

Šolski center Celje
Srednja šola za gradbeništvo

PLAZ V LETUŠU

Avtorja:
Damjan TUBIN, G-4. b
Veljko MIJATOVIĆ, G-4. b

Mentor:
Ljubomir Milenković, univ. dipl. inž. grad

Mestna občina Celje, Mladi za Celje
Celje, 2008

1.	POVZETEK	3
2.	UVOD	4
3.1.	KLASIFIKACIJA PLAZOV	5
3.1.1.	Klasifikacija glede na hitrost premikanja in možnosti reakcije:	5
3.1.2.	Klasifikacija glede na stanje plazu:	5
3.1.3.	Klasifikacija glede na geološko strukturo:	6
3.1.4.	Klasifikacija glede na debelino zdrselega materiala oz. glede na debelino drsne ploskve	6
3.2.	ZGRADBA PLAZU	7
3.3.	OPREDELITEV ZEMELJSKIH PLAZOV GLEDE NA STOPNJO OGROŽANJA	8
3.4.	VARSTVO PRED ZEMELJSKIMI PLAZOVI	9
3.4.1.	Preventiva pred zemeljskimi plazovi	10
3.4.2.	Nujni varnostni ukrepi	10
3.4.3.	Ukrepi za končno sanacijo	11
3.5.	OGROŽENOST SLOVENIJE ZARADI ZEMELJSKIH PLAZOV	12
4.	ZEMELJSKI PLAZ V LETUŠU	14
4.1.	UVOD	14
4.2.	ZAKAJ JE PRIŠLO DO PLAZU?	14
4.2.1.	Politični	15
4.2.2.	Geološki	15
4.3.	POSLEDICE PLAZU	16
5.	SANACIJA PLAZU	18
5.1.	UVOD	18
5.2.	MOŽNE REŠITVE	18
5.2.1.	PREGRUPIRANJE ZEMELJSKIH MAS	19
5.2.2.	ODVAJANJE POVRŠINSKIH VOD IN DRENIRANJE	19
5.2.3.	Odvajanje površinske vode iz telesa plazu	19
5.2.4.	Stabilizacija plazine	20
5.2.4.1.	Injektiranje s specialnimi injekcijskimi masami	20
5.2.4.2.	Termična stabilizacija	20
5.2.4.3.	Električna osmoza	20
5.2.4.4.	Mehanska stabilizacija tal	20
5.2.5.	Pomožni in posebni sanacijski ukrepi	21
5.2.5.1.	Premostitev plazu	21
	Plaz premostimo z mostom tako, da so temelji mosta fundirani v stabilna tla.	21
5.2.5.2.	Vegetacija	21
5.2.5.3.	Zabijanje lesenih kolov	21
5.2.5.4.	Popleti	21
6.	PREDLOG NUJNIH UKREPOV ZA STABILIZACIJO OBMOČJA	21
7.	SLIKE IZ LETUŠA	22
7.1.	PO KATASTROFI	22
8.	ZAKLJUČEK	25
9.	LITERATURA	26
9.1.	Knjigi	26
9.2.	INTERNET	26

1. POVZETEK

Pred začetkom naloge sva si podala vprašanje, ali bi lahko ta plaz preprečili. V nalogi sva opisala, kako pride do plazu, katere vrste plazu poznamo, ogroženost Slovenije, kako se zavarovati pred plazom in kako ga saniramo, - tukaj je natančna definicija zemeljskega plazu:

Zemeljski plaz imenujemo takrat, ko se velika količina zemlje, blata, kamenja, skalovja in drobirja pomika po pobočju hriba navzdol. Vrste zemeljskih plazov: plaz padajoče kamenja ali podor nastane, kadar ogromne pečine zgrmijo po strmem pobočju; ob dotiku s tlemi se pogosto nalomijo v manjše kose. Pri drsečem plazu drsijo po pobočju velikanske množine kamenja in skalovja s hitrostjo tekoče vode. Prav tako se sprožajo tudi drseči plazovi drobirja, sestavljeni iz tankih plasti rahle zemlje in manjšega kamenja. Pri mokrih zemeljskih plazovih teče navzdol zmes blata in vode-pobira vse, kar ji leži na poti. Zakaj pride do zemeljskega plazu: Potresi so posledica elastičnosti kamnin, ki sestavljajo naš planet. Nenadni premik nekje v notranjosti Zemlje ali na njeni površini vzbudi elastične valove, ki se širijo iz žarišča in ki v slučaju močnejšega tektonskega potresa lahko povzročijo občutljivo tresenje tal na oddaljenosti tudi več sto kilometrov. Izviri seizmične energije so posledica tektonskih napetosti, ki premagujejo trenja na prelomnih površinah, ob katerih med seboj mejijo seizmogena območja. Potres nastane v trenutku, ko se v žarišču ali hipocentru del potencialne energije elastičnih napetosti spremeni v kinetično energijo elastičnih nihajev. To nihanje se širi v obliki primarnih (longitudinalnih) valov kot reakcija snovi na spremembo prostornine in sekundarnih (transverzalnih) valov kot reakcija snovi na spremembo oblike ter polariziranih elastičnih valov ob diskontinuitetah. Valovi se po fizikalnih zakonih odbijajo (reflektirajo), lomijo (reflektirajo), uklanjajo (difraktirajo) in intrefektirajo med seboj. V Zemlji se gibljejo kot prostorski valovi in po Zemljini površini kot površinski valovi. Potresni valovi se začno širiti z majhnega prostora (volumna), v katerem se v zelo kratkem času sprosti ogromna energija. Ta prostor se največkrat poistoveti s »točko« - to je tista točka, ob kateri je prišlo do primarnega loma kamnin. Rušenje ob prelomu se nato širi od te začetne točke naprej s prelomno hitrostjo, ki je približno enaka hitrosti transverzalnih valov. Toda vsaka točka preloma je izvor vseh treh vrst prostorskih oziroma površinskih valov.

Raziskovala sva tako teoretično kot terensko. Pri terenskem delu sva obiskala Občino Braslovče, kjer naju je sprejel g. Rudi Sedovšek, ki se ukvarja z nastalim problemom. G. Sedovšek nama je dejal, da se plaz (spet) ne bo do konca saniral saj država nima denarja, da bi ga do konca sanirala. Dal nama je tudi geološko poročilo iz katerega sva ugotovila, da plazu ni bilo mogoče napovedati, bi pa lahko rešili življenje, saj bi zaradi ogromne količine padavin evakuirali vaščane.

Torej, bi lahko preprečili plaz? Misliva, da bi plaz lahko preprečili, če bi sanirali do konca. Prepričana pa sva, da bi lahko rešili obe življenji, saj bi lahko odgovorni sklepali, da se plaz lahko ponovi.

2. UVOD

Najina raziskovalna naloga bo obravnavala plaz v Letušu. Za to nalogo sva se odločila, ker se je pojavljal veliko v javnosti in sva mnenja, da bi se plaz lahko preprečil.

Naloga se bova lotila najprej teoretično nato pa terensko:

- a Teoretično bova raziskovala kaj sploh je plaz, kako pride do njega, na kaj jih delimo, kako je Slovenija ogrožena pred plazovi in kako jih saniramo.
- a Terensko pa bova raziskala območje na katerem se je sprožil plaz ter obiskala ljudi, ki se ukvarjajo s sanacijo obravnavanega plazu, da bi dobili strokovno mnenje, kar bi nama pomagalo pri nadaljnjem raziskovanju.

Hipoteza: Od te naloge pričakujemo, da bova ugotovila ali bi se plaz lahko preprečil. Raziskala bova tudi kdaj se bo plaz saniral in kako, če se sploh bo. Bilo bi zelo neodgovorno od države, če bi zopet le delno sanirala plaz, saj ima vsak državljan Republike Slovenije, pravico živeti v okolju, ki ne ogroža življenj in varnosti.

3. SPLOŠNO O PLAZOVIH

Plaz je gmota snovi (sneg, kamenje, zemlja,...), ki se na strmem pobočju, loči od podlage in zdrsne navzdol. Zemeljski plazovi so razvojno stari toliko kot planet Zemlja, ko je začela prehajati v trdnejše agregatno stanje.

Plazenje je posledica delovanja eksogenih, endogenih in kozmičnih sil. Vsaka posebej ali pa kombinacija naštetih sil povzročajo, da se pojavi porušitev ravnotežja in nato zdrs dela površinske zemljine ali hribine.

Eksogene ali zunanje sile se odražajo pri raznovrstnem preperevanju, eroziji vodotokov in precejanju podtalne vode.

Endogene ali notranje sile nastanejo pri mikro in makro tektoniki vse do premikanja tektonskih plošč.

Kozmične oz. zunajzemeljske sile pa se odražajo v nihanju lege zemeljske osi, premikanju zemeljskih polov in v ekliptiki.

Za pojave plazenja sta pomembna dva faktorja, ki delujeta eden proti drugemu. Prvi je gravitacija (zunanje sile), ki teži k premikanju višje ležečih kamnin navzdol. Drugi je notranja trdnost kamnine, ki preprečuje premik. Zaradi delovanja eksogenih sil se spreminja oblika terena in zmanjšuje trdnost kamnine, dokler gravitacijske sile ne presežejo strižne trdnosti.

Maksimalne sile notranjega odpora v kamnini ali zemljini morajo biti enake kot gravitacijska sila (= 1). V primeru, ko je razmerje večje od 1, je pobočje stabilno. Sile notranjega odpora v kamnini ali zemljini so v tem primeru večje od gravitacijske sile. V primeru, ko je razmerje manjše od 1, je pobočje nestabilno. Sile notranjega odpora v kamnini ali zemljini so manjše od gravitacijskih sil in tedaj pride do premikov hribine oz. zemljine.

3.1. KLASIFIKACIJA PLAZOV

3.1.1. Klasifikacija glede na hitrost premikanja in možnosti reakcije:

izjemno hiter	hitrost je do 56 m/s	človeška reakcija ni možna
zelo hiter	hitrost je okoli 5 m/s	človeška reakcija ni možna
hiter	hitrost je okoli 3 m/min	mogoča je evakuacija
srednje hiter	hitrost je okoli 13 m/mes	mogoča je sanacija
zelo počasen	hitrost je okoli 1,6 m/leto	mogoča je sanacija
izjemno počasen	hitrost je okoli 16mm/leto	zaznavanje je težko

3.1.2. Klasifikacija glede na stanje plazu:

- a Aktivni plaz je še v fazi premikanja. Lahko se premika neprestano (leze) ali pa se giba s prekinitvami (le ob večjim in dolgotrajnejših deževjih).
- a Umirjeni plaz ne kaže več znakov premikanja. Najpogostejši primer umirjenega plazu je saniran plaz.
- a Fosilni plaz, ki ga zaznamo predvsem po morfologiji (nagubano in grbinasto pobočje)

- a Potencialni plaz je del pobočja, na katerem je glede na geološko sestavo, hidrološke inženirskogeološke (preperevanje in erozija) in morfološke razmere možno plazenje.

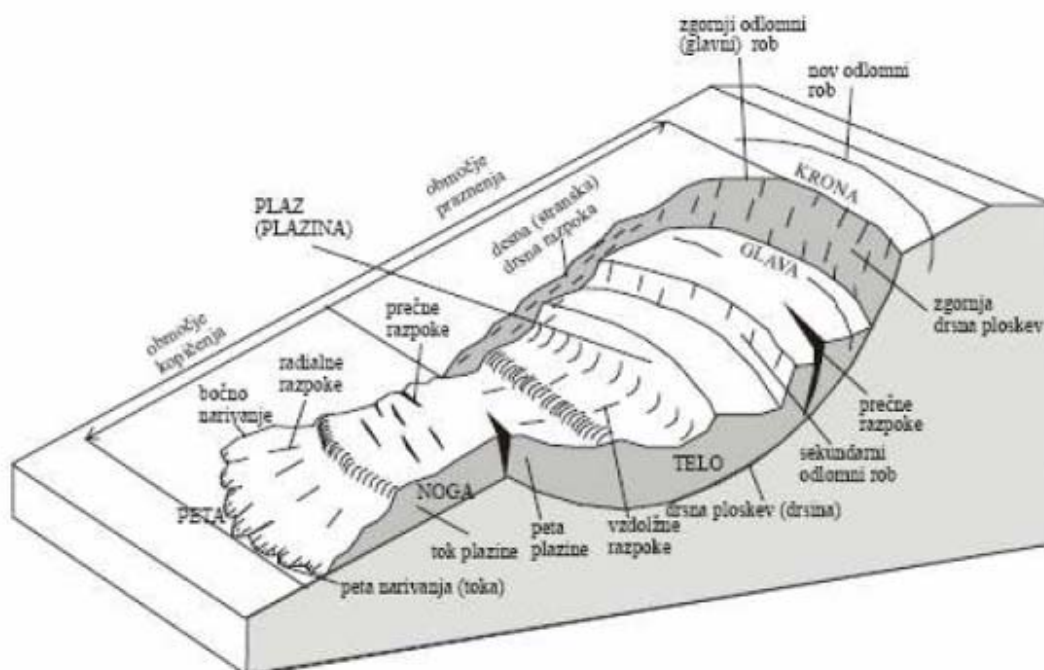
3.1.3. Klasifikacija glede na geološko strukturo:

- a Blokovni plaz
- a Kompaktni plaz
- a Paketni plaz
- a Preperinski plaz

3.1.4. Klasifikacija glede na debelino zdrselega materiala oz. glede na debelino drsne ploskve

- a Zdrs humusa po površini (debelina nekaj dm) nastane zaradi strmega pobočja
- a Plitev plaz je zdrs preperinskega pokrova debeline do 2m po kamninski podlagi
- a Srednje globok plaz je debel 2-5m
- a Globoki plazovi se pojavljajo v peskih in peščenjakih z lastnostmi zemljin. Drsina je v globini od 5-10m
- a Zelo globoki plazovi (regionalni plazovi) so v polhribih in so vezani na narivne zgradbe, na tehtonske in litoške meje, nagnjene v smeri pobočja. Globina drsine je več 10 pa tudi preko 100m

3.2. ZGRADBA PLAZU



Slika 1: Sestava plazu

Celovito zgradbo plazu prikazuje slika 1 zemeljski plaz je zgrajen iz treh glavnih delov, in sicer čela, telesa in pete plazu.

Čelo plazu se formira na zgornjem delu plazu. V čelu plazu se nahajajo odlomni robovi, grude in razpoke. Čelo plazu se opiše z obliko razpok, obliko čela, globino odlomnega roba, s premiki čela in ostalimi značilnostmi.

Telo plazu je nestabilna masa, ki je odtrgana od provtnege mesta in se premika navzdol. Omejujeta ga bočna odlomna robova. Znotraj telesa se nahajajo izbokline, kotanje, izviri, mlake, zamočvirjenosti, odlomi, narivi, itd. Njihov obseg je odvisen od vrste in velikosti plazu.

Peta plazu je spodnji del plazu, kjer se kopiči narivni material. Nastane lahko narivni rob ali pa se masa, ki plazi, valovito razvije po podlagi ali pa celo izrine podlago. Če se narivni material v peti plazu s časoma dovolj omoči, v njem nastane sekundaren plaz.

3.3. OPREDELITEV ZEMELJSKIH PLAZOV GLEDE NA STOPNJO OGROŽANJA

Zemeljski plazovi so lahko opredeljeni glede na stopnjo ogrožanja človeka in narave. Pri opredeljevanju stopnje ogrožanja so pomembni predvsem naslednji dejavniki:

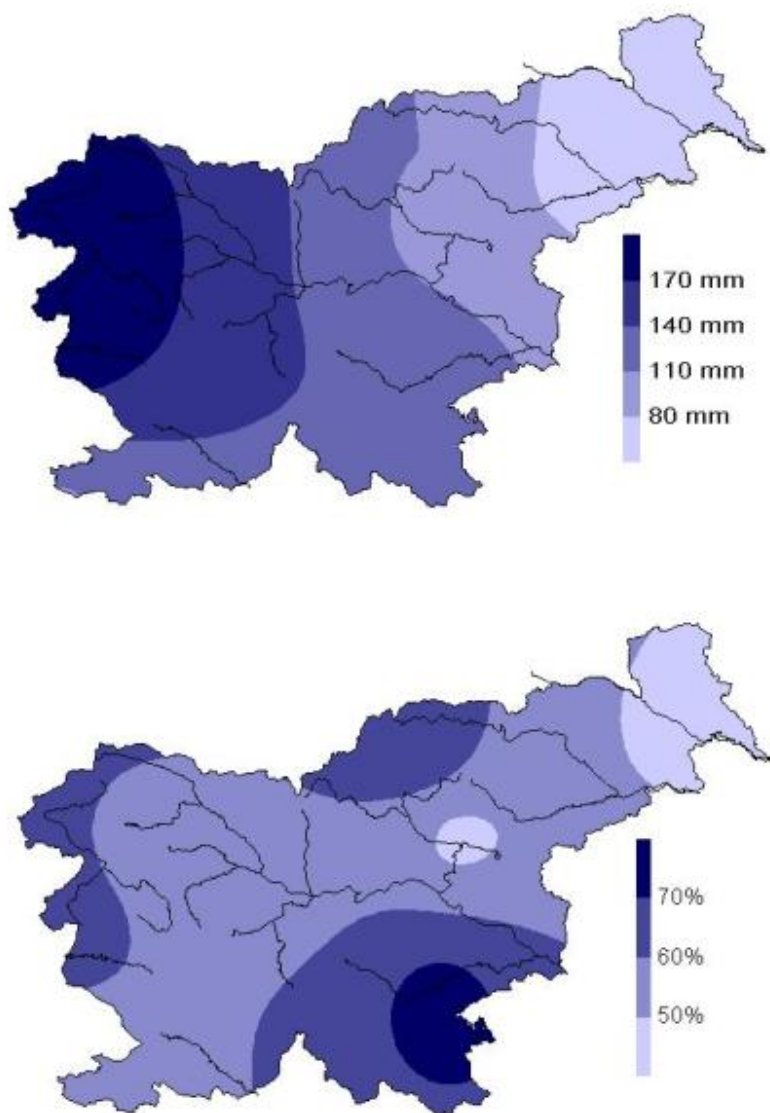
- a Napovedljivost pojava: če je pojav možno predvideti tako časovno kot prostorsko, se mu lahko izognemo oz. nanj pravočasno reagiramo (nizka stopnja ogroženosti), če ga nemoremo, potem je stopnja ogrožanja visoka.
- a Velikost pojava : čim večje mase so vključene v premikanje, bolj je pojav ogražujoč in težje ga je preprečevati.
- a Hitrost gibanja: čim večja je hitrost gibanja pojava, tem težje se mu je izogniti, hujše so posledice, čas za ustrezno reakcijo, za izogibanje ali preprečevanje pa krajši.
- a Oddaljenost mesta delovanja do mesta sproženja: kadar se pojav sproži na oddaljeni pogosto težko pristopni lokaciji, stran od oči možnih opazovalcev, kar je lahko več km stran od mesta končnega delovanja, ponavadi pomeni popolno presenečenje, na katerega nismo pripravljene in zaradi tega so lahko posledice zelo hude.
- a Lokacija pojava glede na naseljenost: kadar se pojav dogaja v naseljenem območju je človekova ogroženost neposredna, v primerjavi se pojavi, ki se zgodijo v odročnih krajih, ki pogosto niso niti registrirani.
- a Pogostost dogajanja: večja pogostost dogajanja na istem območju nas naredi za pojav občutljive, pojav spremljamo, ga proučujemo, se mu lahko izognemo ali ga saniramo, če se pojav na določenem območju zgodi na vsakih 100 let ali retkeje, pa spomin na dogodek zbledi in s tem tudi naša pozornost.

Upoštevanje vseh naštetih dejavnikov nam da oceno ogroženosti, ki jo ponavadi izrazimo v razredih. Poznamo naslednjo običajno lestvico ogroženosti:

1. izjemno ogrožajoč plaz
2. precej ogrožajoč plaz
3. zmerno ogrožajoč plaz
4. komaj ogrožajoč plaz
5. neogrožajoč

Čeprav je pojav, glede na posamezni dejavnik lahko zelo ogrožajoč, je tveganje za človeka lahko majhno. Kadar se izdelujejo napovedi tveganja, je zato smiselno uporabiti tudi lestvico stopnje tveganja:

2. izjemno tveganje
3. precejšnje tveganje
4. zmerno tveganje
5. majhno tveganje
6. ni tveganja



Slika 2: Povprečna količina padavin leta 2006

3.4. VARSTVO PRED ZEMELJSKIMI PLAZOVI

Strategija modernega varstva pred zemeljskimi plazovi je kompleksen postopek, ki se deli na tri dele:

- a preventiva
- a nujni varnostni ukrepi
- a ukrepi za končno sanacijo

3.4.1. Preventiva pred zemeljskimi plazovi

Uspešna preventiva pred zemeljskimi plazovi sloni na dveh, enakovredno pomembnih sestavinah:

- Na zajemanju in shranjevanju raznih podatkov o novih zemeljskih plazovih v posebej pripravljene baze podatkov in na spremljanju sprememb na obstoječih plazovih. Za določeno območje je treba registrirati obstoječe pojave plazenja tal, jih spremljati in shranjevati v omejene baze podatkov. Primer take baze podatkov je GIS Ujme, ki jo vodijo na Upravi RS za zaščito in reševanje.

Leta 2005 je bila izdelana obširna novelacija obstoječe baze podatkov GIS Ujme, ki je služila kot osnova za nadgradnjo celotnega sistema shranjevanja podatkov plazov na območju Slovenije. Veliko število novih podatkov o plazovih na območju Slovenije je omogočilo izdelavo izboljšane ocene ogroženosti ozemlja Slovenije zaradi plazov, izdelavo napovedi po občinah in po gostoti prebivalstva.

- Na izdelanih ocenah tveganja, ki podajo ogroženost določenega območja zaradi možnih plazov v prihodnosti. Gre za nadgradnjo sistema podatkovnih baz zemeljskih plazov z upoštevanjem dejavnikov, ki prožijo zemeljske plazove. Tako se lahko izdelajo karte potencialnega plazenja tal ob upoštevanju določenih scenarijev in /ali vrjetnosti nastopa. Načrtovanje posegov v prostor in s tem rabe tal se nato obvezno izvaja z upoštevanjem tako določene ogroženosti terena zaradi plazenja tal, tako da se bodisi najbolj ogroženim območjem izognemo oz. na manj ogroženih območjih posege izvajamo tako, da so objekti zmožni prenesti projektirane obremenitve, ob tem da lahko povečamo stabilnost terena.

3.4.2. Nujni varnostni ukrepi

Pomemben element nujnih varnostnih ukrepov je monitoring plazu. Odločitve, kot je izselitev prebivalcev iz ogroženih hiš, so posledice analize podatkov monitoringa. Monitoring plazu delimo na operativni in strokovni del. Operativni del monitoringa izvajajo člani Civilne zaščite, ki v naprej izdelane obrazce vnašajo podatke, kot so širjenje razpok in/ali napok na plazu, širjenje plazu, pogostost pojavov intenzivnejšega padanja kamenja ali rušenja, intenziteta in pogostost dežja, pojavljanje in trajanje drobirskih tokov, povezanih s pojavi plazenja tal, ... Strokovni del monitoringa opravljajo strokovnjaki z ustrezno opremo. Vsebina monitoringa je vezana na nekatere predhodne raziskave. Če nekaterih predhodnih raziskav ne izvedemo, ne moremo opravljati obsežnega monitoringa. Poznamo:

- a geološki
- a geodetski

Geološki monitoring obsega inženerskogeološko opazovanje plazu njegovega gibanja in značilnosti. Opazuje se morebitno napredovanje plazu na zgornjem odlomnem robu, širjenje razpok, napredovanje pete plazu, obnašanje plazu ob dežju, ... Namen geološkega monitoringa je prognoza nadaljnjega plazenja.

Geodetski monitoring obsega občasne meritve pomikov plazu. Lahko gre za meritve v prečnih merskih prerezih prek plazu ali pa za meritve premikov fiksni točk na plazu in v njegovem

stabilnem zaledju. Meritve je možno opravljati klasično z geodetskimi instrumenti ob uporabi tarč na merilnih mestih na plazu. Čedalje več se uporabljajo laserki instrumenti, ki merijo na razadaljo s pomočjo odboja žarkov naravne podlage brez uporabe tarč.

3.4.3. Ukrepi za končno sanacijo

Preden se začne končna sanacija plazu, se mora raziskati – ugotoviti njegove lastnosti, predvideti nadaljni potek plazenja ter določiti geotehnične lastnosti plazine in podlage.

Najpogostejše terenske raziskave in metode instrumentalnega merjenja na plazovih so:

- b) Površinske raziskave:
 - a inženirskogeološko posnemanje in kartiranje s popisom značilnosti plazenja
 - b geodetske meritve
 - c geofizikalne meritve
 - d meritve deformacij na površini plazu

- c) Globinske raziskave in raziskave v vrtinah:
 - a meritve nivojev vode
 - b meritve za določitev globine plazenja
 - c meritve z inklinometri
 - d testi vodoprepustnosti
 - e geomehanska raziskava na jedrih vrtine

Med najpogostejše sanacijske postopke spadajo:

- a pregrupacija zemeljskih mas
- a odvajanje površinskih voda in dreniranje
- a stabilizacija tal
- a pomožni sanacijski ukrepi (vegetacija, izgonitev plazu)
- a gradbeni posegi

Gradbeni posegi za preprečevanje nestabilnosti oz. sanacije plazov se uporabljajo, če plazu ni mogoče sanirati z ostalimi mogočimi ukrepi. Med najpogosteje uporabljene podporne konstrukcije sodijo

- a) enostavne podporne konstrukcije:
 - kaminiti zidovi brez veziva ali s cementnim vezivom
 - gabioni
 - montažne konstrukcije (kašte)
 - skalne zložbe s cementnim vezivom ali brez njega

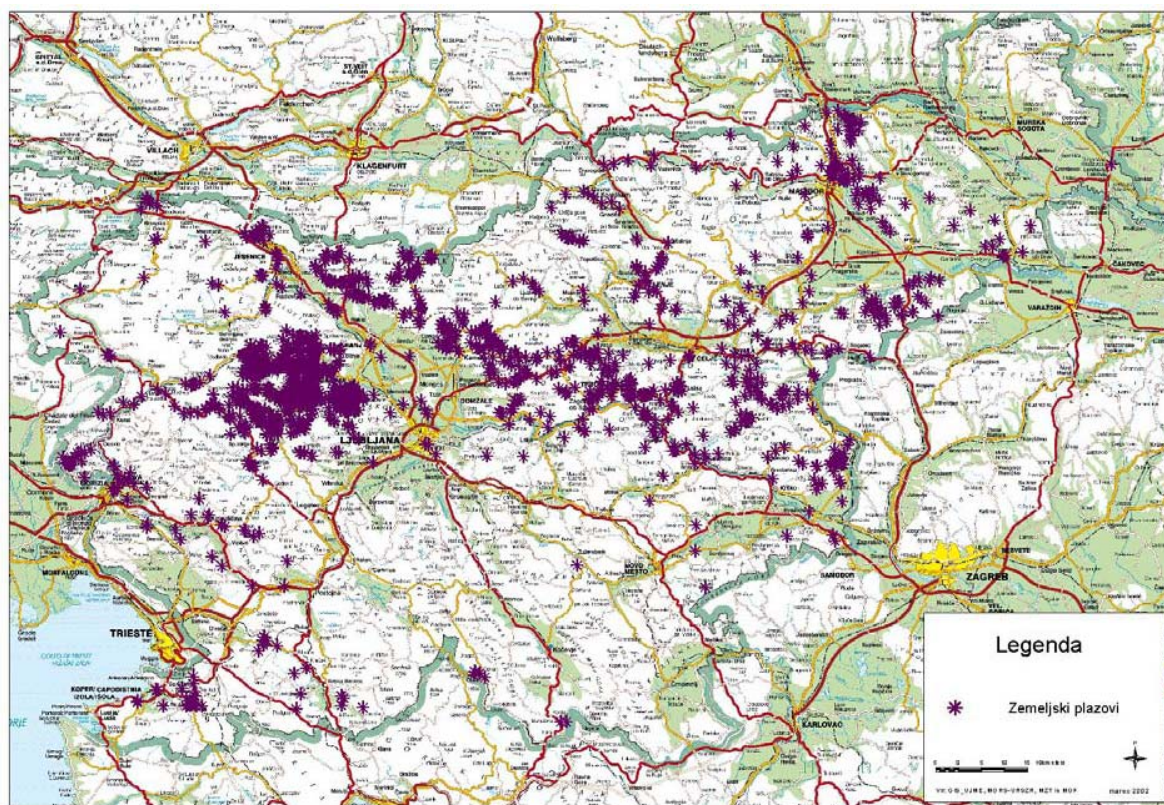
- b) podporni zidovi:
 - gravitacijski (betonski) zidovi
 - armirani zidovi oz. zidovi s peto
 - sidrani zidovi
 - armirana zemljina

- d) površinske konstrukcije:
 - betonska armirana rešeta
 - sidrane stene iz brizganega betona
- e) specialne konstrukcije
 - piloti
 - zagatne stene

3.5. OGROŽENOST SLOVENIJE ZARADI ZEMELJSKIH PLAZOV

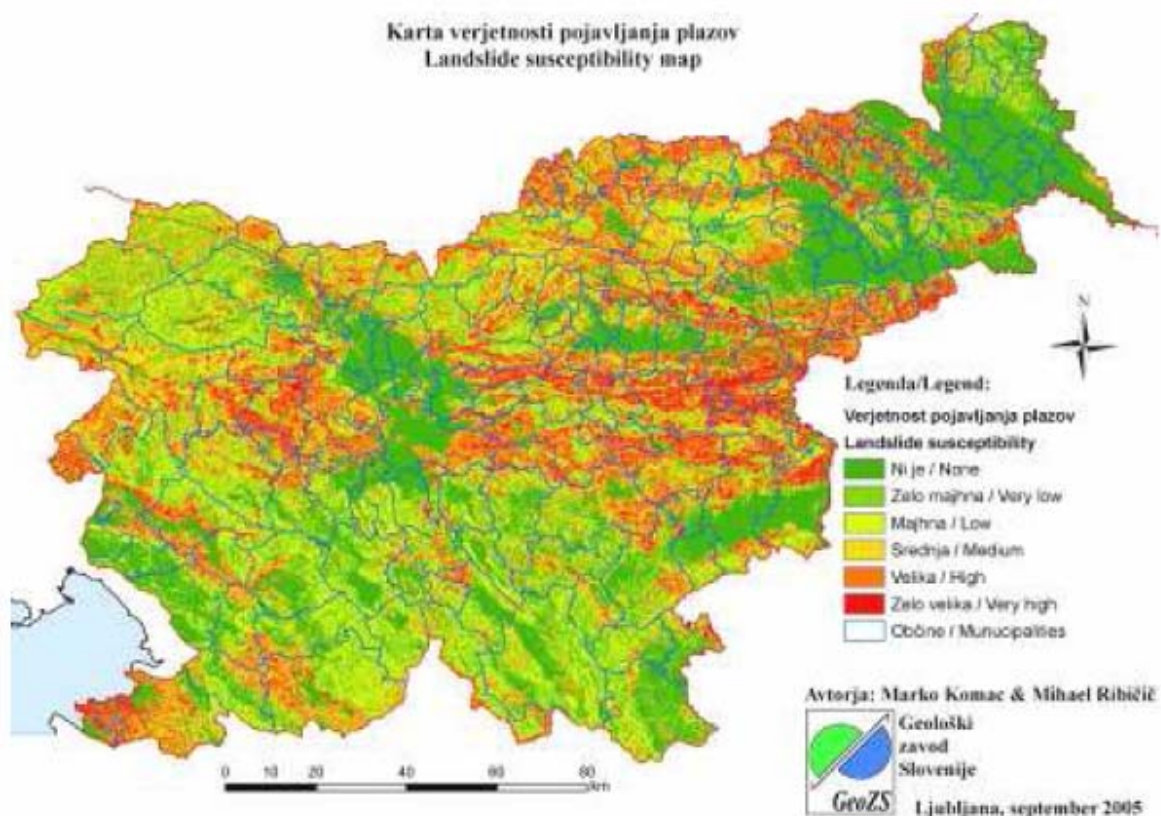
Na splošno je ogroženost zaradi zemeljskih plazov na določenem območju odvisna od lege, površja, kamnin v podlagi, podnebja, padavin, vode, rastlinstva, prebivalstva, poselitve, urbanizacije, rabe tal in industrializacije.

Približno tretjino slovenskega ozemlja ogrožajo zemeljski plazovi. Največkrat ogrožajo ljudi, živali, stanovanjske in gospodarske objekte, cestno infrastrukturo, kmetijske površine in vodotoke.



Slika 3: Zemeljski plazovi v Sloveniji

Najpogostejši so zemeljski plazovi v permokarbonskih, glinastih in grafitoidnih skrilavicah v osrenjih Karavankah od Rateč do Jezerskega, v Posavskem hribovju od Kresnic do Sevnice, med Kočevjem in Brodom, na Kolpi in v Škofljeloškem hribovju do Idrije. Tudi v paleozojskih glinastografitnih in sljudastokloridnih skrilavicah Jezerskega in okoli Črne na Koroškem so pogosti nevarni plazovi. Prav tako so lahko veliki nevarni plazovi na staroterciarnem flišu na območju od Solkano in Razdrtega in od Črnega kala do Rakitovca v Istri. Zelo nevarni so tudi plazovi v oligocenski sivici na Gorenjskem, v posavskem hribovju, v celjski kotlini in okrog Ormoža ter plazovi v miocenskih in panonskih glinah, ki so v okolici Kamnika na severnem vzhodu Gorjancev okoli Krškega, Podčetrka, Tuhinske doline ter Goričkega, Haloz in Slovenskih Konjic. Dejansko pa zemeljski plazovi ogrožajo povosod tam, kjer prostor neustrezno izkoriščajo: kmetijstvo, prometna infrastruktura, rudarstvo, odlagališča, premajhna gozdnatost, izsekavanje gozdov, degradiranost in monokulture, poselitev in pogostost klimatskih ujm. Stabilno je le območje Primorskega in Dolenjskega Krasa, območje karbonitnih alsko – dinarskih grebenov in planote.



Slika 4: Karta verjetnosti pojavljanja plazov

4. ZEMELJSKI PLAZ V LETUŠU

4.1. UVOD

Do zemeljskega plazu v Letušu je prišlo po katastrofalnem deževju 18.9.2007. Obravnavan plaz tolorisne velikosti cca 30x60 m se je aktiviral na strmem pogozdnem pobočju, tik nad gozdno mejo. Pobočje vpada proti vzhodu, pod naklonom 25 – 35°.

4.2. ZAKAJ JE PRIŠLO DO PLAZU?

Da je bilo nemogoče napovedati novi plaz na istem območju, nemore nihče trditi, saj se je obravnavani plaz že enkrat aktiviral. Prvič je plaz ogrozil življenja pred letom 1996, ki je bil tudi saniran, a v skromnejšem obsegu od predvidenega. Na žalost se je plaz ponovno aktiviral ampak tokrat z dvema smrtnima žrtvima.

Vprašanja zakaj je prišlo do plazu, sva se lotila z dveh vidikov:

- političnega
- geološkega



Slika 5: Porušena družinska hiša in gospodarski objekt

4.2.1. Politični

Če bi se plaz, ki se je aktiviral pred letom 1996, saniral do konca bi verjetno ohranil življenji, denar in mirno življenje na tem območju. Vendar se to ni zgodilo, ker država ni imela denarja. To pa nebi bilo nič sporno, če država pravi, da tudi za ta plaz nima denarja (škoda za okoli 200.000,00€), na drugi strani pa kupuje oklepnike in drugo orožje, ki ga nebo nikoli resno potrebovala.

4.2.2. Geološki

Kompaktna karbonatna podlaga je tektonsko precej pretirna in na površini preperela ter zakrasela. Preperelost in predvsem zakraselost sega v večje globine, zaradi česar je relief podlage izredno razgiban in nepredvidljiv. Razpoklinska poroznost hribinske osnove je občunta, na kar kažejo številni, tudi zelo obilni izviri v okolici.



Slika 6: Stanje, mesec dni po plazu

Povzetek:

Če oba dejavnika povežemo med seboj, ugotovimo da je bilo le še vprašanje časa pred nastalo katastrofo. Vprašanje je samo, ali se bo omenjeno območje saniralo do konca in ne le polovično.

4.3. POSLEDICE PLAZU



Slika 7: Družinska hiša, ki so jo porušili

Popoldne 18. septembra 2007 je širše območje Slovenije zajelo močno neurje z obilnimi padavinami in povzročilo hude poplave na severozahodu države. Posledice na območju Občine Braslovče so bile katastrofalne:

- dve smrtni žrtvi
- veliko ljudi je izgubilo streho nad glavo
- ogromna gmotna škoda



Slika 8: Porušena kmetija

V Letušu je hrib, nad stanovanjskim objektom zaradi neprimerno saniranega plaza, ki se je zgodil 12 let prej in prevelike količine dežja, popustil in cca 1200 m² zemlje je odneslo gospodarski objekt ter del stanovanjskega objekta.



Slika 9: Pogled s hriba

5. SANACIJA PLAZU

5.1. UVOD

Mesec po plazu, sva odšla na razgovor k podžupanu meste občine Braslovče. Ta nama je dejal, da država nima denarja, in da se plaz nebo do konca saniral (spet). Zato sva se odločila, da boma sama raziskala na kakšne načine bi se lahko saniral plaz.

5.2. MOŽNE REŠITVE

SANACIJSKI postopki za trajno stabilnost:

Težimo k temu, da posegi v teren ne zmanjšujejo stabilnosti.

Najbolj pogosti sanacijski postopki:

- pregrupiranje zemeljski mas
- odvajanje površinskih vod in dreniranje
- stabilizacija tal
- pomožni sanacijski ukrepi (vegetacija, izognitev)
- gradbeni posegi

Pred projektom sanacijskih ukrepov moramo določiti značilnosti plazenja, če obravnavamo hribino še nesplazelih območij rabimo stabilitetno analizo

5.2.1. Pregrupiranje zemeljskih masj:

-pregrupirati zemeljske mase tako, da so v stabilnem stanju.

Uporaba:

-predvsem trije ukrepi:

- zmanjšanje nagiba pobočja
- razbremenitev obtežbe z odstranitvijo materiala na zgornjem delu plazu
- obremenitev pete plazu

5.2.2. Odvajanje površinskih vod in dreniranje

Ukrepe delimo na dva dela:

-Ukrepi, ki preprečujejo zateganje vod v telo plazu: *površinski odvodi vode*:

- dotekanje vode v plaz preprečimo s površinskim lovilnim jarkom nad najvišjim odlomnim robom
- odvodni jarki na boku plazu
- dno jarka mora biti neprepustno za vodo.

-Ukrepe za zmanjšanje nivoja podtalne vode v telesu plazu:

5.2.3. Odvajanje površinske vode iz telesa plazu

Na površini plazu, kjer se pojavljajo izviri in močila vode, zajamemo to vodo v začasne koritnice.

Zaščita pred meteorsko vodo:

Manjše plazove prekrijemo s polivinilom, da preprečimo nadaljnje razmakanje, da se plazovi ne spremenijo v blatne tokove.

Drenaže:

Počakati moramo, da se plazenje umiri.

Namen:

Zmanjšati podtalno vodo in s tem vzgon. Smiselnost dreniranja je odvisna od sestave zemljine (glinasta, melj., pešč. zemljina, - gruščnat, dobroprepuste material). Drenažne sisteme kombiniramo s površinskim odvodom vode.

Sistemi dreniranja:

-drenažni jaški (drenaže); izvajamo do 2,5 m, smer jaškov prilagodimo morfologiji

-globoki drenažni zaseki; od 3,4 m do preko 10 m.

-Postopek:

- Zabijemo zagatnice
- izkop z bagrom
- zabijemo jašek s prodnimi zasipi
- zabijemo zagatnico za naslednjo sekcijo
- izkop z bagrom
- zasujemo s prodnim zasipom
- odstranimo zagatnice prejšnje sekcije
- nove zagatnice

- drenažni vodnjaki: uporabljamo jih, če je plazina sestavljena iz materiala srednje prepustnosti, podlaga pa je neprepustna. Vodo iz vodnjakov črpamo ali spuščamo v prepustne sloje pod plazom
- dreniranje s horizontalnimi vrtinami: uporabljamo jih, pri srednjeprepustnem materialu. Izvajamo na položno nagnjenih plazovih (na peti). Voda odteka samostojno brez črpanja.
- drenažni rovi: uporabljamo jih, če je podlaga plazine kompletna in je podtalna voda poglavitni vzrok plazenja. Uporabljamo jih le pri velikih plazovih kombinirano z drenažnimi vrtinami.

5.2.4. Stabilizacija plazine

Metoda nam izboljšuje geomehanske lastnosti plazine.

5.2.4.1. Injektiranje s specialnimi injekcijskimi masami

- povečujejo nam strižno odpornost zemljin
- služijo le kot dodaten ukrep
- a.) silikatne injekcijske mase
 - uporaba v peskih
 - steklo v fosforni kislini
 - steklo v žvepleni kislini v Al sulfatu
- a.) cementne injekcijske mase
 - ne uporabljamo za sanacijo drsov v hribinah
- b.) glinaste injekcijske mase
 - za zmanjšanje prepustnosti tal
- c.) kemične injekcijske mase
 - redko uporabljamo, reagirajo z materialom in se pretvorijo v stabilnejšo maso

5.2.4.2. Termična stabilizacija

- uporabljamo za lokalno povečanje stabilnosti in nosilnosti pod objektom
- vtiskamo žareče pline skozi spodnji del vrtine
- plini: butan, propan, etan...
- tekočine: kerozin, diesel

5.2.4.3. Električna osmoza

- uporaba pri slabo prepustnih tleh, kjer dreniranje ni najbolj uspešno
- postopek: v glino vgradimo K^+ in A^- , vzpostavimo istosmerni tok, voda razpade na H^+ in O^-

5.2.4.4. Mehanska stabilizacija tal

- a.) zbijanje tal
 - pri peščeno-meljasti zemljini
- b.) menjava materiala plazine
 - del splazele mase zamenjamo z materialom, ki ima višje strižne karakteristike

5.2.5. Pomožni in posebni sanacijski ukrepi

5.2.5.1. Premostitev plazu

Plaz premostimo z mostom tako, da so temelji mosta fundirani v stabilna tla.

5.2.5.2. Vegetacija

- učinki: - zaščita površine (akacija je najprimernejše drevo)
- povečan površinski odtok, zmanjšanje pronicanja vode v tla
- korenine → osuševanje tal, povečana trdnost preperine
- preprečevanje erozije
- izvedba biotorket, če je pobočje tako strmo, da se vegetacija ne bi obdržala

5.2.5.3. Zabijanje lesenih kolov

- za plazine do 1,5m globine
- kole navadno zabijamo v spodnji polovici plazine

5.2.5.4. Popleti

- za zadržanje tanjšega preperinskega pokrova in preprečitve erozijskega delovanja

— Gradbeni posegi:

- sile zemljin pri aktivnih plazovih določimo s stabilitetnimi analizami tako, da apliciramo zunanjo silo, ki je nasprotna smeri plazjenja v taki velikosti, da dobimo zadovoljiv varnostni količnik
- na podlagi tega lahko dimenzioniramo debelino vpetja in globino temeljenja
- aktivni tlak: material potiska na steno, dokler je ne podre in nastane zdrs
- pasivni tlak: stena izvaja tlak na material v zaledju; ta mora razviti pasivni odpor; pasivni odpor izvaja le material, ki je od spodnje točke stene nad kotom α .
- pasivni tlak deluje na dva načina: rotacijski in translatorni

6. PREDLOG NUJNIH UKREPOV ZA STABILIZACIJO OBMOČJA

Glede na morfologijo plazišča, razen preprečiti dotoke meteornih vod na vplivno območje plazu, in odstranitev zemljine iz območja porušениh objektov, ni mogoče predvideti nujnih ukrepov. V vsakem primeru je potrebno preusmeriti strugo potoka v na novo izdelati novo strugo južno od objekta.

V primeru ponovnih obilnih padavin je pričakovati ponovne zdrse zemljine po travnatem pobočju, zaradi česar naj se nevarno območje v tem primeru zapre.

7. SLIKE IZ LETUŠA

7.1. PO KATASTROFI...



Slika 10: Ruševine



Slika 11: Uničena kmetija



Slika 12: Opustošenje po plazu



Slika 13: Opustošenje po plazu 2



Slika 14: Dan po plazu



Slika 15: Krajani priskočili na pomoč



Slika 16: Ruševine v hiši



Slika 17: Ruševine v hiši 2



Slika 18: Pogled s hriba

Slika 20: Hudournik poleg porušene hiše



Slika 19: Porušeni del mise

Slika 21: Nova hiša v izgradnji



Slika 22: Delo je potekalo hitro



Slika 23: Izvajalci so držali obljubo in pokrili hišo še pred Božičem

8. ZAKLJUČEK

Ob najinem raziskovanju, sva prišla do zaključka najine raziskovalne naloge, v kateri sva ugotovila, da plaz ni bilo mogoče napovedati, lahko pa bi rešili življenji. Ugotovila sva tudi, da bi se plaz lahko preprečil, če bi ga sanirali do konca leta 1996, ko se je prvič sprožil. Vendar zaradi pomankanja denarja tega niso storili.

Upava, da se plaz nebo ponovno sprožil, saj ni saniran do konca, ker država spet nima sredstev, da bi to uredila.

9. LITERATURA

9.1. *KNJIGI*

- Polona Škrinjar, Plaz (Ljubljana : Kmečki glas, 1988)
- Pavle Šegula, Sneg, led, plazovi (Ljubljana : Planinska zveza Slovenije, 1986)

9.2. *INTERNET*

- http://24ur.com/bin/article.php?article_id=3106316
- http://24ur.com/bin/article.php?article_id=3106333
- http://www.rtvlo.si/modload.php?&c_mod=rnews&op=sections&func=read&c_menu=1&c_id=152671
- <http://www.p-ng.si/~vanesa/diplome/OKOLJE/slv/19Tomsic.pdf>
- http://www.geocities.com/geowarez/porocila/inzinirska_2_povzetek.doc