

KaraWAT

Strategija trajnostnega upravljanja vodnih virov v Karavanke UNESCO Globalnem Geoparku /

Strategie zum nachhaltigen Wassermanagement im Karawanken UNESCO Global Geopark

Delovni sklop T2 Pilotne aktivnosti / [Arbeitspaket T2 Pilotaktivitäten](#)
Aktivnost T2.1 Značilnosti vodnega kroga / [Aktivität T2.1 Merkmale des
Wasserkreises](#)

Dosežek T2.1.2 Mineralna voda Kotlje / [Erbrachte Leistung T2.1.2
Mineralwasser Kotlje](#)

**Opozorilna karta nevarnosti za nastanek pobočnih masnih premikov in
erozije za občino Ravne na Koroškem - POVZETEK/ [Die Gefahrenwarnkarte
aufgrund der Prozesse der seitlichen Massenbewegung \(Erdrutsche,
Steinschläge, Trümmerströme\)](#) – ZUSAMMENFASSUNG**

december / [Dezember](#) 2021

Verzija/ [Version](#) 1.0 – končna / [beendet](#)

Projekt KaraWAT se v okviru Programa sodelovanja Interreg V-A Slovenija-Avstrija sofinancira s sredstvi Evropskega sklada za regionalni razvoj v vrednosti 296.891,52 EUR. / [Das Projekt KaraWAT wird im Rahmen des Kooperationsprogrammes Interreg V-A Slowenien-Österreich vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung in Höhe von 296.891,52 EUR gefördert.](#)

Vodilni partner / **Führungspartner**: GeoZS

Avtorji gradiva / **Autor:Innen des Materials**:

dr. Jernej Jež, univ. dipl. inž. geol.

Blaž Milanič, univ. dipl. inž. geol.

Gašper Bokal, dipl. geogr. (UN)

Špela Kumelj, univ. dipl. geogr.

Domen Lajevec, univ. dipl. inž. vod. in kom. inž.

dr. Mihael Ribičič, univ. dipl. inž. geol.

Rajko Galič, univ. dipl. inž. gozd.

Rudi Korošec, geod. teh.

prof. dr. Helena Grčman, univ. dipl. ing. agr.

Darjo Durjava, univ. dipl. inž. gozd.

Pri pripravi gradiva so sodelovali / **Teilnehmer:innen bei der Vorbereitung des Materials**:

dr. Nina Rman, univ. dipl. inž. geol.

dr. Kristina Ivančič, univ. dipl. inž. geol.

Petra Tominšek, dipl. inž. geol. (UN)

dr. Ana Novak, mag. geofiz.

Andrej Bricman, dipl. inž. geol. (UN)

Anže Markelj, univ. dipl. inž. geol.

Staška Čertalič

asist. Rok Turniški, mag. ing. agr

Rok Indihar, dipl. inž. ok. gradb.

Žiga Jeriha, univ.dipl.inž. vod. in kom. inž.

VSEBINA / INHALT

1.UVODNI	DEL	/	EINLEITENDER	TEIL
.....				5
2.IZDELAVA OPOZORILNIH KART NEVARNOSTI ZA NASTANEK POBOČNIH MASNIH PREMIKOV V SLOVENIJI / ERSTELLUNG VON WARNKARTEN ÜBER DAS RISIKO VON SCHRÄGEN MASSENBEWEGUNGEN IN SLOWENIEN				5
2.1.METODOLOGIJA		/		METHODIK
.....				5
2.2.PROSTORSKI VHODNI DEJAVNIKI		/	RÄUMLICHE	INPUTFAKTOREN
.....				5
2.2.1 KAMNINSKA ZGRADBA / FELSENSTRUKTUR				6
2.3.POENOTENJE PODATKOV O PLAZOVIH / HARMONISIERUNG DER ERDRUTSCHENDATEN				8
.....				
3.OPOZORILNE KARTE NEVARNOSTI POJAVLJANJA POBOČNIH MASNIH PREMIKOV V SLOVENIJI / WARNKARTEN FÜR DAS RISIKO DES AUFTRETENS VON SCHRÄGEN MASSENBEWEGUNGEN IN SIEBENBÜRGEN				10
3.1.OPOZORILNA KARTA NEVARNOSTI ZA POJAVLJANJE ZEMELJSKIH PLAZOV / WARNKARTE FÜR ERDRUTSCHGEFAHR				10
3.2.OPOZORILNA KARTA NEVARNOSTI ZA POJAVLJANJE SKALNIH PODOROV / WARNKARTE FÜR DIE GEFAHR VON FELSTÜRZEN				11
3.3.OPOZORILNA KARTA NEVARNOSTI ZA POJAVLJANJE DROBIRSKIH TOKOV / WARNKARTE FÜR MURENABGÄNGE				12
3.4.OPOZORILNA KARTA NEVARNOSTI ZA POJAVLJANJE POBOČNIH MASNIH PREMIKOV / WARNKARTE FÜR DAS RISIKO DES AUFTRETENS VON SCHRÄGEN MASSENBEWEGUNGEN				13
3.5.OPIS NEVARNOSTI ZA NASTANEK POBOČNIH MASNIH PREMIKOV V OBČINI RAVNE NA KOROŠKEM / BESCHREIBUNG DER RISIKEN VON SCHRÄGEN MASSENBEWEGUNGEN IN RAVNE NA KOROŠKEM				14
.....				
4.IZDELAVA OPOZORILNIH KART NEVARNOSTI EROZIJE / KARTEN ZUR WARNUNG VOR EROSIONSGEFAHR				15
4.1.METODOLOGIJA		/		METHODIK
.....				16
5.OPIS NEVARNOSTI ZA NASTANEK PLOSKOVNE EROZIJE V OBČINI RAVNE NA KOROŠKEM / BESCHREIBUNG DER RISIKEN DER OBERFLÄCHENEROSION IN RAVNE NA KOROŠKEM				20
6.OPIS NEVARNOSTI ZA NASTANEK LINIJSKE EROZIJE V OBČINI RAVNE NA KOROŠKEM / BESCHREIBUNG DES RISIKOS DER LINEAREN EROSION IN RAVNE NA KOROŠKEM				22
KAZALO KART				
Karta 1: Litologija – razporeditev litoloških enot v občini Ravne na Koroškem / Lithologie - Verteilung der lithologischen Einheiten in Ravne na Koroškem				7
Karta 2: Izdelana opozorilna karta nevarnosti za pojavljanje zemeljskih plazov / Karte zur Warnung vor				

Erdrutschen erstellt	11
Karta 3: Izdelana opozorilna karta nevarnosti za nastanek skalnih podorov / Erstellte Warnkarte zur Steinschlagwarn	12
Karta 4: Izdelana opozorilna karta nevarnosti za nastanek drobirskih tokov / Erstellte Warnkarte zur Erdrückungsgefahr.....	13
Karta 5: Prikaz opozorilne karte ploskovne erozije prsti in preperine za občino Ravne na Koroškem / Boden- und Oberbodenerosionswarnkarte für die Gemeinde Ravne na Koroškem	22
Karta 6: Prikaz opozorilne karte linijske erozije v strugah vodotokov za občino Ravne na Koroškem / Darstellung der Warnkarte für lineare Erosion in Wasserläufen für die Gemeinde Ravne na Koroškem	25

Slika 1: Lokacije terensko potrjenih zemeljskih plazov, usadov in podorov v občini Ravne na Koroškem v 2021 / Standorte der vor Ort bestätigten Erdrutsche, Erdrutsche und Senkungen in Ravne na Koroškem im Jahr 2021	9
--	---

KAZALO SLIK / INDEXBILDER

KAZALO PREGLEDNIC / INDEXTABELLEN

Preglednica 1: Prostorsko-časovni dejavniki vključeni v izdelavo modelov / Räumlich-zeitliche Faktoren bei der Modellierung.....	5
Preglednica 2: Litološke enote znotraj občine Ravne na Koroškem in njihove podvrženosti različnim pobočnim procesom (PLZ = zemeljski plazovi, POD = skalni podori, DT = drobirski tokovi) / Lithologische Einheiten in der Gemeinde Ravne na Koroškem und ihre Anfälligkeit für verschiedene Hangprozesse (PLZ = Erdrutsche, POD = Felsstürze, DT = Murgänge)	8

1. UVODNI DEL / EINLEITENDER TEIL

Na podlagi pogodbe št. ESRR SIAT372 za projekt KaraWAT iz programa Interreg V-A Slovenija - Avstrija smo pripravili Opozorilne karte nevarnosti za nastanek pobočnih masnih premikov ter ploskovne in linijske erozije za občino Ravne na Koroškem. Karte so vključene v spletno aplikacijo GeoHazard (<https://geohazard.geo-zs.si>), ki omogoča poizvedovanje po rezultatih na izbranih lokacijah, prikazane pa bodo tudi na novem trijezičnem interaktivnem spletnem pregledovalniku projekta KaraWAT. V aplikacijo je dodan tudi prostorski sloj lokacij zemeljskih plazov, usadov in podorov, ki so bili terensko preverjeni s pomočjo aplikacije t-Plaz ter poenoteni s standardiziranim načinom popisa, ki ga beležimo v spletni aplikaciji e-Plaz (<https://www.e-plaz.si/>).

Auf der Grundlage des EFRE-Vertrages Nr. ERDF SIAT372 für das Projekt KaraWAT im Rahmen des Programms Interreg V-A Slowenien-Österreich haben wir Warnkarten für das Risiko von Hangmassenbewegungen, Oberflächen- und Linienerosion in der Gemeinde Ravne na Koroškem erstellt. Die Karten sind in der GeoHazard-Webanwendung (<https://geohazard.geo-zs.si>) enthalten, die eine Abfrage der Ergebnisse an ausgewählten Standorten ermöglicht, und werden auch auf dem neuen dreisprachigen interaktiven Web-Viewer des KaraWAT-Projekts angezeigt. Die Anwendung wurde außerdem um eine räumliche Ebene, die Erdrutsche und Dolinen enthält, ergänzt. Diese wurde mit der Anwendung t-Plaz vor Ort überprüft und mit der standardisierten Inventarmethode in der Webanwendung e-Plaz (<https://www.e-plaz.si/>) harmonisiert.

2. IZDELAVA OPOZORILNIH KART NEVARNOSTI ZA NASTANEK POBOČNIH MASNIH PREMIKOV V SLOVENIJI / ERSTELLUNG VON WARNKARTEN ÜBER DAS RISIKO VON SCHRÄGEN MASSENBEGWEGUNGEN IN SLOWENIEN

2.1. METODOLOGIJA / METHODIK

Pobočni masni premiki je skupni izraz za različne tipe pobočnih premikov, med katerimi so najpogostejši zemeljski plazovi, skalni podori in drobirski tokovi sedimentov.

Izdelava opozorilnih kart v Sloveniji temelji na zaporednih delovnih fazah:

- 1.1 Zajem terenskih podatkov, pregled in validacija obstoječih plazov (arhivski viri) na terenu
- 1.2 Analiza arhivskih podatkov
- 1.3 Sinteza vseh razpoložljivih geoloških podatkov in podatkov terenskega kartiranja ter podatkov o preteklih pojavih pobočnih premikov v izhodiščno karto geološko pogojenih nevarnosti zaradi pobočnih masnih premikov v merilu 1:25.000
- 1.4 Izdelava verjetnostnega statističnega modela geološko pogojenih nevarnosti zaradi procesov pobočnega masnega premikanja
- 1.5 Terenska verifikacija modelov
- 1.6 Izdelava opozorilne karte nevarnosti zaradi procesov pobočnega masnega premikanja v merilu 1:25.000

Zaradi različnih značilnosti posameznih tipov pobočnih premikov (zemeljski plazovi, skalni podori, drobirski tokovi) se v postopku izdelave verjetnostnega statističnega modela obravnava vsakega od pojavov posebej. Kot končni produkt so rezultati združeni v enotno opozorilno karto nevarnosti

pojavljanja pobočnih masnih premikov.

Verjetnost pojavljanja procesov nadalje definira stopnjo nevarnosti, prikazano na opozorilnih kartah nevarnosti. Rezultati so razdeljeni v šest stopenj nevarnosti: **0 – Ni je (oz. zanemarljiva); 1 – Zelo majhna (oz. neznatna); 2 – Majhna; 3 – Srednja; 4 – Velika; 5 – Zelo velika.** Vrednosti so linearno porazdeljene, pri čemer je za vrednosti 0,0 – 0,2 določena zelo majhna (temno zelena barva), 0,2 – 0,4 majhna (svetlo zelena barva), 0,4 – 0,6 srednja (rumena barva), 0,6 – 0,8 velika (oranžna barva) in 0,8 – 1,0 zelo velika (rdeča barva) stopnja nevarnosti. Za območje celotne Slovenije velja enaka razdelitev. Rezultati so prikazani v rastrski obliki z velikostjo računske celice 5x5 m. Prostorska natančnost opozorilne karte nevarnosti je 25 m ali več.

Der Begriff seitliche Massenbewegung ist ein Sammelbegriff für verschiedene Arten von Hangbewegungen, von denen Erdrutsche, Felsstürze und Murgänge die häufigsten sind.

Die Erstellung von Alarmkarten in Slowenien erfolgt in aufeinander folgenden Arbeitsphasen:

- 1.1 Erfassung von Daten vor Ort, Überprüfung und Validierung bestehender Erdrutsche (Archivquellen) vor Ort
- 1.2 Analyse von Archivdaten
- 1.3 Synthese aller verfügbaren geologischen und feldkartographischen Daten sowie Daten über frühere Hangbewegungen zu einer Basiskarte der geologisch bedingten Gefahren durch Hangmassenbewegungen im Maßstab 1:25.000
- 1.4 Entwicklung eines probabilistischen statistischen Modells für geologische Gefahren bedingt durch Hangmassenbewegungen
- 1.5 Überprüfung von Modellen im Feld
- 1.6 Erstellung einer Warnkarte im Maßstab 1:25.000 für die Gefährdung durch Hangmassenbewegungsprozesse

Aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften der verschiedenen Arten von Hangbewegungen (Erdrutsche, Felsstürze, Murgänge) wird jedes dieser Phänomene bei der Erstellung eines probabilistischen statistischen Modells getrennt betrachtet. Als Endprodukt werden die Ergebnisse zu einer einzigen Warnkarte für das Risiko des Auftretens von schrägen Massenbewegungen zusammengefasst.

Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Prozesse bestimmt auch die Gefahrenstufe, die auf den Gefahrenhinweiskarten dargestellt wird. Die Ergebnisse werden in sechs Risikostufen eingeteilt: **0 - kein (oder vernachlässigbares) Risiko; 1 - sehr geringes (oder vernachlässigbares) Risiko; 2 - gering; 3 - mittel; 4 - hoch; 5 - sehr hoch.** Die Werte sind linear verteilt, wobei Werte von 0,0 - 0,2 als sehr niedrig (dunkelgrün), 0,2 - 0,4 niedrig (hellgrün), 0,4 - 0,6 mittel (gelb), 0,6 - 0,8 hoch (orange) und 0,8 - 1,0 sehr hoch (rot) gelten. Die gleiche Verteilung gilt für ganz Slowenien. Die Ergebnisse werden im Rasterformat mit einer Zellengröße von 5x5 m angezeigt. Die räumliche Genauigkeit der Gefahrenhinweiskarte muss 25 m oder mehr betragen.

2.2. PROSTORSKI VHODNI DEJAVNIKI / RÄUMLICHE INPUTFAKTOREN

Opisani prostorsko-časovni dejavniki, vključeni v izdelavo modelov pobočnih masnih premikov, so podani v Preglednica 1. Na podlagi preteklih študij in raziskav so bili za potrebe izvedbe analize zemeljskih plazov, skalnih podorov in drobirskih tokov v občini Ravne na Koroškem zbrani sledeči prostorsko-časovni dejavniki: litologija, vpadi geoloških plasti, strukturni elementi (prelomi), prelomne cone, naklon, ukrivljenost in usmerjenost pobočij, raba tal, hidrografska mreža, digitalni model višin (v nadaljevanju DMV) in 48-urne padavine. Pri delu s prostorskimi podatki se je uporabljalo ESRI programsko okolje (ArcGIS Pro 2.5.0, ArcGIS Server 10.8).

Die räumlich-zeitlichen Faktoren, die bei der Modellierung von Hangmassenbewegungen eine Rolle spielen, sind in Tabelle 1 beschrieben. Auf der Grundlage früherer Studien und Forschungen wurden für die Analyse von Erdrutschen, Felsstürzen und Murgängen in der Gemeinde Ravne na Koroškem die folgenden raum-zeitlichen Faktoren erfasst: Lithologie, Intrusion geologischer Schichten, strukturelle Elemente (Verwerfungen), Verwerfungszonen, Hangneigung, Krümmung und Ausrichtung der Hänge, Landnutzung, hydrographisches Netz, digitales Höhenmodell (im Folgenden DMV) und 48-Stunden-Niederschläge. Für die Arbeit mit den räumlichen Daten wurde eine ESRI-Softwareumgebung (ArcGIS Pro 2.5.0, ArcGIS Server 10.8) verwendet.

Preglednica 1: Prostorsko-časovni dejavniki vključeni v izdelavo modelov / Räumlich-zeitliche Faktoren bei der Modellierung

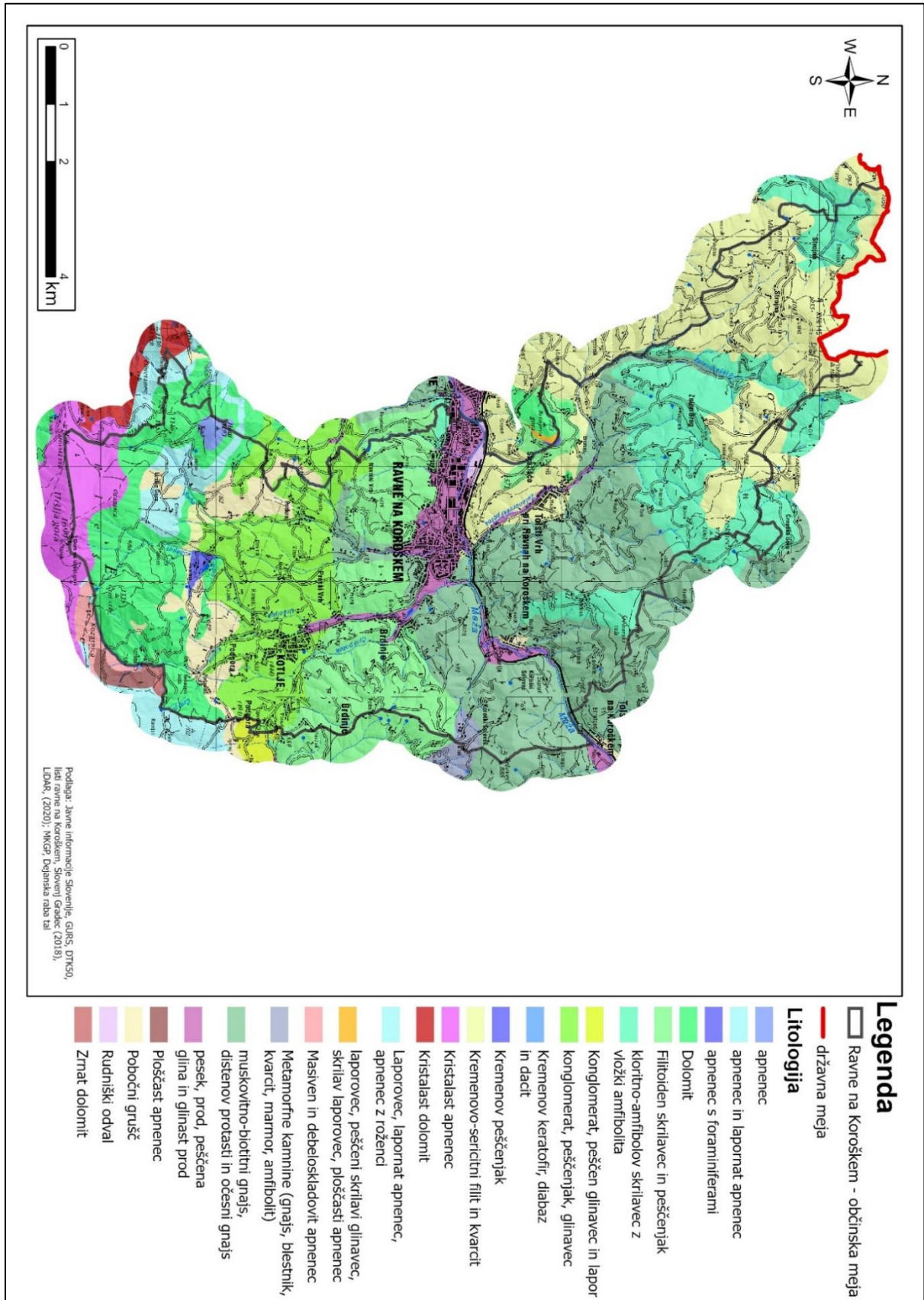
DEJAVNIK / FAKTOR	VIR / RESSOURCEN	PODORI / SCHOCKS	PLAZOVI / LAWINEN	DROBIRSKI TOKOVI / ZERBRECHENDE STRÖME
Litologija / Lithologie	Arhiv GeoZS / Archiv GeoZS	X	X	X
Vpadi plasti / Invasionen von Schichten	Arhiv GeoZS / Archiv GeoZS	X	X	-
Strukturni elementi (prelomi) / Strukturelle Elemente (Brüche)	Arhiv GeoZS / Archiv GeoZS	-	X	X
Prelomne cone / Unterbrechungszonen	Arhiv GeoZS / Archiv GeoZS	X	X	X
Oddaljenost od površinskih vodnih tokov / Abstand zu Oberflächengewässern	Javne informacije Slovenije, Geodetska uprava Republike Slovenije, TOPO25 hidrografija (os vodotoka) / Öffentliche Informationen Sloweniens, Geodätische Verwaltung der Republik Slowenien, TOPO25- Hydrographie (Achse des Wasserlaufs)	-	-	X
Energetski potencial vodnih tokov / Das Energiepotenzial von Wasserströmen	Javne informacije Slovenije, Geodetska uprava Republike Slovenije, TOPO25 hidrografija (os vodotoka) / Öffentliche Informationen Sloweniens, Geodätische Verwaltung der Republik Slowenien, TOPO25- Hydrographie (Achse des	-	-	X

	Wasserlaufs)			
DMV	Javne informacije Slovenije, Geodetska uprava Republike Slovenije, LiDAR 1m, 2015 / Öffentliche Information Slowenien, Geodätische Verwaltung der Republik Slowenien, LiDAR 1m, 2015	-	-	X
Naklon pobočij / Hangneigung	Derivat DMV	X	X	X
Ukrivljenost pobočij / Krümmung der Pisten	Derivat DMV	-	X	X
Usmerjenost pobočij / Ausrichtung der Pisten	Derivat DMV	-	X	-
Raba tal / Landnutzung	Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2020 / Ministerium für Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Ernährung, 2020	-	X	-
48-urne padavine / 48- Stunden-Niederschlag	Agencija RS za okolje / Slowenische Umweltagentur	-	-	X

2.2.1 KAMNINSKA ZGRADBA / FELSENSTRUKTUR

Karte litoloških enot, vpadov plasti, prelomov in prelomnih con so bile pripravljene na podlagi sinteze geoloških podatkov. Litološke enote imajo podvrženost določeno v razredih od 1 do 6, in sicer za vsak tip pobočnega premikanja (zemeljski plaz, skalni podor, drobirski tok) posebej (Preglednica 2). Vrednost 1 pomeni zelo nizko podvrženost litološke enote nastanku procesa, 6 pa zelo visoko podvrženost nastanku pobočnega procesa. Podvrženost je bila določena na podlagi poznanih lokacij preteklih dogodkov pobočnih procesov (baza plazov) ter ekspertne geološke ocene. Podvrženost litološke enote posameznim pojavom še ne pomeni dejanske možnosti pojavitve dogodka nestabilnosti, saj morajo biti za to dani še drugi prostorsko-časovni pogoji.

Die Karten der lithologischen Einheiten, Flözintrusionen, Verwerfungen und Verwerfungszonen wurden auf der Grundlage einer Synthese der geologischen Daten erstellt. Die lithologischen Einheiten haben eine Anfälligkeit, die in den Klassen 1 bis 6 für jede Art von Hangbewegung (Erdrutsch, Steinschlag, Murgang) separat definiert ist (Tabelle 2). Ein Wert von 1 bedeutet eine sehr geringe Anfälligkeit der lithologischen Einheit für eine Prozessauslösung und ein Wert von 6 eine sehr hohe Anfälligkeit. Die Anfälligkeit wurde auf der Grundlage der bekannten Standorte früherer Hangrutschungen (Erdrutschdatenbank) und der geologischen Bewertung durch Experten ermittelt. Die Anfälligkeit einer lithologischen Einheit für bestimmte Phänomene bedeutet nicht notwendigerweise die tatsächliche Möglichkeit eines Instabilitätsereignisses, da hierfür andere räumliche und zeitliche Bedingungen vorliegen müssen.



Karta 1: Litologija – razporeditev litoloških enot v občini Ravne na Koroškem / *Lithologie - Verteilung der lithologischen Einheiten in Ravne na Koroškem*

Preglednica 2: Litološke enote znotraj občine Ravne na Koroškem in njihove podvrženosti različnim pobočnim procesom (PLZ = zemeljski plazovi, POD = skalni podori, DT = drobirski tokovi) / Lithologische Einheiten in der Gemeinde Ravne na Koroškem und ihre Anfälligkeit für verschiedene Hangprozesse (PLZ = Erdrutsche, POD = Felsstürze, DT = Murgänge)

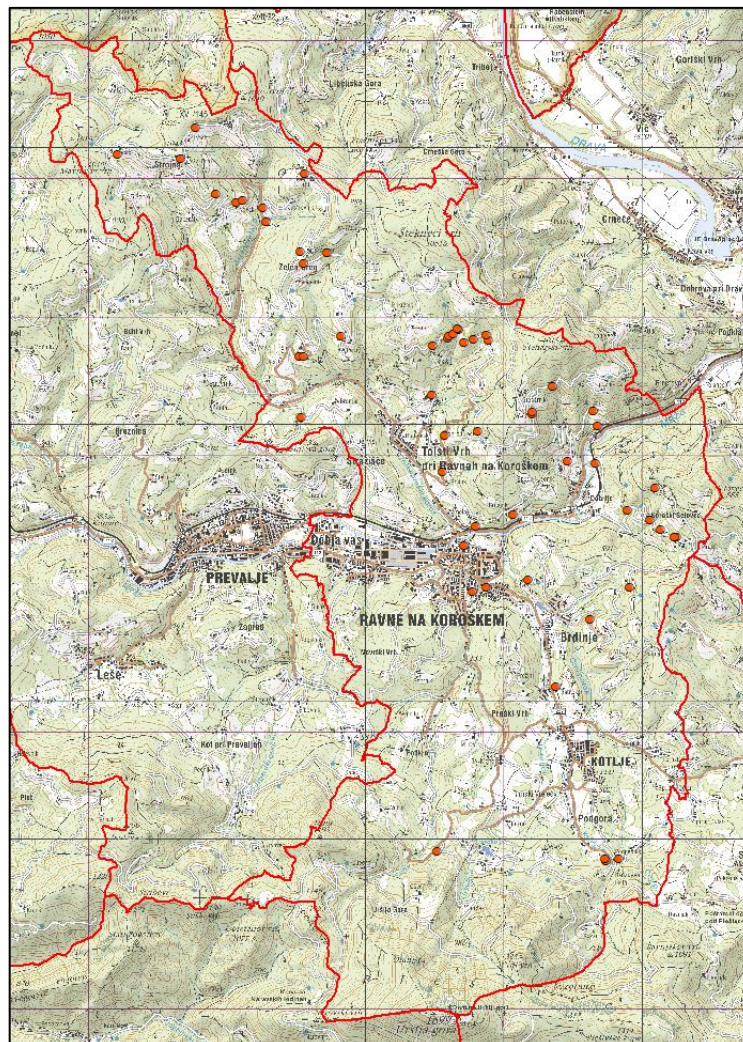
Litološki opis	Lithologische Beschreibung	Podvr. PLZ / Anfälligkeit für Erdrutschen	Podvr. POD / Anfälligkeit für Schocks	Podvr. DT / Anfälligkeit für Murgänge
Apnenec s foraminiferami	Kalkstein mit Foraminiferen	1	5	1
Apnenec in lapornat apnenec	Kalkstein und verdampfter Kalkstein	2	4	2
Ploščast apnenec	Flacher Kalkstein	1	5	1
Kloritno-amfibolov skrilavec z vložki amfibolita	Chlorit-Amphibol-Schiefer mit Amphibolit-Einschlüssen	3	2	3
Pesek, prod, peščena glina in glinast prod	Sand, Kies, sandiger Ton und lehmiger Kies	6	1	5
Pobočni grušč	Seitliche Trümmer	4	1	3
Konglomerat, peščen glinavec in lapor	Konglomerat, sandiger Feldspat und Lapislazuli	5	3	4
Konglomerat, peščenjak, glinavec	Konglomerat, Sandstein, Feldspat	3	2	3
Kremenov keratofir, diabaz in dacit	Quarz-Keratophyre, Diabas und Dazit	3	5	2
Filitoidni skrilavec	Phylitoid-Schiefer	3	2	3
Kremenovo-sericitni filit in kvarcit	Quarz-Serizit-Phyllit und Quarzit	3	2	3
Kremenov peščenjak	Quarzsandstein	3	4	2
Muskovitno-biotitni gnajs, distenov protasti in očesni gnajs	Muskovit-Biotit-Gnathus, prothorakaler Gnathus von Disten und ophthalmischer Gnathus	3	2	3
Filitoidni skrilavec in peščenjak	Phylitoid Schiefer und Sandstein	4	4	3
Metamorfne kamnine (gnajs, blestnik, kvarcit, marmor, amfibolit)	Metamorphe Gesteine (Gneis, Siltstein, Quarzit, Marmor, Amphibolit)	4	4	3
Rudniški odval	Rudniks Abfluss	3	1	3
Laporovec, peščeni skrilavi glinavec, skrilav laporovec, ploščasti apnenec	Laporit, sandiger schiefriger Feldspat, schiefriger Laporit, flacher Kalkstein	4	4	3
Kristalast apnenec	Kristalliner Kalkstein	2	5	2
Kristalast dolomit	kristalliner Dolomit	2	5	1
Masiven in debeloskladovit apnenec	Massiver und dickschichtiger Kalkstein	1	5	1
Zrnat dolomit	Granulierter Dolomit	2	4	1
Laporovec, lapornat apnenec, apnenec z roženci	Laporit, Laporitkalkstein, Kalkstein mit Hornblende	3	4	2
Laporovec, lapornat apnenec in apnenec	Laporit, Laporit-Kalkstein und Kalkstein	3	4	2
Dolomit	Dolomit	1	5	2
Apnenec	Kalkstein	1	5	1
Masiven apnenec s prehodi v dolomit	Massiver Kalkstein mit Übergängen zu Dolomit	1	5	1

2.3. POENOTENJE PODATKOV O PLAZOVIH / HARMONISIERUNG DER ERDRUTSCHENDATEN

V okviru priprave opozorilnih kart nevarnosti je kataster terensko potrjenih pojavov plazov in sorodnih pojavov pobočnega premikanja v fazah priprave verjetnostnih modelov v veliko pomoč pri določitvi

dovzetnosti posameznih litoloških enot za pojave pobočnih premikov. Prav tako preverjeni in urejeni podatki služijo za preverjanje natančnosti končnih opozorilnih kart nevarnosti. Z namenom vzpostavitve enotne baze smo v občini Ravne na Koroškem terensko preverili vse pojave iz starejših podatkovnih zbirk ter evidentirali nove pojave plazenja. Septembra 2021 tako v občini Ravne na Koroškem govorimo o 56 terensko preverjenih in potrjenih preteklih pojavih pobočnih masnih premikanj (Slika 1).

Im Rahmen der Erstellung von Gefahrenhinweiskarten ist ein Katalog von vor Ort bestätigten Erdbeben und damit verbundenen Hangbewegungen eine große Hilfe, um die Anfälligkeit einzelner lithologischer Einheiten für Hangbewegungen zu bestimmen. Die geprüften und aufbereiteten Daten werden auch zur Überprüfung der Genauigkeit der endgültigen Gefahrenhinweiskarten verwendet. Um eine einheitliche Datenbank zu erstellen, haben wir alle Vorkommen in der Gemeinde Ravne na Koroškem vor Ort mit älteren Datenbanken abgeglichen und neue Kriechvorkommen erfasst. Im September 2021 werden daher für Ravne na Koroškem 56 solcher Vorkommen von schrägen Massenbewegungen bestätigt (Abbildung 1).



Slika 1: Lokacije terensko potrjenih zemeljskih plazov, usadov in podorov v občini Ravne na Koroškem v 2021 / Standorte der vor Ort bestätigten Erdbeben, Erdbeben und Senkungen in Ravne na Koroškem im Jahr 2021

3. OPOZORILNE KARTI NEVARNOSTI POJAVLJANJA POBOČNIH MASNIH PREMIKOV V SLOVENIJI / WARNKARTEN FÜR DAS RISIKO DES AUFTRETENS VON SCHRÄGEN MASSENBEWEGUNGEN IN SIEBENBÜRGEN

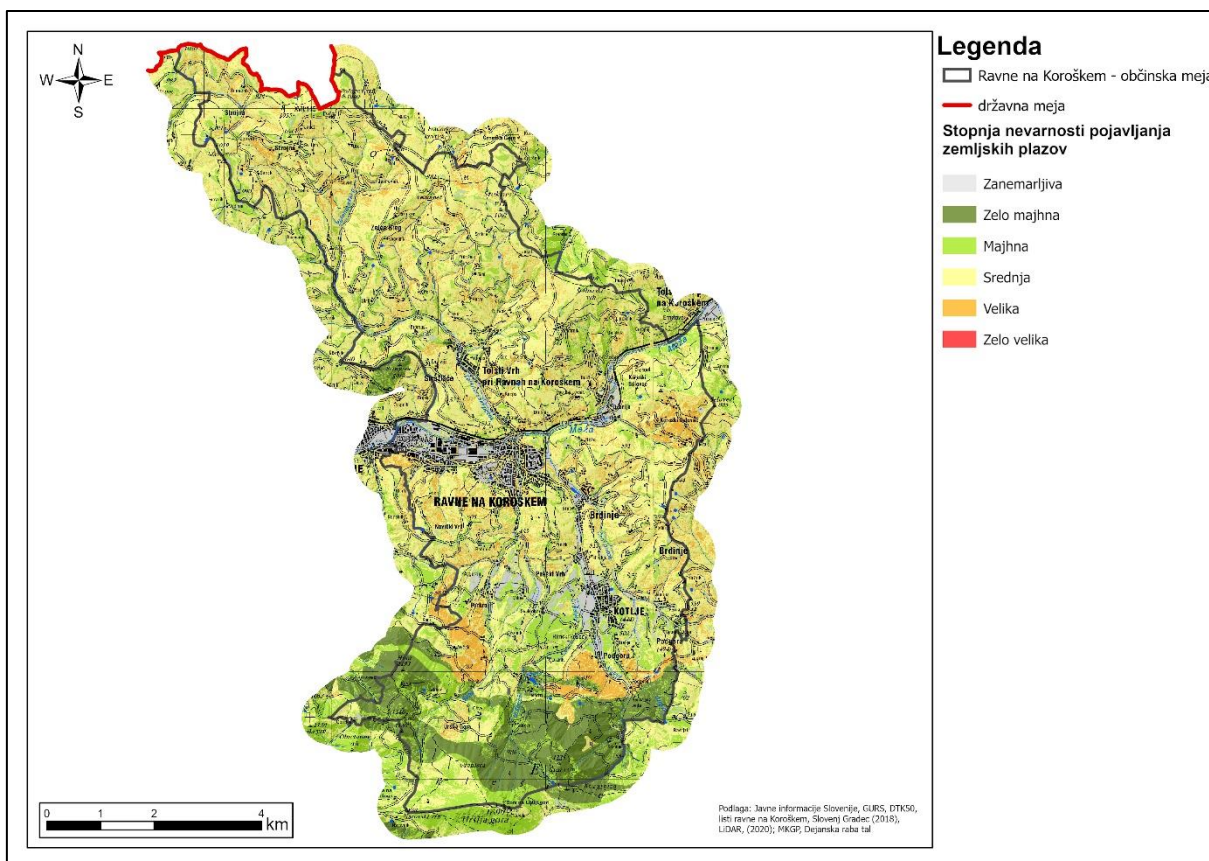
Za območje občine Ravne na Koroškem so bile ločeno izdelane opozorilne karte nevarnosti: za nastanek zemeljskih plazov (**Napaka! Vira sklicevanja ni bilo mogoče najti.**), skalnih podorov (**Napaka! Vira sklicevanja ni bilo mogoče najti.**) in drobirskih tokov (Karta 4). Zaradi lažjega prikazovanja in razumevanja rezultatov se kot končni rezultat prikazuje skupna opozorilna karta nevarnosti zaradi procesov pobočnih masnih premikov (priloga 1).

Für die Gemeinde Ravne na Koroškem wurden separate Gefahrenhinweiskarten erstellt: für Erdrutsche (Karte 2), Felsstürze (Karte 3) und Murgänge (Karte 4). Um die Darstellung und das Verständnis der Ergebnisse zu erleichtern, wird als Endergebnis eine Gesamtwarnkarte dargestellt, die das Risiko der Prozesse der Hangmassenbewegungen abbildet (Anhang 1).

3.1. OPOZORILNA KARTA NEVARNOSTI ZA POJAVLJANJE ZEMELJSKIH PLAZOV / WARNKARTE FÜR ERDRUTSCHGEFAHR

Za območje občine Ravne na Koroškem je bil razvit model verjetnosti za nastanek zemeljskih plazov. Pri modelu so imeli dejavniki sledeče uteži: Litologija – 0,4, Naklon pobočij – 0,25, Raba tal – 0,15, Oddaljenosti od strukturnih elementov in prelomnih con – 0,05, Usmerjenost pobočij – 0,05 in Ukrivljenost pobočij 0,1. Izločitveni kot pojavljanja zemeljskih plazov je bil določen na 5°.

Für die Gemeinde Ravne na Koroškem wurde ein Modell der Erdrutschwahrscheinlichkeit entwickelt. Die Faktoren im Modell wurden wie folgt gewichtet: Lithologie - 0,4, Hangneigung - 0,25, Landnutzung - 0,15, Abstände zu Strukturelementen und Störungszonen - 0,05, Hangorientierung - 0,05 und Hangkrümmung 0,1. Der Ausschlusswinkel für das Auftreten von Erdrutschen wurde auf 5° festgelegt.

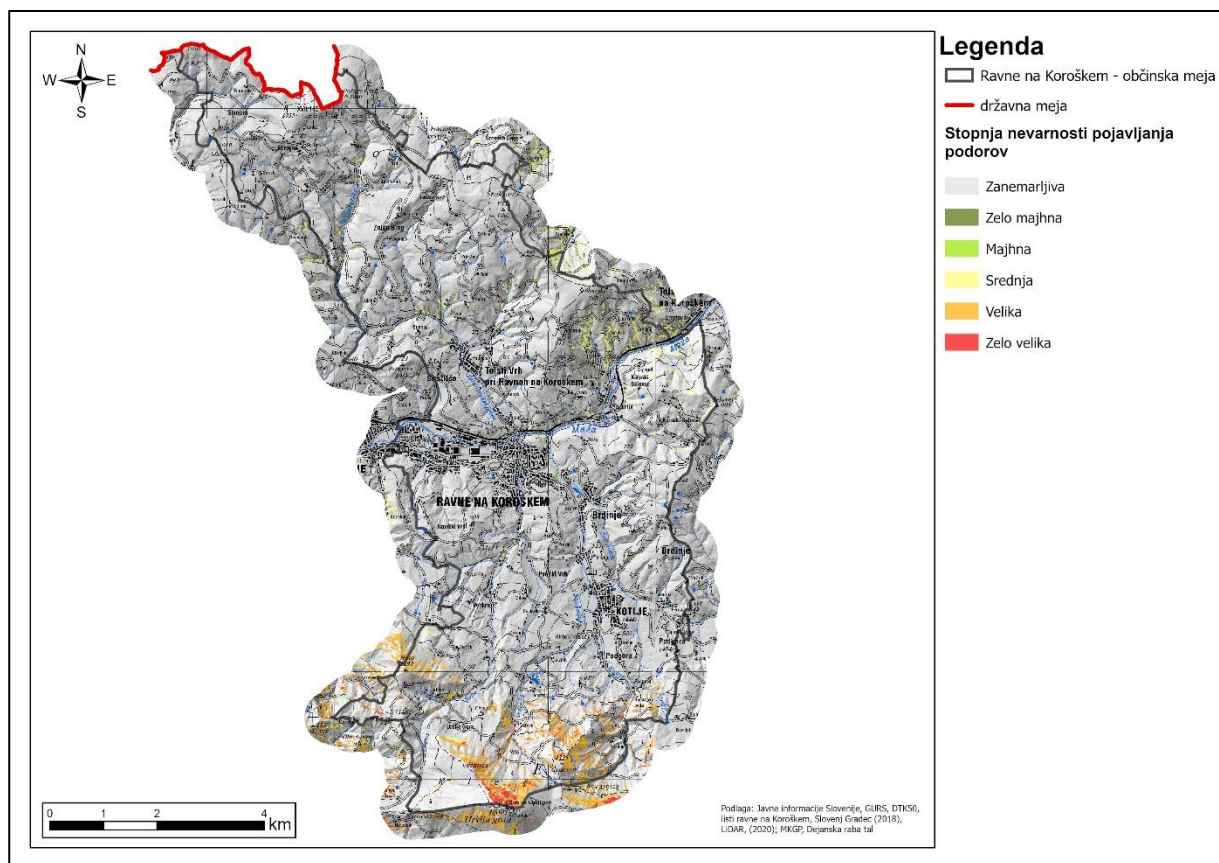


Karta 2: Izdelana opozorilna karta nevarnosti za pojavljanje zemljskih plazov / Karte zur Einschätzung der Erdrutschgefahr

3.2. OPOZORILNA KARTA NEVARNOSTI ZA POJAVLJANJE SKALNIH PODOROV / WARNKARTE FÜR DIE GEFAHR VON FELSTÜRZEN

Za območje občine Ravne na Koroškem je bil razvit model verjetnosti za nastanek skalnih podorov. Pri modelu so imeli dejavniki sledeče uteži: litologija+prelomne cone – 0,5, naklon pobočij – 0,35, sinhronost vpadov geoloških plasti z usmerjenostjo pobočji – 0,15. Izločitveni kot pojavljanja skalnih podorov je bil določen na 38°.

Für das Gebiet von Ravne na Koroškem wurde ein Modell der Steinschlagwahrscheinlichkeit entwickelt. Die Faktoren des Modells wurden wie folgt gewichtet: Lithologie + Störungszonen - 0,5, Hangneigung - 0,35, Synchronität der Intrusion der geologischen Schichten mit der Ausrichtung der Hänge - 0,15. Der Ausschlusswinkel für das Auftreten von Steinschlaglöchern wurde auf 38° festgelegt.

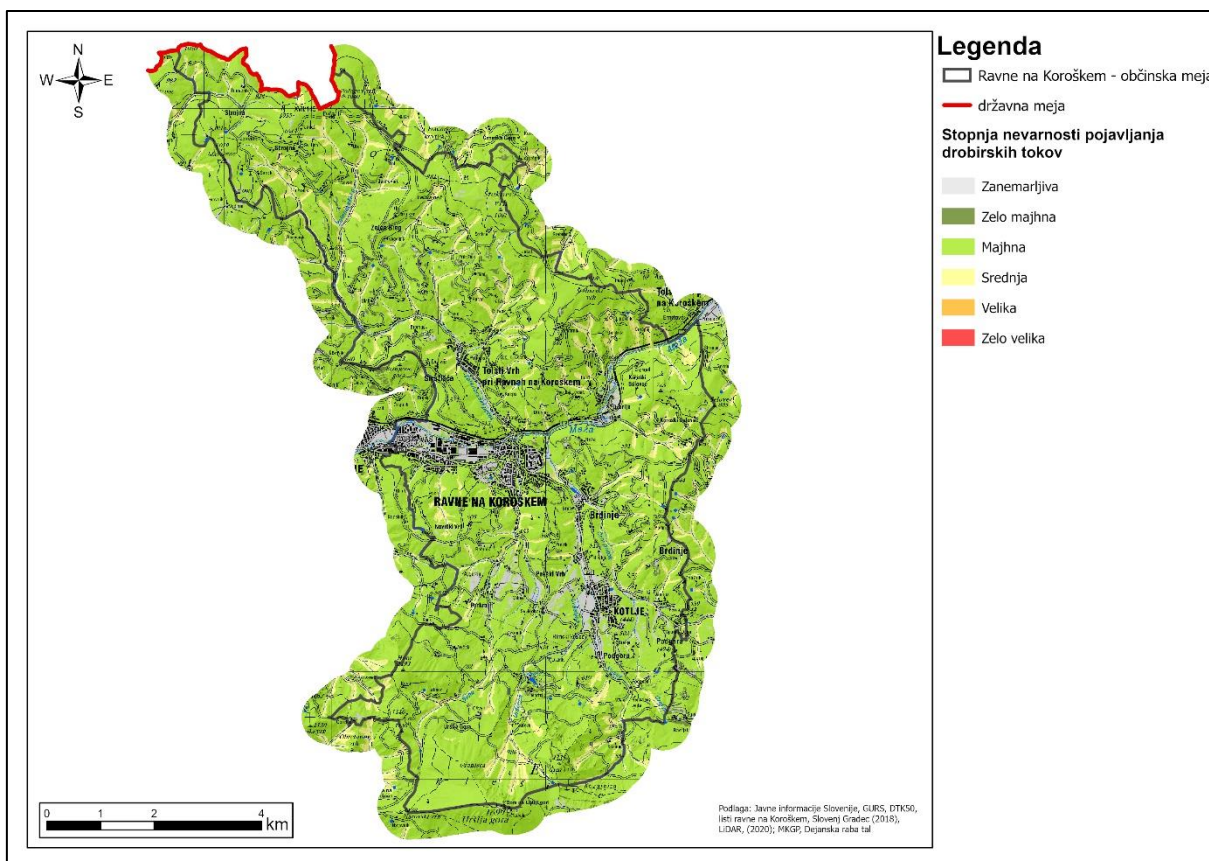


Karta 3: Izdelana opozorilna karta nevarnosti za nastanek skalnih podorov / Karte zur Einschätzung der Steinschlaggefahr

3.3. OPOZORILNA KARTA NEVARNOSTI ZA POJAVLJANJE DROBIRSKIH TOKOV / WARNKARTE FÜR MURENABGÄNGE

Za območje občine Ravne na Koroškem je bil razvit model verjetnosti za nastanek drobirskih tokov. Pri modelu so imeli dejavniki sledeče uteži: litologija+strukturni elementi+prelomne cone – 0,19, naklon pobočij – 0,15, nadmorske višine – 0,05, količine 48-urnih ekstremnih padavin – 0,20, približek hudourniški morfologiji terena – 0,17, oddaljenost od površinskih vodnih tokov – 0,12 in ukrivljenost pobočij - 0,12. Izločitveni kot pojavljanja drobirskih tokov je bil določen na 5°.

Für das Gebiet von Ravne na Koroškem wurde ein Modell der Wahrscheinlichkeit von Murenabgänge entwickelt. Das Modell wurde wie folgt gewichtet: Lithologie+Strukturelemente+Verwerfungszonen - 0,19, Hangneigung - 0,15, Höhe - 0,05, 48-Stunden-Extremniederschlag - 0,20, Annäherung an die Wildbachmorphologie des Geländes - 0,17, Abstand zu Oberflächengewässern - 0,12 und Hangkrümmung - 0,12. Der Ausschlusswinkel für das Auftreten von Murgängen wurde auf 5° festgelegt.



Karta 4: Izdelana opozorilna karta nevarnosti za nastanek drobirskih tokov / Karte zur Einschätzung der Gefahr von Murenabgängen

3.4. OPOZORILNA KARTA NEVARNOSTI ZA POJAVLJANJE POBOČNIH MASNIH PREMIKOV / WARNKARTE FÜR DAS RISIKO DES AUFTRETENS VON SCHRÄGEN MASSENBEWEGUNGEN

Zaradi lažjega razumevanja in prikazovanja stopnje nevarnosti pobočnih masnih premikov je bila izdelana **skupna opozorilna karta nevarnosti** (Priloga 1), ki temelji na izbiri največje nevarnosti na vsaki lokaciji med zgornjimi tremi opozorilnimi kartami (zemeljskih plazov, podorov in drobirskih tokov).

Prostorska natančnost opozorilnih kart je omejena na 25 m. Končne karte so predstavljene v ciljnem merilu 1:25.000 in ne omogočajo povečanja. **Opozorilna karta nevarnosti prikazuje izključno izvorna območja pojavljanja pobočnih masnih premikov. Območja premeščanja in odlaganja zemeljskih mas so lahko daleč stran (v primeru drobirskih tokov ali skalnih podorov tudi več km) od izvornih območij.** Pri izdelavi opozorilnih kart je bila uporabljena raba tal iz prostorske baze dejanske rabe tal. V kolikor se dejanska raba tal spremeni (npr. spreminjanje gozdnih površin v travnike ali podobne površine) se lahko s tem bistveno spremeni tudi nevarnost za nastajanje pobočnih masnih premikov.

Za vsako stopnjo nevarnosti prikazano na opozorilnih kartah (zelo velika, velika, srednja, majhna, zelo majhna in zanemarljiva) predpisujemo splošna priporočila in navodila uporabniku opozorilnih kart, ki zajemajo predvidene potrebne ukrepe pred posegi v prostor. Dostopna so v spletni aplikaciji GeoHazard (<https://geohazard.geo-zs.si>).

Um das Verständnis und die Darstellung des Risikoniveaus von Hangmassenbewegungen zu erleichtern,

wurde eine allgemeine Gefahrenwarnkarte (Anhang 1) erstellt, die auf der Auswahl der höchsten Gefahr an jedem Ort aus den drei oben genannten Warnkarten (Erdrutsche, Rutschungen und Murgänge) basiert.

Die räumliche Genauigkeit der Warnkarten ist auf 25 m begrenzt. Die endgültigen Karten werden in einem Zielmaßstab von 1:25.000 vorgelegt und lassen keine Vergrößerung zu. Die Gefahrenhinweiskarte zeigt nur die Quellgebiete der Massenbewegungen. Gebiete, in denen Massenbewegungen und Ablagerungen stattfinden, können weit (bis zu mehreren Kilometern im Falle von Murgängen oder Felsstürzen) von den Ursprungsgebieten entfernt sein.

Die Flächennutzung aus der räumlichen Datenbank der tatsächlichen Flächennutzung wurde für die Erstellung der Warnkarten verwendet. Ändert sich die tatsächliche Landnutzung (z.B. Umwandlung von Waldflächen in Grünland o.ä.), kann sich das Risiko von Hangmassenbewegungen deutlich verändern.

Für jede der auf den Warnkarten angegebenen Gefahrenstufen (sehr hoch, hoch, mittel, niedrig, sehr niedrig und vernachlässigbar) geben wir allgemeine Empfehlungen und Hinweise für die Nutzer der Warnkarten, einschließlich der erforderlichen Maßnahmen, die vor einem Eingriff in das Gebiet zu treffen sind. Sie sind in der GeoHazard-Webanwendung eingegliedert (<https://geohazard.geo-zs.si>).

3.5. OPIS NEVARNOSTI ZA NASTANEK POBOČNIH MASNIH PREMIKOV V OBČINI RAVNE NA KOROŠKEM / BESCHREIBUNG DER RISIKEN VON SCHRÄGEN MASSENBEWEGUNGEN IN RAVNE NA KOROŠKEM

Občina Ravne na Koroškem je geološko pestra in posledično reliefno razgibana. Celoten severni in osrednji del občine (do Kotelj) gradijo metamorfne kamnine. Zastopane so s filiti in skrilavci, ki so pogostejši v severnem delu, ter z gnajsi in filitoidnimi skrilavci, ki so pogostejši v osrednjem delu občine. Metamorfne kamnine razmeroma hitro preperevajo v debelo zaglinjeno preperino, v kateri se ob prisotnosti vode pojavljajo plitvi zemeljski plazovi ali pa se material zaradi nepropustnosti podlage prenaša vzdolž strug v obliki erozijsko-hudourniških procesov. Več pojavov nestabilnosti je bilo zabeleženih na širšem območju Strojne in Zelen Brega, med kmetijami Rutar in Konečnik, severno od Dobrij, na območju Koroškega Selovca ter med Ravnami in vasjo Brdinje. Skalni podori v teh kamninah niso pogosti. Iz strmih pobočij lahko mestoma izpadajo posamezni skalni bloki.

Skrajni južni del občine, do Uršlje gore, gradijo pretežno karbonatne kamnine, apnenci in dolomiti. Kjer so ti tektonsko razpokani in gradijo strme stene, se pojavljajo skalni podori. Posamezni medplastni zdrsi hribine se lahko pojavijo v tankoplastnatih apnencih z vmesnimi plastmi laporovca.

Ozemlje južno od Kotelj gradijo mehkejši sedimenti in sedimentne kamnine, zastopane predvsem s peski, glino in konglomeratom. Sedimenti imajo slabe geomehanske lastnosti. Ker gradijo večinoma ravninska območja, zemeljski plazovi niso zelo pogosti, nestabilnosti pa se pojavljajo na bolj strmih pobočjih na širšem območju Podgore. Zemeljskemu plazenju so posebej podvržena območja, kjer je preko teh kamnin odložen pobočni grušč ali so prisotni posamezni izviri in močila. Na območju Podkraja in Podgore tako pri načrtovanju posegov v prostor svetujemo posebno previdnost oziroma pred posegi ogled terena s strani inženirskega geologa ali geomehanika.

V občini Ravne na Koroškem ni pričakovati drobirskih tokov večjega obsega, lahko pa se ob intenzivnih padavinah vzdolž strmih grap pojavijo erozijsko-hudourniški procesi.

Opozarjamo na specifično problematiko gradbenih posegov na aluvijalnih ravninah potokov in rek, ki so zaradi ravnega terena praviloma označeni kot neproblematični (neobarvani) za nastajanje zemeljskih plazov. Ob izkopih pa so ti sedimenti lahko nestabilni.

Die Gemeinde Ravne na Koroškem ist geologisch vielfältig und dementsprechend zerklüftet. Der gesamte nördliche und zentrale Teil der Gemeinde (bis nach Kotelje) besteht aus metamorphem Gestein. Es handelt sich um Phyllite und Schiefer, die im nördlichen Teil häufiger vorkommen, sowie um Gneise und Phyllitoidschiefer, die sich hauptsächlich im zentralen Teil der Gemeinde befinden. Metamorphe Gesteine verwittern relativ schnell zu einem dicken, lehmigen Deckgebirge. Bei Vorhandensein von Wasser kommt es hier zu flachen Erdrutschen, oder zu andere Erosionsprozessen, zum Beispiel kann das Material aufgrund der Undurchlässigkeit des Grundgesteins entlang von Flüssen abtransportiert werden. Mehrere Instabilitätsereignisse wurden in der weiteren Umgebung von Strojna und Zelen Brega, zwischen den Höfen Rutar und Konečnik, nördlich von Dobrij, in der Gegend von Koroška Selovec und zwischen Ravne und dem Dorf Brdinje registriert. Felsstürze sind in diesen Felsen nicht üblich. Einzelne Felsbrocken können sich stellenweise aus steilen Hängen lösen.

Der südlichste Teil der Gemeinde, bis nach Uršlje Gora, besteht hauptsächlich aus Karbonatgestein, Kalkstein und Dolomit. Wo diese tektonisch zerklüftet sind und steile Wände bilden, kommt es zu Felsstürzen. In den Gebieten mit dünn gelagerten Kalksteinen und eingelagerten Lapislazuli-Schichten kann es ebenso zu einzelnen Rutschungen kommen.

Das Gebiet südlich von Kotelje besteht aus weicherem Sedimenten und Sedimentgestein, hauptsächlich Sand, Ton und Konglomerat. Die Sedimente haben schlechte geomechanische Eigenschaften. Da sie hauptsächlich flach sind, sind Erdrutsche nicht sehr häufig, aber an steileren Hängen im weiteren Umkreis von Podgora treten Instabilitäten auf. Besonders anfällig für Erdrutsche sind Gebiete, in denen sich Hangschutt über diesen Felsen ablagert, oder in denen einzelne Quellen und Feuchtgebiete vorhanden sind. Im Gebiet von Podkraj und Podgora raten wir daher zu besonderer Vorsicht bei der Planung von Bauvorhaben oder zu einer Besichtigung des Geländes durch einen Ingenieurgeologen oder Geomechaniker vor der Erschließung.

In Ravne na Koroškem werden keine großflächigen Murgänge erwartet, aber intensive Regenfälle können Erosionsprozesse entlang steiler Schluchten verursachen.

Wir weisen auf das spezifische Problem von Baumaßnahmen in den Schwemmlandebenen von Bächen und Flüssen hin, die aufgrund ihres flachen Geländes im Allgemeinen als unproblematisch für die Entstehung von Erdrutschen gelten. Beim Aushub können diese Sedimente jedoch instabil sein.

4. IZDELAVA OPOZORILNIH KART NEVARNOSTI EROZIJE / KARTEN ZUR WARNUNG VOR EROSIONSGEFAHR

Način izdelave opozorilnih kart erozije sledi predhodno izdelanim analizam v okviru preteklih podobnih nalog v Sloveniji. Karte se pripravlja v GIS okolju ter se jih validira in aktualizira na podlagi terenskih

podatkov. Območja erozije so umeščena v štiri stopnje (neznatna, majhna, srednja, visoka) za ploskovno erozijo prsti in preperine ter štiri stopnje (zelo majhna, majhna, srednja, visoka) za linijsko erozijo na območju vodotokov.

Die Methode zur Erstellung von Erosionswarnkarten folgt Analysen, die zuvor im Rahmen ähnlicher Aufgaben in Slowenien durchgeführt wurden. Die Karten werden in einer GIS-Umgebung erstellt und auf der Grundlage von Felddaten validiert und aktualisiert. Die Erosionsgebiete werden in vier Stufen für die Oberflächenerosion von Boden und Oberboden (unbedeutend, klein, mittel, hoch) und in vier Stufen (sehr klein, klein, mittel, hoch) für die lineare Erosion im Bereich von Wasserläufen eingeteilt.

4.1. METODOLOGIJA / METHODIK

Opozorilni karti ploskovne in linijske erozije sta izdelani z modeliranjem. Za izdelavo opozorilne karte ploskovne erozije prsti in preperine je v prvi fazi uporabljena prilagojena metoda RUSLE, v drugi fazi pa metoda prenosa erozije po površinah pobočij in strug. Za izdelavo opozorilne karte linijske erozije v strugah vodotokov je uporabljena metoda, ki upošteva naklone vodotokov, njihovo širino, litološko podlago in velikost zaledja. Validacija modelov je bila izvedena s terenskimi pregledi kritičnih oz. reprezentativnih lokacij.

Die Warnkarten für Oberflächen- und linearen Erosionen werden durch Modellierung erstellt. Für die Erstellung der Boden- und Oberbodenerosionswarnkarte wird in der ersten Phase die angepasste RUSLE-Methode und in der zweiten Phase die Methode des Erosionstransports über Hang- und Gerinneflächen verwendet. Für die Erstellung der Warnkarte der linearen Erosion in Wasserläufen wird eine Methode angewandt, die das Gefälle der Wasserläufe, ihre Breite, das lithologische Substrat und die Größe des Rückstaus berücksichtigt. Die Validierung der Modelle erfolgte durch Feldbegehungen an kritischen oder repräsentativen Stellen.

4.1.1 OPOZORILNA KARTA PLOSKOVNE EROZIJE / PLATTENEROSIONSWARNKARTE

Opozorilna karta ploskovne erozije je izdelana z GIS modeliranjem na podlagi prilagojene metode RUSLE z dodanim izračunom prenosa erozijskih potencialov ter z neposrednim kartiranjem površin obstoječe ploskovne erozije. V glavni enačbi so vsebovani koeficienti, kateri vrednotijo glavne naravne in antropogene faktorje, ki soodvisno vplivajo na procese ploskovne erozije oz. površinsko sproščanje zemljin in preperine. Prilagojena Metoda RUSLE določa kvantitativne vrednosti možnega izpiranja zemljin na neki površini, ne določa pa dejanskih izgub zemljin in preperine, ker so spremenljivke določene nominalno.

Glavna enačba metode: $A = R \times K \times LS \times C \times P$; pri čemer so A – ploskovna erozija na enoti površine, R – koeficient erozivnosti padavin, ki temelji na vplivu energije padavin in odtoka, K – koeficient erodibilnosti različnih tipov tal, ki je odvisna od pedoloških lastnosti, LS – koeficient dolžine pobočja ter strmosti glede na primerjalno vrednost, C – koeficient pokrovnosti oziroma tipa rabe tal ter P – vpliv kmetijskih zaščitnih ukrepov.

Die Warnkarte der Oberflächenerosion wird durch GIS-Modellierung auf der Grundlage der angepassten RUSLE-Methode unter Hinzufügung der Potentialsberechnung des Erosionstransports und durch direkte Kartierung der bestehenden Oberflächenerosionen des Gebietes. Die Hauptgleichung

enthält Koeffizienten, mit denen die wichtigsten natürlichen und anthropogenen Faktoren bewertet werden, die in gegenseitiger Abhängigkeit die Prozesse der Oberflächenerosion oder Oberflächenablösung von Böden und Oberboden beeinflussen. Die angepasste RUSLE-Methode quantifiziert die potenzielle Auslaugung von Böden in einem bestimmten Gebiet, nicht aber die tatsächlichen Verluste von Böden und Oberboden, da die Variablen nominell festgelegt werden.

Die Hauptgleichung der Methode lautet $A = R \times K \times LS \times C \times P$, wobei A die Oberflächenerosion pro Flächeneinheit und R der Erodierbarkeitskoeffizient von Niederschlägen ist, der auf dem Einfluss der Niederschlags- und Abflussenergie beruht. K beschreibt den Erodierbarkeitskoeffizienten der verschiedenen Bodentypen, der von den Bodeneigenschaften abhängt, LS ist der Koeffizient der Hanglänge und der Steilheit im Verhältnis zum Richtwert, C ist der Koeffizient der Bodenbedeckung oder Landnutzungsart und P stellt den Einfluss der landwirtschaftlichen Schutzmaßnahmen dar.

Izračun prenosa erozijskih potencialov / Berechnung der Übertragung von Erosionspotentialen

Zaradi možnosti prenosa erozijskih potencialov ter odlaganja na nižje ležečih lokacijah ali v strugah vodotokov oz. v grapah, je modelnemu izračunu po prilagojeni metodi RUSLE dodan izračun možnega prenosa materialov. V tem izračunu so upoštevani trije dejavniki: kapaciteta erozijskih potencialov, možnost prenosa glede na naklon pobočja in hrapavost podlage. Dejavniki možnosti prenosa glede na naklon pobočja in dejavniki hrapavosti podlage sta združena v enotni koeficient transporta - T.

Enačba za izračun koeficienta transporta - T: $T = 14 \times \sin \beta \times m$; pri čemer je T – koeficient transporta, β – naklon pobočja in m – Manningov koeficient hrapavosti.

Opis razmer na območjih analize po posameznih stopnjah erozijske nevarnosti:

Neznatna stopnja erozijske nevarnosti – Na območju ni prisotnih erozijskih procesov oz. so le ti zanemarljivi.

V I. stopnjo erozijske nevarnosti so uvrščene tudi vse urbane površine (na katerih se predpostavlja, da ploskovne erozije ni) ter vse gole skalne površine (na katerih se zaradi nadmorske višine prst ne more razviti ali pa zaradi strmine prst ali preperina ne obstaneta).

Majhna stopnja erozijske nevarnosti – na območjih je zgolj lokalno, morda neizrazito opaziti znake erozije, kar se na manjših delih izkazuje v slabši zaraščenosti, spiranje zemljine ali preperine je prisotno le izjemoma.

Srednja stopnja erozijske nevarnosti – na območjih je opaziti znake erozije, kar se na posameznih delih izkazuje v slabši zaraščenosti oz. zmanjševanju zarasti, zmernem spiranju zemljine, spiranje zemljine ali preperine je prisotno le lokalno.

Visoka stopnja erozijske nevarnosti – na območjih je evidentno opaziti znake erozije, kar se izkazuje v slabi zaraščenosti območja oz. zmanjševanju vpliva zarasti, spiranju zemljine, prisotnosti erozijskih jarkov, transportu zemljin in preperine.

Aufgrund der Möglichkeit des Transports von Erosionsmaterial und der Ablagerung an tiefer gelegenen Standorten oder in Wasserläufen oder Schluchten wurde die Modellberechnung um eine Berechnung des möglichen Materialtransports nach der angepassten RUSLE-Methode ergänzt. Bei dieser Berechnung werden drei Faktoren berücksichtigt: das Erosionspotenzial, das Transportpotenzial in Abhängigkeit von der Hangneigung und die Rauheit des Untergrunds. Der Faktor des

Transportpotentials in Abhängigkeit von der Hangneigung und der Faktor der Rauheit des Untergrunds werden zu einem einzigen Transportkoeffizienten – T.

Die Gleichung zur Berechnung des Transportkoeffizienten lautet - T: $T = 14 \times \sin\beta \times m$; wobei T der Transportkoeffizient, β die Hangneigung und m der Manning-Rauheitskoeffizient ist.

Eine Beschreibung der Situation in den Untersuchungsgebieten nach den einzelnen Erosionsgefährdungsstufen:

Vernachlässigbare Erosionsgefahr – In dem Gebiet gibt es keine oder nur geringe Erosionsprozesse. Alle städtischen Gebiete (bei denen davon ausgegangen wird, dass es keine Oberflächenerosion gibt) und alle Gebiete mit nacktem Fels (in denen sich der Boden aufgrund der Höhenlage nicht entwickeln kann oder in denen der Boden oder der Oberboden aufgrund der Steilheit des Hangs nicht überdauern kann) werden ebenfalls als Erosionsgefährdungsstufe I eingestuft.

Geringes Erosionsrisiko – es gibt nur lokale, vielleicht subtile Anzeichen von Erosion in Gebieten, die sich in kleinen Teilen in weniger Vegetation und nur in Ausnahmefällen in der Aushöhlung des Bodens oder des Oberbodens niederschlagen.

Mittlere Erosionsgefahr – Anzeichen von Erosionen in Gebieten, die sich in einigen Teilen durch einen geringeren oder verringerten Bewuchs, eine mäßige oder nur örtlich begrenzte Bodenauswaschung, oder eine Auskolkung des Bodens oder der Vegetation äußern.

Hohe Erosionsgefahr – In den Gebieten gibt es Anzeichen für Erosion, die sich in einer geringen Vegetationsbedeckung oder einer Verringerung des Einflusses der Vegetation, der Auslaugung des Bodens, dem Vorhandensein von Erosionsgräben und dem Transport von Böden bzw. Mutterböden äußern.

4.1.2 OPOZORILNA KARTA LINIJSKE EROZIJE / WARNKARTE DER LINEAREN EROSION

Opozorilna karta linijske erozije prikazuje delitev vodotokov v posamezni občini glede na nevarnost nastanka erozijskih poškodb (zajed, poglobitev dna). Izdelana je na podlagi modelne napovedi s poenostavljeno metodo, ki določa predvsem zmožnost vodotoka generiranja poškodb na brežinah in dnu.

V glavni enačbi metode so vsebovani koeficienti, ki vrednotijo glavne naravne faktorje, ki soodvisno vplivajo na procese linijske erozije oz. erozijske procese v strugah vodotokov. Glavna enačba metode: $E = V' \times L \times \beta \times R$, pri čemer je E – linijska erozija v strugi vodotoka, V' – koeficient hitrosti, ki je odvisen od naklona in kategorije širine vodotoka na določenem odseku, L – koeficient erodibilnosti litološke podlage, β – koeficient velikosti zlivnega območja vodotoka v korelaciji s pretokom in R – koeficient erozivnosti padavin, ki temelji na vplivu energije padavin in odtoka (povzeto po enačbi RUSLE).

Die lineare Erosionswarnkarte zeigt die Einteilung der Fließgewässer in den einzelnen Gemeinden nach dem Risiko von Erosionsschäden (Aufstauung, Vertiefung der Sohle). Sie basiert auf einer vereinfachten Modellvorhersagemethode, die vor allem die Fähigkeit eines Fließgewässers zur Verursachung von Ufer- und Sohlenschäden, bestimmt.

Die Hauptgleichung der Methode enthält Koeffizienten zur Bewertung der wichtigsten natürlichen

Faktoren, die in gegenseitiger Abhängigkeit lineare Erosionsprozesse oder Erosionsprozesse in Fließgewässern beeinflussen. Die Hauptgleichung der Methode lautet $E = V' \times L \times \beta \times R$, wobei E die lineare Erosion im Bachgerinne beschreibt und V' den Geschwindigkeitskoeffizient darstellt, der vom Gefälle und der Breitenkategorie des Baches in einem bestimmten Abschnitt abhängt. L erklärt den Erodierbarkeitskoeffizient der Lithologie, β den Koeffizient der Größe der Bachau, der mit dem Abfluss korreliert, und R den Erodierbarkeitskoeffizient des Niederschlags, der auf dem Einfluss der Energie des Niederschlags und des Abflusses beruht (zusammengefasst aus der RUSLE-Gleichung).

Opis razmer na vodotokih po posameznih stopnjah erozijske nevarnosti:

Zelo majhna stopnja erozijske nevarnosti – Na območju strug se je zelo majhno erozijsko nevarnost pripisalo vsem vodotokom, ki po modelnem izračunu niso izkazovali višjih stopenj erozije. V to stopnjo erozijske nevarnosti so uvrščeni tudi vsi odseki strug, ki so v celoti regulirani. Regulirana struga je v celoti urejena struga na daljšem odseku. Ima obojestransko utrjene (zavarovane) brežine (obrežna zavarovanja, zidovi) ter zavarovano in/ali stabilizirano dno (pragovi). Taka struga je odporna pred erodiranjem v kolikor je redno vzdrževana.

Majhna stopnja erozijske nevarnosti – na takih odsekih strug se usadi nahajajo redko, bočne zajede so v manjšem obsegu, dno vodotokov ima razmeroma stabilno niveleto z redkimi tolmeni in stopnjami, prodnosnost se pojavlja v manjšem obsegu.

Srednja stopnja erozijske nevarnosti – na območju strug se nahajajo na takih odsekih bodisi manjši usadi, bočne zajede ali pa je dno vodotokov lokalno nestabilno s tolmeni in je zmerno prodnosno.

Visoka stopnja erozijske nevarnosti – na območju strug se nahajajo na takih odsekih bodisi usadi, večje bočne zajede ali pa je dno vodotokov nestabilno, s tolmeni in je izrazito prodnosno.

V IV. stopnji nevarnosti linijske erozije so uvrščeni tudi vsi odseki vodotokov, ki potekajo po območjih kjer je ugotovljena obstoječa ploskovna erozija.

Beschreibung der Situation der Fließgewässer nach den verschiedenen Stufen der Erosionsgefahr:

Sehr geringes Erosionsrisiko – Im Bereich der Flusskanäle wurde allen Fließgewässern, die nach der Modellrechnung keine höheren Erosionsraten aufwiesen, ein sehr geringes Erosionsrisiko zugeschrieben. Alle Abschnitte der Kanäle, die vollständig reguliert sind, werden ebenfalls in diese Erosionsgefährdungsstufe eingestuft. Ein regulierter Kanal ist über eine längere Strecke hinweg vollständig angepasst und kontrolliert. Er hat beidseitig Ufer (Uferschutz, Mauern) und eine gesicherte und/oder stabilisierte Sohle (Schwellen). Ein solcher Kanal ist erosionsbeständig, wenn er regelmäßig gewartet wird.

Geringes Erosionsrisiko – Die Verlandung ist in solchen Flussabschnitten selten, ebenso die seitlichen Aufstauungen, das Flussbett hat ein relativ stabiles Niveau mit wenigen Tümpeln und Stufen, und Kiesabgänge sind weniger häufig.

Mittlere Erosionsgefahr – im Bereich der Bäche sind diese Abschnitte entweder durch kleine Erdrutsche, seitliche Ablagerungen oder lokal instabile Bachbetten mit Tümpeln und mäßiger Versickerung gekennzeichnet.

Hohe Erosionsgefahr – Im Bereich des Kanals handelt es sich bei solchen Abschnitten entweder um Erdrutsche, große seitliche Aufstauungen oder instabile, verpoolte und stark durchlässige Bachbetten.

Alle Gewässerabschnitte, die durch Gebiete verlaufen, in denen bereits Flächenerosion festgestellt

wurde, werden ebenfalls als lineare Erosionsgefahr der Stufe IV eingestuft.

5. OPIS NEVARNOSTI ZA NASTANEK PLOSKOVNE EROZIJE V OBČINI RAVNE NA KOROŠKEM / BESCHREIBUNG DER RISIKEN DER OBERFLÄCHENEROSION IN RAVNE NA KOROŠKEM

Na območju občine Ravne na Koroškem je zaradi večje poraslosti z gozdnimi sestoji na območju strnjenih gozdnih površin nevarnost potencialne ploskovne erozije relativno majhna. Na večjem delu preostalih površin (razen urbaniziranih območij) je prisotna kmetijska raba prostora, za katero je značilna potencialna nevarnost pojavljanja erozijskih procesov oz. povečano odnašanje zemljin in preperine. Kmetijske površine so dokaj enakomerno razporejene preko celotnega ozemlja občine, zaradi razgibanosti terena in večjega deleža strmejših (pobočnih) terenov predvsem na severnem delu občine (severno od Meže) pa na tem območju njihova zemljinska oz. preperinska podlaga izkazuje slabšo erozijsko odpornost. Tako je srednja in velika stopnja nevarnosti zastopana na relativno veliki površini občine, to je na 10,0 % površin občine.

Na območju občine so tako erozijsko potencialno najbolj ogrožene kmetijske površine (njive, sadovnjaki, travniki) na severnem delu na območju Strojne, Zelen Brega, Tolstega Vrha, Stražišča in na območju med Dobrijami in Šteharskim vrhom, na južnem delu občine pa na širšem območju Brdinja ter na manjšin površinah v zaledju Uršeljce in Suhe.

Srednja erozijska ogroženost se pojavlja pretežno na vseh kmetijskih površinah na levem bregu Meže (severni del občine), največja so na širšem območju Strojne, na večjih površinah pa tudi na območju Zelen Brega, Tolstega Vrha in Stražišča. Na desnem bregu Meže, to je južnem delu občine, se površine srednje erozijske ogroženosti pojavljajo v bolj omejenem obsegu, še največ jih je na širšem območju naselja Brdinje in Koroškega Selovca.

Območja majhne erozijske ogroženosti se pojavljajo na vseh že omenjenih območjih tako na levem kot desnem bregu na kmetijskih površinah, ki so oblikovane na položnejših pobočjih. Največje površine majhne ogroženosti se nahajajo na območju Brdinja, Tolstega Vrha, Zelen Brega, Stražišča in Strojne ter na širšem območju naselja Kotlje.

Najobsežnejše območje brez erozije oziroma z zanemarljivo možnostjo pojavljanja erozijskih pojavov obsegajo gozdnate površine na južnem delu občine (pobočja Uršlje gore), gozdnate površine severovzhodnega dela (širše območje Šteknečega vrha in Šteharskega vrha) ter pretežno položne agrarne površine na območju Kotelj, Podgore, Preškega vrha in Podkraja. Prav tako se te površine v večjem obsegu nahajajo na dnu glavne doline ob reki Meži ter na dolinskih predelih treh največjih pritokov Meže, to je Hotuljke, Suhe in Zelenbreškega potoka.

Generalno je zastopanost stopenj nevarnosti ploskovne erozije na območju celotne površine občine naslednja:

I. stopnja	- neznatna erozijska nevarnost	– 79,5%
II. stopnja	- majhna erozijska nevarnost	– 10,5%
III. stopnja	- srednja erozijska nevarnost	– 8,1%
IV. stopnja	- velika erozijska nevarnost	– 1,9%

In der Gemeinde Ravne na Koroškem ist das Risiko einer potenziellen flächigen Erosion aufgrund der

höheren Waldbedeckung im Bereich der verdichteten Waldgebiete relativ gering. In den meisten übrigen Gebieten (mit Ausnahme der städtischen Gebiete) werden landwirtschaftliche Flächen genutzt, die durch ein potenzielles Risiko von Erosionsprozessen oder einer verstärkten Verwehung von Boden und Oberboden gekennzeichnet sind. Die landwirtschaftlich genutzten Flächen sind relativ gleichmäßig über das gesamte Gemeindegebiet verteilt. Aufgrund der Zerklüftung des Geländes und des höheren Anteils an steilem (abfallendem) Gelände, insbesondere im nördlichen Teil der Gemeinde (nördlich des Flusses Mež), ist der Boden bzw. der Oberboden in diesem Gebiet weniger erosionsbeständig. Die mittlere und hohe Gefährdungsstufe ist also in einem relativ großen Teil des Gemeindegebiets vorhanden, nämlich auf 10,0 % der Gemeindefläche.

Im nördlichen Teil der Gemeinde befinden sich die potenziell erosionsgefährdetsten landwirtschaftlichen Flächen (Ackerland, Obstgärten, Wiesen) im Gebiet von Strojna, Zelen Breg, Tolstego Vrh, Stražišče und dem Gebiet zwischen Dobrije und Šteharský vrh. Im südlichen Teil der Gemeinde befinden sich die erosionsgefährdetsten Flächen im weiteren Umkreis von Brdinje und in kleineren Gebieten im Hinterland von Uršeljce und Suhe.

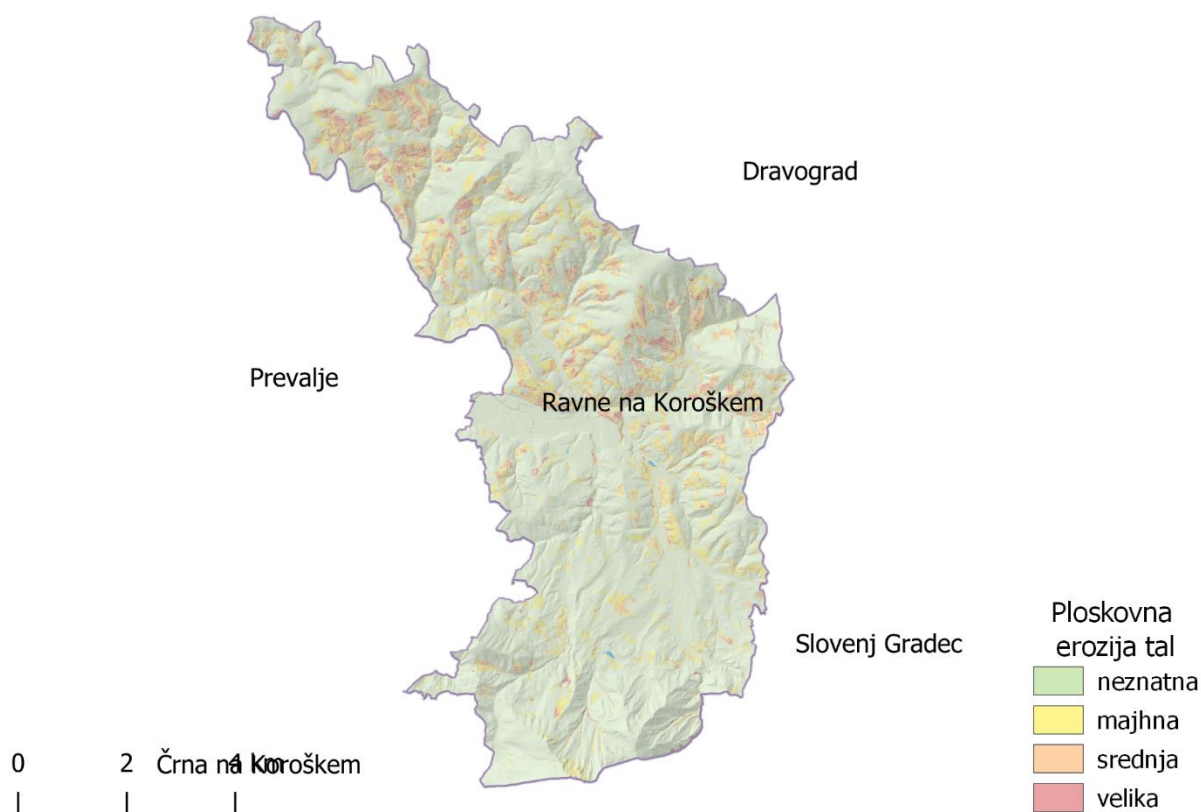
Ein mittleres Erosionsrisiko besteht vor allem in allen landwirtschaftlichen Gebieten am linken Ufer des Flusses Mež (nördlicher Teil der Gemeinde), wobei das höchste Risiko im weiteren Strojna-Gebiet und in größeren Gebieten in Zelen Breg, Tolste Vrh und Stražišče besteht. Am rechten Maasufer, d. h. im südlichen Teil der Gemeinde, treten Gebiete mit einem mittleren Erosionsrisiko in einem begrenzteren Umfang auf, wobei die größten Gebiete im weiteren Umkreis von Brdinje und Koroški Selovec liegen.

Gebiete mit geringem Erosionsrisiko gibt es in allen oben genannten Gebieten, sowohl am linken als auch am rechten Ufer, und in den landwirtschaftlich genutzten Gebieten, die an steileren Hängen liegen. Die größten Gebiete mit geringem Risiko befinden sich im Gebiet von Brdinja, Tolstego Vrho, Zelen Breg, Stražišče und Strojna sowie im weiteren Umkreis von Kotlje.

Die ausgedehntesten Gebiete ohne Erosionserscheinungen oder mit einer vernachlässigbaren Wahrscheinlichkeit von Erosionserscheinungen sind das bewaldete Gebiet im südlichen Teil der Gemeinde (die Hänge von Uršlje Gora), das bewaldete Gebiet im nordöstlichen Teil (das breitere Gebiet von Štekneče vrh und Šteharský vrh) und die überwiegend abfallenden landwirtschaftlichen Flächen im Gebiet von Kotelj, Podgora, Preškega vrh und Podkraje. Solche Gebiete befinden sich auch in größerem Umfang in der Talsohle des Haupttals entlang der Mež und in den Talbereichen der drei größten Nebenflüsse der Mež, nämlich der Hotuljka, der Suhe und des Zelenbrešek.

Generell gilt für das gesamte Gemeindegebiet die folgende Gefährdungsstufe für Oberflächenerosion:

Stufe I.	- vernachlässigbares Erosionsrisiko	– 79,5%
Stufe II.	- geringes Erosionsrisiko	– 10,5%
Stufe III.	- mittleres Erosionsrisiko	– 8,1%
Stufe IV.	- hohes Erosionsrisiko	– 1,9%



Karta 5: Prikaz opozorilne karte ploskovne erozije prsti in preperine za občino Ravne na Koroškem /
Warnkarte für Boden- und Oberbodenerosion der Gemeinde Ravne na Koroškem

6. OPIS NEVARNOSTI ZA NASTANEK LINIJSKE EROZIJE V OBČINI RAVNE NA KOROŠKEM / BESCHREIBUNG DES RISIKOS DER LINEAREN EROSION IN RAVNE NA KOROŠKEM

Iz vrednotene vrednosti izkazujejo možnost oz. potencialno nevarnost za nastanek erozijskih procesov v strugah vodotokov - poškodbe brežin ali dna oz. celotne struge - v času višjih pretokov, ki so posledica močnejših padavin in drugih faktorjev v povodju. Pri vrednotenju je upoštevan tudi vpliv obstoječih vodnogospodarskih ukrepov in protierozijskih objektov v strugah, ki imajo velik vpliv na zmanjševanje pojavljanja linijske erozije oz. jo lahko v celoti preprečijo. Odseki, kjer je struga v celoti regulirana (zavarovanje brežin, zavarovanje in stabiliziranje dna, daljša prekritja ali kanaliziranja struge), so uvrščeni v I. razred (neznatna nevarnost pojavljanja linijske erozije).

Na poteku reke Meže skozi občino opozorilna karta izkazuje povečano nevarnost linijske erozije na nezavarovanih odsekih dolvodno od pritoka Suha. Tu se izmenjujejo odseki majhne in srednje stopnje nevarnosti linijske erozije, na dveh krajših odsekih obstaja tudi nevarnosti velike stopnje. Gorvodno nad vtokom Suhe je Meža regulirana z vzdolžnimi in prečnimi zavarovanji, zato nevarnosti linijske erozije ni oz. je ta minimalna. Prav tako je v veliki meri reguliran spodnji in delno srednji tek Suhe, srednji tek Hotuljke, spodnji in srednji tek Zelenbreškega potoka z vzdolžnimi kamnitimi oblogami, zidovi, kinetami in stabilizacijskimi/ustalitvenimi pragovi. Prav tako so delno regulirani nekateri manjši pritoki Meže (predvsem spodnji izlivni odseki), ki so delno tudi zacevljeni oz. prekriti. Te ureditve so upoštevane pri izdelavi karte nevarnosti linijske erozije.

Na splošno velja, da je na območju občine Ravne na Koroškem iz vidika linijske erozije vodotokov stopnja ogroženosti neznatna ali majhna, teh vodotokov je v občini 88,0%. To ogroženost še dodatno zmanjšujejo obstoječe regulacije vodotokov, predvsem Meže ter pritokov Suhe, Hotuljke in Zelenbreškega potoka. Levi pritoki Meže na južnem delu občine ter Zelenbreški potok v spodnjem teku na severnem delu občine v večji meri potekajo po območju z ugodnejšo geološko podlago, ki je za pojav močnejše linijske erozije odpornejša, zato je na tem delu nevarnosti linijske erozije majhna. Povečana je na območju zgornjega teka Suhe in Hotuljke, kjer se pojavljajo visokoerodibilni pobočni grušči. Povečana je tudi v srednjem in zgornjem teku Zelenbreškega potoka, kjer se nahajajo erodibilni filiti in skrilavci, zato je tu nevarnost linijske erozije povečana na srednjo stopnjo. Prav tako se ta pojavlja na desnih pritokih Črnega potoka na območju Brdinja, ki potekajo po manj odporni geološki podlagi (filitoidni skrilavci) v strmejših in ožjih grapah. Nevarnost srednje stopnje linijske erozije se pojavlja na 12,0% vodotokov v občini.

Visoke stopnje nevarnosti erozijska karta ne izkazuje z izjemo nekaj krajših odsekov na reki Meži.

Generalno je zastopanost stopenj nevarnosti linijske erozije na območju strug občine naslednja:

I. stopnja	- zelo majhna erozijska nevarnost	– 23,3%
II. stopnja	- majhna erozijska nevarnost	– 64,6%
III. stopnja	- srednja erozijska nevarnost	– 12,0%
IV. stopnja	- velika erozijska nevarnost	– 0,1%

Die gewichteten Werte geben die Möglichkeit bzw. das potenzielle Risiko von Erosionsprozessen in Fließgewässern an, das heißt in weit es durch höheren Abflüssen infolge von starken Regenfällen zu Schäden an den Ufern, der Sohle oder dem gesamten Gerinne kommen kann. Bei der Bewertung werden auch die Auswirkungen bestehender wasserwirtschaftlicher Maßnahmen und Erosionsschutzbauten in Wasserläufen berücksichtigt, die einen wesentlichen Einfluss auf die Verringerung oder Verhinderung des Auftretens von linearer Erosion haben. Abschnitte, in denen das Gerinne vollständig reguliert ist (Uferschutz, Sohlschutz und -stabilisierung, längere Überlagerungen oder Kanalisierung des Gerinnes), werden in die Klasse I eingestuft (vernachlässigbares Risiko der linearen Erosion).

Für den Flusslauf der Maas durch die Gemeinde zeigt die Warnkarte ein erhöhtes Risiko der linearen Erosion auf ungeschützten Abschnitten flussabwärts des Nebenflusses Suha. Es gibt abwechselnd Abschnitte mit geringer und mittlerer linearer Erosionsgefahr und zwei kürzere Abschnitte mit hoher linearer Erosionsgefahr. Stromaufwärts der Suhe wird die Meža durch Längs- und Quersperren reguliert, so dass keine oder nur eine geringe Gefahr der linearen Erosion besteht. Der Unter- und teilweise Mittellauf der Suha, der Mittellauf der Hotuljka, der Unter- und Mittellauf des Zelenbrek sind ebenfalls weitgehend mit Längsverbauungen, Mauern, Kinetten und Stabilisierungs-/Siedlungsschwellen reguliert. Einige der kleineren Nebenflüsse der Mež (vor allem die unteren Mündungsabschnitte) werden ebenfalls teilweise reguliert, gestaut oder abgedeckt. Diese regulativen Maßnahmen wurden bei der Erstellung der Karte der linearen Erosionsgefahr berücksichtigt.

Im Hinblick auf die lineare Erosion von Wasserläufen werden 88,0 % der Wasserläufe die Gemeinde Ravne na Koroškem mit einem geringen oder vernachlässigbaren Risiko eingestuft. Dieses Risiko wird durch die bestehende Regulierung der Wasserläufe, insbesondere der Meza und der Nebenflüsse der

Suhe, der Hotuljka und des Zelenbrešek-Baches, weiter verringert. Die linken Zuflüsse des Flusses Mež im südlichen Teil der Gemeinde und der Zelenbreški-Bach in seinem Unterlauf im nördlichen Teil der Gemeinde verlaufen größtenteils durch ein Gebiet mit einem günstigeren geologischen Untergrund, der widerstandsfähiger gegen das Auftreten starker linearer Erosion ist, so dass die Gefahr der linearen Erosion in diesem Teil der Gemeinde gering ist. Sie ist im Bereich des Oberlaufs der Suhe und der Hotuljka erhöht, in dem stark erodierbare Hangschotter vorkommen.

Auch im Mittel- und Oberlauf des Zelenbreško-Bachs, wo erodierbare Phyllite und Schiefer vorkommen, ist das Risiko der linearen Erosion erhöht und liegt daher im mittleren Bereich. Sie kommt auch an den rechten Zuflüssen des Schwarzbachs im Gebiet von Brdinja vor, die sich auf den steileren und engeren Schluchten mit weniger widerstandsfähiger Geologie (Phyllitoidschiefer) befinden. Das Risiko einer mittleren linearen Erosion besteht bei 12,0 % der Wasserläufe in der Gemeinde.

Die Erosionskarte weist mit Ausnahme einiger kurzer Abschnitte am Fluss Meži keine hohe Erosionsgefahr auf.

Im Allgemeinen stellt sich die lineare Erosionsgefährdung im Flussbettbereich der Gemeinde wie folgt dar:

Stufe I.	- vernachlässigbares Erosionsrisiko	– 23,3%
Stufe II.	- geringes Erosionsrisiko	– 64,6%
Stufe III.	- mittleres Erosionsrisiko	– 12,0%
Stufe IV.	- hohes Erosionsrisiko	– 0,1%



*Karta 6: Prikaz opozorilne karte linijske erozije v strugah vodotokov za občino Ravne na Koroškem /
Darstellung der Warnkarte für lineare Erosion in Wasserläufen für die Gemeinde Ravne na Koroškem*