

**МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ИЗРАДУ ПЛАНОВА ЗА ОДБРАНУ ОД
БУЈИЧНИХ ПОПЛАВА НА ВОДОТОЦИМА НА КОЈИМА НЕМА
ОБЈЕКТА ЗА ЗАШТИТУ ОД ШТЕТНОГ ДЕЈСТВА ВОДА**

Београд, јун, 1998. године

САДРЖАЈ

- I ОБРАЗЛОЖЕЊЕ ИЗРАДЕ МЕТОДОЛОГИЈЕ
- II ОДБРАНА ОД ПОПЛАВА НА БУЈИЧНИМ ВОДОТОЦИМА
 - 1.0 Приказ проблематике**
 - 1.1. МЕТОДА ЗА ПРОРАЧУН БУЈИЧНЕ ПОПЛАВЕ**
 - 1.2. МОГУЋНОСТ ПРЕДВИЂАЊА ПОЈАВЕ БУЈИЧНОГ ПОПЛАВНОГ ТАЛАСА**
 - 2.00 ОРГАНИЗОВАЊЕ ОДБРАНЕ ОД ПОПЛАВА НА БУЈИЧНИМ ВОДОТОЦИМА**
 - 2.1. ИНСТИТУЦИОНАЛНЕ АКТИВНОСТИ**
 - 2.1.1. Проучавање законских и подзаконских аката
 - 2.1.2. Разрада оперативног плана за одбрану од поплава
 - 2.1.3. Формирање оперативног штаба за одбрану од поплава
 - 2.1.4. Расподела одговорности и координације
 - 2.1.5. Информисање и едукација јавности
 - 2.2. ХИДРОТЕХНИЧКЕ АКТИВНОСТИ**
 - 2.2.1. Припрема техничке документације
 - 2.2.2. Прогноза и упозорење
 - 2.2.3. Активности на одбрамбеној линији
 - 2.2.4. Контрола ерозије око објеката у речном кориту
 - 2.2.5. Уклањање површинског наноса код мостова и других објеката
 - 2.3. Комуналне активности**
 - 2.3.1. Алармирање становништва
 - 2.3.2. Евакуација и спасавање становништва
 - 2.3.3. Одржавање виталних система
 - 2.3.4. Активности на инфраструктури
 - 2.3.5. Контрола саобраћаја
- III ПОСТУПАК ДОНОШЕЊА ПЛАНА ЗА ОДБРАНУ ОД БУЈИЧНЕ ПОПЛАВЕ
- IV ЗАКЉУЧЦИ И ПРЕПОРУКЕ

ОБРАЗЛОЖЕЊЕ ИЗРАДЕ МЕТОДОЛОГИЈЕ

Члан 30. Закона о водама, дефинише први став из члана 27. да се планови за одбрану од поплаве доносе за водотокове на којима постоје објекти за заштиту од штетног дејства вода. Став 2. истог члана предвиђа да, за подручја која нису обухваћена плановима из става 1, а могу бити угрожена од поплава, мере и радове на заштити од поплава прописује Скупштина Општине. Став 3. истог члана обавезује предузеће и друга правна лица, чија је имовина, односно подручје угрожено поплавама, да донесу посебне планове за одбрану од поплава.

Ови планови за одбрану од поплава треба да се односе на посебну врсту поплава које се по правилу повремено јављају на малим токовима и имају изразите бујичне карактеристике, односно веома брзу појаву и разорне ефекте. Под појмом бујични ток код нас се подразумевају токови са површином слива мањом од 100 км². Међутим, критеријум величине површине слива треба прихватити условно. Оно што је основно за израду ове методологије је да се она односи на токове бујичарског карактера чији је хидролошки режим врло специфичан. Због тога су и мере заштите и одбране од њихових поплава специфичне и нису обухваћене плановима за редовне одбране везане за веће токове.

За израду планова за одбрану од поплава треба обрадити бројне податке и изградити недостајуће подлоге и решења. Због тога, а у циљу уједначавања квалитета планова за одбрану од поплава на просторима појединачних општина потребно је изградити методологију којом ће се прописати процедуре обраде улазних података и ниво прецизности обраде, начин правовремене најаве бујичних поплава, начин узбуђивања и евакуације становништва и добара, као и методе превентивне заштите. Такође, потребно је утврдити и период ревизије планова.

ОДБРАНА ОД ПОПЛАВА НА БУЈИЧНИМ ВОДОТОЦИМА

1. Приказ проблематике

Као што је познато, бујични токови су водотоци брдско-планинског региона. Одликују се великим уздужним падом речног корита, реда величине 10^{-2} - 10^{-1} . Величине водотока и коресподентних сливова могу варирати у ширем дијапазону, обухватајући категорије бујичних јаруга, потока и бујичних река. Код нас је уобичајено да се под бујичним токовима обухватају водотоци са површином слива $A < 100 \text{ км}^2$.

Специфичне хидрауличке карактеристике бујичних водотока условљене су великим уздужним падом корита и карактеристичном динамиком бујичних феномена. Са аспекта речне хидраулике, бујични токови предстаљају парадигму нестационарности, силовитости и турбулентности. Од посебног је значаја карактер бујичних токова, са великом концентрацијом чврсте фазе.

Хидролошки режим бујичних водотока је такође специфичан. Бујични карактер хидролошког режима манифестује се великим распоном протицаја и карактеристичном формом хидрограма великих вода. Однос протицаја великих вода и малих вода је реда величине 10^3 , за разлику од великих алувијалних водотока где је $Q_{\max}/Q_{\min} \times 10$. С друге стране, трајање великих вода је врло кратко, реда величине неколико часова. Хидрограми бујичних таласа имају кратку временску базу, при чему је посебно кратко време пораста (улазна грана), због брзог формирања и наглог надоласка великих вода. Криве трајања протицаја бујичних водотока у току године имају такође карактеристичну форму, са врло кратким трајањем великих вода (неколико дана годишње) и дугим трајањем малих и средњих вода.

Псамолошки режим бујичних водотока је у потпуном складу са хидролошким режимом.

Највећи део годишњег транспорта наноса (преко 70%) одвија се у бујичним таласима.

Због велике концентрације наноса, таласи великих вода имају највише изражен двофазни карактер хидродинамичких феномена. Што се тиче односа проноса суспендованог и вученог наноса, то зависи од геоморфолошких и геолошких услова у речном сливу. За бујичне водотоке на подручју Србије, учешће вученог наноса у укупном годишњем транспорту наноса варира од 10-30%.

Са хидролошког и псамолошког аспекта, категорија бујичних водотока не може се ограничити само површином слива ($A < 100 \text{ км}^2$). Бујични карактери хидролошког и псамолошког режима могу имати и већи водотоци. На основу истраживања морфолошких, хидрауличких, хидролошких и псамолошких карактеристика водотока на подручју Србије предложено је увођење појма "мањих водотока", као прелазне категорије између бујичних токова, с једне стране, и великих алувијалних река, с друге стране. Категорија "мањих водотока" приближно се може дефинисати помоћу површине слива са дијапазоном $100 < A < 1000 \text{ км}^2$. На територији Србије има више водотока ове категорије, који имају своје специфичне карактеристике. Једна од тих особености је бујични карактер хидролошког режима водотока.

У категорији мањих водотока, бујични карактер хидролошког режима испољава се, пре свега, специфичном генезом, брзом концентрацијом и кратким трајањем великих вода. Таласи великих вода имају типичне карактеристике бујичних таласа, са наглим надоласком и кратком временском базом. Посебно је изражен двофазни карактер течења великих вода, због велике масе суспендованог и вученог наноса, који се проноси у таласима. То значи да и псамолошки режим мањих водотока има бујични карактер.

За разлику од класичних бујица, код категорије мањих водотока није увек подједнако изражен бујични карактер великих вода. У зависности од распореда и интензитета падавина у сливу, генеза великих вода може бити различита, у просторном и временском смислу. Отуда се јављају и таласи великих вода са дужом временском базом и мањим максималним протицајем, али и типични бујични таласи, са карактеристичном формом хидрограма.

Када се говори о бујичним поплавама, треба имати у виду да је овај појам знатно шири него у случају поплава на већим рекама. Отуда би било исправније говорити о "бујичним процесима", него о поплавама, јер се заиста ради о једном скупу феномена који се одиграва у бујичном водотоку и приобаљу, при наиласку таласа великих вода. Поред класичне манифестације поплава (услед изливања великих вода из корита), упоредо се јављају и феномени бујичне лаве одрона и клизишта. Бујични таласи су повезани са још једним феноменом, који може имати велики утицај на размере поплава, а то је што бујични таласи имају врло изражено стрмо чело ("бујична песница"), које има велику деструктивну моћ. Чело таласа руши дрвеће и дрвене објекте у кориту и приобаљу и захвата сав отпад из овог појаса. Услед тога, бујични таласи доносе велике масе "површинског наноса". У случају наиласка на уско грло у речном кориту (природно сужење, мостови са стубовима у кориту и др.) долази до заустављања и гомилања поменутог површинског наноса. То проузрокује велики допунски успор водотока, при чему долази до Његове суперпозиције са основним таласом великих вода. На тај начин се, узводно од локација загушења, још више подиже ниво водотока и повећавају размере плавлена.

Овај проблем се може илустровати примером поплавног таласа реке Власине из 1988. године. Велике масе површинског наноса, ишчупаног дрвећа, делова порушених мостова и зграда и другог материјала, које је носио бујични талас, проузроковале су загушења на свим профилима мостова (који су углавном имали стубове у кориту). Због тога се скоро код свих мостова јављао велики локални успор (због загушења) који је проузроковао и рушење неких мостова. Када је бујични талас стигао до Власотинаца, био је оптерећен огромном масом површинског наноса (ишчупана стабла дрвећа дужине и преко 10 м, стубови и конструкције срушених дрвених мостова и др.). С обзиром да је постојећа устава код Власотинаца имала поља ширине по 5 м, дошло је до њиховог потпуног загушења. Услед тога се јавио велики успор на Власини, који је сигурно утицао и на рушење десног бока уставе, са консеквентном појавом секундарног таласа (који је значајно повећао размере поплаве и разарања у Власотинцу). Поменута поплава на реци Власини је бујична катастрофа светских размера, јер је током десет сати трајања порушено 36 мостова, око 80 км асфалтираних путева, разорено 120 стамбених објеката, поплавлено око 3000 кућа, уништено 500 ха долињске обрадиве земље и поплавлено је 1500 ха. С обзиром да је катастрофом била покривена површина од око 300 км² на којој се налазе три града и већи број пратећих насеља, било је сразмерно мало људских жртава (три). Наведеним штетама треба додати уништено покућство, стоку, аутомобиле и привредни инвентар. Бујична поплава таквих размера је сматрана практично невероватним догађајем који се ипак догодио.

Уобичајене бујичне поплаве су знатно мањих размера јер се дешавају на бујичним токовима релативно мале сливне површине (1-100 км²). Разорни ефекти бујичних поплава на таквим бујичним токовима су такође значајни, јер су такве бујичне поплаве бројне. Наиме, таквих бујичних токова у Србији има око 12000 (дванаест хиљада), и ако се на сваком од њих догоди једна разорна бујична поплава једном у десет година то чини 1200 поплава годишње. Како се многи бујични токови налазе у шумским и неприступачним пределима, где бујична поплава нема шта да уништи и разори, предмет интересовања постају само они бујични токови на чијем се удару налазе саобраћајнице, насеља и други важни објекти. Просечно

годишње има неколико стотина бујичних поплава које укупно начине значајну штету.

Поплаве су, гледано уопштено, последица одређених природних појава а могу бити последица и људског фактора. Главне природне појаве које изазвају поплаве, су падавине у облику кише, снега или у комбинацији ове две метеоролошке појаве. За генезу катастрофалних бујичних поплава потребна је коинциденција више фактора. Овакве поплаве настају концентрацијом густих водоносних облака уз њихово максимално пражњење за релативно кратко време или наглим топљењем снега. Иако по својим размерама и учинку ове поплаве могу изгледати сличне оне се суштински разликују, јер се поплава од наглог топљења снега формира на целој сливној површини, док се поплава од јаке пљусковите кише генерише само на површини погођеној кишом.

За разлику од великих река које имају организовано праћење хидролошке ситуације и редовна мерења протицаја и код којих се поплаве генеришу и трају данима па и недељама, код бујичних токова поплава се генерише и прође за највише неколико сати. Овакви таласи вода формирају, се углавном, на мањим притокама једног већег речног тока, односно на његовим подсливовима. Како ће се формирати и какве ће последице произвести поплавни талас у доњем делу главног тока зависи од тога колико је његових притока (подсливова) обухваћено кишом јаког интензитета.

Ипак неће доћи до формирања бујичне поплаве уколико нису задовољени и остали потребни предуслови, односно карактеристике слива које олакшавају концентрацију воде и формирање поплавног таласа. Последице бујичних поплава, за разлику од поплава равничарских река, имају увек размере катастрофе без обзира на стварну величину поплаве, зато што су бујичне поплаве увек праћене разарањем и уништавањем. За заштиту од бујичних поплава примењује се изградња заштитних објеката, слично као и у случају заштите од поплава на великим рекама. Ови системи се састоје од објеката (бујичне преграде, регулације, кишне канализације) који су тако димензионисани да пропусте велику воду дефинисаног повратног периода. Повратни период који се најчешће користи при пројектовању бујичних регулација је 1% (једном у сто година), док је за димензионисање кишних канализација знатно мањи 10%-20% (једном у десет односно пет година).

1.1. МЕТОДА ЗА ПРОРАЧУН БУЈИЧНЕ ПОПЛАВЕ

Повратни период максималних протицаја могуће је израчунати на основу статистичке обраде мерених протицаја. Статистичке методе користе осмотрене вредности и статистичко израчунавање протицаја жељеног повратног периода. Ове методе имају поузданост само на рекама са великим фондом осмотрених података. Параметарске (детерминистичке) методе се користе за оне токове који немају осматрања или је фонд осмотрених података недовољан па се на основу параметрске анализе рељефних и климатских карактеристика израчунавају протицаји жељеног повратног периода. У случају великих алувијалних река мерење протицаја је могуће и у периоду појаве таласа великих вода.

Међутим за мерење протицаја велике воде у врху таласа бујичне поплаве је неизводљиво јер том приликом уз воду протиче и знатна количина наноса и других предмета (дрвета, делова порушених грађевина, аутомобили и друго). У неким случајевима водена маса је толико кашаста да се за њу употребљавају изрази "бујична лава" или "блатно камени ток". Наведене чињенице се најчешће занемарују приликом хидролошких и хидрауличких

прорачуна.

Развијене су бројне процедуре и методе које су данас стандарди за ерозионе и хидролошке анализе и прорачуне за мале токове. Развијене су методе и процедуре за детаљну анализу важних карактеристика слива као што су:

- рељефне карактеристике
- геолошко-педолошке и хидропедолошке карактеристике
- карактеристике начина искоришћавања земљишта (вегетационог покривача)
- ерозионе карактеристике
- климатске карактеристике

Током последње деценије развијене су нове методе које користе савремену компјутерску анализу и то како нумеричких података тако и картографских података па су све методе модернизоване и прилагођене за примену на савременим компјутерским системима и стално се усавршавају и допуњавају. У току развоја поменутих метода анализирани су бројне бујичне поплаве на осматраним експерименталним сливовима и на другим местима на којима су се догодиле катастрофалне бујичне поплаве.

Облаци који дају јаке пљусковите кише су кумулонимбуси. Већ та чињеница одређује карактеристике пљусковитих киша. Практично то значи да површина захваћена јаким пљуском не може бити већа од површине кумулонимбусног облака. Кумулонимбусни облаци обично имају пречник од највише 15 км, што значи да кишомерне станице морају бити на мањем одстојању од 15 км, да би се регистровала појава локалних пљускова. Пљусак ипак нема исти интензитет по целој површини облака, већ је највећи у језгру које има пречник од 4 - 5 км.

Очигледна је чињеница да је растојање између кишомерних станица у највећем броју пљусковитих киша превелико за њихово коректно регистровање. Како је ово растојање кишомерних станица уобичајено за редовна метеоролошка осматрања, произилази да постојећи подаци о регистрованим падавинама, нису у потпуности поуздани за употребу при анализи бујичних поплава. На сливу реке Власине регистрована је велика облачна маса, па ипак већина станица са тог подручја није регистровала катастрофалну кишу, јер је неколико кишомерних станица на погођеном подручју уништено. Метеоролошка ситуација изнад погођеног слива била је праћена и метеоролошким радарима. С обзиром да је време трајања кише, у случају поплаве реке Власине, било забележено и од стране осматрача (ангажованих од стране Р.Х.М.З. Србије) и од стране становништва, примењен је математички модел за диференцирање целокупног трајања кише на краћа трајања. Циљ ових прорачуна и анализа је реконструкција генезе поплаве по току и сливу до ушћа. Ови прорачуни су имали врло добро слагање са траговима поплаве, метеоролошким радарским подацима и временима стварног трајања протицаја великих вода (на основу срањивања изјава бројних сведока).

Интересантно је да се нагласи да је измерена максимална киша (220 мм) пала у трајању око 4 сата да је реда величине повратног периода једном у 10000 година (рачунато у тачки), док су вероватноће појаве за поједине сливове и цео слив у распону од 0.03% до 0.5%. Сличном анализом повратних периода максималних протицаја утврђено је да су у распону од 1% до 5%.

Метеоролошка служба уочила је формирање кумулонимбусних облака неколико сати пре почетка олујне кише и сходно својим обавезама извршила је узбуну противградне службе која је ефикасно деловала. На другој страни радарски осматрачи нису имали рачунске податке, о размерама могуће поплаве коју је изазвала уочена киша, а ни податке о томе које службе треба узбунити. Све то што је остало недефинисано имало је за последицу катастрофална разарања и људске жртве.

Неопходно је унапред урадити хидролошки прорачун за претпостављене метеоролошке ситуације које могу проузроковати појаву бујичне поплаве на неком од карактеристичних профила за које се зна да су угрожени сваким јачим налетом бујичних вода. Правилним приступом феномену бујичних поплава (у комбинацији са добром метеоролошким прогнозом и правилном применом методе за прорачуне поплавних таласа могу се рачунати поплавни таласи воде и за токове са површином слива до пар хиљада км²).

1.2. МОГУЋНОСТ ПРЕДВИЂАЊА ПОЈАВЕ БУЈИЧНОГ ПОПЛАВНОГ ТАЛАСА

Време од уочавања кишних облака до појаве максималног протицаја може да траје неколико сати а то је довољно времена да се макар изврши евакуација угроженог становништва и покретна имовина и да се избегну велике материјалне штете и људске жртве. Осматрач у радарском центру уочава водоносне облаке, одређује њихову позицију, брзину кретања, правац кретања прогнозира интензитет и висину кише. Оно што осматрач у радарском центру не зна, (за сада), то је која висина и интензитет кише проузрокује поплаву и која места су најугроженија па он у таквој ситуацији даје само генерална регионална упозорења. Са унапред припремљеним подацима о угрожености конкретног подручја од бујичних поплава и како се оне формирају а већ је прогнозирао интензитет кише, њену висину и простор на који пада, осматрач у радарској служби може да правовремено узбуни надлежне службе и да их упути на најугроженија места. Према томе, могућности узбуњивања су вишестепене. По уочавању формирања кумулонимбусних облака осматрач подиже службе на потенцијало угроженом подручју на ниво припремне узбуне, да би их потом обавештавао и усмеравао сходно процесу промена метеоролошке ситуације изнад угроженог подручја. Само наведена координација радарске метеоролошке осматрачке службе и службе одбране од бујичне поплаве у реалном времену може остварити успех у борби са стихијом која настаје током неколико сати, а сам бујични талас ретко траје дуже од неколико сати, па су методе класичне одбране неприменљиве иако су организационо веома сличне.

2. ОРГАНИЗОВАЊЕ ОДБРАНЕ ОД ПОПЛАВА НА БУЈИЧНИМ ВОДОТОЦИМА

Основно обележје поплава произилази из динамике бујичних феномена. Специфична генеза и брза концентрација великих вода у бујичним сливовима онемогућавају примену класичних хидротехничких принципа и метода одбране од поплава. Уобичајени приступ одбрани од великих вода на већим рекама, са увођењем степена редовне и ванредне одбране, није могуће применити код водотока са бујичним хидролошким режимом. Нагли надолазак и кратко трајање великих вода најчешће не остављају довољно времена ни за проглашење одбране од поплава (која никада не може бити "редовна" већ само "ванредна"). Нажалост у већини случајева бујичних поплава до сада се нису предузимале никакве активне мере одбране, већ су само пасивно саниране последице поплаве.

С обзиром на карактер и динамику бујичних процеса очигледно је да највећи значај имају превентивне мере заштите. Имајући у виду фундаменталну особину мањих водотока,

нераздвојну повезаност феномена у сливу и речном току, превентивне мере заштите од бујичних поплава и осталих секундарних феномена морају обухватити просторну целину водотока, приобаља и слива. Основни циљ превентивних мера заштите од бујичних поплава састоји се с једне стране у смањењу вероватноће појаве изливања великих вода, а с друге стране, у редукацији потенцијалних штета од поплава (јер се апсолутна заштита, према теорији вероватноће, никада не може остварити). Комплексна превентивна заштита од бујичних процеса мора обухватити четири основне категорије активности и мера:

- техничке мере, које обухватају изградњу акумулација у сливу, као и регулацију речног корита, у циљу обезбеђења његове пропусне моћи за меродавни протицај и усвојени степен заштите приобаља. У оквиру техничких мера, посебно треба нагласити изградњу објеката у речном кориту без већег сужења (мостовски отвори, уставе и др.), као и елиминацију свих уских грла, на којима је могуће загушење "површинским наносом" бујичног таласа.
- биолошке и биотехничке мере, које обухватају антиерозионо уређење слива и контролу наноса у хидрографској мрежи (изградњом бујичарских преграда). Поред тога, од посебног је значаја санирање потенцијалних клизишта у сливу, а нарочито у насељеним зонама.
- административне и урбанистичке мере односе се на рејонизацију приобаља и слива, са аспекта угрожености од бујичних процеса (поплава, клизишта, бујичне лаве и др.). Овом рејонизацијом се у значајној мери могу смањити штете (и евентуалне људске жртве) при наиласку бујичних таласа.

Предузимање активних, превентивних мера за контролу бујичних процеса не може се потпуно елиминисати опасност од поплава, с обзиром на стохастички карактер феномена. Другим речима, неопходно је предвидети и организовати "пасивну одбрану" од поплава на водотоцима са бујичним хидролошким режимом. Одбрана од поплава на овим водотоцима има одређене специфичне карактеристике, које произилазе из природе бујичних процеса. Трошкови превентивних мера су веома велики и захтевају период реализације од неколико година до неколико деценија, што је све у директној пропорцији степену бујичности конкретног бујичног тока и величини шете коју може да проузрокује. Јасно је да бујични ток мањег степена бујичности може да представља већу опасност уколико угрожава насеље, саобраћајницу и важан објекат у односу на ток са већом бујичношћу али директно не угрожава насеља и инфраструктуру општине.

Имајући све то у виду и жељу да се обезбеди миинимум заштите од бујичних поплава на неуређеним водотоцима, бар на нивоу превентивних мера које обухватају правовремено узбуњивање, склањање покретне имовине и евакуација становништва. Ма како ове мере изгледале незнатне и недовољне, највећи део штета припада овој групи, док су штете на непокретностима знатно мањег обима. Зато је одбрана од поплава на бујичним водотоцима обухвата врло комплексну проблематику, која се може систематизовати, слично као у плановима за одбрану од поплава на великим рекама, у три категорије активности:

- институционалне активности
- хидрометеоролошке и хидротехничке активности
- комуналне активности

Све активности су детаљно разматране у поглављима 2.1; 2.2 и 2.3.

2.1. ИНСТИТУЦИОНАЛНЕ АКТИВНОСТИ

2.1.1. Проучавање законских и подзаконских аката

У Републици Србији постоји више законских и подзаконских докумената који третирају проблематику одбране од поплава. С обзиром да је одбрана од поплава у надлежности водопривреде, основни законски документ је Закон о водама, из кога произилазе подзаконски документи у форми оперативних планова заштите од вода. Поред тога, имајући у виду специфичности бујичних поплава, посебан значај имају документи који третирају опасност од елементарних непогода и улогу цивилне заштите, као и других државних и парламентарних институција. У оквиру припреме за израду оперативног плана за одбрану од поплава на бујичним водотоцима, неопходно је проучити следећа законска и подзаконска документа:

- Закон о водама Републике Србије,
- Општи план заштите од поплава на подручју Р. Србије,
- Оперативни план заштите од поплава на подручју Р. Србије,
- Општинске планове заштите од природних непогода,
- Документе који дефинишу надлежности, задатке и обавезе у пословима заштите од поплава Републичког министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Србије, Јавног водопривредног предузећа, Републичког хидрометеоролошког завода, Скупштине општине, као и регионалних водопривредних и хидромелиорационих предузећа и структура.
- Документе којима се у случају појаве ванредног стања и опасности од елементарних непогода регулисане надлежности, обавезе и функционисање републичких, регионалних општинских и месних штабова цивилне заштите, полиције, ватрогасних служби, ургентних медицинских служби, Војске Србије и др.

2.1.2. Разрада оперативног плана за одбрану од поплава

Оперативни план за одбрану од поплава на бујичним водотоцима се израђује у случају када дуж водотока постоје значајнија насеља, а посебно урбани комплекси, угрожени изливањем великих вода из речног корита. Основни циљ израде плана састоји се у спречавању или умањењу штета од поплава и отклањању опасности од људских жртава. Задатак Оперативног плана приправности и заштите за случај поплава на локалном подручју је да дефинише процедуре за припрему и успостављање локалних планова и система упозоравања и заштите за случај поплава, као и да обезбеди њихово ефикасно функционисање, одржавање и усавршавање.

Оперативни план приправности и заштите за случај поплава на локалном подручју (са одговарајућим субплановима и системима упозоравање заштите) припрема, користи, усвршава и финансира Општина (или више општина) на чијој територији се налази поплавама угрожено подручје. Оцену потребе и економске оправданости за успостављање Оперативног плана приправности и заштите за случај поплава на локалном подручју такође врши надлежна општина, уз сарадњу са одговорном водопривредном организацијом. Као што је у уводу истакнуто, поред класичних манифестација поплава, код бујичних водотока се јавља и низ секундарних феномена, који се могу сврстати у категорију бујичних процеса. Ту спадају појаве бујичне лаве, одрони и клизишта. Имајући то у виду, оперативни план за одбрану од поплава мора обухватити и рејонизацију подручја која могу бити угрожена поменутиим феноменима, као катастар свих значајнијих објеката на тим

подручјима. Уколико се за време трајања поплава процени да су неки од ових објеката угрожени бујичном лавом или активирањем клизишта, морају се предузети ургентне мере спасавања људи и покренутих материјалних добара.

Оперативни план за одбрану од поплава мора обухватити све аспекте проблематике заштите приобаља од великих вода. То значи да план мора садржати, с једне стране водопривредне и хидротехничке услове одбране од поплава, а с друге стране, урбанистичке и комуналне садржаје брањеног подручја. У том смислу, посебан значај има прецизно дефинисање плавних зона за различите вероватноће појаве великих вода. У плавним зонама може се извршити интерна рејонизација по намени подручја и вредности објеката. При томе се мора водити рачуна о приоритетима одбране од поплава, почевши од заштите људских живота, преко одбране значајних индустријских и комуналних објеката, све до зграда чије плављење не изазива веће штете. Рејонизација плавних зона према намени и вредности садржаја омогућава планирање евентуалне секундарне одбрамбене линије, у случају поплава већих размера.

2.1.3. Формирање оперативног штаба за одбрану од поплава

У организацији одбране од поплава, посебан значај има формирање оперативног штаба одбране. Основни задатак штаба се састоји у координацији свих субјеката одбране од поплава и синхронизованом спровођењу свих планираних мера заштите од вода. У организационој структури оперативног штаба посебну улогу има главни руководилац одбране, који усклађује активности свих учесника у одбрани од поплава. У саставу оперативног штаба за одбрану од поплава морају се наћи сви законски субјекти који имају посебну одговорност у случају ванредног стања-представници локалних области, МУП-а, цивилне заштите, Војске Србије, здравствене службе, комуналних организација и др. Посебну улогу у штабу имају представници водопривредних организација, као стручна лица која најбоље могу оценити размере поплаве, хидролошке услове водотока и тенденцију промене, као и техничке могућности одбране од великих вода.

При разматрању улоге оперативног штаба за одбрану од поплава мора се имати у виду још једна практична околност-локација штаба у насељу. Само се по себи разуме да штаб мора бити изван непосредно угрожене зоне приобаља, због опасности од могуће изолације или могућности евентуалне евакуације. С друге стране, штаб мора имати оптималне услове комуникације, у оквиру расположивих локалних могућности. То значи да зграда у којој је смештен штаб мора имати телефонске, интернет, телекс и радио везе, као и остале техничке капацитете. Уколико оперативни штаб за одбрану од поплава нема стално седиште (на пример у локалној водопривредној организацији), једно од могућих решења се састоји у привременом лоцирању штаба у некој од постојећих локалних институција (на пример, у станици милиције). Оперативни штаб за одбрану од поплава руководи свим активностима, почевши од првог упозорења и најаве поплаве, до проглашења престанка опасности. У току трајања одбране, штаб мора бити стално у мобилном стању, са максималним степеном приправности за преузимање свих потребних мера заштите од вода. С обзиром на релативно кратко трајање поплава код водотока са бујичним хидролошким режимом и специфичну динамику бујичних феномена, максимална организованост и мобилност штаба је неопходан услов успешне одбране.

2.1.3. Расподела одговорности и координације

Сви законски субјекти одбране од поплава морају преузети свој део одговорности за реализацију оперативног плана. Оперативни штаб за одбрану од поплава утврђује одговорност сваког субјекта, са прецизним инструкцијама за имплементацију оперативног плана. При томе се мора водити рачуна о хијерархијском ланцу наредби и субординацији. Такође је неопходно предвидети и могућности спровођења плана и у случају онеспособљености неких сегмената плана или одсутности неких одговорних кадрова. Координација свих активности на одбрани од поплава укључује следеће:

- * Успостављање процедуре за особље и за функционисање штаба за заштиту од поплава у границама додељене одговорности
- * Процедура за координацију почетка и краја рада штаба за заштиту од поплава
- * Успостављање неопходних споразума, укључујући заједничке споразуме о помоћи и то за коришћење механизације, опреме и стручних кадрова, као и сервисних служби
- * Решења за имовинско-правне односе у случају спровођења одбране од поплава или других потребних активности
- * Коришћење прихватних центара, болница и других простора за прихват људи и имовине
- * Коришћење превозних средстава за евакуацију људи или преношење имовине
- * Сагласност и садејства са регионима и републичким системима за упозоравање и комуникационом мрежом, републичким и регионалним плановима заштите од елементарних непогода и другим локалним плановима заштите од елементарних непогода
- * Комуникација са Републичким хидрометеоролошким заводом, тако да се користе све расположиве информације, извештаји и упозорења

2.1.4. Информисање и едукација јавности

Основни циљ информисања и едукације јавности састоји се у развијању свести о ризику од поплава, као и разумевања проблема одбране од поплава. Поред тога, од посебног је значаја припремање становништва на потенцијално угроженом подручју за пријем информација о конкретној опасности од поплава и адекватно реаговање на те информације. Едукација јавности о проблемима одбране од поплава подразумева припрему материјала за сталне информативне билтене за јавност, укључујући и писмена обавештења становништву у просторима предвиђеним за евакуацију, што треба да доведе до подизања нивоа свести о опасности од поплава и евентуалној потреби за евакуацију. Билтен треба да садржи:

- Податке о узроку, учесталости и потенцијалној јачини поплава
- Податке о систему за препознавање поплаве и начину за упућивање упозорења јавности и то објашњено на једноставан начин
- Податке о значењу различитих начина оглашавања упозорења, о значењу сигнала сирена, о намеравању евакуацији
- Податке о површини каоја ће вероватно бити поплављена или евакуисана за сваки ниво поплаве који се очекује
- Процедuru за евакуацију, путеве, поуздано одредиште и идентификацију приватних центара
- Активности које се могу преузети да би се смањила штета на имовини власника, а то укључује премештање имовине и других вредности, прекид у снабдевању електричном

- енергијом, гасом, као и разна дихтовања и изолационе мере за поједине објекте и зграде
- Начине за достављање посебних захтева, ако што су достављање података о специфичним примаоцима упозорења, или потреби за социјално помоћи и евакуацију
 - Податке о безбедносним активностима и могућностима реконструкције на оштећеним објектима након поплаве
 - Техничке информације о предузимању мера за противпловно дихтовање подрума, зграда, пролаза у одбрамбеним линијама, индустријских и осталих пострајења.

2.2. БУЈИЧАРСКЕ И ПРОТИВЕРОЗИОНЕ АКТИВНОСТИ

2.2.1. Припрема техничке документације

Поуздано и прецизно сагледавање угрожености неког подручја од поплава не може се ни замислити без одговарајуће техничке документације. Ова документација мора представљати основну подлогу за израду оперативног плана одбране од поплава. Поред тога, ни рационална организација активности и спровођење оперативних мера одбране за време трајања поплаве нису могући ако се не располаже релевантном документацијом. Техничка документација за одбрану неког подручја од великих вода мора садржати два основна сегмента:

- документација о водотоку и сливу
- документација о брањеном подручју.

Документација о водотоку и сливу мора бити свеобухватна, мултидисциплинарног карактера, што је за бујичне водотоке од посебног значја. Нераздвојна повезаност феномена у сливу и речном току, код ове категорије водотока, захтева студиозан приступ изучавању генезе поплава. Истраживање узрочно-последичних веза код процеса који се одвијају у сливу и речном току има велики практични значај за сагледавање ризика поплава и разраду оперативног плана за одбрану од великих вода. Документација о речном сливу мора обухватити следеће сегменте:

- географске карактеристике подручја
- геоморфолошке услове у сливу
- геолошке и педолошке карактеристике
- климатске и метеоролошке услове
- карактеристике ерозионих процеса
- намена површина и начина коришћења земљишта

У припреми и обради наведене документације би требало у што већој мери користити картографске приказе. Посебно је значајно коришћење геолошке карте, као и карата ерозије и начина коришћења земљишта. У оквиру обраде метеоролошких параметара слива, треба користити картографски приказ метеоролошких и кишомерних станица на посматраном подручју. Са аспекта одбране од поплава, од посебног је значаја изучавање процеса генезе великих вода у сливу. У том оквиру, морају се анализирати сви фактори површинског отицаја-атмосферске падавине, геоморфолошки и геолошки услови терена, стање вегетације, хидрографска мрежа и др. При томе се подразумева да ова изучавања морају бити повезана са студијом хидролошког режима водотока.

Процес генезе великих вода у сливу је нераздвојно повезан са процесом ерозионе продукције наноса, с обзиром на заједнички узрок-интензивне падавине или нагло топлеење

снега у сливу. С друге стране, транспот наноса у бујичним таласима може имати значајан утицај на услове одбране од полава. Отуда се намеће неопходност изучавања ерозионих процеса у сливу, у зависности од свих природних и антропогених фактора. С друге стране, ова изучавања морају бити повезана са истраживањем транспорта наноса у речном току, у духу савременог концепта "управљања наносом".

Документација о речном сливу, поред свих наведених подлога о природним карактеристикама подручја, мора обухватити и податке о антропогеним утицајима и изведеним објектима у сливу. У том оквиру, највећи значај имају објекти који утичу на генезу великих вода и наноса-бране и акумулације, бујичарске преграде и биотехнички објекти за контролу отицаја и ерозионих процеса. Приказ распореда свих изведених и пројектованих објеката на карти слива има неоспоран значај за изучавање генезе поплавних таласа у водотоку. Техничка документација о водотоку који угрожава посматрано подручје има фундаментални значај за одбрану од поплава. На основу ове документације могу се дефинисати ризик од поплава и степен угрожености приобаља од великих вода. Документација о речном току мора обухватити све аспекте проблематике, укључујући следеће подлоге:

- геодетске и морфолошке подлоге, са трасом, уздужним профилем и попречним профилима речног корита
- геолошке и геомеханичке подлоге, укључујући литолошку структуру приобалног терена и параметре геостатичке стабилности обала
- хидролошке подлоге, са обрадом податка осматрања водостаја и протицаја на водомерним станицама (уколико их има на посматраном водотоку)
- псамолошке подлоге, са подацима о грануломертијској структури речног наноса и евентуалним мерењима проноса наноса
- хидрауличке подлоге, укључујући и податке о локалним отпорима у речном кориту
- податке о изграђеним објектима дуж водотока (регулационе грађевине, водозхвати, мостови и др.).

Анализа режима великих вода на посматраном речном току је од суштинског значаја за одбрану од поплава. Детерминисање протицаја великих вода, одређене вероватноће појаве, врши се стандардним методама стохастичке хидрологије (на хидролошки изученим водотоцима), или параметарске хидрологије (на хидролошки неизученим водотоцима). Са аспекта одбране од поплава, поред величине максималног протицаја, од великог значаја је и трајање таласа великих вода. Отуда је неопходно и детерминисање хидрограма великих вода, разне вероватноће појаве. На основу анализе историјских података о великим водама могу се дефинисати разни "типови поплава" (као што је то у уводу приказано на примеру реке Власине).

Хидрауличка анализа пропагације таласа великих вода дуж речног тока има велики значај за одбрану од поплава. На основу прорачуна линија нивоа великих вода (применом стационарног или нестационарног модела) могуће је детерминисање плавних зона у приобаљу, што је од фундаменталног интереса за одбрану од великих вода. У оквиру хидрауличких прорачуна би требало обухватити све могуће антропогене утицаје на пропагацију бујичних таласа (искључење узводних инундационих подручја, формирање ретензија дуж тока, ефекат растеретних канала и др.). Поред тога, неопходна је и анализа секундарних хидрауличких ефеката-локалних успора од мостова и других објеката у речном кориту. Анализа транспорта наноса дуж водотока такође је од значаја за одбрану од поплава. Са тог аспекта, од посебног интереса је детерминисање потеза водотока са

смањеном транспортном способношћу за нанос. Заустављање вученог наноса на овим потезима и формирање наносних наслага могу смањити пропусну моћ речног корита и изазвати изливање великих вода у приобаље. У оквиру анализе ових феномена, треба узети у обзир резултате хидрауличког прорачуна транспортног капацитета, као и податке о опаженим наносним формацијама у речном кориту (утврђене приликом рекогносцирања терена). Врло важан део техничке документације о водотоку предстаља приказ изведених или пројектованих регулационих радова. У том оквиру, требало би приказати регулисане потезе дуж водотока и тип регулације (градска или пољска). Са аспекта одбране од поплава, од посебног је значаја остварени (или пројектовани) степен заштите приобаља, изражен вероватноћом појаве великих вода, од којих се брани приобаље. Такође је од интереса тип регулисаног корита-једногубо или двогубо, без одбрамбених насипа или са њима. Од типа регулисаног корита у великој мери зависи и оперативни приступ одбрани од поплава у време трајања великих вода.

Техничка документација о брањеном подручју обухвата мањим делом хидротехничке, а већим делом урбанистичке и комуналне аспекте. На основу претходно дефинисаних плавних зона, хидрауличким прорачуном линија нивоа великих вода, могуће је разматрати урбанистичке садржаје који су потенцијално угрожени од поплава. При томе се може извршити рејонизација овог подручја, према критеријуму степена угрожености од великих вода (везано за вероватноћу њихове појаве). Проблематика заштите насељених зона од поплава не обухвата само постојеће објекте и комуналну инфраструктуру, већ се односи и на урбанистичке планове будућег уређења и коришћења простора у речном приобаљу. Усаглашавање хидротехничких и урбанистичких аспеката коришћења речног приобаља омогућава рационално планирање намене овог простора, водећи рачуна и ризику од поплава.

Поред документације о плавним зонама у приобаљу, у оперативном плану одбране од поплава мора бити заступљена и проблематика осталих бујичних феномена-клизишта, одрона и бујичне лаве. То значи да треба извршити рејонизацију подручја и према критеријуму ризика од поменутих појава. Такође је неопходна и израда катастра свих значајнијих објеката, који су потенцијално угрожени бујичном лавом, клизиштима и одронима. Са аспекта организације одбране од поплава, врло важан сегмент документације о речном приобаљу представљају подаци о забележеним историјским поплавама и регистрованим штетама. Ови подаци имају велики значај код израде оперативног плана одбране од поплава, као и код урбанистичког планирања коришћења простора у речном приобаљу.

Техничка документација за одбрану од поплава бујичних водотока треба да садржи следеће елементе:

- положај насељених зона
- граница плавне зоне дуж водотока
- мрежа саобраћајница
- мостови преко водотока
- кишомерне и водомерне станице

На уздужном профилу водотока се приказују основни елементи са аспекта одбране од поплава:

- морфолошки елементи (линија дна и линија обала)
- објекти дуж водотока (мостови)
- хидраулички елементи (линија нивоа меродавне велике воде и линије додатног успора узводно од мостова).

Посебно треба истаћи да се код највећег броја малих водотока јавља изразита диспропорција између пропусне моћи речног корита и протицаја великих вода. Као што је познато, речно корито формирају мале и средње воде, које дуго трају у току године. С друге стране, велике воде трају врло кратко (најчешће неколико часова), тако да не могу да формирају одговарајуће корито. Отуда се велике воде изливају из речног корита и плаве приобално подручје. Горњи ток кореспондира зони ерозије, док се доњи ток налази у зони акумулације наноса. Речна долина управо и настаје акумулирањем ерозионог наноса из горњег тока.

Хидрауличка слика водотока је у потпуној сагласности са геоморфолошким и морфолошким карактеристикама. У горњем току, линија нивоа велике воде је знатно испод линије високог терена. Отуда се у горњем току уопште не поставља проблем поплава. Међутим, у доњем току је сасвим различита ситуација. Због мале пропусне моћи природног корита, линија нивоа велике воде је изнад нивоа обала, на највећем делу сектора доњег тока. То значи да се велике воде изливају из корита и плаве приобално подручје.

Са аспекта одбране од поплава, ситуацију отежавају објекти дуж водотока, а нарочито мостови са стубовима у речном кориту. Као што је у уводу истакнуто, посебан проблем код бујичних водотока предстаља "површински нанос", који се зауставља на местима природног или вештачког сужења речног корита. У већем броју случајева, мостови представљају "уско грло" (нарочито код сеоских путева) и на њима се заустављају већи пливајући предмети. Загушење мостовских отвора може изазвати велики допунски успор водотока, што знатно повећава размере поплаве. Међутим, треба истаћи да загушење мостова већих отвора нема само хидраулички ефекат, већ се може одразити и на стабилност конструкције. Значајно повећање хидростатичког и хидродинамичког оптерећења конструкције може довести до њеног рушења. Овај аспект проблематике такође мора бити узет у обзир, у разради плана одбране од поплава.

Као што је истакнуто, техничка документација за припрему плана одбране од поплава, поред слива и водотока, мора обухватити и брањено подручје. Овај сегмент документације, поред хидротехничких елемената, садржи и урбанистичке и комуналне аспекте (појас водотока и приобаља, траса речног корита, граница плавне зоне; примарне одбрамбене линије, мостови и уливи канализације; мрежа главних улица и саобраћајница у насељу). На основу детаљног проучавања уличне мреже и њене повезаности са главним саобраћајницама, могу се одредити смерови евакуације становништва.

У оквиру одбране од поплава, посебан значај има заштита виталних система-медицинске службе, противпожарне заштите, цивилне заштите, полиција и др. Као што је истакнуто, заштита од бујичних водотока не обухвата само одбрану од поплава, у ужем смислу речи, већ се односи и на заштиту од свих бујичних феномена. У ту категорију спадају и клизишта, која се активирају при интензивним атмосферским падавинама (приказати и зоне потенцијалних клизишта у посматраном насељу). На ове зоне се мора обратити посебна пажња у случају великих киша и непогода. То се посебно односи на заштиту објеката виталних система, уколико се налазе у зони потенцијалног клизишта.

2.2.2. Прогноза и упозорење

Као што је познато, поплавни талас на водотоку је последица процеса генезе великих вода у речном сливу. Другим речима, узрок поплава у доњем току водотока су процеси у горњем делу слива, који претходе појави таласа великих вода. Ова узрочно-последична природна законитост представља основу за прогнозу појаве поплавних таласа на мањим водотоцима, са бујичним хидролошким режимом. С обзиром да се основни узрок поплава на мањим водотоцима састоји у појави интензивних атмосферских падавина на сливном подручју, осматрање киша је први и најважнији предуслов за прогнозу великих вода. Према томе, мрежа кишомерних станица у сливу представља неопходну основу система за прогнозу поплавних таласа и алармирање низводног подручја. Међутим, само постојање мреже кишомерних станица није довољно за прогнозу поплавних таласа и алармирање низводног сектора, већ су неопходне и друге компоненте система за одбрану од поплава.

У зависности од величине слива и дужине водотока, постоји одређени временски интервал између појаве интензивних падавина у сливу и почетка поплава на низводном подручју. Овај интервал је од великог практичног значаја за организацију одбране од поплава, јер даје могућност предузимања ургентних мера одбране. Међутим, да би се овај интервал, који произилази из природе феномена, у што већој мери искористио, неопходне су поуздане комуникације између сливног подручја и угроженог сектора водотока. То значи да осматрачи на свим кишомерним станицама у сливу морају бити повезани, телефонском или радио везом, са оперативним штабом за одбрану од поплава на речном току и са радарским центром.

Међутим, постојећи распоред кишомерних станица и начин осматрања киша одговара стандардима за редовну одбрану од поплава на већим рекама. Да би распоред кишомерних станица и осматрања кише и по потребама за одбрану од бујичних поплава мора да се изврши ревизија мреже станица и начина осматрања киша (за сада се то ради једном у 24 часа). То се најбоље постиже постављањем аутоматских веза између кишомерних станица и метеоролошког радара. На тај начин било би омогућено осматрачима у радарском центру да постигну високу тачност прогнозе интензитета и висине кише у свакој тачки простора који ће захватити водоносни облак, а истовремено ће се показати и потреба за променом положаја појединих кишомерних станица или за озбиљнију реконструкцију читаве мреже кишомерних станица (па и до њене рационализације и смањења броја осматрача).

Процедура за ургентно обавештавање оперативног штаба за одбрану од поплава о падавинама у сливу мора бити разрађена и прописана за сваки конкретни случај. У случају већих сливова и веће дужине водотока, модел прогнозе поплава би могао укључити, поред падавина у сливу, и водостаје у горњем току реке. При томе се подразумева постављање лимниграфа на неком репрезентативном профилу (на пример, после ушћа најзначајнијих притока). На овом хидрометријском пункту би се могао дефинисати "праг водостаја", преко кога би се вршило "уочавање поплава". Пораст водостаја преко утврђеног прага би представљао сигнал опасности за низводни сектор. На основу претходног разматрања може се закључити да комплексност процеса генезе великих вода у сливу и пропагације поплавних таласа дуж водотока захтева систематски приступ проблематици одбране од поплава. То значи да се проблем упозоравања на опасност од поплава може решити помоћу једног "локалног система".

Локални систем упозоравања за случај поплава обухвата следећа четири корака:

- Прикупљање података
- Трансмисија података
- Прогноза поплава
- Информисање оперативног штаба за заштиту од поплава

У Сједињеним Америчким Државама у употреби су два основна типа локалних система упозоравања, укључујући и њихове различите комбинације:

- мануелни локални систем
- аутоматски локални систем.

Мануелни системи су релативно једноставни и јефтини. Аутоматски системи су сложенији и скупљи, али и поузданији од мануелних, јер користе аутоматско прикупљање података, трансмисиони систем за упозоравање, као и компјутере и софтвере за прогнозу поплава. Између ова два основна типа постоји много варијанти.

Мануелни локални систем упозоравања обухвата:

- Мрежу кишомernih и водомерних станица на сливу, осматрачку службу за регистровање података и њихову трансмисију до локалног центра где ће се чувати и обрађивати
- Локалног координатора
- Комуникациону мрежу за дистрибуцију упозорења одговарајућим службама за ургентне акције.

Аутоматски локални систем упозоравања обухвата:

- Мрежу аутоматских кишомernih и водомерних станица у сливу са уређајима за аутоматско регистровање и трансмисију података до локалног центра
- Комуникациони систем
- Опрему за аутоматско прихватање и процесирање података
- Софтверски систем за прогнозу поплава
- Систем за упућивање и дистрибуцију упозорења.

2.2.3. Активности на одбрамбеној линији

У зависности од решења регулације, постоје два основна типа одбрамбених линија поред водотока. Први тип одбрамбене линије представљају одбрамбени насипи, који се граде на одређеном растојању од речног корита. Нивелете круне насипа се пројектује са одређеним сигурносним надвишењем изнад нивоа меродавне велике воде. Други тип одбрамбене линије се јавља у случају када се ова линија налази у склопу регулисаног корита, односно, на самој обали. Најчешће је такво решење код обложеног корита, са обалоутврдом. У том случају, горња ивица регулисаног корита, односно, круна обалоутврде, представља нивелету одбрамбене линије (са сигурносним зазором изнад нивоа меродавне велике воде). Код регулације водотока који пролазе кроз насељене зоне примењују се оба поменута типа одбрамбене линије. Најчешће је случај да се одбрамбени насипи граде изван ужег градског језгра, где има више слободног простора у приобаљу. С друге стране, у централној урбаној зони, због недостатка простора, примењује се други тип одбрамбене линије, која се налази на ободу регулисаног корита.

У периоду одбране од поплава постоје три основне врсте активности на одбрамбеним линијама:

- надвишење одбрамбене линије
- затварање пропуста, испуста и других отвора на насипима и обалоутврдама
- изградња секундарне одбрамбене линије.

Све наведене активности се морају обухватити оперативним планом за одбрану од поплава. Међутим, реализација планираних активности, у склопу одбране од поплава, зависи од конкретне ситуације и процене величине поплавног таласа. На основу података о падавинама у сливу и праћењем пораста водостаја у реци, може се проценити да ли ће врх поплавног таласа бити у нивоу или изнад круне одбрамбене линије (дуж целог брањеног подручја, или само на појединим локалитетима). У том случају, приступило би се локалном, привременом надвишењу одбрамбене линије. Технички поступак надвишења се најчешће своди на слагање пластичних врећа, пуњених песком или земљом, преко круне насипа или горњег платоа регулисане обале. За разлику од надвишења одбрамбене линије, затварање испуста и отвора би требало да представља рутинску операцију, при наласку сваког значајнијег таласа великих вода. Потпуним затварањем, ("дихтовањем") одбрамбених линија спречава се продор воде у брањено подручје. Начин затварања пропуста, испуста и других отвора зависи од њихове техничке опремљености. У случају постојања устава или затварача, затварање отвора је брже, једноставније и сигурније. Уколико не постоје затварачи или уставе, отвори се могу затворити приручним средствима (пуњеним врећама и др.).

Најсложенија и најозбиљнија активност на одбрамбеном систему са јавља у случају неопходности успостављања секундарне одбрамбене линије. Овој активности се приступа на основу процене да примарна одбрамбена линија неће моћи (чак и са надвишењем) да спречи изливање великих вода из речног корита. Овакав случај се може јавити при појави таласа великих вода, врло ретке вероватноће појаве (на пример, појава 500-годишње велике воде у регулисаном кориту димензионисаном за 100-годишњу воду.).

Траса секундарне одбрамбене линије зависи од конкретне ситуације у речном приобаљу. Основни фактори који диктирају трасу су степен насељености приобалног простора, значај објеката који се бране, комунална и саобраћајна инфраструктура, топографски услови терена и др. Увек треба тежити таквој траси секундарне одбрамбене линије којом се штите најзначајнији садржаји у приобаљу, док се плавлeњу препушта мање вредан део простора. Начин формирања и изградња секундарне одбрамбене линије зависи од расположивог времена и приручних средстава. У зависности од расположивог простора и механизације, могуће су варијанте насипања терена или слагања пуњених врећа. Поред тога, могућа су и нека специфична решења, диктирана локалним условима. С обзиром на динамику бујичних феномена, расположиво време за изградњу друге одбрамбене линије је обично врло кратко (неколико часова). Отуда је пожељно да се већ у оперативном плану за одбрану од поплава предвиди траса секундарне одбрамбене линије и припреме средстава за њено формирање.

2.2.3. Контрола ерозије око објеката у речном кориту

Специфична динамика хидролошких, хидрауличких и псамолошких феномена на бујичним водотоцима условљава, поред изливања великих вода из речног корита, и неке друге нежељене појаве за време трајања поплава. У такве појаве спада и ерозија речног дна у зони објеката у кориту. Велики транспортни и ерозиони капацитет бујичних таласа условљава

интензивну ерозију речног дна на појединим локалитетима. Највећа и најбржа ерозија јавља се управо у непосредној близини објеката у речном кориту, због поремећене струјне слике и ефекта опструјавања. Највише угрожени објекти у речном кориту су мостовски стубови, с обзиром да се могу налазити у зони матице и максималних брзина течења. Такође могу бити угрожени и приобални објекти-потпорни зидови, ножице обалоутврде и др. Ови објекти су посебно угрожени на конкавним обалама.

Контрола ерозионих процеса око објекта у речном кориту подразумева перманентно праћење ових феномена за време трајања великих вода. Могућност визуелног праћења процеса на речном дну произилази из чињенице да ерозионе јаме већих размера изазивају појаву великих вртлога, који избијају на водену површину. Што се тиче самих објеката, врло је важно уочити појаву деструктивних процеса-испадање и одношење камења, напрслине у бетону и др. У случају угрожене стабилности појединих објеката у речном кориту, неопходне су хитне интервенције. У том смислу, могућа је примена каменог набачаја или пуњених пластичних врећа око угроженог објекта. Уколико предузете интервенције немају ефекта и објекат дође у критично стање, морају се спровести посебне мере заштите јавне сигурности (на пример, затварање моста за саобраћај).

2.2.4. Уклањање површинског наноса код мостова и других објеката

Операције уклањања површинског наноса из уских грла на водотоку морају бити брижљиво планиране и прописане оперативним планом за одбрану од поплава. Ово подразумева свеобухватно и прецизно регистровање свих потенцијалних уских грла на посматраном сектору водотока-мостова, устава, сужених делова корита и др. На свим овим локацијама морају се организовати стална дежурства за време трајања великих вода. Такође морају бити припремљена одговарајућа приручна средства за уклањање површинског наноса (чакље, мотке и сл.). Уколико је могуће, у зависности од приступа појединим локалитетима, пожељно је користити механизацију за извлачење крупнијих предмета (стабла дрвећа, већи предмети и др.).

2.3. Комуналне активности

2.3.1. Алармирање становништва

На основу добијених информација о падавинама у сливу и нагом порасту водостаја реке у горњем току, оперативни штаб за одбрану од поплава процењује степен опасности и у складу са тим предузима акцију алармирања јавности и становништва на угроженом подручју. У оквиру процедуре за издавање упозорења треба:

- Осигурати хитну пажњу јавности информацијама које се односе на наилазећу поплаву
- Специфирати које се врсте упозорења издају за различите могуће услове
- Осигурати да су упозорења усаглашена са очекиваним интензитетом поплаве
- Осигурати да су упозорења компатабилна и координирана са Републичким хидрометеоролошким заводом.

У оквиру алармирања јавности, посебан значај има процедура којом се шаљу упозорења о наступајућој опасности од поплава посебним примаоцима.

Такви примаоци су:

- Штабови цивилне заштите, полиција, противпожарна служба, служба спасавања и сл.
- Комуналне службе
- Организације одговорне за управљање водним режимом и објектима за одбрану од поплава
- Службе јавних радова, градског саобраћаја и друге службе одговорне за предузимање мере заштите
- Појединци који не могу примити поруку на уобичајени начин, као што су глуви, слепи, болесни и сл.
- Болнице, школе, инвалидне организације, као и друге које имају специфичне проблеме везане за евакуацију
- Особе које су задужене за рад у прихватним центрима за угрожене, или они који треба да помогну при евакуацији
- Државни и општински органи власти и добровољне организације, које имају одређене одговорности или чија помоћ може затребати
- Организације путног и железничког саобраћаја
- Управе националних паркова, институције надлежне за заштиту културног блага, туристички кампови, изоловане куће, као и сви остали са којима се веза теже успоставља и лако прекида, или је временски ограничена, или где евакуација може бити отежана
- Пословни центри или постројења којима је потребно додатно време да се успоставе за заштиту од поплава

Водећи рачуна о томе колико то расположиво време дозвољава, поруке о потенцијалној опасности од поплаве најпре треба упутити оним организацијама или појединцима који касније треба да учествују у даљем преношењу и проширивању круга оних који примају поруке, као и онима којима је потребно више времена за припреме да се предупредe наилазеће опасности. Процедуром за упозоравање посебних прималаца треба да се идентификују специјални примаоци упорења при различитим условима опасности од поплава, опише који ће начин комуникације бити коришћен у обавештавању ових специјалних група прималаца и специфицира поступак којима се осигурава да је упозорење заиста дато и да је примљено.

Процедура за усаглашавање обухвата следеће:

- Провера да су сва угрожена лица на време примила упозорење, без обзира на прекид електричне енергије и телефонских веза
- Прецизирање упозорења различитог садржаја и нивоа која одговарају хитности и озбиљности опасности од поплава
- Специфицирање средстава која ће се користити при оглашавању упозорења. Под тим средствима се подразумевају радио, телевизија, пренос вести од врата до врата, радио станице, сирене, леци обавештавања адресе, телефон и друга средства, у зависности од потреба и оног што је на располагању (на пример: хеликоптери са гласноговорницима, црквена звона и сл.). Треба имати на уму да су баш електрична и телефонска мрежа ван погона за време поплава.
- Припремање инструкција за поједине групе задужене за одређени начин оглашавања, о томе како да отпочне дистрибуција упозорења.

2.3.2. Евакуација и спасавање становништва

У случају појаве екстремно великог поплавног таласа, када оперативни штаб за одбрану од поплава процени да се не може спречити изливање великих вода из речног корита, мора се приступити последњем кораку-евакуацији и спасавању становништва. Основни циљ ове операције је спречавање људских жртава, а затим и смањење материјалних губитака. Главни задаци операције спасавања становништва су следећи:

- Идентификација простора који се евакуише
- Развијање процедуре за евакуацију
- Формирање центра за пријем угрожених
- Ургентне мере
- Повратак евакуисаних становника.

Идентификација простора који се евакуишу зависи од узрока поплаве као што су:

- Преливање речних вода преко природних обала или преко насипа који су подигнути уз водоток
- Изливање брдских вода из бујичних водотока или ободних канала
- Улаз поплавних вода кроз канализацију, дренажне канале или друге објекте.

Поред тога, евакуација може бити неопходна и у следећим случајевима:

- Немогућност прилаза или губитак пута за повлачење
- Губитак електричне енергије на уређајима који су у функцији заштите од поплава
- Специфични разлози везани за саму локацију.

Процедуром за евакуацију мора се одредити правац евакуације за сваки простор који се мора евакуисати. Дестинација мора бити удаљена од утицаја поплаве и других ризика због поплаве и позната или лака за препознавање. Поред тога, мора се водити рачуна да време евакуације и удаљеност одговарају расположивом времену за упозоравања. Дестинација мора бити расположива за коришћење у току укупног времена колико се очекује да ће поплава потрајати. Путеви за евакуацију морају бити осигурани, од брзог плављења из градске канализације, хидромелиорационих канала или због других разлога, пролазни у свим временским условима и одговарајући за одвијање очекиваног саобраћаја.

Од посебног је значаја одређивање приоритета за евакуацију где се узима у обзир:

- време плављења, с обзиром на поједине просторе
- величина поплаве
- губитак путева за евакуацију.

Процедура за спровођење евакуације, која је у складу са расположивим временом за упозоравања, подразумева следеће:

- Осигурати да угрожено становништво обавештено о потреби евакуације, о томе где је сигурно и крајње одредиште, којим путевима се иде и које је расположиво време за акцију
- Обезбедити специјалну помоћ онима којима је та помоћ потребна (слепи, инвалиди,

болнице и сл.)

- Осигурати да је евакуација комплетна
- Успоставити контролу саобраћаја, како се не би зашло у опасне зоне и индетификовати путеве и возила за евакуацију.

Операција евакуације становништва из поплавленог подручја захтева и формирање центра за пријем и привремени боравак угрожених лица. Код формирања овог центра је неопходно водити рачуна о потенцијалном броју евакуисаних лица. При избору локације прихватног центра треба имати у виду сигурност у условима поплаве, приступачност и расположиви простор.

Посебне ургентне мере, у оквиру операције евакуације угроженог становништва, односе се на хитну медицинску помоћ и противпожарну заштиту. Поред тога, може се јавити потреба хитних интервенција комуналних служби, у случају прекида снабдевања водом и електричном енергијом.

По потпуном престанку опасности од поплава и повлачењу изливених вода у речно корито, оперативни штаб за одбрану од поплава даје налог за припрему повратка евакуисаног становништва у своје домове. У оквиру ове припреме мора се извршити провера сигурности поплавлених објеката (нарушена статичка стабилност зграда, покидани електрични водоби и др.). Тек после извршене провере дозвољава се повратак становништва у куће.

2.3.2. Одржавање виталних система

Један од основних задатака оперативног штаба за одбрану од поплава састоји се у одржавању функције виталних система у насељу, за све време трајања поплаве. У том оквиру, неопходно је обезбдити континуитет рада медицинске службе, противпожарне заштите, цивилне заштите, полиције и осталих виталних система. Одражавање функције виталних система подразумева заштиту ових институција од плавлена. У вези с тим, мора се водити рачуна о локацијама на којима се налазе поменути витални системи и њиховој угрожености од поплава.

У случају угрожености објеката у којима су смештени витални системи од изливања великих вода, морају се предузети одређене мере привремене заштите. У такве мере спада ограђивање ових објеката пуњеним врећама и дихтовање свих отвора. Посебно је значајно обезбеђење сталног приступа и саобраћајне везе појединих објеката са градом. Такође треба водити рачуна о обезбеђењу помоћних извора енергије, грејања просторија, воде, одвођења канализације, као и других услуга неопходних за несметан и сигуран рад виталних објеката. Успостављање радне процедуре за цивилну заштиту, полицију, противпожарну заштиту, службе за поправке виталних система, медицинске и друге службе, пре, за време и после поплаве, укључује:

- Распоред опреме и особља да би се спречио губитак приступа због плавлена путева, подземних пролаза и рушења мостова
- Обезбеђење средстава за позив у помоћ
- Обезбеђење за евакуацију, или за заштиту важних података или докумената, који се налазе у плавленом простору, а односи се на статистичке податке, таксе и порезе, судске списе, податке о службама, податке о имовини, податке о пословању и сл..

2.3.4. Активности на инфраструктури

У оквиру одбране од поплава, морају се предузети одређене активности на комуналној инфраструктури-електричним и водоводним инсталацијама, гасоводу и др. Основни циљ ових мера је елиминација опасности за људске животе, као и ублажење материјалних штета. За активности на инфраструктури мора се предвидети одређена процедура, која обухвата следеће:

- Дефинисани простор где прекид треба направити за сваку величину поплава
- Упутство ко врши прекид-власник инсталација, особље јавних служби или неко други
- Превентивне мере које сваки власник треба да предузме у оквиру расположивог времена пре евентуалне евакуације, а које се односе на минимализацију штета на уређајима и инсталацијама, због евентуалног поновног укључења у погон електричне енергије и других инсталација.

Процедура за начин рада инсталација у периоду непосредно пре и током поплаве, треба да укључи:

- минимизирање ризика и штета које су проузроковане неисправним инсталацијама
- редуковање штете учињене на опреми, у снабдевању и функционалној спремности
- одржавање услужних комуналних система, повезаних са функцијом виталних система.

2.3.5. Контрола саобраћаја

У склопу одбране од поплава на посматраном подручју, врло важну улогу има контрола саобраћаја. Контролом саобраћаја могу се спречити саобраћајна загушења или прекид комуникација, што би могло угрозити или онемогућити операцију евакуације становништва из угроженог подручја. Поред тога, контрола саобраћаја је неопходна и за све остале операције одбране од поплава, које имају задатак смањења материјалних штета. Идентификовање потребе у контроли саобраћаја, пре, за време и одмах после поплаве обухвата следеће:

- Спречавање саобраћаја који би донео незгоде у простору који је већ поплавлjen, или ће бити поплавлjen
- Успостављање путева за евакуацију и убрзавање саобраћаја при евакуацији
- Оспособљавање приступа простору који се евакуише за несметано кретање, спасавање и други витални саобраћај
- Забрану коришћења оштећених путева и мостова
- Контролисање приступа оштећеним подручјима.

Успостављање процедуре за контролу саобраћаја захтева да се:

- Идентификују простори које треба контролисати зависно од очекиване величине поплаве
- Одређују локације где ће бити успостављена контрола саобраћаја
- Одређује евентуална одступања или начин контроле који ће такође бити од користи
- Специфицира распоред особља, барикада и знакова да би се појачао ефекат

неопходне контроле и средстава присиле

- Описује процес за успостављање система пропусница или другог начина за ограничавање уласка у оштећене просторе после поплаве, за становнике и остала овлашћена лица.

ПОСТУПАК ДОНОШЕЊА ПЛАНА ЗА ОДБРАНУ ОД БУЈИЧНЕ ПОПЛАВЕ

У претходним поглављима углавном су обухваћени сви релевантни фактори за доношење општинских планова за одбрану од бујичних токова. Међутим овде се жели истаћи основни поступак за доношење планова за одбрану од бујичних поплава као и за неке препоруке и сугестије за успешно спровођење планова у пракси када до поплава дође.

Скупштина општине уз помоћ својих стручних служби учествује у изради потребне документације и изради плана одбране од бујичних поплава и потом их усваја и операционализује. Ако општина нема одговарајућу службу и специјалисте за израду наведене документације дужна је да за то ангажује специјализоване организације.

Израда и усвајање плана одбране од бујичних поплава се спроводи по следећем поступку:

- Израђује се документација о сливу у складу са потребама одбране од бујичних поплава и према овој методологији. Њом се одређују карактеристике сливова, угрожена места, и остали подаци потребни другим службама за правовремено реаговање.
- С обзиром на карактер бујичних поплава документација мора да садржи јасно дефинисане услове за радарску осматрачку службу о условима за претходну најаву могућих поплава у ширем региону и касније праћење и координацију са оперативним штабом одбране од бујичних поплава.
- Формирање оперативног штаба за одбрану од бујичних поплава са поделом одговорности.
- Разрада оперативног плана и провера расподељених дужности и координације.
- Провера функционисања израђеног плана путем редовних вежби и посебно у случају наиласка бујичних поплава које нису опасне, али које ипак могу нанети неку штету на већ регистрованим критичним местима. На тај начин оперативно деловање ће бити проверено у условима блиским правој разорној бујичној поплави, па ће се открити пропусти у операционализацији плана и унети потребне допуне и исправке.
- Провера функционалности узбуњивања и евакуације становништва и добара.
- Образовање становништва за поступање у случају наиласка бујичне поплаве.
- Редовна контрола подручја за уочавање промена које могу утицати на промену планираних активности на одбрани од бујичних поплава.
- Координација са Јавним водопривредним предузећем "Србијаводе" и водопривредним центрима.
 - Редовна провера промена и усклађивање плана са променама на терену, као што су изградња нових саобраћајница, нових насеља и других објеката који мењају услове у кориту бујичних токова.

ЗАКЉУЧЦИ И ПРЕПОРУКЕ

Да би одбрана од бујичних поплава и поплава уопште била успешна са сталним подизањем ефикасности одбране потребно је да се унапреде и опреме службе које чине основну карику у ланцу одбране од елементарних непогода где спадају и бујичне поплаве. Овде се у првом реду мисли на опремање и усавршавање хидрометеоролошке службе.

Треба да се стандардизују процедуре за прорачуне великих вода и генезу поплавних таласа. Такође је потребно стандардизовати начин осматрања и прорачуна (анализа) киша кратких трајања (олујних киша), односно интензитети киша као и проучавање њихове регионалне, просторне различитости. Упоредо са развојем осматрачких и рачунских метода потребно је радити на развоју специфичне мерне опреме за мерења у бујичним токовима, јер је постојећа опрема конструисана за мерења на рекама и могуће ју је само условно користити за мерења у условима бујичног тока.

За успешнију борбу против природних стихија, елементарних непогода и очувања животне средине за обезбеђење пијаће воде за XXI век неопходно је одмах започети са антиерозионим уређењем сливова и водотокова. Како се највећи проценат површине земљишта унутар сливова бујичних токова користи за шумарство, воћарство, виноградарство и пољопривреду потребно је да се ускладе сви плански документи (шумско-привредне основе, пољопривредне основе, просторни планови и друго са захтевима антиерозионог газдовања земљиштем, јер се на тај начин значајно подиже праг пљусковите кише која изазива бујичне поплаве. Истовремено се обезбеђује битан предуслов за конзервацију вода у сливу и ублажавање штетних дејстава бујичних поплава.