične regulative v Sloveniji

### 1.3.2 Primarna prostorska oziroma gradbena zakonodaja

Področje prostorske problematike in gradnje trenutno pokrivajo predvsem štiri zakoni: Zakon o prostorskem načrtovanju, Zakon o graditvi objektov, Zakon o vodah ter Zakon o gradbenih proizvodih.

Zakon o prostorskem načrtovanju [ZPNa] ureja področje prostorskega načrtovanja, urbanizma in z njima povezanih pristojnih organov, dejanj in ukrepov. Razmejuje pristojnosti države, lokalne skupnosti in bodočih pokrajin. Opredeljuje prostorske akte in načrte države in občin, zapoveduje zbiranje in organiziranje prostorskih podatkov in določa pogoje za opravljanje dejavnosti na področju prostorskega načrtovanja.

Zakon o graditvi objektov [ZGO-1] dopolnjuje ZPNa tako, da nadaljuje tam, kjer načrtovanje preide v projektiranje oziroma kjer preidemo od urbanizma h graditvi. V opredelitvi pojmov je določen javni interes, da država

nadzoruje graditev. Določa tudi procese in udeležence pri graditvi, njihove naloge in odgovornosti, opredeli in uredi izdajo gradbenega in uporabnega dovoljenja, ustanovi in uredi dve poklicni zbornici – arhitektov in inženirjev – ter določa naloge inšpektorata.

Zakon o vodah [ZV-1] ureja upravljanje z morjem, celinskimi in podzemnimi vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči. Ureja javno dobro in javne službe na področju voda, vodnih objektov in naprav.

Zakon o gradbenih proizvodih [ZGPro] določa, pod kakšnimi pogoji sme biti gradbeni proizvod dan na trg v primeru, ko gre za področje, ki je urejeno na evropski ravni, pa tudi v primeru nacionalnega področja, ki ni urejeno s harmonizirano tehnično specifikacijo.

Veljavni zakon o graditvi objektov je bil objavljen konec leta 2002, njegove spremembe pa konec leta 2007 in konec leta 2009. Zakon o prostorskem načrtovanju, ki je v večjem delu nadomestil Zakon o urejanju prostora, je bil objavljen sredi aprila 2007 in spremenjen v letu 2009. Zaradi delitve pristojnosti po ministrstvih sodita pod pristojnost Ministrstva za okolje in prostor. Zakon o gradbenih proizvodih je bil sprejet sredi leta 2000, pripravljen je bil na Ministrstvu za okolje in prostor, sedaj pa sodi pod okrilje Ministrstva za gospodarstvo.

### 1.3.3 Sekundarna zakonodaja s področja graditve objektov

Ker je graditev kompleksno, v prostor in čas postavljeno opravilo, kjer poleg osnovnih pravil trčimo tudi na druga, že urejena področja, se ob graditvi smiselno upošteva vsaj še naslednje zakonodaje:

- Zakon o varstvu okolja [ZVO], Uradni list RS, št. 39/06 in kasnejši
- Zakon o vodah [ZVod], Uradni list RS, št. 67/02 in 110/02 in kasnejši
- Zakon o varnosti in zdravju pri delu [ZVZD], Uradni list RS, št. 56/99, 64/01
- Zakon o varstvu pred požarom [ZVPoz], Uradni list RS, št. 105/06
- Zakon o standardizaciji [ZSta], Uradni list RS, št. 59/99
- Zakon o akreditaciji [ZAkr], Uradni list RS, št. 59/99
- Zakon o varstvu kulturne dediščine [ZVKD], Uradni list RS, št. 16/08
- Zakon o ohranjanju narave [ZON], Uradni list RS, št. 32/08

Pred vsako graditvijo pa je treba biti pozoren še na občinske predpise, ki določajo prostorske pogoje.

### 1.3.4 Tehnične smernice

V skladu z veljavno zakonodajo je za graditev pristojno Ministrstvo za okolje in prostor (MOP). ZGO-1 je prinesel novost s tem, da je kot graditev definiral projektiranje, gradnjo in vzdrževanje objektov. V ZGO-1 obstaja obveza, da minister za prostorske in gradbene zadeve ter resorni ministri pripravljajo ali izdajajo pod-

zakonske akte ZGO-1, ki imajo obliko pravilnikov in ki jih bodo po potrebi dopolnjevale tehnične smernice ali standardi.

Izdajanje gradbenih predpisov in tehničnih smernic je urejeno v 9. do 12. členu ZGO-1. Z gradbenimi predpisi so (bodo) za posamezne vrste objektov odločene njihove tehnične značilnosti, tako da bodo glede na svoj namen izpolnjevali eno, več ali vse bistvene zahteve:

- (1) mehanska odpornost in stabilnost,
- (2) varnost pred požarom,
- (3) higienska in zdravstvena zaščita in zaščita okolice,
- (4) varnost pri uporabi,
- (5) zaščita pred hrupom ter
- (6) varčevanje z energijo in ohranjanje toplote.

Te bistvene zahteve so bile izoblikovane v evropski direktivi o gradbenih proizvodih 89/106/EEC in podrobneje obdelane v spremljajočih razlagalnih dokumentih. So skupni imenovalci zahtev za gradbene objekte v državah članicah EU. Skladnost naših predpisov s temi dokumenti je vez med slovensko in evropsko zakonodajo. Za podrobnejše in natančnejše določanje tehničnih značilnosti in opise zahtevanih ravni izpolnjevanja zahtev se lahko gradbeni predpisi sklicujejo na tehnične smernice in standarde, ki se nanašajo na določeno vrsto objekta, in določijo njihovo obvezno uporabo ali določijo, da je ustvarjena domneva, da je kakšen element skladen z zahtevami gradbenega predpisa, če ustreza zahtevam tehničnih smernic in standardov.

Tehnične smernice izdajajo organi, ki so v ZGO-1 določeni za izdajanje gradbenih predpisov. Z gradbenim predpisom se odloči, ali bo kakšna tehnična smernica obvezna ali neobvezna. Tehnična smernica je dokument, s katerim se za določeno vrsto objekta predpiše natančnejša opredelitev bistvenih zahtev, ukrepi za projektiranje, zahtevane lastnosti gradbenih proizvodov in materialov, ki se smejo vgrajevati, ter način njihove vgradnje in izvajanja gradnje tako, da se zagotovi zanesljivost objekta v njegovem celotnem življenjskem obdobju. Po potrebi določa tudi postopke, s katerimi je možno ugotovi, ali so te zahteve izpolnjene. Tehnična smernica je podrejena pravilniku in omogoča, da se zakonske zahteve enostavno in hitro prilagajajo zadnjemu stanju gradbene tehnike. Namenjena je tudi pokrivanju "praznega prostora" med pravilniki in standardi, kjer je to za izpolnjevanje bistvenih zahtev potrebno ali koristno.

### 1.3.5 Pravna urejenost področja projektiranja, gradnje in vzdrževanja pregrad

Krovni zakon, ki pravno regulira področje pregradnega inženirstva, je ZGO-1. Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov ima v sklopu tega zakona posebno mesto. To je predpis, ki velja za vse objekte in ga je predpisal minister, pristojen za prostorske in gradbene zadeve. V predpis je vključena skupina standardov Eurocode (EC – Evrokodi (lit. 50 do lit. 58), ki so

evropski standardi, v katerih so zbrana harmonizirana načela in pravila za projektiranje konstrukcij ter so rezultat vrhunskega znanja s tega področja. Z njihovo pomočjo se določa tiste tehnične značilnosti objekta, ki so potrebne, da je izpolnjenih vseh šest bistvenih zahtev (glej točko 1.3.4).

Ta pravilnik je praktično edini slovenski predpis, ki ga lahko dovolj celovito in današnjemu času primerno uporabimo pri projektiranju in gradnji gradbenih konstrukcij v pregradnem inženirstvu. Drugih gradbenih tehničnih predpisov, ki bi urejali to področje, danes v Sloveniji še nimamo. V bazi gradbenih predpisov lahko zasledimo le še Pravilnik o opazovanju seizmičnosti na območju velike pregrade (lit. 48), ki pa ureja le zelo ozek segment "vzdrževanja" objekta.

V praksi se za primere nezadostne pokritosti določenih segmentov tehnične problematike lahko uporabi tolmačenje iz ZGO, ki jo vpeljuje pojem "zadnje stanje gradbene tehnike", to je stanje, ki v danem trenutku, ko se izdeluje projektna dokumentacija ali izvaja gradnja, predstavlja doseženo stopnjo razvoja tehnične zmogljivosti gradbenih proizvodov, procesov in storitev, ki temeljijo na priznanih izsledkih znanosti, tehnike in izkušenj s področja graditve objektov, ob hkratnem upoštevanju razumnih stroškov. S tem si lahko pri inženirskih objektih tipa dolinskih pregrad pomagamo pri njihovem načrtovanju in izvedbi.

Stanje pri vzdrževanju že zgrajenih pregrad pa je do določene mere drugačno. Zahteve po reguliranju tega področja so bile s strani strokovne javnosti združene v SLOCOLD-u (Slovenski nacionalni komite za velike pregrade) na ministrstvo podane že nekajkrat, a žal brez napredka. Razen pomanjkanja kadra in potrebnih sredstev, kar je povratna informacija z MOP, je bil glavni razlog, da formalno ni jasna pristojnost ministrstva za pripravo takšnega predpisa, čeprav sicer v strokovnih krogih prevladuje spoznanje, da je takšen predpis potreben. Z vidika Zakona o graditvi objektov bi bilo možno predpis, ki bi urejal monitoring in vzdrževanje pregrad, umestiti v tisti del, ki postavlja načelno zahtevo po vzdrževanju objektov. Nasprotno pa je možno trditi, da gre za gradbene inženirske objekte, ki jih sam Zakon o graditvi objektov napoti na tiste resorje, kamor tovrstni objekti sodijo glede na namen uporabe. Pregrade namreč zagotavljajo zadrževanje vode za različne namene: za kmetijskega (namakanje), za energetske gospodarskega (proizvodnja električne energije), za okoljskega ali civilno zaščitnega (zaščita pred poplavam), iz tega pa sledi tudi razpršenost odgovornosti po različnih ministrstvih. In tako imamo situacijo, ko se reševanju te problematike poklicani organi lahko uspešno izogibajo.

Ena od konkretnih zakonskih osnov za obravnavo pregradnega inženirstva za slovenski regulatorni prostor je globalno podana tudi v Zakonu o vodah (lit. 38), ki v 3. členu obravnava načela upravljanja z vodami ter med ostalim pravi:

Ob upoštevanju temeljnih načel varstva okolja upravljanje z vodami ter z vodnimi in priobalnimi zemljišči temelji na:

1. načelu celovitosti, ki upošteva naravne procese in dinamiko voda ter medsebojno povezanost in soodvisnost vodnih in obvodnih ekosistemov na območju povodja,
3. načelu zagotavljanja varnosti pred škodljivim delovanjem voda, ki izhaja iz potreb po varnosti prebivalstva in njihovega premoženja, ob upoštevanju delovanja naravnih procesov,
6. načelu upoštevanja najboljših razpoložljivih tehnik in novih dognanj znanosti o naravnih zakonitostih.

V 50. členu pa določa sledeča pravila ravnanja:

1. Imetnik vodne pravice mora zagotoviti varstvo vodnega objekta in naprave pred škodljivim delovanjem voda z izgradnjo posebnih objektov ali na drug ustrezen način in jih redno vzdrževati ter odpravljati vse nastale poškodbe.
7. Imetnik vodne pravice mora imeti poslovnik za obratovanje in vzdrževanje vodnega objekta ali naprave.
8. Poslovnik iz prejšnjega odstavka opredeli izvajanje pogojev, določenih v vodnem dovoljenju ali koncesiji, ki se nanašajo na varstvo voda in ohranjanje naravnega ravnovesja vodnih in obvodnih ekosistemov ter varstvo pred škodljivim delovanjem voda, ter podrobneje določa način obratovanja posameznega objekta in naprave, vključno z načinom obratovanja v primeru visokih voda.

### 1.3.6 Situacija v svetu

V posameznih državah sveta je področje urejanja varnosti pregradnih objektov zelo različno regulirano. Tako imamo države, ki temu ne posvečajo praktično nikakršne pozornosti, pa tudi takšne, ki imajo to področje zgledno urejeno. Izkušnje teh držav se skušajo zbirati na mednarodnem nivoju v sklopu delovanja mednarodne komisije za velike pregrade ICOLD.

#### 1.3.6.1 Mednarodna komisija za velike pregrade (ICOLD)

Mednarodna komisija za velike pregrade – (International Commission on Large Dams – ICOLD) že od svoje ustanovitve leta 1928 posveča veliko pozornost varnosti pregrad, kar je videti tudi pri organizaciji njenega dela. Od 21 podkomitejev, ki trenutno delujejo v sklopu ICOLD, se jih 12 ukvarja s tematiko, tesno povezano z varnostjo pregradnih objektov. V sklopu teh podkomitejev se obravnavajo ožje specialistične teme, zbirajo in analizirajo podatki ter na osnovi tega pripravljajo poročila – bulletini, ki tvorijo bogato zakladnico spoznanj iz pregradnega inženirstva. V pričujočem aktu smo uporabili predvsem dognanja podkomiteja, ki se ukvarja z varnostjo pregrad v najožjem smislu, indirektno pa tudi spoznanja ostalih podkomitejev, ki so svoja dognanja s področja zagotavljanja varnosti pregrad publicirali v svojih poročilih (lit. 18 do lit. 31).

Za boljše sodelovanje, izmenjavo znanja in izkušeni med nacionalnimi komiteji so v sklopu ICOLD organizirani tudi regionalni klubi, ki združujejo nacionalne komiteje posameznih regij po svetu. V evropskem prostoru tako deluje ICOLD EU Club, katerega član je tudi SLOCOLD.

#### 1.3.7 Združene države Amerike

V Združenih državah Amerike (USA) je bilo v zadnjem stoletju veliko število porušitev pregrad, nekatere z resnimi posledicami. V javnosti je predvsem na osnovi teh dogodkov dozorelo spoznanje, da so tovrstni objekti lahko tudi nevarni, kar je sprožilo veliko akcij tako v posameznih zveznih državah kot tudi na nivoju federacije, ki so rezultirale v organizirani zagotovitvi varnosti pregradnih objektov.

Odločilno vlogo pri tem so odigrale državne službe, ki so prišle do spoznanja, da so pregrade objekti, ki prinašajo dobrobit najširši skupnosti. So nepogrešljiv del nacionalne infrastrukture ne glede na lastništvo, ki sicer v USA igra zelo pomembno vlogo. Dozorelo je spoznanje, da je bil v pregrade vložen velik kapital, ki pa vrača vložek z velikim profitom. Zaradi tega je osnovna strategija državne skrbi za to področje zagotavljanje primerne vzdrževanja teh objektov. Boleče izkušnje, ko so katastrofalne rušitve povzročile veliko materialno škodo in izgubo velikega števila življenj, so v zadnjih nekaj letih pospešile organizacijo posebnih vladnih služb, ki skrbijo za izvajanje varnostne politike države na tem področju.

Pomembno koordinativno vlogo med vsemi subjekti, ki zagotavljajo varnost pregrad v USA, igra FEMA (Federal Emergency Management Agency), ki je pripravila Nacionalni program za zagotovitev varnosti pregrad (National Dam Safety Program), s katerim udejanja Navodila za varnost pregrad in tudi vpliva na lastnike nezveznih pregrad, da razvijajo svoje varnostne programe, ki morajo biti na določenem tehničnem nivoju. Cilji takšnega delovanja so izraženi v obliki doktrine:

*Pregrade morajo biti projektirane, grajene, uporabljane in vzdrževane tako, da lahko govorimo o varnih objektih. Zagotavljanje varnosti ni pasivna aktivnost. Odgovornost za zaščito življenj in lastnine se nikoli ne konča. Neprestano je potrebno razvijati nove pristope in politiko varnosti ter to vključevati v vsakodnevno življenje ter skrbeti za razvoj. Skrbeti je potrebno za stalno kadrovsko obnovo. Novi kadri se v aktivnosti vedno vključujejo v skupini že izurjenih ekspertov. Uvajati je potrebno nove programe in obnavljati starejše, ki ne odговarjajo novim zahtevam.*

#### 1.3.8 Evropa

V Evropski skupnosti in tudi sicer v Evropi ni enotne regulative, ki bi obravnavala pregradne objekte in ki bi predstavljala nek skupni imenovalec za varno obravnavanje pregradnih objektov. Vsaka od močnejših industrijskih držav ima za to področje razvito lastno

tehnično regulativo in svojo prakso izvajanja aktivnosti, s katerimi zagotavlja varnost pregradnih objektov.

Na osnovi iniciative Francoskega in Britanskega nacionalnega komiteja za velike pregrade je bila v letu 1993 v Chambéryju (Francija) ustanovljena posebna delovna skupina, ki si je postavila za nalogo izdelati temelje evropske regulative, ki bi sloneli na nacionalnih zakonodajah in bi bili sprejemljivi za vse članice EU. Projekt priprave regulative za skupen evropski prostor se je po ustanovitvi te delovne skupine začel izvajati, vendar se odvija zelo počasi oziroma praktično stoji. Slovenski nacionalni komite za velike pregrade (SLOCOLD) se je vključil v pripravljalne aktivnosti že na samem začetku tega projekta.

S tem so bili napravljene prvi koraki v smeri pridobitve enotne evropske regulative. Žal pa lahko danes ocenjujemo, da bo do uresničitve te ideje preteklo še veliko časa in da je potrebno zaradi tega še pred tem v našem prostoru zagotoviti solidno nacionalno regulativo, kot jo imajo ostale urejene evropske države.

Merila za presojo primerljivosti med članicami EU na področju graditeljstva vsebuje Smernica Sveta EGS št. 89/106/EGS (lit 15.), ki v Prilogi I definira bistvene zahteve, ki jih morajo izpolnjevati gradbeni objekti, ki jih lahko apliciramo tudi na pregradne objekte. Točka 1 se glasi:

#### **Mehanska odpornost in stabilnost:**

*Gradbeni objekt mora biti projektiran in zgrajen tako, da obremenitve, ki jim je izpostavljen med gradnjo in uporabo, ne bodo povzročile:*

- (a) porušitve celega ali delov objekta;
- (b) večjih deformacij nedopustne stopnje;
- (c) poškodb na drugih delih objekta ali napravah ali vgrajeni opremi zaradi večjih pomikov nosilne konstrukcije;
- (d) poškodb zaradi nekega dogodka, ki so glede na vzrok nesorazmerno velike.

Te zelo splošne osnovne zahteve za vzpostavitev sistema varnosti pregradnih objektov smo že vgradiliv naš ZGO-1.

#### **1.3.8.1 Evropski klub ICOLD**

V letu 1995 je bil tudi formalno ustanovljen EU klub kot regionalni klub članic ICOLD, ki bo, kot je zapisano v ustanovnem dogovoru, deloval, dokler bo interes evropskih nacionalnih komitejev za aktivno sodelovanje. Trenutno deluje na ožjem spektru tem, ki so sicer prisotne tudi na ICOLD delovnem seznamu. Med ostalimi je v začetni fazi razvoja tudi ideja o "Evropskih smernicah za zagotavljanje varnosti pregrad". Projekt še ni zaživel, verjetno bo potrebnih še kar nekaj let, da bo polnoveljavni dokument sprejet kot vodilni dokument v državah EU. Ugotavlja se, da imajo najaktivnejše države v EU klubu že sprejete svoje tovrstne nacionalne dokumente in ne čutijo nujne potrebe po skupnem dokumentu. To je tudi eden od osnovnih vzrokov, da smo v Sloveniji pripravili pričujoče slovenske smer-

nice, saj trenutno število pregradnih objektov kot tudi število predvidenih novih pregrad, ki se bodo gradile na slovenskih rekah v prihodnjem desetletju, narekuje organizirano skrb za tovrstne objekte.

#### **1.3.8.2 Slovenski komite za velike pregrade SLOCOLD**

Slovenski komite za velike pregrade (SLOCOLD – lit. 34) je glede na slovensko zakonodajo organiziran kot društvo, ki združuje zainteresirane strokovnjake s področja pregradnega inženirstva. Od leta 1993, ko je bil komite tudi ustanovljen, je polnopraven član mednarodne organizacije ICOLD in ob ustanovitvi tudi član Evropskega kluba ICOLD. Področje delovanja SLOCOLD je pregradno inženirstvo v najširšem pomenu besede. Eden od ciljev dosedanjih aktivnosti v društvu je bil tudi dvigniti zavedanje slovenske družbe o pomenu pregradnega inženirstva kot ključne gospodarske panoge, ki pa v prostoru predstavlja tudi določeno stopnjo tveganja. Glede na dejstvo, da to tehnično področje še vedno ni primerno zakonodajno regulirano, predvsem s stališča zagotavljanja varnosti pregradnih objektov in njihove vplivne okolice, se društvo že od nastanka aktivno trudi prispevati k rešitvi te problematike. Tako je bilo v dosednji zgodovini delovanja sproženih že več konkretnih pobud za ureditev tega področja s stališča organizacije varnosti teh objektov na nivoju države kot tudi za izdelavo primerne tehnične regulative.



## 2. NAMEN IN CILJI

Namen teh smernic je pripraviti postopke, ki bodo stalno spodbujali in zagotavljali vpeljavo najnovejših tehničnih metod v načrtovanje, gradnjo in vzdrževanje pregradnih objektov in s tem dvigovali njihovo stopnjo varnosti. Ta cilj lahko dosežemo s primernimi aktivnostmi in tehničnimi odločitvami. Strateški cilj tega dokumenta je predpisati postopke, ki bodo podpirali varnostni pristop pri pregradah vseh vrst in tipov. Doseganje primerne stopnje varnosti pregrade je kontinuiran in dinamičen proces, v sklopu katerega se moramo zavedati, da so vsa navodila, pravila ali praktične izkušnje podvržene spremembam, da jih je potrebno periodično preverjati in usklajevati z napredkom v znanosti in stroki. Vsi tehnični postopki se morajo stalno izpopolnjevati in jih je potrebno periodično usklajevati z razvojem stroke in prakse. Pomanjkljivosti je potrebno opustiti ali izpopolniti in spodbujati razvoj uspešnih postopkov.

Cilj, zgraditi varno pregrado, je vedno v okviru meja, ki jih lahko razumsko dojamemo. Vsak, ki se bo znašel v situaciji, ko bo moral ali želel uporabiti ta navodila, se mora zavedati, da pregrade, ki bi bila vedno in v vsaki situaciji popolnoma varna, ni možno zgraditi. Kljub velikemu napredku v znanosti so še vedno odprti in ne dovolj razumljeni naravni dogodki, ki bistveno vplivajo na pregradne objekte (npr. poplave, potresi). Ugotavljanje njihovega pojavljanja in tudi velikosti še vedno temelji na presoji verjetnosti njihovega nastopa. Kot kaže zgodovina, je nemogoče izključiti razdiralni vpliv sabotaž in vojnih akcij, prav tako pa premalo poznamo obnašanja materialov in konstrukcij v takšnih posebnih okoliščinah. Pri zasnovi nove pregrade je potrebno posebej paziti, da so vse takšne in podobne nejasnosti primerno obravnavane s kompetentnimi tehničnimi ocenami.

Kljub temu da se pregrade gradijo že tisoče let, pregradno inženirstvo ni eksaktna veda in jo lahko opišemo kot neke vrste "umetnost". Seveda je res, da ta del inženirstva, podobno kot ostali deli inženirskih znanosti, temelji na fizikalnih zakonitostih in uporabi matematičnih orodij, vendar je potrebno pri vsaki fazi načrtovanja in tudi pri gradnji pregrade vršiti presoje, ki temeljijo na izkušnjah. To velja tako pri novogradnjah kot tudi pri preverjanju in izboljševanju stanja že obstoječih pregrad. Velika večina obstoječih "starih pregrad" ni primerno dokumentirana in običajno ne razpolagamo z zadostnimi informacijami o stanju lokacije, projekta, izgradnji in o dosedanjem obratovanju oziroma o eventualnih težavah. Te pregrade morajo biti temeljito pregledane tako, da se odkrije eventualne indikatorje nezadostne varnosti objekta.

Ilustracija takšnega ekspertnega ocenjevanja je lahko faza načrtovanja pregrade, ko je na razpolago le omejena količina podatkov o fizikalnih lastnostih temeljnih tal. V fazi gradnje se ta nabor podatkov sicer stalno dopolnjuje, vendar je za projektiranje temeljenja potrebno že predhodno sprejeti določene tehnične

rešitve, ki slonijo le na omejenem številu podatkov in presoji le-teh s strani izkušenega strokovnjaka.

Sama gradnja objekta je najkritičnejša faza v postopku zagotavljanja varnosti pregrad. Vsaka izgradnja mora biti stalno spremljana in nadzorovana, projektne rešitve pa je potrebno stalno presojati glede na nove podatke, ki postanejo dosegljivi v toku izgradnje. Po potrebi se tudi spremeni prvotno predvidena projektna rešitev. Kvaliteta gradnje je pomemben del celokupne varnosti objekta. Pomanjkljivosti, nehomogenosti gradbenih materialov ali malomarnosti pri izvajanju del se lahko pojavljajo kadarkoli v procesu izgradnje. Zaradi tega je potrebna stalna previdnost. Razni postopki testiranja in preiskav po zaključeni izgradnji ne morejo zadovoljivo nadomestiti inšpekcijskih postopkov in kontrole kvalitete v času izgradnje.

Monitoring oziroma opazovanje obstoječih pregrad in hitre reakcije na nenormalno obnašanje pregrade morajo biti v času obratovanja objekta stalna skrb lastnika. Pazljivo organiziran in izvajan monitoring ter hitre reakcije lahko preprečijo poškodbe objekta, vključno s tistimi, ki bi izvirale iz pomanjkljivosti pri izgradnji.

Namen teh navodil je zmanjšati rizik nastopa poškodbe pregrade na najmanjšo možno mero tako pri izgradnji novih objektov kot tudi zagotoviti izboljšanje stanja obstoječih pregrad tam, kjer se ta potreba dokaže s primernimi analizami.

## 3. ORGANIZACIJA VARNOSTI PREGRAD

### 3.1 SPLOŠNO

Minister za infrastrukturo in prostor je odgovoren za razvijanje in udejanjanje politike, zagotovitev resursov in postopkov za varno projektiranje, izgradnjo, delovanje in nadzor nad vsemi in vsakim pregradnim objektom, ki sodi v njegov resor skladno z Zakonom o varstvu okolja, Zakonom o vodah in Zakonom o graditvi objektov. Dejstvo je, da vladne službe niso primerno organizirane, da bi s svojo organiziranostjo in primerno tehnično regulativo lahko zagotovile varnost pregradnih objektov, ki v primerjavi z ostalimi gradbenimi objekti zahtevajo posebno varnostno pozornost. S tega zornega kota lahko primerjamo varnostno problematiko z nuklearnimi objekti, ki sicer v večjem obsegu predstavljajo nevarnost za svojo okolico. V pričujočem dokumentu, ki ga imenujemo "Osnove smernic za zagotavljanje varnosti pri načrtovanju, gradnji in obratovanju pregradnih objektov", podajamo okvir zagotavljanja varnosti s stališča tehnike, pri tem pa je osnovna predpostavka, da so državne službe organizirane tako, da lahko zagotovijo izvajanje vseh potrebnih postopkov za varno delovanje pregradnih objektov. V sklopu reševanja tehnične problematike s tega področja ne moremo mimo aktivne vloge države, ki mora prevzeti svoj del odgovornosti za to področje. Pričujoči dokument nima namena, da bi organiziral državne službe, vendar smo glede na to, da brez aktivne vloge države na tem področju ne gre, predpostavili, da:

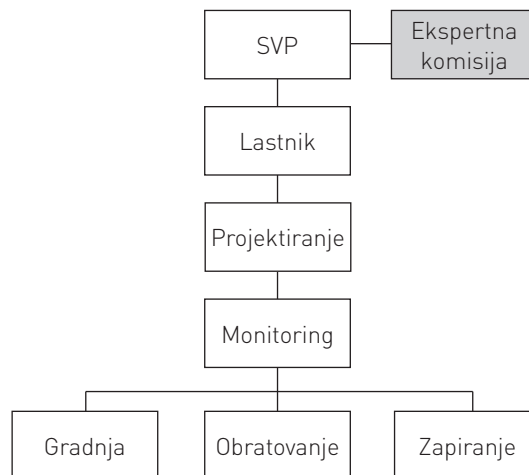
- ima Ministrstvo za infrastrukturo in prostor (MIP) kot pristojni upravni organ organizirano posebno službo za zagotovitev varnosti pregrad, ki jo v tekstu poimenujemo "**Služba za varnost pregrad - (SVP)**";
- vodja te službe mora biti decidirano zadolžen za izvajanje osnovne varnostne politike pregradnih objektov, kot izhaja iz predmetne zakonodaje in regulative;
- vodja zagotavlja, da se vse potrebne procedure za doseganje zahtevane stopnje varnosti stalno preverjajo in periodično obnavljajo ter usklajujejo z eventualno novimi spoznanji.

Realizacija ideje o SVP je možna ob uporabi analogije z Uredbo o organih v sestavi ministrstev, Ul. RS 58/2003.

#### 3.1.1 Služba za varnost pregradnih objektov – SVP

Vodja Službe za varnost pregradnih objektov je o trenutnem varnostnem stanju pregrad vsako leto dolžan poročati direktno ministru ali z njegove strani pooblaščenim inštituciji, pri čemer se vključuje vse aktivnosti s tega področja. V pisno poročilo se vključuje poročanje o trenutnem stanju izvajanja politike varnosti, kot je stanje pri: razvijanju zakonodaje in tehnične regulative, snovanju, izgradnji in obratovanju pregradnih objektov.

Služba mora imeti zagotovljen položaj in mesto v državni upravi, kar ji bo zagotovilo avtoriteto, moč in potrebne resurse za kvalitetno opravljanje svojega poslanstva. Vzpostaviti mora pregled nad vsemi pregradnimi objekti v Sloveniji (vzdrževati kataster pregrad). Organizirana je tako, da zagotavlja kvalitetno in zadostno spremljanje vsakega projekta, od njegove zasnove in izgradnje do obratovanja, s stališča vseh možnih varnostnih pogledov v pregradnem inženirstvu. Kot pomoč pri delu in sprejemanju odločitev si SVP pomaga s sklicevanjem ekspertnih komisij. Pri tem bi bilo potrebno ustanoviti stalno strokovno komisijo za varnost pregrad.



Slika 2: Hierarhična organiziranost subjektov in aktivnosti nastopajočih v celotnem življenjskem ciklu pregradnega objekta

S primernim vodenjem SVP se mora zagotoviti zadosten in kvalificiran kader za izvajanje vseh potrebnih programov, ki so nujni za vzpostavitev in delovanje sistema varnosti. Dodelitev kadrov in sredstev za aktivnosti, ki zagotavljajo varnost objektov, morajo dobiti najvišjo prioriteto. Funkcija skrbi za varnost pregradnih objektov ne sme biti žrtvovana s ciljem zmanjševanja stroškov projekta, povečanja njegove učinkovitosti ali doseganja krajših rokov.

#### 3.1.1.1 Komisija za varnost pregrad

Je skupina ekspertov, ki jo organizira SVP na osnovi projektnega pristopa pri analizi varnosti konkretnega objekta. Komisija ima delno stalni sestav, delno pa se organizira glede na posebnosti obravnavanega objekta. Področje delovanja komisije za varnost pregrad bi bilo predvsem pregledovanje in analiza poročil o opazovanju pregradnih objektov ter v sklopu teh aktivnosti strokovna revizija ocene varnosti objekta ter predlogov iz poročil izvajalcev opazovanj stanja objekta. V primeru potrebe bo komisija sposobna določiti ukrepe in posege, s katerimi se bo zagotovilo primerno stopnjo varnosti objekta.

S tega zornega kota bo komisija tudi strokovna pomoč lastnikom in upravljavcem pregrad ter inšpekcijskim službam.

Glede na to, da je pregradni objekt, to je sklop okolja in pregrade, zelo kompleksen sistem, je ocena varnosti vedno multidisciplinarni problem.

### 3.1.2 Lastniki in koncesionarji

Lastnik je fizična ali pravna oseba, ki mu objekt uradno pripada in to lahko dokaže z vpisom v zemljiško knjigo in z drugimi dokumenti. Nosi polno odgovornost za varnost pregrade in okolice, ki jo objekt lahko ogrozi zaradi svoje umeščenosti v prostoru in/ali zaradi posledic obratovanja.

Koncesionar je fizična ali pravna oseba, ki je dobila od države dovoljenje za opravljanje gospodarske dejavnosti, to je koncesijo za izkoriščanje vodotoka.

V primeru sprememb ali zamenjavi lastništva ali koncesije, mora SVP takoj preveriti sposobnost lastnika oziroma koncesionarja glede na novo nastale pogoje.

Izvajanje obveznosti lastnikov in koncesionarjev se nadzoruje z zakonsko predpisanimi postopki. V primeru izkoriščanja mejnih odsekov vodotokov se je potrebno posluževati nacionalnih regulativ v soglasju z mednarodnimi pogodbami oziroma dogovori.

Lastnikovo oziroma koncesionarjevo odgovornost za izgradnjo oziroma obratovanje lahko prevzamejo le inženirji, ki zagotavljajo strokovnost v skladu z veljavnim Zakonom o graditvi objektov.

Koncesionar mora o vseh nenormalnih pojavih, ki lahko ogrozijo varnost pregrade, obvestiti SVP.

### 3.1.3 Odgovornost pri projektiranju

Osnovne odgovornosti Projektanta izhajajo iz ZGO. Vsebinsko je funkcija Projektanta pregrade, prav zaradi varnostne problematike, še bolj poudarjena in se ne konča z oddajo projektne dokumentacije, marveč ostane živa, dokler obstaja objekt na svoji lokaciji.

V fazi izdelave tehnične dokumentacije se izbere Projektanta, ki je zadožen za nemoten potek izdelave tehnične dokumentacije, ki sodeluje v komisiji za pregled objektov tako v fazi gradnje in prevzema kot tudi pri prvem polnjenju in v vseh kasnejših rednih pregledih objektov pregrade. Projektiranje se vključuje in nadaljuje v fazah izgradnje in obratovanja objekta. Projektantska hiša mora pripraviti posebne programe in zagotoviti kadre, s katerimi je sposobna spremljati in sodelovati pri osnovnih raziskavah lokacije, izdelati projektno dokumentacijo, slediti izgradnji objekta in njegovemu kasnejšemu obratovanju. Ti programi morajo v času gradnje vključevati pogoste in pooblašene inšpekcijske (nadzorne) preglede, s katerimi se preveri in potrdi predpostavke, privzete v projektih rešitvah, po potrebi pa se le-te tudi spremenijo in prilagodijo dejanskemu stanju na lokaciji. Najvažnejša zahteva je pregled in potrditev pogojev temeljenja in njegove tehnične rešitve še preden se prične s fizično vgradnjo materialov za temelje. Končni projektantski nadzor izgradnje mora vključiti pregled celotnega objekta, vključno s testiranjem opreme. Nadzor projektanta mora biti zagotovljen tudi v času obratovanja objekta, skladno z rednimi inšpekcijskimi pregledi objekta. Za vse te aktivnosti se morajo predvideti potrebna sredstva.

Projektiranje vključuje tudi odgovornost za načrtovanje sistema opazovanja (monitoringa) in vzpostavitve mreže inštrumentov, s katerimi se opazuje vse parametre, ki bi lahko ogrozili varnost pregrade v času izgradnje in/ali obratovanja. Projekt mora ugotoviti namen inštrumentacije in predvideti časovne intervale odčitavanja, zbiranja, obdelave in interpretacije podatkov. Predvideti je potrebno tudi vse aktivnosti v primeru pojava kritičnih pogojev.

### 3.1.4 Odgovornost pri gradnji

Odgovornost za vodenje izgradnje, sklepanje pogodb, razumevanje projektih rešitev in namena pogodbenih obveznosti, tehnično koordinacijo med projektantovimi in izvajalčevimi inženirji ter vodenjem gradbišča tako, da se zagotovi vsem predpisanim zahtevam, se lahko zaupa le izkušenemu inženirju s primernimi praktičnimi izkušnjami. Ta mora imeti moč za izvajanje celotne administrativne in tehnične kontrole nad vsemi resursi tako, da zagotovi varno izgradnjo objekta.

Formirati je potrebno ekipo za spremljanje izgradnje, ki med ostalim odloča tudi o spremembah projekta in odpravlja težave, ki se pojavljajo v času izgradnje. Osebe izvajalca mora razumeti pogoje in predpostavke v projektu ter njihove povezave s projektnimi rešitvami. V kolikor se pojavijo nepredvideni pogoji v toku same izgradnje, je pri njihovi analizi ali odpravljanju nujno potrebno vključiti projektanta.

### 3.1.5 Odgovornost pri obratovanju

Odgovornost za pravilno in varno obratovanje objekta mora biti dodeljena osebi iz ekipe, ki skrbi za delovanje objekta. Ta oseba skrbi tudi za koordinacijo s projektantsko organizacijo, vključno z odgovornostjo za poročanje o spremembah na, v, ali okoli objekta, ki so jih opazili vzdrževalci ali operaterji. Zagotavlja tudi sodelovanje operaterjev pri rednih inšpekcijskih pregledih objekta.

### 3.1.6 Tehnična koordinacija

Vsi tehnični specialisti, ki so potrebni pri načrtovanju, izgradnji ali obratovanju pregrade, morajo izpolnjevati z zakonom predpisane pogoje in biti pri svojem delovanju koordinirani tako, da se zagotovi tehnična neoporečnost njihovega dela. Zagotoviti je potrebno tehnično koordinacijo od načrtovanja in gradnje, zasledovanja dejanskega obnašanja pregrade v vsaki fazi njenega življenja, do razgraditve objekta. Poskrbeti je potrebno tudi za koordinacijo z ostalimi vladnimi, privatnimi in javnimi institucijami.

Vzdrževati je potrebno primerno pozornost in stalno zvezo med ljudmi, ki so vključeni v različne faze razvoja projekta in obratovanja tako, da vsak član ekipe ve, da je del organizirane celote in da razume relevantne aktivnosti drugega.

### 3.1.7 Postopki ob izrednih dogodkih

Načrt zaščite in reševanja (NZR) mora biti razvit za vsak pregradni objekt. Podrobnost obdelave NZR je odvisna od velikosti in lokacije pregrade in aku-



mulacije za njo. Temelji tudi na ugotovitvah analize ogroženosti dolvodnih področij v primeru poplavnega vala zaradi porušitve pregrade in presoje pogojev ter možnosti nastopa velikih zdrsov pobočij akumulacije gorvodno od pregrade. Pri tem je kot poseben primer potrebno obravnavati eventualne porušitve pregradnih objektov v verigi gorvodno od obravnavane lokacije.

NZR mora vsebovati jasna in enostavno razumljiva navodila za obratovanje opreme in samega objekta v času izrednih razmer. Definirati mora vse zadolžitve in odgovornosti.

V skladu z "Navodilom za izdelavo ocen ogroženosti zaradi porušitev pregrad"(lit. 2) je sestavni del NZR tudi grafični prikaz ogroženega področja. Kompletni NZR mora biti dostavljen in poznan osebju na pregradi, kompetentnim lokalnim, pokrajinskim in državnim oblastem. Občasno ga je potrebno pregledati in obnoviti z novimi podatki.

V času izgradnje je potrebno imeti pripravljen podoben varnostni načrt, s katerim se analizira in pripravi vse aktivnosti v slučaju nastopa visokih poplavnih voda, ki bi lahko ogrozile gradbišče in/ali okolico.

Po nastopu izrednega dogodka, kot je močnejši potres, je potrebno postopati v skladu s posebej za te aktivnosti pripravljenimi navodili ter izvesti detajlni pregled pregradnega objekta.

### 3.1.8 Analiza rizika

Tveganje ali rizik, ki ga v naravno okolje prinaša pregrada, je odvisno predvsem od osnovnih karakteristik ožje in širše lokacije (poseljenosti, izrabe zemljišča, stopnje industrializacije itd.). V primerih, ko se ti vhodni podatki menjajo s časom, je potrebno tudi redno spreminjati in popravljati rezultate analiz rizika. Ugotavljanje stopnje rizika kot metode določanja varnosti objekta se uporablja tudi pri obstoječih pregradah. Pri zasnovi novih objektov se skuša stopnjo ogroženosti v čim večji možni meri zmanjšati s primernimi projektnimi rešitvami.

Uporaba analitičnih metod in tehnik ocenjevanja rizika kot pripomočka za oceno varnosti pregradnega objekta je v razvoju in se preizkuša predvsem v Kanadi in ZDA (lit. 3 in lit. 4). Trenutno metode še niso razvite do te mere, da bi bile zanesljiv pripomoček, ki bi lahko nadomestil klasične postopke.

## 3.2 KADRI

To poglavje se nanaša na vse sodelujoče v procesu zagotavljanja varnosti pregrad. S tem so mišljeni vsi nivoji v SVP, inštitucijah in družbah, ki se profesionalno udeležujejo na področju snovanja in izgradnje pregradnih objektov, kot tudi pri družbah oziroma pri lastnikih pregradnih objektov, ki skrbijo za obratovanje in vzdrževanje.

### 3.2.1 Tehnični kadri in administrativna podpora

Vsako vodstvo mora zagotoviti primerne in tehnično kompetentne kadre za izvajanje vseh nujnih aktivnosti

pri projektiranju, izvajanju, obratovanju in vzdrževanju objekta. Tehnični kader mora imeti dobro organizirano podporo v administrativnih kadrih tako, da se lahko posveti samo reševanju tehničnih problemov. V fazi projektiranja in načrtovanja je potrebno posebno pozornost posvetiti zagotovitvi primerne kadrovanja za vodenje projektov kot tudi za specialnosti s področja hidrologije, hidravlike, geologije, inženirske seizmologije, raziskav lokacije in geotehničnega ter konstrukterskega projektiranja. Zagotovljena mora biti zadostna ekspertna podpora kadrom, ki izvajajo dela na gradbišču tako, da se zagotovi primeren prenos in razumevanje projektnih rešitev, ki vključujejo sodelovanje različnih specialnosti.

Kadri internega nadzora izvajalca morajo zagotavljati zahtevano kvaliteto in kvantiteto izvajanih del. Tudi njihove aktivnosti morajo biti nadzorovane s posebnimi postopki supernadzora. V te aktivnosti so vključeni le primerno izobraženi in izkušeni kadri. Zahteva se, da niso le sposobni ugotavljati prilagajanje izvedbe projektnim rešitvam, marveč da so sposobni tudi ugotoviti razlike v predvidenih in dejanskih pogojih. Zaradi odgovornosti in pomembnosti izvajalčevega osebja pri zagotavljanju celotne varnosti pregrade jim je potrebno dati primerno mesto v organizaciji in sprejemanju odločitev, ki vplivajo na varnost objekta.

Obratovalci morajo biti kvalificirani za izvajanje vseh funkcij, ki jih zahteva obratovanje objekta, vključno z ugotavljanjem pogojev oziroma razmer, ki lahko ogrozijo varnost pregrade. Kadrovanje obratovalcev in vzdrževalcev zahteva veliko pozornost pri izbiri osebja, ki bo izvajalo obratovalni nadzor ali ki bo sodelovalo z zunanjimi inšpekcijami pri periodičnih inšpekcijskih pregledih. Zelo pomembno je zagotoviti kader in opremo za redna vzdrževalna dela.

### 3.2.2 Kompetence, pooblastila

Delovne izkušnje, profesionalna sposobnost in izobrazba ter nadarjenost morajo biti glavni faktorji pri preverjanju kompetenc posameznikov, ki zasedajo katero koli pomembno pozicijo, povezano z varnostjo pregrad. Vse pozicije morajo biti zasedene s kompetentnimi inženirji z zahtevanega področja.

Projektant ima kompetence usmerjanja in sprejemanja primernih tehničnih rešitev v fazi projektiranja in izgradnje, v kolikor se za to pokaže potreba.

### 3.2.3 Kontinuiteta

Kontinuirna kadrovska politika mora biti vodena tako, da se za vsako tehnično pozicijo zagotovi permanentno visok nivo znanja in izkušenj. To se nanaša na vse elemente razvoja projekta od načrtovanja do obratovanja in je posebej pomembna za pozicije, ki opravljajo super kontrolo v sistemu zagotavljanja varnosti pregrad.

### 3.2.4 Strokovno napredovanje

Zagotovljen mora biti pozitiven program napredovanja tehničnega osebja v odvisnosti od pridobljenih izkušenj, izobrazbe in praktičnih znanj.

### 3.3 IZOBRAŽEVANJE IN USPOSABLJANJE

#### 3.3.1 Interno

Vsaka sodelujoča inštitucija mora v procesu zagotavljanja varnosti pregrad poskrbeti za stalno izobraževanje svojega kadra. Potrebno je poskrbeti, da se nov kader v delo vpeljuje tudi preko praktičnih izkušenj, pridobljenih z organizacijo krožnega izobraževanja, to je delovanja na različnih delovnih mestih s ciljem pridobiti občutek za interdisciplinarnost problematike varnosti pregrad. Tehničnemu kadru je potrebno zagotoviti pasivno in tudi aktivno sodelovanje na delovnih sestankih, kjer se sprejemajo odločitve, ter udeležbo pri inšpekcijskih pregledih.

#### 3.3.2 Akademsko

Potrebno je vzpodbujati nadaljevanje formalnega izobraževanja osebja v smeri dopolnjevanja in širjenja znanja s področja varnosti pregrad. Takšno izobraževanje se izvaja na domačih ali tujih univerzah, predvsem za mlajši kader v obliki rednega ali izrednega študija ali obiskovanja posebej organiziranih tečajev. Starejšemu kadru je potrebno zagotoviti možnosti osvežitve znanja z organizacijo posebnih kurzov ali v obliki sabatical tečajev.

Nadzorniki, inšpektorji, vzdrževalci in operaterji morajo stik z modernimi metodami in tehnikami držati z obiskovanjem primernih tehničnih tečajev.

#### 3.3.3 Profesionalno

Profesionalno rast kadrov je potrebno vzpodbujati s politiko nudenja primernega urjenja, s podpiranjem aktivne udeležbe in delovanja v profesionalnih združenjih ter z uvedbo profesionalnih licenc.

#### 3.3.4 Nove tehnologije

Osebe je potrebno seznanjati z novimi tehnologijami, ki se navezujejo na aktivnosti pri zasnovi, izgradnji, delovanju in vzdrževanju ter s katerimi povečujemo stopnjo varnosti pregrad.

### 3.4 KOMUNIKACIJE

Uvesti je potrebno učinkovite načine komunikacij, koordinacije in ocenjevanja, ki bodo delovali nepretrgano. Te metode in postopke je potrebno periodično preverjati in uskladiti z najnovjšim stanjem razvoja tehnologije. Potrebno je izdelati postopke za komunikacijo med državnimi, pokrajinskimi in lokalnimi nivoji, ki so vključeni v postopke za zagotavljanje varnosti pregrad.

#### 3.4.1 Interdisciplinarne komunikacije

Direktne in lahko dostopne povezave morajo biti vzpostavljene med osebjem, ki se ukvarja z načrtovanjem, izgradnjo in delovanjem pregrade. Koordinacija je potrebna že pri pripravi načrtov za raziskave lokacije pregradnega objekta in za doseg skupnega razumevanja podatkov potrebnih za projektiranje. Pred začetkom raziskav na lokaciji mora projektant organizirati sestanke z geologi in geomehaniki s ciljem, da se pregledajo in prediskutirajo poznani podatki o lokaciji,

predvidene projektne rešitve in koncept idejnih rešitev objekta. V sklopu tega pregleda mora biti vključen ogled lokacije na mestu samem.

Pripraviti je potrebno dokument "Predhodna informacija o projektu", ki jo pripravi Projektant in vsebuje osnovne podatke o lokaciji in objektu. Dokument vsebuje hidrološke, hidravlične, geološke in geotehnične podatke, pogoje vklapljanja objekta v prostor, okoljevarstvene pogoje, pogoje začasnega značaja, pogoje temeljenja, predvidene posebne detajle pri temeljenju in predvidene probleme pri izvedbi temeljenja. Dokument se posreduje izvajalcu. V njem so posebej navedene točke, kjer Projektant zahteva svoje sodelovanje pri izvajanju del na gradbišču. Kopije dokumenta se posredujejo tudi ostalim inštitucijam, vključenim v izgradnjo pregrade.

Projektant mora pred začetkom izgradnje organizirati seznanitev osebja izvajalca s problematiko projekta. Na predstavitvi morajo sodelovati specialisti za geologijo, zemeljska dela in projektant-konstrukter tako, da je zagotovljeno, da izvajalec v popolnosti dojame in razume koncept projekta in pomembnost rezultatov predhodnih raziskovalnih del.

V času graditve mora izvajalec budno spremljati pogoje, o katerih je potrebno poročati projektantu, ki mora biti obveščen tudi o vsakem kritičnem dogodku oziroma nizu dogodkov, ki se pojavijo v času gradnje, kot tudi o pričakovanih spremembah pogojev, ki lahko vplivajo na projektne rešitve oziroma na spremembo projekta. Eksperti Projektanta sodelujejo v komisiji, ki spremlja izgradnjo, opravljati morajo redne obiske gradbišča, poleg tega pa morajo biti vedno na razpolago za dodatno vključevanje pri reševanju problematike. Spremembe pri gradnji se lahko izvajajo le po spremenjeni in potrjeni projektni dokumentaciji.

Projektant mora pripraviti "Navodila za obratovanje in vzdrževanje", ki vsebujejo določene informacije o projektu in izgradnji objekta ter njegovi opremi. V ta dokument se vključijo vsi podatki, ki so potrebni za uspešno in varno obratovanje pregrade. Dokument se posreduje tudi inštituciji, ki bo vršila periodične inšpekcijske preglede. Pred začetkom obratovanja je potrebno organizirati seznanitev obratovalnega in vzdrževalnega osebja z objektom in zagotoviti, da bodo operaterji razumeli vse postopke, ki zagotavljajo varno obratovanje, in postopke periodičnih inšpekcijskih pregledov. Operaterji morajo imeti kopije navodil in postopkov za obratovanje in testiranje opreme. Vzpostaviti je potrebno sistem medsebojnega obveščanja med Operaterjem in Projektantom v primeru nenormalnega obnašanja konstrukcije objekta ali opreme.

#### 3.4.2 Medresorske komunikacije

Vzpostavljena mora biti komunikacija med odgovornimi sektorji posameznih ministrstev (MIP, MGD, MORS ...), ki so vsako po svojih obveznostih povezana s pregradnimi objekti. Zagotovljena mora biti izmenjava podatkov, ki se nanašajo na varnost pregrad v vseh fazah od zasnove, projektiranja, izgradnje

do obratovanja. Ta komunikacija naj bi zagotavljala tudi izmenjavo standardov, pomembnih raziskovalnih poročil in pomembnih informacij o zgrajenem objektu. Ministrstva bi morala zagotoviti skupne periodične presoje filozofije projektiranja, analitičnih metod, metod raziskav lokacij pregradnih objektov in tudi procedur vodenja.

### 3.5 DOKUMENTACIJA

Skozi celotno obdobje razvoja projekta (zasnova, raziskava lokacije, projektiranje, graditev, prvo polnjenje akumulacije in redno obratovanje) se mora zbirati, dokumentirati in arhivirati vse podatke, izračune in odločitve. Dokumentacija mora pokrivati faze raziskav, projektiranja, poteka in načina izgradnje, obratovanja in navodil za vzdrževanje, poškodb in njihovih popravil ter vseh inšpekcijskih pregledov v času izgradnje in obratovanja. Vsebovati mora vse zapisnike, inženirska poročila, kriterije, izračune, načrte in vse ostale zapise, ki se nanašajo na varnost pregradnega objekta.

#### 3.5.1 Projektna dokumentacija

Za vse informacije, ki se nanašajo na projekt, je potrebno voditi in hraniti pisno dokumentacijo v standardizirani obliki. V fazi zasnove je potrebno dokumentirati vse odločitve in analize o ciljih projekta, študije lokacije, študije o velikosti in tipu pregrade, ocene potencialnih nevarnosti za okolico ... Dokumentacija o raziskavah lokacije mora vsebovati geološko kartiranje, geološke in geotehnične raziskave in študije različnih variant lokacije pregrade ter rezultate detajlnih raziskav izbrane lokacije. Dokumentirati je potrebno vse geološke, seizmološke in geotehnične značilnosti in ugotovitve, ki so bile dobljene z raziskavami izbrane lokacije, z interpretacijo podatkov z drugih lokacij, ali pa pričakovane značilnosti, dobljene na osnovi ocen izkušenih ekspertov. Projektna dokumentacija mora vsebovati vse projektne kriterije, predpostavke, analize in izračune, študije opuščeni alternativnih rešitev, kot tudi sprejete ocene in odločitve.

Projekt izvedenih del se izdelava po zaključku gradnje in je sestavni del dokumentacije za obratovanje in vzdrževanje, je pa tudi podloga za izvajanje kasnejših periodičnih inšpekcij pregradnega objekta.

#### 3.5.2 Dokumentacija izgradnje

V času gradnje je potrebno voditi dokumentacijo za vse faze izgradnje, vključno s poročili o odvijanju rutinskih in posebnih aktivnosti na objektu. Vodi se dokumentacija o vseh spremembah projekta in spremembah pričakovanih pogojev lokacije in temu sledečih sprememb projekta. Zapisi naj vsebujejo informacije o materialih in procesu izgradnje, rezultatih in-situ raziskav in ostalih testiranj, geološko kartiranje temeljenja in izkopov, zapise inšpekcijskih pregledov kot tudi odločitve o spremembah projekta zaradi prilagajanja dejanskemu stanju lokacije. Pripraviti je potrebno plan formalnih inšpekcijskih pregledov, vključno s predvideno obliko poročil. Predvideti je potrebno sistem za identifikacijo in spremljanje testiranj materialov, tako

primernih za vgradnjo kot tudi neprimernih in zavrženih. Geodetske skice, zapiski in načrti, s katerimi se kontrolira izvajanje gradnje, morajo biti dokumentirani in shranjeni za celotno življenjsko dobo objekta. Gradbeni dnevnik je dokument, ki se ga redno vodi in ki ohranja kronološki zapis vseh dogodkov v času izgradnje. Vodi se tudi fotografsko dokumentacijo pomembnih dogodkov. Program inšpekcijskega spremljanja izgradnje in zapisi teh aktivnosti se morajo voditi posebej za vse faktorje, ki imajo lahko kasnejše vpliv na varnost pregrade.

Voditi je potrebno tudi vso potrebno dokumentacijo o higiensko-tehnično-varnostnih razmerah na gradbišču, personalno dokumentacijo o vseh sodelujočih pri gradnji kot tudi dokumentacijo v skladu s finančnimi predpisi.

#### 3.5.3 Dokumentacija prvega polnjenja z geodetskim spremljanjem

Projektant mora v sodelovanju s komisijo, ki spremlja polnjenje bazena, pripraviti dokumentacijo za prvo polnjenje akumulacije, ki predpisuje vrsto, način in število potrebnih meritev, takojšnjo analizo ter ukrepanje na podlagi pridobljenih podatkov, s katerimi se spremlja obnašanje akumulacije, njenih bregov, objekta pregrade kot tudi vseh pomožnih objektov. Zapisi tega spremljanja morajo vsebovati vse informacije o eventualnih odstopanjih glede na predviden potek polnjenja in se shranjujejo skupaj z ostalo dokumentacijo na objektu.

#### 3.5.4 Obratovalna dokumentacija in zapisi pri vzdrževanju

Pred začetkom obratovanja pregrade je potrebno izdelati obratovalna navodila, po katerih se prične obratovati in ki se spreminjajo in dopolnjujejo glede na nove potrebe in spremembe, ki se pojavijo med obratovanjem.

Obratovanje in vzdrževanje objekta mora biti popolnoma dokumentirano, vključno z rutinskimi aktivnostmi, sistematičnimi inšpekcijskimi pregledi, kompletno informacijo o vzdrževalnih in obnovitvenih delih ter izboljšavah na objektu. Poleg rednih obratovalnih podatkov morajo zapisi vsebovati tudi podatke o nivoju akumulacije, pretoku, delovanju drenažnega sistema in obnašanju konstrukcij, testiranju opreme itd.

V primerih, da so potrebna vzdrževalna dela, je treba voditi posebne zapise za ta dela ter ob zaključku izdelati zaključno poročilo.

#### 3.5.5 Arhiviranje dokumentacije

Lastnik objekta arhivira dokumentacijo v dvojniki na ločenih mestih. Poskrbeti je potrebno za stalno obnavljanje in dopolnjevanje obeh arhivov. Eden od arhivov je "delovni" arhiv, ki je vedno na razpolago pooblaščenim osebam na objektu za potrebe inšpekcijskih pregledov, popravila ..., drugi arhiv je v funkciji težje dostopnega referenčnega arhiva.

Dokumentacijo je potrebno hraniti v celotni življenjski dobi objekta.

### 3.6 KONTROLE

#### 3.6.1 Obseg

Vsi parametri, ki se nanašajo na varnost pregrad, se sistematično preverjajo v fazah projektiranja, gradnje in obratovanja. Kontrolo vrši organ primerne nivoja.

#### 3.6.2 Projektiranje

##### 3.6.2.1 Notranje

Vsi projektni koraki, odločitve, rešitve, metode in procedure morajo biti podrejene avtomatski interni kontroli izdelovalca dokumentacije.

Pred začetkom končnega projektiranja je potrebno izvesti revizijo vseh glavnih vhodnih podatkov, ki so merodajni za zagotovitev varnosti pregrade. V fazi projektiranja se za ključne odločitve na projektu izvajajo interne revizije, kjer se revizijska komisija po potrebi dopolni z zunanjimi eksperti tako, da se zagotovi čim večja kvaliteta projekta.

##### 3.6.2.2 Zunanje

Vsak dokument, ki je namenjen graditvi pregrade, je potrebno revidirati v skladu z zahtevami ZGO-1 in po izvršenih popravkih tudi potrditi s strani investitorja (lastnika). Revizijo lahko vrši oseba z licenco pooblaščenega inženirja – revidenta in s posebnim dokazilom, da ima reference s področja načrtovanja pregradnih objektov.

#### 3.6.3 Gradnja in prvo polnjenje bazena

Za vsako pregrado je potrebno ustanoviti komisijo za nadzor nad gradnjo. Predsednik komisije je predstavnik Lastnika (investitorja), ostali člani pa predstavljajo zastopnike Izvajalca, Projektanta (specialisti posameznih strok, ki se jih vključuje po potrebi) in Obratovalca. Ostale udeležence se angažira za posamezne faze izvedbe glede na nastalo problematiko. Vsi člani se morajo do potankosti seznaniti s potekom gradnje, polnjenja bazena in poskusnega obratovanja.

Komisijo ustanovi investitor sam. SVP lahko intervenira v primeru izrednih okoliščin.

Komisija, kot tudi njeni člani, so odgovorni za navodila oziroma pripravo nujnih korakov, ki dokazujejo in zagotavljajo varnost pregrade. Komisija ima vsa pooblastila, da lahko zahteva izvedbo vseh potrebnih raziskav, merjenj, testiranj itd., s katerimi se ugotovi potreba po eventualnem znižanju nivoja zaježitve ali polnjenju bazena.

Komisija je dolžna posredovati svoje zaključke investitorju, obratovalcu in SVP.

##### Pogostost pregledov:

V času gradnje je potrebno redno slediti rezultatom raziskav in sproti evidentirati probleme, pri katerih se po potrebi vključuje komisija. Komisiji morajo biti na

razpolago vse informacije o delih, pri katerih njeno sodelovanje ni bilo potrebno.

Vse preglede in vse končne zaključke, ki usmerjajo gradnjo, se tekoče vpisuje v gradbiščne dokumente.

Med občasne komisijske preglede sodita predvsem dva, ki pa sta obvezna:

- komisijski pregled pred polnjenjem bazena, ki zajema pregled vseh prizadetih objektov v bazenu in se izvaja po posebnem programu, ki ga pripravi komisija,
- komisijski pregled za izdajo obratovalnega dovoljenja, ki ugotavlja sposobnost objektov za varno obratovanje in se prav tako izvaja na podlagi pripravljenih navodil s strani komisije, državne inšpekcijske službe in SVP.

Vse procedure pri gradnji so pod stalnim nadzorom posebnih služb izvajalca in naročnika. Nadzorniki morajo biti rekrutirani iz skupin ekspertov za geologijo, geomehaniko, zemeljska dela in konstrukterjev, ki imajo izkušnje iz predhodnih del. Po potrebi se angažira tudi strojne in elektroinženirje. Dodatno se vrši še kontrola s strani projektanta.

Pri velikih projektih je potrebno izvesti kontrolo pred začetkom ter po zaključku vsake faze del. Na primer na začetku in koncu pripravljalnih del za temeljenje in izdelavo injekcijske zavese, v različnih fazah izgradnje pregrade in ob zaključku gradnje pregrade. Vsakih šest mesecev se priporoča obisk inšpekcijskih služb primerne (državnega) nivoja. Končni inšpekcijski pregled po izgradnji objekta mora zajeti tudi inšpekcijo opreme in pregled doline, to je dna in robov bodoče akumulacije.

Pri manjših pregradnih objektih je pogostost inšpekcijskih pregledov kot tudi sestava inšpekcijske ekipe odvisna od velikosti in kompleksnosti objekta. Kljub temu se zahteva reden nadzor nad izvajanjem del.

#### 3.6.4 Obratovanje

Vsaka pregrada se mora redno komisijsko pregledovati. V začetku so ti pregledi pogostejši, kasneje pa se lahko redčijo glede na obnašanje objekta med obratovanjem. Program potrebnih opazovanj in časovni intervali so definirani v posebnih navodilih za opazovanje, ki so obvezni del dokumentacije elektrarne. Investitor mora zagotoviti celotni pregled pregrade vsaj enkrat na 5 let.

Izredne preglede se izvaja po vsakih izrednih razmerah, ki nastopijo v vplivnem področju pregrade, kot so: izjemno visoke vode, potresi, sabotaže itd. Pregledi opreme in obnašanje pregrade se vršijo v krajših intervalih in jih izvajajo obratovalci sami.

Zaključki in rezultati rednih in izrednih pregledov morajo biti prikazani v končnem poročilu. Vsako poročilo ali del poročila mora biti podpisan s strani vseh sodelujočih, ki so odgovorni za izvedbo. Posamezna nasprotujoča si mnenja morajo biti vpisana v poročilo.

lu. Podpis člana komisije, ki predstavlja posamezno delovno organizacijo ali službo, istočasno pomeni tudi mnenje organizacije.

Stroški inšpekcijskih pregledov so vključeni v normalne obratovalne stroške pregrade.

Pri manjših pregradnih objektih je pogostost inšpekcijskih pregledov kot tudi sestava inšpekcijske ekipe prilagojena problematiki objekta, kljub temu pa velja tudi za te objekte 5-letna pogostost pregleda objekta.

### 3.7 RAZISKAVE IN RAZVOJ

Nujen element pri izgradnji varnega pregradnega objekta je vpeljava razvojno raziskovalnih aktivnosti. Z njimi zmanjšujemo število neznanih parametrov pri hidroloških, hidravličnih in geomehanskih podatkih, pri projektiranju, hkrati pa popolneje spoznavamo obnašanje različnih materialov, opreme ter tehnike gradnje. Zaradi svoje splošnosti in pomembnosti bi moralo biti to področje tema sodelovanja med ministrstvi, neodvisno od trenutnih aktivnosti pri gradnji pregradnih objektov.

#### 3.7.1 Metode in materiali

Vodstva vseh udeleženih institucij morajo zagotoviti kontinuirano spremljanje trenutnega stanja (state-of-the-art, state-of-the-practice) pri metodah, izkušnjah, raziskovalnih dosežkih itd. in uporabna dognanja vgraditi v veljavne kriterije, analitične metode, preiskovalne metode, gradnjo, testiranja in inštrumentacijo. Proces mora temeljiti na izkušnjah, pridobljenih na že zgrajenih objektih ob upoštevanju izvedljivosti, opazovanja obnašanja, analize poznanih problemov in prakse njihovega reševanja. Takšne zgodovinske izkušnje morajo biti zbrane, pregledane in pretehtane s ciljem izboljšati in posodobiti trenutno prakso. Razvoj in raziskave na področju materialov in njihove uporabe se planira na osnovi rezultatov opazovanj in monitoringa pregradnih objektov.

#### 3.7.2 Analize rizika

SVP skupaj z ostalimi pooblaščenimi sektorji zainteresiranih ministrstev skrbi za raziskave in razvoj metodologij analize rizika pri varnosti pregradnih objektov. Raziskave se posebej nanašajo na področja v hidrologiji, hidravliki, geologiji, potresnem inženirstvu in analizi potenciala za nastop poškodb pri pregradah. Te aktivnosti so trenutno v razvoju tudi v svetu (lit. 3, lit. 4).

#### 3.7.3 Koordinacija med resorji

Obstoječo medresorsko koordinacijo je potrebno razvijati in izboljševati tudi na raziskovalnem področju tako, da ne bi prišlo do nepotrebnega podvajanja raziskovalnih del.

## 3.8 POGODBE

### 3.8.1 Dokumenti

Pogodbe za vsa dela pri raziskavah na lokaciji, projektiranju, gradnji in obratovanju pregrade morajo

biti pisane tako, da se upošteva predvidene projektne rešitve in da se pogodbeno določi zahteva po predaji kompletne dokumentacije, ki se je vodila s ciljem dokumentiranja vseh postopkov, ki zagotavljajo varnost pregrade.

### 3.8.2 Modifikacije

Vsaka sprememba izvedenih del glede na projekt pregrade, ki izhaja iz spremenjenih pogojev na lokaciji, mora biti vključena kot dodatek k obstoječim pogodbenim obveznostim z obravnavanega področja. Takšne spremembe ali spremembe, ki se pojavijo kasneje in vplivajo na delovanje objekta, morajo biti vključene v pogodbo, ki urejajo delovanje in izkoriščanje objekta. Vsahodišča za spremembe pogodb morajo biti dokumentirana.

## 3.9 VPLIV JAVNOSTI

Posamezniki in laična javnost mora imeti možnost izražanja svojih zahtev v fazi razvoja projekta kot tudi v fazi obratovanja. Te zahteve se pogosto odražajo v obliki pritiskov lokalnih, regionalnih, lahko tudi državnih političnih interesov, zakonodaje, dojemanja povečane nevarnosti in tveganja, ekoloških vplivov, socialnih konfliktov itd., vse to lahko vpliva na tehnične odločitve. SVP mora pripraviti in organizirati posebne postopke, s katerimi se amortizira takšne pritiske, ki vplivajo na projektne, izvedbene ali obratovalne parametre in lahko posledično na koncu vplivajo na varnost pregrade. Resolucije, sklepe in zaključke o konfliktih in problemih, povzročenih zaradi vpliva javnosti, vključno z vsemi zakonodajnimi vladnimi odločitvami, je potrebno pridobiti pred začetkom gradnje tako, da varnost objekta ni ogrožena.

## 4. RAZISKAVE IN PROJEKTIRANJE

Poglavje daje pregled potrebnih aktivnosti za izdelavo raziskav in projektnih aktivnosti, s katerimi se zagotovi projekt varne pregrade. Zavedati se je potrebno, da je obseg potrebnih raziskav, ki ga prikazuje to poglavje, odvisen predvsem od velikosti in namena, za katerega je pregrada projektirana.

### 4.1 HIDROLOGIJA

#### 4.1.1 Definiranje tveganja (rizika)

Za vplivno področje izgradnje pregrade in obstoječih pregrad je potrebno določiti potencialno tveganje (rizik) za sedanje in bodoče stanje ob primeru nastopa velikih voda, pri prevajanju voda skozi prelivne objekte oziroma poplavljanju, povzročenem z napako na pregradi ali pri upravljanju s pregradnim objektom. Ta izračun rizika predstavlja osnovo za pripravo standardov (navodil), ki se jih mora uporabiti pri projektirani zasnovi pregrade oziroma pri ponovnem preračunu obstoječih pregrad.

#### 4.1.2 Visoke vode

Predvidene visoke vode, običajno velikih vrednosti, se uporabi pri zasnovi projekta ali pri preračunavanju glavnih pregrad in pomembnih objektov v bazenu. Glede na določeni rizik in tip pregradnega objekta se izbere merodajna visoka voda (npr. Q10.000, PMF ali drugo).

#### 4.1.3 Izbor voda za projektiranje

Izbor visokih voda za projektiranje temelji na izboru posameznih rizikov in posledic, ki bi se lahko zgodile pod bodočimi pogoji v realnem času. V primerih, ko bi poplavljanje lahko ogrozilo človeška življenja ali povzročilo veliko gmotno škodo, se projektiranih velikih voda ne sme zmanjševati. Z dokazano manjšim tveganjem so lahko izbrane tudi manjše projektne vode. Ne glede na rečeno pa morajo biti vse pregrade dimenzionirane na relativno visoke vode tako, da ne bi prišlo do poškodb tudi v primerih, ko se v trenutnih projektiranih pogojih predvideva nizka stopnja tveganja v dolvodni strugi. Ali z drugimi besedami, sprejemljiva stopnja ogroženosti dolvodnega področja vpliva na določitev maksimalnih projektiranih visokih voda za pregradni objekt.

#### 4.1.4 Hidrološki projekt rezervoarja

Pri izboru visokih voda za določitev hidravličnih parametrov za projektiranje novih bazenov oziroma ugotavljanje varnosti obstoječih je potrebno upoštevati možnosti izpusta vode in kapaciteto bazena, navodila za obratovanje, stabilnost nasipov in efekte vetra ter valovanja. Izračuni za obstoječe projekte naj bi vsebovali tudi opazovanje delovanja in izboljševanja delovanja sistemov, ki so nujno potrebni za zagotovitev varnosti.

Obratovalna navodila naj se razvijajo in dopolnjujejo v času projektiranja. Upoštevati morajo tudi dogajanja v času izgradnje. V kolikor je regulacija z zapornicami zapletena, mora biti pripravljen plan za direktno kontrolo vode v rezervoarju na najbolj učinkovit način. Plan za regulacijo visokih voda v nujnih primerih je namenjen tudi upravljavcem pregrade tako, da le-ti lahko samostojno delujejo tudi v primeru, če bi se izgubil stik z organizacijo, ki kontrolira potek visokih voda (HMZ). Podatkovni informacijski sistem mora biti zasnovan tako, da hitro in zanesljivo zbere ter prikaže razvoj nujnih hidrometričnih podatkov.

Navodila za reguliranje vode v bazenu, navodila za kontrolo visokih voda in informacijski sistem morajo biti občasno pregledani, da bi se izognili pomanjkljivostim oziroma možnostim nepravilnega obratovanja med nastopom visokih voda in normalnega obratovanja. Nujni popravki morajo biti narejeni takoj, ko je to mogoče.

#### 4.1.5 Dolvodni vplivi

Projekt varovanja pred poplavami mora vsebovati tudi študije obsega poplavnega področja dolvodno od pregrade tako za projektirane visoke vode kot tudi za primer napake na pregradi. V projektu mora biti prikazan izračun za definiranje potrebnega odkupa zemljišča za organizirano poplavljanje ali druge metode, ki preprečijo velike poškodbe in ustvarjanje škode na dolvodnem področju. Informacije se morajo zbirati sproti, biti morajo primerno dokumentirane za kasnejši pregled vplivov v smislu ugotavljanja posledic poplav in pojava eventualnih žrtev.

#### 4.1.6 Opozorilni sistemi

Projekt varnosti pregrade mora vsebovati tudi zanesljiv opozorilni sistem in plan ukrepanja, ki učinkovito in v zadostnem času obvešča vse prizadete, da je potrebno izvesti predpisane varnostne ukrepe reševanja.

## 4.2 PREISKAVE IN PROJEKTIRANJE NA POTRES

### 4.2.1 Elementi preiskave

Za izbor projektnega potresa morajo biti upoštevani sledeči parametri:

- geološki in tektonski prelomi, ugotovljeni s pomočjo litoloških in stratigrafskih analiz ter tektonske zgodovine lokacije;
- zgodovinski zapisi o potresih, ki so se zgodili na ali v bližini lokacije;
- vpliv lastnosti lokalnih površinskih plasti na določitev velikosti potresov;
- analiza in odločitev za primeren model žarišča potresa (točkovno, linijsko, ploskovno žarišče).

### 4.2.2 Izbor potresne obremenitve

Na osnovi parametrov iz točke 4.2.1 se izbere dovolj močne potrese, ki bi lahko ogrozili varnost pregrade in ki jih je potrebno zaradi tega upoštevati pri zasnovi

in projektiranju. Izbrani potres se popiše z globino in oddaljenostjo žarišča potresa od lokacije pregrade, z mehanizmom žarišča, pogostostjo pojavljanja in količino sproščene energije.

#### 4.2.3 Inženirska seizmologija

Za izbrano potresno obremenitev je potrebno določiti karakteristike gibanja tal na lokaciji pregrade s tem, da se prognozira amplitude pomikov, hitrosti in pospeškov tal, njihove frekvence in trajanje dogodka. Prvi korak v teh analizah je določitev dveh projektnih potresov, na katera se preveri pregrada in pomožni objekti, in sicer:

Projektni potres je najmočnejši potres, ki lahko ogrozi objekt v času njegove amortizacijske dobe. Povratni čas takšnega potresa se privzame 200 let;

Maksimalni potres je potres, ki lahko ogrozi objekt v času njegove življenjske dobe. Privzame se povratni čas potresa 1000 let.

#### 4.2.4 Potrebe po potresnih analizah

Vse pregrade je potrebno preveriti na vpliv potresne obtežbe.

#### 4.2.5 Projektiranje na potresno obtežbo

Na potresno obtežbo je potrebno preveriti celotno zasnovo konstrukcije pregrade, globalno stabilnost objekta, napetostna stanja v telesu pregrade in temeljnih tleh, stabilnost bregov, možnosti prelivanja pregrade, eventualni potencial likvefakcije v temeljnih tleh ali telesu nasute pregrade, možnost nastopa razpok ali velikih deformacij.

Za elemente pregrade, ki so posebej pomembni za njeno varnost, je potrebno predvideti in vzdrževati sistem opazovanja (monitoringa) tako, da se lahko takoj po potresu ugotovi njihovo stanje ter po potrebi sproži aktivnosti, s katerimi se vzpostavi kontrolirano stanje konstrukcije.

Pri projektnih analizah je potrebno uporabiti metode, ki zagotavljajo primerno oceno varnosti konstrukcije. Uporabi se lahko psevdostatična in/ali dinamična analiza konstrukcije v skladu z dobro inženirsko prakso in razpoložljivo tehnologijo.

### 4.3 GEOTEHNIKA

#### 4.3.1 Splošno

Po izboru lokacije pregrade je potrebno izdelati program geotehničnih raziskav in analiz, ki se bodo izvedle na tej lokaciji. Praktično je nemogoče pripraviti recept in vnaprej predpisati vse raziskave, ki se bodo izvajale na katerikoli lokaciji. Obseg in kvaliteto raziskav je potrebno prilagoditi zahtevam vsake lokacije in objekta, ki ga načrtujemo.

#### 4.3.2 Dokumentacija

Ker je možno za nek nabor geotehničnih parametrov izvesti več načinov vrednotenja, je potrebno proces spremljati z izdelavo popolne dokumentacije, po kateri

je kasneje možno ugotoviti, kako in zakaj je prišlo do konkretnih odločitev.

#### 4.3.3 Vodenje različnih geotehničnih strokovnjakov

Geotehnično delo vključuje geologe, geofizike, geomehanike, vse z različnimi izkušnjami, interesi in tehnično terminologijo. Administrativno in tehnično vodenje teh ekspertov mora zagotoviti optimalno koordinacijo in sodelovanje. Koordinator mora biti kompetentna oseba s primernimi referencami. Sistem vodenja mora vzpodbujati intelektualno sodelovanje in razvijati raziskovalni duh pri vseh geotehničnih delih. Glede na hitro razvijanje geotehnike je potrebno zagotoviti, da so strokovnjaki, ki delujejo na terenu, v stiku z razvojem teoretičnih znanosti.

#### 4.3.4 Raziskave in identifikacija geotehničnih problemov

Program raziskav mora biti razvit za vsako lokacijo posebej. Biti mora fleksibilen in izvajan tako, da se iz vsakega dela programa pridobi maksimalno število podatkov. Za izvajanje mora biti zagotovljeno dovolj sredstev tako, da se dela odvijajo redno in se delež nedoločljivih podatkov zmanjša na minimum.

Začetne raziskave na terenu se pričnejo po predhodnih analizah vseh razpoložljivih in dokumentiranih informacij o lokaciji (literatura, karte, fotografije, seizmični podatki, eventualni zapisi o predhodnih delih itd.). Rezultat tega dela je priprava detajlne geološke karte lokacije. Geotehnične raziskave se nadaljujejo z obširnimi vrstalnimi deli in geofizikalnimi raziskavami, s katerimi se določi splošne geološke pogoje in ugotovi eventualno potrebne dodatne raziskave, ki bi bile potrebne za določitev tipa pregrade, ki bi bil primeren za raziskovano lokacijo. Obširnost, globina in tip raziskav je odvisen od kompleksnosti geologije na lokaciji in velikosti ter tipa pregrade.

V splošnem se raziskave ne zaključijo s koncem predhodnih raziskovalnih del, marveč se nadaljujejo tudi v fazi projektiranja in izgradnje. Ni redko, da se v fazi izgradnje odkrije geotehnične razmere, ki zahtevajo dodatne raziskave in spremembe projektnih rešitev.

Vsi potencialni geološki problemi, ki jih lahko pričakujemo na lokaciji na osnovi eksperimentalno pridobljenih podatkov ali podatkov s podobnih lokacij, morajo biti natančno raziskani in opisani. Informacijo o neugodnih razmerah in geoloških procesih je potrebno primerjati s podobnimi splošnimi geološkimi okolji. Vsebovati mora tudi pričakovano kratkoročno in dolgoročno obnašanje temeljne zemljine in bregov akumulacije.

Tudi v času obratovanja objekta je potrebno spremljati potencialne probleme, jih raziskati in zagotoviti primerno obravnavo, vključno z uvedbo monitoringa, v kolikor se to pokaže za koristno. Posebno pozornost je potrebno posvetiti situacijam, ki lahko povzročijo inducirano seizmičnost, posedanje, notranjo erozijo (piping) in likvefakcijo materiala, nabrekanje ali razpadanje pri izkopu, propustnost bokov doline ali stabilnostne probleme itd.

### 4.3.5 Geotehnični projekt

Po raziskavi lokacije je potrebno nujno definirati vse geotehnične pogoje, ki jih mora upoštevati projekt, vključno s predlaganim tipom pregrade in velikostjo dovoljenih napetosti v temeljnih tleh.

Zasnova temeljenja je v splošnem odvisna od štirih elementov:

- (1) definiranja geometrije temeljenja ter potencialno nestabilnih površin v območju temeljenja, podpornih zidov ali pobočij;
- (2) določitve lastnosti temeljnega materiala na osnovi inženirske ocene, predhodnih izkušenj, laboratorijskih in in-situ testiranj;
- (3) analitičnih postopkov, s katerimi napovemo obnašanje temeljenja, njegovo stabilnost, permeabilnost in deformacije;
- (4) ponovne preverbe elementov (1) do (3) v času izvajanja gradbenih del tako, da se lahko izdelajo primerjave s projektnimi predpostavkami. Po potrebi se zahteva dodatna raziskovalna dela.

### 4.3.6 Postopek temeljenja

Kvalitetno izvedeno temeljenje in oporni zidovi spadajo med najpomembnejše faze izgradnje pregrade. Temeljenje je potrebno izvesti tako, da bo zagotovljena stabilnost, vzpostavljena kontrola nad pronicanjem in preprečene neprimerne deformacije. Celovito je potrebno obravnavati problematiko geologije, pogojev temeljenja ter izvedbenih postopkov temeljenja in ostale konstrukcije.

Potrebno je zagotoviti pripravo temeljne površine, ki bo zagotavljala zadovoljujoč stik med temeljenjem in konstrukcijo, ki jo temeljimo. Po potrebi je potrebno odstraniti in zamenjati neprimeren material temeljnih tal. V kolikor ni možno izvesti zamenjave ali odstranitve materiala temeljnih tal, je potrebno modificirati konstrukcijo, ki jo temeljimo, ali spremeniti temelje, da bodo primerni za dejanske razmere.

Pri zelo propustnih materialih je potrebno s primernimi tehnikami vzpostaviti kontrolo nad precejno vodo (menjava propustnega materiala, injekcijske zavese, gorvodne tesnilne zapore, drenažni sistemi). Kjer je potrebno, se očisti površinske luknje in zapolni z materialom, ki zadovoljuje projektnim zahtevam. Pri analognih delih v kavernah, pod površino, je potrebno pri vgrajevanju spremljati izgube nadomestnega materiala.

Naplavine in fini peski, pri katerih pričakujemo nastop pronicanja v območju temeljev, morajo biti odstranjeni, prekriti s plastjo nepropustnega materiala ali drenirani. Če je ta material uporabljen kot gradbeni material telesa pregrade, mora biti preprečeno izpiranje tega materiala v temelje.

Pri temeljih, ki so izpostavljeni diferencialnemu poseданju, nastopijo koncentracije napetosti v tleh in tudi razpoke v telesu pregrade. Izkopi za temelje morajo

biti oblikovani tako, da se izognemo ostrim prehodom v globinah temeljev in s tem koncentracijam napetosti in diferencialnim posedkom. Material z nizko strižno odpornostjo nam v temeljnem stiku lahko povzroči strižne deformacije. Najprimernejša metoda za reševanje vseh naštetih problemov je zamenjava slabšega materiala z boljšim.

### 4.3.7 Inštrumentacija

Dobro zasnovan sistem monitoringa temeljne kontaktne površine nam daje podatke o obnašanju kontakta in temelja samega, vendar to ne zadostuje za potrditev varnosti temeljenja. Potrebno je sodelovanje inženirja geologa, ki analizira projekt in pripravo temeljnih tal tako, da bodo sposobna za prevzem obtežb pregrade in akumulacije. Namen inštrumentacij temeljnega stika je sledeč:

- (1) priskrbi nam primerne podatke za potrditev projektnih postavk,
- (2) priskrbi nam podatke o obnašanju temelja v času življenja konstrukcije,
- (3) omogoči opazovanje poznanih kritičnih parametrov,
- (4) omogoča razvoj novih, boljših, metod pri snovanju temeljenja.

Splošne zahteve po inštrumentaciji temeljenja morajo biti dokumentirane in določene v zgodnji fazi projektiranja. Pri tem mora biti upoštevana geologija temeljenja, velikost in tip pregrade. Fleksibilnost sistema mora biti zagotovljena tako, da se le-ta lahko prilagaja eventualno potrebnim spremembam, ki bi jih narekovali spremembe projektnih rešitev.

Sestavni del inštrumentacije morajo biti tudi navodila, ki določajo odčitavanje vrednosti spremljanih parametrov pred začetkom izgradnje, v času polnjenja akumulacije in v intervalih v času obratovanja. Pomembno je tudi jasno določiti postopke za preverjanje merjenih podatkov in določiti odgovorne osebe za izvajanje vseh aktivnosti. Posebej je to pomembno pri netipičnih opazovanjih, ko se opazuje parametre, ki odstopajo od projektnih predpostavk.

### 4.3.8 Kontrole in stalno spremljanje izgradnje

Odgovorne osebe za raziskovalna dela in projekt temeljenja morajo izvajati kontrole projektno predpostavljanih parametrov v toku izgradnje na gradbišču, tako da je zagotovljen stalen pregled nad dejanskimi geotehničnimi pogoji lokacije.

Kvalificiran geolog mora ugotoviti in kartirati vse geološke detajle temeljenja, kot so bili odkriti v času izgradnje. To omogoča kvalitetno spremljavo in kontrolo tesnilnih in ostalih gradbenih del. Kljub obsežnim predhodnim raziskovalnim delom se lahko pričakuje tudi spremembe in preprojektiranje temeljenja, če lokalni geološki pogoji to zahtevajo.

Pred pričetkom same izgradnje temelja je potrebno pridobiti ustrezna potrdila od geotehničnega in projektantovega nadzora. Ta potrdila morajo biti v pisni obliki



in morajo jasno povedati, da so ugotovljene razmere v temeljnem kontaktu takšne, da so skladne s projektnimi zahtevami in da se lahko prične z izgradnjo.

#### 4.3.9 Preverjanje obstoječih objektov

Starejši, obstoječi pregradni objekti v splošnem niso zgrajeni po danes veljavnih tehničnih kriterijih in zahtevah. Glede na dejstvo, da je velika večina poznanih poškodb na pregradah povezana s problemi temeljenja, ki so se pojavili po izgradnji pregrade, je potrebno tudi pri vseh obstoječih pregradnih objektih izdelati ponovne ocene stanja temeljev in s tem povezane varnosti pregrade v celoti.

### 4.4 HIDROMEHANSKA OPREMA

#### 4.4.1 Varnostni ukrepi

Vsa hidromehanska oprema mora biti zasnovana in dimenzionirana tako, da onemogoča zamašitev pretočnih odprtín.

#### 4.4.2 Blokiranje zapornic

V projektu ter v navodilih za obratovanje morajo biti opisane možne posledice in postopki za ukrepanje v primeru blokade delovanja posameznih delov ali celotnega sistema hidromehanske opreme.

#### 4.4.3 Zanesljivost

V primeru nastopa napake pri obratovanju hidromehanske opreme, ki lahko povzroči zamašitev pretočnih odprtín, morajo biti predvideni in zagotovljeni ukrepi za odvajanje blokiranih vodnih količin. Če obratovanje zapornic predstavlja edino varnost kontrole pretoka, potem je v slučaju nastopa večjih voda potrebno zagotoviti stalen človeški nadzor nad obratovanjem opreme, kot tudi dostopnost in vse povezave za primer potrebe po ukrepanju v izrednih razmerah.

#### 4.4.4 Hidravlika in hidrologija

Hidravlični del projekta hidromehanske opreme mora biti usklajen s poglavjem 4.1.

#### 4.4.5 Projektiranje vodnih izpustov

##### 4.4.5.1 Prelivi in izpusti

Zapornice na prelivih predstavljajo glavno možnost za odvajanje projektiranih visokih voda in osnovni varnostni organ. Izpusti (talni in srednji izpusti, cevi, tuneli) se uporabljajo posamezno ali v sodelovanju s prelivu pri kontroliranem izpuščanju visokih voda.

##### 4.4.5.2 Izbira tipa

Prelivi in izpusti morajo biti izbrani tako, da zadoštuje specifičnim zahtevam projekta. Za hidrološko prispevno področje s kratkim časom trajanja naliva v kombinaciji z volumnom akumulacije, ki je majhen v primerjavi z volumnom padavin (poplavnega vala), posebno še za zemeljske pregrade, velja:

- da so prelivu običajno nekontrolirani in

- da se izpuste ob nastopu visokih voda kontrolira le občasno, razen v izjemnih primerih, ko je to posebej predpisano zaradi specifičnih zahtev konstrukcije ali okolice.

##### 4.4.5.3 Kapaciteta

Kapaciteta prelivov in iztokov mora zadostiti pogojem, zapisanim v obratovalnem pravilniku pregrade, kot tudi ostalim projektnim parametrom.

##### 4.4.5.4 Prevajanje visokih voda skozi turbine

Pretok vode skozi turbine lahko sodeluje pri kontroli visokih voda, če se dokaže, da možnost izpada obremenitve na omrežju ne povzroči zaustavitve obratovanja turbin.

##### 4.4.6 Ostale vodne zgradbe

Hidromehanska oprema ostalih vodnih zgradb, kot so npr. splavnice, razne druge zapornice, ribje steze, izpusti za naplavine in objekti za zagotovitev kvalitete vode, se smiselno prilagodi navodilom iz poglavja 4.1.

##### 4.4.7 Praznjenje bazena

Praznjenje bazena mora biti vezano na varnostno koto, ki je določena glede na pogoje obratovanja pregrade tako, da ne pride do negativnih stranskih učinkov na telo pregrade in njeno okolico.

##### 4.4.8 Kontrola (visokih) voda med gradnjo

V poglavju 4.1 so v splošnem prikazane zahteve za projektiranje hidromehanske opreme, ki se jo uporablja med samo gradnjo. Kapaciteta te opreme mora zadostiti tudi pretočnim zahtevam, ki so določene v projektu odvajanja visokih voda.

##### 4.4.9 Merila za projektiranje in upravljanje

###### 4.4.9.1 Splošno

V kolikor se pri zasnovi hidromehanske opreme uporabijo kriteriji in navodila za upravljanje ter izkušnje iz predhodnih projektov, je potrebno vse to tudi ustrezno dokumentirati.

###### 4.4.9.2 Hidravlične modelne raziskave

V kolikor merila in navodila niso zadostna za analitično dimenzioniranje (projektiranje) hidromehanske opreme, se uporabijo hidravlične modelne raziskave.

###### 4.4.9.3 Testiranje prototipov opreme

Če varnostno poročilo o delovanju hidromehanske opreme odstopa od zahtev ali če delovanje le-te ni bilo preverjeno na prototipu, je potrebno testiranje na prototipu.

###### 4.4.9.4 Preverjanje zaradi sprememb

Sprememba ciljev projekta, nov namen, obratovalne zahteve, omejitve obremenitev, zahteve tekom projektiranja ali javne zahteve lahko zahtevajo ponovno preverjanje zasnove hidromehanske opreme.

#### 4.4.9.5 Posledice hidravlične zasnove opreme tekom življenjske dobe opreme

Projektanti hidravličnega dela projekta morajo občasno vršiti preglede opreme po posebnem programu, da bi ugotovili ujemanje obratovalnih sposobnosti dejanskega stanja in projektiranih vrednosti, ki zagotavljajo varnost pregrade skozi celotno življenjsko dobo, vključno s končnim stanjem objekta (vloga po prenehanju obratovanja).

### 4.5 BETONSKE PREGRADE IN BETONSKI ELEMENTI NASUTIH PREGRAD

Ugotovitve v točki 3.5 so splošne in veljajo za vse pregrade. V tem poglavju podajamo dodatne posebne zahteve, ki se nanašajo na betonske pregrade.

#### 4.5.1 Prilagojenost projekta lokaciji

Vsaka lokacija pregrade je unikatna in neponovljiva v svojih reliefnih, geoloških in hidroloških pogojih. Zaradi tega je tudi zasnova pregrade na vsaki lokaciji unikatna s tem, da se mora prilagoditi vsem lokalnim značilnostim lokacije in zahtevam funkcije objekta za katere ga gradimo. Ob analizi varnosti obstoječih pregrad je nujno potrebno upoštevati spremenjene pogoje na lokaciji, ki so lahko posledica sprememb fizikalnih lastnosti materialov, ki so se dogodile v dotedanji življenjski dobi, ali novih spoznanjih o hidrologiji ali večji potresni ogroženosti lokacije.

#### 4.5.2 Materiali

Projektna dokumentacija mora vsebovati vse potrebne osnove za izdelavo projektov betonov, ki se pojavljajo na pregradi v različnih kvalitetah. Preiskave betonov se vršijo po posebnem programu in v skladu s sprejetimi standardi. Z njimi je potrebno dokazati pravilna razmerja betonskih mešaníc, trdnost, trajnost, termične lastnosti in tudi ekonomičnost priprave. V projekt mora biti vključen tudi del, ki obravnava nahajališča materiala, postopke izkoriščanja kot tudi možnosti transporta.

#### 4.5.3 Projektiranje konstrukcij

##### 4.5.3.1 Splošno

Kriteriji in metode projektiranja morajo biti v skladu s tekočim razvojem tehnologije in obstoječimi standardi. Pred začetkom projektiranja je potrebno določiti in dokumentirati kriterije in predpostavke za projektiranje. Uporabljati je potrebno preverjene metode in računska orodja.

Strategija projektiranja naj sloni na sledečih priporočilih:

- kompletno projektiranje naj se vrši pod direktnim nadzorom investitorjeve inženirske ekipe. Odgovorna oseba projektanta je član ekipe in usklajuje vse udeležence projekta;
- izogibati se je potrebno kompliciranim konstrukcijskim rešitvam posameznih elementov in detajlov;

- treba je uskladiti projektne rešitve z najnovejšimi dognanji, tehnologijami in opremo;
- pazljivo teoretično in eksperimentalno je potrebno raziskati nove projektne rešitve in/ali neobičajne metode in materiale, če se jih uporablja;
- predvideti je potrebno ustrezen dostop do vseh kritičnih mest in delov pregrade s ciljem zagotovitve kontrolnih pregledov in možnosti nujnih popravil;
- v načrtih se mora predvideti možnost bodočih popravil in/ali odstranitve poškodovanih delov električne in strojne opreme;
- predvideti je treba ustrezno prezračevanje galerij, jaškov, tunelov, kanalov ali drugih zaprtih prostorov, kjer so nujna tekoča vzdrževalna dela in pregledi ali kjer obstaja možnost pojava strupenih plinov;
- predvideti se mora enostavno obratovanje in vzdrževanje.

Projektant mora imeti izkušnje pri projektiranju tovrstnih objektov, prav tako mora predvideti težave pri obratovanju in procedurah, da se izogne nepotrebni mu kompliciranju projekta.

Že pri zasnovi pregrade se mora upoštevati možnost kasnejšega povišanja pregrade.

Vsi projektni preračuni, zaključki, raziskave, testiranja in odločitve morajo biti dokumentirani.

Projektant mora prikazati konstrukcijo z vsemi detajli. Reševanje detajlov naj se ne prepušča lastnikom, vzdrževalcem oziroma izvajalcem v fazi gradnje. Prav tako je potrebno definirati materiale in konstrukcijske metode, s katerimi se zagotavlja pričakovana kvaliteta.

V splošnem se na varnost preizkuša štiri osnovne dele pregradnega objekta:

- (1) **Temeljenje:** pravilna zasnova pregrade zahteva podatke o geoloških in geotehničnih parametrih lokacije. S temi podatki je možno zagotoviti pravilen prenos obtežb telesa pregrade in akumulacije na naravna ali umetno izboljšana temeljna tla.
- (2) **Pregrada:** betonska pregrada mora biti projektirana tako, da je varna proti prevrnitvi in zdrsu in da se ob teh pogojih ne prekorači dopustnih napetosti v temeljnih tleh in/ali betonskem telesu pregrade za vse obtežbene kombinacije. Oblika in/ali zakrivljenost osi pregrade je zelo pomembna za zagotovitev stabilnosti in primernih napetostnih razmer v telesu pregrade. Posebej je potrebno obravnavati tudi varnost objekta v primeru eventualnega preliivanja vode preko krone pregrade.

S primerno razporeditvijo dilatacij in delovnih stikov v pregradnem telesu kontroliramo razvoj razpok, ki lahko nastopijo zaradi temperaturnih obremenitev, krčenja betona in delovanja konstrukcije. Za kontrolo temperaturnih vplivov se poslužujemo ukrepov, kot so: primerne beton-

ske mešanice, uporaba nizkohidratacijskih cementov, hlajenje betona v času vgrajevanja in po njem itd. Pri globalni analizi konstrukcije je potrebno upoštevati vse odprtine v pregradi, kot so kontrolni hodniki, jaški, pretočna polja ...

- (3) Pomožne zgradbe: vse pomožne zgradbe ali konstrukcije na pregradi, kot so izpusti, pretočna polja, ribje steze morajo biti dimenzionirane z isto stopnjo varnosti kot pregrada sama. V primeru, da je strojnica hidroelektrarne vgrajena v telo pregrade, jo je prav tako potrebno projektirati na enake varnostne zahteve kot glavno pregrado.
- (4) Projekt: mora detajlno specificirati tudi strojno in elektro opremo ter upoštevati odgovarjajočo proizvajalčevo dokumentacijo.

#### 4.5.3.2 Stabilnost konstrukcije

Pri izračunih stabilnosti pregrade se pregradna konstrukcija in njeni temelji obravnavajo kot enotna konstrukcija. Velikost in obširnost raziskav in pogojev temeljenja je odvisna od velikosti in pomembnosti konstrukcije in kompleksnosti lokalnih tektonskih in geoloških pogojev. Tako raziskovalni program kot geotehnične analize in projekt morajo narekovati dejanske specifične lokacijske zahteve in pogoje ter mora biti tako prožen, da omogoča prilagajanje naravnim in lastniškim pogojem.

Ob interpretaciji laboratorijskih rezultatov in/ali rezultatov preizkusov se je potrebno zavedati specifičnosti vsakega primera. Pri določanju vhodnih podatkov za projekt morajo biti usklajeni dejanski geološki podatki in rezultati preiskav. Preizkusi "in-situ" in preizkusni izkopi lahko prinesejo veliko koristnih informacij za določitev projektnih kriterijev.

Pregledi in kontrolni testi med izkopom gradbene jame nudijo zanesljivejše podatke kot predhodne raziskave.

#### 4.5.3.3 Deformacije konstrukcije

Preverjanje obnašanja konstrukcije pregrade, njene deformacije med gradnjo zaradi lastne teže in/ali dodatnih obremenitev mora biti dokazano tudi z računom in/ali modelom.

#### 4.5.4 Definicije obtežb

Pregrada in pomožne zgradbe morajo biti dimenzionirane na vse statične in dinamične obtežbe, ki bodo nastopile na lokaciji. Dinamične obtežbe morajo vključevati inercialne sile, hidrodinamične in zemeljske pritiske zaradi potresnega vzbujanja tal in odziva konstrukcije, kot tudi vse dinamične obtežbe zaradi pretokov vode preko in /ali skozi telo pregrade.

#### 4.5.5 Projektne metode

Za analizo betonskih pregrad je na voljo širok spekter metod, od enostavnih do zahtevnih. Izbor primerne metode je odvisen od tipa in velikosti pregrade, ogroženosti lokacije, obtežb, ki jih upoštevamo, pogojev

temeljenja itd. Proces projektiranja vključuje tudi ocenitev in po potrebi analitično ekspertizo, s katero se izbere in določi metoda, ki bo uporabljena. Izbor vhodnih parametrov za analizo je prav tako pomemben kot izbor same analize.

#### 4.5.6 Revizija projekta

S pregledom projektnih analiz, ki ga izvrši tehnično primerno kvalificiran kader, se zagotovi, da je projekt upošteval vse zahtevane pogoje in da je varno zasnovan. Takšen pregled vključuje pregled in potrditev vhodnih parametrov, izbrane metode analize, upoštevanje primernih faktorjev varnosti na prevrnitev, zdrs in razporeditev napetosti po telesu pregrade ter v temeljnih tleh, ob upoštevanju primerne verjetnosti nastopa obtežbenih kombinacij.

#### 4.5.7 Opazovanje (monitoring)

Obnašanje konstrukcije in njenega temeljenja se spremlja na osnovi posebnega projekta tehničnega opazovanja v času obratovanja objekta z uporabo vgrajenih ali vkopanih inštrumentov v kombinaciji z geodetskim opazovanjem predhodno vgrajenih reperjev na telesu pregrade in v njeni okolici. Primarnega pomena pri opazovanju je zbiranje podatkov, na osnovi katerih lahko kadarkoli preverimo varnostno stanje pregrade. Tako zbrani podatki služijo tudi za verifikacijo projektnih parametrov, zbiranje izkušenj in eventualno izboljševanje metod projektiranja. V telesu pregrade in temeljnem spoju opazujemo napetosti, deformacije, pritiske, temperaturo, drenažne pretoke. Z zunanjim geodetskim opazovanjem merimo premike in posedanja. O opazovanju je potrebno redno pripravljati poročila. Pri obstoječih pregradah je potrebno tudi stalno ocenjevati potrebo po eventualni modernizaciji, razširitvi ali dograditvi obstoječega sistema opazovanja.

#### 4.5.8 Spremljanje izgradnje in obratovanja

Sodelovanje Projektanta v času izgradnje in uporabe objekta je nujno potrebno, saj se s tem zagotovi, da so projektne predvideni parametri doseženi ali pa da so projektne rešitve primerno prirejene posebnim zahtevam na lokaciji ali posebnim zahtevam obratovanja.

### 4.6 NASUTE PREGRADE

Ugotovitve v točki 3.5 [Dokumentacija] so splošne in veljajo za vse pregrade. V tem poglavju podajamo dodatne posebne zahteve, ki se nanašajo na nasute pregrade.

#### 4.6.1 Prilagojenost projekta lokaciji

Projekt nasute pregrade mora upoštevati specifičnosti lokacije in rezultatov predhodnih raziskovalnih del, s katerimi so določene geomehanske karakteristike materialov, s posebnim poudarkom na strižnih trdnostih, stabilnostnih razmerah, propustnosti, konsolidaciji in analizah posedanja.

Nasute pregrade so posebej ranljive in občutljive na notranjo erozijo, če so temeljene na razpokani skali, ob prisotnosti večjih kavern, diskontinuitet ali drugih

geoloških nehomogenosti. Lokacija pregrade mora biti skrbno preiskana, tesnilne stene in temeljenje pa primerno projektirano.

#### 4.6.2 Materiali

Vsi nasipi so v splošnem lahko zasnovani tako, da se za gradnjo uporabi nasipni material, ki je na razpolago na ali v bližini lokacije pregrade. Zahteva se le predhodne raziskave karakteristik gradbenega materiala in odstranitev neprimernih materialov oziroma izvedbo posebnih zaščitnih ukrepov že na nivoju projekta. Pogosto se pokaže, da je potrebno zagotoviti dovoz primernih materialov za zaščito brežin pregrade, filtrov in drenažnih sistemov. Vsako coniranje pregradnega telesa mora upoštevati lastnosti in razpoložljive količine materialov na lokaciji ter vpliv teh materialov na proces izgradnje ter obnašanje pregrade kot celote.

#### 4.6.3 Možnost izvedbe pregrade

Projektant mora upoštevati izvedljivost pregrade glede na lokacijo nahajališč materialov za nasipanje, možnosti poplavljanja teh nahajališč v času izgradnje, naravne vlažnosti materialov, klimatske razmere v času gradnje, coniranje telesa pregrade in potrebe po posebnih materialih, ki jih ni na lokaciji. Projekt mora upoštevati zaščito vitalnih delov objekta pred preplavitvijo v času izgradnje.

#### 4.6.4 Projekt nasipa

Varnost nasipa je odvisna od njegove stabilnosti v pogojih izgradnje in obratovanja ter posebej od kontrole precejnih voda, ki lahko ogrozijo notranjo stabilnost telesa pregrade. Projektne zahteve, ki jih mora izpolniti nasip, so sledeče:

- (1) Potres: upoštevati je potrebno vpliv potresa na vse elemente projekta. Posebno pozornost je potrebno posvetiti možnosti nastopa likvefakcije, večjih deformacij, stabilnosti pregrade in bokov pregrade, možnosti razvoja razpok in posledicam preplavitve. Predvideti je potrebno vse defenzivne mere, da se prepreči usodne poškodbe.
- (2) Stabilnost: stabilnost nasipa je potrebno analizirati pri vseh možnih statičnih in dinamičnih obtežbah s tem, da se ne prekoračijo dopustne strižne napetosti v telesu nasipa in v temeljnih tleh. Upoštevati je potrebno primerne faktorje varnosti glede na verjetnost nastopa obtežbenih pogojev. Običajno se nasipi dimenzionirajo tudi na vpliv neoviranega polnjenja in praznjenja akumulacije.
- (3) Posedanje in razpoke: prečne razpoke kot posledica diferencialnih posedkov, pojava nateznih con in možnega hidravličnega loma se preprečujejo s skrbno obravnavo geometrije in izdelave bočnih nastonov, temeljev in tesnilnih sten. Na gorvodni in dolvodni strani telesa pregrade je potrebno predvideti filtrske cone primernih dimenzij ne glede na vzroke, ki bi lahko povzročili prečno razpokanje pregrade.

Nevarnost eventualnega diferencialnega posedanja je potrebno upoštevati pri načrtovanju poteka izgradnje.

- (4) Pronicanje: projekt mora zagotoviti čim manjše pronicanje vode skozi telo nasipa, njegove temelje in boke. Kljub temu se mora projektant zavedati, da običajno prihaja do določenega pronicanja in mora zato predvideti zaščitne in kontrolne mere. Tesniti je potrebno vse cone, ki bi omogočale filtriranje vode v telo, temelje ali boke nasipa. Filtri in drenaže morajo biti dimenzionirani s takšnim konservativnim pristopom, da zagotavljajo varno odvajanje precejne vode v celotni življenjski dobi objekta. Posebno pozornost je treba posvetiti tesnjenju v stiku s temelji, na bokih, s konstrukcijami vgrajenimi v nasip, zaključkom poševnih ploskev pregrade itd.
- (5) Coniranje: v kolikor se nasip gradi z delitvijo v različne cone, je potrebno zagotoviti primerno stabilnost v vseh pogojih vgrajevanja, potrebno je kontrolirati pronicanje skozi telo nasipa in s filtri zagotoviti preprečevanje izpiranja materiala.
- (6) Erozija: dolvodno in gorvodno lice, temelji in boki pregrade morajo biti zaščiteni pred erozijskimi vplivi prelivanja, valovanja in pred notranjo erozijo. Prelivi in izpusti morajo biti nameščeni in projektirani tako, da s svojim delovanjem ne erodirajo samega nasipa ali njegovega temelja.
- (7) Oprema in varnostni pogoji: za zagotavljanje varnosti je potrebno že v projekt vključiti procedure kontrolnega opazovanja nujne opreme. To predvsem velja za zapornice, drenažne črpalke in ventile, za zagotavljanje potrebnih varnostnih pogojev dvigovanja zapornic, delovanje požarnega sistema, kontrolne in alarmne sheme ter ostalo. S tem se zagotovi nemoteno funkcioniranje opreme tudi v posebnih pogojih. V primerih dvomljivih rezultatov se podvoji število meritev, merskih mest, ojači se kontrole na kritičnih točkah, preveri avtomatske varnostne pogoje in analizira možnost ročnih varnostnih operacij.

Projekt naj vsebuje navodila za zavarovanje materialov in konstrukcij pred propadanjem. Pri zasnovi pregrade je potrebno predvideti možnost pojava korozije armature v betonu in potrebne zaščitne akcije v takšnih primerih. Če je varnost objekta bistveno odvisna od konstrukcijskih elementov ali naprav, kot so vodotesna tesnila ali drenažni sistemi, je potrebno že projektno predvideti tudi drugo, alternativno vrsto zaščite. Vsi materiali morajo biti preiskani in morajo ustrezati pogojem, ki preprečujejo erozijo oziroma propadanje v času eksploatacije objekta.

#### 4.6.5 Opazovanje

Projekt nasipa in prognoza njegovega obnašanja temelji na kombinaciji teoretičnih in empiričnih spo-

znanj in postopkov, ki se vpeljujejo že v času gradnje s postavitvijo monitoring sistema. Sistem mora biti skrbno načrtovan, da času izgradnje in obratovanja zagotovi podatke o notranjih in zunanjih premikih telesa pregrade in vodnih pritiskih na kritičnih mestih v pregradi in v temeljih.

#### 4.6.6 Spremljanje izgradnje in obratovanja

Projektant mora biti vključen v postopke gradnje in obratovanja pregrade s ciljem, da sodeluje pri eventualno potrebnih spremembah projektnih rešitev. Stabilnost mora biti preverjana v in po zaključku izgradnje s tem, da se uporabi podatke o vgrajenih materialih in obnašanju pornih pritiskov ter pronicanja. Projektant mora nadzorovati obnašanje nasipa ob prvem polnjenju akumulacije in biti sposoben sprejeti primerne ukrepe ob eventualnem nepričakovanem obnašanju pregrade. Podatki o obnašanju pregrade se zbirajo tudi v času rednega obratovanja objekta. Občasno se zbrane zapise o obnašanju pregrade analizira in predstavi v obliki poročil.

### 4.7 NAČRTOVANJE IN PROJEKTIRANJE BAZENOV

#### 4.7.1 Prevajanje voda

Pri določanju pretočne količine za dimenzioniranje pretočnih polj se izvzame vse odprtine in izpuste, ki so namenjeni energetski izrabi. Če ni možnosti delnega blokiranja ali napake pri obratovanju zapornic, ko se definira prelivna sposobnost, se lahko uporabi energetske izpuste kot varnostne izpuste. Tak nujen oziroma alternativen iztok se lahko predvidi v obsegu, ki ga določita Projektant in Koncesionar in je potrjen od vladne službe (SVP), pri čemer je potrebno upoštevati tudi stopnjo možnega rizika.

Projekt (obratovalna navodila) mora vsebovati detajlna navodila za obratovanje prelivov in ostalih iztočnih odprtín. Vsako poglavje, kot so odpiranje zapornic, čas zapiranja in vrstni red, so predmet testiranja.

Poleg primarnega sistema za energetske napajanje in upravljanje sistema za odvajanje visokih voda, mora biti zagotovljen tudi neodvisen pomožen energetski sistem napajanja in upravljanja opreme.

Če zimske razmere lahko ovirajo odtok visokih voda, se mora v projektu predvideti tudi obratovanje v teh izrednih razmerah. Za odpravo ledu je boljša izvedba gretega dela zapornic kot izvedba dodatnega nujnega prelivnega praga. V področjih, kjer obstoji možnost plazov, je potrebno predvideti tudi možnost poplavnega vala in velikih pretokov.

#### 4.7.2 Stabilnost brežin bazenov

Kritična področja in brežine v bazenu morajo biti raziskane glede na stabilnost med in po polnjenju bazena ali pri hitrih denivelacijah gladine, kar bi lahko ogrozilo varnost pregrade ali drugih objektov v bazenu. Rešitve za zavarovanje nestabilnih področij mora predvideti projektant že v projektu, še posebej, če obstoji

možnost večjih zdrsov, ki bi lahko ogrozili varnost pregrade in posledično predstavljali nevarnost za človeška življenja. Pri nevarnosti večjih zdrsov v bazenu morajo biti tehnične rešitve, kot so sidranje, dreniranje itd., podprte še z izgradnjo sistema za opazovanje.

#### 4.7.3 Usedanje sedimentov v bazenu

Načrtovanje pregrade mora predvideti tudi raziskave količine, vrste in transporta sedimentov tako v bazenu samem kot tudi v pritokih, ki prinašajo sedimente v bazen. Če je potrebno oziroma sprejemljivo, naj se sedimente zadrži že pred vstopom v bazen.

Točnost in zanesljivost podatkov o suspendiranem materialu in ustrezne podatke o pretokih, ki slonijo na zgodovinskih podatkih, je potrebno preveriti še s primerjavo s podatki za podobna bližnja prispevna področja, ki imajo podobno geološko strukturo. Viri in zanesljivost vseh podatkov morajo biti preverjeni, da se izognemo napakam, ki se lahko pojavijo pri opazovanju, v podatkovnih bazah ali v procedurah.

Predvidevanje sedimentacije v bazenu omogoča prognozo možnosti izpiranja, prav tako tudi predvidevanje transportiranja sedimentov do pregrade ter vpliv letih na obremenitev pregrade. V področjih z veliko prodonosnostjo in v bazenih z velikim usedanjem lahko usedline popolnoma spremenijo karakteristike bazena v relativno kratkem času. Posledica je lahko hitro naraščanje vodne gladine, ki ima lahko za posledico tudi poplavljanja v dolvodni strugi. O možnosti takega scenarija je projektant dolžan obvestiti lastnika in sprožiti aktivnosti za preprečitev nesreče.

V področjih, kjer je pričakovati vpliv seizmičnosti in možnost premikanja gorvodno ležečega materiala, ki bi v primeru pojava likvefakcije lahko zamašil odprtine za odvod vode pri dnu pregrade, je potrebno predvideti ustrezne zaščitne konstrukcije, kot so zidovi pred vtokom itd.

Odprtine z zapornico in izpusti morajo biti projektirani tako, da z ustreznim obratovanjem lahko reguliramo nivo usedlin neposredno pred pregrado in njihovo prisotnost v dolvodni strugi. Projekt mora vključevati tudi prognozo možne abrazije betona in korozije armature v betonskem delu izpustov, meritve dejanskega stanja in možnosti popravil.

#### 4.7.4 Led in plavajoči deli

V področjih, kjer lahko led prekrije celotni bazen, je potrebno prelive dimenzionirati in zasnovati tako, da omogočajo pretok kosov ledu. V področjih s hudimi zimskimi pogoji je potrebno prelivom dograditi napravo, ki bo razbila led na manjše plošče, kakršne so sposobna prevajati pretočna polja. Tesnilni elementi zapornic morajo biti opremljeni z grelnimi napravami, da se zagotovi nemoteno odpiranje tudi v hudih zimskih pogojih. Pritisk ledu mora biti upoštevan v kombinaciji obtežb na pregrado pri stabilizaciji zasnovi pregrade.

Projekt mora vsebovati tudi analizo vrste, dimenzij in količino plavajočih in potopljenih delov, ki se lahko pojavijo predvsem med visokimi vodami.

V kolikor ni zadostnih podatkov, si lahko pomagamo tudi s podatki iz sosednjih objektov, če so le ti med seboj primerljivi. Projekt pregrade oziroma spremljajočih naprav mora omogočiti izvlačenje odpadnih delov in deponiranje na ustreznem mestu kot tudi spuščanje skozi pretočna polja in izpuste, brez nevarnosti, da bi se le-ti zamašili.

## **4.8 DOINSTALIRANJE, PREDELAVA, OBNOVITEV, POPRAVILO IN ZAPIRANJE**

### **4.8.1 Postopki pri projektiranju**

Pri vsakem doinstaliranju, predelavi, obnovitvi, popravilu in zapiranju objekta je potrebno natančno pregledati vso obstoječo dokumentacijo, vključno z vsemi dopolnitvami, ki so bile narejene in dokumentirane. Najpomembnejše je, da pred kakršnim koli posegom proučimo in razumemo celotno zasnovo objekta. Obnašanje objekta, obratovalne sposobnosti in gradbeno stanje objektov mora biti detajlno raziskano na nivoju, kot je predviden za inšpekcijsko poročilo.

Če doinstaliranje ali predelava zahtevata tudi bistvene spremembe na sami konstrukciji pregrade ali pa predpostavke in pogoji okolja, ki so bili podani v osnovnem projektu, ne ustrezajo več, je potrebno izdelati novo stabilitetno analizo za celotno konstrukcijo.

### **4.8.2 Principi in kriteriji za projektiranje**

Postopki, ki so opisani v točki 4.8.1 smiselno veljajo za vse tipe pregrad in se jih uporablja povsod, kjer jih je mogoče prilagoditi obravnavanemu objektu.

Preden se prične z detajlnim projektiranjem, morajo biti objekti, na katerih se predvidevajo modifikacije, pazljivo pregledani, zaključki pa morajo biti ustrezno dokumentirani. Zaključki morajo biti vključeni v celotno dokumentacijo pregrade.

Doinstaliranje, predelava ali obnovitev starih objektov omogoča istočasno izpopolnitev obstoječega opazovalnega sistema s ciljem povečati varnost pregrade. Način izvedbe in osnovne zahteve so opisane v elaboratu za nove objekte in smiselno veljajo tudi za obstoječe.

### **4.8.3 Odbritev projekta**

Vsak projekt velike pregrade mora revidirati in potrditi posebna revizijska komisija strokovnjakov iz področij, ki so zastopana v projektu. SVP, Investitor in Projektant skupno določijo ustrezno organizacijo ali posamezne revidente s primernimi referencami, ki revidirajo projekt, podajo svoje pripombe in sodelujejo v delu revizijske komisije. Le to sestavljajo predstavniki SVP, Investitorja in Projektanta. Končni revizijski zapisnik, ki potrjuje ustreznost in sprejemljivost projekta kot celote, je dokument, ki omogoča nadaljnje delo na projektu.

V primeru gradnje v bližini ali na vodotokih, ki potekajo na državnih mejah, veljajo ista priporočila, s tem da je tu potrebno v komisijo vključiti obe državni strani, ki morata v končnem zapisniku tudi jasno izkazati svoje strinjanje s projektom. V slučaju nestrinjanja z zaključki dela komisije se najame neodvisna konzultantska hiša, ki poda končno poročilo.

### **4.8.4 Pregled projektov doinstaliranja, predelave in popravil obstoječih objektov**

Principi pregledovanja in potrjevanja dokumentacije obstoječih objektov, ki se obnavljajo ali spreminjajo, so enaki kot pri novih objektih. Pri manjših popravilih, kjer se ne posega v stabilnostni ali celoviti statični sistem objekta, se izvedejo dela po predpisih za gradnjo objektov in ni potrebno ustanoviti posebne komisije. Upoštevati je potrebno vse znane incidente oziroma nesreče, ki so se zgodile v dotodanjem življenjskem ciklu pregrade ter posegajo v njeno varnost. Vsa spoznanja je potrebno podrobno dokumentirati.

## 5. GRADNJA

### 5.1 UVOD

To poglavje obravnava tehnične aktivnosti, ki morajo biti zagotovljene za varno gradnjo pregrad. Osnovni principi in navodila so pripravljena splošno, tako da jih lahko uporabimo pri vseh vrstah pregrad.

#### 5.1.1 Pogodba za izvajanje

Osnova za sklenitev pogodbe o izvajanju gradbenih del so pogoji na lokaciji, kot so poznani v času podpisovanja pogodbe. Vključena morajo biti vsa pričakovana dela na pripravi terena za izvedbo temeljenja in prikazana kot posebna pozicija. Pogodba naj obveže izvajalca, da predloži nadzoru predhodno obvestilo o delu, organiziranemu v izmenah tako, da se lahko organizira tudi nadzor v več izmenah.

#### 5.1.2 Povezava med projektom in izvedbo

Izvajanje del, torej sama graditev, ima lahko na več področjih direktno povratno povezavo s projektno dokumentacijo in lahko vpliva na projektno predvidene konstrukcijske rešitve. Spodaj navajamo področja, pri katerih se pojavlja neposredna povezava in direktna soodvisnost za zagotovitev kvalitetne tehnične rešitve. Pri naštevanju se sklicujemo na točke, obravnavane v poglavju 4. (Raziskave in projektiranje):

##### (4.3) Geotehnika

- Splošno, značilnosti lokacije
- Raziskave in indentifikacija geotehničnih problemov
- Geotehnični projekt
- Postopek temeljenja
- Inštrumentacija
- Kontrole in stalno spremljanje izgradnje

##### (4.4) Hidromehanska oprema

- Kontrola pretokov med izgradnjo

##### (4.5) Betonske pregrade in betonski elementi nasutih pregrad

- Prilagojenost projekta lokaciji
- Materiali
- Projektiranje konstrukcij, temeljenje
- Inštrumentacija
- Spremljanje izgradnje in obratovanja

##### (4.6) Nasute pregrade

- Prilagojenost projekta lokaciji
- Materiali
- Projektiranje konstrukcij in možnost izvedbe
- Projekt pregrade; posedki in razpoke; pronicanje
- Inštrumentacija
- Spremljanje izgradnje in obratovanja

### 5.1.3 Spremembe projekta med gradnjo

Vse spremembe projekta, tako zaradi sprememb vhodnih podatkov kot tudi zaradi dodatnih želja ali zahtev investitorja, mora pripraviti projektant pregrade.

Manjše spremembe detajlov, ki ne vplivajo na varnost in zasnovo pregrade, lahko projektant le potrdi. Vse spremembe morajo biti dokumentirane.

Geotehnične raziskave se nadaljujejo z napredovanjem del pri izkopih z osnovnim ciljem potrditve vhodnih projektnih podatkov ali pridobitve novih potrebnih podatkov za projektiranje sprememb.

## 5.2 SUPERKONTROLA IN NADZOR MED GRADNJO

### 5.2.1 Superkontrola

Skupina za izvajanje superkontrole pri izgradnji je sestavljena iz predstavnikov SVP, Lastnika oziroma investitorja, izvajalca, vzdrževalca, nadzora, Projektanta in dopolnjena z eksperti, ki imajo podporo ustreznih akreditiranih laboratorijev. Superkontrolo organizira investitor. Superkontrola nad gradnjo je zadolžena za tekoče spremljanje poteka in ujemanja del s predvidenimi rešitvami v projektu. Spremlja raziskovalna dela, ki se nadaljujejo celotni čas gradnje in imajo namen potrditi projektne parametre oziroma opozoriti na neskladje med projektom in izvedbo. Prav tako je potrebno pregledati vsak material, ki se ga vgrajuje v zahtevne konstrukcije (betoni, tesnila, injekcijske mase, gramozni in tamponski materiali, armatura itd.), kontrolira se precejne vode. Vsi postopki, metode in kriteriji za dokazovanje kvalitete morajo biti predhodno pripravljene s strani Investitorja in Projektanta.

### 5.2.2 Nadzor nad gradnjo in kontrola kvalitete

Investitor je zadolžen za organizacijo direktnega nadzora nad gradnjo. Pri tem lahko sam organizira skupino, ki je zadolžena za izvedbo nadzora, ali pa le tega poveri organizaciji, ki zadosti razpisnim pogojem za izvedbo nadzora.

Vodilni kadri izvajalca in nadzora morajo biti visoko izobraženi in s praktičnimi izkušnjami, tako da je zagotovljeno razumevanje projektnih rešitev in pogojev ter s tem varna gradnja.

V primeru, da se pojavijo v času izgradnje pogoji, ki odstopajo od predvidenih, mora imeti nadzor moč za popolno ali delno ustavitev del. Pri tem mora imeti zagotovljeno vso potrebno podporo in po potrebi zahtevati spremembo projekta. Osebe na terenu je zadolženo, da v slučaju kakršnega koli odstopanja od projektnih pogojev, o tem takoj obvesti projektanta.

Tekoče mora biti izvajan tudi projektantski nadzor in potrditev nadaljevanja del.

Rezultati notranjih in zunanjih kontrol kvalitete in pregledov konstrukcije morajo biti dokumentirani in shranjeni kot pomembni podatki o konstrukciji. Ti podatki morajo vsebovati tudi informacije o materialih,

metodah gradnje, rezultatih raziskav in testiranj, geološkem kartiranju izkopnih del, pogojih temeljenja in pregledih tal.

Vsa merjenja in sledenja rezultatom že vgrajenih inštrumentov, ki takoj po vgradnji pričnejo opravljati polno funkcijo monitoringa spremljanega parametra, morajo potekati skladno z napredovanjem gradnje. Namen je, da se sledi in primerja projektne predpostavke z dejanskimi vrednostmi parametrov, merjenimi na terenu. Podatke je potrebno posredovati projektantu, ki tudi preveri ujemanje s predpostavkami in pri razhajanju takoj ukrepa.

Vse spremembe se tekoče vnaša v posamezne načrte, kar se v končni fazi uporabi pri izdelavi projekta izvedenih del.

Vse preglede konstrukcije se dokumentira s poročili, risbami, fotografijami in vsem, kar bi lahko omogočilo v bodočnosti ugotavljanje eventualnih neskladij.

Nadzoruje in dokumentira se tudi izvedba tesnilnih del. Specifičnosti izvedbe, kot so vrsta, način in dolžina vrtanja, rezultati testov vodnih pritiskov tudi med vgrajevanjem, temperature, mešanice za injektiranje, injekcijski pritiski, odri za vrtanje, vrtalne garniture, deformacije pred in po injektiranju itd., morajo biti skrbno dokumentirane.

Superkontrola in nadzor morata sodelovati tudi pri testiranju obratovanja opreme.

V primeru nastopa izrednih razmer med gradnjo, kot so nastop visoke vode, potresa, ognja ali nenadnih sprememb pri registraciji rezultatov meritev monitoringa, se skliče posebna inšpekcijska komisija.

## 5.3 USMERITVE VODIJ IZGRADNJE IN NADZORNIKOV

Kadri, ki vodijo izgradnjo, vključno s predstavniki investitorja in SVP, morajo razumeti filozofijo projekta in vse predpostavke v zvezi s pogoji lokacije in funkcijo konstrukcije. Prav tako morajo biti seznanjeni z razlogi po posebnih tehničnih ukrepih, ki jih zahteva projektant. V sklopu aktivnosti pred gradnjo je potrebno poskrbeti za informiranje sodelujočih o posebnostih lokacije in zahtevah po sodelovanju posameznih inženirskih disciplin v času same izgradnje. Pri velikih projektih je potrebno periodično organizirati sestanke med projektanti in izvajalci, kjer se prediskutira naslednja faza izgradnje. Pri pripravi del za pomembne faze gradnje lahko izvajalec zahteva sodelovanje projektanta, tako da se zagotovi, da je predviden način izvajanja del v skladu s projektno predvidenimi cilji.

Popisi del, dodatna poročila, sestanki za seznanjanje izvajalca s pogoji lokacije, značilnostmi pregrade in cilji projekta morajo vsebovati sledeče točke:

### 5.3.1 Glede na projekt

- (1) Projektne osnove: razlaga filozofije, predpostavk in vzrokov za posebne zahteve, s katerimi se zagotovi projektni cilj.

- (2) Potek izgradnje: ugotovitev in pojasnilo datumov posameznih faz izgradnje, s katerimi se zagotovi s projektom predvidene zahteve gradbenih aktivnosti.
- (3) Sistem inštrumentacije: opis tipov inštrumentacije, njen namen, postopki montaže vsakega inštrumenta, metode in način odčitavanja, pomembnost takojšnjega prenosa podatkov v obdelavo in povratne informacije.
- (4) Previdnost in obvladovanje vode: opis projektnih zahtev, ki zagotavljajo zaščito in kontrolo nad poplavno nevarnostjo, kontrolo kalnosti in z njo povezanimi nevarnostmi za pregrado. To vsebuje tudi projektne zahteve za kontrolo normalnih pretokov skozi gradbišče in zagotavljanje odvijanja del na suhem. Poudarjeni morajo biti pristopi za zagotovitev varnosti pred poplavitvijo gradbišča.

### 5.3.2 Glede na temeljenje

- (1) Opis: obravnava pričakovane pogoje temeljenja, to je površinski sloj, splošen opis skale, nehomogenosti, kot sta razpokanost, slojevitost, prelome in pogoje sprejemljive za temeljenje.
- (2) Izkop: presoja globine in materialov, ki jih pričakujemo, kontrolne mere odvodnjanja, miniranja, kritična področja, ocena količin in sprejemljive vrednosti za temeljenje.
- (3) Priprava: pregled metod za pripravo temeljenja na skali, kot so čiščenje, uporaba mrež, malt, brizganega betona, skalnih sider, injektiranja, obdelava nepravilnosti, kot so razpoke, strižne razpoke, prav tako pa tudi vse potrebne dodatne raziskave, da se zagotovi pričakovane rezultate. Sem sodi tudi pregled metod za pripravo temeljenja na zemljinah in pregled možnih vrst transportov in vgrajevanja materiala.

### 5.3.3 Glede na materiale

- (1) Materiali iz zahtevanih izkopov: definicije sprejemljivih in nesprejemljivih lastnosti materialov, zahteve v zvezi s posebnimi postopki, določitev deponij.
- (2) Ostali izkopani materiali: določitev lokacij in količin uporabnih materialov, ki temelji na rezultatih predhodnih raziskav. Pregled mineralnih metod, ki bodo zagotovile predvideno kvaliteto in velikost skale. Ocena količin neuporabnega materiala in mest, kjer se bo odlagal.
- (3) Nasipi: opisi sprejemljivih in nesprejemljivih lastnosti materialov, način vgrajevanja, postopki komprimiranja za vsako cono posebej. Pregled zahtevanih postopkov za področja v bližini bokov, inštrumentov, stikov posameznih con in/ali konstrukcij.
- (4) Beton: določitev primernih nahajališč agregata, kontrola projekta betona, priprava in



obdelava stikov in površin, obdelava zaključnih površin, tolerance in način vgrajevanja.

#### 5.3.4 Gradnja splošno

- (1) Kontrola na gradbišču: kontrola kvalitete mora biti vpeljana v vseh fazah graditve. Pripravljeni morajo biti sprejemljivi postopki za vgrajevanje betonov, nasipavanja in skalometov.
- (2) Gradbene aktivnosti: polaganje armature in vgradnja jeklenih elementov s posebno obravnavo na pomembnih delih koncentracije armiranja.
- (3) Strojno-električne aktivnosti: opis postopkov montaže opreme, posebni postopki, testiranja, protikorozijska zaščita.
- (4) Okolje: določitev kontrolnih postopkov, s katerimi se bo zagotovilo minimalne poškodbe na okolju, ki so v skladu z veljavno regulativo in zagotavljajo vključevanje javnosti.

### 5.4 ZAGOTOVITEV IZGRADNJE

- (a) Postopki gradnje: izbrane morajo biti metode in postopki, ki zagotavljajo, da bo objekt zgrajen skladno s projektnimi zahtevami. Projektant in izvajalec morata zagotoviti fleksibilnost, ki je potrebna, da se spremeni projekt, material in postopki izgradnje, v kolikor to narekujejo spremenjene okoliščine na gradbišču. Generalni projektant naj vzdržuje stik z izvajalsko ekipo, kar onemogoča konflikt med projektantskimi predvidevanji in dejansko izvedbo. Njegova zadolžitev je tudi, da nadzoruje postopke organizacije in same izgradnje. To vključuje tekoče svetovanje, redne preglede nadaljevanja del in prvenstveno predstavlja povezavo med izvedbo in projektantsko skupino.
- (b) Testiranje gradbenih materialov, ki se vgrajujejo, poteka na dveh nivojih:
  - (1) V sklopu tekoče kontrole izvajalca, kot pomoč za pravočasno ugotovitev morebitnih odstopanj dejanskih kvalitet materialov od predpisanih. Gradbiščni laboratorij mora biti primerno opremljen in kadrovsko zaseden, tako da nudi neposredno podporo gradbiščnim nadzornim službam.
  - (2) V sklopu superkontrole, ki omogoča nadzoru neodvisno kontrolo kvalitete vgrajenih materialov. Izvaja se v akreditiranih laboratorijih.

S posebnimi ukrepi je potrebno tudi preverjati postopke testiranja, tako da se zagotavlja stalen nivo kvalitete.

- (c) Kontrola kvalitete (QA): nujno je zagotoviti primeren sistem zagotavljanja kontrole kvalitete s postopki, ki zagotavljajo izgradnjo varne pregrade. Sistem QA mora zagotoviti, da se gradi v skladu s projektom in pogodbami, ugotovi

potrebo po spremembi projektnih rešitev in dokumentira vse gradbene aktivnosti skupaj s testnimi rezultati. Dnevna inšpekcijska poročila, rezultati laboratorijskih testiranj in fotografiranje so minimalne zahteve za dokumentacijo.

V skladu s QA programom morajo biti vsi načrti pregledani in potrjeni, med njimi tudi:

- terminski plani izgradnje,
- varnostni program,
- obvladovanje vode,
- protipožarni ukrepi,
- situacija gradbišča,
- mere za zaščito okolja,
- inventar opreme,
- odvodnjavanja temeljev in nahajališč nasiplnega materiala,
- načrt izkopov za temelje in načrt nahajališč materiala,
- postopki vrtanja in miniranja,
- postopki vgrajevanja betona,
- vzpostavitev okolice gradbišča v prvotno stanje.

### 5.5 PREUSMERJANJE REKE IN POLNJENJE BAZENA

#### 5.5.1 Preusmerjanje reke

Kriteriji in osnovni koncept, na katerem je zgrajen načrt preusmerjanja reke v času gradnje, je odvisen od možnosti ponavljanja visokih voda, sprejemljivega rizika, stroškov itd., ki jih skupno ocenijo projektant, investitor in izvajalec, po potrebi se vključi tudi SVP.

Dokler so posamezne faze preusmerjanja reke tesno povezane s predhodnimi fazami izgradnje in sezonskimi hidrološkimi pogoji, se mora preveriti usklajenost vsakega od pogojev s predvidenim načrtom odvijanja del. Vsako odstopanje od predvidenih aktivnosti, kot je zmanjšanje obsega gradnje, spremembe konstrukcij v času preusmerjanja, zmanjšanje kapacitete pretoka obtočnega kanala, ima za posledico spremembo rizika. Po oceni velikostnega reda te spremembe in njene sprejemljivosti nove stopnje rizika se odloči o izvajanju dejanskih aktivnosti.

#### 5.5.2 Prvo polnjenje bazena

Prvo polnjenje bazena mora potekati po natančno določenem planu, ki ga skupno pripravijo projektant, lastnik, obratovalci in nadzor in se ne sme pričeti, dokler ga ne odobri SVP.

Predno se zaprosi za dovoljenje za polnjenje, morajo biti končana vsa s projektom predvidena dela za to fazo in izpolnjeni vsi varnostni pogoji. Posebno pozornost je potrebno posvetiti odstranitvi vseh gradbenih in drugih odpadkov. Pri velikih bazenih je potrebno

posvetiti pozornost tudi varnostnim ukrepom za reševanje življenj ljudi in živali. Pred polnjenjem bazena je potrebno izvesti pregled celotnega bazena, ki ga izvršijo projektant, lastnik, nadzor in organizacija, ki bo prevzela bazen v upravljanje (pooblaščen ekipa, ki spremlja celotno gradnjo že od zasnove).

Med polnjenjem se po posebnem projektu meri in zasleduje obnašanje objektov, precejanje voda, prepuščanje, pritiske ali kakršnokoli nenormalno obnašanje, ki ni v skladu s projektnimi predvidevanji. Polnjenje naj poteka z zakasnitvijo glede na varnostni pregled. Celotna operacija mora biti natančno dokumentirana. Zapisi morajo biti zabeleženi v neskrajšani obliki in morajo vsebovati detajlni opis pogojev in procedur pri polnjenju bazena, vzroke za spremembe, rezultate in ugotovitve pregleda, podatke opazovanja in njihovo interpretacijo kot tudi celotno fotografsko dokumentacijo.

Če se pričakuje seizmično aktivnost (inducirana seizmičnost), je potrebno zasledovati tudi rezultate seizmičnega opazovanja. Izkušnje kažejo, da se seizmične aktivnosti, povzročene zaradi polnjenja bazena, pričnejo šele po tednih ali mesecih po prvem polnjenju bazena.

## 6. OBRATOVANJE IN VZDRŽEVANJE

To poglavje obravnava tehnične aktivnosti pri obratovanju, vzdrževanju, periodičnih tehničnih inšpekcijah in planiranju aktivnosti v izrednih razmerah.

### 6.1 OBRATOVANJE IN VZDRŽEVANJE

#### 6.1.1 Splošno

Cilj, ki ga želimo doseči, je zagotoviti varno obratovanje pregrade in akumulacije ter razviti program vzdrževanja, ki bo zagotovil redna popravila vseh sestavnih delov objekta. Vsak Lastnik pregrade je odgovoren za pravilno in varno obratovanje objekta ter njegovo vzdrževanje.

Kader, ki skrbi za obratovanje in vzdrževanje, mora biti izbran na osnovi sposobnosti sprejemanja različnih znanj, ki se potrebujejo pri tem delu. Spoznati mora vse posebnosti in obveznosti konkretnega objekta, kar se vodilnim obratovalcem omogoči s posebnim usposabljanjem in njihovim vključevanjem v faze gradnje objekta.

Vsa obratovalna in vzdrževalna navodila je potrebno glede na vse tekoče spremembe stalno obnavljati. Zapis inšpekcij in testiranj opreme je potrebno hraniti in po potrebi dostavljati odgovornim za varnost pregrade.

#### 6.1.2 Obratovalni postopki

Za vsako pregrado in spremljevalne objekte morajo biti pripravljena pisna navodila za obratovanje. Navodila morajo pokrivati funkcijo pregrade in akumulacije in predvideti postopke v primeru poplav, ki bodo zagotovili varnost pregrade.

Pripravljena morajo biti navodila za obratovanje bazena v normalnih in izrednih pogojih delovanja.

Predvsem je potrebno redno pregledovati in zasledovati rezultate meritev usedanja plavin, vpliv le-teh na dvig vodne gladine v času nastopa visokih voda kot tudi zasledovati pojave višjih voda od predvidenih ter na podlagi analiz pričeti razmišljati o povečanju pretočnih kapacitet objektov odvajanja voda, če se izkaže za potrebno. Hkrati je potrebno zasledovati tudi kvaliteto vode in pojave eventualnih strupenih snovi v bazenu.

Za delovanje opreme na izpušnih in pretočnih poljih mora biti zagotovljen rezervni vir napajanja in upravljanja. Na pretočnih odprtinah ne sme biti ničesar, kar bi lahko omejevalo pretočno sposobnost le-teh.

S časom se lahko pojavi zmanjševanje pretokov skozi talne izpuste ali druge odprtine, kar je potrebno nemudoma sanirati in o tem obvestiti SVP. Prav tako je potrebno kontrolirati vplivno območje spodnje vode glede na pojav erozijskih poškodb, ki bi lahko ogrozile konstrukcijo ali povzročile dvigovanje dna. To bi imelo za končno posledico zmanjševanje pretočnih sposobnosti korita.

Za delovanje opreme na izpustih in pretočnih poljih mora biti zagotovljen rezervni vir napajanja.

Vse zapornice na pretočnih poljih in izpustih morajo biti testirane za normalne obratovalne pogoje. Pri testiranju je potrebno preizkusiti delovanje primarnega in rezervnega sistema napajanja.

Na vseh pomembnejših objektih mora biti zagotovljena varnost in zaščita objekta pred sabotажami, vandalizmom in nepredvidenim obratovanjem zapornic na izpustih in pretočnih poljih.

Varnost in zaščita prebivalstva ima prioriteto pri obravnavi možnosti eventualne porušitve ali težjih poškodb vsake pregrade. Varnostni ukrepi morajo zagotavljati vidno označitev poplavnih območij zaradi poplavnega vala, organiziran mora biti sistem obveščanja.

Vzdrževati je potrebno povezave z vladnimi telesi, ki so odgovorna za javno varnost in tudi varno delovanje pregrade. Komunikacije lahko potekajo preko pisnih sporočil, telefona, uporabe radijskih zvez, televizije in časopisov.

### 6.1.3 Postopki vzdrževanja

Za kontrolo stanja voda morajo biti pripravljena pisna navodila za vzdrževanje vse opreme in pripomočkov, vključno s telekomunikacijsko opremo, sistemi za napajanje z električno energijo in monitoring opremo.

Posebna navodila se pripravijo za inšpekcijske postopke pregledov objekta po izrednih dogodkih, kot so potres in poplave.

Potrebni so postopki vzdrževanja objekta in opreme s periodičnimi preventivnimi vzdrževalnimi aktivnostmi, kot so barvanja, podmazovanja, protikorozijska zaščita in popravila, ki zagotavljajo, da bo oprema vedno uporabna in primerna za obratovanje. Sem štejejo tudi manjša popravila na konstrukciji, vzdrževanje drenažnih sistemov, manjša popravila na razpadajočih betonih ter nizvodnem licu pri nasutih pregradah. Projektant mora biti seznanjen z vsemi obsežnejšimi vzdrževalnimi posegi.

Redno je potrebno pregledovati in zasledovati rezultate meritev usedanja sedimentov, vpliv le-teh na dvig vodne gladine v času nastopa visokih voda, prav tako je potrebno zasledovati pojave višjih voda od predvidenih ter na podlagi analiz spremeniti navodila za obratovanje ali povečati pretočne kapacitete objektov odvajanja voda, v kolikor je to potrebno. Hkrati je potrebno zasledovati kvaliteto vode in pojave eventualnih strupenih snovi v bazenu. Vse spremembe obratovalnih pravil, zmanjšanja volumna bazena ali predvidene spremembe konstrukcije ali načina obratovanja mora Koncesionar javiti SVP in Projektantu.

Funkcioniranje varnostnega sistema pred poplavami mora biti preverjeno vsako leto ob začetku mokre sezone.

## 6.2 PROGRAM PERIODIČNIH INŠPEKCIJ

### 6.2.1 Splošno

Namen periodičnih inšpekcijskih pregledov pregrade je, da se v celotnem življenju objekta preverja neokrnjenost ter s tem zagotovi zaščita ljudi in premoženja. Periodične inšpekcije odkrivajo pogoje, ki bi lahko vplivali na pravilno delovanje pregrade in ogrozili njeno varnost. Ob odkritju takšnih pogojev je potrebno takoj oceniti primernost konstrukcije in njene opreme s stališča primernosti za opravljanje funkcije, za katero je bila projektirana. Oceniti je potrebno tudi možnosti poslabšanja stanja in na osnovi tega predvideti postopke za popravilo.

Pri tem je potrebno upoštevati sledeče splošne principe in navodila:

Vse obstoječe pregrade, pri katerih se odkrije povečana nevarnost, je potrebno preveriti v skladu z najnovejšimi spoznanji v stroki in najnovejšimi kriteriji. Nove pregrade se projektira in zgradi po trenutno veljavnih tehničnih kriterijih in pozitivnih praksah s tega področja.

Inšpekcijski pregledi pregrad, pomožnih konstrukcij in akumulacij se izvajajo periodično za vse obstoječe pregrade, pri novih objektih se izvrši začetni inšpekcijski pregled po zaključku izgradnje, nato pa se vršijo pregledi periodično kot za vsako obstoječo pregrado.

### 6.2.2 Vrste in pogostost inšpekcijskih pregledov

V tem delu se obravnava pogostost in vrsta inšpekcijskih pregledov v splošnem, kar pa ne pomeni, da so le-ti lahko pogostejši, v kolikor je to potrebno zaradi posebne problematike na obravnavanem objektu. Ti pregledi so lahko tudi manj pogosti pri objektih, ki so locirani na manj hazardnih lokacijah in so sicer v solidnem stanju.

Za vsak inšpekcijski pregled se je potrebno držati postopkov, s katerimi se predpiše vse značilnosti, ki jih je potrebno kontrolirati, pogostost pregledov, datum zadnjega pregleda, datum zadnjega inšpekcijskega pregleda, zapise o vzdrževalnih delih, popravilih in datum naslednjega inšpekcijskega pregleda.

Inšpektor mora biti pazljivo izbran, imeti mora primerne kvalifikacije, ki odgovarjajo njegovemu nivoju odgovornosti, in izkušnje v inšpekcijskih postopkih. Kvalifikacija in potrebne izkušnje lahko variirajo z kompleksnostjo objekta in nivojem inšpekcije.

- (1) Neformalna inšpekcija: namen te inšpekcije je imeti stalen pregled nad stanjem pregrade. Zaposleni na pregradi vršijo pogoste preglede pregrade, pomožnih zgradb, delovanja in vzdrževanja. Ugotoviti morajo nenormalne pogoje in o njih poročati v skladu z navodili. Specialisti pripravijo detajlni spisec točk, ki jih je potrebno pregledati. Kader, ki vrši pregled, se mora zavedati pomembnosti in nujnosti svojega dela. Vsaka neobičajna situacija mora biti takoj sporočena predpostavljeneemu.

Posebno pozornost je potrebno posvetiti pronicanju, erozijskim pojavom, nestabilnosti pobočij, neenakomernim posedkom, razpokam, nedelovanju drenaž itd.

Pogostost neformalne inšpekcije določa izkušen inženir, pri čemer upošteva velikost objekta in potencialno nevarnost za dolvodno področje.

Operater izvrši inšpekcijo takoj po nenavadnem dogodku, kot je velika poplavna voda, potres, preprečena sabotaža, vandalizem itd.

Kvalifikacije osebja, ki vrši neformalno inšpekcijo: to vrsto inšpekcijskih pregledov lahko vrši osebje lastnika brez posebne inženirske ali inženirsko-geološke izobrazbe. Kljub temu pa mora biti osebje primerno izbrano tako, da ima dovolj izkušenj in treninga za takšno delo, da lahko ugotovi nenormalne pogoje. S preizkusom mora dokazati usposobljenost za tovrstno delo in imeti primeren in resen odnos do pomembnosti in odgovornosti tega dela. Osebje mora dobiti pisna navodila za opravljanje dela in biti periodično tudi izprašano, s čimer se presodi sposobnost izvajanja navodil.

- (2) Vmesna inšpekcija: z vmesno inšpekcijo se temeljito pregleda pregrado in pomožne objekte skupaj z dokumentacijo zadnjega inšpekcijskega pregleda. Pri odkritju nenormalnosti, ki so izven ekspertnih znanj inšpektorja, je potrebno dodatno angažirati strokovnjake s tega področja

Pri visoko hazardnih pregradah se vmesne inšpekcijske preglede praviloma izvaja vsako leto in ne redkeje kot na dve leti. Pri ostalih pregradah se določi frekvenca pregledov glede na tip in velikost ter s tem povezano pomembnost glede na potencialne poškodbe.

Kvalifikacije osebja, ki vrši vmesno inšpekcijo: vmesno inšpekcijo vrši tehnično izobražen kader, ki ima izkušnje pri obratovanju in vzdrževanju pregrad ter znanja, da lahko ugotovi nenormalne pogoje na objektu. Inšpektor mora imeti dostop do vse potrebne dokumentacije, posebej do vseh kronoloških zapisov o obratovanju in vzdrževanju pregrade. Seznanjen mora biti z vsemi posebnimi postopki pri obratovanju.

Ugotovitve morajo biti dokumentirane. V primeru odstopanja od pričakovanega stanja je potrebno sprožiti postopek analize vzrokov in posledic.

- (3) Formalna in specialna inšpekcija: formalna inšpekcija se izvaja s ciljem periodično preveriti integriteto objekta in vseh pomožnih zgradb. S formalno inšpekcijo se pregleda in oceni, ali varnostno stanje ustreza trenutno veljavnim tehničnim kriterijem in dobri tehnični praksi. V postopke inšpekcije je vključen tudi pregled vseh dokumentov o raziskavah, projektiranju, izgradnji, obratovanju in vzdrževanju. V pre-

gled stanja konstrukcije pregrade in pomožnih zgradb se vključi tudi preglede podvodnih delov konstrukcij, ki se jih opravi s pomočjo potapljača. Izvajajo jo ekipe visoko strokovnih ekspertov. Vsi pregledi se opravljajo na podlagi predhodno pripravljenih formularjev, s katerimi se zagotovi, da so pregledani vitalni deli pregrade. Ta inšpekcija mora preveriti tudi primernost obratovalnih navodil in ali jih osebje na pregradi pozna. S posebnimi postopki se preverja obstoječo inštrumentacijo, njeno delovanje in zbiranje podatkov o obnašanju konstrukcije ter povezave in načine delovanja v izrednih razmerah.

Formalna inšpekcija se izvaja periodično najmanj na vsakih pet (5) let. Glede na posebnosti posamezne pregrade in eventualne slabe izkušnje pri obnašanju objekta v preteklosti se formalna inšpekcija lahko izvaja tudi pogosteje.

Pogostost specialnih inšpekcij: specialne inšpekcije se izvršijo takoj po tem, ko objekt preživi neobičajen in velik dogodek, kot je zelo visoka poplavna voda, močan potres, sabotaža ali kakšen drug dogodek, ki ga opazi Koncesionar.

Rezultate pregledov se dostavi SVP, ki ugotovi ustreznost objekta za nadaljnje obratovanje.

Kvalifikacije osebja, ki opravlja formalne in specialne inšpekcije: te inšpekcije izvajajo izkušeni inženirji z licenco in potrebnimi teoretičnimi in praktičnimi izkušnjami s področja raziskovanja, projektiranja, izgradnje, in obratovanja pregrad. Inšpekcijska ekipa se sestavi na osnovi specifičnosti vsake lokacije ob upoštevanju tipa pregrade. V inšpekcijsko ekipo se vključujejo tudi posamezniki s posebnimi znanji s področja konstrukterstva, geomehanike, geologije, poznavanja materialov, hidravlike, strojništva in elektrike. Sposobni morajo biti interpretirati obnašanje pregrade v povezavi s pogoji, ki se pojavljajo na lokaciji. Inšpekcijska ekipa se mora pred začetkom inšpekcijskega pregleda primerno pripraviti in preučiti vso dokumentacijo, ki se nanaša na varnost pregrade.

### 6.2.3 Inštrumentacija

Inštrumentacija pregrade se uporablja kot dopolnitev vizualnega pregleda pregradnega objekta in pomožnih konstrukcij. Ob rednem zbiranju in analitični obdelavi rezultatov, zbranih z inštrumentalnim opazovanjem pregrade, se lahko ugotovi tudi nepravilnosti v obnašanju konstrukcije ali kritične pogoje, v katerih se nahaja. Inštrumentalno spremljanje pa je lahko tudi osnova za ocene, da določene nenormalnosti, ugotovljene z vizualnim pregledom, niso kritične za objekt ter da zaradi tega ni potrebno sprožiti takojšnjih akcij za njihovo odpravo.

- (1) Primernost inštrumentacije: inštrumentacija za opazovanje delovanja in obnašanja pregrade mora biti uporabljena povsod tam, kjer so neobičajni in kompleksni pogoji lokacije ali kjer obstaja visoka verjetnost poškodbe pregrade, ki bi lahko ogrozila človeška življenja ali povzročila veliko gospodarsko škodo. Inštrumentacijo je potrebno periodično preizkušati tako, da se preverja pravilnost njenega delovanja. Občasno je potrebno tudi presoditi, ali izvedeni sistemi inštrumentacije na pregradi še odgovarjajo potrebam zbiranja podatkov ali pa jih je potrebno izpopolniti oziroma zamenjati z novejšimi.
- (2) Spremljanje opazovalnih sistemov: inštrumentalno opazovanje pregrade vrši posebej izučen kader, ki mora biti sposoben, da ob anomalijah pri zbranih podatkih takoj primerno reagira in obvestiti osebo, odgovorno za varno delovanje pregrade.
- (3) Frekvenca odčitavanja podatkov: frekvenco odčitavanja podatkov na inštrumentih se določi že v fazi projektiranja opazovalnega sistema. V posebnih pogojih, ko prihaja do hitrih sprememb velikosti spremljanih količin, se pogostost odčitavanj zgosti. Število odčitavanj se lahko zmanjša, če se oceni, da v daljšem časovnem obdobju ne prihaja do deviacij v rezultatih.
- (4) Analiza podatkov: podatke, zbrane z inštrumentalnim opazovanjem, je potrebno periodično preverjati in ovrednotiti. To vrednotenje mora biti primerjano s projektnimi vrednostmi parametrov. V zaključku analize se podajo predlogi za nadaljnje aktivnosti, vključno s predlogi za eventualno izboljšanje dejanskega stanja.

#### 6.2.4 Odprava pomanjkljivosti

Pri odpravi pomanjkljivosti je potrebno ločiti med prioritetskimi korekcijskimi akcijami in aktivnostmi, ki sodijo v področje normalnega vzdrževanja. Pri vsakem inšpekcijskem pregledu je potrebno preveriti, ali so se izvršile predhodno predpisane aktivnosti. V primeru, da se niso, je potrebno analizirati vzroke in po potrebi s primernimi ukrepi zagotoviti izpolnitev zahtev inšpekcije.

#### 6.2.5 Dokumentacija

Potrebno je voditi primerno dokumentacijo o trenutnem stanju pregrade ter hraniti vso dokumentacijo o raziskovalnih delih, projektu, izgradnji, delovanju in vzdrževalnih delih. Zagotovljeno mora biti sledenje dokumentacije od začetnih razmer na lokaciji, ki izvirajo iz časov pred začetkom izgradnje, do trenutnega stanja. V sklopu vse dokumentacije se posebej vodi zapise o inštrumentalnem opazovanju in inšpekcijskih pregledih.

Vsi inšpekcijski pregledi morajo biti dokumentirani. Obseg dokumentacije o inšpekcijskih pregledih variira glede na tip inšpekcijskega pregleda. Za neformalni inšpekcijski pregled je zapisnik zadostna dokumenta-

cija. Pri vmesnih inšpekcijskih pregledih se poleg zapisnika pripravi tudi poročilo, ki vsebuje detaljne opise in priporočila za odpravo nekorektnosti. Formalni in specialni inšpekcijski pregled se zaključi s kompletnim tehničnim elaboratom, v katerem se obdela vse ugotovitve, predlagane korektivne aktivnosti in priporočila.

Vsa inšpekcijska dokumentacija mora biti vodena v obliki, ki zagotavlja sledljivost glede na prejšnje inšpekcijske preglede in mora natančno popisati čas izvajanja, vršilca inšpekcije in ugotovitve.

### 6.3 PLANIRANJE AKTIVNOSTI V IZREDNIH RAZMERAH

#### 6.3.1 Splošno

Namen vse tehnične regulative, ki ureja projektiranje, izgradnjo, delovanje, vzdrževanje in inšpekcijske preglede pregrad je, da se zmanjša nevarnost poškodb na pregradi na najmanjšo možno mero. Kljub pazljivemu izpolnjevanju vseh zahtev te regulative še vedno obstoji določena stopnja rizičnosti objekta oziroma možnosti, da pride do resnih poškodb na objektu.

Vsak lastnik pregrade je dolžan preveriti možne načine porušitve pregrade, ugotoviti, s kakšnimi znaki bi se vsak način porušitve napovedoval in skladno s tem tudi predvideti aktivnosti, ki bi jih bilo potrebno izvesti v takšnih razmerah. V vsakem primeru je potrebno predvideti aktivnosti v primeru nastopa "trenutne poškodbe" kot najslabše možnosti in na osnovi tega planirati aktivnosti obveščanja in evakuacije dolvodnih ogroženih področij. Takšno planiranje mora biti izvedeno v koordinaciji z lokalnimi oblastmi, še posebej za predvidene primere, ko bi bilo ogroženo prebivalstvo.

#### 6.3.2 Določitev ogroženih področij

V sklopu planiranja aktivnosti v izrednih razmerah je potrebno:

- določiti možen način porušitve pregrade;
- pripraviti karte poplavnih področij;
- ugotoviti reakcijski čas, ki je potreben, da se s pregledom pregrade in pogojev, v katerih se nahaja, ugotovi, ali obstaja nevarnost počasne, napredujoče ali hitre porušitve pregrade.

#### 6.3.3 Akcije za preprečevanje poškodb ali za zmanjšanje vplivov poškodb

Vsak objekt mora imeti pripravljen Načrt zaščite in reševanja (NZR). V sklopu tega načrta mora biti določeno osebje in aktivnosti, ki jih mora to osebje izvrševati v različnih pogojih nevarnosti (počasna, napredujoča in trenutna poškodba pregrade).

Načrt evakuacije prebivalstva: pri izdelavi tega načrta Lastnik pregrade le sodeluje, izdelajo pa ga s sodelovanjem lokalnih in državne oblasti.

Pripravljene morajo biti rezerve primerne materiala za korektivne aktivnosti v izrednih razmerah. Količina in tip materiala je odvisen od tipa in ostalih karakteristik pregrade.

Ugotovljene morajo biti možnosti angažiranja lokalne delovne sile in opreme v primeru nastopa izrednih razmer.

Obratovalno osebje na pregradi mora biti seznanjeno s postopki in primerno trenirano za izpolnjevanje aktivnosti v nujnih primerih.

Poveča se frekvenca odčitavanja inštrumentov ob nastopu kritičnih razmer, ki bi lahko ogrozile varnost pregrade.

#### 6.3.4 Aktivnosti po ugotovitvi nevarnosti

Aktivnosti so odvisne od narave problema in razpoložljivega časa za izvedbo posegov za odpravo nevarnosti. Če čas dopušča, se izvede vsaj ena od naslednjih akcij:

- obvestiti je potrebno nadrejene službe,
- sprožiti je potrebno predhodno predvidene akcije za odpravo nevarnosti,
- oceniti je treba pogoje in po potrebi sprožiti opozorilni sistem za javnost.

#### 6.3.5 Koordinacija na meji med sosednjima državama

V primeru izvajanja aktivnosti, katerih posledice imajo lahko vpliv tudi preko državne meje, se mora predhodno izvesti funkcionalne in časovne uskladitve s sosednjo državo, ki se jih potrdi s strani pristojnih vladnih služb obeh držav. Meja ne sme ovirati nujnih posegov.

## 7. ZAKLJUČKI

- (1) V Sloveniji posebne regulative za področje pregradnega inženirstva ni. Problematika načrtovanja, gradnje, obratovanja in varnosti pri pregradah je vključena v zakonodajo in tehnično regulativo, ki obravnava gradbene objekte v splošnem in so zaradi tega deli regulative, ki se konkretno nanašajo na področje pregradnega inženirstva in ga tudi urejajo, zelo razpršeni, nepregledni in v določenih segmentih tudi nepopolni.
- (2) Pričujoče osnovne smernice so izhodišče za izdelavo tehnične regulative, ki bo urejala in predpisovala aktivnosti in postopke za varno obravnavanje pregradnih objektov. S tem je mišljeno celotno področje obravnavanja pregrad in pridruženih objektov. Ob upoštevanju domače in tuje prakse in literature so postavljene osnovne smernice za izdelavo regulatornih aktov. Predlagana je organizacija subjektov na področju pregradnega inženirstva na način, ki bo zagotavljal optimalno doseganje varnosti pregrad v meri in obsegu, za katerega smatramo, da je v današnji organizaciji slovenske družbe mogoč in izvedljiv.
- (3) Osnovni principi pričujočih smernic se nanašajo na vse tipe in velikosti pregrad, tudi jalovinskih, in sami po sebi še niso pravilniki ali standardi za praktično uporabo pri obravnavi pregrad, so pa osnove za izdelavo tehnične regulative. Brati jih je kot smernice, ki jih je potrebno pri praktični, konkretni aplikaciji za vsak posamezni objekt, privzemati kot navodilo in z določenim premislekom tako, da bodo sprejete odločitve logične ter ustrezne tipu, velikosti, kompleksnosti in stopnji ogroženosti pregrade.
- (4) V ločenih poglavjih so obdelana zakonska izhodišča in situacija v svetu in pri nas, opredeljeni so namen in cilji, ki jih s pričujočim aktom skušamo doseči, predlagana je organizacija državnih služb in nato obdelan celoten postopek tehničnih aktivnosti od raziskovalnih del na lokaciji objekta, projektiranja, gradnje, spremljanja obratovanja pregrade do aktivnosti ob izrednih razmerah, ki bi lahko varnostno ogrozile objekt.
- (5) Strateški cilj tega dokumenta je prepoznati postopke, ki bodo podpirali varnostni pristop pri pregradah vseh vrst in tipov. Doseganje primerne stopnje varnosti pregrade je kontinuiran in dinamičen proces, v sklopu katerega se moramo zavedati, da so vsa navodila, pravila ali praktične izkušnje podvržene spremembam, da jih je potrebno periodično preverjati in usklajevati z napredkom v znanosti in stroki. Vsi tehnični postopki se morajo neprestano izpopolnjevati. Pomanjkljivosti je potrebno opustiti ali izpopolniti in vzpodbujati razvoj uspešnih postopkov.

## 8. LITERATURA

- (lit.1) Federal Guidelines for Dam Safety, USA, FEMA 93 / junij 1979.
- (lit.2) Navodilo za izdelavo ocen ogroženosti zaradi porušitev pregrad, MORS, osnutek, 30. 7. 1996.
- (lit.3) Policy and Procedures for Dam Safety Modification Decisionmaking, Bureau of Reclamation, Interim Guidelines, april 1989.
- (lit.4) Von Thun, L. J. Risk Assessment of Nambly Falls Dam – Uncertainty in the Geologic Environment from Theory to Practice. Bureau of Reclamation, ASCE Special Conference, Madison, WI, USA, avgust 1996.
- (lit.5) Ingram, D. E. Organization of a dam safety program. US Bureau of Reclamation, seminar on safety evaluation of existing dams, Denver, Colorado, 1996.
- (lit.6) Pravilnik o tehničnih normativih za projektiranje in preračun inženirskih objektov na seizmičnih področjih, osnutek pravilnika, Beograd, 1989.
- (lit.7) Zadnik, B. Subjekti na področju velikih pregrad, njihova soodvisnost in odgovornost. Uvodni referat, 1. posvetovanje SLOCOLD, marec 1994; Velike pregrade II, št. 1 in 2, Ljubljana, maj 1994.
- (lit.8) Brinšek, R. 1. posvetovanje SLOCOLD. Pregled jugoslovanske regulative za področje velikih pregrad, marec 1994. Velike pregrade II, št. 1 in 2, Ljubljana, maj 1994.
- (lit.9) Zadnik, B. Varnost pregrad v Združenih državah Amerike. Poročilo, št. 03/05-96, University of Washington, Dpt. of CE, Seattle, WA, maj 1996.
- (lit.10) Zadnik, B. Kritični projektni parametri pri zasnovi pregrad. Poročilo, št. 02/05-96, University of Washington, Dpt. of CE, Seattle, WA, maj 1996.
- (lit.11) Somrak, D., Zadnik, B. in drugi. Smernice za zagotovitev varnosti pri načrtovanju, gradnji in obratovanju pregradnih objektov. IBE, študija, št. D530/56, MG02, Ljubljana, 1996.
- (lit.12) Kvaternik, K. Kataster velikih pregrad v Sloveniji. IBE, projekt, št. D530/56, Ljubljana 1996.
- (lit.13) Zadnik, B. Podlage za tehnične predpise. Raziskave na lokaciji in projektiranje pregradnih objektov, 1. faza, študija, SLOCOLD-97/1-B, Ljubljana, 1997.
- (lit.14) EU komisija za regulativo: Legislations – Reglements concernant les barrages – Remarques preliminaires, junij 1995.
- (lit.15) EEC Council Directive, št. 89/106/EEC, Official Journal of the European Communities, št. L 40/12, december 1989.
- (lit.16) Dam Ownership, Responsibility and Liability, Association of State Dam Safety Officials, Lexington, Kentucky, 1984.
- (lit.17) Saša Galonja. Pregled tehničnih predpisov s področja graditve pregrad. 12. posvetovanje SLOCOLD, zbornik prispevkov, Krško, 2010.
- (lit.18) Automated observation for the safety control of dams, ICOLD, Bulletin 41, 1982.
- (lit.19) Dam Safety Guidelines, ICOLD, Bulletin 59, Pariz, 1987.
- (lit.20) Inspection of dams after earthquakes – guidelines, ICOLD, Bulletin 62, Pariz, 1988.
- (lit.21) Inspection of dams following earthquake – guidelines, ICOLD, Bulletin 62A, Pariz, 2008.
- (lit.22) Tailings dams safety – guidelines, ICOLD, Bulletin 74, Pariz, 1989.
- (lit.23) Ageing of dams and appurtenant works, ICOLD, Bulletin 93, Pariz, 1994.
- (lit.24) Dam Failures – Statistical Analysis, ICOLD, Bulletin 99, Pariz, 1995.
- (lit.25) Dam Break flood analysis – Review and recommendations, ICOLD, Bulletin 111, Pariz, 1998.
- (lit.26) Tailings dams risk of dangerous occurrences – Lessons learnt from practical experiences, ICOLD, Bulletin 121, Pariz, 1998.
- (lit.27) Computational procedures for dam engineering – Reliability and applicability, ICOLD, Bulletin 122, Pariz, 2001.
- (lit.28) Dams and floods – guidelines and case histories, ICOLD, Bulletin 125, Pariz, 2003.
- (lit.29) Risk Assessment in Dam Safety Management. A reconnaissance of Benefits. Methods and Current Applications, ICOLD, Bulletin 130, Pariz, 2005.
- (lit.30) General approach to Dam Surveillance, ICOLD, Bulletin 138, Pariz, 2009.
- (lit.31) Tailings Dams safety, draft, ICOLD, Bulletin 139, Pariz, 2006.
- (lit.32) Koren, V. Predlog za ustanovitev strokovne komisije za varnost velikih pregrad. 12. posvetovanje SLOCOLD, Zbornik prispevkov, Krško, 2010.
- (lit.33) Dam Safety – Sustainability in a Changing Environment, Proceedings of the 8th ICOLD European Club Symposium, Innsbruck, Avstrija, september 2010.
- (lit.34) [www.slocold.si](http://www.slocold.si)
- (lit.35) [www.icold-cigb.net](http://www.icold-cigb.net)

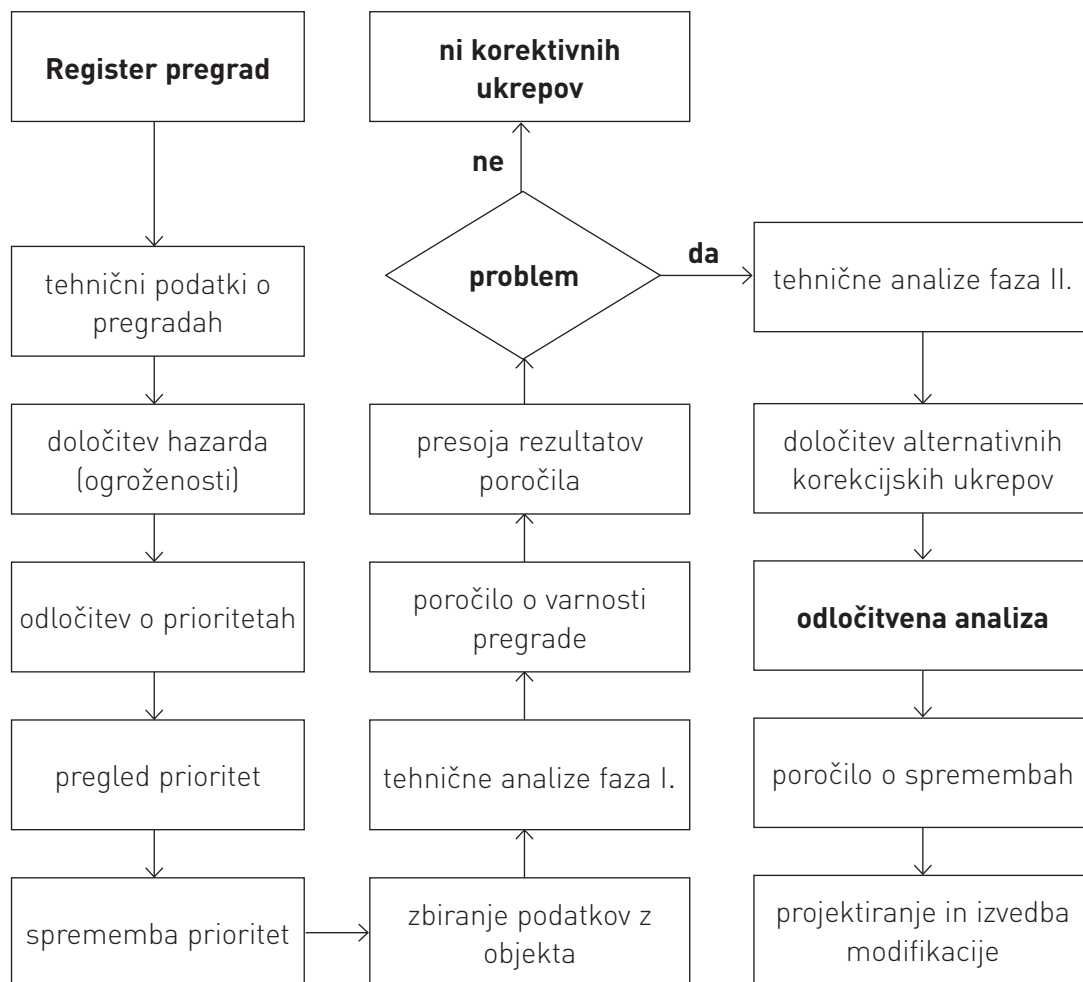
- (lit.36) Zakon o graditvi objektov (ZGO-1), Uradni list RS, št. 102/04 in kasnejši.
- (lit.37) Zakon o varstvu okolja (ZVO), Uradni list RS, št. 39/06 in kasnejši.
- (lit.38) Zakon o vodah (ZVod), Uradni list RS, št. 67/02 in 110/02 in kasnejši.
- (lit.39) Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD), Uradni list RS, št. 56/99, 64/01.
- (lit.40) Zakon o varstvu pred požarom (ZVPoz), Uradni list RS, št. 105/06.
- (lit.41) Zakon o standardizaciji (ZSta), Uradni list RS, št. 59/99.
- (lit.42) Zakon o akreditaciji (ZAKr), Uradni list RS, št. 59/99.
- (lit.43) Zakon o varstvu kulturne dediščine (ZVKD), Uradni list RS, št. 16/08.
- (lit.44) Zakon o ohranjanju narave (ZON), Uradni list RS, št. 32/08.
- (lit.45) Zakon o prostorskem načrtovanju (ZPNa), Uradni list RS, št. 33/07.
- (lit.46) Zakon o gradbenih proizvodih (ZGPro), Uradni list RS, št. 52/2000.
- (lit.47) Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov, Uradni list RS, št. 120/07.
- (lit.48) Pravilnik o opazovanju seizmičnosti na območju velike pregrade, Uradni list RS, št. 92/9.
- (lit.49) Pravilnik o tehničnem opazovanju visokih jezov, Uradni list SFRJ, št. 7/1966.
- (lit.50) SIST EN 1990:2004 – Evrokod 0 – Osnove projektiranja.
- (lit.51) SIST EN 1991:2004 – Evrokod 1 – Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije.
- (lit.52) SIST EN 1992:2004 – Evrokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcij.
- (lit.53) SIST EN 1993:2004 – Evrokod 3 – Projektiranje jeklenih konstrukcij.
- (lit.54) SIST EN 1994:2004 – Evrokod 4 – Projektiranje sovprežnih konstrukcij.
- (lit.55) SIST EN 1995:2004 – Evrokod 5 – Projektiranje lesenih konstrukcij.
- (lit.56) SIST EN 1996:2004 – Evrokod 6 – Projektiranje zidanih konstrukcij.
- (lit.57) SIST EN 1997:2004 – Evrokod 7 – Projektiranje v geotehniki.
- (lit.58) SIST EN 1998:2004 – Evrokod 8 – Projektiranje potresno odpornih konstrukcij.

Slika 6: Pregled osnovnih aktivnosti v življenjskem ciklu pregrade



## 9. PRILOGE

### 9.1 GRAFIČNE PREDSTAVITVE



Slika 3: Načelni proces zagotavljanja varnosti obstoječih pregrad



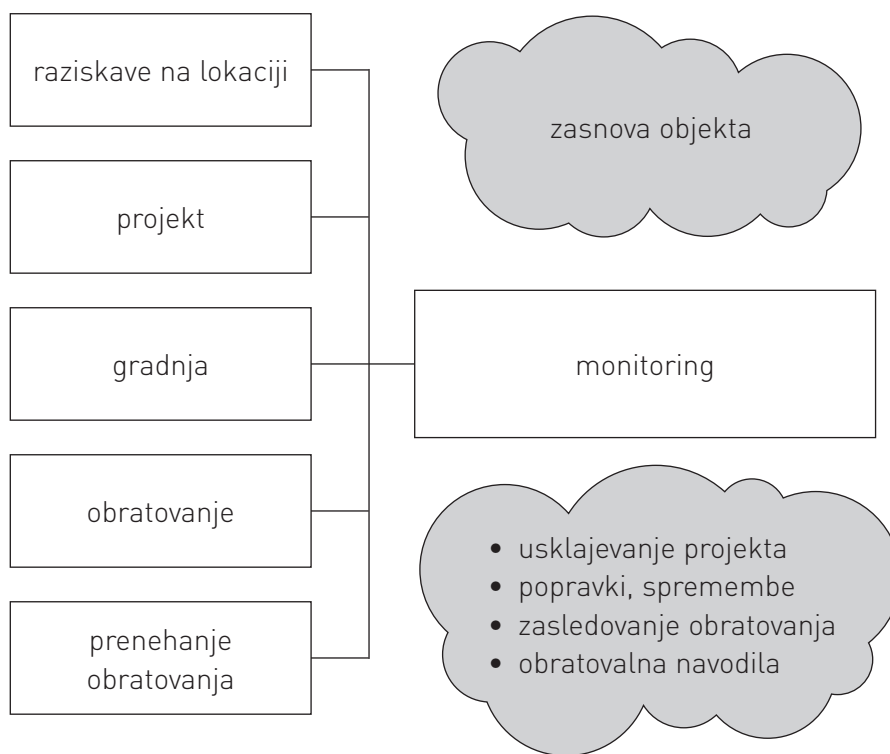
**Slika 4: Mesto smernic kot krovnega akta za zagotovitev varnosti pregradnih objektov glede na obstoječo zakonodajo in tehnično regulativo**

**Komentar:**

Smernice izhajajo iz obstoječe zakonodaje in obstoječe tehnične regulative in pripravljajo osnove za novo tehnično regulativo v Sloveniji (pravilnike, standarde, navodila), predvsem za navedene tipe pregrad, ki jih v našem prostoru še nimamo.



Slika 5: Vsebina smernice za zagotavljanje varnosti pregradnih objektov



**Slika 6: Pregled osnovnih aktivnosti v življenjskem ciklu pregrade**







