



REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I GJEOLOGJISË DHE I MINIERAVE
DOKTORATA “GJEOSHKENCAT, BURIMET NATYRORE
DHE MJEDISI”



DISERTACION

(Për marrjen e gradës shkencore “Doktor”)

**VLERËSIMI I RISKUT GJEOLOGJIK NË ZONËN
BREGDETARE KRYEVIDH - GOLEM NËPËRMJET
TEKNOLOGJISË GIS**

Disertanti:

MSc. Besnik Ago

Udhëheqësit shkencor:

Prof. Dr. Çerçis Durmishi

Prof. Asoc. Dr. Shkëlqim Daja

Tiranë, 2021

*VLERËSIMI I RISKUT GJEOLGJIK NË ZONËN BREGDETARE KRYEVIDH - GOLEM NËPËRMJET
TEKNOLOGJISË GIS*

Copyright
i
Besnik Ago
Viti 2021

Udhëheqësit e Besnik Ago vërtetojnë se ky është versioni i miratuar i disertacionit të mëposhtëm:

**VLERËSIMI I RISKUT GJEOLOGJIK NË ZONËN BREGDETARE
KRYEVIDH - GOLEM NËPËRMJET TEKNOLOGJISË GIS**

Prof. Dr. Çerçis Durmishi

Prof. Asoc. Dr. Shkëlqim Daja

VLERËSIMI I RISKUT GJEOLGJIK NË ZONËN BREGDETARE
KRYEVIDH - GOLEM NËPËRMJET TEKNOLOGJISË GIS

Përgatitur nga
Msc. Besnik Ago

Disertacion i paraqitur në
Fakultetin e Gjeologjisë dhe Minierave
Universiteti Politeknik i Tiranës,
Në përputhje të plotë
Me kërkesat
Për gradën Doktor

Universiteti Politeknik i Tiranës

Qershor, 2021

Deklaratë mbi origjinalitetin

Besnik Ago

Deklaroj se kjo tezë përfaqëson punën time origjinale dhe nuk kam përdorur burime të tjera, përveç atyre të evidentuara nëpërmjet citimeve.

Të gjitha të dhënat, tabelat, figurat dhe citimet në tekst, të cilat janë riprodhuar prej ndonjë burimi tjetër, duke përfshirë dhe internetin, janë pranuar në mënyrë eksplicite si të tilla.

Jam i vetëdijshëm se në rast të mospërputhjeve, Senati i UPT-së është i ngarkuar të më revokojë gradën “Doktor”, që më është dhënë mbi bazën e kësaj teze, në përputhje me “Rregulloren e Programeve të Ciklit të tretë (Doktoratë) në UPT”, datë 25.06.2019, neni 13.

Tiranë, 20.06.2021

Firma

PËRMBAJTJA E LËNDËS

LISTA E TABELAVE	7
LISTA E FIGURAVE	7
1 HYRJE	11
1.1 RISK-U, HAZARD-I, SUSEPTIBILITET-I DHE VULNERABILITET-I I RËSHQITJEVE	11
1.1.1 <i>Risk-u</i>	11
1.1.2 <i>Hazard-i</i>	11
1.1.2.1 Kur një Hazard bëhet katastrofë natyrore ("Fatkeqësi" Natyrore)	12
1.1.3 <i>Suseptibilitet-i</i>	12
1.1.4 <i>Vulnerabiliteti</i>	13
1.2 STUDIUESHMËRIA E HAZARD-IT DHE RISK-UT TË RRËSHQITJEVE NË SHQIPËRI	13
1.3 OBJEKTIVAT E KËRKIMIT	15
1.4 PËRSE ËSHTË ZGJEDHUR KJO ZONË STUDIMI?	16
1.5 STRUKTURA E PUNIMIT	16
2 SHQYRTIMI I LITERATURËS	18
2.1 HYRJE	18
2.2 FAKTORËT QË SHKAKTOJNË RRËSHQITJET	18
2.2.1 <i>Faktorët natyrorë</i>	19
2.2.1.1 Faktorët gjeologjike	19
2.2.1.2 Faktorët e gjeoteknike, kimike dhe mineralogjike	19
2.2.1.3 Faktorët morfologjike	20
2.2.1.4 Faktorët Hidrologjike	21
2.2.1.5 Faktori i bimësisë	22
2.2.1.6 Sizmiciteti	23
2.2.2 <i>Faktorët antropogjenë</i>	23
2.3 SISTEMET E KLASIFIKIMIT TË RRËSHQITJEVE	24
2.4 PËRGATITJA E HARTËS SË INVENTARIT TË RRËSHQITJEVE	26
2.4.1 <i>Hartografimi i rrëshqitjeve</i>	27
2.4.1.1 Përdorimi i hartave topografike	27
2.4.1.2 Përdorimi i imazheve satelitore dhe ortofotove	28
2.4.1.3 Hartografimi fushor	29
2.4.1.4 Përdorimi i LIDAR	29
2.4.1.5 Përdorimi i Google Earth (GE)	31
2.5 ZONIMI I SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE "KU?"	33
2.5.1 <i>Të përgjithshme</i>	33
2.5.2 <i>Metodat e vlerësimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve</i>	33
2.5.2.1 Metodat Statistikore	34
2.6 VLERËSIMI I HAZARD-IT TË RRËSHQITJEVE	37
2.6.1 <i>Hyrje</i>	37
2.6.2 <i>Llogaritja e probabilitetit të tejkalimit "Kur?"</i>	38
2.6.2.1 Modelet probabilitare për rrëshqitjet	38
2.6.3 <i>Analiza statistikore e magnitudës së rrëshqitjeve "Sa e madhe?"</i>	39
2.6.3.1 Të përgjithshme	39
2.6.3.2 Metodat	39
3 ZONA E STUDIMIT	41
3.1 TË DHËNA TË PËRGJITHSHME FIZIKO – GJEOGRAFIKE	41
3.1.1.1 Gjeomorfologjia	42
3.1.1.2 Klima	44
3.1.1.3 Hidrografia	45
3.2 NDËRTIMI GJEOLGJIK	47
3.2.1 <i>Stratigrafia</i>	47
3.2.1.1 Depozitimet e formacionit "Helmësi" (N ₂ ¹ h)	47
3.2.1.2 Depozitimet e formacionit "Rrogzhina" (N ₂ ² rr)	48
3.2.1.3 Depozitimet Kuarternare (Q)	48
3.2.2 <i>Tektonika dhe neotektonika</i>	49

3.2.2.1	Tektonika	49
3.2.2.2	Neotektonika	50
3.2.3	<i>Hidrogeologjia</i>	52
3.2.4	<i>Proceset dhe dukuritë fiziko - gjeologjike</i>	53
3.2.4.1	Sizmiteti	53
3.2.4.2	Erozioni dhe Tjetërsimi	55
3.2.4.3	Zonimi Gjeologo – Inxhinierik	56
4	PËRGATITJA E INVENTARIT TË RRËSHQITJEVE DHE E HARTAVE TË FAKTORËVE	57
4.1	PËRGATITJA E HARTËS SË INVENTARIT TË RRËSHQITJEVE	57
4.1.1	<i>Hartografimi fushor</i>	57
4.1.2	<i>Hartografimi nga hartat topografike me shkallë 1:10.000</i>	58
4.1.3	<i>Hartografimi nga Modeli Dixhital i Terrenit (DTM) i vitit 2015-2017</i>	59
4.1.4	<i>Hartografimi duke përdorur Google Earth</i>	60
4.2	PËRGATITJA E HARTAVE TË FAKTORËVE	62
4.2.1.1	Faktori i "Lartësisë mbi nivelin e detit" (Elevation)	62
4.2.1.2	Faktori i pjerrësisë së shpatit	63
4.2.1.3	Faktori i ndërtimit gjeologjik	64
4.2.1.4	Faktori i dendësisë së thyerjeve tektonike	67
4.2.1.5	Faktori i reshjeve atmosferike	69
4.2.1.6	Faktori i përdorimit të tokës (Land cover)	70
4.2.1.7	Faktori i rrjetit hidrografik	72
4.2.1.8	Faktori NDVI	73
4.2.1.9	Faktori TWI	75
4.2.1.10	Faktori i orientimit të shpatit (Aspect)	76
4.2.1.11	Faktori i formës së shpatit (Curvature)	80
4.2.1.12	Faktori i dendësisë së rrjetit rrugor	84
4.2.1.13	Faktori i distancës nga ndërtesat	85
5	ZBATIMI I METODAVE STATISTIKORE NË VLERËSIMIN E SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE	88
5.1	HYRJE	88
5.2	PËRZGJEDHJA E FAKTORËVE SHKAKTARË QË DO TË PËRDOREN PËR TË VLERËSUAR SUSEPTIBILITETIN E RRËSHQITJEVE	88
5.3	PËRZGJEDHJA E NJËSIVE HARTOGRAFUESE	88
5.4	NDARJA E INVENTARIT TË RRËSHQITJEVE NË NJËSI TRAJNUESE DHE NJËSI TESTUESE	89
5.5	PËRDORIMI I METODAVE BIVARIATE	91
5.5.1	<i>Information Values (IV)</i>	91
5.5.1.1	Verifikimi i saktësisë së zonimit	102
5.5.2	<i>Weights of Evidence (WoE)</i>	102
5.5.2.1	Testi i pavaresisë së faktorëve	105
5.5.2.2	Verifikimi i saktësisë së zonimit	117
5.6	PËRDORIMI I METODAVE MULTIVARIATE	117
5.6.1	<i>Analiza e Regresioni Logjistik (ARL)</i>	117
5.6.2	<i>Përzgjedhja e variablave (faktorëve)</i>	118
5.6.3	<i>Rezultatet e zonimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve me ARL</i>	118
5.6.3.1	Verifikimi i saktësisë së zonimit	121
5.6.4	<i>Analiza Diskriminante (AD)</i>	123
5.6.4.1	Verifikimi i saktësisë së zonimit	124
5.7	KRAHASIMI I HARTAVE TË SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE	127
6	VLERËSIMI I HAZARD-IT TË RRËSHQITJEVE	129
6.1	HYRJE	129
6.2	LLOGARITJA E PROBABILITETIT TË TEJKALIMIT	129
6.3	ANALIZA STATISTIKORE E MAGNITUDES SË RRËSHQITJEVE "SA E MADHE?"	132
6.4	VLERËSIMI I HAZARD-IT TË RRËSHQITJEVE	134
7	PËRFUNDIME DHE REKOMANDIME	140
7.1	PËRFUNDIME	140
7.2	REKOMANDIME	142

LISTA E TABELAVE

TABELA 2.1 KLASIFIKIMI I PËRMBLEDHUR I RRËSHQITJEVE, (VARNES, 1978), (CRUDEN & VARNES, 1996)	25
TABELA 2.2 KLASIFIKIMI I METODAVE TË VLERËSIMIT TË SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE (GUZZETTI, 2005).	34
TABELA 3.1 TABELA ME TË DHËNAT E POPULLSISË TË ZONËS SË STUDIMIT (SIPAS REGJISTRIMIT TË POPULLSISË NË VITIN 2011)	42
TABELA 5.1 SHKALLËT E HARTËS SË ZONIMIT TË SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE (SIPAS (AGS, 2007A)).	88
TABELA 5.2 TABELA ME REZULATET E METODËS BIVARIATE IV.	94
TABELA 5.3 TABELA ME KATËR KOMBINIMET E MUNDSHME TË FAKTORËVE POTENCIALË DHE HARTËS SË INVENTARIT TË RRËSHQITJEVE.	104
TABELA 5.4 TABELA ME LLOGARITJET E χ^2 PËR TË TESTUAR PAVARËSINË E KUSHTËZUAR TË TË GJITHË ÇIFTEVE TË HARTAVE TË FAKTORËVE (MODELEVE BINARE), ME NJË NIVEL BESIMI 99 %, NË TABELË PARAQITEN TË NGJYROSUR FAKTORËT QË NUK GËZOJNË VETINË E PAVARËSISË SË KUSHTËZUAR.	108
TABELA 5.5 TABELA ME REZULATET E METODËS BIVARIATE WOË.	111
TABELA 5.6 TABELA KLASIFIKUESE E MODELIT TË KRIJUAR ME METODËN ARL.	121
TABELA 5.7 INTERPRETIMI I TREGUESIT KAPA TË COHENS PËR NIVELIN E MARRËVESHJES SIPAS (LANDIS & KOCH, 1977)	123
TABELA 5.8 TABELA KLASIFIKUESE E MODELIT TË KRIJUAR ME METODËN AD.	124
TABELA 5.9 KRAHASIMI I REZULTATEVE TË ZONIMIT TË SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE.	128
TABELA 5.10 VERIFIKIMI I SAKTËSISË SË ZONIMIT PËR TË KATËRTA METODAT.	128
TABELA 6.1 PËRQINDJET E ÇDO KLASE TË PROBABILITETI TË TEJKALIMIT PËR PERIUDHA TË NDRYSHME PËR ZONËN E STUDIMIT.	132
TABELA 6.2 HAZARD-I I RRËSHQITJEVE PËR PERIUDHË RIKTHIMI 25 VITE DHE SIPËRFAQE > 1,000 M ² PËR ÇDO NJËSI ADMINISTRATIVE.	135
TABELA 6.3 HAZARD-I I RRËSHQITJEVE PËR PERIUDHË RIKTHIMI 25 VITE DHE SIPËRFAQE > 3,000 M ² PËR ÇDO NJËSI ADMINISTRATIVE.	136
TABELA 6.4 HAZARD-I I RRËSHQITJEVE PËR PERIUDHË RIKTHIMI 100 VITE DHE SIPËRFAQE > 1,000 M ² PËR ÇDO NJËSI ADMINISTRATIVE.	137
TABELA 6.5 HAZARD-I I RRËSHQITJEVE PËR PERIUDHË RIKTHIMI 100 VITE DHE SIPËRFAQE > 3,000 M ² PËR ÇDO NJËSI ADMINISTRATIVE.	139

LISTA E FIGURAVE

FIGURA 1.1 MODEL I KATASTROFAVE NATYRORE, SIPAS M. DREGG (1992).	12
FIGURA 1.2 HARTA E SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE PËR EUROPËN, ELSUS V2, (WILDE, ET AL., 2018).	14
FIGURA 1.3 HARTA E HAZARDIT TË RRËSHQITJEVE, VLERËSUAR ME METODA CILËSORE, (THE WORLD BANK, 2020).	14
FIGURA 1.4 HARTA E HAZARDIT TË RRËSHQITJEVE, DUKE MARRË SI NGJARJE INICIALIZUESE TËRMETET, (THE WORLD BANK, 2020), LEGJENDA SI NË FIGURËN 1.3.	15
FIGURA 1.5 HARTA E HAZARDIT TË RRËSHQITJEVE, DUKE MARRË SI NGJARJE INICIALIZUESE RESHJET MESATARE VJETORE (THE WORLD BANK, 2020), LEGJENDA SI NË FIGURËN 1.3.	15
FIGURA 2.1 PARAQITJA E FORCAVE QË VEPROJNË NË NJË SHPAT.	18
FIGURA 2.2 PARAQITJA SKEMATIKE E FORMAVE TË SHPATIT (SIDLE & OCHIAI, 2006).	20
FIGURA 2.3 SHEMBULL I NDIKIMIT TË RRËNJËVE TË BIMËSISË NË QËNDRUESHMËRINË E NJË RRËSHQITJE (WU, 1984).	22
FIGURA 2.4 ILUSTRIMI GRAFIK I TIPEVE KRYESORE TË RRËSHQITJEVE (U.S.G.S., 2004)	25
FIGURA 2.5 SHEMBULL I NJË HARTE TË INVENTARIT TË RRËSHQITJEVE PËR ZONËN MONTE CASTELLO DI VIBIO, UMBRIA, ITALI (GUZZETTI, ET AL., 2012).	26
FIGURA 2.6 PARAQITJA SKEMATIKE E NJË RRËSHQITJE NË NJË HARTË TOPOGRAFIKE SKEMATIKE DHE NË PROFILET TOPOGRAFIKE PARË DHE PAS RRËSHQITJES.	27
FIGURA 2.7 DISA SHEMBUJ TË ANOMALIVE TOPOGRAFIKE TË CILAT JANË ZHVILLUAR NGA RRËSHQITJET (AHMED & ROGERS, 2016).	28
FIGURA 2.8 MOBILE TOPOGRAPHER, APLIKACION PËR MARRJEN E KOORDINAVE NË TERREN.	29
FIGURA 2.9 PËRDORIMI I LIDAR PËR HARTOGRAFIMIN E RRËSHQITJEVE SIPAS (VAN DEN EECKHAUT, ET AL., 2012)	30
FIGURA 2.10 PARAQITJA E NJË RRËSHQITJE TIPIKE TË MBULUAR NË NJË ZONË KODRINORE NË BELGIKË. KARAKTERISIKAT E RRËSHQITJES (1-5) JANË PËRCAKTUAR SIPAS CRUDEN & VARNES (1996) PJESA TJETËR SIPAS VAN DEN EECKHAUT,	

ET AL., (2012).	31
FIGURA 2.11 HARTOGRAFIMI I RRËSHQITJEVE NË ZONEN FLEMISH ARDENNES, BELGIKË NË MËNYRË MANUALE (MAJTAS) DHE GJYSËM - AUTOMATIKE (DJATHAS) DUKE PËRDORUR METODËN OOA SIPAS (VAN DEN EECKHAUT, ET AL., 2012).	31
FIGURA 2.12 IMAZHE NGA GOOGLE EARTH PËR PERIUDHA TË NDRYSHME KOHORE QË TREGOJNË RRËSHQITJEN E IBËS.	32
FIGURA 2.13 PARAQITJA GRAFIKE E METODËS WOË TË IMPLEMENTUAR NË GIS (CASTELLANOS , ET AL., 2008)	34
FIGURA 2.14 PARAQITJA GRAFIKE E FUNKSIONIT SIGMOIDAL	36
FIGURA 2.15 VARËSIA E DENSITETIT TË PROBABILITETIT TË RRËSHQITJEVE (P) NGA SIPËRFAQJA E RRËSHQITJEVE (A _L) PËR TRE INVENTARË TË RRËSHQITJESH (MALAMUD, ET AL., 2004).	40
FIGURA 3.1 POZICIONI GJEOGRAFIK I ZONËS SË STUDIMIT.	41
FIGURA 3.2 VENDNDODHJA ADMINSTRATIVE E ZONËS SË STUDIMIT.	42
FIGURA 3.3 SKEMA E COPTIMIT HORIZONTAL TË RELIEVIT SIPAS (KABO, ET AL., 1990).	43
FIGURA 3.4 SKEMA E COPTIMIT VERTIKAL TË RELIEVIT, SIPAS (KABO, ET AL., 1990).	43
FIGURA 3.5 HARTA E RELIEVIT TË ZONËS SË STUDIMIT (MAJTAS) DHE HARTA E PJERRËSISË SË SHPATIT (DJATHAS).	44
FIGURA 3.6 HARTA ME ZONAT KLIMATIKE TË SHQIPËRISË DHE ZONËN E STUDIMIT, MARRË NGA GJEOGRAFIA FIZIKE E SHQIPËRISË, VELLIMI I (KABO, ET AL., 1990).	45
FIGURA 3.7 GRAFIKU I RESHJEVE PËR PERIUDHËN 2002-2011 PËR STACIONIN E KRYEVIDHIT DHE KAVAJËS.	45
FIGURA 3.8 HARTA ME RRJETIN HIDROGRAFIK.	46
FIGURA 3.9 HARTA E DENSITETIT TË RRJETIT HIDROGRAFIK.	46
FIGURA 3.10 HARTA GJEOLOGJIKE E ZONËS SË STUDIMIT (MAJTAS), KOLONA LITOSTRATIGRAFIKE E DEPOZITIMEVE TË FORMACIONEVE RROGOZHINA E HELMËSI (DJATHAS POSHTË), PËRGATITUR NË SHKALLËN 1:25.000 DHE KOLONA LITOSTRATIGRAFIKE E DEPOZITIMEVE TË KUATERNARIT (DJASHTAS LARTË), PËRGATITUR NË SHKALLËN 1:1.000.	47
FIGURA 3.11 PROFILI GJEOLOGJIK A - B.	47
FIGURA 3.12 FOTOGRAFI TË DEPOZITIMEVE TË FORMACIONIT "RROGOZHINA" (A, B) DHE TË FOMACIONIT "HELMËSI" (C).	49
FIGURA 3.13 HARTA TEKTONIKE E ZONËS SË STUDIMIT (GRUP AUTORESH, 1999).	50
FIGURA 3.14 SKEMA E ZONIMIT NEOTEKTONIK TË SHQIPËRISË NGA ALIAJ (2012)	50
FIGURA 3.15 HARTA NEOTEKTONIKE E ZONËS SË STUDIMIT, MARRË NGA HARTA NEOTEKTONIKE E SHQIPËRISË, SHKALLA 1:200 000 SIPAS ALIAJ, ET AL. (2018).	51
FIGURA 3.16 HARTA HIDROGJEOLOGJIKE E ZONËS SË STUDIMIT (EFTIMI, ET AL., 1985).	53
FIGURA 3.17 HARTA E SFORCIMEVE PËR MËSDHEUN DHE EUROPËN QËNDRORE (HEIDBACH, ET AL., 2016).	54
FIGURA 3.18 HARTA E ZONAVE SIZMOAKTIVE NË SHQIPËRI ME MAGNITUDËN MAKSIMALE TË PRITSHME NGA ALIAJ (1988B), MARRË NGA ALIAJ (2012).	54
FIGURA 3.19 HARTA GJEOLOGO - INXHINIERIKE E ZONËS SË STUDIMIT NË SHKALLËN 1:200.000 (KONOMI, ET AL., 2014).	55
FIGURA 3.20 HARTA ME PARASHIKIMIN E RITMEVE VJETORE TË EROZIONIT PËR SHQIPËRINË (GRAZHDANI & SHUMKA, 2007).	56
FIGURA 4.1 BLOKSKEMA E PËRGATITJES TË HARTËS SË INVENTARIT TË RRËSHQITJEVE.	57
FIGURA 4.2 FOTOGRAFI GJATË HARTOGRAFIMIT FUSHOR TË RRËSHQITJEVE.	58
FIGURA 4.3 SHEMBUJ TË DISA RRËSHQITJEVE TË HARTOGRAFUARA NGA HARTAT TOPOGRAFIKE NË SHKALLËN 1:10.000.	59
FIGURA 4.4 SHEMBUJ TË DISA RRËSHQITJEVE TË HARTOGRAFUARA NGA DTM 2015 ÷ 2017, E KRIJUAR ME TEKNOLOGJINË LIDAR.	60
FIGURA 4.5 SHEMBUJ TË RRËSHQITJEVE TË HARTOGRAFUARA NGA GOOGLE EARTH.	60
FIGURA 4.6 HARTA E INVENTARIT TË RRËSHQITJEVE.	61
FIGURA 4.7 PARAQITJA NË 3D E DISA RRËSHQITJEVE NGA HARTA E INVENTARIT TË RRËSHQITJEVE.	61
FIGURA 4.8 HARTA E LARTËSISË MBI NIVELIN E DETIT E NDARË NË KLASA.	62
FIGURA 4.9 PËRQINDJET E KLASAVE TË "LARTËSISË MBI NIVELIN E DETIT" DHE PËRQINDJET E PRANISË SË RRËSHQITJEVE NË ÇDO KLASË.	63
FIGURA 4.10 HARTA E PJERRËSISË SË SHPATIT E NDARË NË KLASA.	63
FIGURA 4.11 PËRQINDJET E KLASAVE TË PJERRËSISË SË SHPATIT DHE PËRQINDJET E PRANISË SË RRËSHQITJEVE NË ÇDO KLASË.	64
FIGURA 4.12 HARTA GJEOLOGJIKE E ZONËS SË STUDIMIT E NDARË NË KLASA.	66
FIGURA 4.13 PËRQINDJET E KLASAVE TË HARTËS GJEOLOGJIKE DHE PËRQINDJET E PRANISË SË RRËSHQITJEVE NË ÇDO KLASË.	67
FIGURA 4.14 HARTA E DËNDËSISË SË THYERJEVE TEKTONIKE E NDARË NË KLASA.	68
FIGURA 4.15 PËRQINDJET E KLASAVE TË DISTANCËS NGA THYERJET TEKTONIKE DHE PËRQINDJET E PRANISË SË RRËSHQITJEVE NË ÇDO KLASË.	68

*VLERËSIMI I RISKUT GJEOLGJIK NË ZONËN BREGDETARE KRYEVIDH - GOLEM NËPËRMJET
TEKNOLOGJISË GIS*

FIGURA 4.16 HARTA E RESHJEVE ATMOSFERIKE NDARË NË KLASA, BURIMI: IGJEUM.	69
FIGURA 4.17 PËRQINDJET E KLASAVE TË RESHJEVE ATMOSFERIKE DHE PËRQINDJET E PRANISË SË RRËSHQITJEVE NË ÇDO KLASË.	69
FIGURA 4.18 HARTA E PËRDORIMIT TË TOKËS NDARË NË KLASA.	70
FIGURA 4.19 PËRQINDJET E KLASAVE TË HARTËS SË PËRDORIMIT TË TOKËS DHE PËRQINDJET E PRANISË SË RRËSHQITJEVE NË ÇDO KLASË.	71
FIGURA 4.20 HARTA "CORINE LANDCOVER 2018" E RAJONIT KU PËRFSHIHET SHQIPËRIA.	71
FIGURA 4.21 HARTA E DISTANCËS NGA RRJETI HIDROGRAFIK NDARË NË KLASA.	72
FIGURA 4.22 PËRQINDJET E KLASAVE TË HARTËS SË DISTANCËS NGA HIDROGRAFIA DHE PËRQINDJET E PRANISË SË RRËSHQITJEVE NË ÇDO KLASË.	73
FIGURA 4.23 IMAZHI SATELITOR SENTINEL-2 (RGB), DATË 30/08/2017, QË MBULON ZONËN E STUDIMIT.	73
FIGURA 4.24 HARTA NDVI E NDARË NË KLASA.	74
FIGURA 4.25 PËRQINDJET E KLASAVE TË HARTËS NDVI DHE PËRQINDJET E PRANISË SË RRËSHQITJEVE NË ÇDO KLASË.	74
FIGURA 4.26 PARAQITJA GRAFIKE E TREGUESIT NDVI.	75
FIGURA 4.27 BLOKSKEMA E PËRDORUR PËR TË LLOGARITUR TWI.	75
FIGURA 4.28 PËRQINDJET E KLASAVE TË TWI DHE PËRQINDJET E PRANISË SË RRËSHQITJEVE NË ÇDO KLASË.	76
FIGURA 4.29 HARTA TWI E NDARË NË KLASA.	76
FIGURA 4.30 PARAQITJA GRAFIKE E DREJTIMEVE TË ORIENTIMIT TË SHPATIT.	77
FIGURA 4.31 NË FIGURËN NË TË MAJTË PARAQITET GRAFIKISHT EMËRTIMI I PIKSELIT QË DO TË LLOGARITET "ORIENTIMI I SHPATIT" (SHËNUAR ME SHKRONJËN E) DHE TETË PIKSELAVE RROTULL TIJ QË JANË PËRDORUR PËR KËTË LLOGARITJE (PIKSELAT A, B, C, D, F, G, H DHE I), NË FIGURËN NË TË DJATHTË JEPEN KUOTAT E SECILIT PIKSEL.	77
FIGURA 4.32 REZULTATET E LLOGARITJES SË "ORIENTIMIT TË SHPATIT" PËR SHEMBULLIN E TRAJTUAR MË SIPËR.	78
FIGURA 4.33 PËRQINDJET E KLASAVE TË ORIENTIMIT TË SHPATIT DHE PËRQINDJET E PRANISË SË RRËSHQITJEVE NË ÇDO KLASË.	79
FIGURA 4.34 HARTA E ORIENTIMIT TË SHPATIT E NDARË NË KLASA.	79
FIGURA 4.35 ILUSTRIMI GRAFIK I DREJTIMIT TË VLERËSIMIT TË FORMËS SË SHPATIT SIPAS SHTRIRJES DHE SIPAS RËNIES.	80
FIGURA 4.36 DIAGRAMA ME KUOTAT E NËNTË PIKSELAVE (3 X 3 PIKSELA) QË PËRDOREN PËR VLERËSIMIN E FORMËS SË SHPATIT.	81
FIGURA 4.37 PËRQINDJET E KLASAVE TË HARTËS "FORMA E SHPATIT SIPAS SHTRIRJES" DHE PËRQINDJET E PRANISË SË RRËSHQITJEVE NË ÇDO KLASË.	82
FIGURA 4.38 HARTA "FORMA E SHPATIT SIPAS SHTRIRJES" NDARË NË KLASA.	82
FIGURA 4.39 PËRQINDJET E KLASAVE TË HARTËS "FORMA E SHPATIT SIPAS RËNIES" DHE PËRQINDJET E PRANISË SË RRËSHQITJEVE NË ÇDO KLASË.	83
FIGURA 4.40 HARTA "FORMA E SHPATIT SIPAS RËNIES" NDARË NË KLASA.	83
FIGURA 4.41 HARTA E RRJETIT RRUGOR.	84
FIGURA 4.42 HARTA E DISTANCËS NGA RRJETI RRUGOR NDARË NË KLASA.	85
FIGURA 4.43 PËRQINDJET E KLASAVE TË HARTËS SË DISTANCËS NGA RRJETI RRUGOR DHE PËRQINDJET E PRANISË SË RRËSHQITJEVE NË ÇDO KLASË.	85
FIGURA 4.44 HARTA ME NDËRTESAT.	86
FIGURA 4.45 PARAQITJA NË 3D E NDËRTESAVE TË DIXHITALIZUARA PËR NJË PJESË TË VOGËL TË ZONËS SË STUDIMIT.	86
FIGURA 4.46 HARTA E DISTANCËS NGA NDËRTESAT NDARË NË KLASA.	87
FIGURA 4.47 PËRQINDJET E KLASAVE TË HARTËS SË DISTANCËS NGA NDËRTESAT DHE PËRQINDJET E PRANISË SË RRËSHQITJEVE NË ÇDO KLASË.	87
FIGURA 5.1 PARAQITJA SKEMATIKE E PËRDORIMIT TË PIKSELAVE SI NJËSI HARTOGRAFUESE.	89
FIGURA 5.2 PARAQITJA SKEMATIKE E NDARJES SË NJËSIVE TË PJERRËSIVE, SIPAS (BA, ET AL. 2018).	89
FIGURA 5.3 SHEMBULL I NDARJES NË HAPSIRË TË INVENTARIT TË RRËSHQITJEVE, SIPAS (CHUNG & FABBRI, 2003).	89
FIGURA 5.4 PËRZGJEDHJA E RRËSHQITJEVE NGA HARTA E INVENTARIT SI NJËSI TRAJNUESE DHE NJËSI TESTUESE.	90
FIGURA 5.5 HARTA E INVENTARIT TË RRËSHQITJEVE TË NDARA NË "TRAJNUESE" DHE "TESTUESE".	90
FIGURA 5.6 BLOKSKEMA E THJESHTUAR E METODAVE BIVARIATE, SIPAS (VAN WESTEN, 1997b).	93
FIGURA 5.7 GRAFIKU I PESHAVE W_i TË SECILËS KLASË TË HARTAVE TË FAKTORËVE TË PËRDORUR PËR VLERËSIMIN E SUSEPTIBILITETIT ME METODËN IV.	96
FIGURA 5.8 HARTA E SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE, METODA IV.	99
FIGURA 5.9 GRAFIKU ME PËRQINDJEN E ÇDO KLASË TË HARTËS SË SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE, PËRFTUAR ME METODËN IV.	100
FIGURA 5.10 BLOKSKEMA E PËRDORUR PËR VLERËSIMIN E SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE ME METODËN IV.	101
FIGURA 5.11 GRAFIKU ROC PËR ZONIMIN E SUSEPTIBILITETIT ME METODËN IV.	102
FIGURA 5.12 MODIFIKUAR SIPAS (GOYES-PENAFIEL & HERNANDEZ-ROJAS, 2020).	104

FIGURA 5.13 PARAQITJA ME DIAGRAMEN E VENN-IT E PAVARËSISË SË KUSHTËZUAR, MODIFIKUAR NGA (BONHAM-CARTER, 1994).	106
FIGURA 5.14 GRAFIKU I PESHAVE W_{ij}^+ DHE W_{ij}^- TË SECILËS KLASË TË HARTAVE TË FAKTOREVE TË PËRDORUR PËR VLERËSIMIN E SUSEPTIBILITETIT ME METODËN WoE.	114
FIGURA 5.15 GRAFIKU ME PËRQINDJET E ÇDO KLASË TË HARTËS SË SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE, PËRFTUAR ME METODËN WoE.	115
FIGURA 5.16 HARTA E SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE PËRFTUAR ME METODËN WoE.	116
FIGURA 5.17 GRAFIKU ROC PËR ZONIMIN E SUSEPTIBILITETIT ME METODËN WoE.	117
FIGURA 5.18 HARTA E SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE, PËRFTUAR ME ANALIZËN E REGRESIONIT LOGJISTIK (ARL).	119
FIGURA 5.19 GRAFIKU ME PËRQINDJET E ÇDO KLASË TË HARTËS SË SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE, PËRFTUAR ME METODËN ARL.	120
FIGURA 5.20 PAMJE 3D E NJË PJESE TË ZONËS SË STUDIMIT ME HARTËN E SUSEPTIBILITETIT TË PËRFTUAR ME ARL.	120
FIGURA 5.21 GRAFIKU ROC PËR REZULTATET E ZONIMIT ME METODËN ARL.	122
FIGURA 5.22 GRAFIKU ME PËRQINDJET E ÇDO KLASË TË HARTËS SË SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE, PËRFTUAR ME METODËN AD.	124
FIGURA 5.23 GRAFIKU ROC PËR REZULTATET E ZONIMIT ME METODËN AD.	125
FIGURA 5.24 PAMJE 3D E NJË PJESE TË ZONËS SË STUDIMIT ME HARTËN E SUSEPTIBILITETIT TË PËRFTUAR ME AD.	125
FIGURA 5.25 HARTA E SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE E PËRFTUAR ME ANALIZËN DISKRIMINANTE (AD).	126
FIGURA 5.26 GRAFIKU ME REZULTATET E ZONIMIT PËR TË KATËRTA METODAT (IV, WoE, ARL DHE AD).	127
FIGURA 6.1 BLOKSKEMA E VLERËSIMIT TË HAZARD-IT TË RRËSHQITJEVE SIPAS (GUZZETTI, 2005).	129
FIGURA 6.2 PROBABILITETI I TEJKALIMIT PËR PERIUDHA TË NDRYSHME KOHORE PËR ZONËN E STUDIMIT.	131
FIGURA 6.3 HISTOGRAMA E SHPERNDARJES SE MAGNITUDES SE RRËSHQITJEVE.	132
FIGURA 6.4 GRAFIKU I DENSITETIT TË PROBABILITETIT TË MAGNITUDËS (SIPËRFAQES) SË RRËSHQITJEVE NË ZONËN E STUDIMIT.	133
FIGURA 6.5 GRAFIKU I PROBABILITETIT TË MAGNITUDËS (SIPËRFAQES) SË RRËSHQITJEVE NË ZONËN E STUDIMIT.	134
FIGURA 6.6 HARTAT E HAZARDIT TË RRËSHQITJEVE PËR NJË PERIUDHË RIKTHIMI PREJ 25 VITESH, PËR MADHËSI RRËSHQITJE > 1000 m ² DHE >3000 m ² .	135
FIGURA 6.7 GRAFIKU ME PËRQINDJET E ÇDO KLASË TË HAZARD-IT PËR ÇDO NJËSI ADMINISTRATIVE, PERIUDHA E RIKTHIMIT 25 VITE, SIPËRFAQJA > 1,000 m ² .	136
FIGURA 6.8 GRAFIKU ME PËRQINDJET E ÇDO KLASË TË HAZARD-IT PËR ÇDO NJËSI ADMINISTRATIVE, PERIUDHA E RIKTHIMIT 25 VITE, SIPËRFAQJA > 3,000 m ² .	137
FIGURA 6.9 HARTAT E HAZARDIT TË RRËSHQITJEVE PËR NJË PERIUDHË RIKTHIMI PREJ 100 VITESH, PËR MADHËSI RRËSHQITJE > 1000 m ² DHE >3000 m ² .	138
FIGURA 6.10 GRAFIKU ME PËRQINDJET E ÇDO KLASË TË HAZARD-IT PËR ÇDO NJËSI ADMINISTRATIVE, PERIUDHA E RIKTHIMIT 100 VITE, SIPËRFAQJA > 1,000 m ² .	138
FIGURA 6.11 GRAFIKU ME PËRQINDJET E ÇDO KLASË TË HAZARD-IT PËR ÇDO NJËSI ADMINISTRATIVE, PERIUDHA E RIKTHIMIT 100 VITE, SIPËRFAQJA > 3,000 m ² .	139

1 HYRJE

1.1 RISK-U, HAZARD-I, SUSEPTIBILITET-I DHE VULNERABILITET-I I RËSHQITJEVE

1.1.1 Risk-u

Risk-u gjeologjik përfaqëson një aspekt të marrëdhënieve midis njerëzve dhe proceseve e dukurive fiziko - gjeologjike. Të gjithë ne në të përditshmen tonë hasim Risqe. Risku nga fenomenet natyrore nuk mund të eliminohet por në disa raste ai mund të minimizohet dhe kjo mund të kryhet nëse ne minimizojmë Hazard-in.

Për ta bërë këtë, ne kemi nevojë për të kuptuar gjithçka në lidhje me proceset që veprojnë dhe të kuptojmë energjinë e nevojshme që i shkakton këto procese. Më pas, ne mund të ndërmarim një veprim të caktuar për të minimizuar Risk-un. Minimizime të tilla të Hazard-it quhen “**zbutje të Hazard-it**”.

Megjithëse janë bërë shumë përparime në njohjen e mekanizmave të humbjes së qëndrueshmërisë së shpateve dhe ekzistencës së një game të gjerë teknikash zbutëse, rrëshqitjet ende shkaktojnë një numër të konsiderueshëm të humbjeve të jetëve njerëzore dhe dëme të konsiderueshme ekonomike në të gjithë botën (Corominas, et al., 2013).

Autoritetet dhe vendimmarrësit kanë nevojë për harta që përshkruajnë zonat që mund të preken nga rrëshqitjet në mënyrë që ato të konsiderohen në planet e zhvillimit dhe / ose që të zbatohen masa mbrojtëse për të zbutur riskun (Corominas, et al., 2013).

Ekzistojnë shumë metoda për vlerësimin e suseptibilitetit të rrëshqitjeve, hazardit dhe riskut dhe për të ndihmuar në vendimet e menaxhimit të riskut, disa institucione dhe autoritete shkencore kanë propozuar udhëzime për përgatitjen e hartave të riskut të rrëshqitjeve me qëllimin e përbashkët që të përdorin një terminologji të unifikuar dhe nxjerrë në pah të dhënat themelore të nevojshme për përgatitjen e hartave dhe udhëzuesve paraktikë në analizimin e tyre (Corominas, et al., 2013).

Për të menaxhuar riskun, duhet që së pari ai të analizohet dhe vlerësohet. Risku i rrëshqitjeve për një objekt ose një zonë duhet të llogaritet duke iu referuar një afati kohor të caktuar për të cilin vlerësohet probabiliteti i ndodhjes së një ngjarje me intensitet më të lartë se një vlerë minimale e përcaktuar. Në këtë aspekt, ekziston një nevojë në rritje për të kryer vlerësim e riskut me metoda sasiore (QRA) (Corominas, et al., 2013).

Në ndryshim me metodat cilësore të vlerësimit të riskut, të cilat japin rezultate në aspektin e indekseve të ponderuara, klasave relative (p.sh. e ulët, e moderuar dhe e lartë) ose klasifikimit numerik, QRA përcaktojnë probabilitetin për një nivel të dhënë të dëmtimit dhe pasiguritë shoqëruese, (Corominas, et al., 2013).

1.1.2 Hazard-i

Bazuar në (Organization of American States, 1991)¹ proceset që kanë formuar tokën veprojnë vazhdimisht në ose nën sipërfaqen e saj. P.sh. lëvizja e pllakave litosferike dhe përqendrimet lokale të nxehtësisë janë një burim i vazhdueshëm i Hazard-eve për njerëzit dhe strukturat (veprat dhe objektet inxhinierike) e tyre.

¹ <https://oas.org/dsd/publications/Unit/oea66e/ch11.htm>

Një përkufizim i pranuar gjerësisht i karakterizon Hazard-et natyrore si "elementë të mjedisit fizik, të dëmshme për njeriun dhe të shkaktuara nga forcat që nuk kanë lidhje me të" (Burton, et al., 1978).

Më konkretisht termi "**Hazard natyror**" i referohet të gjitha fenomeneve atmosferike, hidrologjike, gjeologjike (*sidomos atyre sizmike dhe vullkanike*), etj që, për shkak të vendndodhjes, shpeshësisë dhe peshës së tyre, kanë mundësi të ndikojnë negativisht tek njerëzit, objektet inxhinierike, apo aktivitetet e tyre. Klasifikimi si "**natyrore**" eliminon fenomene të tilla të krijuara nga njeriu si lufta, ndotja, etj.

Hazard-et e rrëshqitjeve në thelb janë rrëshqitje të cilat kanë potencialin të ndikojnë dëmshëm në shoqëri.

1.1.2.1 Kur një Hazard bëhet katastrofë natyrore ("Fatkeqësi" Natyrore)

Databaza ndërkombëtare e katastrofave (www.emdat.be) sugjeron që një Hazard mund të bëhet katastrofë n.q.s. takohet të paktën një nga kriteret në vijim: a) 10 ose më shumë njerëz të vdekur; b) 100 ose më shumë njerëz të infektuar; 3) n.q.s. shteti ka deklaruar gjëndjen e emergjencës; 4) n.q.s. është bërë thirrje për ndihma ndërkombëtare.



Figura 1.1 Model i katastrofave natyrore, sipas M. Dregg (1992).

1.1.3 Suseptibilitet-i

Në literaturë ekziston një konfuzion midis termave "**Suseptibilitet**" dhe "**Hazard**" të rrëshqitjeve "landslides". Megjithëse shprehin koncepte të ndryshme shpesh termat përdoren si sinonime të njëri - tjetrit.

Suseptibilitet i rrëshqitjeve është mundësia e ndodhjes së një rrëshqitje në një zonë të caktuar në bazë të kushteve lokale të terrenit (Brabb, 1984). Thënë ndryshe suseptibiliteti karakterizon predispozitën e një territori të caktuar për t'u prekur nga shkëputje të masave shkëmbore ose rrëshqitje.

Është shkalla në të cilën një territor mund të preket nga levizjet e masave shkëmbore përgjatë shpatit, d.m.th një vlerësim se "**ku**" ka mundësi të ndodhin rrëshqitjet.

Suseptibiliteti nuk merr parasysh probabilitetin kohor të humbjes së qëndrueshmërisë (p.sh, kur, ose sa shpesh ndodhin rrëshqitjet), as magnitudën e rrëshqitjeve të pritshme (p.sh sa e madhe ose shkatërruese do të jetë humbja e qëndrueshmërisë) (Committee on the Review of the National Landslide, 2004).

Në gjuhën matematikore, suseptibiliteti i rrëshqitjeve është probabiliteti hapsinor i humbjes së qëndrueshmërisë së shpatit, duke pasur parasysh kushtet gjeo - mjedisore. Kjo është quajtur si "**analiza e rrëshqitjeve**" nga Vandine, et al. (2004).

Më në përgjithësi, suseptibiliteti i rrëshqitjeve konsiston në vlerësimin e asaj që ka ndodhur në të shkuarën, ndërsa vlerësimi i hazardit të rrëshqitjeve konsiston në parashikimin e asaj që do të ndodhë në të ardhmen.

1.1.4 Vulnerabiliteti

Për vlerësimin e hazard-it të rrëshqitjeve ka pasur shumë punime, ndërsa hulumtimi dhe analiza e pasojave dhe vlerësimi i vulnerabilitetit ka qenë i kufizuar. Disiplina të ndryshme përdorin përkufizime të shumta dhe korniza të ndryshme konceptuale për vulnerabilitetin.

Nga perspektiva e shkencave natyrore, vulnerabiliteti mund të përkufizohet si shkalla e humbjes së një elementi të caktuar ose një grup elementesh brënda zonës së prekur nga rrëshqitjet, (Corominas, et al., 2013). Ai shprehet në një shkallë nga 0 (nuk shkaktohen dëme) në 1 (humbje totale).



1.2 STUDIUESHMËRIA E HAZARD-IT DHE RISK-UT TË RRËSHQITJEVE NË SHQIPËRI

Në Shqipëri janë kryer disa punime në vlerësimin e suseptibilitetit të rrëshqitjeve si p.sh (Daja, et al., 2011), (Jaupaj, et al., 2014), (Jaupaj, et al., 2015), (Ago, et al., 2018), (Muceku & Jaupaj, 2018), (Ago, et al., 2020) por ende mungojnë studimet e hazard-it dhe risk-ut të rrëshqitjeve.

Kjo mungesë lidhet me faktin se hazard-i është më i vështirë se suseptibiliteti për tu vlerësuar dhe kërkon një databazë shumë më të plotë të rrëshqitjeve. Në databazën e rrëshqitjeve krahas konturimit të sipërfaqes së saj kërkohet edhe koha në të cilën ka ndodhur ngjarja, etj.

Ndodhur në këto kushte studimet janë ndalur deri në vlerësimin e suseptibilitetit ose përcaktimin e zonave tashmë të prekura nga procese shpatore. Kjo korrespondon me shumë me një inventar të rrëshqitjeve se sa me vlerësimin e Hazard-it.

Krahas punimeve të cituara me sipër të cilët janë fokusuar në zona të caktuara të Shqipërisë, Shërbimi Gjeologjik Shqiptar ka përpiluar edhe hartën e suseptibilitetit të rrëshqitjeve për të gjithë territorin e Shqipërisë në shkallën 1:200 000 (Lamaj, et al., 2016) si dhe hartat e suseptibilitetit të rrëshqitjeve për çdo qark (Lamaj, et al., 2016) në shkallën 1:50 000.

Në një shkallë më të vogël studimi, Shqipëria është përfshirë edhe në hartën e suseptibilitetit të rrëshqitjeve për Europën, Figura 1.2 (Wilde, et al., 2018).

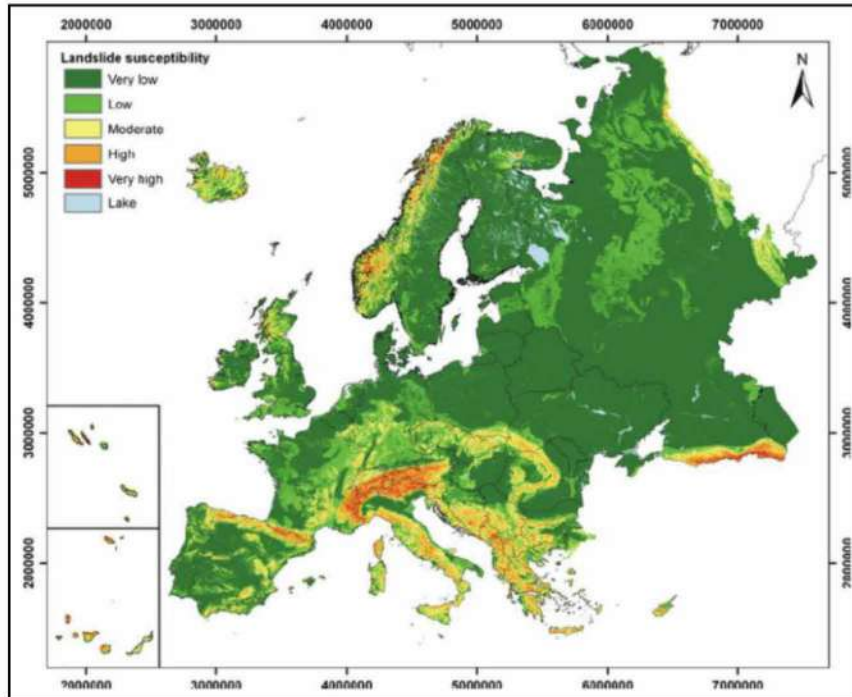


Figura 1.2 Harta e suseptibilitetit të rrëshqitjeve për Europën, ELSUS V2, (Wilde, et al., 2018).

Gjithashtu Banka Botërore ka realizuar një projekt për vlerësimin e hazardit të rrëshqitjeve në shkallë globale (The World Bank, 2020), në këtë punim si faktorë inicializues të rrëshqitjeve janë marrë reshjet atmosferike dhe tërmetet, Figura 1.3, Figura 1.4 dhe Figura 1.5.

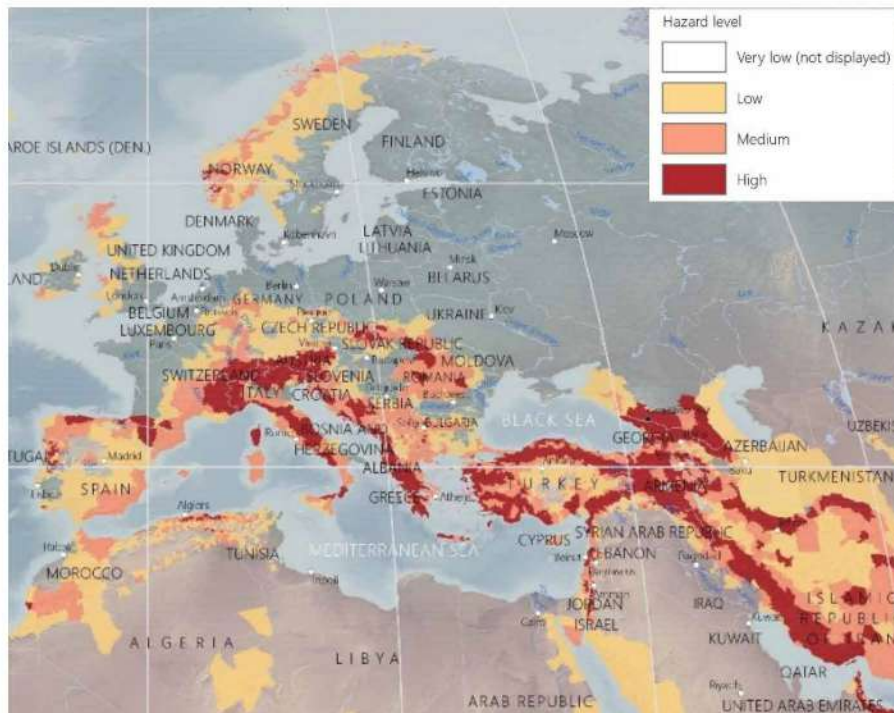


Figura 1.3 Harta e hazardit të rrëshqitjeve, vlerësuar me metoda cilësore, (The World Bank, 2020).



Figura 1.4 Harta e hazardit të rrëshqitjeve, duke marrë si ngjarje inicializuese tërmetet, (The World Bank, 2020), legjenda si në Figurën 1.3.



Figura 1.5 Harta e hazardit të rrëshqitjeve, duke marrë si ngjarje inicializuese reshjet mesatare vjetore (The World Bank, 2020), legjenda si në Figurën 1.3.

1.3 OBJEKTIVAT E KËRKIMIT

Objektivi kryesor i këtij punimi është krijimi i hartës së hazard-it të rrëshqitjeve në zonën Kryevidh - Golem (“Zona e studimit”) duke përdorur teknikat më të avancuara deri më tani. Në mënyrë të përmbledhur objektivat e kërkimit të këtij punimi janë si më poshtë:

1. Përgatitja e hartës së inventarit të rrëshqitjeve;
2. Përzgjedhja e faktorëve shkaktare të humbjes së qëndrueshmërisë së shpatit dhe ndërtimi i hartave të secilit faktor;
3. Vlerësimi i suseptibilitetit të rrëshqitjeve me metoda statistikore bivariate (IV dhe WoE) dhe multivariate (Analiza e Regresionit Logjistik, ARL dhe Analiza Diskriminante, AD), (Ku?);
4. Llogaritja e probabilitetit të tejkalimit (periudha e rikthimit) të rrëshqitjeve, (Kur?);
5. Analiza statistikore e magnitudës së rrëshqitjeve, që konsiston në

llogaritjen e probabilitetit që të kemi rrëshqitje më të mëdha se një sipërfaqe e caktuar, (Sa e madhe?);

6. Vlerësimi i hazard-it të rrëshqitjeve.

1.4 PËRSE ËSHTË ZGJEDHUR KJO ZONË STUDIMI?

- Zona e studimit është shumë e prekur nga fenomeni i rrëshqitjeve, të cilat jo në pak raste kanë shkaktuar dëme në këtë zonë;
- Zona është perspektive për zhvillimin e turizmit apo edhe e aktiviteteve të tjera dhe si pasojë duhet të jetë e mirë studiuar;
- Duke marrë të gjitha njësitë administrative që prek zona e studimit numri total i banorëve është ~ 25,000, por pjesën më të madhe të zonës së studimit e zë njësi administrative Kryevindh me 4662 banorë, duke pasur një densitet 69 banorë / Km², gjithashtu njësi tjetër me e madhe në zonën e studimit është Synej me 5,034 banorë me densitet 126 banorë / Km². Njësi administrative Luz i Vogël ka densitetin më të madh të popullsisë prej 176 banorë / Km², Golemi 107 banorë / Km² dhe Gosa 72 banorë / Km², në të treja këto njësi pjesa më e madhe e popullsisë jetojnë në pjesën fushore të njesisë;
- Zona do të shërbejë si një zonë pilot për aplikimin e teknikave që u përshkruan më sipër, rezultatet e marra këtu mund të aplikohen edhe në zona të tjera me kushte të njëjta gjeologjike dhe hidrogeologjike.

Në këtë mënyrë harta e hazard-it të rrëshqitjeve do ti vlejë shumë pushtetit lokal për të bërë një planifikim më të mirë të territorit, shoqërive që operojnë në fushën e turizmit, etj. Duke u mbështetur në hartën përfundimtare të hazard-it të rrëshqitjeve të zonës së studimit janë rekomanduar disa masa për të ndihmuar komunitetin lokal në zvoglimin e pasojave të hazard-it të rrëshqitjeve.

1.5 STRUKTURA E PUNIMIT

Ky punim është ndarë në dy pjesë dhe në gjashtë kapituj :

1. **Në pjesën e parë** është bërë shqyrtimi i detajuar i literaturës që ekziston për këtë aspekt, sqarimi i koncepteve kryesore si ç'është suseptibiliteti i rrëshqitjeve, hazard-i, risk-u, vulnerabilitet-i, etj në mënyrë që të mos kemi konfuzion në të kuptuarit të termave të ndryshëm.
2. **Në pjesën e dytë** janë përdorur disa teknika të ndryshme për vlerësimin e suseptibilitetit dhe hazard-it. Është bërë krahasimi i rezultateve të përfuara nga të gjitha teknikat dhe është zgjedhur ajo metodë që ka dhënë rezultatin më të mirë dhe më të besueshëm.

KAPITULLI I PARË: Ky kapitull përmban në mënyrë të qartë trajtimin teorik për konceptet e Risk-ut, Hazard-it, Suseptibilitetit dhe Vulnerabilitetit të rrëshqitjeve. Gjithashtu në këtë kapitull është trajtuar edhe një shqyrtim i literaturës në lidhje me studimet e hazard-it dhe risk-ut të rrëshqitjeve që janë kryer në Shqipëri. Në pjesën e fundit të këtij kapitulli janë trajtuar objektivat e kërkimit dhe arsyet se përse është zgjedhur kjo zonë si zonë studimi.

KAPITULLI I DYTË: Në këtë kapitull është trajtuar shqyrtimi i literaturës në lidhje me rrëshqitjet, faktorët që i shkaktojnë ato, sistemet e klasifikimit të tyre, inventarët e rrëshqitjeve dhe cilët janë metodat e përgatitjes së tyre. Në metodat e

përgatitjes së inventarëve të rrëshqitjeve janë trajtuar si metodat klasike si hartografimi duke u mbështetur në hartat topografike në shkallën 1:10,000. hartografimi nga imazhet satelitore, hartografimi në terren dhe hartografimi me metoda të reja si përdorimi i Google Earth, përdorimi i imazheve LIDAR. Në secilën prej këtyre metodave është bërë trajtimi teorik i tyre dhe shembuj aplikimi marrë nga literatura. Mbas trajtimit të çështjes së përgatitjes së inventarit të rrëshqitjeve, janë trajtuar metodat e vlerësimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve dhe specifikuat metodat statistikore bivariate dhe multivariate. Në pjesën e fundit të këtij kapitulli janë përshkruar metodat e vlerësimit të Hazard-it të rrëshqitjeve. Kjo pjesë përfshin gjithashtu llogaritjen e probabilitetit të tejkalimit (*Kur do të përseritet ngjarja?*) dhe llogaritjen e magnitudës së pritshme të ngjarjeve që do të ndodhin.

KAPITULLI TRETË: Ky kapitull përmban të dhëna për zonën e studimit. Këto të dhëna përfshijnë të dhëna të përgjithshme fiziko – gjeografike (Gjeomorfologjia, klima, hidrografia), ndërtimin gjeologjik (stratigrafia, tektonika dhe neotektonika, hidrogeologjia) dhe proceset e dukuritë fiziko – gjeologjike (sizmiciteti, erozioni dhe tjetërsimi).

KAPITULLI I KATËRT: Në këtë kapitull janë trajtuar aspektet e përgatitjes së hartës së inventarit të rrëshqitjeve dhe hartave të faktoreve në zonën e studimit. Për përgatitjen e inventarit të rrëshqitjeve janë përdorur disa metoda si: rilevimi fushor i rrëshqitjeve, përdorimi i hartave topografike në shkallën 1:10,000, përdorimi i imazheve satelitore, përdorimi i Google Earth dhe përdorimi i imazheve LIDAR. Në pjesë e dytë të këtij kapitulli është trajtuar përgatitja e hartave të faktorëve që janë marrë në analizën e suseptibilitetit. Për secilin prej faktorëve jepet burimi i marrjes së të dhënave, përpunimi i tyre në GIS dhe përgatitja për tu përdorur në analizën e suseptibilitetit, gjithashtu jepen edhe të dhëna statistikore për secilën klasë të hartave të faktorëve.

KAPITULLI I PESTË: Ky kapitull fillimisht përmban një përshkrim të metodave statistikore që përdoren për vlerësimin e suseptibilitetit. Më pas është bërë analiza e suseptibilitetit të rrëshqitjeve me metodat bivariate, ku është përdorur metoda e “*Information Values*” (IV) dhe “*Weights of Evidence*” (WoE). Analiza me metodat multivariate përfshin Analizën e Regresioni Logjistik (ARL) dhe Analizën Diskriminante (AD). Për të kontrolluar saktësinë e zonimit me metodat bivariate është përdorur grafiku “*Receiver Operating Characteristic*” (ROC), ndërsa për metodat multivariate është përdorur ROC dhe statistika Cohens Kapa.

KAPITULLI I GJASHTË: Në këtë kapitull është bërë vlerësimi i hazardit të rrëshqitjeve për periudha të caktuara të përsëritjes së këtyre ngjarjeve dhe për madhësi të ndryshme të tyre. Gjithashtu është trajtuar edhe llogaritja e probabilitetit të tejkalimit, pra e periudhës së përsëritjes së ngjarjes dhe e magnitudës së tyre.

2 SHQYRTIMI I LITERATURËS

2.1 HYRJE

Një "**rrëshqitje**" është lëvizja e një mase shkëmbi, coprash ose dherash përgjatë shpatit nën ndikimin e forcës së gravitetit (Cruden & Varnes, 1996).

Rrëshqitjet mund të jenë nënajrore dhe nënujore, ato shkaktohen nga fenomene të ndryshme, duke përfshirë reshje intensive ose të zgjatura, tërmete, shkrirje të shpejtë të dëborës, aktivitet vullkanik dhe veprime të shumta njerëzore.

Rrëshqitjet (*Landslides*) mund të përfshijnë rrjedhje, rrëshqitje, rrëzime ose rënie dhe shumë rrëshqitje shfaqin një kombinim të dy ose më shumë llojeve të lëvizjeve, në të njëjtën kohë ose gjatë jetës së një rrëshqitje (Cruden & Varnes, 1996). Fjalët "**rrëshqitje**", "**lëvizje të masivëve**" dhe "**humbje e qëndrueshmërisë së shpatit**" përdoren si sinonime (Guzzetti, et al., 2012).

2.2 FAKTORËT QË SHKAKTOJNË RRËSHQITJET

Dukuria e ndodhjes së fenomenit të rrëshqitjeve lidhet drejtpërdrejtë me raportin e forcave që tentojnë ta mbajnë në ekuilibër dheun ose shkëmbin që ndërton shpatin dhe forcës së rëndesës. Kështu dukuria e rrëshqitjeve ndodh pikërisht në momentin kur prishet kjo balancë forcash në favor të forcës së rëndesës, Figura 2.1. Kjo balancë forcash mund të prishet si nga rrethana natyrore ashtu edhe nga faktorë të lidhur me veprimtarinë inxhinierike të njeriut.

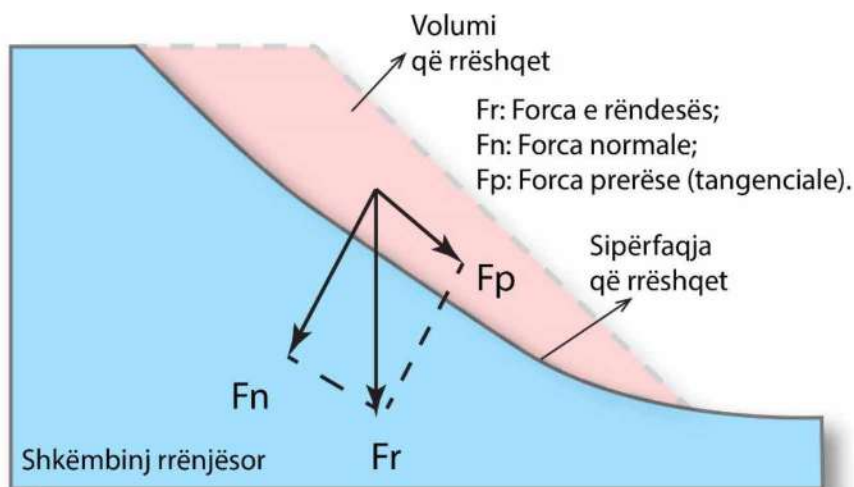


Figura 2.1 Paraqitja e forcave që veprojnë në një shpat.

Rrëshqitjet ndodhin si rezultat i veprimit të një bashkësie faktorësh, të cilët veprojnë ndoshta për një kohë të gjatë në shpat. Faktorët që favorizojnë rrëshqitjet quhen faktorë pasive, ndërsa faktorët që ndikojnë drejtpërsëdrejti në lëvizjen e tyre, quhen faktorë aktive.

Faktorët që shkaktojnë rrëshqitjet mund të ndahen në natyrore dhe antropogjene (njerëzore). Faktorët që ndikojnë në humbjen e qëndrueshmërisë së shpateve janë të shumtë dhe veprojnë në mënyra komplekse dhe shpesh delikate (Varnes, 1984). Në mënyrë të përmblodhur faktorët natyrore që ndikojnë në qëndrueshmërinë e shpatit ndahen në gjashtë grupe kryesore: 1. Faktorët gjeologjike, 2. Faktorët gjeoteknike, kimike dhe mineralogjike, 3. Faktorët morfologjike, 4. Faktorët hidrologjike, 5. Faktori i influencës së vegjetacionit, 6. Sizmiteti (Sidle & Ochiai, 2006).

2.2.1 Faktorët natyrorë

2.2.1.1 Faktorët gjeologjike

2.2.1.1.1 Karakteristikat e shkëmbit dhe tjetërsimi

Rrëshqitjet e ndodhura në të gjithë botën janë të lidhura me formacione të ndryshme gjeologjike (Sidle & Ochiai, 2006). Është shumë e qartë se ekziston një marrëdhënie midis paqëndrueshmërisë së shpatit dhe tipave të ndryshëm të materialit të shpatit (Sidle & Ochiai, 2006). Gjithsesi kjo marrëdhënie mund të jetë e fortë ose e dobët në varësi të tipit të materialit të shpatit. Tjetërsimi ndryshon kushtet mekanike, mineralogjike dhe hidrologjike të shkëmbinjve që ndërtojnë shpatin dhe kështu është një faktor i rëndësishëm i paqëndrueshmërisë së shpatit në shumë mjedise (Sidle & Ochiai, 2006).

2.2.1.1.2 Struktura e shkëmbinjve rrënjësorë

Karakteristikat strukturore të shkëmbinjve rrënjësorë mund të nxisin fillimin e rrëshqitjes në disa mënyra: (1) duke formuar sipërfaqe të dobëta që janë të prirura të rrëshqasin; (2) lehtësimin e infiltrimit të ujërave nëntokësore dhe (3) krijimin e mundësisë për tjetërsimin që përfundimisht do të destabilizojë shkëmbin mbulesor (Sidle & Ochiai, 2006).

2.2.1.1.3 Sekuencat me shtresëzim të paqëndrueshëm (shtresëzimi)

Kjo mund të ndodhë në rastin kur lëvizja e masave në planet e shtresëzimit është iniciuar nga zhvillimi i presionit të poreve në kontaktin midis dy shtresave me karakteristika të ndryshme ose nga dobësimi i vetive fiziko - mekanike të argjilave nga filtrimi i ujit nga shtresa e mbivendosur. Kështu rrëshqitjet shpesh ndodhin kur ka periudha të gjata me reshje intensive. Zakonisht ndeshen katër situata që favorizojnë paqëndrueshmërinë e shpatit (Sidle & Ochiai, 2006): (1) kombinimi i shtresave të shkëmbinjve të fortë dhe të butë, (2) vendosja e shkëmbinjve mbulesore shumë të tjetërsuar dhe të përshkueshëm mbi shkëmbinjtë rrënjësorë me përshkueshmëri relativisht të ulët; (3) mbulesa me trashësi të vogël mbi shkëmbinjtë rrënjësorë dhe (4) shkëmbinj rrënjësor të mbuluar më shkëmbinj tërësisht të tjetërsuar (Sidle & Ochiai, 2006).

2.2.1.1.4 Tektonika

Rezistenca relative e shkëmbinjve mbulesorë të tjetërsuar varet shumë nga aktiviteti i shkuar tektonik në atë zonë si dhe i kombinuar me tjetërsimin (Sidle & Ochiai, 2006). Neotektonika kontribuon në paqëndrueshmërinë e shpatit duke frakturuar, copëtuar tektonikisht duke bashkuar dhe deformuar strukturat e foliacionit (Sidle & Ochiai, 2006).

2.2.1.2 Faktorët e gjeoteknike, kimike dhe mineralogjike

2.2.1.2.1 Karakteristikat inxhinierike të dherave

Karakteristikat inxhinierike, kimike dhe mineralogjike të dherave janë të lidhura ngushtë me sjelljen dhe ekuilibrin e tyre. Rezistenca në prerje e dherave është një parametër inxhinierik shumë i rëndësishëm. Është një parametër thelbësor që ka të bëjë me qëndrueshmërinë e shpateve natyrore dhe artificialë. Vlerat e rezistencës në prerje varen nga ngarkesa në shpat e lidhur kjo me gjëndjen e lagështisë natyrore. Rezistenca në prerje shpreh marrëdhënien midis sforcimit normal në sipërfaqen rrëshqitëse (σ), kohëzisionit (c) dhe këndit të fërkimit të brëndshëm (ϕ) (Sidle & Ochiai, 2006).

2.2.1.2.2 Karakteristikat kimike dhe mineralogjike

Një parametër tjetër i rëndësishëm është edhe përmbajtja e argjilës. Mineralet argjilore janë produktet më të zakonshme të tjetërsimit kimik të dherave dhe shkëmbinjve mbulesorë. Disa studiuues janë përpjekur që të lidhin minerale të caktuar argjilore me suseptibilitetin e rrëshqitjeve dhe tipin e rrëshqitjeve p.sh Duzgoren-Aydin, et al. (2002), etj. Mbushja e çarjeve të vjetra me argjilë është gjithashtu e lidhur me rrëshqitjet dhe ndikon në qëndrueshmërinë e shpateve (Parry, et al., 2000). Përbërja mineralogjike dhe kimike e argjilave mund të na sigurojë informacion të kushteve të planeve të rrëshqitjeve (Wen, et al., 2004).

2.2.1.3 Faktorët morfologjikë

2.2.1.3.1 Pjerrësia e shpatit

Pjerrësia e shpatit është një faktor shumë i rëndësishëm dhe lidhet drejtëpërdrejtë me lindjen e rrëshqitjeve (Sidle & Ochiai, 2006). Pjerrësia e shpatit llogaritet në mënyre automatike në GIS duke përdorur DEM (Modelet Dixhitale të Lartësive) ose DTM (Modelet Dixhitale të Terrenit). Hartat më të zakonshme të pjerrësisë së shpatit janë në formatin raster, ku njësi bazë është pikseli.

2.2.1.3.2 Forma e shpatit

Në terrenet e thepisur forma e shpatit ka një ndikim të rëndësishëm në qëndrueshmërinë e tij sepse bën të mundur grumbullimin ose shpërndarjen e ujërave sipërfaqësore dhe kryesisht nëntokësore. Në përgjithësi janë tre forma të shpatit: (1) divergjent ose i mysët, (2) planar ose i drejtë dhe (3) konvergjent ose i luget (Sidle & Ochiai, 2006), si në Figurën 2.2.

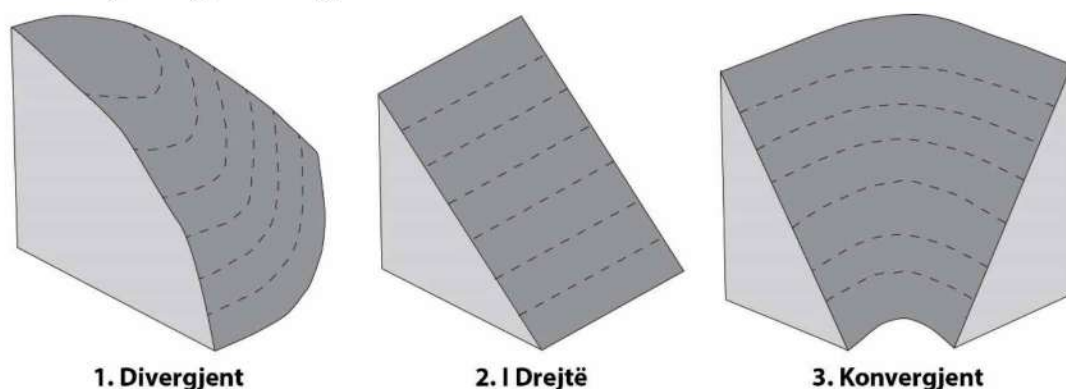


Figura 2.2 Paraqitja skematike e formave të shpatit (Sidle & Ochiai, 2006).

Në përgjithësi, forma divergjente ose konvekse është më e qëndrueshme në terrenet e thepisur e ndjekur nga forma planare e shpatit dhe ajo konvergjente ose konkave (më pak e qëndrueshme). Arsyeja kryesore është e lidhur me strukturën e shpatit që ndikon në mënyrë të konsiderueshme në grumbullimin ose shpërndarjen e ujërave sipërfaqësore ose nëntokësore.

Forma konvergjente e shpatit ka tendencë që të grumbullojë ujërat nëntokësorë në një zonë të vogël të shpatit, duke gjeneruar në këtë mënyrë një rritje të menjëhershme të presionit të ujit të poreve gjatë stuhive ose periudhave të reshjeve. Në rastin kur presionet e poreve zhvillohen në zona boshe atëherë rezistenca në prerje e dherave zvogëlohet në një vlerë kritike dhe mund të ndodhë një rrëshqitje (Sidle & Ochiai, 2006).

2.2.1.3.3 Orientimi i shpatit dhe lartësia mbi nivelin e detit

Orientimi i shpatit (*Aspect*) dhe lartësia mbi nivelin e detit (*Elevation*) nuk ushtrojnë të vetëm një kontroll mbizotërues mbi qëndrueshmërinë e shpatit, megjithëse secili prej tyre mund të bashkëveprojë me faktorë të tjerë për të rritur suseptibilitetin e rrëshqitjeve (Sidle & Ochiai, 2006).

Orientimi i shpatit ndikon fuqimisht në proceset hidrologjike përmes avullimit dhe në këtë mënyrë ndikon në proceset e tjetërsimit, në vegjetacionin dhe zhvillimin e rrënjëve, veçanërisht në mjedise të thata (Sidle & Ochiai, 2006).

Në përgjithësi, lartësia zakonisht shoqërohet me rrëshqitje për shkak të faktorëve të tjerë të tillë si pjerrësia e shpatit, litologjia, tjetërsimi, reshjet, lëvizja e truallit, trashësia e mbulesës eluvialo-deluviale dhe përdorimi i tokës. Për shembull, zonat më të larta malore shpesh janë nën ndikimin e vëllimeve më të mëdha reshjesh (në formën e shiut dhe dëborës) dhe rrjedhimisht preken më shumë nga fenomeni i humbjes së qëndrueshmërisë (Sidle & Ochiai, 2006).

2.2.1.4 Faktorët Hidrologjike

Kushtet hidrologjike luajnë një rol të rëndësishëm në inicializimin e rrëshqitjeve. Disa nga faktorët më të rëndësishëm hidrologjike përfshijnë: reshjet, karakteristikat hidrogeologjike të dherave dhe tjetërsimi i shkëmbinjve rrenjësor, infiltrimi, levizja e ujërave nëntokësorë, etj (Sidle & Ochiai, 2006).

2.2.1.4.1 Reshjet

Reshjet atmosferike janë të lidhura ngushtë me inicializimin e rrëshqitjeve në kuptimin e ndikimit që kanë në gjenerimin e presionit të ujit të poreve në shpatet e paqëndrueshëm. Studiuesit zakonisht i referohen njërit nga katër tipet e reshjeve si faktorë në inicializimin e rrëshqitjeve (Sidle & Ochiai, 2006): 1. Reshjet totale; Reshjet intensive afat - shkurtër; 3. Reshje në forme stuhish; 4. Kohëzgjatja e stuhisë. Gjithësesi, akoma nuk është përcaktuar se cili nga atributet e reshjeve ka korrelimin më të mirë me rrëshqitjet (Sidle & Ochiai, 2006).

2.2.1.4.2 Karakteristikat hidrogeologjike

Parametrat më të rëndësishëm fizike të dherave që ndikojnë në qëndrueshmërinë e shpateve janë ato që rregullojnë sasinë e levizjes së ujërave në drejtim të shpatit dhe përgjatë tij, si dhe kapacitetin ujëmbajtës. Përveç kësaj edhe parametra të tjerë si struktura, densiteti, orientimi i çarjeve në shkëmbinjtë rrenjësorë dhe produktet e tjetërsimit, janë të rëndësishëm në përcaktimin e lëvizjes së ujërave nëntokësorë (nëse uji nëntokësor do të drenojë nga dheu ose do të hyjë në dhe nga shkëmbinjtë rrenjësorë) (Sidle & Ochiai, 2006).

Në shkallën mikroskopike lëvizja e ujërave nëntokësore në dherat e shpateve varet nga koeficienti i filtrimit i dherave që ndërtojnë shpatin (K), fluksi i rrymës nëntokesore të ujit për njësi të gradientit hidraulik. Dherat argjilore dhe dherat alevrolitore kompakte me pore shumë të vogla e kanë vlerën e percjellshmërisë hidraulike më të vogël se dherat kokërrtrashë. Për më tepër, për të karakterizuar përshkueshmërinë e dherave të lagësht, por jo në kushte të ngopura me ujë, është e nevojshme për të vlerësuar vlerat e percjellshmërisë hidraulike në kushte jo të ngopura me ujë (Sidle & Ochiai, 2006).

Percjellshmëria hidraulike e shtresave të papërshkueshme të lidhura me shpate të paqëndrueshem rregullon drenimin afatgjatë dhe kështu kontrollon lagështinë e

dherave të mbivendosur shkëmbinjve rrënjësorë. Përveç sa më sipër, presioni i lartë në dherat me madhësi kokrrizash mesatare në shpate shumë të pjerrët mund ti bëjë këto shpate të paqëndrueshëm pas periudhave të gjata të reshjeve edhe pse nuk kemi zhvillim pozitiv të poreve (Sidle & Ochiai, 2006).

2.2.1.4.3 Infiltrimi

Ritmet e infiltrimit të ujit në dhera janë shumë të lidhura me karakteristikat fizike të dherave (psh poroziteti, përshkrueshmëria, shpërndarja e madhësisë së poreve, etj), mbulesën bimore, fenomenin e ngrirjes, makro – mikro relievi, etj (Sidle & Ochiai, 2006). Kapaciteti i infiltrimit i referohet fluksit maksimal ose potencial të ujit që mund të depërtojë në tokë në çdo kohë të dhënë. Është e vështirë të gjëndet një lidhje direkte midis karakteristikave të infiltrimit dhe qëndrueshmërisë së shpatit. Teorikisht zvoglimi i infiltrimit duhet të stabilizojë shpatin duke zvogluar presionin e ujit të poreve gjatë periudhës së rrebesheve (Sidle & Ochiai, 2006).

2.2.1.4.4 Lëvizja e ujërave nëntokësor

Meqenëse dinamika e ujërave nëntokësore kontrollon lëvizjen e ujërave të filtrimit përgjatë shpatit, ajo ndikon si në karakteristikat hapësinore ashtu edhe kohore të shpërndarjes së presionit të ujit të poreve (Sidle & Ochiai, 2006). Rrjedha kryesore e ujërave si në dhera ashtu edhe në shkëmbinj të rrënjësore mund të ushtrojë një kontroll të madh në zhvillimin e presionit të poreve në shpatet e thepisur dhe në këtë mënyrë të ndikojë në inicializimin e rrëshqitjeve (Sidle & Ochiai, 2006).

2.2.1.5 Faktori i bimësisë

Në shumë raste bimësia mund të japë një kontribut të rëndësishëm në qëndrueshmërinë e shpateve dhe premtion të jetë një zgjidhje ekonomike (Wu, 1984). Bimësia e shton qëndrueshmërinë e shpateve të paktën në dy mënyra kryesore:

- Duke larguar lagështinë e dherave nëpërmjet avullimit;
- Duke siguruar një kohëzision midis rrënjëve dhe dherave (Green-way, 1987), Figura 2.3.

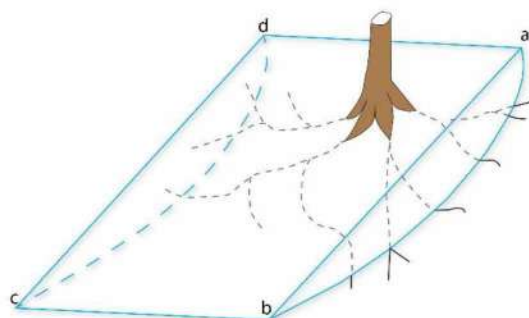


Figura 2.3 Shembull i ndikimit të rrënjëve të bimësisë në qëndrueshmërinë e një rrëshqitjeje (Wu, 1984).

Kështu, bimësia është një faktor kryesor që në mungesë të saj influencon rrëshqitjet. Disa nga efektet e dukshme të bimësisë në mekanizmat hidrologjike dhe mekanike që kanë influencë të madhe në qëndrueshmërinë e shpateve janë:

- Ndërprerja e reshjeve dhe dëborës nga kurorat e pemëve, ndihmon në rritjen e avullimit dhe reduktimin e sasisë së ujit që ka mundësi të filtrojë (Greenway, 1987).
- Sistemi i rrënjëve e nxjerr ujin e dherave nëpërmjet avullimit për shkaqe

fiziologjike, duke ulur në këtë mënyrë nivelin e lagështisë së dherave, (Dingman, 1994). Sistemi i rrënjëve dhe mbetjeve organike rrisin ashpërsinë e sipërfaqes dhe kapacitetin e infiltrimit të dherave.

- Ankorimet individuale të rrënjëve të bimëve nga dherat e shkrifët (toka vegjetale) në shkëmbinj më të qëndrueshëm, Figura 2.3.
- Rrënjët e forta lidhin planet e dobësuar përgjatë krahëve të rrëshqitjeve potenciale.
- Pesha e pemëve rrit komponenten e forcës normale që vepron në shpat.

Krahas rolit pozitiv në qëndrueshmërinë e shpatit bimësia, kryesisht ajo e lartë luan edhe rol negativ. Bimësia e lartë si pasojë e lëvizjes nga era bën shkrifërimin e formacionit rrënjësor. Gjithashtu rrënjët e bimëve duke depërtuar në thellësi të shkëmbit rrënjësor e coptojnë mekanikisht atë, duke formuar copëra me dimensione të ndryshme.

2.2.1.6 Sizmiciteti

Një nga faktorët më kryesorë në inicializimin e rrëshqitjeve është sizmiciteti. Në vija të përgjithshme rrëshqitjet e shkaktuara nga sizmiciteti dhe ato që nuk shkaktohen nga sizmiciteti nuk kanë ndonjë dallim në morfologjinë e tyre ose në proceset e brëndshme (Sidle & Ochiai, 2006).

Gjithsesi ato tentojnë të jenë më të përhapura dhe të ndodhin në mënyrë të menjëhershme. Llojet më të përhapura të rrëshqitjeve të shkaktuara nga tërmetet janë rëniet e copërave dhe rrëshqitjet e fragmenteve të shkëmbinjve që formohen në shpatet e thepisur. Gjithsesi pothuajse çdo tip tjetër i rrëshqitjeve është i mundshëm (Sidle & Ochiai, 2006).

Ekziston një lloj i rrëshqitjeve që është tipik për tërmetet, p.sh humbja e qëndrueshmërisë nga lëngëzimi, mund të shkaktojë subsidencen e truallit. Lëngëzimi ndikon në mënyrë të përkohshme duke humbur aftësinë mbajtëse të dherave pa kohëzision të cilët sillen me shumë si fluide viskoze se sa si dhera. Ky fenomen mund të ketë efekte shkatërruese gjatë ndodhjes së tërmeteve të mëdhenj (Sidle & Ochiai, 2006).

Disa nga rrëshqitjet më të mëdha dhe më shkatërruese të njohura janë lidhur me vullkanet. Këto mund të ndodhin nga shpërthimi (erupsioni) i vetë vullkanit, ose si pasojë e lëvizjes së materialit shumë të dobët që është formuar nga aktiviteti vullkanik. Në mënyrë esenciale janë dy tipa të rrëshqitjeve të shkaktuara nga vullkanet: 1. Lahars (rrjedhje balte me material të imët vullkanik); dhe 2. Ortekët e copërave (Sidle & Ochiai, 2006).

2.2.2 Faktorët antropogjenë

Rrëshqitjet mund të ndodhin në mënyrë direkte ose indirekte të lidhura me aktivitetin e njerëzve. Çdo përpjekje për të gjetur të gjitha aktivitetet njerëzore që shkaktojnë rrëshqitjet do të ishte jo e plotë. Kështu që mund të jepen vetëm disa shembuj:

1. Gërmimet gjatë ndërtimeve të autostradave dhe hekurudhave shkaktajnë rritje të pjerrësisë së shpatit duke rritur mundësinë e humbjes së qëndrueshmërisë së shpatit.
2. Mbingarkesa e shpateve nga ndërtimi i shtëpive është e zakonshme. Kjo

peshë e shtuar mund të shkaktojë mundësinë e humbjes së qëndrueshmërisë, ndryshimi i kushteve të ujërave sipërfaqësore dhe nëntokësore mund të ketë efekte dramatike në qëndrueshmërinë e shpateve.

3. Prerja e pemëve shkakton erozionin e dherave dhe dobëson mbajtjen e dherave nga rrënjët e bimëve. Gjithashtu zvogëlon avullimin dhe rrit nivelin e ujërave nëntokësore.
4. Vibrimet e shkaktuara nga aktiviteti i prodhimit të energjisë me hidrocentrale, ose për shkaqe të tjera artificiale (*aktivitetet e makinerive, shpërthimet nëntokësore*).

2.3 SISTEMET E KLASIFIKIMIT TË RRËSHQITJEVE

Sistemet e klasifikimit të rrëshqitjeve janë të shumta. Ata marrin parasysh disa nga faktorët karakteristike që i lindin dhe i zhvillojnë ato. Ekzistojnë klasifikime që marrin parasysh (Konomi, 2001):

- formën e sipërfaqes së shkëputjes,
- moshën e lindjes së tyre (të reja dhe të vjetra),
- morfologjinë e trupit shkëputës,
- marrëdhëniet e trupit me nivelin e ujërave nëntokësore (shkëputje mbi nivelin e ujërave nëntokësore dhe nën nivelin e ujërave nëntokësore),
- marrëdhëniet midis planit të shkëputjes me strukturën gjeologjike të shpatit,
- thellësinë e lindjes së tyre (sipërfaqësore, rreze shpati dhe të thella),
- vetitë fiziko mekanike të shkëmbinjve, etj.

Megjithatë duke marrë parasysh tipin e materialit që shkëputet nga shpati, shpejtësinë dhe natyrën e lëvizjes së tij rrëshqitjet ndahen në pesë grupe kryesore, (Varnes, 1978):

1. Rrëzime / Rënie – *Falls*, (Figura 2.4-D);
2. Shëmbje, (Figura 2.4-E);
3. Rrëshqitje – *Slides*, (Figura 2.4-A, B, C);
4. Lëvizjet Laterale - *Lateral Spreads*, (Figura 2.4-J);
5. Rrjedhje – *Flows*, (Figura 2.4-H).

Tabela 2.1 Klasifikimi i përmblëdhur i rrëshqitjeve, (Varnes, 1978), (Cruden & Varnes, 1996)

TIPI I LËVIZJES			TIPI I MATERJALIT		
			SHKËMBINJ RRËNJËSOR	DHERA TË SHKRIFËT	
				Kryesisht kokërr trashë	Kryesisht Kokërrimët
RRËZIME / RËNIE			Rrëzime shkëmbi	Rrëzime copërash	Rrëzime dheu
SHËMBJE			Shëmbje shkëmbi	Shëmbje copërash	Shëmbje dheu
RRËSHQITJE	RROTULLUESE	VËLLIM I VOGËL	Rrëshqitje blloqesh të vegjël shkëmbinjsh	Rrëshqitje copërash	Rrëshqitje dheu
	TRANSLATIVE (PLANARE)	VËLLIM I MADH	Rrëshqitje blloqesh shkëmbinjsh	Rrëshqitje blloqesh	Rrëshqitje dheu
LËVIZJE LATERALE			Lëvizje Laterale Shkëmbinjsh	Lëvizje Laterale copërash	Lëvizje Laterale dheu
RRJEDHJE			Rrjedhje shkëmbinjsh (Zvarritje e thellë)	Rrjedhje copërash (Zvarritje dherash)	Rrjedhje dheu
KOMPLEKSE Kombinimi i dy ose më shumë tipave kryesore të lëvizjes					

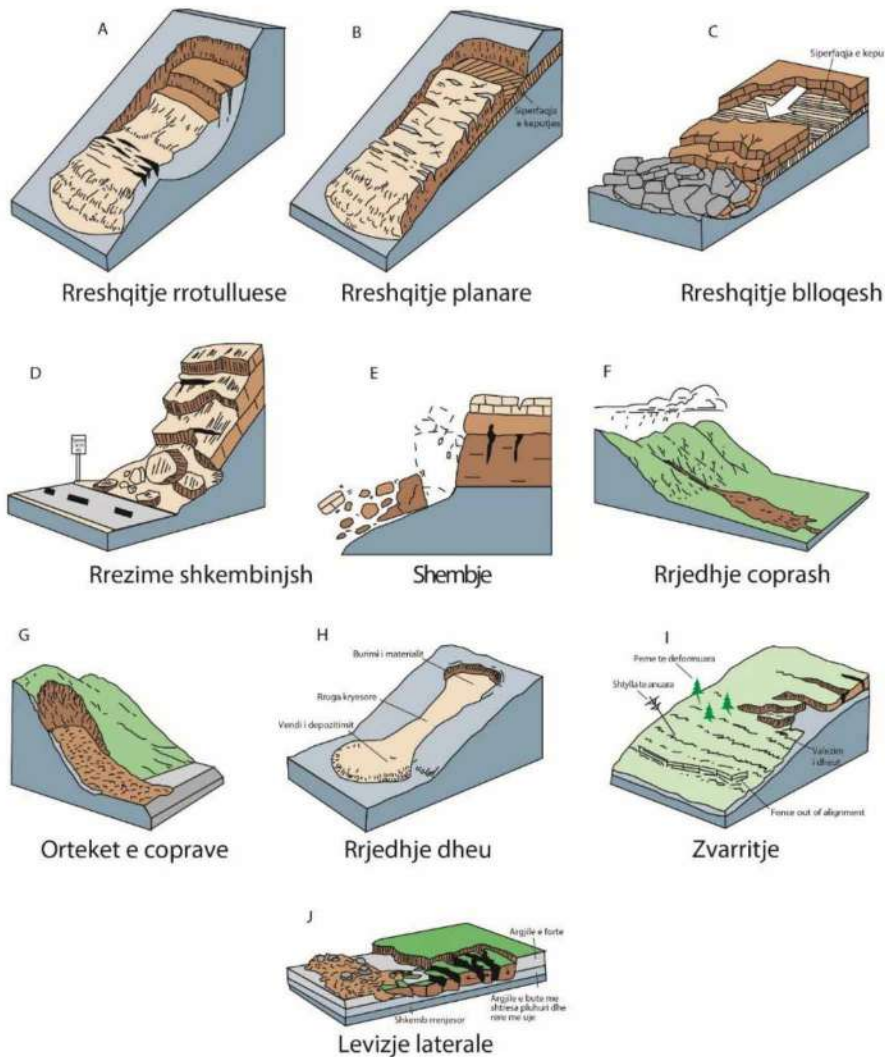


Figura 2.4 Ilustrimi grafik i tipeve kryesore të rrëshqitjeve (U.S.G.S., 2004)

2.4 PËRGATITJA E HARTËS SË INVENTARIT TË RRËSHQITJEVE

Në hartën e inventarit të rrëshqitjeve paraqitet vendndodhja dhe kur dihet, data e ndodhjes dhe llojet e lëvizjeve të masivit që kanë lënë gjurmë të dallueshme në një zonë të caktuar (McCalpin, 1984) (Guzzetti, et al., 2000), etj.

Nga shqyrtimi i literaturës vihet re që hartat e inventarit të rrëshqitjeve përgatiten me teknika të ndryshme. Këto teknika varen nga shkalla në të cilën kërkohet hartografimi, dendësia e rrëshqitjeve, koha e vënë në dispozicion, sipërfaqja e zonës së studimi, qëllimi i përdorimit të hartës së inventarit, disponueshmëria e materialeve të ndryshme si imazhe satelitore, ortofoto, imazhe SAR, LIDAR, etj.

Procesi i përgatitjes së hartës së inventarit të rrëshqitjeve kërkon specialistë të kualifikuar dhe me përvojë në këtë fushë, pasi kjo hartë është bazë për vlerësimin më tej edhe të hartës së suseptibilitetit të rrëshqitjeve dhe hazard-it. Në hartën e inventarit rrëshqitjet emërtohen kryesisht sipas sistemeve ndërkombetare të klasifikimit të tyre (Varnes, 1978) (Cruden & Varnes, 1996).

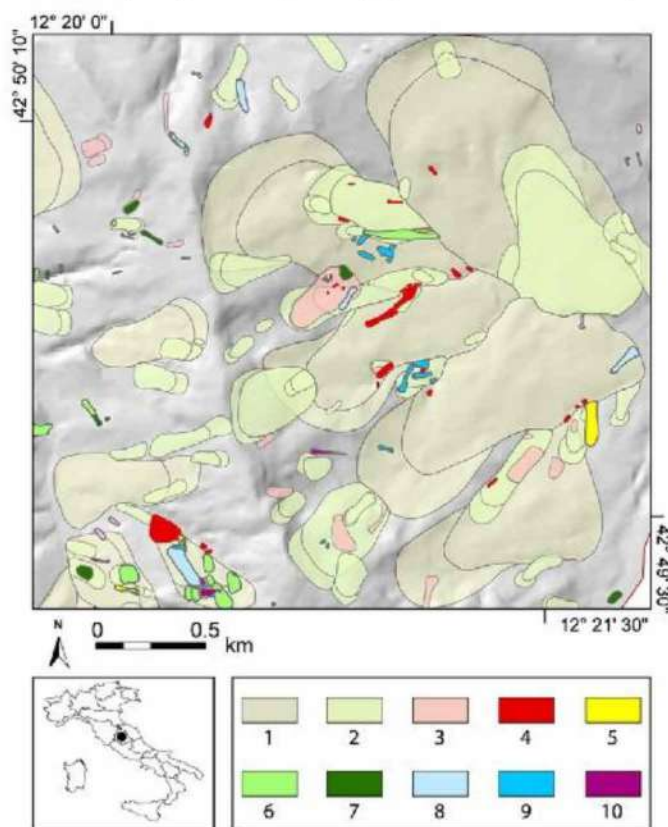


Figura 2.5 Shembull i një harte të inventarit të rrëshqitjeve për zonën Monte Castello di Vibio, Umbria, Itali (Guzzetti, et al., 2012).

Harta e paraqitur në Figurën 2.5 është një shembull i një harte inventari të rrëshqitjeve. E cila është përgatitur nga interpretimi vizual i pesë seteve të fotografive ajrore të periudhës 1941-1997 si dhe nga hartografimi fushor i kryer në vitin 2010 (Guzzetti, et al., 2012).

Kurorat janë të pasqyruara të veçara nga materiali i lëvizur. Ngjyrat tregojnë rrëshqitje të ndodhura në vite të ndryshme: (1) rrëshqitje relikte, (2) rrëshqitje shumë të vjetra, (3) rrëshqitje më të vjetra se 1941, (4) rrëshqitje aktive në 1941, (5) rrëshqitje aktive në 1954, (6) rrëshqitje në periudhen 1955-1976, (7) rrëshqitje aktive në 1977, (8) rrëshqitje aktive në 1978-1984, (9) rrëshqitje aktive në 1985, (10) rrëshqitje të hartografuara gjatë punimeve fushore në vitin 2010, (Guzzetti, et al., 2012).

2.4.1 Hartografimi i rrëshqitjeve

Për hartografimin e rrëshqitjeve përdoren teknika dhe të dhëna të ndryshme si: hartat topografike, imazhet satelitore dhe ortofoto, hartografimi fushor, LIDAR, Google Earth, SAR, OBIA, etj.

Hartografimi i rrëshqitjeve mund të kryhet duke përdorur një ose më shumë teknika, kjo është në varësi të zonës së studimit, madhësisë së saj, qëllimit të përgatitjes së inventarit të rrëshqitjeve, të dhënave të disponueshme dhe natyrisht varet edhe nga eksperiencia dhe aftësitë e hartografuesit.

Më poshtë janë trajtuar këto teknika në aspektin teorik dhe në kapitullin e zbatimit (Kapitulli 4, Seksioni 4.1) janë paraqitur rezultatet e marra duke i përdorur konkretisht ato në hartografimin e rrëshqitjeve në zonën e studimit.

2.4.1.1 Përdorimi i hartave topografike

Hartat topografike ekzistuese që janë kryer për qëllime të ndryshme janë të rëndësishme në hartografimin e rrëshqitjeve në shkallë regjionale. Hartografimi i rrëshqitjeve në hartat topografike bëhet duke gjykuar mbi anomalitë e formës së izohipseve (Ahmed & Rogers, 2016).

Izohipset që marri formë të lakuar në drejtim të kundërt me rënien e shpatit dhe afrohen tregojnë për një zonë e cila është gërryer dhe është e depozituar në pjesën e poshtme, në të cilën izohipset bëhen të lakuar dhe afrohen sipas rënies së shpatit (Ahmed & Rogers, 2016).

Gjatë procesit të identifikimit të rrëshqitjeve duhet pasur kujdes në mënyrë që forma që marri izohipset në rastin e rrëshqitjeve të mos ngatërrohet më formën që marri kur kemi prani të përrrenjve.

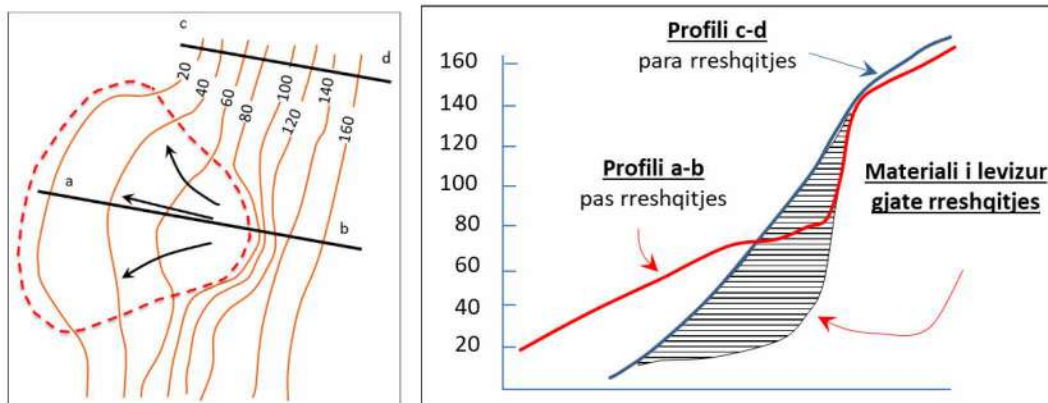


Figura 2.6 Paraqitja skematike e një rrëshqitje në një hartë topografike skematike dhe në profilet topografike para dhe pas rrëshqitjes.

Në Figurën 2.6 është paraqitur një hartë topografike skematike e një zone e cila është prekur nga një rrëshqitje dhe dy profile. Profili topografik c-d paraqet gjëndjen para ndodhjes së rrëshqitjes dhe profili topografik a-b pas ndodhjes së rrëshqitjes. Në këtë figurë shikohet shumë qartë se si paraqitet në hartë pjesa e skarpatës që përfaqëson materialin e gërryer dhe pjesa fundore ku është depozituar materiali i levizur.

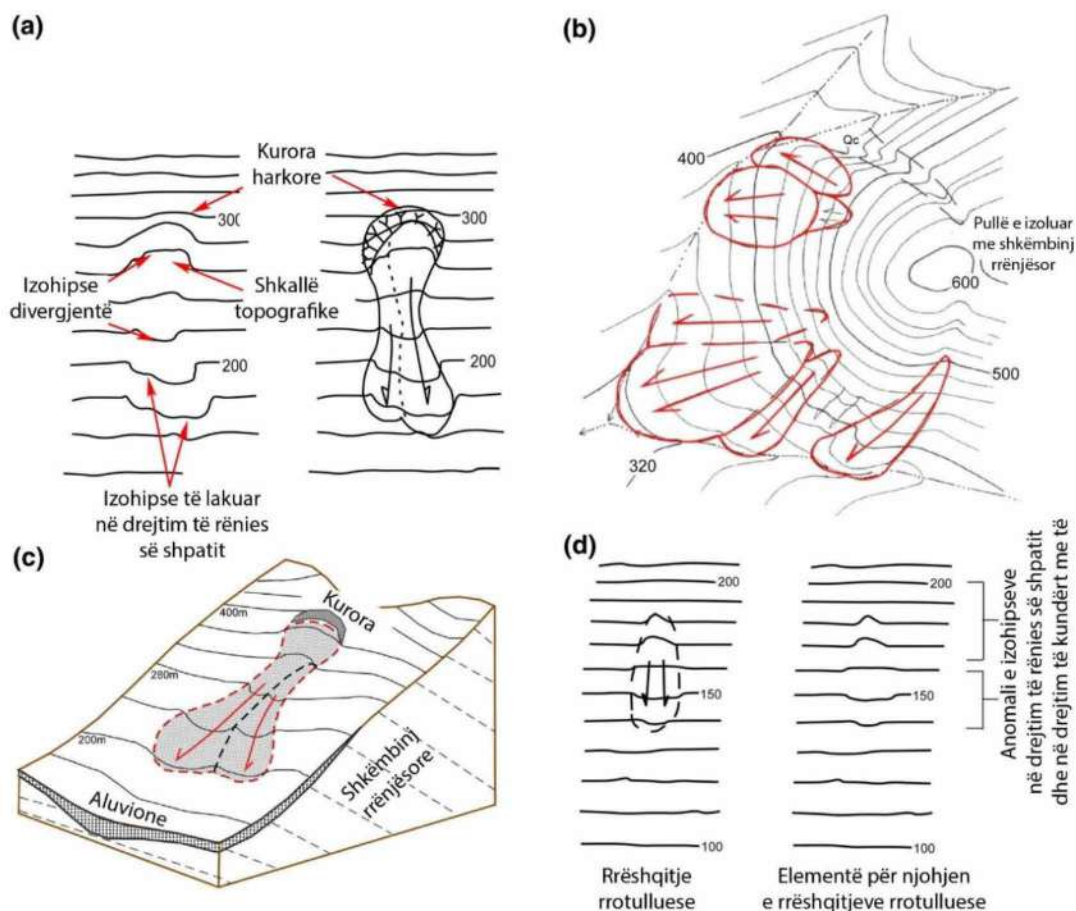


Figura 2.7 Disa shembuj të anomali topografike të cilat janë zhvilluar nga rrëshqitjet (Ahmed & Rogers, 2016).

Në Figurën 2.7 paraqiten: **a-** tiparet topografike të cilat ndihmojnë në hartografin e rrëshqitjeve, **b-** rrëshqitjet translative shpesh karakterizohen nga formimi i pullave të izoluar, **c-** paraqitet rrjedhja e dherave dhe **d-** treguesit gjeomorfikë përfaqësues të rrëshqitjeve rrotulluese sipas (Ahmed & Rogers, 2016).

2.4.1.2 Përdorimi i imazheve satelitore dhe ortofotove

Imazhet satelitore që ofrohen pa pagesë si Landsat, Sentinel 2 etj, të kombinuara edhe me DEM janë një mjet shumë i rëndësishëm në hartografin e rrëshqitjeve. Procesi i hartografit mund të kryhet në mënyrë manuale apo në mënyrë gjysëm - automatike. Ekzistojnë metoda të cilat e kanë të nevojshme që të kemi të pakten dy imazhe satelitore, një para se të ketë ndodhur rrëshqitja dhe një pas saj. Një metodë e tillë është propozuar nga (Qin, et al., 2018). Procesi i hartografit të rrëshqitjeve kalon nëpër katër hapa: **1.** Korrigjimi atmosferik i imazheve Sentinel-2, Level-1C për të përfutur Level-2A; **2.** Bandat afër infra të kuqe (NIR) dhe të kuqe të imazheve para dhe pas ngjarjes përdoren për të gjeneruar imazhe të ndryshimit (CDI); **3.** Më pas përdoret një metodë me multi-prag bazuar në CDI për të gjeneruar mostra trajnimi (Training) të rrëshqitjeve dhe jo-rrëshqitjeve; **4.** Në hapin e fundit harta e inventarit të rrëshqitjeve përftohet duke përdorur MRF (Fushën e Rastit Markov) (Qin, et al., 2018).

Krahas kësaj metode përdoren edhe metoda (psh. Analiza e Imazhit e Bazuar në Objekte, OBIA) të cilat përdorin vetëm një imazh satelitor të përfutur pas ndodhjes së ngjarjes. Këto metoda fillimisht bëjnë segmentimin e imazhit në zona homogjene dhe më pas këto segmente klasifikohen në objekte të botës reale bazuar në parametra

spektral dhe tekstural (Ouyang, 2015). Në literaturë ka shumë punime që i kanë përdorur këto metoda për hartografimin e rrëshqitjeve p.sh Stumpf & Kerle (2011), Kerle, et al., (2010) dhe Li, et al., (2015).

2.4.1.3 Hartografimi fushor

Hartogarfimi fushor kryhet nga gjeomorfologët ose gjeologët me mjete minimale. Ku përveç ekspertizës dhe eksperiences së hartografuesit më me rëndësi është GPS. GPS përdoret për të marrë koordinatat e rrëshqitjeve që hartogarfohen, në ditët e sotme saktësia e tyre është rritur shumë dhe i plotëson nevojat në këtë fushë.

Duhet theksuar se teknologjia GPS është integruar shumë mirë edhe në telefonat smart për të cilët janë krijuar aplikacione që kryejnë punën e GPS. Gjithashtu me anë të këtyre telefonave mund të bëhen edhe fotografi të gjeolokalizuar të cilat ndihmojnë në përpunimin në zyrë të matjeve fushore. Një nga këto aplikacione që përdoret gjerësisht në Android dhe IOS është *Mobile Topographer*, Figura 2.8.



Figura 2.8 Mobile Topographer², aplikacion për marrjen e koordinave në terren.

2.4.1.4 Përdorimi i LIDAR

Sipas National Ocean Service (NOA)³ LIDAR (*Light Detection and Ranging*) është një metodë e përdorur në distancë për të ekzaminuar sipërfaqen e tokës. LIDAR përdor dritën në formën e një lazer impulsiv për të matur intervalin (distancat e ndryshueshme) në tokë. Këto impulse të dritës të kombinuara me të dhëna të tjera të regjistruara nga sistemi ajror, gjenerojnë informacione precize tre - dimensionale në lidhje me formën e Tokës dhe karakteristikat e saj sipërfaqësore.

Një instrument lidar kryesisht përbëhet nga një lazer, një skaner dhe një marrës i specializuar GPS. Aeroplanët dhe helikopterët janë platformat më të përdorura për marrjen e të dhënave të lidarit në zona të gjera. Dy lloje të lidarit janë topografike dhe batimetrike. Lidar topografike zakonisht përdor një lazer afër infra të kuqe për të hartografuar tokën, ndërsa lidar batimetrike përdor dritë jeshile depërtuese në ujë për të matur edhe thellësinë e shtratit të detit dhe shtratit të lumenjve.

Sistemet Lidar lejojnë shkencëtarët dhe profesionistët hartografë të ekzaminojnë mjediset natyrore dhe ato të bëra nga njeriu me saktësi dhe fleksibilitet. Sipas Geospatial World⁴ duke u bazuar në funksionalitetin e tij sistemet LIDAR ndahen në dy grupe LIDAR matur nga ajri (Airborne) dhe LIDAR matur nga toka (Terrestrial):

- LiDAR ajror instalohet në një aeroplan, helikopter ose dron për mbledhjen e të dhënave. Sapo të aktivizohet LiDAR ajror lëshon dritë drejt sipërfaqes së

² <http://applicality.com/projects/mobile-topographer-free/>

³ <https://oceanservice.noaa.gov/facts/lidar.html>

⁴ <https://www.geospatialworld.net/blogs/what-is-lidar-technology-and-how-does-it-work/>

tokës e cila kthehet në sensor menjëherë pasi godet objektin, duke dhënë një matje të saktë të distancës së tij. LiDAR i ajrit ndahet më tej në dy lloje, LiDAR Topologjik dhe LiDAR Batimetrik.

- LiDAR tokësor instalohen në automjete në lëvizje ose trekëmbësh në sipërfaqen e tokës për mbledhjen e të dhënave. Këto janë mjaft të zakonshme për vëzhgimin e autostradave, analizimin e infrastrukturës apo edhe mbledhjen e “reve të pikave” nga brënda dhe jashtë ndërtesave. Sistemet tokësore LiDAR janë dy lloje, Mobile LiDAR dhe LiDAR Static.

Si funksionon LiDAR?

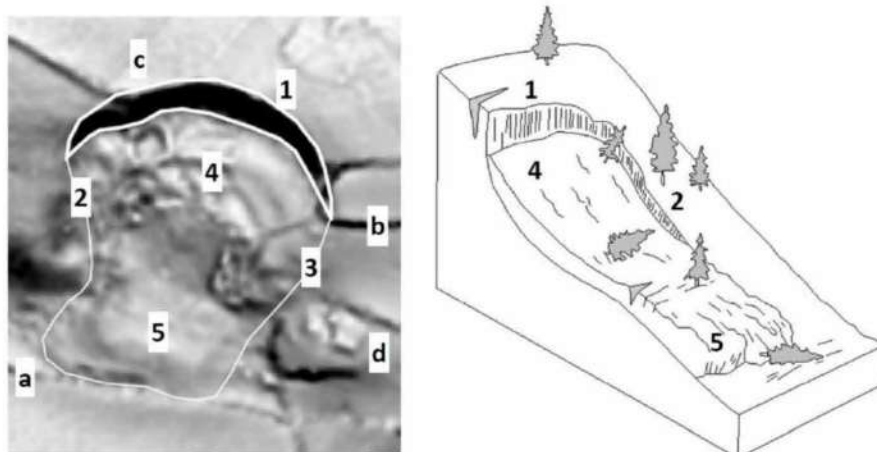
LiDAR ndjek një parim të thjeshtë duke hedhur dritë lazer në një objekt në sipërfaqen e tokës dhe llogaritet koha që duhet për t'u kthyer në burimin LiDAR. Duke pasur parasysh shpejtësinë me të cilën udhëton drita (afërsisht 300,000 km në sekondë), procesi i matjes së distancës së saktë përmes LiDAR është tepër i shpejtë. Formula që përdoret për llogaritjen e distancës është si më poshtë: $\text{Distanca e objektit} = (\text{Shpejtësia e dritës} \times \text{Koha}) / 2$.

LiDAR përdoret në disa fusha të ndryshme si në oqeanografi, krijimin e modeleve dixhitale të terrenit (DTM), Agrikulturë, Arkeologji dhe Gjeoshkenca, etj.



Figura 2.9 Përdorimi i LiDAR për hartografinë e rreshqitjeve sipas (Van Den Eeckhaut, et al., 2012)

LiDAR ka gjetur një përdorim të gjërë në identifikimin dhe hartografinë e rreshqitjeve. Ky proces kryhet nëpërmjet metodës që mbështetet në ekspertet dhe në metodën gjysëm automatike (OOA). Në vijim paraqiten disa nga punimet e konsultuara për këtë aspekt (Burns & Madin, 2009) (Van Den Eeckhaut, et al., 2012) (Van Den Eeckhaut, et al., 2013).



1. Skarpata kryesore;
2. Krahu i dallueshëm;
3. Krahu i pa dallueshëm;
4. Zona e gërryer;
5. Zona e akumuluar.
 - a. Lum;
 - b. Grumbull dheu (fushë dhe rrugë);
 - c. Parcela të mbjella;
 - d. Tipare antropogjene (ndërtesa, gurore, etj).

Figura 2.10 Paraqitja e një rrëshqitje tipike të mbuluar në një zonë kodrinore në Belgjikë. Karakteristikat e rrëshqitjes (1-5) janë përcaktuar sipas Cruden & Varnes (1996) pjesa tjetër sipas Van Den Eeckhaut, et al., (2012).

Konceptimi i një rrëshqitje tipike dherash, në një mjedis kodrinor me mbulesë në Belgjikë. Karakteristikat e rrëshqitjes së dheut (1 - 5) përcaktohen sipas Cruden & Varnes (1996). Në Figurën 2.11 tregohen rezultatet e hartografimit të rrëshqitjeve me metodën manuale (interpretimi i ekspertëve) dhe në metodën gjysëm - automatike sipas Van Den Eeckhaut, et al., (2012).

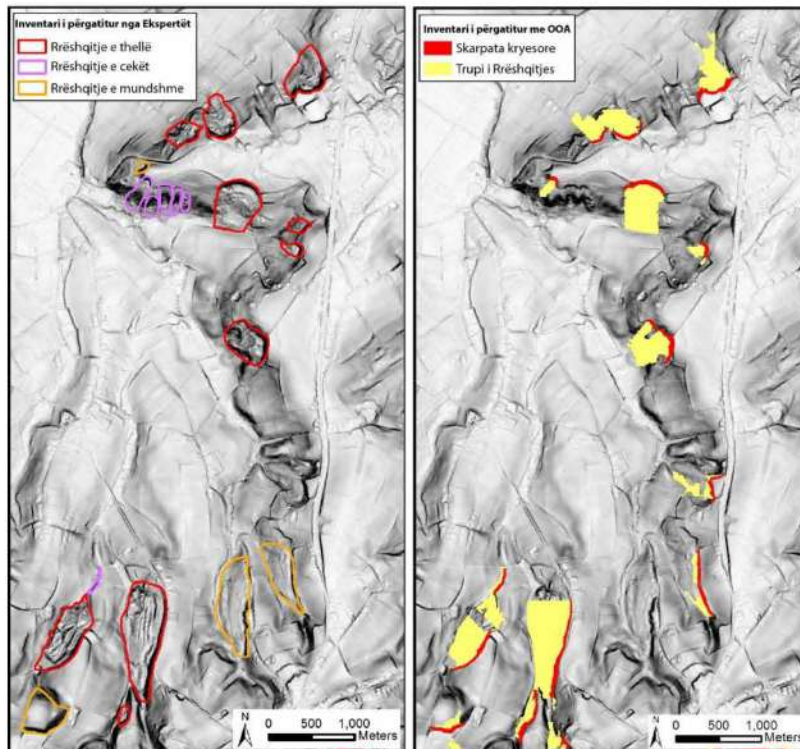


Figura 2.11 Hartografimi i rrëshqitjeve në zonën Flemish Ardennes, Belgjikë në mënyrë manuale (Majtas) dhe gjysëm - automatike (Djathtas) duke përdorur metodën OOA sipas (Van Den Eeckhaut, et al., 2012).

2.4.1.5 Përdorimi i Google Earth (GE)

Google Earth (GE) është një mjet shumë i rëndësishëm në hartografimin e rrëshqitjeve. Që nga viti 2005 ai siguron imazhe me cilësi të mirë duke mbuluar të gjithë globin. Në disa zona të globit këto imazhe ekzistojnë për periudha të ndryshme kohore, ndërsa në disa zona janë më të pakëta. Në GE gjeomorfologët dhe gjeologët kanë mundësi që të hartografojnë rrëshqitjet duke përdorur këto imazhe të mbivendosura në një model lartësie DEM e cila e bën më të lehtë punën. Në literaturë ka disa punime që kanë përdorur GE si mjet për përgatitjen e hartave të inventarit të

rrëshqitjeve si Sato & Harp (2009) dhe Guzzetti, et al., (2012), etj.

Më poshtë paraqitet një shembull në Ibë, Tiranë. Kjo rrëshqitje ka ndodhur si rezultat i ndërtimit të rrugës Tiranë - Elbasan. Punimet për ndërtimin e rrugës kanë filluar në vitin 2011 dhe menjëherë mbas fillimit të punimeve ka filluar lëvizja e materialit të shpatit i cili vërehet shumë qartë edhe në imazhet e figurës së mëposhtme të marra nga GE, Figura 2.12. Edhe mbas lehtësimit të trupit të rrëshqitjes dhe ndërtimit të mureve mbajtës rrëshqitja ende nuk është e stabiluar plotësisht Figura 2.12. Gjatë procesit të hartografimit të rrëshqitjeve duke përdorur GE duhet të kihet parasysh si më poshtë sipas Mihir & Malamud (2014): **1.** Rrëshqitjet që kanë pak kohë që kanë ndodhur kanë mungesë të bimësisë, me kalimin e kohës bimësia sa vjen e shtohet dhe njerëzit mund ta punojnë pjesën e dheut që ka rrëshqitur dhe në këtë mënyrë mund të humbas kufiri i rrëshqitjes; **2.** Rrëshqitjet mund të riaktivizohen dhe lëvizin me kalimin e kohës, etj.



Figura 2.12 Imazhe nga Google Earth për periudha të ndryshme kohore që tregojnë rrëshqitjen e Ibës.

2.5 ZONIMI I SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE “KU?”

2.5.1 Të përgjithshme

Akoma edhe sot ekziston një konfuzion në fushën e vlerësimit suseptibilitetit apo hazard-it të rrëshqitjeve midis termave “hazard” dhe “suseptibilitet”.

Megjithëse ato paraqesin dy aspekte të ndryshme ato përdoren si sinonime të njëri-tjetrit. Sipas (Brabb, 1984) **suseptibiliteti i rrëshqitjeve është mundësia e ndodhjes së një rrëshqitje në një zonë të caktuar në bazë të kushteve lokale të terrenit.**

E thënë ndryshe suseptibiliteti është përcaktimi i zonave që janë më të mundshme të preken në të ardhmen nga fenomeni i rrëshqitjeve, pra i përgjigjet njëres prej pyetjeve të “hazardit” Ku?. Natyrisht që suseptibiliteti në vlerësimin e tij nuk merr parasysh as kohën e ndodhjes së këtyre ngjarjeve dhe aq më tepër as magnitudën e tyre, pra sipërfaqen apo vëllimin.

Në terma matematikorë suseptibiliteti i rrëshqitjeve shpreh probabilitetin e ndodhjes së tyre në një zonë të caktuar. Kjo analizë kryhet duke përgatitur fillimisht hartën e inventarit të rrëshqitjeve që kanë ndodhur në zonën e studimit, më pas përgatiten hartat e faktorëve që kanë ndikuar në humbjen e qendrueshmërisë së shpatit.

Hapi tjetër është analiza e mbivendosjes (Overlay) së hartës së inventarit me hartën e një faktori të caktuar (Metodat Bivariate), ky proces përsëritet për çdo faktor. Ndërsa metodat Multivariate i mbivendosim në të njëjtën kohë të gjitha hartat e faktorëve me hartën e inventarit të rrëshqitjeve. Hapi i fundit është llogaritja e suseptibilitetit të rrëshqitjeve duke përdorur teknika të ndryshme nga ato më të thjeshtat deri tek ato më të avancuarat.

Vlerësimi i suseptibilitetit të rrëshqitjeve është shumë më i lehtë për tu kryer në krahasim me vlerësimin e hazard-it, jo vetëm për faktin se ai është një komponent i hazardit por edhe për mënyrën e vlerësimit. Në këtë kapitull trajtohen të gjitha aspektet e vlerësimit të suseptibilitetit, teknikat që përdoren, avantazhet dhe disavantazhet e tyre. Në kapitullin e zbatimit janë aplikuar disa prej këtyre teknikave në zonën e studimit dhe është bërë krahasimi i rezultateve të marra.

Pjesa më e madhe e autorëve apo e agjencive që merrem me çështjet e suseptibilitetit përdorin teknika të propozuara nga autorët e mëparshëm. Vetëm një pjesë e vogël e tyre kanë propozuar teknika të reja. Pjesa më e madhe e punimeve që janë publikuar paraqesin rezultatet e suseptibilitetit të rrëshqitjeve apo hazardit për zona të kufizuara (Guzzetti, 2005).

2.5.2 Metodatat e vlerësimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve

Sot përdoren metoda të ndryshme për vlerësimin e suseptibilitetit të rrëshqitjeve, të cilat janë shumë efikase. Megjithatë nuk ekziston një procedurë e dakortësuar nga autorët për mënyrën e krijimit të hartave të suseptibilitetit. Sipas Guzzetti (2005) metodat e vlerësimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve ndahen në:

- Metoda Cilësore ose Sasiore;
- Metoda Direkte ose Indirekte.

Në mënyrë të përmbledhur të gjitha metodat ndahen në pesë grupe kryesore: Hartografimi gjeomorfologjik, Heuristike, Analiza e inventarëve, Metodatat statistikore dhe Metodatat bazuar në proceset sipas Guzzetti (2005) Tabela 2.2:

Tabela 2.2 Klasifikimi i metodave të vlerësimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve (Guzzetti, 2005).

Nr.	METODA	DIREKTE	INDIREKTE	CILËSORE	SASIORE
1	Hartografimi geomorfologjik	✓		✓	
2	Heuristike (Bazuar në indekse)		✓	✓	
3	Analiza e Inventarëve		✓		✓
4	Metodat Statistikore		✓		✓
5	Bazuar në Proceset (Konceptuale)		✓		✓

2.5.2.1 Metodat Statistikore

Metodat statistikore përdoren për të përshkruar marrëdhënien funksionale midis faktorëve të paqëndrueshmërisë dhe shpërndarjes së rrëshqitjeve në të shkuarën dhe në të tashmen (Carrara, 1983). Këto metoda janë indirekte dhe japin rezultate sasiore të cilat janë shumë të përshtatshme për vlerësimin sasior të hazard-it. Metodat statistikore më të përdorshme ndahen në dy grupe kryesore: Metodat Bivariate dhe Metodat Multivariate.

2.5.2.1.1 Metodat Bivariate

Të gjitha metodat bivariate në thelb kanë përcaktimin e densitetit të ndodhjes së rrëshqitjeve në çdo klasë të secilës hartë faktori dhe përcaktimin e peshave bazuar në shpërndarjen e klasave dhe në densitetin e rrëshqitjeve. Hartat e peshave kombinohen sëbashku për të na dhënë hartën e suseptibilitetit. Në Figurën 2.13 paraqitet bllokskema e vlerësimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve me një nga metodat bivariate, *Peshat e Evidentuara (Weights of evidence, WoE)* sipas Castellanos et al., (2008).

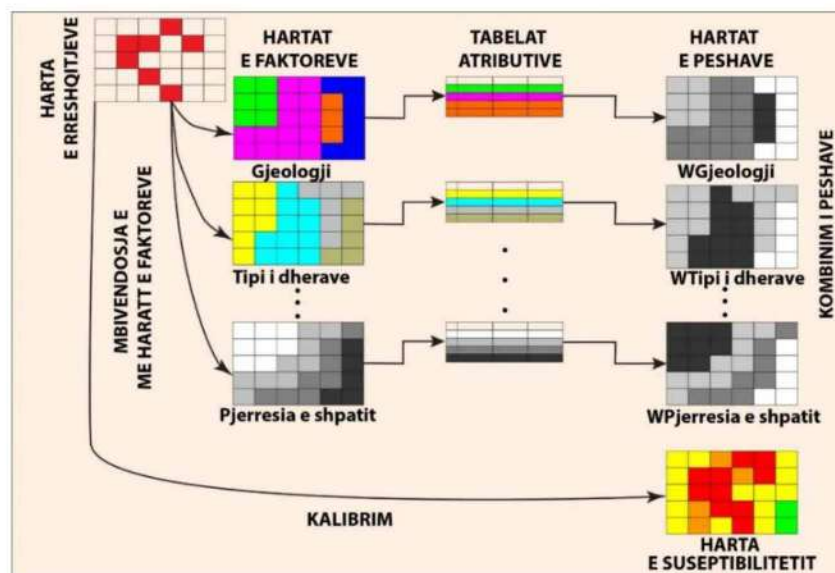


Figura 2.13 Paraqitja grafike e metodës WoE të implementuar në GIS (Castellanos, et al., 2008)

Para se të aplikohën këto metoda është e nevojshme që hartat e faktorëve të vazhdueshëm të kthehen në diskrete, në mënyrë që të kemi mundësi të bëjmë llogaritjen e peshave për çdo klasë. Pjesa më e madhe e autorëve përdorin eksperiencën e tyre për këtë konvertim, nuk ka një unifikim dhe si rrjedhojë ky proces mbetet i paqartë (van Westen, 1993). Nga shqyrtimi i literaturës metodat më të përdorshme bivariate janë: **1. Information Values (IV)** dhe **2. Weights of Evidence (WoE)**.

2.5.2.1.2 Metodatat Multivariate

Metodat multivariate janë nga metodatat më të sofistikuara në fushën e vlerësimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve. Në këto metoda humbja e qëndrueshmërisë së shpatit konsiderohet rezultat i disa faktorëve të ndërlidhur me ngjarjen, të cilët variojnë në kohë dhe në hapsirë. Këto teknika janë shumë sensitive ndaj tipit të faktorëve të zgjedhur për analizë dhe cilësisë së tyre. Llogaritja e peshave të secilit prej faktorëve të marrë në analizë kryhet duke përdorur procedurat statistikore si: *Analiza Diskriminante (AD)*, *Analiza e Regresionit Logjistik (ARL)*. Forma e përgjithshme e modelit linear që përdoret është si në vijim sipas (Guzzetti, 2005):

$$L = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + \dots + B_mX_m + \varepsilon \quad 2-1$$

Ku:

L – Prania / Mungesa e rrëshqitjeve për çdo njësi terreni;

X_i – Variablat parashikues (faktorët e humbjes së qëndrueshmërisë), të dhënë për çdo njësi terreni;

B_i – Koeficientë të cilët llogariten nga të dhënat duke përdorur metodatat statistikore (psh. analiza diskriminante, regresioni i shumfishtë, etj);

ε – Përfaqëson gabimin e modelit.

1. Analiza Diskriminante (AD)

Analiza Diskriminante është propozuar nga Fisher (1936). Është një teknikë Multivariate me shumë variabla (Ndryshore) e cila ka për qëllim të vlerësojë marrëdhënien ndërmjet ndryshoreve (ve) së varur kategorike dhe ndryshoreve të pavarura metrike. Në rastin e suseptibilitetit të rrëshqitjeve ndryshoreja e varur është prania ose mungesa e rrëshqitjeve dhe ndryshoret e pavarura janë të gjithë faktorët (*Gjeologjia, pjerrësia e shpatit, orientimi i shpatit, hidrografia, reshjet atmosferike, etj*), quhen ndryshe edhe si faktor parashikues (Guzzetti, 2005).

$$Z = \beta_1v_1(r) + \beta_2v_2(r) + \dots + \beta_mv_m(r) \quad 2-2$$

Analiza Diskriminante (AD) për të shmangur klasifikim në mënyrë të pasaktë, përdor disa supozime:

1. Ndryshoret duhet të ndjekin shpërndarjen e shumëfishtë normale;
2. Matricat e kovariancave duhet të jenë të barabarta për të gjithë grupet;
3. Duhet të mos ekzistojë problemi i lidhjeve të shumëfishta lineare ndërmjet ndryshoreve të pa varuara.

Për të kryer AD grupi i të dhënave duhet të jetë minimumi 100 dhe ku për çdo ndryshore duhet të kemi minimumi 20 të dhëna.

2. Analiza e Regresionit Logjistik (ARL)

Analiza e Regresionit Logjistik (ARL) është një nga metodatat më të përdorura në fushën e vlerësimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve e propozuar nga (Cox, 1958). Për vlerësimin e suseptibilitetit të rrëshqitjeve kemi të bëjmë me dy tipe ndryshoresh:

1. Ndryshore të varuara (Prania e rrëshqitjeve dhe shpat i paqëndrueshëm (**1**), Mungesa e rrëshqitjeve dhe shpat i qëndrueshëm (**0**));
2. Ndryshore të pavarura (Janë të gjithë faktorët që merren në analizë).

Analiza e Regresionit Logjistik (ARL) në fushën e vlerësimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve parashikon ndodhjen e rrëshqitjeve duke përshtatur të dhënat (Klasat e faktorëve me praninë ose mungesën e rrëshqitjeve) në një funksion logjik të paraqitur si më poshtë 2-3:

$$Y = \beta_0 + \beta_1(\text{Gjeologjia}) + \beta_2(\text{Pjerrësia e shpatit}) \cdots \beta_n(\cdots)$$

Ku:

Y – Funksioni logjik

2-3

$\beta_0, \beta_1 \dots \beta_n$ – Koeficientet e panjohur

Meqenëse probabiliteti është gjithmonë pozitiv, funksioni i mësipërm duhet të shprehet në trajtë eksponenciale.

$$\begin{aligned} p &= \exp(\beta_0 + \beta_1(\text{Gjeologjia}) + \beta_2(\text{Pjerrësia e shpatit}) \cdots \beta_n) \\ &= e^{\beta_0 + \beta_1(\text{Gjeologjia}) + \beta_2(\text{Pjerrësia e shpatit}) \cdots \beta_n} \end{aligned} \quad 2-4$$

Për ta bërë probabilitetin më të vogël se 1 atëherë p duhet pjesëuar me një numër më të madh se p .

$$p = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1(\text{Gjeologjia}) + \beta_2(\text{Pjerrësia e shpatit}) \cdots \beta_n)}{\exp(\beta_0 + \beta_1(\text{Gjeologjia}) + \beta_2(\text{Pjerrësia e shpatit}) \cdots \beta_n) + 1}$$

$$p = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1(\text{Gjeologjia}) + \beta_2(\text{Pjerrësia e shpatit}) \cdots \beta_n}}{e^{\beta_0 + \beta_1(\text{Gjeologjia}) + \beta_2(\text{Pjerrësia e shpatit}) \cdots \beta_n} + 1} \quad 2-5$$

Si përfundim marrëdhënia midis ndodhjes së rrëshqitjeve në një njësi hartografuese dhe varësisë së tyre me faktorët e marrë në analizë (variablat e pavarur) shprehet si më poshtë, 2-6:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-Y}} \quad 0 \leq p \leq 1 \quad 2-6$$

Ku p shpreh probabilitetin, që një njësi hartografuese të preket nga rrëshqitjet ose të jetë e paqëndrueshme. Probabiliteti p varion nga 0 në 1 dhe paraqitet në një grafik të formës “S” (Funksioni Logjistik ose Funksioni Sigmoidal Figura 2.14).

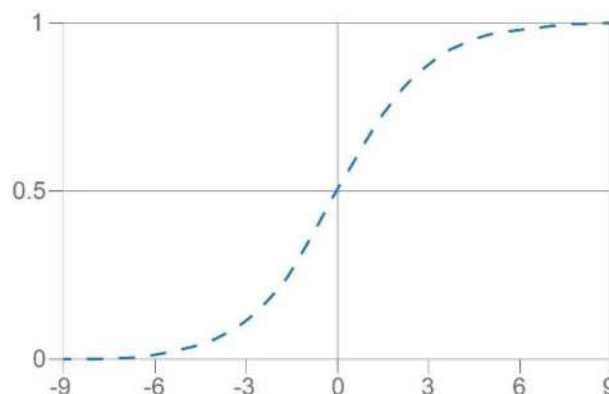


Figura 2.14 Paraqitja grafike e funksionit sigmoidal

2.6 VLERËSIMI I HAZARD-IT TË RRËSHQITJEVE

2.6.1 Hyrje

Hazard-i është mundësia që një risk të materializohet. Hazard-i natyror është një hazard i shkaktuar nga një ngjarje apo proces natyror potencialisht i dëmshëm siç janë: tërmetet, përmbytjet, shpërthimet vullkanike, ortekët e dëborës, stuhitë, uljet e tokës dhe rrëshqitjet.

Hazard-i i rrëshqitjeve i referohet potencialit për ndodhjen e humbjes së qëndrueshmërisë së shpatit në një zonë dhe një periudhë kohë të caktuar. Për të përkufizuar hazard-in duhet të marrim në konsideratë magnituden, madhësinë, ose përmasat e humbjes së pritshme të qëndrueshmërisë së shpatit. Gjithashtu duhet të përcaktohen në mënyre sasiore në termat deterministike ose probabilitare, sepse “magnituda” e ngjarjes është e lidhur me fuqinë e saj shkatërruese. Hazard-i i rrëshqitjeve paraqitet në harta të shkallëve të ndryshe ku e ndan territorin në nivele të ndryshme (Harta e zonimit të Hazard-it të rrëshqitjeve) (Guzzetti, 2005).

Hazardi përcaktohet si probabiliteti që një gjendje relativisht e qëndrueshme e shpatit mund të ndryshojë në mënyrë të menjëhershme (Scheidegger, 1994) ose si probabiliteti i ndodhjes së një fenomeni potencialisht të dëmshëm në një zonë dhe në një periudhë kohë të caktuar (Varnes, 1984).

Hazard-i i rrëshqitjeve gjithashtu është përcaktuar si llogaritja e probabilitetit të ndodhjes së një rrëshqitje specifike ku kjo e fundit mund të jetë një kërcënim ndaj një elementi të rrezikuar, duke mos marrë në konsideratë efektet e pasojave potenciale (Vandine, et al., 2004).

Përkufizimi i dhënë nga Varnes (1984) është përkufizimi më i pranuar gjerësisht për hazard-et natyrore dhe për hartat që paraqesin shpërndarjen e tyre në një rajon. Përkufizimi përfshin pak a shumë në mënyrë të qartë konceptet e magnitudës, pozicionit gjeografik dhe kohën e përsëritjes. Magnituda lidhet me madhësinë e fenomeneve nga e cila varet shumë edhe fuqia shkatërruese e tyre. Koncepti i dytë, pozicioni gjeografik ka të bëjë me identifikimin e vendit ku pritët që të ndodhi ky fenomen dhe koncepti i tretë ka të bëjë me kohën e përsëritjes së tij në të ardhmen.

Koha e përsëritjes përcaktohet duke pasur të dhëna të plota në inventarët e rrëshqitjeve që kanë ndodhur në periudha të ndryshme kohore.

Modelet sasiore të vlerësimit të Hazard-it të rrëshqitjeve përdorin parimin “*E shkuara është çelësi për të njohur të ardhmen*”, që do të thotë se me këto metoda Hazard-i i rrëshqitjeve në një zonë të caktuar vlerësohet duke parashikuar humbjen e qëndrueshmërisë së shpatit në të njëjtat kushte që ka ndodhur më parë (Guzzetti, 2005).

Varnes (1984) propozoi që përkufizimi i dhënë nga UNDRO (1991) për të gjithë Hazard-et natyrore duhet të aplikohet edhe në vlerësimin e rrëshqitjeve. Sipas Varnes (1984) Hazard-i i rrëshqitjeve është “*probabiliteti i ndodhjes në një periudhë të caktuar kohë, në një zonë të caktuar të një fenomeni potencialisht të dëmshëm*”.

Guzzetti, et al. (1999) e ndryshuan përkufizimin e Varnes (1984) duke përfshirë në të edhe madhësinë e ngjarjes. Hazard-i i rrëshqitjeve sipas Guzzetti, et al. (1999) është “*probabiliteti i ndodhjes në një periudhë të caktuar kohë, në një zonë të caktuar të një rrëshqitje me një madhësie të caktuar*”.

Për parashikimin e Hazard-it të rrëshqitjeve zona dhe periudha, janë të thjeshta

për tu vendosur (megjithëse është vështirë të njihen). Përkufizimi i magnitudës është më i vështirë sepse në krahasim me Hazard-et e tjerë natyrorë (p.sh tërmetet, shpërthimet vullkanike, etj) nuk përdoret një njësi e unifikuar (Guzzetti, 2005). Sipas Guzzetti (2005) matja e energjisë së çliruar për rrëshqitjet gjatë humbjes së qëndrueshmërisë së shpatit është e vështirë të përlogarit. Por ka disa punime që propozojnë se si mund të vlerësohet magnituda. Më poshtë paraqiten punimet më kryesore:

- Malamud, et al. (2004) futën një shkallë të klasifikimit të magnitudës së rrëshqitjeve duke u bazuar në numrin e rrëshqitjeve të shkaktuara nga ngjarjet meteorologjike dhe sizmike.
- Hungr (1997) ka propozuar që shkalla e shkatërrimit të përdoret si shkallë e vlerësimit të magnitudës së rrëshqitjeve.
- Raetzo, et al. (2002) futi një shkallë për vlerësimin e magnitudës së dëmeve.

Përkufizimi i Hazard-it në fenomenin e rrëshqitjeve përfshin konceptet e vendndodhjes, kohës dhe magnitudës. Në mënyrë më të qartë Hazard-i parashikon se “**ku, kur, sa e madhe**” do të jetë rrëshqitja. Në terma matematikorë jepet si më poshtë (Guzzetti, 2005):

$$H_L = P \left[\begin{array}{l} A_L \geq a_L \text{ në një interval kohe } t, \text{ duke pasur parasysh} \\ \{ \text{morfologjinë, litologjinë, strukturën, përdorimin e tokës...} \} \end{array} \right] \quad 2-7$$

Ku: A_L është sipërfaqja e rrëshqitjes, e matur p.sh., në m^2 .

Për një sipërfaqe të dhënë ekuacioni 2-7 shpreh Hazard-in e rrëshqitjeve si probabilitetin e kushtëzuar të madhësisë $P(A_L)$ së ndodhjes së rrëshqitjes në një periudhë kohë të caktuar $P(N_L)$ dhe ndodhjes hapsinore S . Duke marr në konsiderat karakteristikat e dhëna lokale mjedisore. Supozuar në pavarësinë e tre probabiliteteve Hazard-i i rrëshqitjeve shprehet si më poshtë (Guzzetti, 2005):

$$H_L = P(A_L) \times P(N_L) \times S \quad 2-8$$

- **Probabiliteti i madhësisë** së rrëshqitjeve llogaritet nga analiza e shpërndarjes frekuence - sipërfaqe e rrëshqitjeve të njohura.
- **Probabiliteti i ndodhjes së rrëshqitjeve në një periudhë të caktuar kohë** mund të llogaritet nga analiza e inventarit të rrëshqitjeve dhe të përcaktohet në mënyrë sasiore duke përdorur modelin e shpërndarjes së Puasonit ose Binomial.
- Ndodhja hapsinore ose suseptibiliteti i ndodhjes së rrëshqitjeve mund të vlerësohet duke përdorur disa metoda dhe teknika.

Për vlerësimin probabilitar të Hazard-it të rrëshqitjeve suseptibiliteti duhet të llogaritet me metoda indirekte sasiore që sigurojnë llogaritje numerike (probabilitare) të ndodhjes së rrëshqitjeve (Guzzetti, 2005).

2.6.2 Llogaritja e probabilitetit të tejkalimit “Kur?”

2.6.2.1 Modelet probabilitare për rrëshqitjet

Probabiliteti i tejkalimit apo koha e përsëritjes gjendet duke analizuar inventarët e rrëshqitjeve për periudha të ndryshme kohore. Për të sqaruar këtë komponent të

vlerësimin të Hazard-it të rrëshqitjeve ky disertacion është mbështetur në punimin e Crovelli (2000).

Crovelli (2000) ka marrë në konsideratë llogaritjen e probabilitetit të ndodhjes së një rrëshqitjeje në një zonë të caktuar përgjatë një intervali kohë të caktuar. Formula me anë të së cilës llogaritet probabiliteti i ndodhjes së një ose më shumë rrëshqitje në një periudhë të caktuar kohë shprehet si më poshtë :

$$P\{N(t) \geq 1\} \quad 2-9$$

Ku: N(t): Numri i rrëshqitjeve që kanë ndodhur në një zonë të caktuar në një periudhë të caktuar kohë (t).

Crovelli (2000) ka shqyrtuar dy modele për të gjetur një formulë për llogaritjen e probabilitetit të tejkalimit: Modelin e Puasonit dhe Modelin Binomial. Nga punimi i tij ka rezultuar që modeli i Puasonit është më i mirë, duke e zbatuar atë në formulën e mesipërme 2-9 përftojme si më poshtë:

$$P\{N(t) \geq 1\} = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\mu}\right)} \quad 2-10$$

Ku:

μ – Periudha e rikthimit;

t – Periudha e kohës për të cilën do të llogaritet probabiliteti i tejkalimit.

$$\mu = \frac{1}{\lambda} \quad \lambda = \frac{n}{t}$$

Ku:

n – Numri i rrëshqitjeve të ndodhura;

t – Periudha e kohës që kërkohet të

llogaritet probabiliteti i tejkalimit.

2-11

2.6.3 Analiza statistikore e magnitudës së rrëshqitjeve “Sa e madhe?”

2.6.3.1 Të përgjithshme

Me magnitudë të rrëshqitjeve do të kuptojmë sipërfaqen e tyre ose vëllimin e materialit të përfshirë në rrëshqitje. Shpërndarja frekuencë - magnitudë është një informacion shumë i rëndësishëm për të përcaktuar sa më drejtë Hazard-in e rrëshqitjeve (Guzzetti, 2005).

2.6.3.2 Metodat

Vlen të theksohet se punimet në këtë drejtim janë të pakta, që do të thotë se vetëm disa autorë janë marrë me këtë çështje.

2.6.3.2.1 Analiza statistikore e magnitudës së rrëshqitjeve

Për të kryer analizën statistikore të magnitudës së rrëshqitjeve, e cila shërben për të përcaktuar madhësinë e pritshme të rrëshqitjeve në punimin e tij Malamud, et al. (2004) mori në shqyrtim tre inventarë rrëshqitjesh (Figura 2.15) të përgatitura më herët nga Harp & Jibson (1995) Cardinali, et al. (2000) dhe Bucknam, et al. (2001). Ai bëri një përpunim statistikorë të karakteristikave të rrëshqitjeve dhe arriti të shprehte shpërndarjen probabilitare inverse - gama me tre parametra si më poshtë 2-12:

$$p(A_L; \rho, a, s) = \frac{1}{a\Gamma(\rho)} \left[\frac{a}{A_L - s} \right]^{\rho+1} \exp \left[-\frac{a}{A_L - s} \right] \quad 2-12$$

Parametrat e ekuacionit 2-12 të propozuar nga Malamud, et al. (2004) janë si në vijim: $\rho=1.40$, $a=1.28 \times 10^{-3} \text{ Km}^2$, $s=-1.32 \times 10^{-4} \text{ Km}^2$

Për rrëshqitjet që kanë sipërfaqe të madhe (A_L), shpërndarja inverse – gama e dhënë në ekuacionin e mësipërm (2-12) mund të shkruhet si më poshtë:

$$p(A_L) = \frac{1}{a\Gamma(\rho)} \left[\frac{a}{A_L} \right]^{\rho+1} \quad 2-13$$

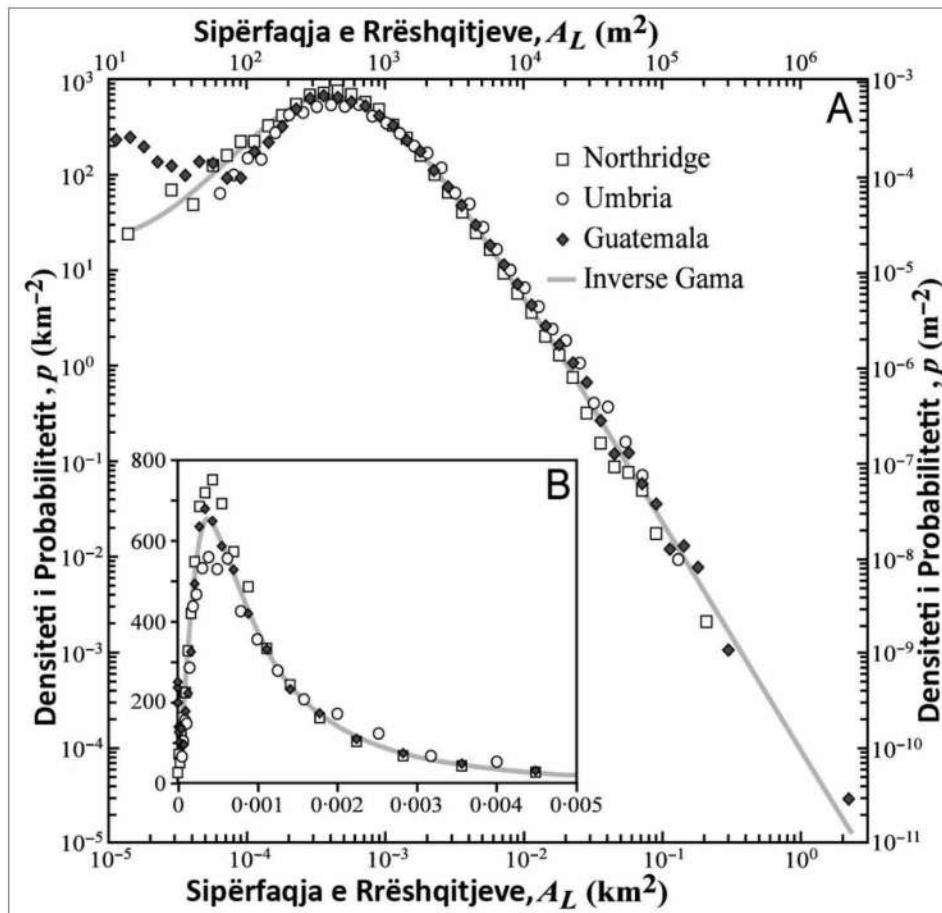


Figura 2.15 Varësia e densitetit të probabilitetit të rrëshqitjeve (p) nga sipërfaqja e rrëshqitjeve (A_L) për tre inventarë të rrëshqitjesh (Malamud, et al., 2004).

3 ZONA E STUDIMIT

3.1 TË DHËNA TË PËRGJITHSHME FIZIKO – GJEOGRAFIKE

Zona e studimit shtrihet në pjesën perëndimore të Shqipërisë (Figura 3.1) midis fshatit Karpen (Njësia administrative Golem) në veri dhe Ballaj (Njësia administrative Kryevidh) në jug. Ka një gjatësi ~ 16 Km dhe një gjerësi mesatare ~ 10 Km, sipërfaqja totale e saj është ~ 98 Km². Në pjesën perëndimore zona laget nga deti Adriatik dhe në lindje të saj ndodhet fusha e Kavajës. Terreni është kryesisht kodrinor. Brënda zonës së studimit duke filluar nga veriu në drejtim të jugut shtrihen disa fshatra si: Karpen, Bago, Peqinaj, Hajdaraj, Domni, Spanesh, Spille, Stërbeg, Beden, Kryevidh, Zhabjak, Rreth - Greth, Vilë - Boshtovë, Ballaj, etj.



Figura 3.1 Pozicioni geografik i zonës së studimit.

Nga pikëpamja administrative zona e studimit bën pjesë në Qarkun e Tiranës, Bashkia Rrogozhinë (Njësinë Administrative Golem, Synej dhe Luzi i Vogël) dhe në Bashkinë e Kavajës (Njësinë Administrative Gosë, Lekaj dhe Kryevidh) Figura 3.2. Popullsia e njësive administrative varion nga 4120 banorë njësia Gosë deri në 6994 banorë njësia Golem. Densiteti i popullsisë varion nga 69 banorë / Km² njësia Kryevidh deri në 176 banorë / Km² njësia Luzi i Vogël.

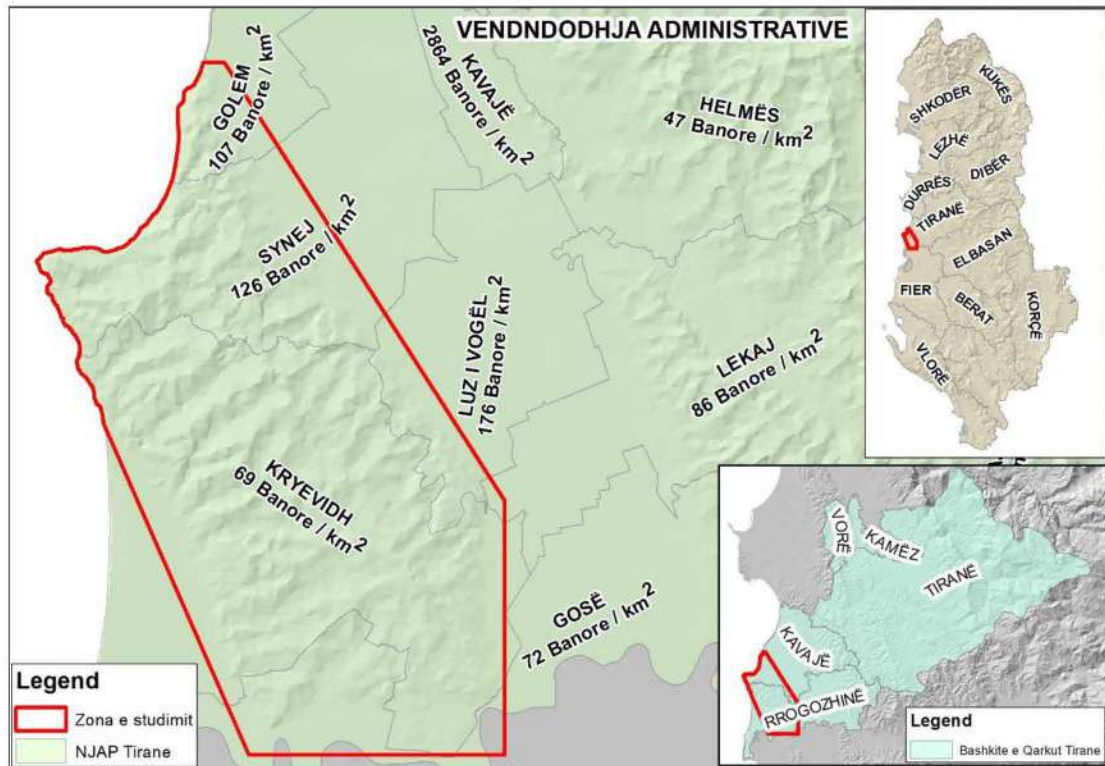


Figura 3.2 Vendndodhja administrative e zonës së studimit.

Tabela 3.1 Tabela me të dhënat e popullsisë të zonës së studimit (Sipas regjistrimit të popullsisë në vitin 2011)

Bashkia	Njësia Administrative	Popullsia	Sipërfaqja (Km ²)	Densiteti i popullsisë (Banorë / Km ²)
Rrogozhinë	Gosë	4120	57.54	72
	Lekaj	5126	59.72	86
	Kryevidh	4662	67.16	69
Kavajë	Synej	5034	40.07	126
	Golem	6994	65.27	107
	Luzi i Vogël	4735	26.95	176

3.1.1.1 Gjeomorfologjia

Relievi i zonës së studimit është kryesisht kodrinor me kuotë minimale 0 m m.n.d. (niveli i detit Adriatik) deri në 223.66 m m.n.d (Figura 3.5). Duke u bazuar në skemën e coptimit horizontal të relievit, zona e studimit bën pjesë në zonën me coptim horizontal nën 1 km/km², 1-3 km/km² dhe më pak në 3-5 km/km² (Kabo, et al., 1990), Figura 3.3.

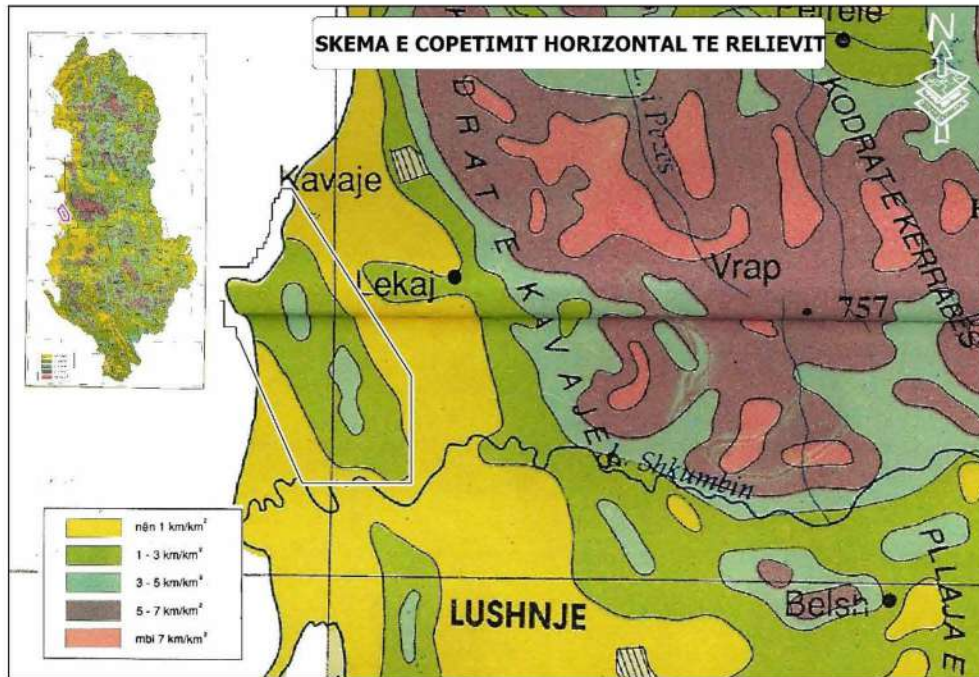


Figura 3.3 Skema e coptimit horizontal të relievit sipas (Kabo, et al., 1990).

Për sa i përket coptimit vertikal të relievit vlerat e tij luhaten nga nën 50 m/Km² deri në 200 – 400 m/Km² Figura 3.5.

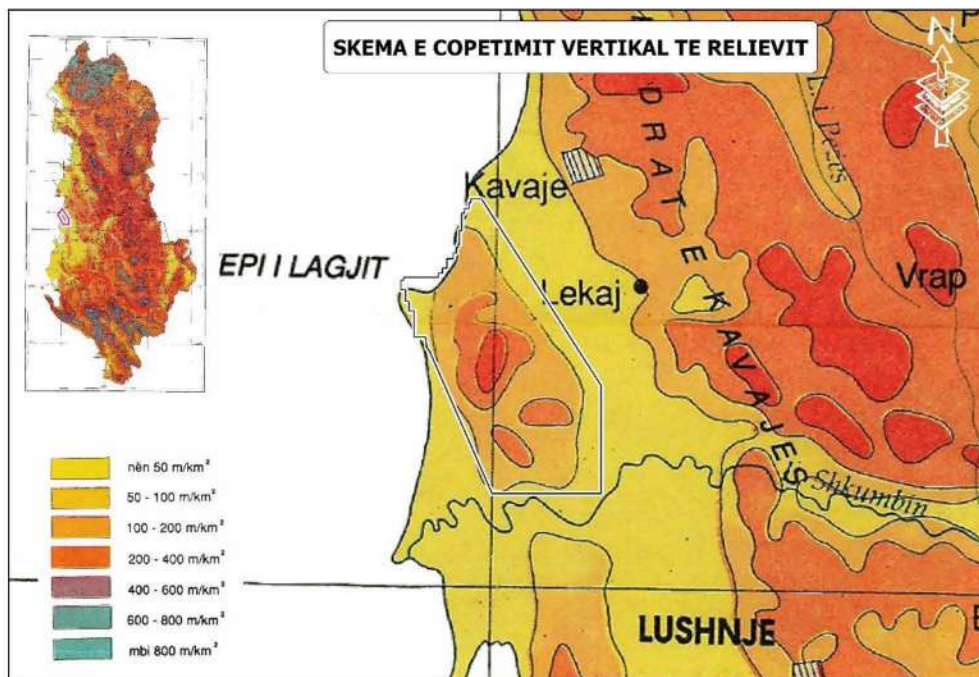


Figura 3.4 Skema e coptimit vertikal të relievit, sipas (Kabo, et al., 1990).

Pjerrësia e shpateve varion nga 0 - 5° në pjesët lindore dhe perëndimore të zonës së studimit deri në > 45° në pjesën qendrore të zonës së studimit Figura 3.5.

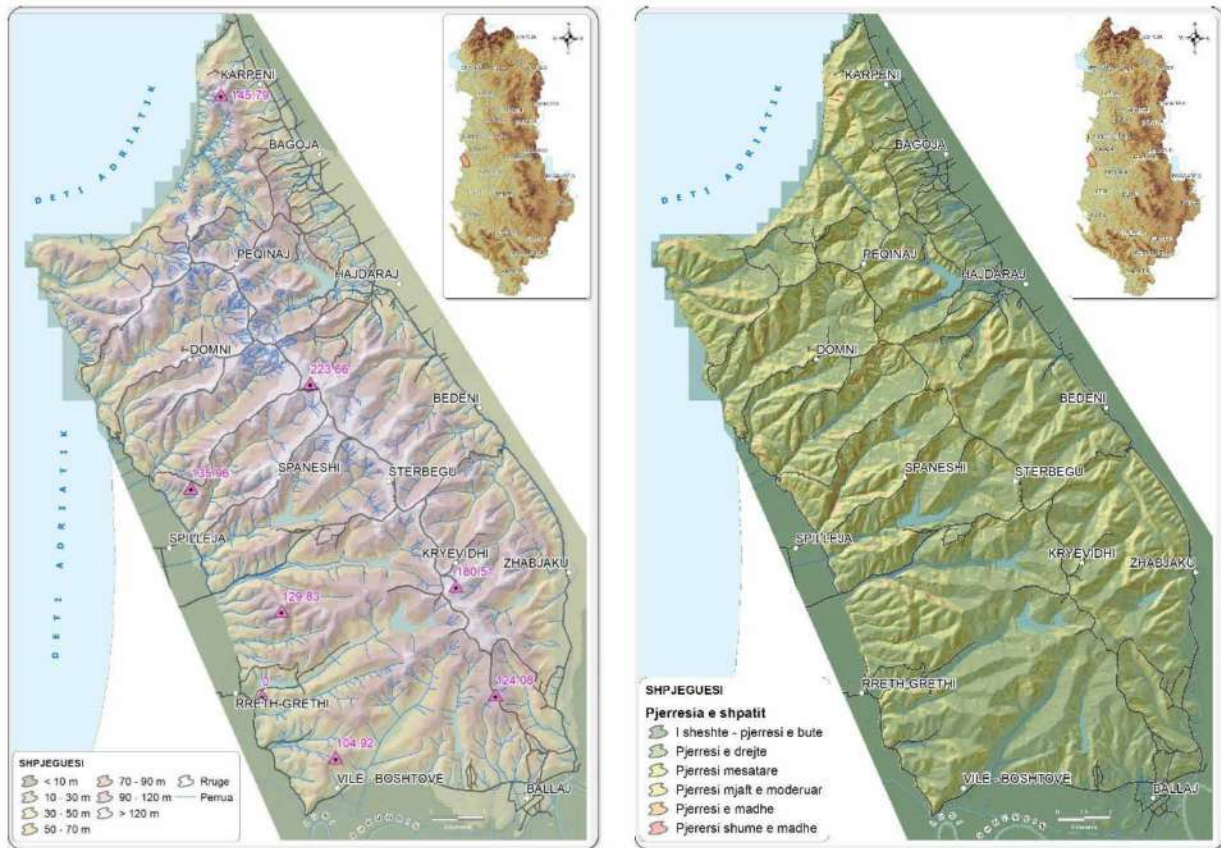


Figura 3.5 Harta e relievit të zonës së studimit (Majtas) dhe harta e pjerrësisë së shpatit (Djathtas).

3.1.1.2 Klima

Në bazë të zonimit klimatik të Shqipërisë zona e studimit bën pjesë në zonën Mesdhetare Fushore (I), nënzonën Mesdhetare Fushore Qëndrore (Ib) Figura 3.6 (Kabo, et al., 1990).

Zona Mesdhetare Fushore përfshin gjithë pjesën e ulët bregdetare dhe zë afërsisht 16 – 19 % të sipërfaqes së territorit. Afërsia me detin bën që dimri të jetë i butë dhe me karakteristika të theksuara mesdhetare. Reshjet bien gjatë dimrit e vjeshtës, kryesisht në forme shiu. Dëborë është dukuri e rradhë dhe e paqëndrueshme. Erërat fryjnë nga drejtime të ndryshme, por mbizoteron juglindja dhe lindja pa përjashtuar veriun apo ndonjë drejtim tjetër.

Nënzona Mesdhetare Fushore Qëndrore përfshin Ultësirën Bregdetare dhe një radhë kodrash me lartësi nën 500 m. Temperatura mesatare varion nga 8 – 9 °C në janar deri në 22 – 23 °C në korrik me një temperaturë mesatare vjetore prej 16 °C. Mesatarja vjetore e reshjeve në zonën e studimit është 931.2 mm/vit dhe sasia maksimale e reshjeve e vërtetuar gjatë 30 viteve të fundit shkon 1200 – 1500 mm/vit. Shumica e reshjeve i përkasin gjysmës së ftohtë të vitit, të përqendruara në periudhën tetor - janar. Dimrat paraqiten të butë dhe me ndikim të theksuar detar.

VLERËSIMI I RISKUT GJEOLGIK NË ZONËN BREGDETARE KRYEVIDH - GOLEM NËPËRMJET
TEKNOLOGJISË GIS

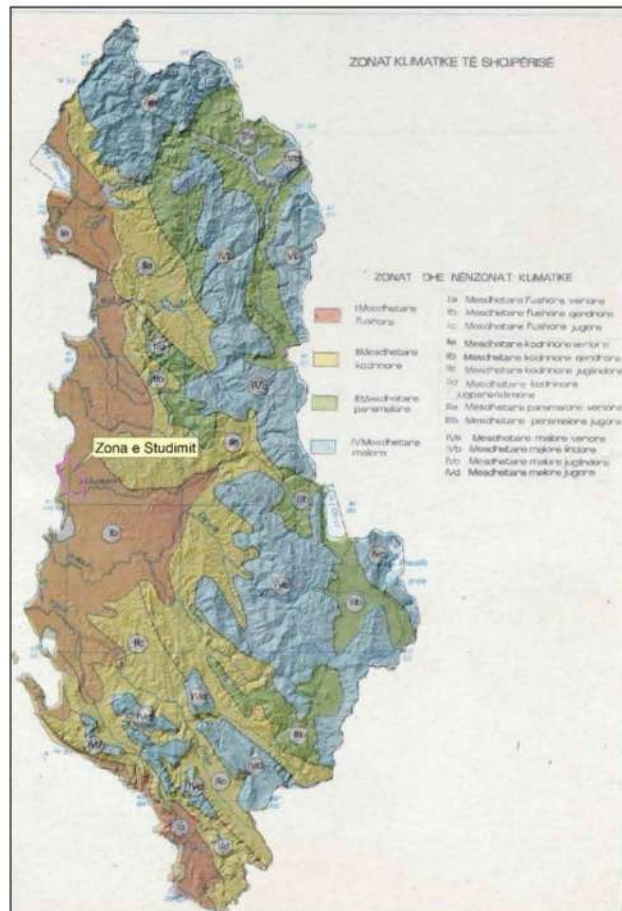


Figura 3.6 Harta me zonat klimatike të Shqipërisë dhe zonën e studimit, marrë nga Gjeografia Fizike e Shqipërisë, Vëllimi I (Kabo, et al., 1990).

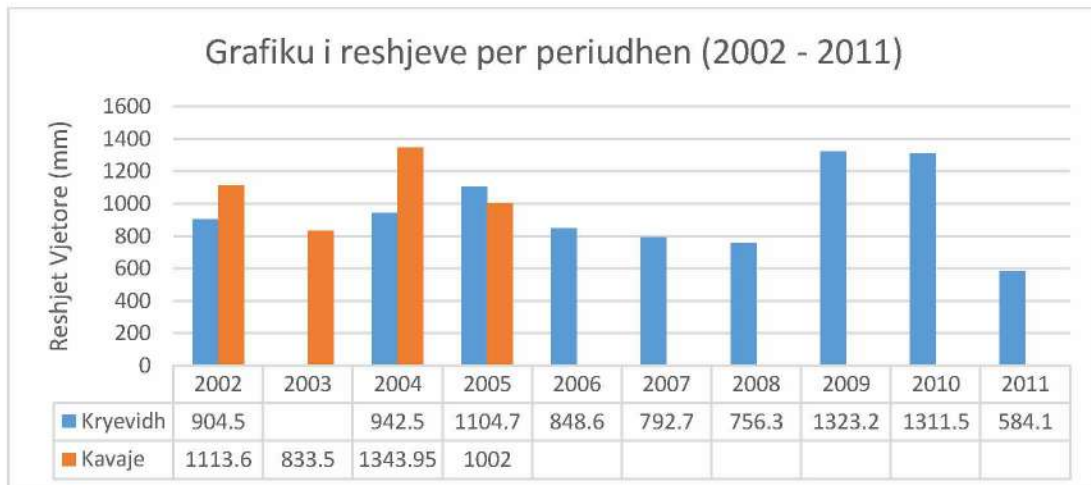


Figura 3.7 Grafiku i reshjeve për periudhën 2002-2011 për stacionin e Kryevidhit dhe Kavajës.

3.1.1.3 Hidrografia

Zona e studimit përshkohët nga një rrjet i dendur përroskash me gjatësi totale prej 270 km dhe përrenjsh me gjatësi totale prej 64 km, Figura 3.8. Densiteti i rrjetit hidrografik varion nga 0 m/Km², që korrespondon me zonat fushore në lindje, përëndim dhe në jug të zonës së studimit deri në 17 m/Km², Figura 3.9.



Figura 3.8 Harta me rrjetin hidrografik.



Figura 3.9 Harta e densitetit të rrjetit hidrografik.

3.2 NDËRTIMI GJEOLGJIK

3.2.1 Stratigrafia

Zona e studimit (Antiklinali i Kryevidhit) ndërtohet nga depozitimet e Pliocenit, të përfaqësuara nga dy formacione litostratigrafike të njohura me emërtimet formacioni “Helmësi” (N_2^1h) dhe formacioni “Rrogzhina” (N_2^2rr) dhe depozitimet e kuaternarit (Q) (Xhomo, et al., 2002), Figura 3.10.

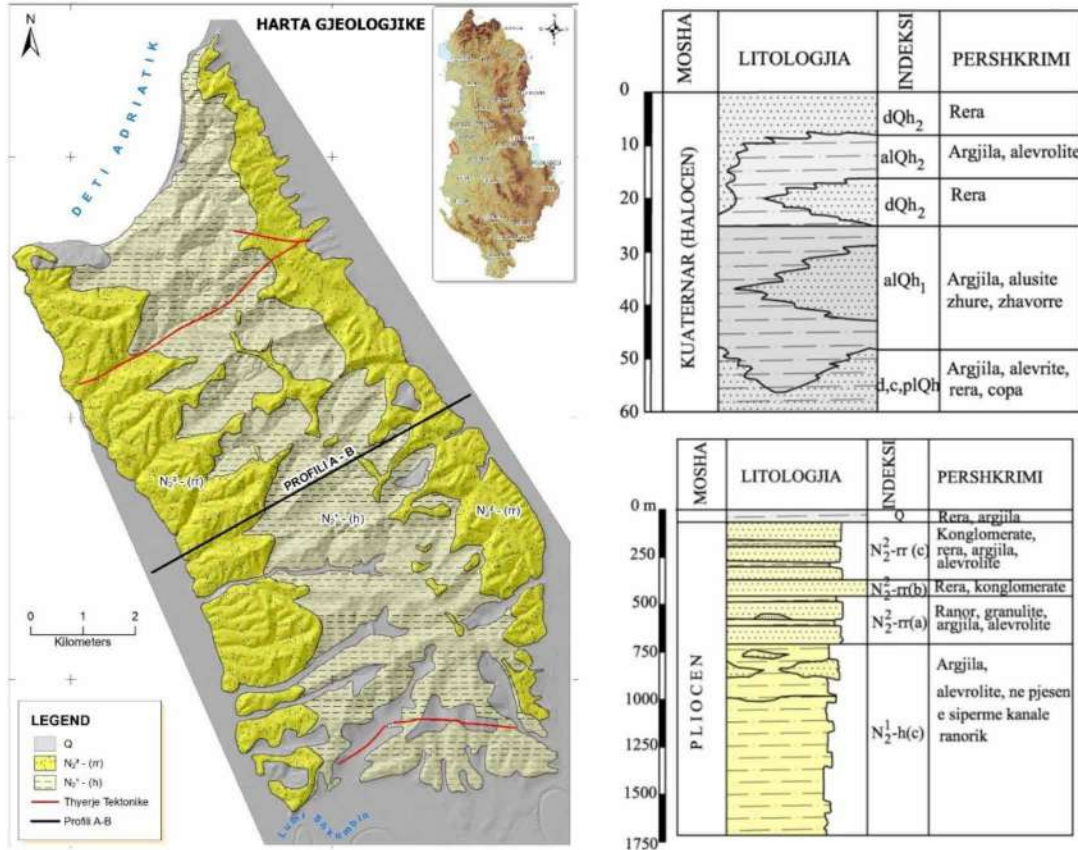


Figura 3.10 Harta gjeologjike e zonës së studimit (Majtas), kolona litostratigrafike e depozitimeve të formacioneve Rrogzhina e Helmësi (Djathas poshtë), përgatitur në shkallën 1:25.000 dhe kolona litostratigrafike e depozitimeve të Kuaternarit (Djathas lartë), përgatitur në shkallën 1:1.000.

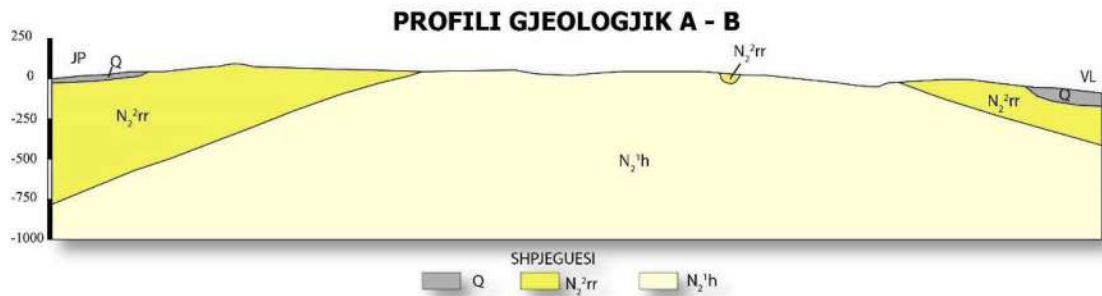


Figura 3.11 Profili gjeologjik A - B.

3.2.1.1 Depozitimet e formacionit "Helmësi" (N_2^1h)

Depozitimet e formacionit “Helmësi” fillojnë me shfaqjen në prerje të shtresave ranore dhe konglomerateve të pangopur, që përcaktojnë dyshtemenë e tij dhe njëkohësisht shënojnë praninë e transgresionit pliocenik (Xhomo, et al., 2002).

Mbi shtresat ranore dhe konglomeratike prerja vijon me shtresa argjilore dhe paketa argjilo - ranore shtresë hollë e mesëm deri në praninë e argjilave masive. Ranorët kanë forma shtresore me trashësi nga $4 \div 8$ cm deri në $20 \div 30$ cm, ngjyre hiri të verdhë, të shkrifët nga çimentimi i dobët. Ata janë kokërrvegjël dhe kokërr mesëm, polimineral, të tipit kuarcoro - feldshpatik. Argjilat predominojnë në prerje, janë gri hiri deri në të kaltërta, të buta deri në kompakte (Xhomo, et al., 2002).

Konglomeratet përbëhen nga zaje të përbërjes dhe formave të ndryshme. Takohën zaje të rrumbullakuara e gjysëm të rrumbullakosura me madhësi mesatare 4 - 10 cm. Janë kryesisht zaje kuarcitesh, serpentinitesh, gabro - dunitesh, si dhe gëlqerorë e ranorë të moshave të vjetra deri në të reja, duke filluar nga ato të Jurasikut. Depozitimet e formacionit “Helmësi” kanë një trashësi të përgjithshme që varion nga 500 deri në 1100 m (Xhomo, et al., 2002).

3.2.1.2 Depozitimet e formacionit “Rrogozhina” (N_2^2 rr)

Depozitimet e formacionit “Rrogozhina” vendosen mbi pakon argjilore të formacionit “Helmësi” dhe kanë marrëdhënie normale me të. Këto depozitime kanë karakter kokërrtrashë, ranore, gravelite, konglomerate me zaje me ndërshtresa të holla argjilash (Xhomo, et al., 2002).

Në prerjen e Rrogozhinës formacioni fillon me shtresa ranore e alevrolite shtresë hollë, mbi to vijojnë paketa konglomeratike e zaje që ndërthuren me paketa ranori, shtresë mesëm, deri në masive me trashësi shtresë nga 4 deri në 6 m. Ranorët janë kokërrvegjël deri kokërrtrashë, shpesh gravelitike, poliminerales, të tipit kuarcoro - feldshpatik me përmbajtje serpentinas (Xhomo, et al., 2002).

Në konglomeratet takohën zaje të rrumbullakosur dhe gjysëm të rrumbullakosur të shkëmbinjve magmatikë dhe sedimentarë. Masa çimentuese e konglomerateve e zajeve është argjilo – alevrito - ranore, gravelitike dhe e tipit bazal. Në ranorët dhe konglomeratet e këtij formacioni gjenden shtresëzime të pjerrëta e të kryqëzuara, karakteristike të formacionit mollasik (Xhomo, et al., 2002).

3.2.1.3 Depozitimet Kuarternare (Q)

Në zonën e studimit depozitimet e Kuarternarit kanë përhapje të vogël. Në përgjithësi takohën të gjithë tipet gjenetike kontinentalë duke filluar që nga ato eluvialo - deluviale e deri tek ato aluviale dhe kënetore e lagunore. Depozitimet aluviale, kënetore e lagunore gjenden më së shumti në fushën e Hajdarajt dhe kanë trashësi $50 \div 120$ metra (Xhomo, et al., 2002).

Depozitimet deluviale e proluviale gjenden nëpër shpatet e kodrave. Deluvionet janë tipi më i përhapur i depozitimeve të Kuarternarit, ato gjenden në përputhshmëri me pjerrësinë e shpateve dhe kanë asortim të keq deri mesatar. Trashësia e tyre luhetet nga disa metra deri $10 \div 12$ m (Xhomo, et al., 2002).

Përbërja e tyre është suargjilore, surëra, zhure, etj dhe paraqiten në përgjithësi të shkrifëta. Proluvionet janë më pak të theksuara në rajonin e studimit. Ato gjenden në shtretërit e përrenjve dhe përroskave që përshkojnë skarpatet. Kanë trashësi të vogël deri 2 m dhe përbërje kryesisht zhavorre nga zajet e formacionit “Rrogozhina” (Xhomo, et al., 2002).

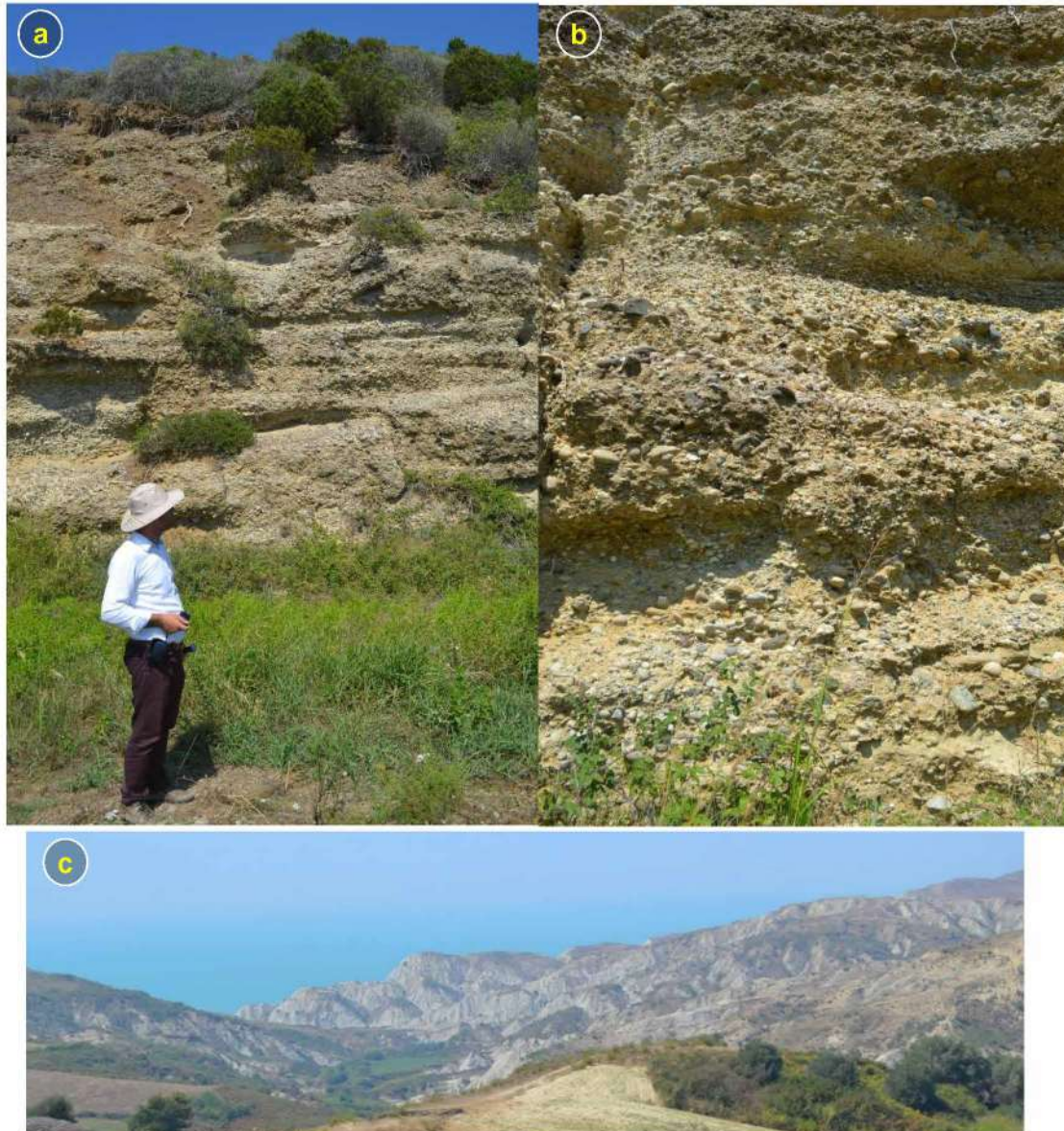


Figura 3.12 Fotografi të depozitimeve të formacionit “Rrogozhina” (a, b) dhe të fomacionit “Helmësi” (c).

3.2.2 Tektonika dhe neotektonika

3.2.2.1 Tektonika

Nga ana tektonike rajoni në të cilin bën pjesë zona e studimit shtrihet në Ultësiren Pranë Adriatike (U.P.A.). Zona e studimit shtrihet tërësisht në antiklinalin e Kryevidhit, në lindje kufizohet me sinklinalin e Synejt, në jug kufizohet me antiklinalin e Divjakës (Figura 3.13).

Në bazë të hartes tektonike të Shqipërisë botim i vitit 1999 zona e studimit është prekur nga tektogjeneza e Pliocenit të vonshëm (Grup Autoresh, 1999) Figura 3.13.

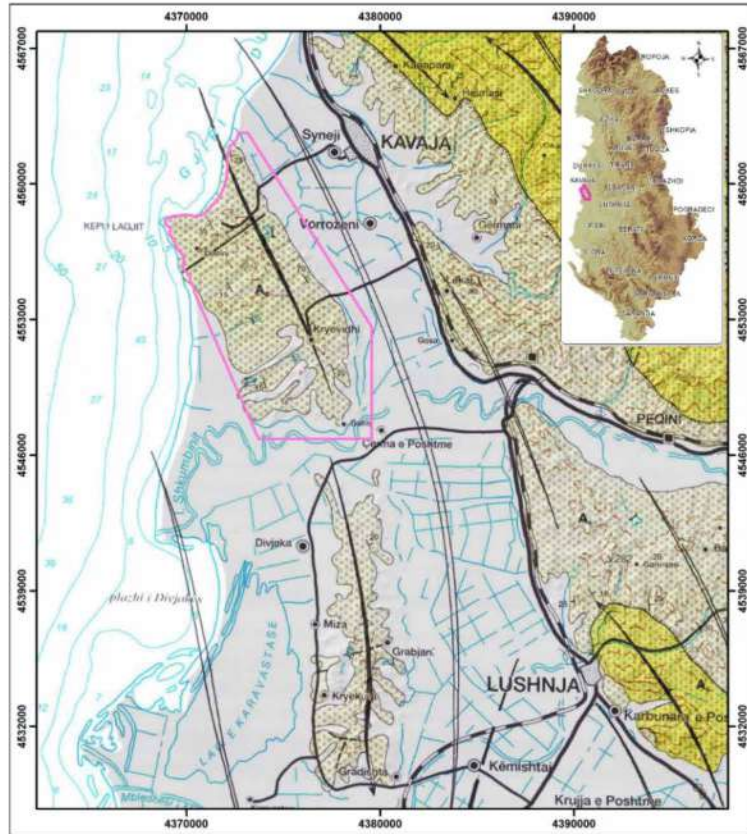


Figura 3.13 Harta tektonike e zonës së studimit (Grup Autoresh, 1999).

3.2.2.2 Neotektonika

Në Shqipëri është pranuar si periudhë neotektonike Pliocen - Kuaternari, që i korrespondon ngritjes së fuqishme dhe progresive në rajonin e Mesdheut dhe në veçanti në Shqipëri (Aliaj, 1994). Zonimi neotektonik i Shqipërisë (tokë e det) përfshin 4 njësi të mëdha Figura 3.14 të cilat janë si më poshtë (Aliaj, 2012):

1. Njësia e brëndshme e kapur nga tektonika zgjeruese;
2. Njësia e jashtme e kapur nga lëvizjet shtypëse para -Pliocenike (**02: sektorët detarë**);
3. Ultësira Pranadriatike e kapur nga lëvizjet shtypëse pas - Pliocenike (**03: sektorët detarë**);
4. Platforma në detet Adriatik e Jon (04a: Platforma Apuliane, 04b: Baseni Shqiptar).



Figura 3.14 Skema e zonimit Neotektonik të Shqipërisë nga Aliaj (2012)

Balli i orogjenit nga jugu në veri pritët dhe zhvendosët nga terthoret: (α): Ishulli Othon - Dhermi, (β): Gjiri i Ariut – Dukat, (γ): Veriu i Ishullit të Sazanit dhe (δ): Gjiri i Drinit – Lezhë.

Zona e studimit shtrihët në njesinë **3. Ultësira Pranadriatike** e kapur nga lëvizjet shtypëse pas - Pliocenike dhe saktësisht në **nën / njësine (3b)**. Kjo nën / njësi ka pësuar zhytje mesatare deri të fuqishme në Pliocen dhe ngritje e dobët në Kuaternar (Aliaj, 2012), Figura 3.15.

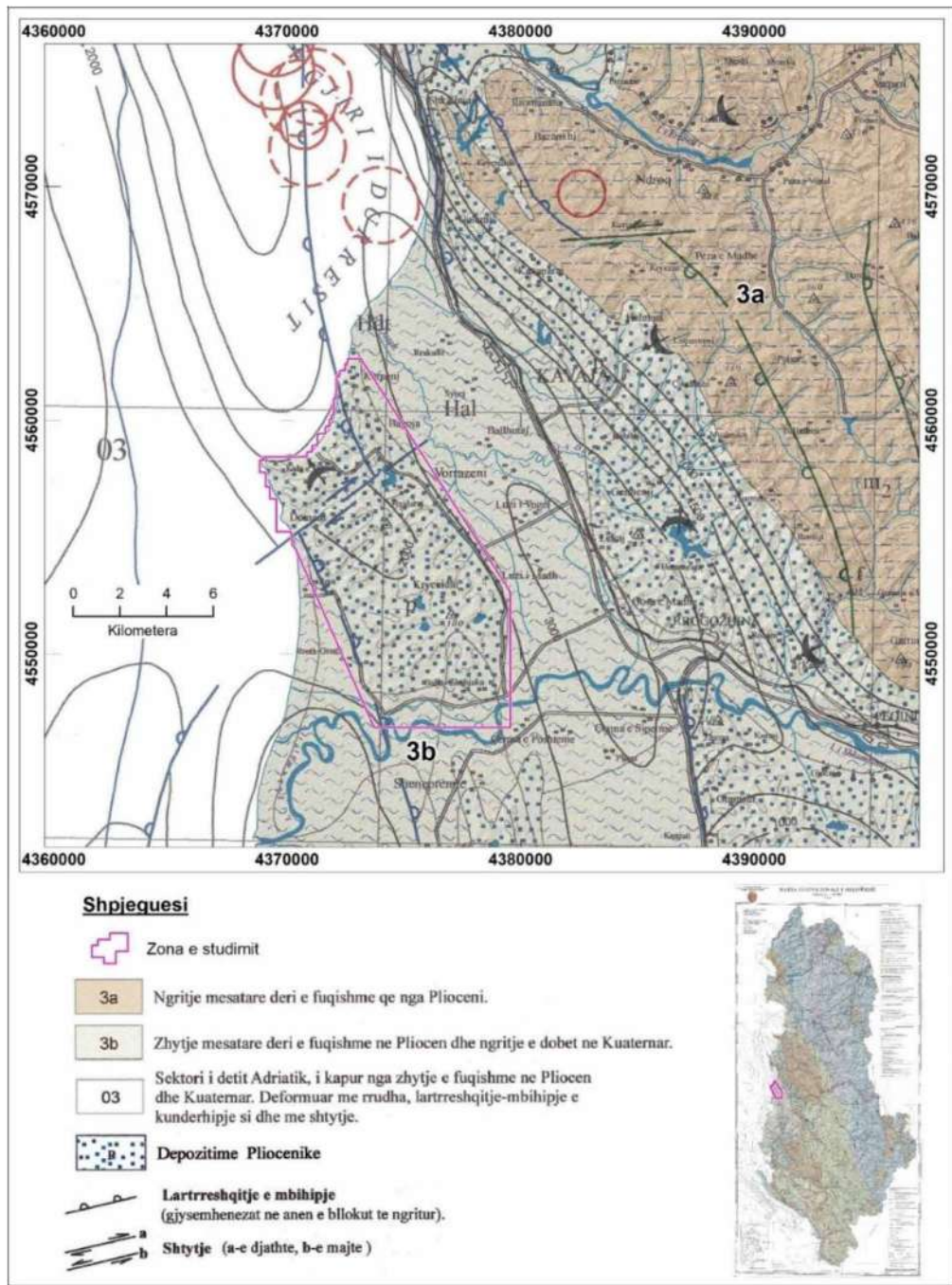


Figura 3.15 Harta Neotektonike e zonës së studimit, marrë nga harta Neotektonike e Shqipërisë, Shkalla 1:200 000 sipas Aliaj, et al. (2018).

3.2.3 Hidrogeologjia

Nga pikëpamja hidrogeologjike zona e studimit ndërtohet nga formacione që bëjnë pjesë në (Eftimi, et al., 1985):

- **Grupi I.** “Shtresa ujëmbajtëse poroze (kryesisht të shkrufta)”, **nëngrupi a.** “Shtresa me përhapje të gjërë dhe ujëmbajtje të madhe”, formacioni: Q_4 – “Zhavorre dhe zhure të mbuluara nga shtresa me përshkueshmëri të ulët”. Këto shtresa kanë lidhje hidraulike nëpermjet ujërave sipërfaqesore dhe ujërave nëntokësore. Vlerat mesatare të ujëpërcjellshmërisë luhaten nga $2000 \div 4000 \text{ m}^2/\text{ditë}$, por takohën edhe vlera më të mëdha se $8000 \text{ m}^2/\text{ditë}$. Ujërat nëntokësorë në përgjithësi janë të ëmbla dhe me fortësi të ulët. Rezervat e shfrytëzueshme të ujërave nëntokësorë janë shumë të mëdha dhe mund të shfrytëzohen kryesisht me anë të shpimeve. Prurjet e shpimeve në këto shtresa luhaten nga 10 deri në mbi 100 l/s.
- **nëngrupi b.** “Shtresa me përhapje të kufizuar ose të pa qëndrueshme në shtrirje dhe me ujëmbajtje mesatare ose të ndryshme”, formacioni: Q_4 – “Popla, zhavorre dhe zhure, herë herë të çimentuara”. Nuk ka lidhje të mirë hidraulike ndërmjet ujërave sipërfaqësore dhe ujërave nëntokësore. Ujëpërcjellshmëria është tepër e ndryshme. Ujërat nëntokësorë në përgjithësi janë të ëmbla dhe me fortësi të ulët. Rezervat e shfrytëzueshme të ujërave nëntokësorë rrallë mund të jenë të rëndësishme ose shumë të rëndësishme. Ujërat nëntokësorë mund të shfrytëzohen me anë të burimeve dhe vetëm në depozitimet lumore dhe në konuset e derdhjeve edhe me anë të shpimeve.
- **Grupi II.** “Shtresa ujëmbajtëse me çarje, karstike, me pak me poro - çarje”, **nëngrupi b.** “Shtresa me përhapje të gjërë dhe ujëmbajtje mesatare deri në të vogël”, formacioni: N_{2r} – “Konglomerate e ranorë që ndërthuren me argjila dhe alevrolite”. Shtresa ujëmbajtëse me çarje ose poro – çarje me rezerva të ndryshme ujërash nëntokësore. Vlerat mediane të ujëpërshkueshmërisë për shtresat e ndryshme ujëmbajtëse luhaten nga 1 deri rreth $50 \text{ m}^2/\text{ditë}$. Shtresat ujëmbajtëse janë me presion dhe në sipërfaqe të gjëra shpimet janë vetëderdhës (artezian), me prurje nga më pak se 0.1 deri në 3-4 l/s, kurse prurjet më të mëdha mbërrijnë $10 \div 15 \text{ l/s}$. Deri në thellësinë 300-400 m ujërat nëntokësorë janë të ëmbla dhe të forta ose shumë të forta. Në thellësi më të mëdha ujërat nëntokësorë janë të kripura, shpesh termominerale të pasura me gaz sulfuror dhe metan e vënde - vënde edhe me brom e jod. Ujërat nëntokësorë mund të shfrytëzohen kryesisht me anë të shpimeve dhe më pak me anë të burimeve.
- **Grupi III.** “Shkëmbinj të çarë dhe porozë me ujëmbajtje lokale ose shumë të varfër në ujëra nëntokësorë”, **nëngrupi c.** “Shkëmbinj shumë të varfër në ujëra nëntokësorë”, formacioni: N_{2h} – “Alevrolite dhe argjila, rrallë ranorë”.

Përshkrimi i hidrogeologjik i këtyre formacioneve është bërë duke u mbështetur në Hartën Hidrogeologjike të Shqipërisë në shkallën 1:200.000, botim i vitit 1985 (Eftimi, et al., 1985).

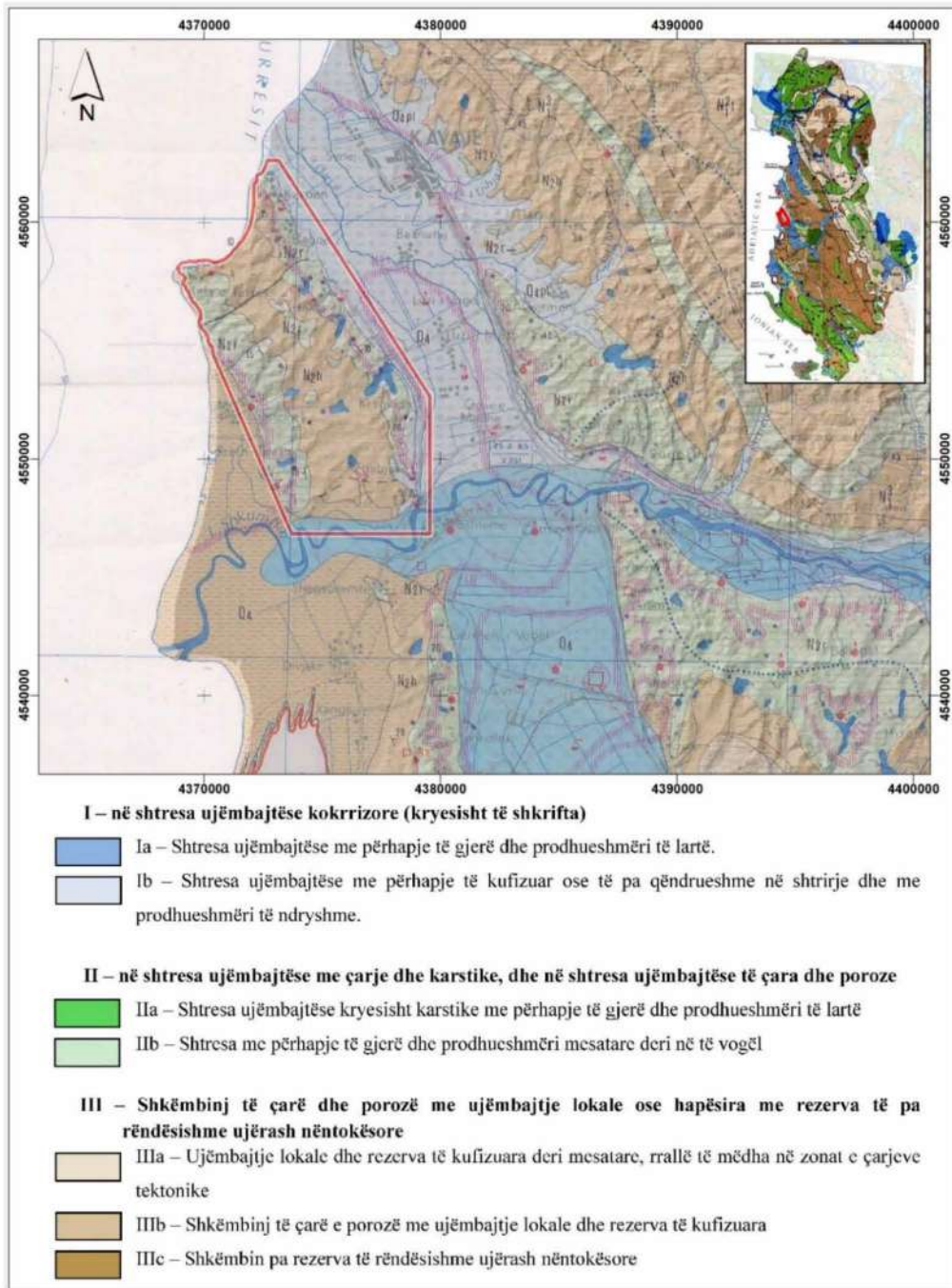


Figura 3.16 Harta hidrogeologjike e zonës së studimit (Eftimi, et al., 1985).

3.2.4 Proceset dhe dukuritë fiziko - gjeologjike

3.2.4.1 Sizmiciteti

Shqipëria karakterizohet nga një shkallë e lartë sizmiciteti. Sizmiciteti i Shqipërisë është i lidhur me perplasjen e pllakës së Adrias (Pllaka Afrikane) me orogjenin Shqiptar, Albanidet (Pllaka Euroaziatike). Kjo perplasje ndikon jo vetëm në aktivizimin e thyerjeve gjatësore në buzët e orogjenit por edhe të thyerjeve tërthore. Si pasojë e kësaj përplasje akumulohen sforcime të cilët janë shkaktarë të tërmeteve dhe ndikojnë kryesisht në sizmicitetin e pjesës perëndimore të Shqipërisë. Në hartën e mëposhtme shikohet qartë përhapja e sforcimeve në Shqipëri Figura 3.17.

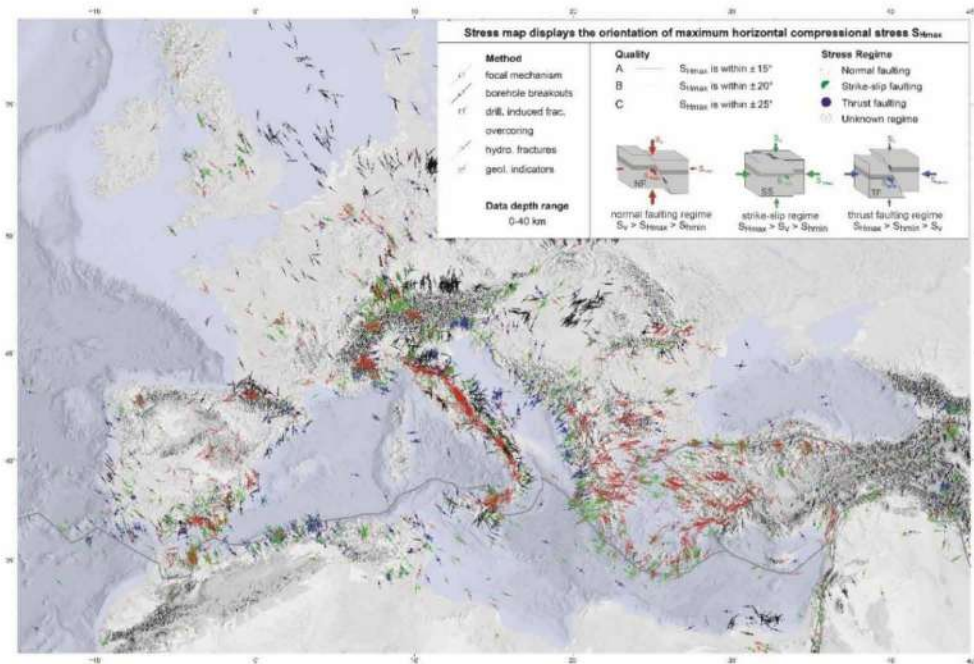


Figura 3.17 Harta e Sforcimeve për Mesdheun dhe Europën Qëndrore (Heidbach, et al., 2016).

Në Shqipëri janë dalluar dy treva kryesore: **1. Treva e jashtme** e cila kontakton direkt me kontaktin Adria – Orogjen, e cila është në ngjeshje dhe **2. Treva e brëndshme** që përfshin pjesën lindore të vijës hipotetike Shkodër – Leskovik, e cila është në tërheqje (Aliaj, 2012).

Nga studimi i përhapjes në thellësi të vatrave të terrmeteve të Shqipërisë, është evidentuar se këto vatra janë përgjithësisht të cekëta, me thellësi 10 ÷ 20 km dhe në mjaft raste deri afër sipërfaqes (Aliaj, 2012). Tipologjia e terrmeteve të Shqipërisë duket se i përfshin të tre tipet kryesore të njohura të terrmeteve: terrmetet me goditje kryesore dhe pasgoditje, terrmetet me paragoditje, goditje kryesore dhe pasgoditje si edhe suormet apo grumbujt e terrmeteve (Aliaj, 2012).

Në Shqipëri janë dalluar tre zona gjatësore dhe dy zona tërthore të shkëputjeve aktive kryesore, zona e studimit shtrihet në zonën e parë *Zona Joniko – Adriatike*, me magnitudë maksimale të pritshme 6 ÷ 7 (Aliaj, 2012), Figura 3.18.



Figura 3.18 Harta e zonave sizmoaktive në Shqipëri me magnitudën maksimale të pritshme nga Aliaj (1988b), marrë nga Aliaj (2012).

Zona e studimit shtrihet në zonën me intensitet 8 ballë (MSK) (Konomi, et al., 2014) Figura 3.19.

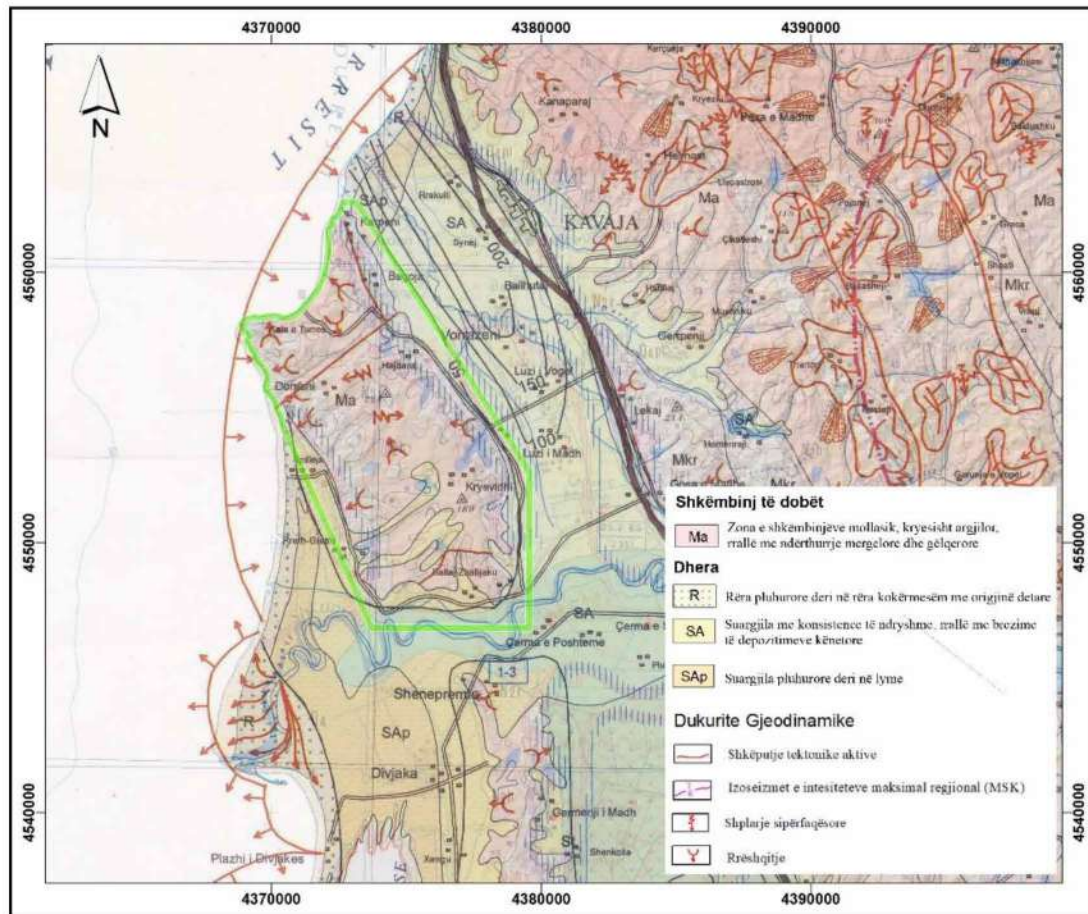


Figura 3.19 Harta Gjeologjike - Inzhinierike e zonës së studimit në shkallën 1:200.000 (Konomi, et al., 2014).

3.2.4.2 Erozioni dhe Tjetërsimi

Nga pikëpamja tektonike kjo zonë është në ngritje, ngritje e cila ka filluar që nga fundi i Pliocenit dhe vazhdoi edhe gjatë Kuarternarit, ka bërë që depozitimet e Pliocenit të ekspozohen në sipërfaqe pa u prekur nga një proces litifikimi i thellë.

Pra këta shkëmbinj janë lehtësisht të përpunueshëm nga proceset ekzogjene si tjetërsimi, erodimi dhe largimi i masës së shkruftet me anë të ujërave sipërfaqësore apo për efekt gravitacioni. Këto procese kanë krijuar një reliev tepër të aksidentuar dhe më premisa të larta për tu eroduar dhe prekur nga fenomene gjeodinamike të shpateve.

Ashtu siç shikohet edhe në figurën e mësipërme zona e studimit është e prekur nga fenomeni i rrëshqitjeve dhe nga fenomeni i shpëlarjeve sipërfaqësore, Figura 3.19.

Shqipëria është padyshim një vend ku erozioni i tokës nga uji është një problem potencial. Duke u mbështetur në hartën e parashikimit të ritmeve vjetore të erozionit për Shqipërinë ritmet e erozionit në zonën e studimit janë të larta, 1-10 Ton/Ha/Vit, (Grazhdani & Shumka, 2007). Procesi i tjetërsimit ka krijuar zhavorre mbi shkëmbinj të konglomeratë, rëra mbi ranorët dhe dhera kokërrmëse mbi shkëmbinj të argjilore, ky proces ka paraprirë erozionin dhe / ose levizjen e masave përgjatë shpatit.

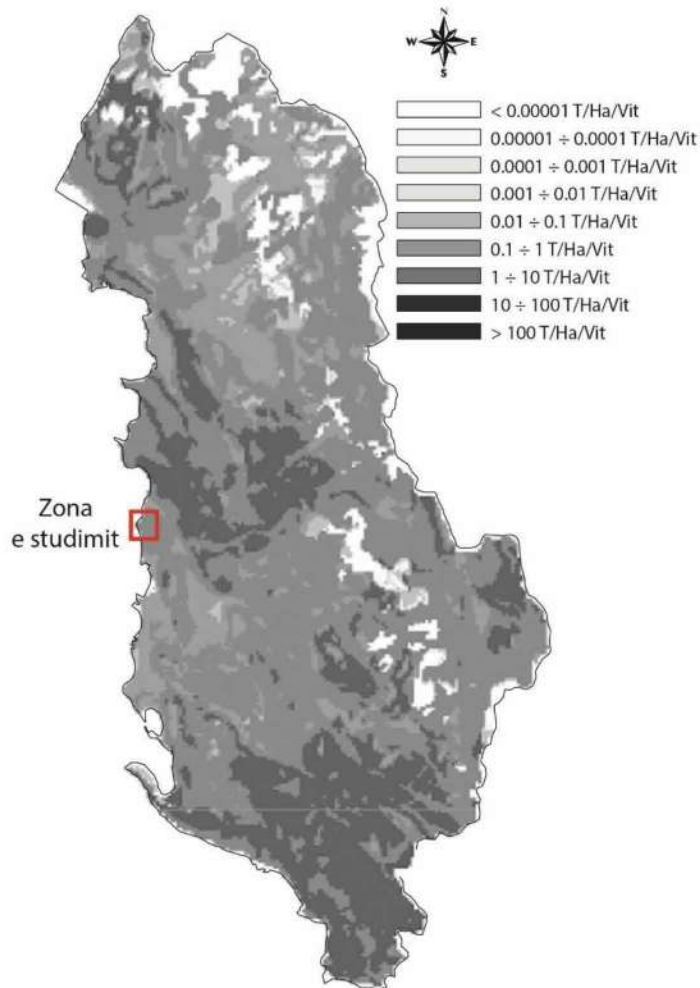


Figura 3.20 Harta me parashikimin e ritmeve vjetore të erozionit për Shqipërinë (Grazhdani & Shumka, 2007).

3.2.4.3 Zonimi Gjeologo – Inxhinierik

Nga pikëpamja gjeologo – inxhinierike zona e studimit ndërtohet nga shkëmbinj të dobët dhe nga dhera (Konomi, et al., 2014) Figura 3.19. Shkëmbinjtë e dobët përfshijnë:

- **Ma** - shkëmbinj mollasik kryesisht argjilorë;
- **Mrk**- shkëmbinj mollasik ranoro - konglomeratikë.

Dherat përfshijnë:

- **R** – Rëra pluhurore deri kokërrmesme me origjinë detare;
- **Sa** - Suargjila;
- **SAP** - Suargjila pluhurore deri lyme.

4 PËRGATITJA E INVENTARIT TË RRËSHQITJEVE DHE E HARTAVE TË FAKTORËVE

4.1 PËRGATITJA E HARTËS SË INVENTARIT TË RRËSHQITJEVE

Përgatitja e hartës së inventarit të rrëshqitjeve është hapi i parë drejt rrugës së vlerësimit të Hazard-it të rrëshqitjeve. Është shumë e rëndësishme që kjo hartë të jetë sa më e përditesuar dhe më e saktë.

Në këtë hartë duhet të jenë të pasqyruara të gjitha llojet e rrëshqitjeve, të gjithë elementët e një rrëshqitje (skarpata, trupi i rrëshqitur, etj) dhe mundësisht edhe koha në të cilën ka ndodhur ngjarja.

Për të përgatitur hartën e inventarit të rrëshqitjeve në zonën e studimit janë përdorur disa burime të dhënash si: hartografimi fushor, hartat topografike në shkallën 1:10.000, imazhet LIDAR të vitit 2015 ÷ 2017 dhe Google Earth, Figura 4.1.



Figura 4.1 Bllokskema e përgatitjes të hartës së inventarit të rrëshqitjeve.

Në zonën e studimit janë identifikuar **379 rrëshqitje**, të cilat janë të shpërndara kryesisht në të dyja anët e antiklinalit të Kryevidhit, por edhe në bërthamën e tij. Rrëshqitjet e hartografuara janë kryesisht të tipit rrëshqitje dherash dhe rrjedhje dherash, klasifikim sipas Varnes (1978) dhe Cruden & Varnes (1996), Figura 4.2.

4.1.1 Hartografimi fushor

Hartografimi fushor është kryer për të gjithë zonën, në vendet ku janë hasur rrëshqitje është konturuar kufiri i rrëshqitjes dhe janë bërë përshkrimet e nevojshme të karakteristikave të saj.

Trupi i rrëshqitjes është matur me GPS Mobile Mapper 10 të Spectra, të cilët janë paisje me GIS të inkorporuar, e cila e bën shumë të lehtë kalimin e të dhënave në një desktop GIS. Në Figurën 4.2 paraqiten disa fotografi të marra në terren gjatë kryerjes së punimeve fushore.



Figura 4.2 Fotografi gjatë hartografimit fushor të rrëshqitjeve.

4.1.2 Hartografimi nga hartat topografike me shkallë 1:10.000

Për të kryer hartografimin e rrëshqitjeve nga hartat topografike me shkallë 1:10.000 janë përdorur 10 plansheta: K-34-099-D-b-4 (SPILLEJI), K-34-099-D-d-2 (RRETH-GRETHI), K-34-100-A-c-3 (KAVAJA), K-34-100-C-a-1 (HAJDARAJ), K-34-100-C-a-3 (KRYEVIDHI), K-34-100-C-a-4 (LEKAJ), K-34-100-C-c-1 (BALLAJ-ZHABJAKU), K-34-100-C-c-2 (ÇERMË-PROSHKA), K-34-99-B-d-4 (KARPENI) dhe K-34-99-D-b-2 (BAGOJA).

Hartografimi i rrëshqitjeve nga hartat topografike është kryer duke u mbështetur në punimin e Ahmed & Rogers (2016). Kjo procedurë i identifikon rrëshqitjet duke gjykuar mbi formën e izohipseve.

Ashtu siç u përshkrua edhe në seksionin 2.4.1.1 sipas Ahmed & Rogers (2016) izohipsat që marri formë të lakuar në drejtim të kundërt me rënien e shpatit dhe afrohen, tregojnë për një zonë e cila është gërryer dhe e depozituar në pjesën e poshtme, në të cilën izohipsat bëhen të lakuar dhe afrohen sipas rënies së shpatit. Në Figurën 4.3 tregohen disa shembuj rrëshqitjesh të hartografuara me këtë metodë, shigjetat tregojnë drejtimin e lëvizjes së rrëshqitjes.

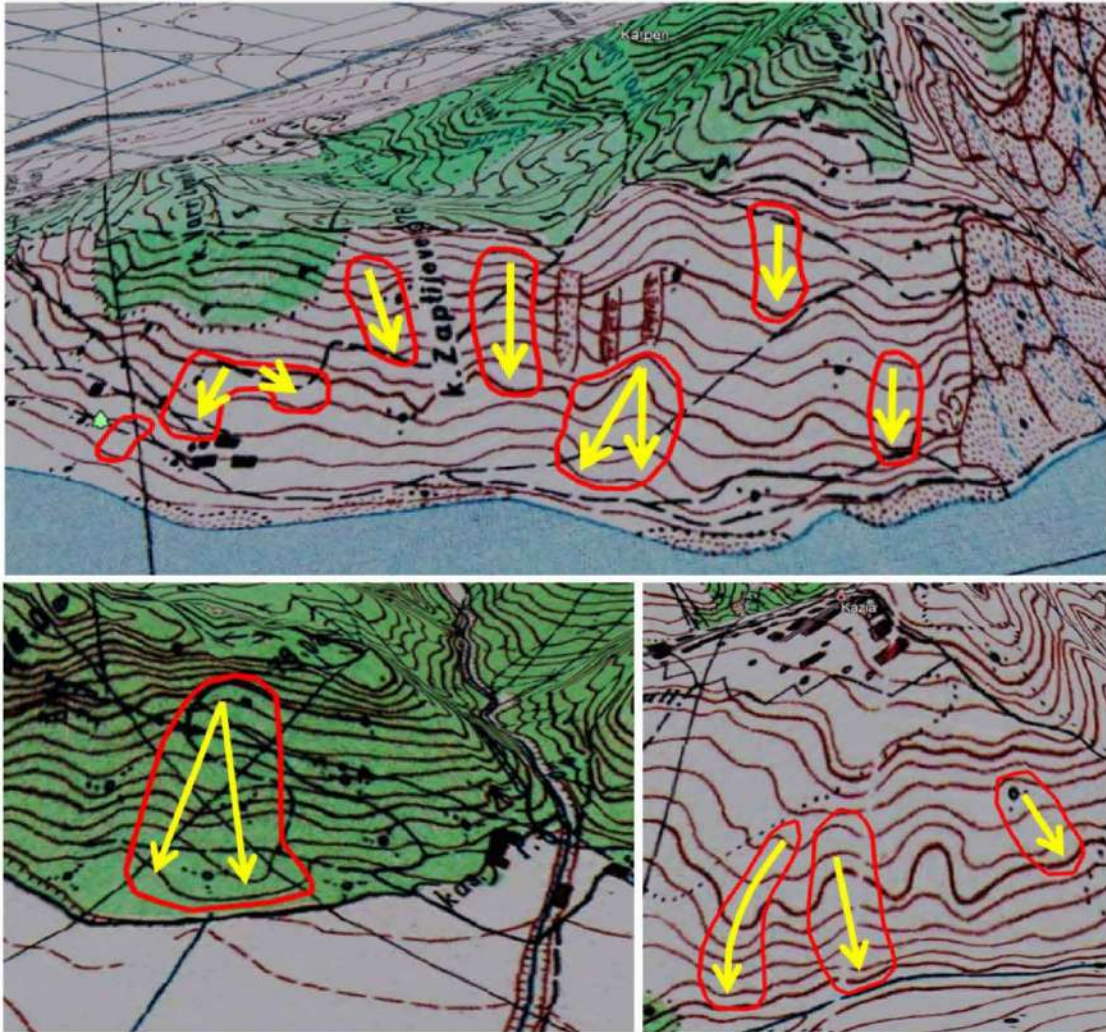


Figura 4.3 Shembuj të disa rrëshqitjeve të hartogrfuara nga hartat topografike në shkallën 1:10.000.

4.1.3 Hartografimi nga Modeli Dixhital i Terrenit (DTM) i vitit 2015-2017

Për të hartogrfuar rrëshqitjet me këtë metodë është përdorur modeli dixhital i terrenit i krijuar nga ASIG (asig.gov.al). Modeli Dixhital i Terrenit (DTM) është krijuar nga Skanimi me teknologjinë LIDAR i Republikës së Shqipërisë gjatë periudhës Mars 2015 - Shtator 2017. Sipas ASIG produkti është ndarë në 3 lote kryesore me saktësi vertikale 10 ÷ 40 cm.

Identifikimi i rrëshqitjeve është kryer në mënyrë manuale duke kontrolluar të gjithë zonën e studimit. Në Figurën 4.4 tregohen disa rrëshqitje të hartogrfuara me këtë metodë.

Duhet theksuar që saktësia e hartogarfimit me këtë metodë varet nga rezolucioni i DTM, sa më i lartë rezolucioni aq më e lehtë është puna e identifikimit të rrëshqitjeve dhe rrjedhimisht aq më të sakta janë ato.

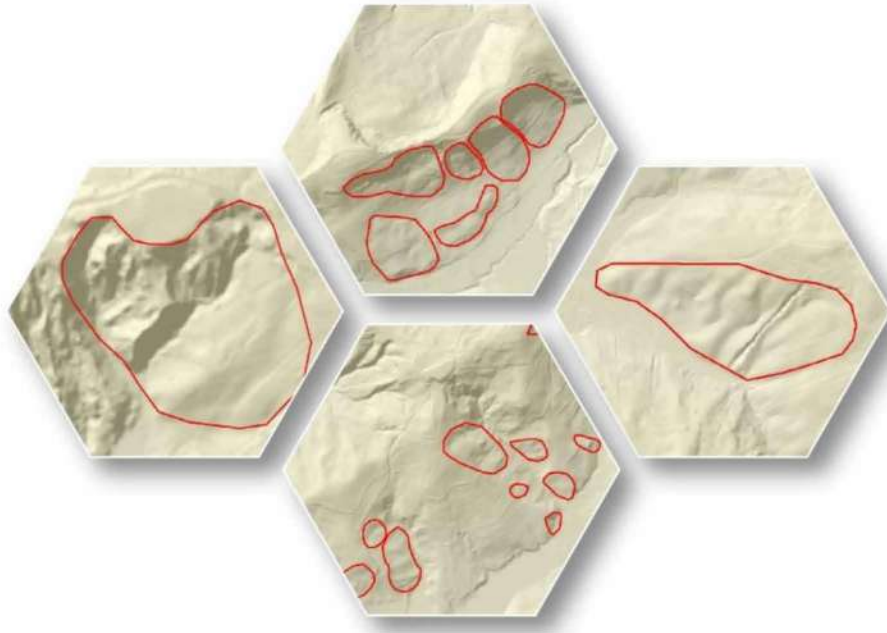


Figura 4.4 Shembuj të disa rrëshqitjeve të hartografuara nga DTM 2015 ÷ 2017, e krijuar me teknologjinë LIDAR.

4.1.4 Hartografimi duke përdorur Google Earth

Google Earth (GE) është një mjet shumë i rëndësishëm për hartografin e rrëshqitjeve pasi të jep mundësinë që të punosh në 3 dimensione dhe ta shikosh një zonë të caktuar në periudha të ndryshme kohore.

Gjate periudhës së hartografimit të rrëshqitjeve në zonën e studimit duke përdorur GE është kontrolluar e gjithë zona duke përdorur imazhet që nga viti 2005 deri në 2020.

Në Figurën 4.5 paraqiten disa shembuj rrëshqitjesh të cilat janë hartografuar duke përdorur GE. Në Figurën 4.6 paraqitet harta e plotë inventarit të rrëshqitjeve për zonën e studimit, në të cilën janë pasyruar **379 rrëshqitje**.



Figura 4.5 Shembuj të rrëshqitjeve të hartografuara nga Google Earth.



Figura 4.6 Harta e inventarit të rrëshqitjeve.

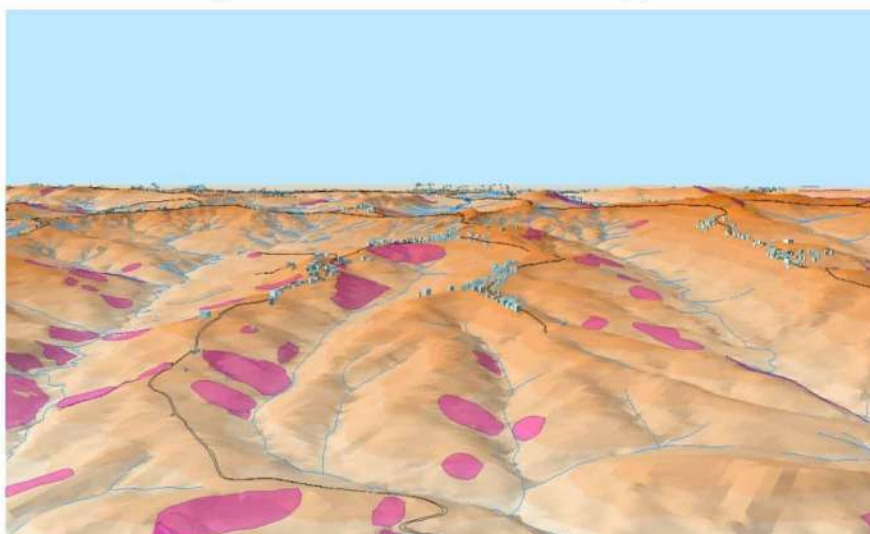


Figura 4.7 Paraqitja në 3D e disa rrëshqitjeve nga harta e inventarit të rrëshqitjeve.

4.2 PËRGATITJA E HARTAVE TË FAKTORËVE

4.2.1.1 Faktori i “Lartësisë mbi nivelin e detit” (Elevation)

Modeli Dixhital i Lartësisë (DEM) për zonën e studimit është krijuar nga të dhënat e përfuara nga matjet e kryera nga ALUIZNI në vitin 2007. Këto matje kanë mbuluar të gjithë territorin e vendit tonë dhe janë me saktësi nga 8 cm / piksel, 20 cm / piksel deri në 35 cm / piksel⁵. Të dhënat e marra për zonën e studimit janë me saktësi nga 8 ÷ 20 cm / piksel.

Duke përdorur metodën *Quantile* harta e *Lartësisë mbi nivelin e detit* është ndarë në 7 klasa: **(1)** <10 m, **(2)** 10 ÷ 30 m, **(3)** 30 ÷ 50 m, **(4)** 50 ÷ 70 m, **(5)** 70 ÷ 90 m, **(6)** 90 ÷ 120 m, **(7)** >120 m, Figura 4.8. Nga analiza statistikore vihet re që 24.5 % e pikselave me rrëshqitje bien në klasën (6), 23.8 % në klasën (5), 21.1 % në klasën (4), 12.5 % në klasën (3), 9.8 % në klasën (7), 7.4 % në klasën (2) dhe 0.9 % në klasën (1). Në Figurën 4.9 tregohen përqindjet e klasave të “*Lartësisë mbi nivelin e detit*” si dhe përqindjet e rrëshqitjeve në çdo klasë. Nga ky grafik vihe re që pjesa më e madhe e rrëshqitjeve është përqëndruar në klasën 50 ÷ 70 m, 70 ÷ 90 m dhe 90 ÷ 120 m.



Figura 4.8 Harta e lartësisë mbi nivelin e detit e ndarë në klasa.

⁵ <https://geoportal.asig.gov.al/map>

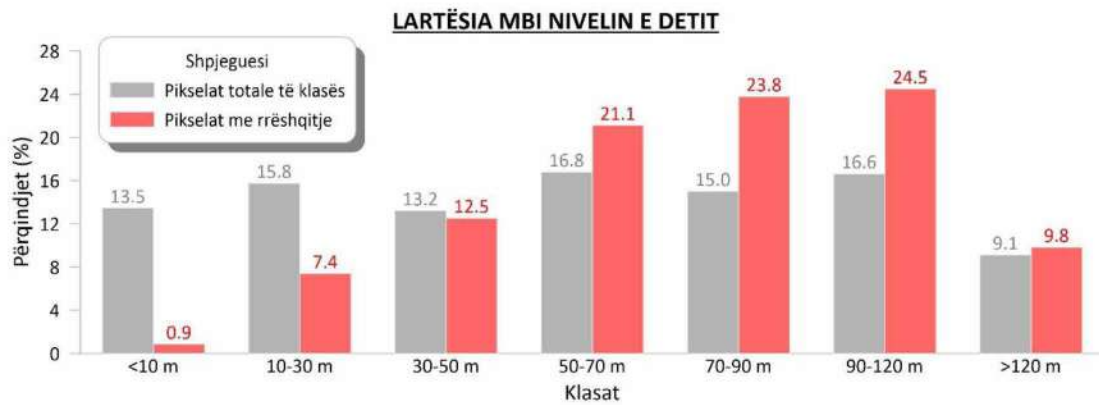


Figura 4.9 Përqindjet e klasave të “Lartësisë mbi nivelin e detit” dhe përqindjet e pranisë së rrëshqitjeve në çdo klasë.

4.2.1.2 Faktori i pjerrësisë së shpatit

Pjerrësia e shpatit është një nga faktorët kryesor që ndikon në ndodhjen e rrëshqitjeve. Harta e pjerrësisë së shpatit për zonën e studimit është krijuar nga DEM që u përshkrua në paragrafin 4.2.1.2, ajo ka të njëjtin numër pikselash me të.



Figura 4.10 Harta e pjerrësisë së shpatit e ndarë në klasa.

Harta e pjerrësisë së shpatit është ndarë në 6 klasa si në vijim: **(1)** Shpat i rrafshët - pjerrësi shumë e butë ($< 5^\circ$), **(2)** Shpat i rrafshët - pjerrësi e butë ($5 \div 15^\circ$), **(3)** Pjerrësi mesatare ($15 \div 25^\circ$), **(4)** Pjerrësi mesatare e lartë ($25 \div 35^\circ$), **(5)** Pjerrësi e lartë ($35 \div 45^\circ$) dhe **(6)** Pjerrësi shumë e lartë ($> 45^\circ$), Figura 4.11.

Nga analiza statistikore vihet re që 43.6 % e pikselave me rrëshqitje bien në klasën (3), 36.7 % në klasën (2), 16.4 % në klasën (4), 2.4 % në klasën (5), 0.9 % në klasën (1) dhe në klasën (6) nuk ka asnjë rrëshqitje. Në figurën e mëposhtme tregohen përqindjet e klasave të pjerrësisë së shpatit si dhe përqindjet e pikselave me rrëshqitje në çdo klasë, Figura 4.11.

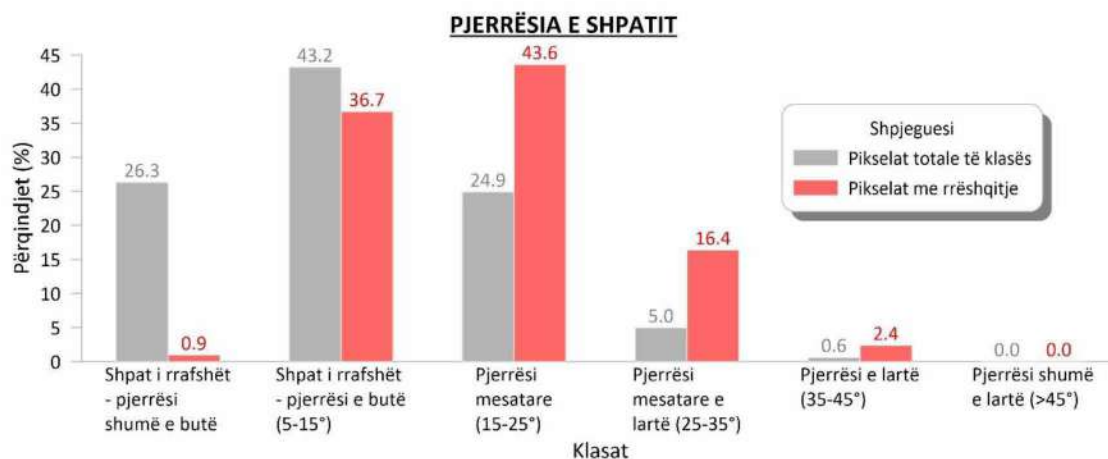


Figura 4.11 Përqindjet e klasave të pjerrësisë së shpatit dhe përqindjet e pranisë së rrëshqitjeve në çdo klasë.

4.2.1.3 Faktori i ndërtimit gjeologjik

Ndërtimi gjeologjik është një faktor shumë i rëndësishëm në qëndrueshmërinë e shpateve (Sarkar, et al., n.d.). Shumica e rrëshqitjeve në zonën e studimit janë të cekta dhe si të tilla i është kushtuar një rëndësi e veçantë gjeologjisë.

Harta gjeologjike për zonën e studimit është marrë nga planshetat gjeologjike në shkallën 1:25.000, zona e studimit mbulohet nga 4 plansheta. Këto plansheta janë marrë nga ShGjSh dhe Arkivi i Naftës në formatin raster, janë gjeoreferuar dhe më pas është bërë dixhitalizimi i tyre. Zona e studimit mbulohet vetëm nga shkëmbinj sedimentarë me moshë Pliocen dhe nga depozitimet e Kuaternarit.

Ashtu siç është përshkruar edhe në seksionin 3.2 dhe duke u mbështetur në punimin e Draçi (2019) zona e studimit ndërtohet nga depozitimet e Pliocenit (Molasat) dhe të Kuaternarit.

Këto depozitime i përkasin dy formacioneve; “Helmësi” dhe “Rrogzhina”. I pari ndërtohet nga argjila, ndërsa e dyti nga ranorë e konglomerate. Ky cikël pliocenik, vendoset në diskordancë mbi formacionet e zonës tektonike Jonike dhe mbi formacionet molasike miocenike. **Formacioni “Helmësi” N₂^{1h}** përbëhet nga disa pako si më poshtë:

N₂^{1h(c)}, kjo pako përbën pjesën e sipërme të formacionit “Helmësi”, me moshë Pliocen i mesëm, vendoset me kufi normal mbi depozitimet e Pliocenit të poshtëm. Në prerje takohën argjila shtresore herë - herë me pamje masive që shpesh ndërthuren me paketa argjilo - ranore ritëm hollë me trashësi shtresash $4 \div 8$ cm si dhe me ndërshtresa alevrolitësh dhe ranorësh me trashësi $15 \div 50$ cm. Më rrallë takohën shtresa të holla dhe thjerrëza mergelore. Në argjilat mbizotëron montmorilloniti dhe

më pak iliti, kloriti, kaoliniti. Këto depozitime ndërtojnë bërthamën e antiklinalit të Kryevidhit.

N₂¹h(dk), depozitimet e kësaj pako përbëhen nga argjila, ranorë e konglomerate, ato lidhen me rrjetin hidrik dhe format e paleorelievit. Këto depozitime gjenden në në anën jugore të zonës së studimit, në afërsi të fshatrave Vilë Bashtovë dhe Ballaj.

Formacioni “Rrogozhina” N₂²rr përbëhet nga disa pako si më poshtë:

N₂²rr(a), pako ranoro – alevrolito – argjilore. Nga ana litologjike depozitimet e kësaj pakoje, përfaqësohen kryesisht nga ranorë, kurse argjilat, takohën më pak, duke mos munguar edhe konglomeratët. Argjilat janë alevrolitore dhe ranorët janë shtresor me trashësi 30 – 50 cm, shtresë trashë me trashësi 0.5 ÷ 3 m, deri në masiv. Brënda prerjes rrallë verehen ndryshime litologjike nga gravelite në konglomerate.

N₂²(b), depozitimet e kësaj pako vendosen normalisht mbi depozitimet e pakos N₂²rr(a), nëpërmjet një horizonti ranoro - konglomeratik i cili është një nivel i ndjekëshëm ne terren. Përbërja litologjike e depozitimeve të kësaj pako, është kryesisht konglomeratike, me ndërthurje të rralla argjilore.

N₂²(c), përfaqësohet nga ranorë shtresor deri në masiv me përmbajtje zajesh konglomeratik që ndryshojnë në shtrirje deri në konglomerate masiv, mbi të cilin vazhdojnë ranorët shtresë trashë e masiv me trashësi 1 ÷ 5 m midis të cilëve takohën horizonte konglomeratik e rrallë alevrolite e argjila.

Në konglomeratet takohën zaje të rrumbullakosur dhe gjysëm të rrumbullakosur të shkëmbinjve magmatikë dhe sedimentarë. Masa çimentuese e konglomerateve dhe zajeve është argjilo-alevrito-ranore, gravelitike dhe e tipit bazal. Në ranorët dhe konglomeratet e këtij formacioni gjenden shtresëzime të pjerrëta e të kryqëzuara, karakteristikë e trashësisë së formacionit mollasik.

N₂²(b+c), pako konglomeratike, me ranor, argjila e alevrolite. Depozitimet e kësaj pako, janë një përzierje e dy pakove të pjesës së sipërme të formacionit “Rrogozhina”. Në rajonin e studimit, konglomeratet e kësaj pako, vendosen mbi pakon ranoro - konglomeratike normalisht, duke formuar shtresa 1 ÷ 2 m, madje në disa raste edhe më të trasha, mbi 6 ÷ 8 m. Ato përbëhen nga zaje dhe popla magmatike, gëlqerore, ranore e kuarci me diametër deri në 10 ÷ 15 cm.

Depozitimet e Kuaternarit – Q

Këto depozitime përqendrohen kryesisht pranë shpateve kodrinore të antiklinalit të Kryevidhit. Përfaqësohen nga argjilat, suargjilat, rërat, surërat, zhavorret, etj. Janë formuar si rezultat i prurjeve të ngurta që sjellin përrenjte, lumi Shkumbin dhe depozitimeve detare. Brënda depozitimeve të Kuaternarit, gjenden disa tipe gjenetike depozitimesh, si më poshtë.

Depozitimet e Holocenit - Q_h

Në këto depozitime janë veçuar: **d, c, p, Qh**. Deluvione, koluvione, proluvione; alevrite, argjila, rëra, copa. Shpesh ndryshojnë facialisht në shtrirje dhe jo rrallë shfaqen edhe zhavorre e zhure me argjila. Gjenden në rrëzën e shpateve te zonës së studimit me trashësi 10 ÷ 30 m.

Depozitimet e Holocenit të poshtëm- alQ_{h1}

Këto depozitime vendosen në pjesët fushore të zonës së studimit, në anën lindore,

perëndimore dhe jugore të saj. Përfaqësohen nga depozitime të shkrufta të origjinës aluviale të përbëra nga rëra, surëra, zhure, zhavore të alternuara me shtresa suargjilore e argjilore. Brënda depozitimeve aluviale janë të pranishme shtresa rërash e zhavorresh ujëmbajtëse.

Depozitimet – eQh₂, rëra, duna të vjetra. Dunat me lartësi më të madhe se 3 ÷ 4 m, më të zhvilluara dhe më të vjetra ndodhen në formë pullash me përhapje të kufizuar. Dunat të cilat janë të stabilizuara, janë të mbuluara pjesërisht nga bimësia.

Depozitimet e sotme - alQh₂. Përhapen në sektorët pranë rrjedhjeve të poshtme të lumit Shkumbin, kurse formimi i tyre, ka përcaktuar një ndërtim shtresor, i cili karakterizon këto depozitime. Në afërsi të shtratit këto toka kanë përbërje mekanike të lehtë, me rëra e suargjila, kurse me largimin nga ky shtrat ato bëhen më të trasha e më të rënda (argjila e suargjila). Zakonisht pranë shtretërve të lumenjve, tokat aluvionale janë pak të trasha (50 cm), kurse poshtë këtij horizonti dalin zhavorre e popla me përmbajtje të madhe lagështie.

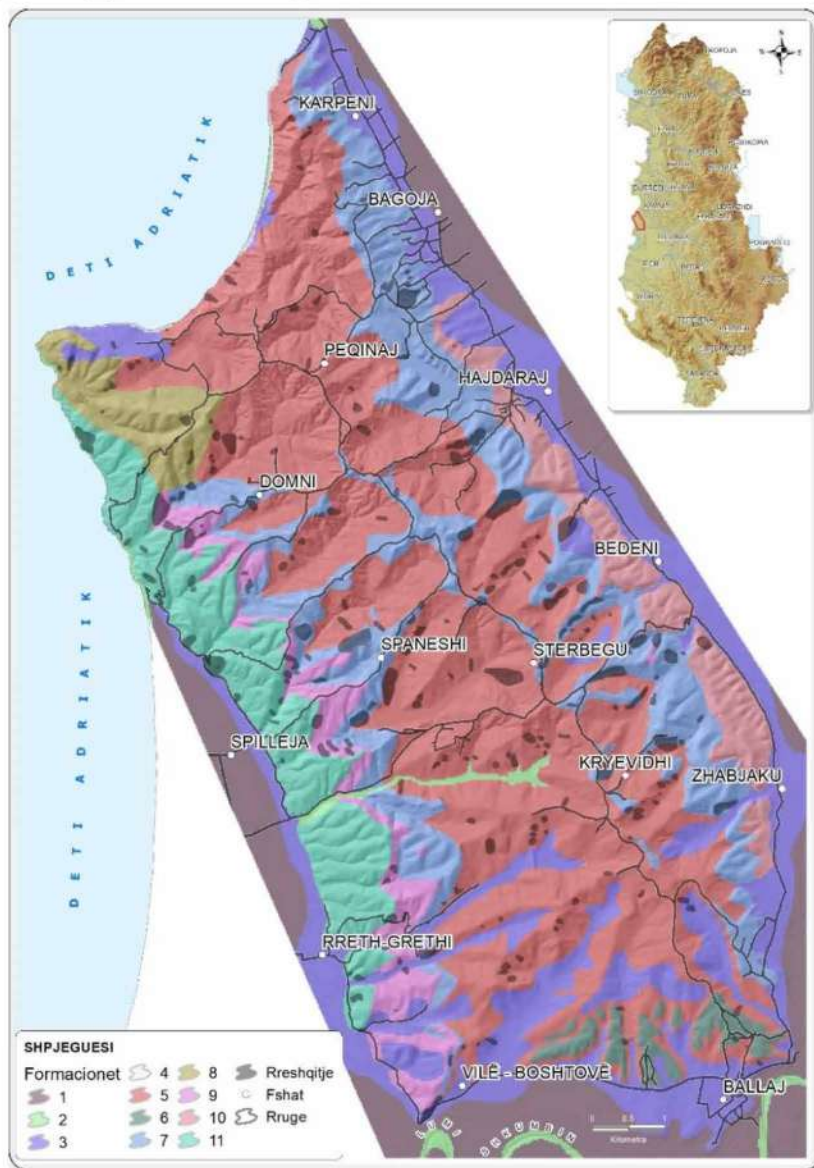


Figura 4.12 Harta gjeologjike e zonës së studimit e ndarë në klasa.

Në bazë të përshkrimeve të mësipërme harta gjeologjike është ndarë në 11 klasa si në vijim:

(1) alQh₁, (2) alQh₂ & eQh₂, (3) d,c,pQh, (4) dQh₂, (5) N₂¹h(c), (6) N₂¹h(dk), (7) N₂²rr(a), (8) N₂²rr(ab), (9) N₂²rr(b), (10) N₂²rr(bc) dhe (11) N₂²rr(c), Figura 4.12.

Nga analiza statistikore e hartës gjeologjike vihet re që 41.5 % e pikselave me rrëshqitje bien në klasën (5), 32.4 % në klasën (7), 9.5 % në klasën (11), 8.9 % në klasën (9), 3.0 % në klasën (3), 2.6 % në klasën (10), 1.8 % në klasën (8), 0.2 % në klasën (6), 0.1 % në klasën (2), në klasën (1) dhe klasën (4) nuk ka asnjë rrëshqitje. Në Figurën 4.13 tregohen përqindjet e klasave të hartës gjeologjike si dhe përqindjet e pikselave me rrëshqitje në çdo klasë.

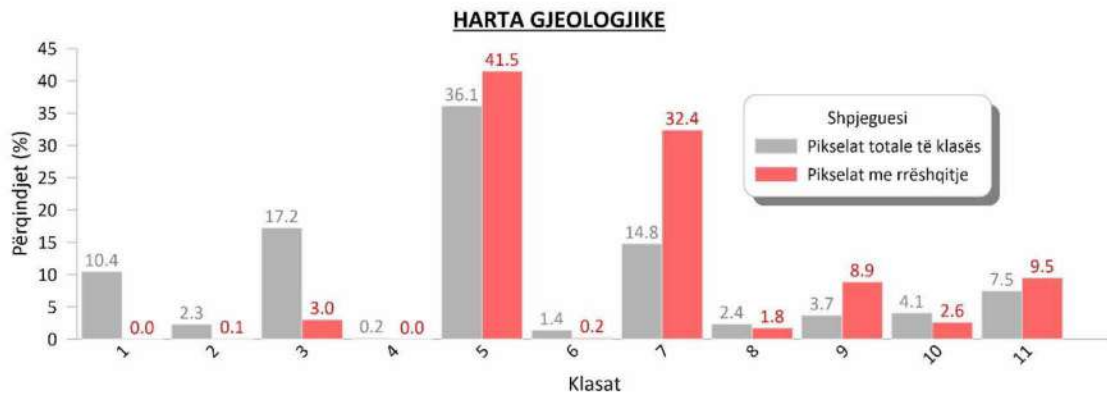


Figura 4.13 Përqindjet e klasave të hartës gjeologjike dhe përqindjet e pranisë së rrëshqitjeve në çdo klasë.

4.2.1.4 Faktori i dendësisë së thyerjeve tektonike

Thyerjet tektonike janë marrë nga harta neotektonike e Shqipërisë, botim i vitit 2018 (Aliaj, et al., 2018). Harta e distancës nga thyerjet tektonike (*Dëndësisë së thyerjeve tektonike*) është ndarë në 5 klasa si ne vijim:

(1) 0 ÷ 500 m, (2) 500 ÷ 1500 m, (3) 1500 ÷ 2500 m, (4) 2500 ÷ 4500 m dhe (5) > 4500 m, Figura 4.14.

Nga analiza statistikore vihet re që 26.5 % e pikselave me rrëshqitje bien në klasën (4), 19.5 % në klasën (3), 18.5 % në klasën (1), 17.9 % në klasën (2) dhe 17.7 % në klasën (5).

Në Figurën 4.15 tregohen përqindjet e klasave të distancës nga thyerjet tektonike si dhe përqindjet e pikselave me rrëshqitje në çdo klasë.

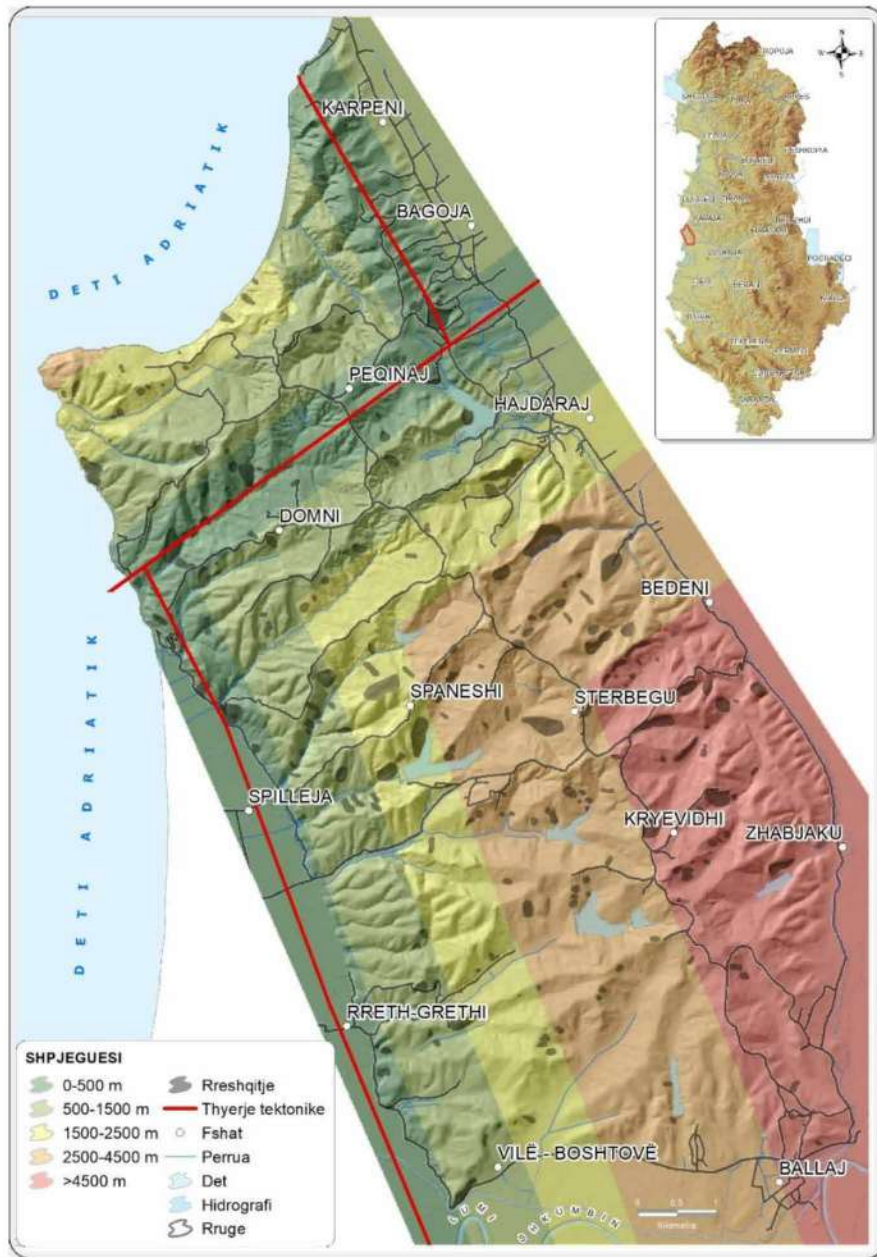


Figura 4.14 Harta e dëndësisë së thyerjeve tektonike e ndarë në klasa.

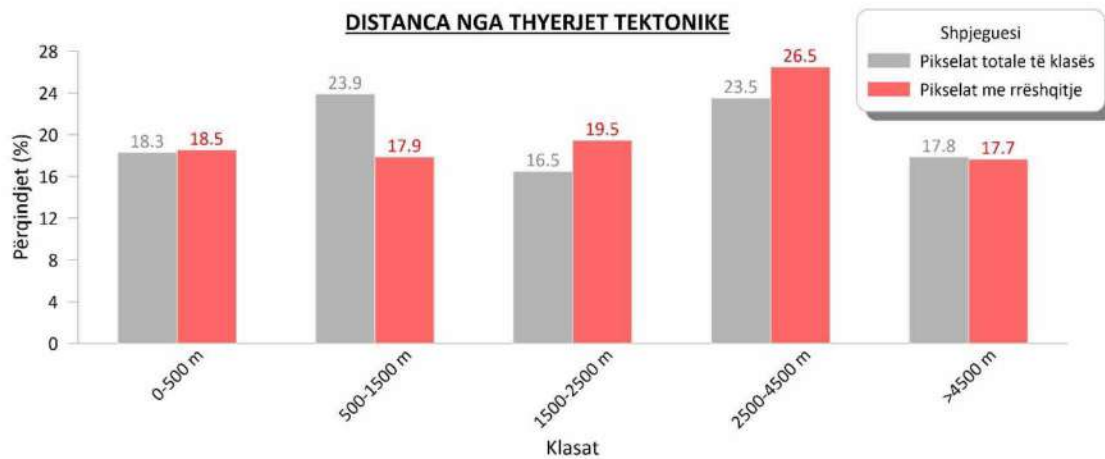


Figura 4.15 Përqindjet e klasave të distancës nga thyerjet tektonike dhe përqindjet e pranisë së rrëshqitjeve në çdo klasë.

4.2.1.5 Faktori i reshjeve atmosferike

Harta e reshjeve atmosferike është krijuar nga të dhenat e marra nga IGJEUM. Harta e reshjeve atmosferike është ndarë në 3 klasa si në vijim: **(1)** < 1100 mm, **(2)** 1100 ÷ 1150 mm dhe **(3)** > 1150 mm, Figura 4.16. Nga analiza statistikore vihet re që 55.9 % e pikselave me rrëshqitje bien në klasën (2), 26.2 % në klasën (3) dhe 17.9 % në klasën (1). Në Figurën 4.17 tregohen përqindjet e klasave të hartës së reshjeve atmosferike si dhe përqindjet e pikselave me rrëshqitje në çdo klasë.



Figura 4.16 Harta e reshjeve atmosferike ndarë në klasa, Burimi: IGJEUM.

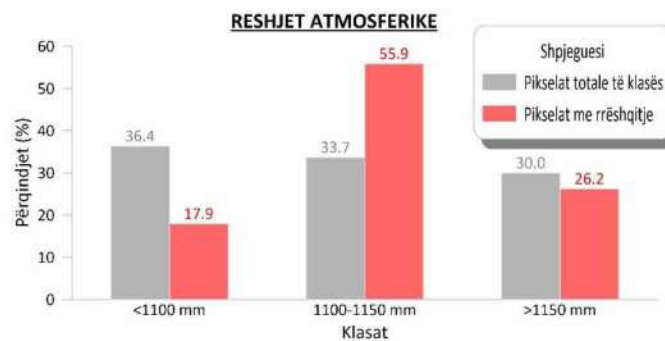


Figura 4.17 Përqindjet e klasave të reshjeve atmosferike dhe përqindjet e pranisë së rrëshqitjeve në çdo klasë.

4.2.1.6 Faktori i përdorimit të tokës (Land cover)

Harta e përdorimit të tokës është marrë nga Corine Landcover 2018⁶. Harta e përdorimit të tokës është ndarë në 13 klasa si në vijim: **(1)** Zonë urbane, **(2)** Tokë e punueshme, pa ujitje, **(3)** Vreshta, **(4)** Pemë frutore dhe plantacione manaferrash, **(5)** Kullota, **(6)** Zona kultivimi komplekse, **(7)** Tokë e zënë kryesisht nga bujqësia, me zona të konsiderueshme të bimësisë natyrore, **(8)** Pyll me gjethe të gjera, **(9)** Kullota natyrore, **(10)** Bimësia sklerofile, **(11)** Zonë me bimësi të rrallë, **(12)** Trupat ujorë dhe **(13)** Det, Figura 4.18.



Figura 4.18 Harta e përdorimit të tokës ndarë në klasa.

Nga analiza statistikore vihet re që 51.9 % e pikselave me rrëshqitje bien në klasën (7), 19.8 % në klasën (2), 12.9 % në klasën (8), 6.3 % në klasën (1), 4.4 % në klasën (9), 2.8 % në klasën (10), 0.5 % në klasën (4) dhe (12), 0.4 % në klasën (5), 0.3 % në klasën (11), 0.2 % në klasën (3), 0 % në klasën (6) dhe (13).

Duke qenë se klasa (12) ka të bëjë me trupat ujorë që janë rezervuar në brendësi të zonës së studimit atëherë në këtë klasë nuk duhet të kishte rrëshqitje, por prania e tyre prej vetëm 0.5 % është si pasojë e shkallës së vogël të hartës së përdorimit të tokës. Në Figurën 4.19 tregohen përqindjet e klasave të hartës së përdorimit të tokës si dhe përqindjet e pikselave me rrëshqitje në çdo klasë.

⁶ <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>



Figura 4.19 Përqindjet e klasave të hartës së përdorimit të tokës dhe përqindjet e pranisë së rrëshqitjeve në çdo klasë.

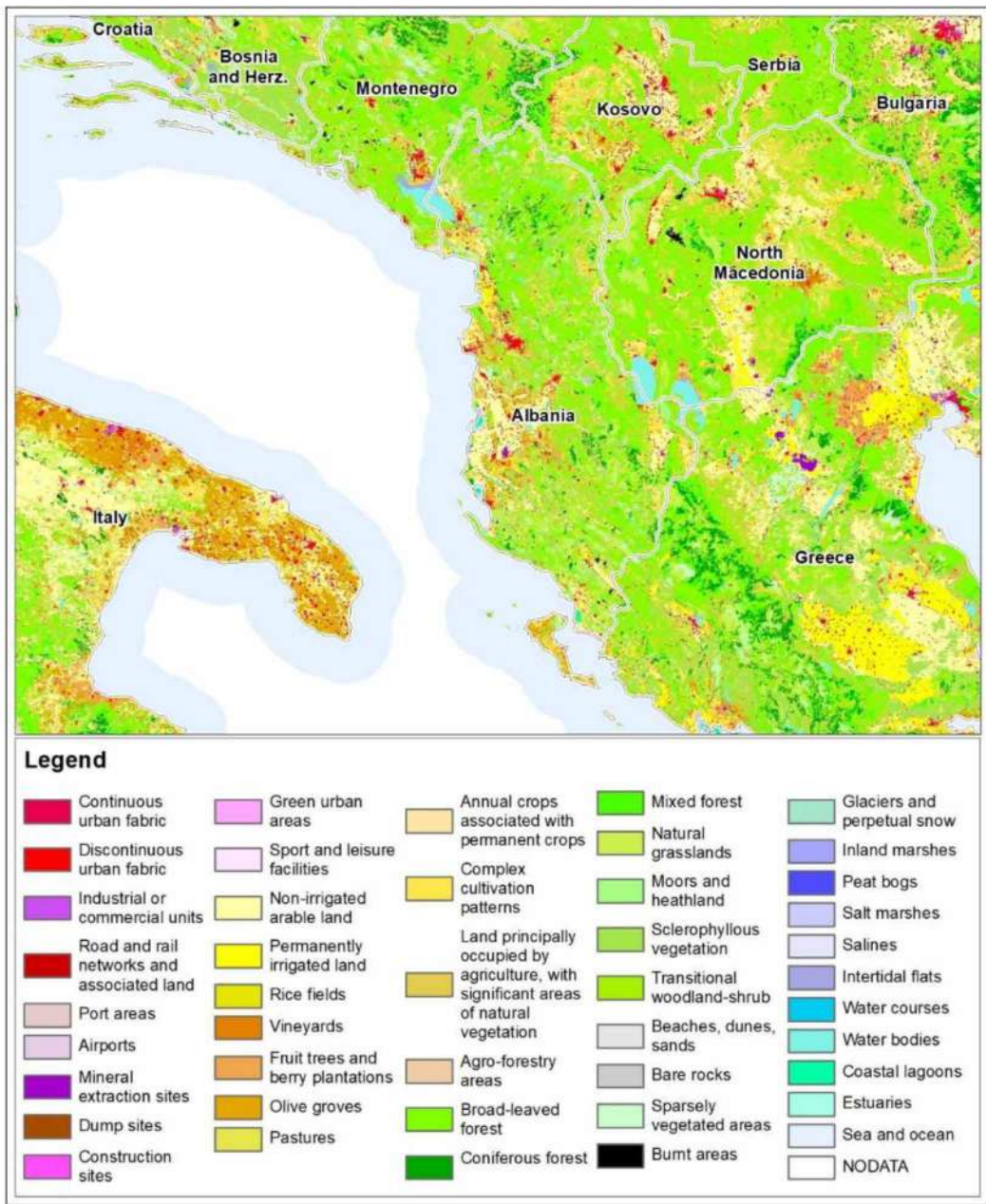


Figura 4.20 Harta “Corine LandCover 2018⁷⁹” e rajonit ku përfshihet Shqipëria.

4.2.1.7 Faktori i rrjetit hidrografik

Për të ndërtuar hartën e distancës nga rrjeti hidrografik (Dëndësia e rrjetit hidrografik), rrjeti hidrografik është përfshur nga dixhitalizimi i hartave topografike në shkallën 1:10.000, të botuara në vitin 1979 dhe është azhurnuar nga DEM e vitit 2007. Krijimi i rrjetit hidrografik nga DEM e vitit 2007 është kryer në menyrë automatike duke krijuar një “Modelbuilder” në GIS.

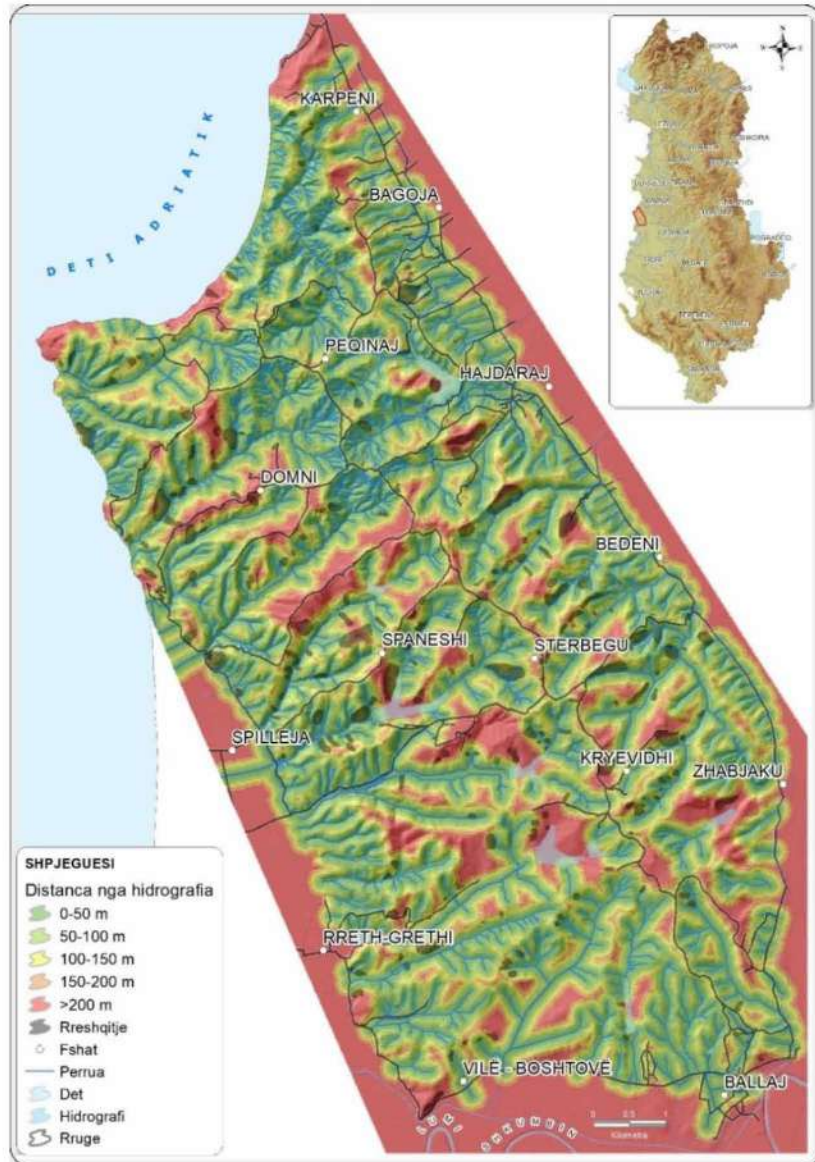


Figura 4.21 Harta e distancës nga rrjeti hidrografik ndarë në klasa.

Harta e distancës nga rrjeti hidrografik është ndërtuar me rrjetin hidrografik të cituar më sipër, kjo hartë është ndarë në 5 klasa si në vijim: **(1)** 0 ÷ 50 m, **(2)** 50 ÷ 100 m, **(3)** 100 ÷ 150 m, **(4)** 150 ÷ 200 m dhe **(5)** > 200 m, Figura 4.21.

Nga analiza statistikore vihet re që 27 % e pikselave me rrëshqitje bien në klasën (2), 25.6 % në klasën (1), 22.6 % bien në klasën (3), 12.5 % në klasën (4) dhe 12.4 % në klasën (5). Në Figurën 4.22 tregohen përqindjet e klasave të hartës së distancës nga hidrografia si dhe përqindjet e pikselave me rrëshqitje në çdo klasë.

⁷ <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>

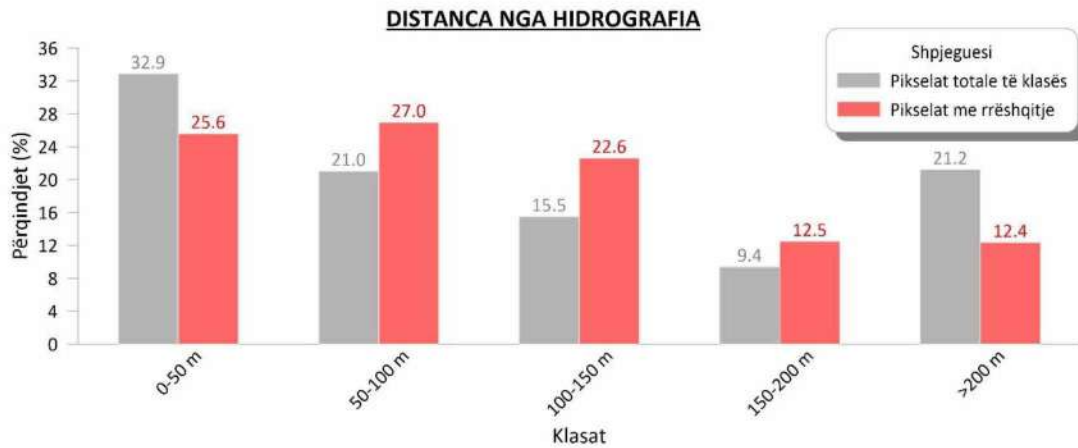


Figura 4.22 Përqindjet e klasave të hartës së distancës nga hidrografia dhe përqindjet e pranisë së rrëshqitjeve në çdo klasë.

4.2.1.8 Faktori NDVI

NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index, Indeksi i Normalizuar i Diferencës së Bimësisë*) është një parametër që përdoret gjerësisht për të interpretuar bimesinë nga imazhet satelitore. Formula për llogaritjen e NDVI-së është si më poshtë, 4-1:

$$NDVI = \frac{(R_{Nir} - R_{Red})}{(R_{Nir} + R_{Red})}$$

Ku :

4-1

R_{Red} – reflektanca e bandës së kuqe;

R_{Nir} – reflektanca e bandës afër infra të kuqes

Vlerat e NDVI-së luhaten nga **-1** në **+1**, vlerat e larta të NDVI-së tregojnë për prani të dendur të bimësisë. Ky tregues në zonën e studimit është llogaritur me anë të imazheve satelitore *Sentinel 2*, Figura 4.23.

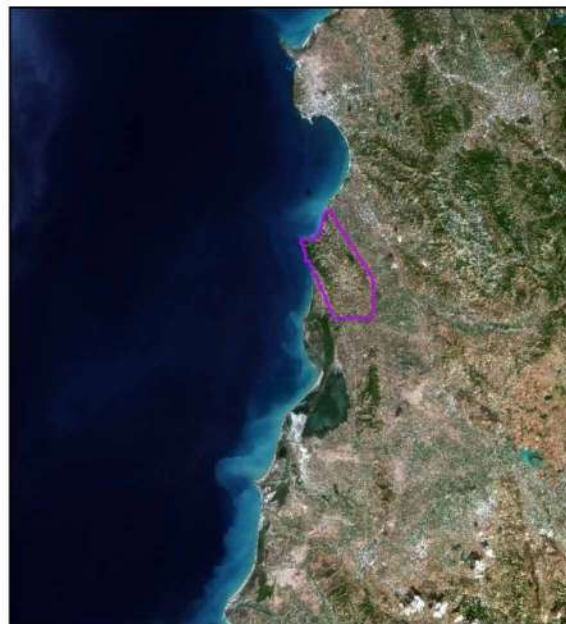


Figura 4.23 Imazhi satelitor Sentinel-2 (RGB), Datë 30/08/2017, që mbulon zonën e studimit.

Harta NDVI është ndarë në 4 klasa si në vijim: **(1)** Ujë (-1 ÷ 0), **(2)** Bimë jo të shëndetshme (0 ÷ 0.33), **(3)** Bimë mesatarisht të shëndetshme (0.33 ÷ 0.66) dhe **(4)** Bimë shumë të shëndetshme (0.66 ÷ 1), Figura 4.24. Nga analiza statistikore vihet re që 53.5 % e pikselave me rrëshqitje bien në klasën (3), 44.4 % në klasën (2) dhe 2.1 % në klasën (4). Në Figurën 4.25 tregohen përqindjet e klasave të hartës NDVI si dhe përqindjet e pikselave me rrëshqitje në çdo klasë.



Figura 4.24 Harta NDVI e ndarë në klasa.

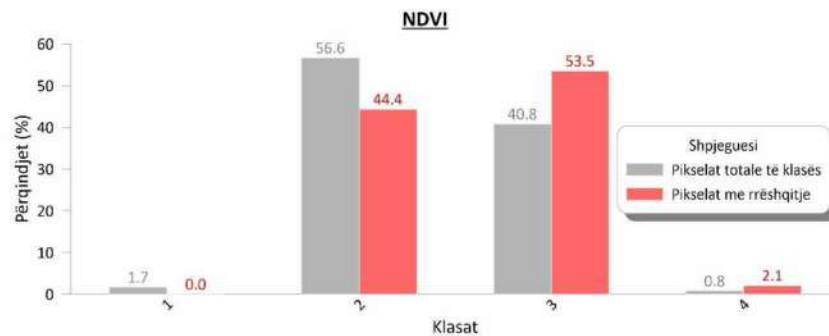


Figura 4.25 Përqindjet e klasave të hartës NDVI dhe përqindjet e pranisë së rrëshqitjeve në çdo klasë.

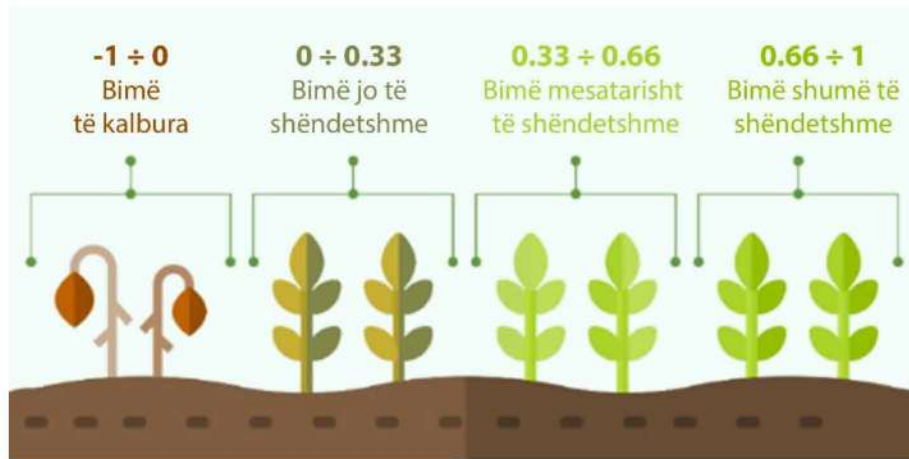


Figura 4.26 Paraqitja grafike e treguesit NDVI⁸.

4.2.1.9 Faktori TWI

“Topographic Wetness Index” TWI është propozuar nga Beven & Kirby (1979). TWI është një tregues i efektit të topografisë në drejtimin e rrjedhës sipërfaqësore dhe në grumbullimin e saj. Ky tregues llogaritet në GIS sipas bllokskëmës së mëposhtme, Figura 4.27.

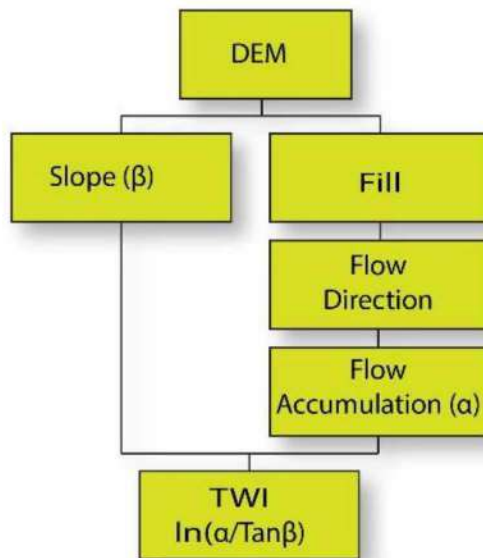


Figura 4.27 Bllokskema e përdorur për të llogaritur TWI.

Harta TWI është krijuar nga DEM, duke përdorur GIS sipas bllokskëmës që tregohet në Figura 4.27.

Harta TWI është ndarë në 4 klasa si në vijim: (1) $0 \div 4.5$, (2) $4.5 \div 6.5$, (3) $6.5 \div 8$ dhe (4) > 8 , Figura 4.29.

Nga analiza statistikore vihet re që 50.7 % e pikselave me rrëshqitje bien në klasën (1), 40.1 % në klasën (2), 6.7 % në klasën (3) dhe 2.5 % në klasën (4). Në Figurën 4.29 tregohen përqindjet e klasave të TWI si dhe përqindjet e pikselave me rrëshqitje në çdo klasë.

⁸ <https://eos.com/blog/ndvi-faq-all-you-need-to-know-about-ndvi>

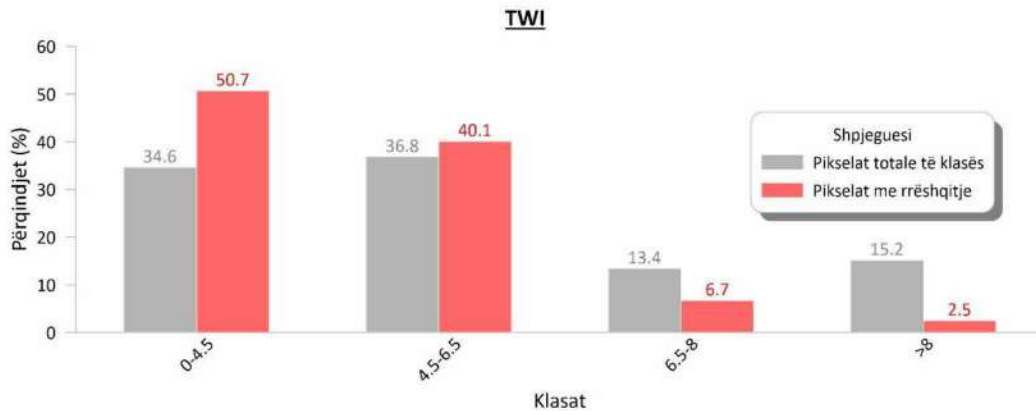


Figura 4.28 Përqindjet e klasave të TWI dhe përqindjet e pranisë së rrëshqitjeve në çdo klasë.

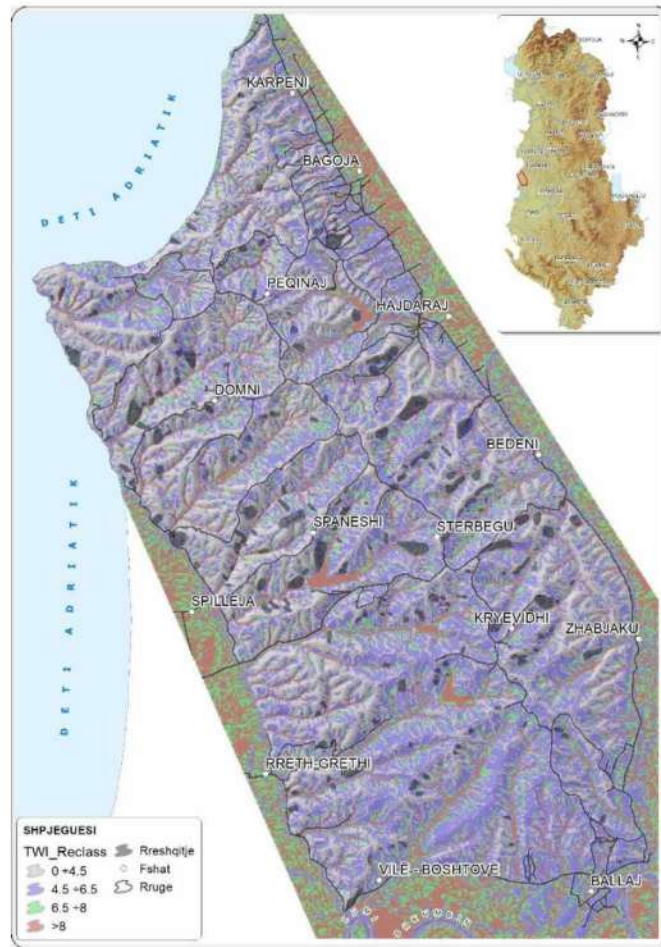


Figura 4.29 Harta TWI e ndarë në klasa.

4.2.1.10 Faktori i orientimit të shpatit (Aspect)⁹

“Orientimi i shpatit” në GIS ka të bëjë me drejtimin e pjerrësisë të çdo pikseli. Për përcaktimin e orientimit të çdo pikseli përdoret kuota e pikselit që do të përcaktohet dhe kuotat e tetë pikselave që ka rrotull tij. Për të përcaktuar orientimin e shpatit përdoren hartat raster DEM ose DTM. Kjo hartë e përcaktuar në këtë mënyrë mund të emërtohet edhe si harta e drejtimit të pjerrësisë. “Orientimi i shpatit” në GIS matet në drejtim të akrepave të orës në gradë nga 0 në 360, Figura 4.30. Zonave të

⁹ <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-aspect-works.htm>

rrafshëta (sheshta) që nuk kanë drejtim të shpatit u jepet një vlerë prej -1. Mbas llogaritjes së orientimit të shpatit për çdo piksel, në bazë të vlerës së këndit bëhet edhe vendosja e simbologjisë përkatëse, Figura 4.30.

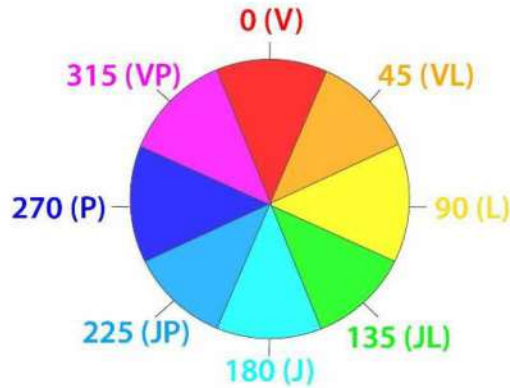


Figura 4.30 Paraqitja grafike e drejtimeve të orientimit të shpatit.

Për të bërë llogaritjen e “Orientimit të shpatit” për çdo piksel përdoret një zonë prej 3 x 3 pikselash rrotull tij, duke përdorur hartën DEM ose DTM çdo piksel përmban kuotën që është e nevojshme, Figura 4.31. Kjo zonë (dritare) lëviz dhe duke përdorur një algoritëm të caktuar bëhet llogaritja e të gjitha pikselave të hartës. Pikselat emërtohen me shkronja nga a në i, pikseli që do të vlerësohet është në qendër dhe shënohet me shkronjën e, Figura 4.31.

a	b	c	96.7	98.7	102.4
d	e	f	99.3	98.3	98.0
g	h	i	99.8	93.0	89.4

Figura 4.31 Në figurën në të majtë paraqitet grafikisht emërtimi i pikselit që do të llogaritet “orientimi i shpatit” (shënuar me shkronjën e) dhe tetë pikselave rrotull tij që janë përdorur për këtë llogaritje (pikselat a, b, c, d, f, g, h dhe i), në figurën në të djathtë jepen kuotat e secilit piksel.

Në vijim paraqitet llogaritja e “Orientimit të shpatit” për pikselin e, që tregohet në figurën e mësipërme, Figura 4.31. Po në të njëjtën figurë tregohen edhe kuotat (z) për çdo piksel. Ky proces kalon në disa hapa, si më poshtë:

1. Kryhet llogaritja e shkallës së ndryshimit të kuotave në drejtimin x;

$$\begin{aligned}
 [dz / dx] &= \frac{((c + 2 \cdot f + i) - (a + 2 \cdot d + g))}{8} \\
 &= \frac{((102.4 + 2 \cdot 98.0) - (96.7 + 2 \cdot 99.3 + 99.8))}{8} \\
 &= -0.913
 \end{aligned}$$

2. Kryhet llogaritja e shkallës së ndryshimit të kuotave në drejtimin y;

$$\begin{aligned}
 [dz / dy] &= \frac{((g + 2 \cdot h + i) - (a + 2 \cdot b + c))}{8} \\
 &= \frac{((99.8 + 2 \cdot 93.0) - (96.7 + 2 \cdot 98.7 + 102.4))}{8} \\
 &= -2.662
 \end{aligned}$$

3. Duke përdorur shkallën e ndryshimit të kuotës në drejtimin **x** dhe në drejtimin **y**, kryhet llogaritja e “Orientimit të shpatit” me formulën e mëposhtme;

$$\begin{aligned}
 \text{"Orientimi i shpatit"} &= 57.29578 * \text{atan2} (-[dz / dx], [dz / dy]) \\
 &= 57.29578 * \text{atan2} (0.913, -2.662) \\
 &= -71.1
 \end{aligned}$$

4. Për të bërë konvertimin e “Orientimit të shpatit” në gradë sipas drejtimin të busullës përdoret rregulli i mëposhtëm:

$$\begin{aligned}
 &\text{if "Orientimi i shpatit"} < 0 \\
 &\quad \text{pikseli} = 90.0 - \text{"Orientimi i shpatit"} \\
 &\quad \text{else if "Orientimi i shpatit"} > 90.0 \\
 &\quad \text{pikseli} = 360.0 - \text{"Orientimi i shpatit"} + 90.0 \\
 &\quad \text{else pikseli} = 90.0 - \text{"Orientimi i shpatit"}
 \end{aligned}$$

5. Duke qenë se “Orientimi i shpatit” ka rezultuar -71.1, atëherë për ta kthyer në gradë është përdorur rregulli i mëposhtëm:

$$\begin{aligned}
 \text{pikseli} &= 90.0 - \text{"Orientimi i shpatit"} \\
 \text{pikseli} &= 90.0 - (-71.1) \\
 \text{pikseli} &= 161.1^\circ
 \end{aligned}$$

“Orientimi i shpatit” për pikselin **e**, ka rezultuar 161.1°, që do të thotë se orientimi i tij është sipas jugut. Pasi kryhet kjo llogaritje pikseli ngjyroset me ngjyrën përkatëse sipas legjendës në figurën e mëposhtme, Figura 4.32. Në të njëjtën mënyrë bëhet llogaritja e “Orientimit të shpatit” për të gjitha pikselat e hartës.

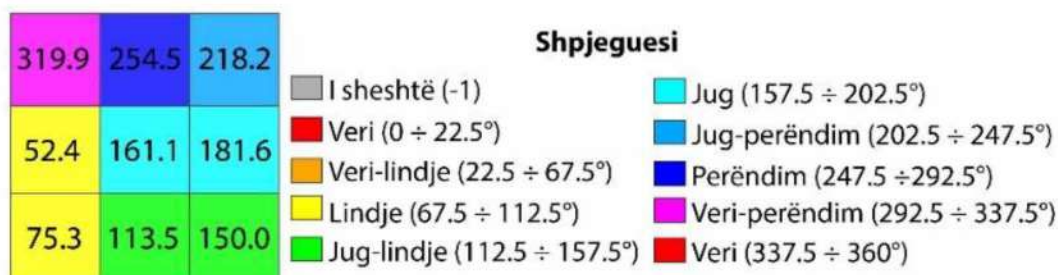


Figura 4.32 Rezultatet e llogaritjes së “Orientimit të shpatit” për shembullin e trajtuar më sipër.

Harta e “Orientimit të shpatit” për zonën e studimit është krijuar nga DEM që u përshkrua në paragrafin 4.2.1.2. Kjo hartë është ndarë në 10 klasa si në vijim: **(1)** E sheshtë (-1), **(2)** Veri (0 ÷ 22.5°), **(3)** Veri-lindje (22.5 ÷ 67.5°), **(4)** Lindje (67.5 ÷ 112.5°), **(5)** Jug - lindje (112.5 ÷ 157.5°), **(6)** Jug (157.5 ÷ 202.5°), **(7)** Jug-perëndim (202.5 ÷ 247.5°), **(8)** Perëndim (247.5 ÷ 292.5°), **(9)** Veri-perëndim (292.5 ÷ 337.5°) dhe **(10)** Veri (337.5 ÷ 360°), Figura 4.34.

Nga analiza statistikore vihet re që 33.8 % e pikselave me rrëshqitje bien në klasën (5), 19.2 % në klasën (4), 14.5 % në klasën (6), 9.6 % në klasën (7), 7.0 % në klasën (9), 5.5 % në klasën (3), 4.6 % në klasën (8), 3.7 % në klasën (1), 2.0 % në klasën (2) dhe në klasën (1) nuk ka asnjë rrëshqitje. Në Figura 4.33 tregohen përqindjet e klasave të orientimit të shpatit si dhe përqindjet e pikselave me rrëshqitje në çdo klasë, Figura 4.33.

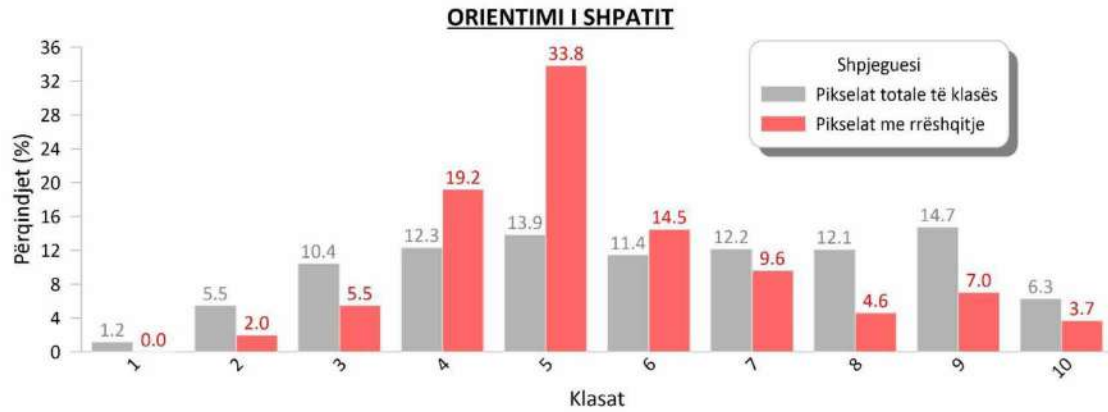


Figura 4.33 Përqindjet e klasave të Orientimit të Shpatit dhe përqindjet e pranisë së rrëshqitjeve në çdo klasë.

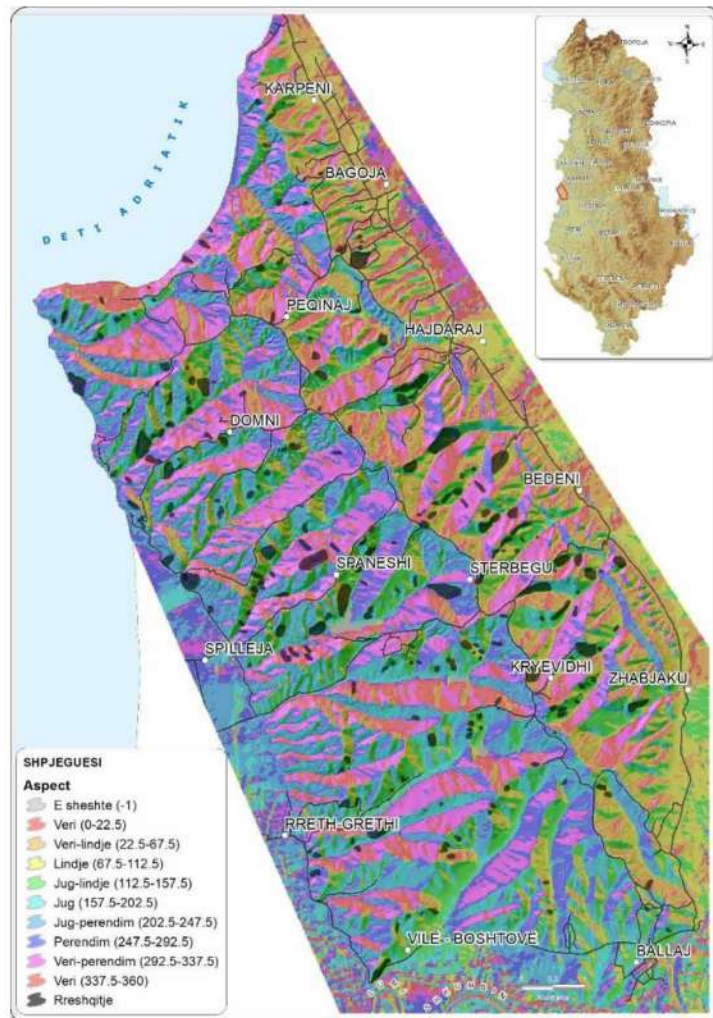


Figura 4.34 Harta e orientimit të shpatit e ndarë në klasa.

4.2.1.11 Faktori i formës së shpatit (Curvature)¹⁰

Tre format bazë të shpatit janë: **(1)** divergjent ose i mysët, **(2)** planar ose i drejtë dhe **(3)** konvergjent ose i lugët, siç u përshkruan edhe në seksionin 2.2.1.3.2. Në GIS përdoren dy drejtime për vlerësimin e tyre, njëri është sipas rënies së shpatit dhe tjetri është sipas shtrirjes së tij, duke gjeneruar në këtë mënyrë dy harta të ndryshme raster: 1. Forma e shpatit sipas rënies (*Profile Curvature*), 2. Forma e shpatit sipas shtrirjes (*Plan Curvature*), Figura 4.35.

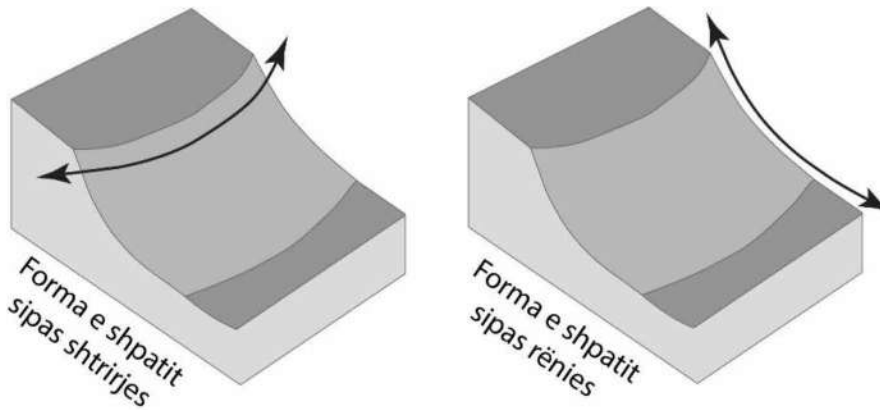


Figura 4.35 Ilustrimi grafik i drejtimit të vlerësimit të formës së shpatit sipas shtrirjes dhe sipas rënies.

Forma e shpatit sipas rënies ose profili tërthor: Vlerësohet sipas rënies së shpatit ose sipas drejtimit të pjerrësisë maksimale. Vlerat negative tregojnë që forma në piksel është konvekse, vlerat pozitive tregojnë për formë konkave dhe vlerat zero tregojnë për sipërfaqe lineare, apo shpat të drejtë.

Forma e shpatit sipas drejtimit të shtrirjes ose profili gjatësor: Vlerësohet sipas shtrirjes, pingul me drejtimin e pjerrësisë maksimale. Vlerat pozitive tregojnë që forma në piksel është konvekse, vlerat negative tregojnë për formë konkave dhe vlerat zero tregojnë për sipërfaqe lineare, apo shpat të drejtë.

Pjerrësia e shpatit ndikon në ritmet e lëvizjes sipas shpatit. “Orientimi i shpatit” përcakton drejtimin e levizjes. “Forma e shpatit sipas rënies” ndikon në përshpejtimin dhe ngadalësimin e lëvizjes në sipërfaqe. “Forma e shpatit sipas shtrirjes” ndikon në konvergjençën dhe divergjencën e levizjes në të gjithë sipërfaqen. Duke marrë në konsideratë këta dy tregues arrijmë të kuptojmë më mire rrjedhën nëpër një sipërfaqe.

Shembull për llogaritjen e formës së shpatit.¹¹

Mjeti “Curvature” llogarit derivatin e rendit të dytë për çdo piksel të hartës raster DEM. Për çdo piksel përdoret një funksion polinomial i rendit të katërt i formës $Z = Ax^2y^2 + Bx^2y + Cxy^2 + Dx^2 + Ey^2 + Fxy + Gx + Hy + I$ në një sipërfaqe të përbërë nga 3 x 3 piksel. Koeficientet a, b, c, etj llogariten nga sipërfaqja.

Marëdhënia midis koeficientëve dhe nëntë vlerave të kuotave për çdo piksel tregohen në figurën e mëposhtme, Figura 4.36.

¹⁰ <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/curvature-function.htm>

¹¹

<https://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//00q90000000t000000>

$$A = [(Z1 + Z3 + Z7 + Z9) / 4 - (Z2 + Z4 + Z6 + Z8) / 2 + Z5] / L^4$$

$$B = [(Z1 + Z3 - Z7 - Z9) / 4 - (Z2 - Z8) / 2] / L^3$$

$$C = [(-Z1 + Z3 - Z7 + Z9) / 4 + (Z4 - Z6) / 2] / L^3$$

$$D = [(Z4 + Z6) / 2 - Z5] / L^2$$

$$E = [(Z2 + Z8) / 2 - Z5] / L^2$$

$$F = (-Z1 + Z3 + Z7 - Z9) / 4L^2$$

$$G = (-Z4 + Z6) / 2L$$

$$H = (Z2 - Z8) / 2L$$

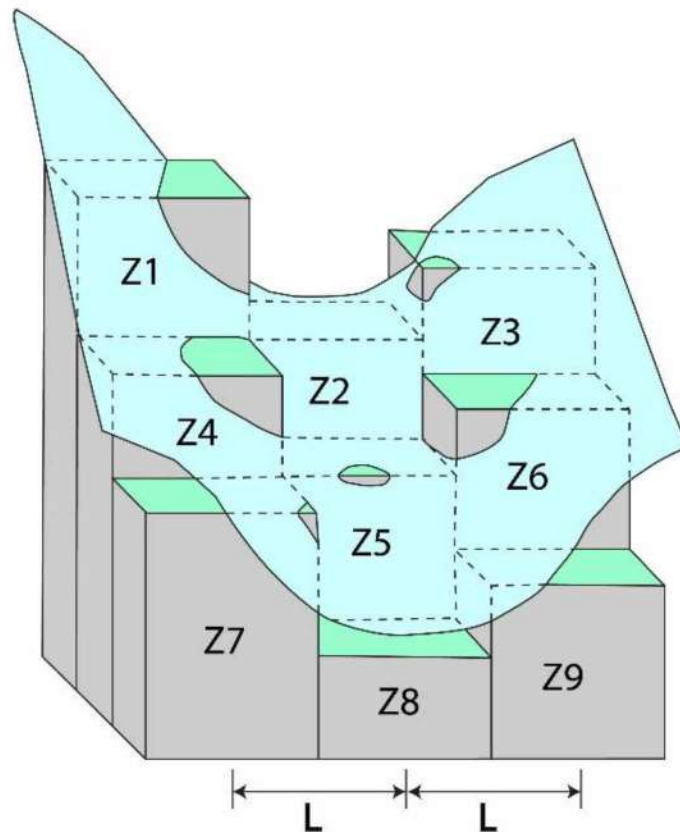


Figura 4.36 Diagrama me kuotat e nëntë pikselave (3 x 3 piksela) që përdoren për vlerësimin e formës së shpatit.

Harta “*Forma e shpatit sipas shtrirjes*” është krijuar nga DEM e përshkruar në paragrafin 4.2.1.1. Kjo hartë është ndarë në 3 klasa si në vijim: (1) Konkave, (2) E sheshtë dhe (3) Konvekse, Figura 4.42.

Nga analiza statistikore vihet re që 50.5 % e pikselave me rrëshqitje bien në klasën (1), 49.3 % në klasën (3) dhe 0.2 % në klasën (2).

Në figurën e mëposhtme tregohen përqindjet e klasave të hartës “*Forma e shpatit sipas shtrirjes*” si dhe përqindjet e pikselave me rrëshqitje në çdo klasë të kësaj harte, Figura 4.37.

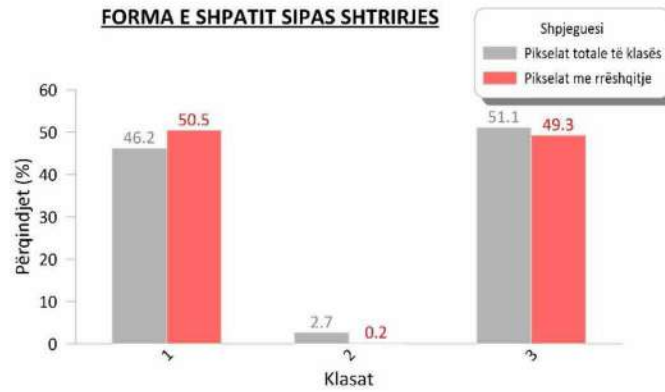


Figura 4.37 Përqindjet e klasave të hartës “Forma e shpatit sipas shtrirjes” dhe përqindjet e pranisë së rrëshqitjeve në çdo klasë.



Figura 4.38 Harta “Forma e shpatit sipas shtrirjes” ndarë në klasa.

Harta “*Forma e shpatit sipas rënies*” është krijuar gjithashtu nga DEM e pershkuar në paragrafin 4.2.1.1. Kjo harte është ndarë në 3 klasa si në vijim: (1) Konkave, (2) E sheshtë dhe (3) Konvekse, Figura 4.40. Nga analiza statistikore vihet re që 57.4 % e pikselave me rrëshqitje bien në klasën (3), 42.4 % në klasën (1) dhe 0.2 % në klasën (2). Në figurën e mëposhtme tregohen përqindjet e klasave të hartës “Forma e shpatit sipas rënies” si dhe përqindjet e pikselave me rrëshqitje në çdo klasë të kësaj harte, Figura 4.39.

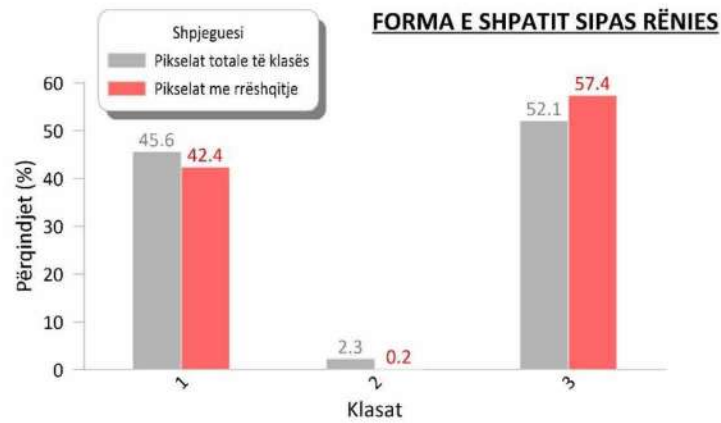


Figura 4.39 Përqindjet e klasave të hartës “Forma e shpatit sipas rënies” dhe përqindjet e pranisë së rrëshqitjeve në çdo klasë.



Figura 4.40 Harta “Forma e shpatit sipas rënies” ndarë në klasa.

4.2.1.12 Faktori i dendësisë së rrjetit rrugor

Harta e rrjetit rrugor është ndërtuar duke dixhitalizuar të gjitha rrugët nga ortofotot e vitit 2007, 2015 dhe plotësuar nga Google Earth deri në ditet e sotme, Figura 4.41.

Harta e distancës nga rrjeti rrugor është ndarë në 5 klasa si në vijim: **(1)** $0 \div 50$ m, **(2)** $50 \div 150$ m, **(3)** $150 \div 300$, **(4)** $300 \div 450$ m dhe **(5)** > 350 m, Figura 4.42.

Nga analiza statistikore vihet re që 28.8 % e pikselave me rrëshqitje bien në klasën (5), 22.1 % në klasën (3), 21.8 % në klasën (2), 19.0 % në klasën (4) dhe 8.3 % në klasën (1). Në Figurën 4.43 tregohen përqindjet e klasave të hartës së distancës nga rrjeti rrugor si dhe përqindjet e pikselave me rrëshqitje në çdo klasë.

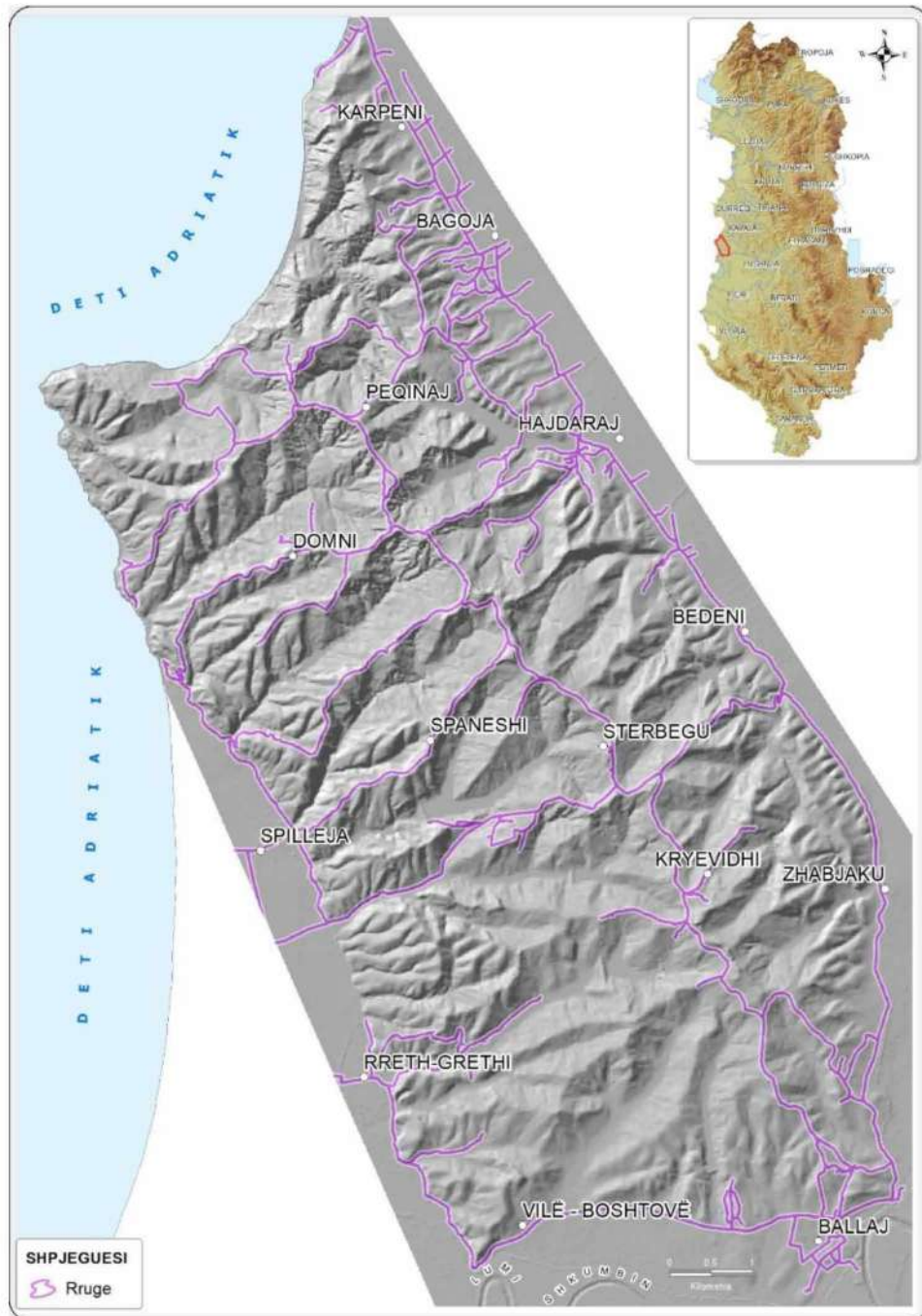


Figura 4.41 Harta e rrjetit rrugor.

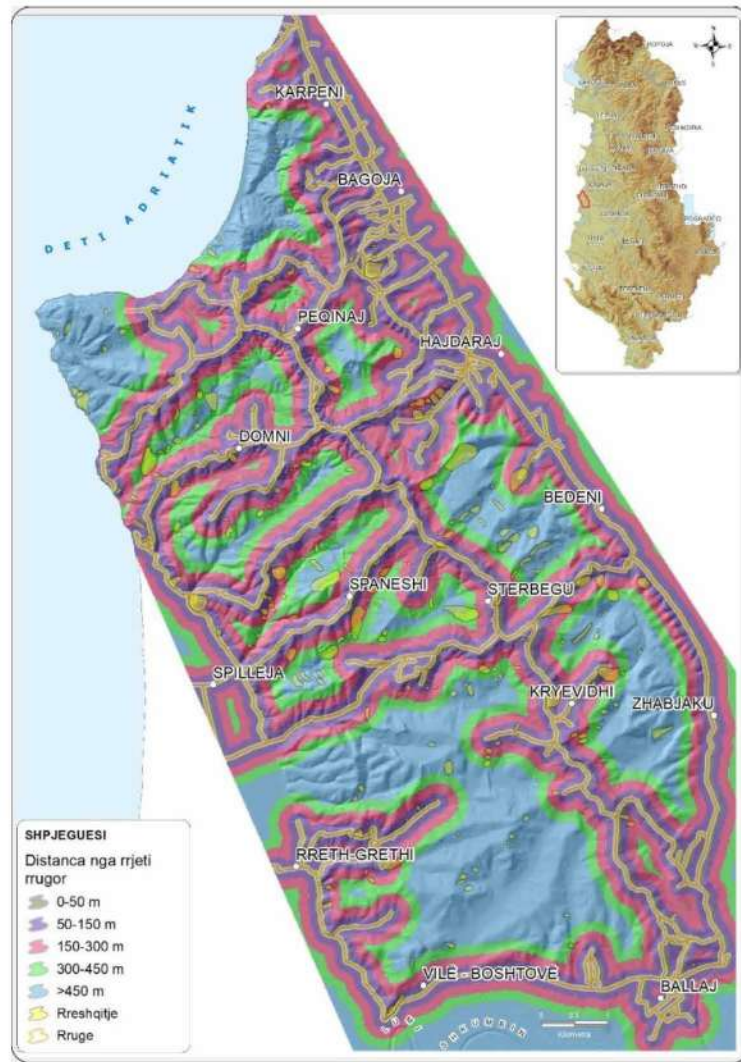


Figura 4.42 Harta e distancës nga rrjeti rrugor ndarë në klasa.

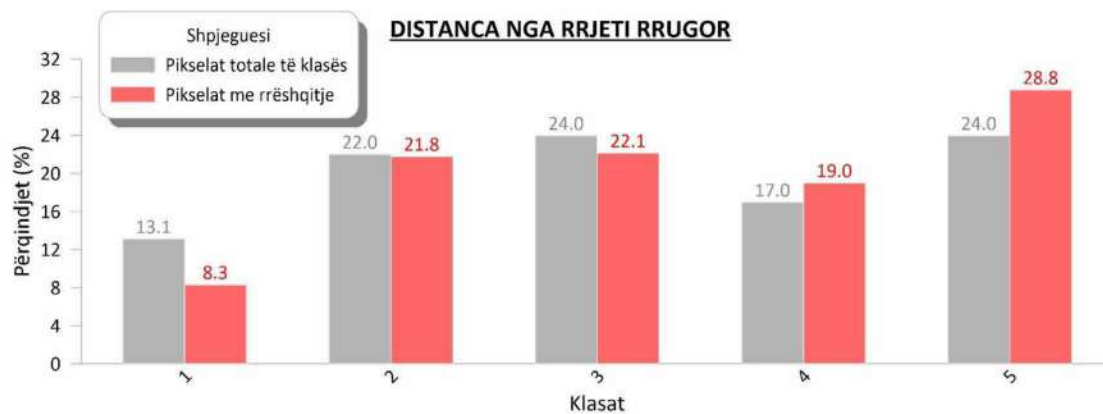


Figura 4.43 Përqindjet e klasave të hartës së distancës nga rrjeti rrugor dhe përqindjet e pranisë së rrëshqitjeve në çdo klasë.

4.2.1.13 Faktori i distancës nga ndërtesat

Harta me ndërtesat është përgatitur duke dixhitalizuar të gjitha ndërtesat në zonën e studimit duke përdorur ortofotot e vitit 2007, 2015 dhe plotësuar nga Google Earth deri në ditët e sotme Figura 4.44, Figura 4.45.

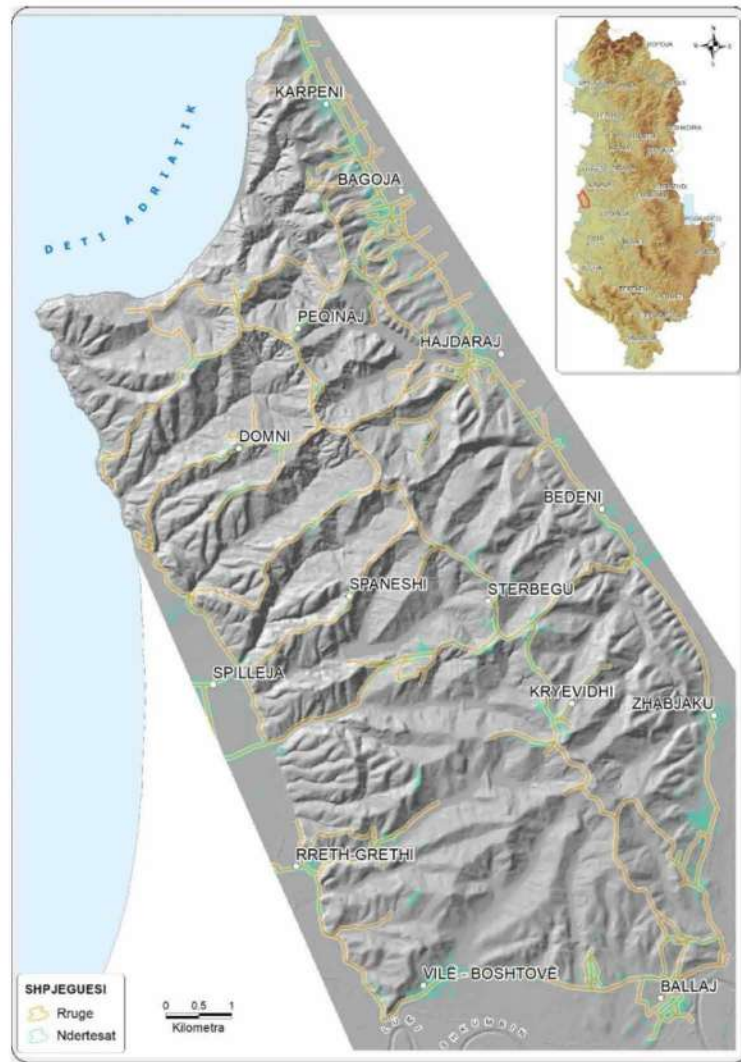


Figura 4.44 Harta me ndërtesat.

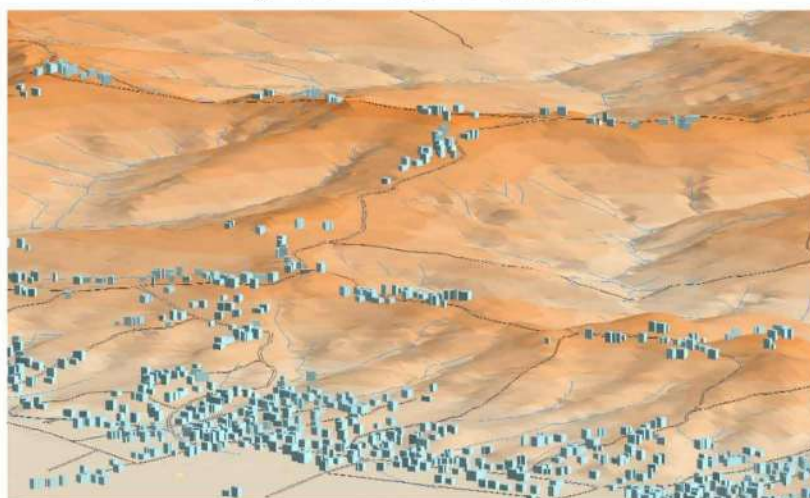


Figura 4.45 Paraqitja në 3D e ndërtesave të dixhitalizuara për një pjesë të vogël të zonës së studimit.

Harta e distancës nga ndërtesat është ndarë në 6 klasa si në vijim: **(1)** 0 ÷ 50 m, **(2)** 50 ÷ 150 m, **(3)** 150 ÷ 300, **(4)** 300 ÷ 450 m, **(5)** 450 ÷ 600 m dhe **(6)** > 600 m, Figura 4.46. Nga analiza statistikore vihet re që 22.4 % e pikselave me rrëshqitje bien në klasën (3), 19.7 % në klasën (4), 18.8 % në klasën (5), 17.8 % në klasën (2), 14.5 % në klasën (6) dhe 6.8 % në klasën (1). Në Figurën 4.47 tregohen përqindjet e klasave të hartës së distancës nga rrethir rrugor si dhe përqindjet e pikselave me rrëshqitje në çdo klasë.

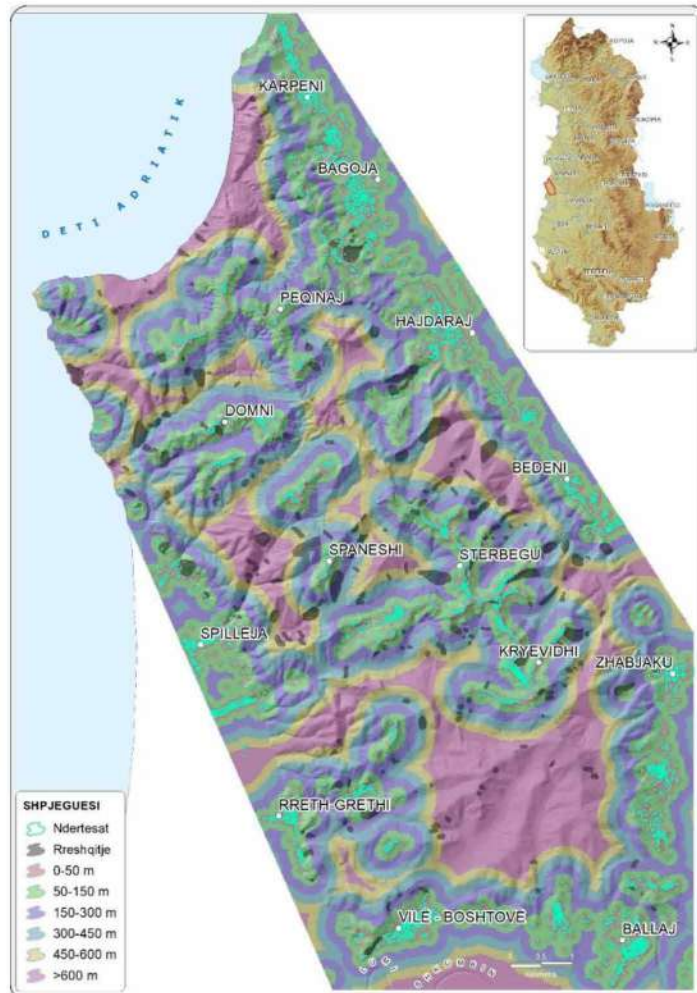


Figura 4.46 Harta e distancës nga ndërtesat ndarë në klasa.

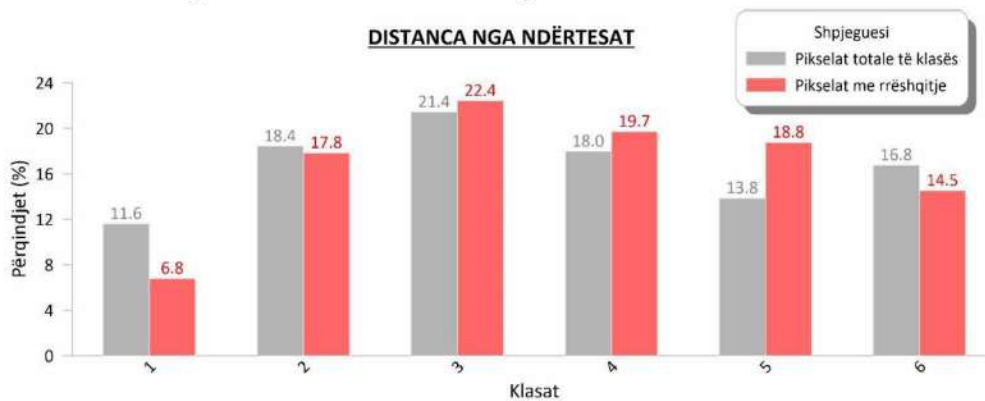


Figura 4.47 Përqindjet e klasave të hartës së distancës nga ndërtesat dhe përqindjet e pranisë së rrëshqitjeve në çdo klasë.

5 ZBATIMI I METODAVE STATISTIKORE NË VLERËSIMIN E SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE

5.1 HYRJE

Për të vlerësuar suseptibilitetin e rrëshqitjeve në zonën e studimit janë përdorur dy metoda bivariate (*Information Values (IV)* dhe *Weights of evidence (WoE)*) dhe dy metoda multivariate (*Analiza Diskriminante (AD)* dhe *Analiza e Regresionit Logjistik (ARL)*). Siç është përshkruar në kapitullin 4 në zonën e studimit janë hartografuar 379 rrëshqitje duke përdorur teknika të ndryshme si: hartografimin nga hartat topografike, hartografimin fushor, hartografimin nga imazhet LIDAR dhe hartografimin nga Google Earth. Zona e studimit ka një sipërfaqe prej ~ 98 Km², duke u bazuar në Tabelën 5.1 hartat e zonimit të suseptibilitetit janë përgatitur në shkallën 1:25 000 (AGS, 2007a). Kjo shkallë krahas sipërfaqes së zonës së studimit kushtëzohet edhe nga shkalla e hartave topografike të përdorura.

Tabela 5.1 Shkallët e hartës së zonimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve (Sipas (AGS, 2007a)).

Përshkrimi i shkallës	Intervali i shkallëve	Sipërfaqja e zonës së hartografuar
E vogël	< 1:100.000	>10.000 km ²
Mesatare	1:100.000 - 1:25.000	1000 - 10.000 km ²
E madhe	1:25.000 - 1:5.000	10 - 1000 km ²
E detajuar	> 1:5.000	Disa hektarë deri në disa dhjetra km ²

Për të përshpejtuar procesin e kryerjes së analizave të suseptibilitetit të rrëshqitjeve për këtë punim janë ndërtuar disa “*Modelbuildera*”.

5.2 PËRZGJEDHJA E FAKTORËVE SHKAKTARË QË DO TË PËRDOREN PËR TË VLERËSUAR SUSEPTIBILITETIN E RRËSHQITJEVE

Për vlerësimin e suseptibilitetit të rrëshqitjeve në zonën e studimit janë marrë në analizë të gjithë hartat e faktoreve (14 faktorë) që janë trajtuar në Seksionin 4.2 të cilët janë: *Lartësia mbi nivelin e detit, pjerrësia e shpatit, Ndërtimi gjeologjik, Dendësia e thyerjeve tektonike, Reshjet atmosferike, Përdorimi i tokës, Dendësia e rrjetit hidrografik, NDVI, TWI, Orientimi i shpatit, Forma e shpatit sipas shtrirjes, Forma e shpatit sipas rënies, Dendësia e rrjetit rrugor dhe Distanca nga ndërtesat.*

Në vijim është saktësuar se për disa metoda të vlerësimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve është e nevojshme përdorimi i disa teknikave statistikore për të kontrolluar kushtin e pavarësisë së kushtezuar të hartave të faktorëve. Kjo analizë ka çuar në zvoglimin e numrit të faktorëve që janë marrë në konsideratë për vlerësimin e suseptibilitetit të rrëshqitjeve.

5.3 PËRZGJEDHJA E NJËSIVE HARTOGRAFUESE

Njësia hartografuese është njësia më e vogël hapsinore e cila përftohet duke e ndarë sipërfaqen e zonës së studimit në njësi homogjene (Ba, et al., 2018). Në praktikën e vlerësimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve përdoren tipe të ndryshme njësish hartografuese si: rrjeta drejtëkëndore (Piksela), njësi pjerrësie, etj, Figura 5.1, Figura 5.2.

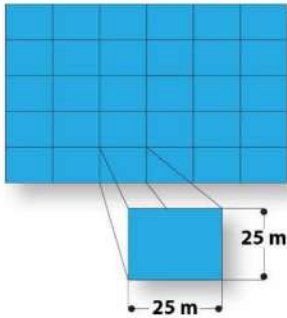


Figura 5.1 Paraqitja skematike e përdorimit të pikselave si njësi hartografuese.

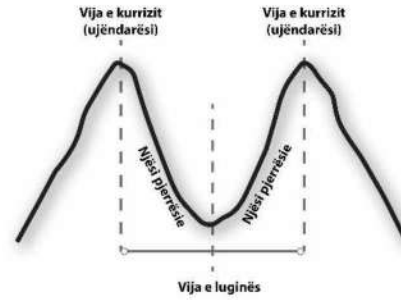


Figura 5.2 Paraqitja skematike e ndarjes së njësite të pjerrësisë, Sipas (Ba, et al. 2018).

Rrjetat drejtekendore kanë një përdorim të gjërë në vlerësimin e suseptibilitetit të rrëshqitjeve, ato e ndajnë zonën e studimit në njësi të vogla drejtekendore të quajtuara piksela. Pikselat gjenerohen në mënyrë automatike në GIS duke përcaktuar dimensionin e tyre. Zgjedhja e dimensioneve të pikselave është shumë e rëndësishme, Figura 5.1. Duke u bazuar në sipërfaqen e zonës së studimit dhe në literaturë në këtë punim madhësia e një pikseli është marrë 25 x 25 m.

Në figurën e mesipërme paraqitet në mënyrë skematike ndarja e zonës së studimit në njësi të pjerrësisë, kjo metodë bazohet në marrjen në konsideratë të ujëndarësve (Ba, et al., 2018), Figura 5.2.

5.4 NDARJA E INVENTARIT TË RRËSHQITJEVE NË NJËSI TRAJNUESE DHE NJËSI TESTUESE

Në mënyrë që të kontrollojmë saktësinë e zonimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve është shumë e nevojshme ndarja e hartës së inventarit të rrëshqitjeve në dy pjesë, në *njësi trajnuese (Training)* dhe *njësi testuese (Testing)*. Kjo ndarje nënkupton që disa rrëshqitje të përdoren për të krijuar hartën e zonimit dhe për të kontrolluar saktësinë e saj dhe pjesa tjetër për ta testuar zonimin nëse është i përshtatshëm edhe në zonën jashtë këtyre rrëshqitjeve. Ndarja e hartës së inventarit mund të bëhet **në kohë, në hapsirë dhe ndarje e rastësishme** (Chung & Fabbri, 2003). Në figurën e mëposhtme paraqitet një shembull i ndarjes në hapsirë, Figura 5.3 (Chung & Fabbri, 2003).

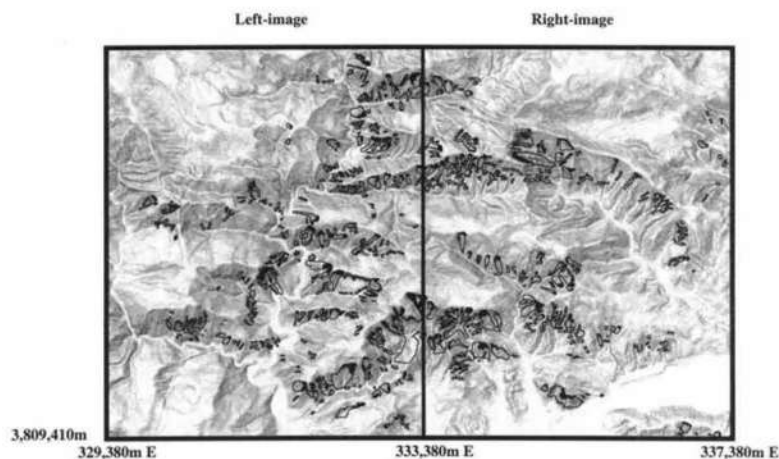


Figura 5.3 Shembull i ndarjes në hapsirë të inventarit të rrëshqitjeve, sipas (Chung & Fabbri, 2003).

Ndarja në kohë nënkupton që zgjidhet një vit që do të shërbejë si ndarës midis dy grupimeve, psh viti 1990. Të gjitha rrëshqitjet që kanë ndodhur para këtij viti

përdoren në analizë për të kryer zonimin e suseptibilitetit të rrëshqitjeve, me të cilat gjithashtu kryhet edhe kontrolli i saktësisë së zonimit (*success rate, kurba e suksesit*), pjesa tjetër e rrëshqitjeve që kanë ndodhur pas këtij viti përdoren për të testuar zonimin, se sa i saktë është në parashikimin e ngjarjeve në pjesën tjetër të zonës së studimit (*predicted rate, kurba e parashikimit*). Ndarja në hapsirë nënkupton ndarjen e inventarit në dy pjesë në kontekstin e pozicionit të rrëshqitjeve, Figura 5.3. Ndarja në mënyrë të rastësishme, ashtu siç kuptohet edhe nga emërtimi, përzgjedhja e rrëshqitjeve që do të përdoren si *njësi trajnuese* dhe *njësi testuese* bëhet në mënyrë të rastësishme, kjo është edhe metoda që është zbatuar në studim. Në mënyrë skematike kjo ndarje tregohet në Figura 5.4.

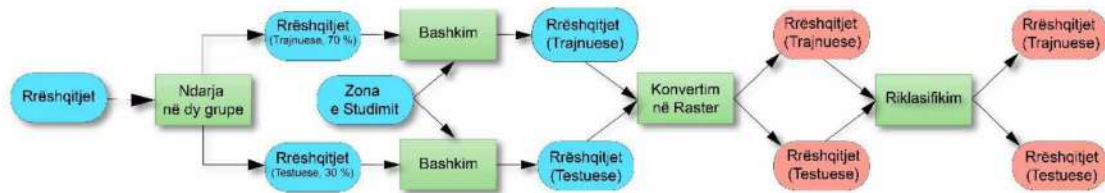


Figura 5.4 Përzgjedhja e rrëshqitjeve nga harta e inventarit si njësi trajnuese dhe njësi testuese.

Ndarja e njësive është bërë në raportin 70 / 30 (trajnuese / testuese) siç është përdorur nga shumë punime. Në figurën e mëposhtme paraqitet harta e inventarit të rrëshqitjeve e zonës së studimit e ndarë në rrëshqitje trajnuese dhe testuese, Figura 5.5.



Figura 5.5 Harta e inventarit të rrëshqitjeve të ndara në “Trajnuese” dhe “Testuese”.

5.5 PËRDORIMI I METODAVE BIVARIATE

5.5.1 Information Values (IV)

Kjo metodë është propozuar nga Yin & Yan (1988) , bazohet në llogaritjen për çdo njësi të Indeksit I_i për variablin X_i sipas formulës së mëposhtme:

$$I_i = \log \frac{S_i / N_i}{S / N} \quad 5-1$$

Ku :

S_i – Numri i njësive të terrenit ose pikselave me rrëshqitje dhe me prezencë të variablit X_i

N_i – Numri i njësive të terrenit ose pikselave me prezencë të variablit X_i

S – Numri total i njësive të terrenit ose pikselave me rrëshqitje

N – Numri total i njësive të terrenit ose pikselave

Vlera e suseptibilitetit për çdo njësi terreni apo çdo piksel llogaritet duke mbledhur vlerat I_i për çdo variabel, shënohet me I_j dhe shprehet si më poshtë:

$$I_j = \sum_{i=0}^m X_{ij} I_i \quad 5-2$$

Ku :

m – Numri i variablave

X_{ij} – 0 n.q.s. variabli X_i nuk është prezent në njësinë e terrenit apo pikselin j

dhe 1 n.q.s. është prezent

Formula në vijim është propozuar nga (Van Westen, 1997b), përdoret për të llogaritur vlerën e peshës për çdo klasë.

$$W_{ij} = \ln \frac{\text{DensClas}}{\text{DensMap}} = \ln \frac{\frac{N_{pix} X_i}{N_{pix} N_i}}{\sum \frac{N_{pix} X_i}{\sum N_{pix} N_i}} \quad 5-3$$

Ku:

W_i - pesha e dhënë për një klasë (i) të një parametri të caktuar;

DensClas - densiteti i rrëshqitjeve në një klasë (i);

DensMap - densiteti i rrëshqitjeve në të gjithë zonën e marrë në studim;

$N_{pix} X_i$ - numri i pikselave me rrëshqitje brënda klasës (i);

$N_{pix} N_i$ - numri i pikselave të klasës (i);

$\sum N_{pix} X_i$ - numri total i pikselave me rrëshqitje në të gjithë zonën në studim;

$\sum N_{pix} N_i$ – numri total i pikselave të gjithë zonës në studim.

Kjo formulë është e shprehur në numër pikselash, ndërsa ajo më poshtë në terma të sipërfaqes, 5-4.

$$W_{ij} = \ln\left(\frac{f_{ij}}{f}\right) = \ln\left(\frac{A_{ij}^*}{A_{ij}} \times \frac{A}{A^*}\right) = \ln\left(\frac{A_{ij}^*}{A^*} \times \frac{A}{A_{ij}}\right) \quad 5-4$$

Ku:

W_{ij} - peshë e dhënë për një klasë (i) të një parametri të caktuar (j);

f_{ij} - densiteti i rrëshqitjeve në një klasë (i) të një parametri (j);

f - densiteti i rrëshqitjeve në të gjithë zonën e marrë në studim;

A_{ij}^* - sipërfaqja e rrëshqitjeve brënda klasës (i) të një parametri (j);

A_{ij} - sipërfaqja e një klase (i) të parametrin (j);

A^* - sipërfaqja totale e rrëshqitjeve në të gjithë zonën në studim;

A – sipërfaqja totale e zonës në studim.

Në Figurën 5.6 paraqitet në trajtë bllokskeme procedura që kryhet për krijimin e hartave të suseptibilitetit duke përdorur metodat bivariate. Kjo bllokskemë është propozuar nga Van Westen (1997b) dhe është përdorur gjerësisht edhe nga autorë të tjerë. Procedura kalon nëpër gjashtë hapa kryesore, Figura 5.6:

1. Mbas përgatitjen hartave të faktoreve që do të meren në analizë dhe hartave të inventarit të rrëshqitjeve, në hapin e parë bëhet mbivendosja e hartës së inventarit me secilën prej hartave të faktorëve. Në këtë hap bëhet llogaritja e densitetit të rrëshqitjeve për çdo klasë të secilës prej hartave dhe densitetit të rrëshqitjeve për të gjithë zonën në studim;
2. Në hapin e dytë duke përdorur formulën 5-3 bëhet llogaritja e peshave për secilën klasë të secilës hartë të faktorëve;
3. Në hapin e tretë bëhet riklasifikimi i hartës së faktorit me vlerat e peshave që janë ruajtur tashmë në tabelën atributive (Hapat 1-3 përsëriten për të gjitha hartat e faktorëve);
4. Në hapin e katërt bëhet kombinimi i të gjitha hartave të peshave për secilin faktor në një të vetme duke përgatitur hartën e suseptibilitetit, sipas formulës së mëposhtme:

$$LSI = \sum_{i=1}^n W_{ij} \quad 5-5$$

5. Në hapin e pestë bëhet riklasifikimi i hartës së suseptibilitetit në klasa, psh i ulët, mesatar, i lartë, shumë i lartë, etj;
6. Në hapin e gjashtë dhe të fundit bëhet mbivendosja e hartës së suseptibilitetit me atë të inventarit të rrëshqitjeve. Në këtë mënyrë përcaktohet densiteti i rrëshqitjeve për secilën prej klasave të suseptibilitetit dhe përshtaten kufijtë e secilës klasë deri sa rezultati të jetë i saktë.

METODAT STATISTIKORE BIVARIATE

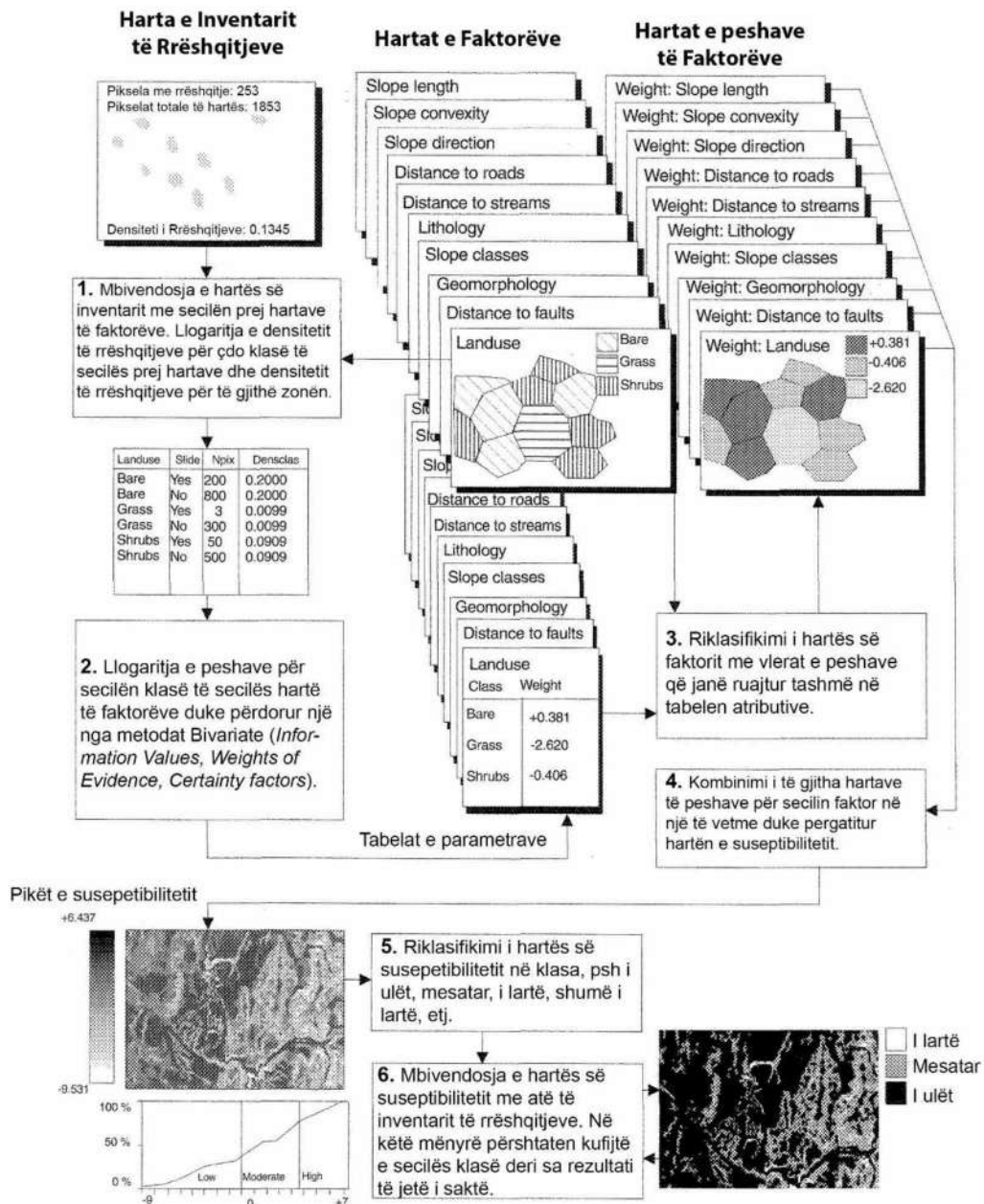


Figura 5.6 Bllokskema e thjeshtuar e metodave bivariate, sipas (Van Westen, 1997b).

Tabela 5.2 Tabela me rezultatet e metodës bivariate IV.

	Nr.	Kategoria	Pikselat pa rrëshqitje			Pikselat me rrëshqitje			Pikselat e çdo klase			W _i
			Nr.	Sip. (Ha)	%	Nr.	Sip. (Ha)	%	Nr.	Sip. (Ha)	%	
ORIENTIMI I SHPATIT	1	E shështë (-1)	1813	113.3	1.2	0	0	0.0	1813	113.3	1.2	0.00
	2	Veri (0 ÷ 22.5°)	8476	529.8	5.6	82	5.125	2.0	8558	534.9	5.5	-1.01
	3	Veri-lindje (22.5 ÷ 67.5°)	16099	1006.2	10.6	226	14.125	5.5	16325	1020.3	10.4	-0.64
	4	Lindje (67.5 ÷ 112.5°)	18495	1155.9	12.2	789	49.3125	19.2	19284	1205.3	12.3	0.44
	5	Jug-lindje (112.5 ÷ 157.5°)	20250	1265.6	13.3	1391	86.9375	33.8	21641	1352.6	13.9	0.89
	6	Jug (157.5 ÷ 202.5°)	17283	1080.2	11.4	596	37.25	14.5	17879	1117.4	11.4	0.24
	7	Jug-perendim (202.5 ÷ 247.5°)	18606	1162.9	12.2	396	24.75	9.6	19002	1187.6	12.2	-0.23
	8	Perendim (247.5 ÷ 292.5°)	18721	1170.1	12.3	190	11.875	4.6	18911	1181.9	12.1	-0.96
	9	Veri-perendim (292.5 ÷ 337.5°)	22734	1420.9	14.9	289	18.0625	7.0	23023	1438.9	14.7	-0.74
	10	Veri (337.5 ÷ 360°)	9660	603.8	6.3	152	9.5	3.7	9812	613.3	6.3	-0.53
DISTANCA NGA NDËRTESTAT	1	0 ÷ 50 m	17839	1114.9	11.7	279	17.4375	6.8	18118	1132.4	11.6	-0.54
	2	50 ÷ 150 m	28033	1752.1	18.4	733	45.8125	17.8	28766	1797.9	18.4	-0.03
	3	150 ÷ 300 m	32554	2034.6	21.4	921	57.5625	22.4	33475	2092.2	21.4	0.04
	4	300 ÷ 450 m	27251	1703.2	17.9	810	50.625	19.7	28061	1753.8	18.0	0.09
	5	450 ÷ 600 m	20869	1304.3	13.7	771	48.1875	18.8	21640	1352.5	13.8	0.30
	6	>600 m	25591	1599.4	16.8	597	37.3125	14.5	26188	1636.8	16.8	-0.14
FORMA E SHPATIT SIPAS SHTRIRJES	1	Konkave	70131	4383.2	46.1	2075	129.7	50.5	72206	4512.9	46.2	0.09
	2	E shështë	4133	258.3	2.7	9	0.6	0.2	4142	258.9	2.7	-2.49
	3	Konvekse	77873	4867.1	51.2	2027	126.7	49.3	79900	4993.8	51.1	-0.04
FORMA E SHPATIT SIPAS RËNIES	1	Konkave	69519	4344.9	45.7	1743	108.9	42.4	71262	4453.9	45.6	-0.07
	2	E shështë	3591	224.4	2.4	8	0.5	0.2	3599	224.9	2.3	-2.47
	3	Konvekse	79027	4939.2	51.9	2360	147.5	57.4	81387	5086.7	52.1	0.10
LARTËSIA MBI NIVELIN E DETIT	1	<10 m	20994	1312.1	13.8	35	2.2	0.9	21029	1314.3	13.5	-2.76
	2	10 ÷ 30 m	24316	1519.8	16.0	304	19.0	7.4	24620	1538.8	15.8	-0.76
	3	30 ÷ 50 m	20131	1258.2	13.2	515	32.2	12.5	20646	1290.4	13.2	-0.05
	4	50 ÷ 70 m	25382	1586.4	16.7	868	54.3	21.1	26250	1640.6	16.8	0.23
	5	70 ÷ 90 m	22478	1404.9	14.8	978	61.1	23.8	23456	1466.0	15.0	0.46
	6	90 ÷ 120 m	24986	1561.6	16.4	1007	62.9	24.5	25993	1624.6	16.6	0.39
	7	>120 m	13850	865.6	9.1	404	25.3	9.8	14254	890.9	9.1	0.07
DISTANCA NGA THYERJET TEKTONIKE	1	0 ÷ 500 m	27800	1737.5	18.3	762	47.6	18.5	28562	1785.1	18.3	0.01
	2	500 ÷ 1500 m	36583	2286.44	24.0	734	45.9	17.9	37317	2332.3	23.9	-0.29
	3	1500 ÷ 2500 m	24958	1559.88	16.4	800	50.0	19.5	25758	1609.9	16.5	0.17
	4	2500 ÷ 4500 m	35633	2227.06	23.4	1089	68.1	26.5	36722	2295.1	23.5	0.12
	5	>4500 m	27163	1697.69	17.9	726	45.4	17.7	27889	1743.1	17.8	-0.01
GJEOLOGJIA	1	a1Qh1	16318	1019.88	10.7	0	0.0	0.0	16318	1019.9	10.4	0.00
	2	a1Qh2 & eQh2	3584	224	2.4	4	0.3	0.1	3588	224.3	2.3	-3.16
	3	d ₁ c ₁ pQh	26790	1674.38	17.6	125	7.8	3.0	26915	1682.2	17.2	-1.73
	4	dQh2	292	18.25	0.2	0	0.0	0.0	292	18.3	0.2	0.00
	5	N ₂ ¹ h(c)	54693	3418.31	35.9	1706	106.6	41.5	56399	3524.9	36.1	0.14
	6	N ₂ ¹ h(dk)	2140	133.75	1.4	9	0.6	0.2	2149	134.3	1.4	-1.84
	7	N ₂ ² rr(a)	21736	1358.5	14.3	1331	83.2	32.4	23067	1441.7	14.8	0.79
	8	N ₂ ² rr(ab)	3640	227.5	2.4	72	4.5	1.8	3712	232.0	2.4	-0.30
	9	N ₂ ² rr(b)	5441	340.063	3.6	365	22.8	8.9	5806	362.9	3.7	0.87
	10	N ₂ ² rr(bc)	6228	389.25	4.1	108	6.8	2.6	6336	396.0	4.1	-0.43
	11	N ₂ ² rr(c)	11275	704.688	7.4	391	24.4	9.5	11666	729.1	7.5	0.24
LAND COVER	1	Zonë urbane	9883	617.7	6.5	258	16.1	6.3	10141	633.8	6.5	-0.03
	2	Tokë e punueshme, pa ujitje	32849	2053.1	21.6	815	50.9	19.8	33664	2104.0	21.5	-0.08
	3	Vreshta	1494	93.4	1.0	10	0.6	0.2	1504	94.0	1.0	-1.38
	4	Pemë frutore dhe plantacione manaferrash	829	51.8	0.5	19	1.2	0.5	848	53.0	0.5	-0.16
	5	Kullota	1584	99.0	1.0	16	1.0	0.4	1600	100.0	1.0	-0.97

VLERËSIMI I RISKUT GJEOLJIK NË ZONËN BREGDETARE KRYEVIDH - GOLEM NËPËRMJET
TEKNOLOGJISË GIS

	6	Zona kultivimi komplekse	1441	90.1	0.9	0	0.0	0.0	1441	90.1	0.9	0.00
	7	Tokë e zënë kryesisht nga bujqësia, me zona të konsiderueshme të bimësisë natyrore	72105	4506.6	47.4	2134	133.4	51.9	74239	4639.9	47.5	0.09
	8	Pyll me gjethe të gjera	10061	628.8	6.6	529	33.1	12.9	10590	661.9	6.8	0.64
	9	Kullota natyrore	11820	738.8	7.8	180	11.3	4.4	12000	750.0	7.7	-0.56
	10	Bimësia sklerofile	5912	369.5	3.9	115	7.2	2.8	6027	376.7	3.9	-0.32
	11	Zone me bimësi të rrallë	802	50.1	0.5	14	0.9	0.3	816	51.0	0.5	-0.43
	12	Trupat ujqorë	893	55.8	0.6	19	1.2	0.5	912	57.0	0.6	-0.23
	13	Det	2464	154.0	1.6	2	0.1	0.0	2466	154.1	1.6	-3.48
NDVI	1	Ujë (-1-0)	2707	169.2	1.8	1	0.1	0.0	2708	169.3	1.7	-4.27
	2	Bimë jo të shëndetshme (0-0.33)	86661	5416.3	57.0	1824	114.0	44.4	88485	5530.3	56.6	-0.24
	3	Bimë mesatarisht të shëndetshme (0.33-0.66)	61598	3849.9	40.5	2201	137.6	53.5	63799	3987.4	40.8	0.27
	4	Bimë shumë të shëndetshme (0.66-1)	1171	73.2	0.8	85	5.3	2.1	1256	78.5	0.8	0.94
RESHJET ATMOSFERIKE	1	< 1100 mm	56060	3503.8	36.8	737	46.1	17.9	56797	3549.8	36.4	-0.71
	2	1100 ÷ 1150 mm	50330	3145.6	33.1	2296	143.5	55.9	52626	3289.1	33.7	0.51
	3	> 1150 mm	45747	2859.2	30.1	1078	67.4	26.2	46825	2926.6	30.0	-0.13
DISTANCA NGA RRUGËT	1	0 ÷ 50 m	20147	1259.2	13.2	342	21.4	8.3	20489	1280.6	13.1	-0.46
	2	50 ÷ 150 m	33477	2092.3	22.0	895	55.9	21.8	34372	2148.3	22.0	-0.01
	3	150 ÷ 300 m	36528	2283.0	24.0	910	56.9	22.1	37438	2339.9	24.0	-0.08
	4	300 ÷ 450 m	25721	1607.6	16.9	781	48.8	19.0	26502	1656.4	17.0	0.11
	5	> 450 m	36264	2266.5	23.8	1183	73.9	28.8	37447	2340.4	24.0	0.18
PJERRËSIA E SHPATIT	1	Shpat i rrafshët - pjerrësi shumë e butë (<5°)	41066	2566.6	27.0	39	2.4	0.9	41105	2569.1	26.3	-3.32
	2	Shpat i rrafshët - pjerrësi e butë (5 ÷ 15°)	66013	4125.8	43.4	1509	94.3	36.7	67522	4220.1	43.2	-0.16
	3	Pjerrësi mesatare (15 ÷ 25°)	37095	2318.4	24.4	1793	112.1	43.6	38888	2430.5	24.9	0.56
	4	Pjerrësi mesatare e lartë (25 ÷ 35°)	7098	443.6	4.7	673	42.1	16.4	7771	485.7	5.0	1.19
	5	Pjerrësi e lartë (35 ÷ 45°)	854	53.4	0.6	97	6.1	2.4	951	59.4	0.6	1.35
	6	Pjerrësi shumë e lartë (>45°)	11	0.7	0.01	0	0.0	0.0	11	0.7	0.01	0.00
DISTANCA NGA HIDROGRAFIA	1	0 ÷ 50 m	50293	3143.3	33.1	1052	65.8	25.6	51345	3209.1	32.9	-0.25
	2	50 ÷ 100 m	31753	1984.6	20.9	1108	69.3	27.0	32861	2053.8	21.0	0.25
	3	100 ÷ 150 m	23298	1456.1	15.3	930	58.1	22.6	24228	1514.3	15.5	0.38
	4	150 ÷ 200 m	14157	884.8	9.3	513	32.1	12.5	14670	916.9	9.4	0.28
	5	>200 m	32636	2039.8	21.5	508	31.8	12.4	33144	2071.5	21.2	-0.54
TWI	1	0 ÷ 4.5	52008	3250.5	34.2	2084	130.3	50.7	54092	3380.8	34.6	0.38
	2	4.5 ÷ 6.5	55885	3492.81	36.7	1648	103.0	40.1	57533	3595.8	36.8	0.08
	3	6.5 ÷ 8	20635	1289.69	13.6	276	17.3	6.7	20911	1306.9	13.4	-0.69
	4	>8	23609	1475.56	15.5	103	6.4	2.5	23712	1482.0	15.2	-1.80

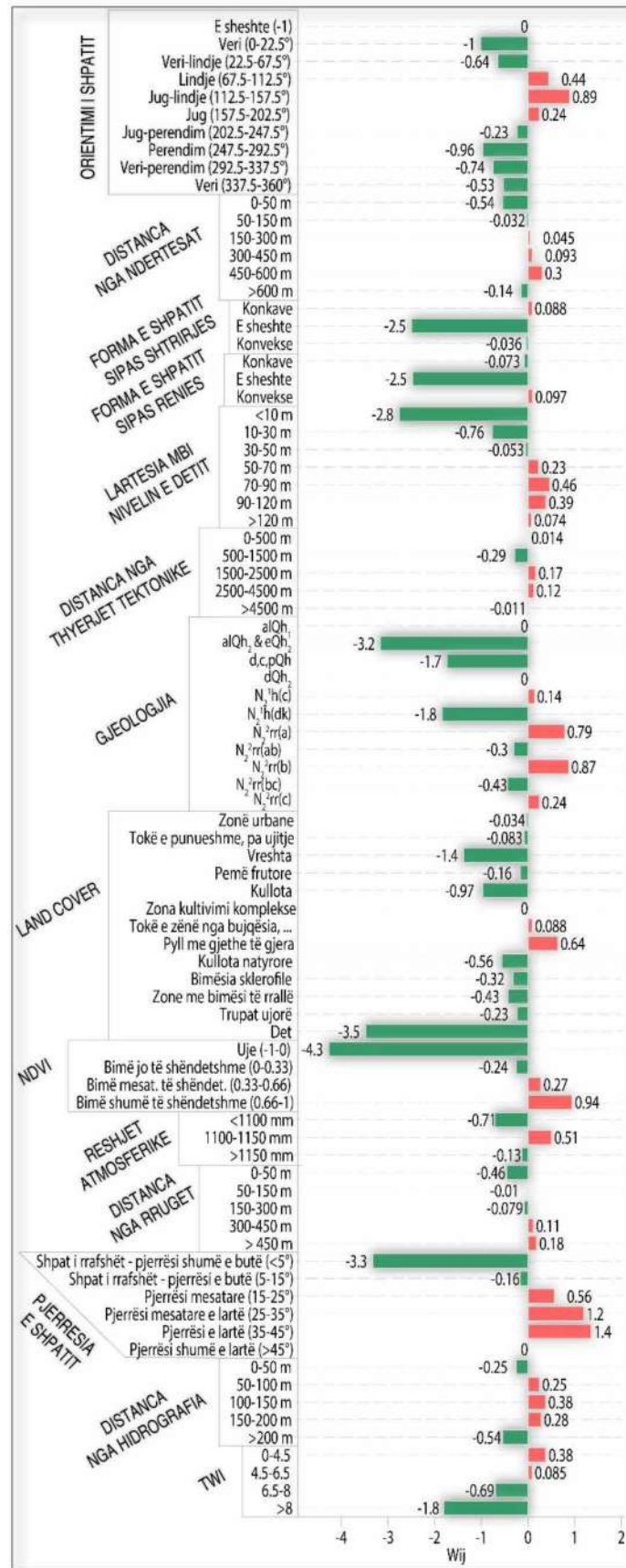


Figura 5.7 Grafiku i peshave W_{ij} të secilës klasë të hartave të faktorëve të përdorur për vlerësimin e suseptibilitetit me metodën IV.

Nga Tabela 5.2 dhe Figura 5.7 vërejmë që:

- Për faktorin e parë “**Orientimi i shpatit**”, klasa me peshën më të madhe prej $W_{ij}=0.89$ është “Jug – Lindje”, më pas është klasa “Lindje” me peshë $W_{ij}=0.44$ dhe në fund klasa “Jug” me peshë $W_{ij}=0.24$. Të treja këto klasa të këtij faktori ndikojnë në humbjen e qëndrueshmërisë së shpatit, klasat e tjera ndikojnë në qëndrueshmërinë e shpatit ($W_{ij}<0$). Pra, rrëshqitjet e ndodhura bien më së shumti në këto klasa.
- Për faktorin e dytë “**Distanca nga ndërtesat**”, klasa me peshën më të madhe prej $W_{ij}=0.3$ është “450 – 600 m”, më pas është klasa “300 – 450 m” me peshë $W_{ij}=0.093$ dhe në fund klasa “150 – 300 m” me peshë $W_{ij}=0.045$. Nga rezultatet e përfuara nuk marrim një lidhje të qartë midis pranisë së rrëshqitjeve dhe distancës nga ndërtesat, nëse do ta kishim një gjë të tillë atëherë klasat e para me distanca më të vogla duhet të kishin pesha me vlera më të mëdha.
- Për faktorin e tretë “**Forma e shpatit sipas shtrirjes**”, klasa me peshën më të madhe prej $W_{ij}=0.088$ është “Konkave”, dy klasat e tjera “Konvekse” dhe “E shështë” kanë vlera negative të peshave që do të thotë se influencojnë në qëndrueshmërinë e shpatit. Megjithëse rrëshqitjet janë më të predispozuara që të ndodhin në një shpat me formë konkave më shumë se në dy format e tjera, përsëri vlera e peshës është shumë e vogël dhe nuk kemi një lidhje të qartë midis pranisë së rrëshqitjeve dhe ekzistencës së kësaj klase.
- Për faktorin e katërt “**Forma e shpatit sipas rënies**”, klasa me peshën më të madhe prej $W_{ij}=0.097$ është “Konvekse”, dy klasat e tjera “konkave” dhe “E shështë” kanë vlera negative të peshave që do të thotë se influencojnë në qëndrueshmërinë e shpatit. Edhe në këtë rast si më sipër vlera e peshës është kaq e vogël saqë nuk mund të gjykojmë për një lidhje midis pranisë së rrëshqitjeve me së shumti në këtë klasë.
- Për faktorin e pestë “**Lartësia mbi nivelin e detit**”, klasa me peshën më të madhe prej $W_{ij}=0.46$ është “70 ÷ 90 m”, më pas është klasa “90 ÷ 120 m” me peshë $W_{ij}=0.39$, më pas është klasa “50 ÷ 70 m” me peshë $W_{ij}=0.23$ dhe në fund klasa “> 120 m” me peshë $W_{ij}=0.074$. Të katërta këto klasa të këtij faktori ndikojnë në humbjen e qëndrueshmërisë së shpatit, klasat e tjera ndikojnë në qëndrueshmërinë e shpatit ($W_{ij}<0$). Vihet re që pjesa më e madhe e rrëshqitjeve bien në një lartësi > 50 m.
- Për faktorin e gjashtë “**Distanca nga thyerjet tektonike**”, klasa me peshën më të madhe prej $W_{ij}=0.17$ është “1500 ÷ 2500 m”, më pas është klasa “2500 ÷ 4500 m” me peshën $W_{ij}=0.12$, më pas është klasa “0 ÷ 500 m” me peshën $W_{ij}=0.014$. Nga analiza nuk konstatohet një lidhje e qartë e pranisë së ndonjë klase të këtij faktori me rrëshqitjet, nëse do të ishte kjo lidhje atëherë klasat e para që kanë distancë më të vogël nga thyerjet tektonike duhet të kishin vlera më të mëdha të peshave.
- Për faktorin e shtatë “**Gjeologjia**”, rrëshqitjet janë më të predispozuara që të ndodhin në klasen “ $N_2^{2rr}(b)$ ” me peshë $W_{ij}=0.87$, më pas më e predispozuara është klasa “ $N_2^{2rr}(a)$ ” me peshë $W_{ij}=0.79$, më pas është klasa “ $N_2^{2rr}(c)$ ” me peshë $W_{ij}=0.24$ dhe së fundmi klasa “ $N_2^{1h}(c)$ ” me peshë $W_{ij}=0.14$. Pra nga analiza e kryer shikohet një lidhje e qartë midis fenomenit të rrëshqitjeve me formacionin Rrogozhina.

- Per faktorin e tetë “**Harta e përdorimit të tokës**”, rrëshqitjet janë më të predispozuara që të ndodhin në klasen “Pyll me gjethe të gjëra” me peshë $W_{ij}=0.64$, më pas më e predispozuar është klasa “Tokë e zënë nga bujqësia” me peshë $W_{ij}=0.088$. Megjithëse klasa “Tokë e zënë nga bujqësia” përfshin pjesën më të madhe të rrëshqitjeve në zonën e studimit, pesha e saj del më e vogël se pesha e klasës “Pyll me gjethe të gjëra” kjo për faktin se kjo klasë ka një numër shumë më të madh piskelash, që bën që densiteti i rrëshqitjeve të klasës të jetë shumë më i vogël se i klasës tjetër. Duke zbatuar formulën 5-3 pesha del më e vogël, sepse densiteti i rrëshqitjeve në të gjithë zonën është i njëjtë.
- Për faktorin e nëntë “**NDVI**”, rrëshqitjet janë më të predispozuara që të ndodhin në klasën “Bimë shumë të shëndetshme” me peshë $W_{ij}=0.94$, më pas më e predispozuar është klasa “Bimë mesatarisht të shëndetshme” me peshë $W_{ij}=0.27$. Ashtu sikundër u përshkrua edhe në paragrafin e mësipërm për faktorin e tetë, pjesa më e madhe e rrëshqitjeve bien në klasën “Tokë e zënë nga bujqësia” që do të thotë se kjo klasë është e mbuluar nga bimë të shëndetshme dhe mesatarisht të shëndetshme. Për sa i përket qëndrueshmërisë së shpatit këto bimë nuk e kanë të zhvilluar sistemin rrënjor që të ndikojë në qëndrueshmërinë e shpatit.
- Për faktorin e dhjetë “**Reshjet atmosferike**”, rrëshqitjet janë më të predispozuara që të ndodhin në klasën “1100 ÷ 1150 mm” me peshë $W_{ij}=0.51$, por vlen të theksohet se rrëshqitjet teorikisht janë më të mundshme të ndodhin në një zonë me reshje më të shumta. Në këtë rast mungesa e stacioneve hidro meteorologjike të zonën e studimit bën të mundur që mos kemi një lidhje midis pranisë së rrëshqitjeve dhe zonës me më shumë reshje. Harta e reshjeve është krijuar duke interpoluar vetëm një stacion brenda zonës me stacione të tjerë që janë jashtë saj dhe rrjedhimisht shkalla e infomacionit është më e pakët.
- Për faktorin e njëmbëdhjetë “**Distanca nga rrugët**”, rrëshqitjet janë më të predispozuara që të ndodhin në klasën “> 450 m” me peshë $W_{ij}=0.18$, më pas më e predispozuar është klasa “300 ÷ 450 m” me peshë $W_{ij}=0.11$. Pra nuk kemi një lidhje midis distancës nga rrugët dhe pranisë së rrëshqitjeve, nëse do të ekzistonte një lidhje e tillë klasat e para të kesaj harte, me distanca më të vogla duhet të kishin pesha më të mëdha.
- Për faktorin e dymbëdhjetë “**Pjerrësia e shpatit**”, klasa më peshën më të madhe $W_{ij}=1.4$ është “Pjerrësi e lartë”, më pas është klasa “Pjerrësi mesatare e lartë” me peshë $W_{ij}=1.2$ dhe në fund klasa “Pjerrësi mesatare” me peshë $W_{ij}=0.56$. Të treja këto klasa të këtij faktori ndikojnë në humbjen e qëndrueshmërisë së shpatit, klasat e tjera ndikojnë në qëndrueshmërinë e shpatit ($W_{ij}<0$). Pra, në këtë rast vëmë re një lidhje të drejtë midis pranisë së rrëshqitjeve dhe pjerrësisë së shpatit, sa më e madhe pjerrësia e shpatit aq më e madhe vlera e peshës.
- Për faktorin e trembëdhjetë “**Distanca nga hidrografia**”, klasa më peshën më të madhe $W_{ij}=0.38$ është “100 ÷ 150 m”, më pas është klasa “150 ÷ 200 m” më peshë $W_{ij}=0.28$ dhe në fund klasa “50 ÷ 100 m” me peshë $W_{ij}=0.25$. Nga analiza e rezultateve mund të themi si ekziston një lidhje midis pranisë së rrëshqitjeve dhe klasave me distancë më të vogël se 200 m, por kjo lidhje është afërsisht e njëjtë midis tre klasave, ndërkohë që klasa me distancë më

të vogël duhet të kishte peshë më të madhe.

- Per faktorin e katermbedhjte “**TWI**”, klasa me peshën më të madhe $W_{ij}=0.38$ është “ $0 \div 4.5$ ”, më pas është klasa “ $4.5 \div 6.5$ ” me peshë $W_{ij}=0.085$. Konstatohet një lidhje midis TWI dhe pranisë së rrëshqitjeve, pasi klasa e parë me vlerë më të vogël TWI ka peshë më të madhe se klasat e tjera.

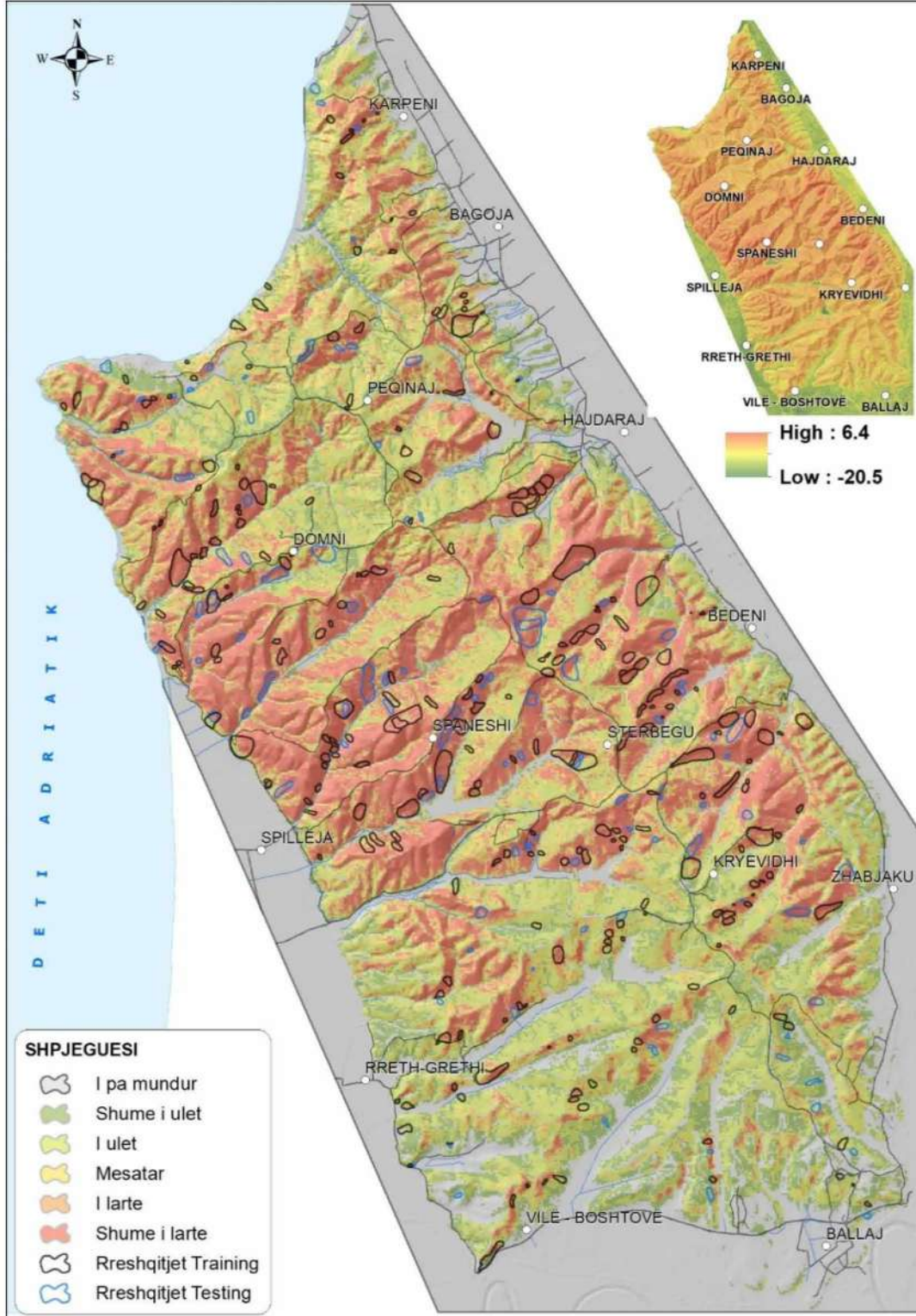


Figura 5.8 Harta e suseptibilitetit të rrëshqitjeve, metoda IV.

Për të ndërtuar hartën e susceptibilitetit të rrëshqitjeve është ndjekur kjo rradhë pune, Figura 5.10:

1. **Është përgatitur dhe konsoliduar harta e inventarit të rrëshqitjeve**, e cila përmban të gjitha rrëshqitjet e hartografuara nga burime të ndryshme;
2. **Janë përgatitur të gjitha hartat e faktorëve, 14 harta faktorësh**, të cilat janë klasifikuar dhe janë kontrolluar për ndonjë mangësi, i gjithë procesi është zhvilluar në GIS;
3. Duke përdorur GIS është kryer mbivendosja e hartës së inventarit të rrëshqitjeve me secilën prej hartave të faktorëve dhe është krijuar tabela atributive me të dhënat e këtij procesi;
4. Në secilën prej tabelave janë kryer llogaritjet përkatëse sipas formulës 5-3, ku **janë llogaritur peshat e çdo klase të secilit faktor**;
5. Më pas janë ndërtuar hartat me peshat e secilit faktor (*Hartat e peshave*);
6. Hapi i radhës është përdorimi i formulës 5-5 për të krijuar hartën e susceptibilitetit të rrëshqitjeve, kjo hartë më pas është ndarë në klasa, Figura 5.8.

Nga shqyrtimi i hartës së susceptibilitetit të rrëshqitjeve të paraqitur në Figurën 5.8 rezulton se vlera e *Indeksit të Suseptibilitetit të Rrëshqitjeve (LSI)* varion nga **-20.5** deri në **6.4**. Vlera shumë e vogël i dedikohet kryesisht pranisë së zonave fushore në anën lindore, perëndimore dhe jugore të zonës së studimit, Figura 5.8.

I gjithë diapazoni i LSI është ndarë në gjashtë klasa (*I pa mundur; Shumë i ulët; I ulët; Mesatar; I lartë; dhe Shumë i lartë*) duke përdorur metodën e klasifikimit të ndarjeve natyrore (*Natural break classification method*) (Falaschi, et al., 2009), e cila i ndan klasat në grupe me vlera të ngjashme dhe maksimizon diferencën midis grupeve¹². Secila prej këtyre klasave përfaqëson mundësi (Probabilitet) të ndryshëm të pritshëm për ndodhjen e rrëshqitjeve.

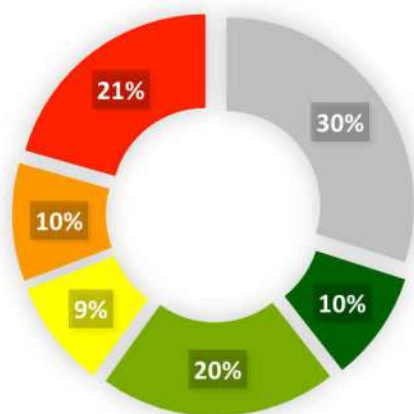


Figura 5.9 Grafiku me përqindjen e çdo klase të hartës së susceptibilitetit të rrëshqitjeve, përfutur me metodën IV.

¹²

http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?topicname=natural_breaks_%28jenks%29

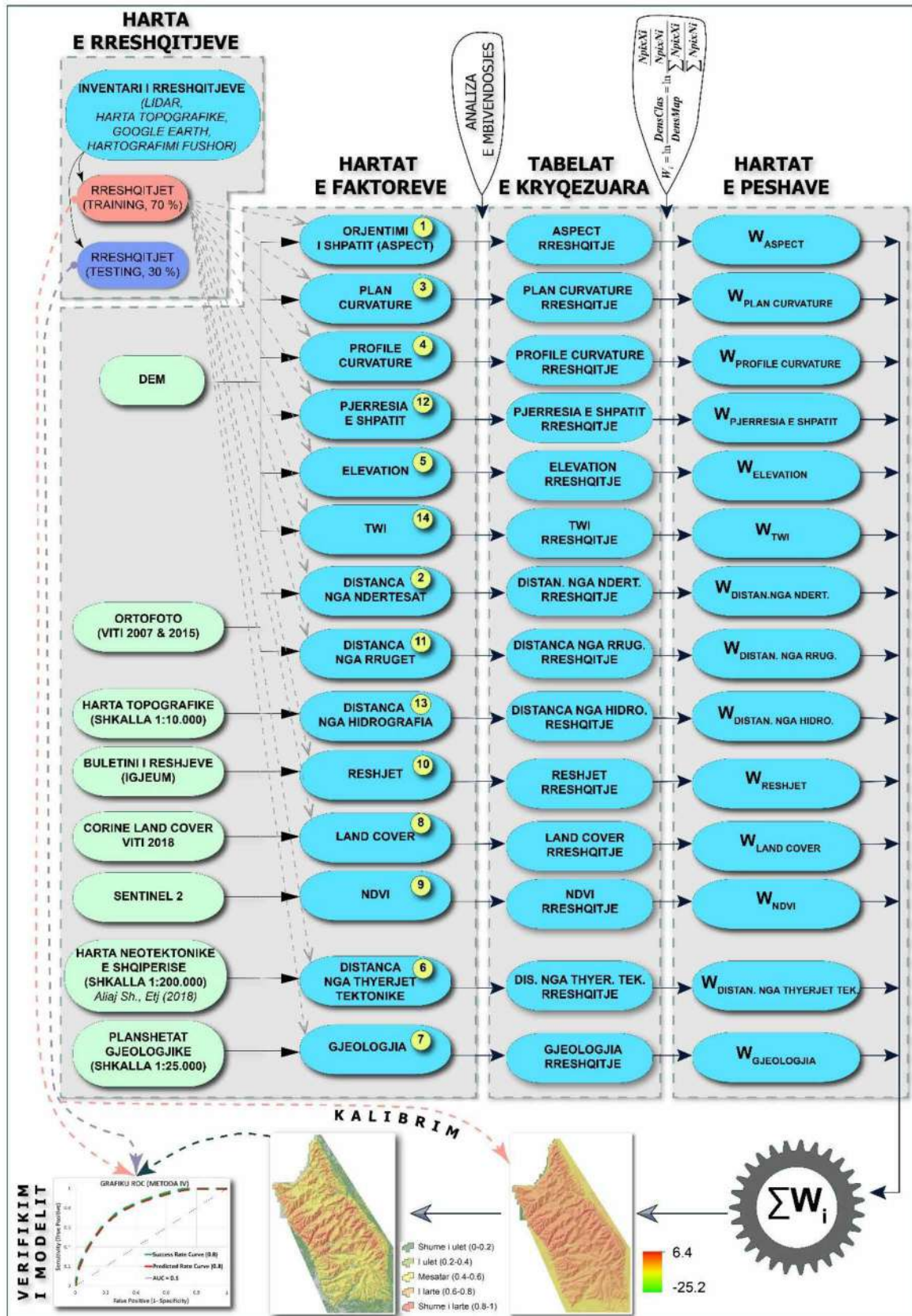


Figura 5.10 Blokkema e përdorur për vlerësimin e suseptibilitetit të rrëshqitjeve me metodën IV.

Nga analiza statistikore e hartës së suseptibilitetit përftuar me metodën IV, Figura 5.8 dhe Figura 5.9 rezulton se klasa me suseptibilitet të pa mundur zë 30 % të zonës së studimit, klasa me suseptibilitet shumë të ulët zë 10 % të zonës së studimit, klasa me suseptibilitet të ulët zë 20 % të zonës së studimit, klasa me suseptibilitet mesatar zë 9 % të zonës së studimit, klasa me suseptibilitet të lartë zë 10 % të zonës së studimit dhe klasa me suseptibilitet shumë të lartë zë 21 % të zonës së studimit.

5.5.1.1 Verifikimi i saktësisë së zonimit

Për të verifikuar saktësinë e zonimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve me metodën IV është përdorur grafiku *Receiver Operating Characteristic* (ROC). Ky grafik është një paraqitje grafike e rezultateve të zonimit duke përdorur *False Positive* në boshtin e abshisave dhe *True Positive* në boshtin e ordinatave.

Nga ky grafik (Figura 5.11) vërehet që sipërfaqja poshtë kurbës (*Area Under Curve, AUC*) me të dhënat Trajnuese është **0.811** që sipas Yesilnacar & Topal (2005) konsiderohet një klasifikim shumë i mirë dhe për të dhënat Testuese është **0.802** që konsiderohet gjithashtu një klasifikim shumë i mirë për të parashikuar rrëshqitje edhe në zona të tjera që kanë pasur rrëshqitje por nuk janë futur në analizë apo edhe në zona të reja pa informacion mbi praninë e rrëshqitjeve.

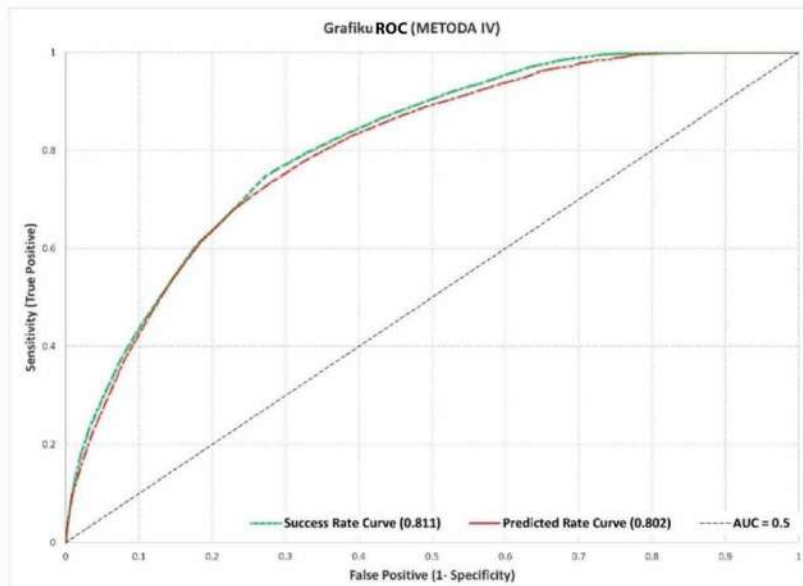


Figura 5.11 Grafiku ROC për zonimin e suseptibilitetit me metodën IV.

5.5.2 Weights of Evidence (WoE)

Trajtimi teorik i mëposhtëm i kësaj metode është bazuar në van Westen (2002).

- Llogaritja e Probabilitetit Paraprak (*Prior Probability*)

Lë të konsiderojmë që për një zonë të caktuar kemi vetëm hartën e inventarit të rrëshqitjeve, pa asnjë informacion tjetër. Në këto kushte, si mund ti pergjigjemi pyetjes: **Sa është probabiliteti për të pasur një rrëshqitje në një pjesë të zonës së studimit (në një piksel të përzgjedhur në mënyrë të rastësishme)?** Duke mos pasur asnjë informacion tjetër, p.sh duke mos e ditur që jemi në një tip litologjie që është e prekur nga rrëshqitjet, ose në një shpat me pjerrësi të madhe, në këto kushte mund të përdorim probabilitetin paraprak. Probabiliteti paraprak që një piksel të preket nga një rrëshqitje shprehet si densiteti i rrëshqitjeve në të gjithë zonën e studimit. Në mënyrë më të thjeshtë, numrin total i pikselave që kanë rrëshqitje

pjestuar me numrin total të pikselave të zonës së studimit.

$$P_{\text{Prior}} = P\{S\} = \frac{N_{\text{pix}}(\text{Slide})}{N_{\text{pix}}(\text{Total})} \quad 5-6$$

$P_{\text{Prior}} = P\{S\}$ Probabiliteti për të pasur një rrëshqitje;

$N_{\text{pix}}(\text{Slide})$ Numri i pikselave me rrëshqitje në të gjithë zonën;

$N_{\text{pix}}(\text{Total})$ Numri total i pikselave në të gjithë zonën.

- Llogaritja e Probabilitetit të Kushtëzuar (*Conditional Probability*)

N.q.s. do të kemi më shumë të dhëna për zonën në studim, atëherë ne mund të llogarisim probabilitetin që të kemi një rrëshqitje duke marrë parasysh këto të dhëna. P.sh. sa është probabiliteti që të kemi një rrëshqitje në një njësi të caktuar litologjike, etj. Ose probabiliteti që të kemi një rrëshqitje në një njësi me pjerrësi të madhe të shpatit krahasuar me një zonë të sheshtë është më i madh. Ky probabilitet quhet probabiliteti i kushtëzuar. Duke marrë parasysh lidhjen midis një harte të ndryshores (B) dhe një harte të rrëshqitjes: (S) Probabiliteti i një kushti të caktuar, mund të shprehet si më poshtë:

$$P_{\text{Cond}} = P\{S|B\} = \frac{P\{S \cap B\}}{P\{B\}} = \frac{N_{\text{pix}}\{S \cap B\}}{N_{\text{pix}}\{B\}} \quad 5-7$$

Ndryshe, probabiliteti i kushtëzuar i rrëshqitjeve në një njësi të caktuar, është dendësia e rrëshqitjeve brenda asaj njësie, e llogaritur si numri i pikselave me rrëshqitje në njësi, i pjestuar me numrin e përgjithshëm të pikselave në njësi.

- Llogaritja e peshave pozitive dhe negative

Për të llogaritur peshat pozitive dhe negative që do të shërbejnë për vlerësimin e suseptibilitetit të rrëshqitjeve në mënyrë indirekte përdoret metoda *Weights of Evidence* (WoE) e cila është propozuar nga Bonham-Carter (1994). Me këtë metodë peshat pozitive dhe negative (W_i^+ dhe W_i^-) caktohen për secilin piksel të hartave të faktorëve (p.sh. çdo njësi litologjike brenda një harte litologjike), të cilat përcaktohen sipas formulës në vijim:

$$W_i^+ = \log_e \frac{P\{B_i|S\}}{P\{B_i|\bar{S}\}} \quad W_i^- = \log_e \frac{P\{\bar{B}_i|S\}}{P\{\bar{B}_i|\bar{S}\}} \quad 5-8$$

Ku:

B_i – Prania e një faktori kushtëzues potencial për rrëshqitje;

\bar{B}_i – Mungesa e një faktori kushtëzues potencial për rrëshqitje;

S – Prania e një rrëshqitje;

\bar{S} – Mungesa e një rrëshqitje.

Për të aplikuar këtë metodë është më e përshtatshme të punohet me harta faktorësh me shumë klasa (p.sh. të gjitha njësitet gjeologjike, të gjitha njësitet e pjerrësisë së shpatit, etj. në një hartë të vetme). **Për secilin faktor, W_i^+ përdoret për ato pikselat e një klase për të treguar rëndësinë e pranisë së klasës për ndodhjen e rrëshqitjeve.** Nëse W_i^+ është pozitiv, prania e klasës është e favorshme për ndodhjen e rrëshqitjeve dhe nëse W_i^+ është negative nuk është e favorshme.

W_i^- përdoret për të vlerësuar rëndësinë e mungesës së klases për ndodhjen e rrëshqitjeve. Kur W_i^- është pozitive mungesa e klases është e favorshme për ndodhjen e rrëshqitjeve dhe kur është negative nuk është e favorshme. Peshat me vlera ekstreme tregojnë se faktori është i dobishëm për hartografin e suseptibilitetit, ndërsa klasat me një peshë rreth zero nuk kanë asnjë lidhje me ndodhjen e rrëshqitjeve.

Për secilen prej hartave të faktorëve potenciale dhe hartës së inventarit të rrëshqitjeve ekzistojnë katër mundësi kombinimesh, Tabela 5.3, $Npix$ = Numri i pikselave.

Tabela 5.3 Tabela me katër kombinimet e mundshme të faktorëve potencialë dhe hartës së inventarit të rrëshqitjeve.

		B ₁ : Faktori potencial për rrëshqitje.		
		(I pranishem, B _i)	(Mungon, \overline{B}_i)	
S: Rrëshqitjet	(Te pranishme, S _i)	Npix ₁	Npix ₂	Sipërfaqja totale me prani rrëshqitjesh
	(Mungojnë, \overline{S}_i)	Npix ₃	Npix ₄	Sipërfaqja totale me mungesë rrëshqitjesh
		Sipërfaqja totale, B_i	Sipërfaqja totale, \overline{B}_i	Sipërfaqja totale e zonës së studimit (A)

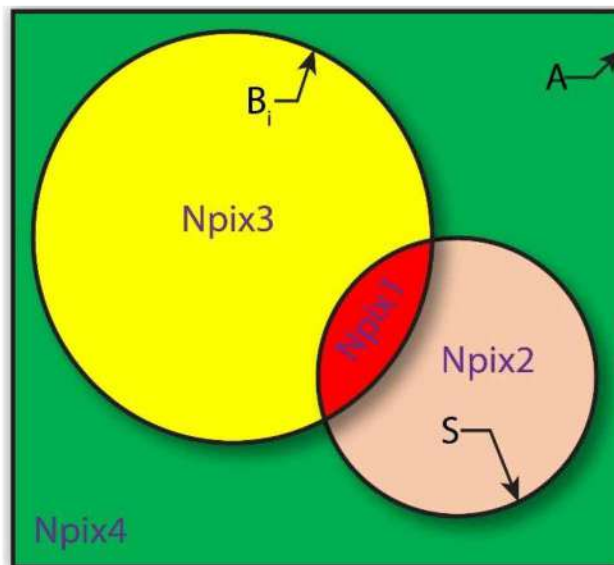


Figura 5.12 Modifikuar sipas (Goyes-Penafiel & Hernandez-Rojas, 2020).

Duke u bazuar në dy ekuacionet e mësipërm (5-7, 5-8) peshat (*weights of evidence*) mund të shprehen edhe në terma të numrit të pikselave si në vijim (van Westen, 2002):

$$W_i^+ = \log_e \frac{\frac{Npix_1}{Npix_1 + Npix_2}}{\frac{Npix_3}{Npix_3 + Npix_4}} \qquad W_i^- = \log_e \frac{\frac{Npix_2}{Npix_1 + Npix_2}}{\frac{Npix_4}{Npix_3 + Npix_4}} \qquad 5-9$$

- Llogaritja e peshave përfundimtare dhe faktorit të kontrastit.

Duke përdorur formulën 5-9 bëhet llogaritja e peshave W_i^+ dhe W_i^- për secilën klasë të hartave të faktorëve. Për të përcaktuar në mënyrë sasiore lidhjen hapsinore midis një klase të një hartë faktori dhe ndodhjes së rrëshqitjeve, përdoret faktori i kontrastit (Bonham-Carter, 1994).

$$C_w = W_i^+ - W_i^- \quad 5-10$$

Faktori i kontrastit është 0, kur rrëshqitjet ndodhen brenda një klase të hartës në mënyrë të rastësishme, është pozitiv në rastin kur ka një lidhje pozitive dhe negativ kur ka një lidhje negative midis dy treguesve. Sipas van Westen (1993) ky faktor përcakton një korrelacion midis hartës së faktorit dhe pranisë së dukurisë së rrëshqitjeve. C bëhet 0 kur klasa në hartën e faktorit ka një shpërndarje të pavarur me praninë e rrëshqitjeve. Devijimi standart i faktorit të kontrastit llogaritet me formulën e mëposhtme, 5-3:

$$S(C) = \sqrt{S^2(W^+) + S^2(W^-)} \quad 5-11$$

Ku:

$S(C)$ – devijimi standart i faktorit të kontrastit;

$S(W^+)$ – devijimi standart i peshës pozitive;

$S(W^-)$ – devijimi standart i peshës negative;

Variance e peshave mund të llogaritet me formulat në vijim:

$$S^2(W^+) = \frac{1}{N\{B|S\}} + \frac{1}{N\{B|\bar{S}\}} \quad 5-12$$

$$S^2(W^-) = \frac{1}{N\{\bar{B}|S\}} + \frac{1}{N\{\bar{B}|\bar{S}\}} \quad 5-13$$

Ku:

$N\{X|Y\}$ – numri i pikselave për çdongjarje.

Sipas Neuhäuser & Terhorst (2007) raporti i kontrastit me devijimin standart sigurojnë një matje të nivelit të besimit (confidence). Në rast të një shpërndarje normale kontrasti ndryshon dukshëm nga zero me një besim prej 95 % nëse $(C / S(C))$ është më e madhe se 1.96. Sa më e lartë është vlera e $(C / S(C))$ aq më i lartë është besimi që klasa e parametrin të analizuar është e ndërlidhur me rrëshqitjet, ose lidhja është pozitive (*Lidhja me praninë e rrëshqitjeve*) nëse vlera është pozitive ose negative nëse vlera është negative (*Lidhja me mungesën e rrëshqitjeve*).

5.5.2.1 Testi i pavaresisë së faktorëve

Metoda WoE kërkon që hartat e faktorëve që do të përdoren duhet të gezojnë pavarësinë e kushtëzuar (*conditionally independent*) (Bonham-Carter, 1994). Pavarësia e kushtëzuar duhet kontrolluar me teste statistikore për të treguar madhesinë e problemit dhe të saktësohen hartat që shkaktojnë më shumë vështirësi. Këto harta faktorësh duhet të përjashtohen nga analiza, ose të modifikohen në mënyrë që të reduktohet problemi (Bonham-Carter, 1994). Për të kontrolluar pavarësinë e kushtëzuar përdoren teste të ndryshëm si testi pairwise (Pairwise test) që është kombinimi i faktorëve dy e nga dy.

Testi “pairwise” përfshin kontrollin për pavarësinë e kushtëzuar të çifteve të hartave binare të faktorëve që përdoren në metodën WoE. N.q.s. dy harta janë statistikiisht të pavaruara kjo shprehet si me poshte:

$$P\{B_1 | B_2\} = P\{B_1\} \quad dhe \quad P\{B_2 | B_1\} = P\{B_2\} \quad 5-14$$

E shprehur me fjalë do të thotë që probabiliteti i kushtëzuar i pranisë së B_1 është i pavarur nëse B_2 është i pranishëm apo jo dhe e kundërta. Sipas Bonham-Carter (1994) për të karakterizuar shkallën e lidhjes midis hartave të faktorëve mund të përdoren Tabelat Kontigjence dhe testi hi katror χ^2 . Nga ana tjetër nëse hartat e dy faktorëve gëzojnë pavarësinë e kushtëzuar në lidhje me një seri pikash me rrëshqitje, do të thotë se marrëdhënia e mëposhtme është e plotësuar.

$$P\{B_1 \cap B_2 | S\} = P\{B_1 | S\} \quad P\{B_2 | S\} \quad 5-15$$

Në Figurën 5.13 paraqitet në mënyrë grafike me diagramën e Venn-it pavarësia e kushtëzuar (Bonham-Carter, 1994).

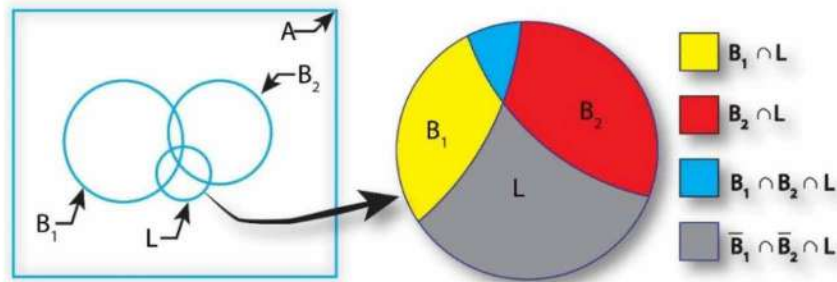


Figura 5.13 Paraqitja me diagramën e Venn-it e pavarësisë së kushtëzuar, modifikuar nga (Bonham-Carter, 1994).

Testi hi - katror χ^2 llogaritet duke përdorur formulën e mëposhtme dhe me pas krahasimi i vlerës së marrë bëhet duke përdorur tabelën e kontigjencës (Tabela e shperndarjes χ^2), duke pasur shkallën e lirisë (*Degree of Freedom*) dhe nivelin e e zgjedhur të besimit. Nëse vlera e χ^2 është më e madhe se ajo në tabelen e kontigjencës atëherë faktorët që janë analizuar nuk e gëzojnë pavarësinë e kushtëzuar.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^C \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Ku :

O_{ij} – është numri i vërejtur (*Observed*)

5-16

i pikselave në rreshtin e i^{te} dhe kolonën e j^{te} të tabelës.

E_{ij} – është numri i pritshëm (*Expected*)

i pikselave në rreshtin e i^{te} dhe kolonën e j^{te} te tabelës.

Shkalla e lirisë shprehet si më poshtë:

$$df = (R-1) \cdot (C-1)$$

5-17

Pavarësia e kushtëzuar në zonën e studimit është testuar duke përdorur hartat e 14 faktorëve (ORIENTIMI I SHPATIT, DISTANCA NGA NDËRTESAT, FORMA E SHPATIT SIPAS SHTRIRJES, FORMA E SHPATIT SIPAS RENIES, LARTËSIA MBI NIVELIN E DETIT, DISTANCA NGA THYERJET TEKTONIKE, GJEOLGJIA, LAND COVER, NDVI, RESHJET ATMOSFERIKE, DISTANCA NGA RRUGËT, PJERRËSIA E SHPATIT, DISTANCA NGA HIDROGRAFIA, TWI). Nga këto popullime është zgjedhur një mostër perfaqësuese, më pas duke zbatuar formulën 5-16 është llogaritur χ^2 për të gjithë çiftet e mundshme të faktorëve. Rezultatet e marra të χ^2 janë krahasur me rezultatet e përfuara nga tabela e kontigjencës për një nivel besimi prej 99 % dhe për nivelet respektive të shkallës së lirisë. Rezultatet e kësaj analize paraqiten në Tabelën 5.4, teksti me ngjyrë të zezë është vlera e llogaritur e χ^2 , me ngjyrë lejla vlera sipas tabelës së kontigjences dhe me ngjyrë blu është paraqitur shkalla e lirisë. Nga kjo tabelë vërehet që 5 faktorë nuk e plotësojnë kushtin e pavarësisë së kushtëzuar, ata janë: DISTANCA NGA THYERJET TEKTONIKE, LAND COVER, NDVI, DISTANCA NGA RRUGËT dhe DISTANCA NGA HIDROGRAFIA (Ngjyrosur me ngjyrë kafe të lehtë).

- Faktori DISTANCA NGA THYERJET TEKTONIKE paraqet një varësi të kushtëzuar me RESHJET ($\chi^2 = 24.588 > 20.090$) dhe me DISTANCA NGA RRUGËT ($\chi^2 = 32.244 > 32.000$);
- Faktori LAND COVER paraqet një varësi të kushtëzuar me DISTANCA NGA NDËRTESAT ($\chi^2 = 95.109 > 30.578$), GJEOLGJIA ($\chi^2 = 74.160 > 57.342$), NDVI ($\chi^2 = 39.795 > 37.566$);
- Faktori NDVI paraqet një varesi të kushtëzuar me FORMA E SHPATIT SIPAS RENIES ($\chi^2 = 31.205 > 13.277$) dhe LAND COVER ($\chi^2 = 39.795 > 37.566$);
- Faktori DISTANCA NGA RRUGËT paraqet një varësi të kushtëzuar me DISTANCA NGA NDËRTESAT ($\chi^2 = 51.572 > 37.566$) dhe DISTANCA NGA THYERJET TEKTONIKE ($\chi^2 = 32.244 > 32.000$);
- Faktori DISTANCA NGA HIDROGRAFIA paraqet një varësi të kushtëzuar me GJEOLGJIA ($\chi^2 = 52.116 > 37.566$) dhe PJERRËSIA E SHPATIT ($\chi^2 = 28.250 > 26.217$).

Këta faktorë nuk duhen përdorur bashkë me të tjerët në vlerësimin e suseptibilitetit të rrëshqitjeve me metodën WoE (Pradhan, et al., 2010).

Tabela 5.4 Tabela me llogaritjet e χ^2 për të testuar pavaresinë e kushtëzuar të të gjithë çifteve të hartave të faktorëve (modeleve binare), me një nivel besimi 99 %, në tabelë paraqiten të ngjyrosur faktorët që nuk gëzojnë vetinë e pavarësisë së kushtëzuar.

		1		2		3		4		5		6		7	8	9	10	11	12	13	14	
		ORIENTIMI I SHPATIT		DISTANCA NGA NDËRTESTSAT		FORMA E SHPATIT SIPAS SHTRIRJES		FORMA E SHPATIT SIPAS RËNIES		LARTËSIA MBI NIVELIN E DETIT		DISTANCA NGA THYERJET TEKTONIKE		GJEOLOGJIA	LAND COVER	NDVI	RESHJET ATMOSFERIKE	DISTANCA NGA RRUJËT	PJERRËSIA E SHPATIT	DISTANCA NGA HIDROGRAFIA	TWI	
1	ORIENTIMI I SHPATIT	-	-																			
2	DISTANCA NGA NDËRTESTSAT	53.404	63.691																			
		40																				
3	FORMA E SHPATIT SIPAS SHTRIRJES	14.192	32.000	15.662	23.209																	
		16		10																		
4	FORMA E SHPATIT SIPAS RËNIES	19.299	32.000	12.961	23.209	3.167	13.277															
		16		10		4																
5	LARTËSIA MBI NIVELIN E DETIT	43.5	73.683	34.72	50.892	8.901	26.217	11.63	26.217													
		48		30		12		12														
6	DISTANCA NGA THYERJET TEKTONIKE	41.900	53.486	23.612	37.566	8.394	20.090	12.854	20.090	19.981	42.980											
		32		20		8		8		24												

Indeksi i suseptibilitetit të rrëshqitjeve (LSI) për zonën e studimit është vlerësuar duke mbledhur të gjithë faktorët e kontrastit (Lee, et al., 2002) (Pradhan, et al., 2010), siç tregohet në formulën e mëposhtme, 5-18.

$$LSI = \sum_{i=1}^n C_{ij} \quad 5-18$$

Në analizën e vlerësimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve me metodën WoE janë marrë në konsideratë nëntë faktorë të cilët e kanë kaluar testin e pavarësisë së kushtëzuar, siç tregohet edhe në Tabelën 5.4. Këta faktorë janë: “*Orientimi i Shpatit*”, “*Distanca nga ndërtesat*”, “*Forma e shpatit sipas shtrirjes*”, “*Forma e shpatit sipas rënies*”, “*Lartësia mbi nivelin e detit*”, “*Gjeologjia*”, “*Reshjet atmosferike*”, “*Pjerrësia e shpatit*” dhe “*TWT*”. Rezultatet e kësaj analize paraqiten në Tabelën 5.5 dhe Figurën 5.14. Nga shqyrtimi i Tabelës 5.5 dhe Figurës 5.14 mund të themi që:

- Faktori i parë “**Orientimi i shpatit**”, i ndarë në dhjetë klasa, klasa me peshën më të madhe pozitive (W^+) është klasa e pestë “Jug – Lindje” $W^+=0.93$. Peshat negative e kësaj klase është $W^-=-0.27$, faktori i kontrastit është $C_w=1.2$ dhe $C/S(C)=35.58 > 1.96$ (Neuhäuser & Terhorst, 2007). Më pas vjen klasa e katërt “Lindje”, peshat pozitive $W^+=0.46$. Peshat negative e kësaj klase është $W^-=-0.08$, faktori i kontrastit është $C_w=0.54$ dhe $C/S(C)=13.38 > 1.96$. Klasa e gjashtë “Jug”, peshat pozitive $W^+=0.24$. Peshat negative e kësaj klase është $W^-=-0.04$, faktori i kontrastit është $C_w=0.28$ dhe $C/S(C)=6.22 > 1.96$. Vetëm këto klasa kanë një lidhje me praninë e rrëshqitjeve, pra janë më të predispozuar për humbjen e qëndrueshmërisë së shpatit. Të gjitha klasat e tjera kanë vlera negative të W^+ dhe vlera pozitive të W^- , që do të thotë se prania e tyre është e lidhur me mungesën e rrëshqitjeve (*Shpat i qëndrueshëm*), Tabela 5.5, Figura 5.14.
- Faktori i dytë “**Distanca nga ndërtesat**”, i ndarë në gjashtë klasa, klasa me peshën më të madhe pozitive (W^+) është klasa e pestë “450 ÷ 600 m” $W^+=0.31$. Peshat negative e kësaj klase është $W^-=-0.06$, faktori i kontrastit është $C_w=0.37$ dhe $C/S(C)=9.18 > 1.96$ (Neuhäuser & Terhorst, 2007). Më pas vjen klasa e katërt “300 – 450 m”, peshat pozitive $W^+=0.1$. Peshat negative e kësaj klase është $W^-=-0.02$, faktori i kontrastit është $C_w=0.12$ dhe $C/S(C)=2.95 > 1.96$, klasa e tretë “150 ÷ 300 m”, peshat pozitive $W^+=0.05$. Peshat negative e kësaj klase është $W^-=-0.01$, faktori i kontrastit është $C_w=0.06$ dhe $C/S(C)=1.55 < 1.96$. Megjithatë klasa e gjashtë dhe ajo e pestë kanë vlera pozitive të W^+ , vlera negative të W^- dhe $C/S(C) > 1.96$ nuk mund të thuhet se kemi një lidhje midis klasave të këtij faktori me praninë e rrëshqitjeve, nëse do të ekzistonte një lidhje e tillë, klasat e para që kanë distancë më të vogël nga rruga duhet të kishin vlerat e këtyre treguesve më të mëdha, Tabela 5.5, Figura 5.14.

Tabela 5.5 Tabela me rezultatet e metodës bivariate WoE.

	Nr.	Kategoria	Pikselat e çdo klase			Pikselat e çdo klase			Pikselat e çdo klase			W ⁺	W ⁻	C _w	S ² (W ⁺)	S ² (W ⁻)	S(C)	C/S(C)
			Nr.	Sip. (Ha)	%	Nr.	Sip. (Ha)	%	Nr.	Sip. (Ha)	%							
ORIENTIMI I SHPATIT	1	E shështë (-1)	1813	113.3	1.2	0	0	0	1813	113.3	1.2	0	0.01	-0.01	-	0.0002	-	-
	2	Veri (0 + 22.5°)	8476	529.8	5.6	82	5.125	2	8558	534.9	5.5	-1.03	0.04	-1.06	0.012	0.0003	0.112	-9.49
	3	Veri-lindje (22.5 + 67.5°)	16099	1006.2	10.6	226	14.125	5.5	16325	1020.3	10.4	-0.65	0.06	-0.71	0.004	0.0003	0.069	-10.30
	4	Lindje (67.5 + 112.5°)	18495	1155.9	12.2	789	49.3125	19.2	19284	1205.3	12.3	0.46	-0.08	0.54	0.001	0.0003	0.040	13.38
	5	Jug-lindje (112.5 + 157.5°)	20250	1265.6	13.3	1391	86.9375	33.8	21641	1352.6	13.9	0.93	-0.27	1.2	0.001	0.0004	0.034	35.58
	6	Jug (157.5 + 202.5°)	17283	1080.2	11.4	596	37.25	14.5	17879	1117.4	11.4	0.24	-0.04	0.28	0.002	0.0003	0.045	6.22
	7	Jug-perendim (202.5 + 247.5°)	18606	1162.9	12.2	396	24.75	9.6	19002	1187.6	12.2	-0.24	0.03	-0.27	0.003	0.0003	0.053	-5.01
	8	Perendim (247.5 + 292.5°)	18721	1170.1	12.3	190	11.875	4.6	18911	1181.9	12.1	-0.98	0.08	-1.06	0.005	0.0003	0.075	-14.24
	9	Veri-perendim (292.5 + 337.5°)	22734	1420.9	14.9	289	18.0625	7	23023	1438.9	14.7	-0.75	0.09	-0.84	0.004	0.0003	0.061	-13.72
	10	Veri (337.5 + 360°)	9660	603.8	6.3	152	9.5	3.7	9812	613.3	6.3	-0.54	0.03	-0.57	0.007	0.0003	0.083	-6.83
DISTANCA NGA NDËRTESTAT	1	0 + 50 m	17839	1114.9	11.7	279	17.4375	6.8	18118	1132.4	11.6	-0.55	0.05	-0.6	0.00364	0.00027	0.063	-9.62
	2	50 + 150 m	28033	1752.1	18.4	733	45.8125	17.8	28766	1797.9	18.4	-0.03	0.01	-0.04	0.0014	0.0003	0.041	-0.97
	3	150 + 300 m	32554	2034.6	21.4	921	57.5625	22.4	33475	2092.2	21.4	0.05	-0.01	0.06	0.00112	0.00032	0.038	1.55
	4	300 + 450 m	27251	1703.2	17.9	810	50.625	19.7	28061	1753.8	18	0.1	-0.02	0.12	0.00127	0.00031	0.040	2.95
	5	450 + 600 m	20869	1304.3	13.7	771	48.1875	18.8	21640	1352.5	13.8	0.31	-0.06	0.37	0.00134	0.00031	0.041	9.18
	6	>600 m	25591	1599.4	16.8	597	37.3125	14.5	26188	1636.8	16.8	-0.15	0.03	-0.17	0.00171	0.00029	0.045	-3.89
FORMA E SHPATIT SIPAS SHTRIRJES	1	Konkave	70131	4383.2	46.1	2075	129.7	50.5	72206	4512.9	46.2	0.09	-0.08	0.18	0.00097	0.00003	0.032	5.55
	2	E shështë	4133	258.3	2.7	9	0.6	0.2	4142	258.9	2.7	-2.52	0.03	-2.54	0.11135	0.00025	0.334	-7.61
	3	Konvekse	77873	4867.1	51.2	2027	126.7	49.3	79900	4993.8	51.1	-0.04	0.04	-0.08	0.00097	0.00003	0.032	-2.38
FORMA E SHPATIT SIPAS RËNIES	1	Konkave	69519	4344.9	45.7	1743	108.9	42.4	71262	4453.9	45.6	-0.07	0.06	-0.13	0.001	0.00003	0.032	-4.18
	2	E shështë	3591	224.4	2.4	8	0.5	0.2	3599	224.9	2.3	-2.5	0.02	-2.52	0.12524	0.00029	0.354	-7.11
	3	Konvekse	79027	4939.2	51.9	2360	147.5	57.4	81387	5086.7	52.1	0.1	-0.12	0.22	0.00099	0.00003	0.032	6.90
LARTËSI A MBI NVELIN E DETIT	1	<10 m	20994	1312.1	13.8	35	2.2	0.9	21029	1314.3	13.5	-2.79	0.14	-2.93	0.02862	0.00025	0.170	-17.22
	2	10 + 30 m	24316	1519.8	16	304	19	7.4	24620	1538.8	15.8	-0.77	0.1	-0.87	0.00333	0.00027	0.060	-14.47
	3	30 + 50 m	20131	1258.2	13.2	515	32.2	12.5	20646	1290.4	13.2	-0.05	0.01	-0.06	0.00199	0.00029	0.048	-1.32

	4	50 + 70 m	25382	1586.4	16.7	868	54.3	21.1	26250	1640.6	16.8	0.24	-0.05	0.29	0.00119	0.00032	0.039	7.47
	5	70 + 90 m	22478	1404.9	14.8	978	61.1	23.8	23456	1466	15	0.48	-0.11	0.59	0.00107	0.00033	0.037	15.75
	6	90 + 120 m	24986	1561.6	16.4	1007	62.9	24.5	25993	1624.6	16.6	0.4	-0.1	0.5	0.00103	0.00033	0.037	13.58
	7	>120 m	13850	865.6	9.1	404	25.3	9.8	14254	890.9	9.1	0.08	-0.01	0.08	0.00255	0.00028	0.053	1.59
GJEOLGJIA	1	alQh1	16318	1019.88	10.7	0	0	0	16318	1019.9	10.4	0	0.11	-0.11	-	0.00025	-	-
	2	alQh2 & eQh2	3584	224	2.4	4	0.3	0.1	3588	224.3	2.3	-3.19	0.02	-3.21	0.25028	0.00025	0.501	-6.41
	3	d.c.pQh	26790	1674.38	17.6	125	7.8	3	26915	1682.2	17.2	-1.76	0.16	-1.92	0.00804	0.00026	0.091	-21.07
	4	dQh2	292	18.25	0.2	0	0	0	292	18.3	0.2	0	0	0	-	0.00025	-	-
	5	N ₂ ¹ h(c)	54693	3418.31	35.9	1706	106.6	41.5	56399	3524.9	36.1	0.14	-0.09	0.23	0.0006	0.00043	0.032	7.29
	6	N ₂ ¹ h(dk)	2140	133.75	1.4	9	0.6	0.2	2149	134.3	1.4	-1.86	0.01	-1.87	0.11158	0.00025	0.334	-5.60
	7	N ₂ ² rr(a)	21736	1358.5	14.3	1331	83.2	32.4	23067	1441.7	14.8	0.82	-0.24	1.06	0.0008	0.00037	0.034	30.92
	8	N ₂ ² rr(ab)	3640	227.5	2.4	72	4.5	1.8	3712	232	2.4	-0.31	0.01	-0.32	0.01416	0.00025	0.120	-2.65
	9	N ₂ ² rr(b)	5441	340.063	3.6	365	22.8	8.9	5806	362.9	3.7	0.91	-0.06	0.97	0.00292	0.00027	0.057	17.08
	10	N ₂ ² rr(bc)	6228	389.25	4.1	108	6.8	2.6	6336	396	4.1	-0.44	0.02	-0.46	0.00942	0.00026	0.098	-4.66
	11	N ₂ ² rr(c)	11275	704.688	7.4	391	24.4	9.5	11666	729.1	7.5	0.25	-0.02	0.27	0.00265	0.00028	0.054	5.04
RESHJET ATMOSFERIKE	1	<1100 mm	56060	3503.8	36.8	737	46.1	17.9	56797	3549.8	36.4	-0.72	0.26	-0.98	0.00137	0.00031	0.041	-23.96
	2	1100 + 1150 mm	50330	3145.6	33.1	2296	143.5	55.9	52626	3289.1	33.7	0.52	-0.42	0.94	0.00046	0.00056	0.032	29.47
	3	>1150 mm	45747	2859.2	30.1	1078	67.4	26.2	46825	2926.6	30	-0.14	0.05	-0.19	0.00095	0.00034	0.036	-5.31
PJERRËSIA E SHPATIT	1	Shpat i rrafshët - pjerrësi shumë e butë (<5°)	41066	2566.6	27	39	2.4	0.9	41105	2569.1	26.3	-3.35	0.31	-3.65	0.02589	0.00003	0.161	-22.69
	2	Shpat i rrafshët - pjerrësi e butë (5 ÷ 15°)	66013	4125.8	43.4	1509	94.3	36.7	67522	4220.1	43.2	-0.17	0.11	-0.28	0.00105	0.00003	0.033	-8.51
	3	Pjerrësi mesatare (15 ÷ 25°)	37095	2318.4	24.4	1793	112.1	43.6	38888	2430.5	24.9	0.58	-0.29	0.88	0.00099	0.00004	0.032	27.33
	4	Pjerrësi mesatare e lartë (25 ÷ 35°)	7098	443.6	4.7	673	42.1	16.4	7771	485.7	5	1.26	-0.13	1.39	0.00178	0.00015	0.044	31.60
	5	Pjerrësi e lartë (35 ÷ 45°)	854	53.4	0.6	97	6.1	2.4	951	59.4	0.6	1.44	-0.02	1.45	0.01056	0.00118	0.108	13.42
	6	Pjerrësi shumë e lartë (>45°)	11	0.7	0.01	0	0	0	11	0.7	0.01	0	0	0	0.00024	0.09092	0.302	0.00
TWI	1	0 + 4.5	52008	3250.5	34.2	2084	130.3	50.7	54092	3380.8	34.6	0.39	-0.29	0.68	0.00097	0.00003	0.032	21.57
	2	4.5 + 6.5	55885	3492.81	36.7	1648	103	40.1	57533	3595.8	36.8	0.09	-0.05	0.14	0.00101	0.00003	0.032	4.40
	3	6.5 + 8	20635	1289.69	13.6	276	17.3	6.7	20911	1306.9	13.4	-0.7	0.08	-0.78	0.00388	0.00006	0.063	-12.42
	4	>8	23609	1475.56	15.5	103	6.4	2.5	23712	1482	15.2	-1.82	0.14	-1.97	0.00996	0.00005	0.100	-19.66

- Faktori i tretë “**Forma e shpatit sipas shtrirjes**”, i ndarë në tre klasa, vetëm klasa e parë “Konkave” e ka peshën pozitive (W^+) më të madhe se zero $W^+=0.09$. Peshë negative e kësaj klase është $W^-=-0.08$, faktori i kontrastit është $C_w=0.18$ dhe $C/S(C)=5.55 > 1.96$. Mund të themi se ekziston një lidhje e dobët midis kësaj klase dhe pranisë së rrëshqitjeve. Dy klasat e tjera janë të lidhura me mungesën e rrëshqitjeve, Tabela 5.5, Figura 5.14.
- Faktori i katërt “**Forma e shpatit sipas rënies**”, i ndarë në tre klasa, vetëm klasa e tretë “Konvekse” e ka peshën pozitive (W^+) më të madhe se zero $W^+=0.1$. Peshë negative e kësaj klase është $W^-=-0.12$, faktori i kontrastit është $C_w=0.22$ dhe $C/S(C)=6.9 > 1.96$. Ekziston një lidhje midis kësaj klase dhe pranisë së rrëshqitjeve, lidhje e cila është më e fortë se ajo e klasës së faktorit të tretë. Dy klasat e tjera janë të lidhura me mungesën e rrëshqitjeve, Tabela 5.5, Figura 5.14.
- Faktori i pestë “**Lartësia mbi nivelin e detit**”, i ndarë në shtatë klasa, renditja e klasave sipas vlerave më të mëdha të treguesve është si në vijim: klasa e pestë “70 ÷ 90 m” $W^+=0.48$, $W^-=-0.11$, $C_w=0.59$ dhe $C/S(C) = 15.75 > 1.96$, klasa e gjashtë “90 ÷ 120 m” $W^+=0.4$, $W^-=-0.1$, $C_w=0.5$ dhe $C/S(C) = 13.58 > 1.96$, klasa e katërt “50 ÷ 70 m” $W^+=0.24$, $W^-=-0.05$, $C_w=0.29$ dhe $C/S(C) = 7.47 > 1.96$, klasa e shtatë “> 120 m” $W^+=0.08$, $W^-=-0.01$, $C_w=0.08$ dhe $C/S(C) = 1.59 < 1.96$. Nga interpretimi i këtyre rezultateve vihet re një lidhje midis faktorit “Lartësia mbi nivelin e detit” dhe pranisë së rrëshqitjeve, pra rrëshqitjet janë më të predispozuar të ndodhin midis lartësisë 50 m dhe 120 m. Lartësia e terrenit nën 50 m është e qëndrueshme, kjo sjell që W^+ të jetë negative, W^- të jetë pozitive dhe $C/S(C) < 1.96$, Tabela 5.5, Figura 5.14.
- Faktori i gjashtë “**Gjeologjia**”, i ndarë në njëmbëdhjetë klasa, renditja e klasave sipas vlerave më të mëdha të treguesve është si në vijim: klasa e nëntë “ $N_2^{2rr}(b)$ ” $W^+=0.91$, $W^-=-0.06$, $C_w=0.97$ dhe $C/S(C) = 17.08 > 1.96$, klasa e shtatë “ $N_2^{2rr}(a)$ ” $W^+=0.82$, $W^-=-0.24$, $C_w=1.06$ dhe $C/S(C) = 30.92 > 1.96$, klasa e njëmbëdhjetë “ $N_2^{2rr}(c)$ ” $W^+=0.25$, $W^-=-0.02$, $C_w=0.27$ dhe $C/S(C) = 5.04 > 1.96$, klasa e pestë “ $N_2^1h(c)$ ” $W^+=0.14$, $W^-=-0.09$, $C_w=0.23$ dhe $C/S(C) = 7.29 > 1.96$. Nga këto rezultate vërehet një lidhje midis këtyre klasave dhe pranisë së rrëshqitjeve, klasat e tjera kanë lidhje me mungesën e rrëshqitjeve, rrjedhimisht qëndrueshmërinë e shpatit. Nga këto rezultate formacionet më të predispozuar për tu prekur nga rrëshqitjet janë $N_2^{2rr}(b)$, $N_2^{2rr}(a)$ dhe $N_2^1h(c)$, në seksionin 4.2.1.3 jepet një përshkrim i detajuar i ndërtimit gjeologjik të secilit prej tyre, Tabela 5.5, Figura 5.14.
- Faktori i shtatë “**Reshjet Atmosferike**”, i ndarë në tre klasa, vetëm klasa e dytë “1100 – 1150 mm” e ka peshën pozitive (W^+) më të madhe se zero $W^+=0.52$. Peshë negative e kësaj klase është $W^-=-0.42$, faktori i kontrastit është $C_w=0.94$ dhe $C/S(C)=29.47 > 1.96$. Në këtë rast megjithëse treguesit janë për një lidhje të klasës së dytë me praninë e rrëshqitjeve, por nuk mund të thuhet një gjë të tillë pasi ajo është e rastësishme. Nëse do të ekzistonte një lidhje ajo duhet të ishte më e madhe me klasën e tretë, e cila përfaqëson një zonë me reshje më të mëdha, Tabela 5.5, Figura 5.14. Ashtu siç u trajtua edhe në seksionin 4.2.1.5, të dhënat për reshjet për zonën e studimit janë të pamjaftueshme pasi mungojnë stacione monitorimi brenda saj.

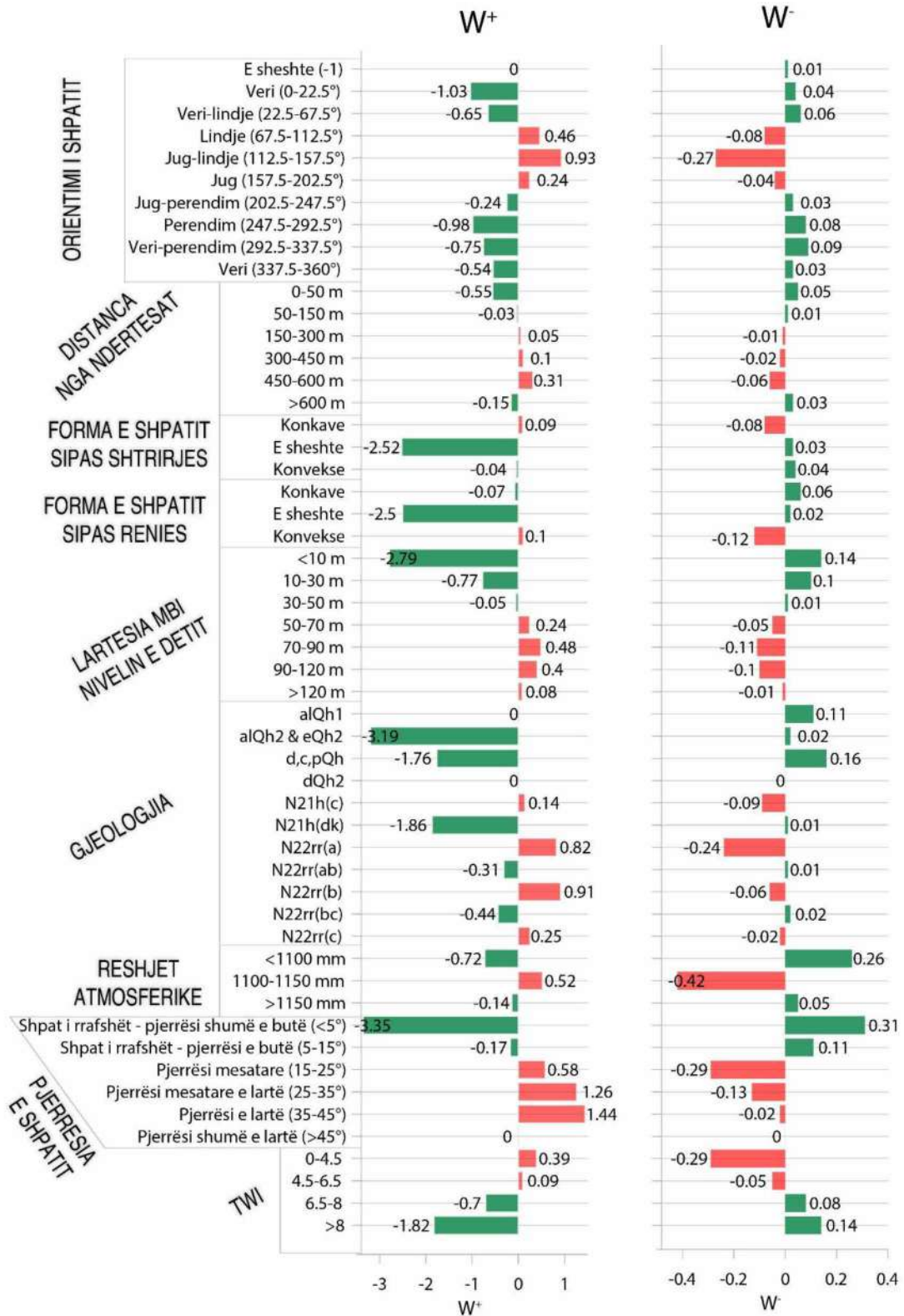


Figura 5.14 Grafiku i peshave W_{ij}^+ dhe W_{ij}^- të secilës klasë të hartave të faktoreve të përdorur për vlerësimin e suseptibilitetit me metodën WoE.

- Faktori i tetë “**Pjerrësia e shpatit**”, i ndarë në gjashtë klasa, renditja e klasave sipas vlerave më të mëdha të treguesve është si në vijim: klasa e pestë “Pjerrësi e madhe” $W^+=1.44$, $W^-=-0.02$, $C_w=1.45$ dhe $C/S(C) = 13.42 > 1.96$, klasa e katërt “Pjerrësi mjaft e moderuar” $W^+=1.26$, $W^-=-0.13$, $C_w=1.39$ dhe $C/S(C) = 31.60 > 1.96$, klasa e tretë “Pjerrësi mesatare” $W^+=0.58$, $W^-=-0.29$, $C_w=0.88$ dhe $C/S(C) = 27.33 > 1.96$. Lidhja e pranisë së rrëshqitjeve me hartën e pjerrësisë së shpatit është e qartë, sa më e madhe pjerrësia e shpatit aq më e predispozuar është zona për tu prekur nga rrëshqitjet. Dy klasat e para kanë një lidhje me mungesën e rrëshqitjeve, rrjedhimisht qëndrueshmërinë e shpateve.
- Faktori i nëntë “**TWI**”, i ndarë në katër klasa, ky faktor ka vetëm dy klasa që i plotësojnë kushtet për të qenë të lidhura me rrëshqitjet. Klasat respektive janë: klasa e parë “0 – 4.5” $W^+=0.39$, $W^-=-0.29$, $C_w=0.68$ dhe $C/S(C) = 21.57 > 1.96$ dhe klasa e dytë “4.5 – 6.5” $W^+=0.09$, $W^-=-0.05$, $C_w=0.14$ dhe $C/S(C) = 4.40 > 1.96$. Nga këto rezultate vërehet një lidhje midis klasës së parë dhe pranisë së rrëshqitjeve, ndërsa lidhja me klasën e dytë është e pa përfillshme.

Harta e suseptibiliteti të rrëshqitjeve është përftuar duke përdorur formulën 5-18 dhe tregohet në Figurën 5.16. Indeksi i suseptibilitetit të rrëshqitjeve (LSI) në këtë hartë lëviz në intervalin $-18.4 \div 6.7$.

Harta e suseptibilitetit të rrëshqitjeve është ndarë në 6 klasa (*I pa mundur; Shumë i ulët; I ulët; Mesatar; I lartë; dhe Shumë i lartë*) duke përdorur metodën e klasifikimit të ndarjeve natyrore (*natural break classification method*) (Falaschi, et al., 2009), e njëjta metodë që është përdorur edhe për IV. Në Figurën 5.15 tregohet grafiku me përqindjet e çdo klase në këtë hartë.

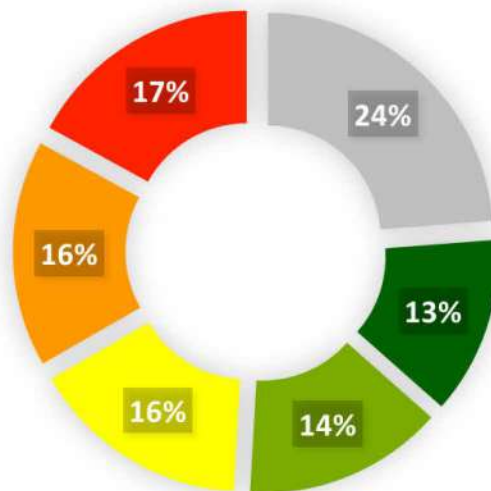


Figura 5.15 Grafiku me përqindjet e çdo klase të hartës së suseptibilitetit të rrëshqitjeve, përftuar me metodën WoE.

Në Figurën 5.15 vërehet që 24 % e zonës bie në klasën me suseptibilitet të pa mundur, 13 % bie në klasën me suseptibilitet shumë të ulët, 14 % bie në klasën me suseptibilitet të ulët, 16 % bie në klasën me suseptibilitet mesatar, 16 % bie në klasën me suseptibilitet të lartë dhe 17 % bie në klasën me suseptibilitet shumë të lartë.

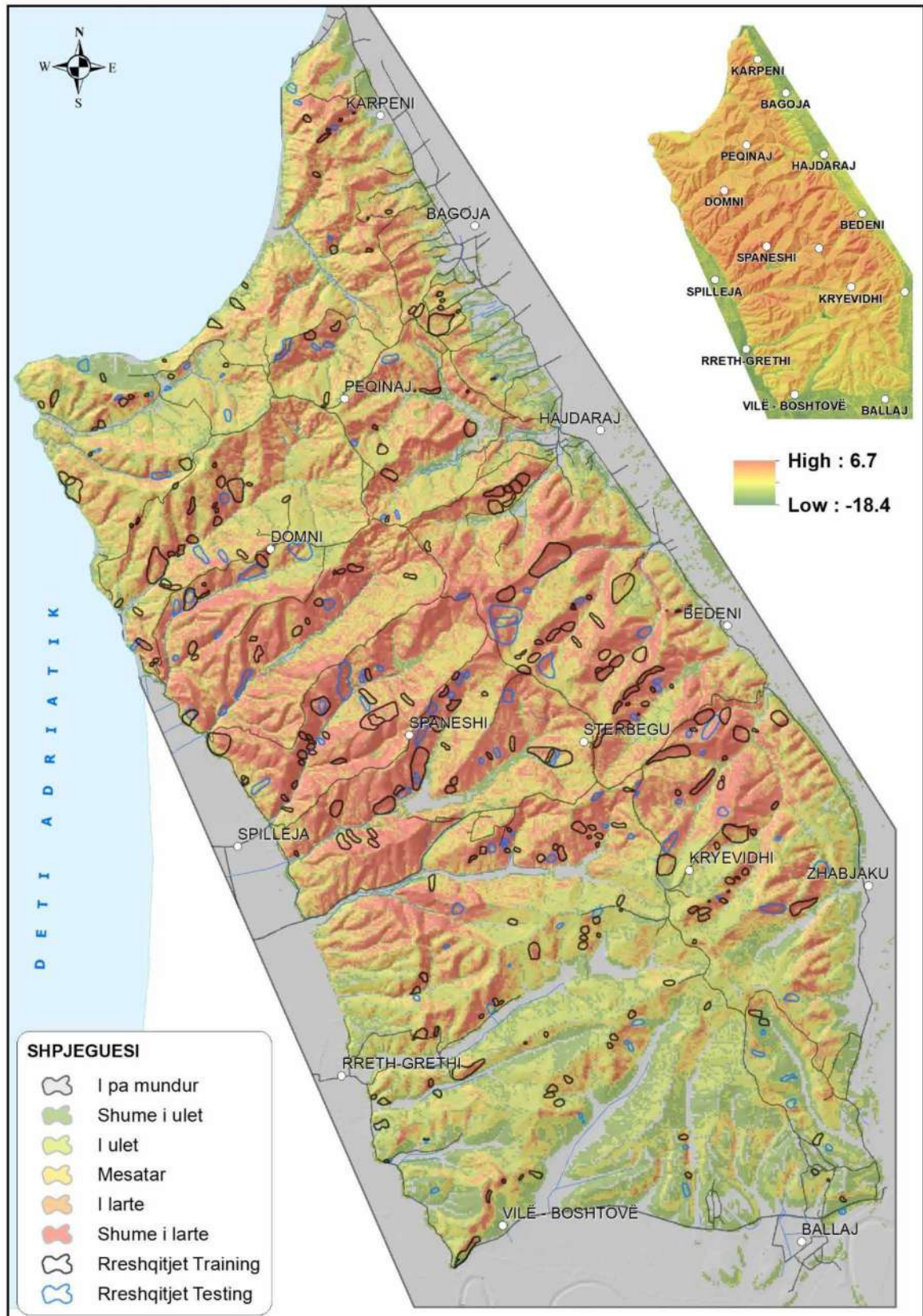


Figura 5.16 Harta e suseptibilitetit të rreshqitjeve përftuar me metodën WoE.

5.5.2.2 Verifikimi i saktësisë së zonimit

Për të verifikuar saktësinë e zonimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve me metodën WoE është përdorur grafiku Receiver Operating Characteristic (ROC). Nga ky grafik vërehet që sipërfaqja poshtë kurbës (Area Under Curve, AUC) me të dhënat Trajnuese (Training) është **0.817** që sipas (Yesilnacar & Topal, 2005) konsiderohet një klasifikim shumë i mirë dhe për të dhënat Testuese është **0.805** që konsiderohet gjithashtu një klasifikim shumë i mirë për të parashikuar rrëshqitje edhe në zona të tjera që kanë pasur rrëshqitje por nuk janë futur në analizë apo edhe në zona të reja pa informacion mbi praninë e rrëshqitjeve Figura 5.17.

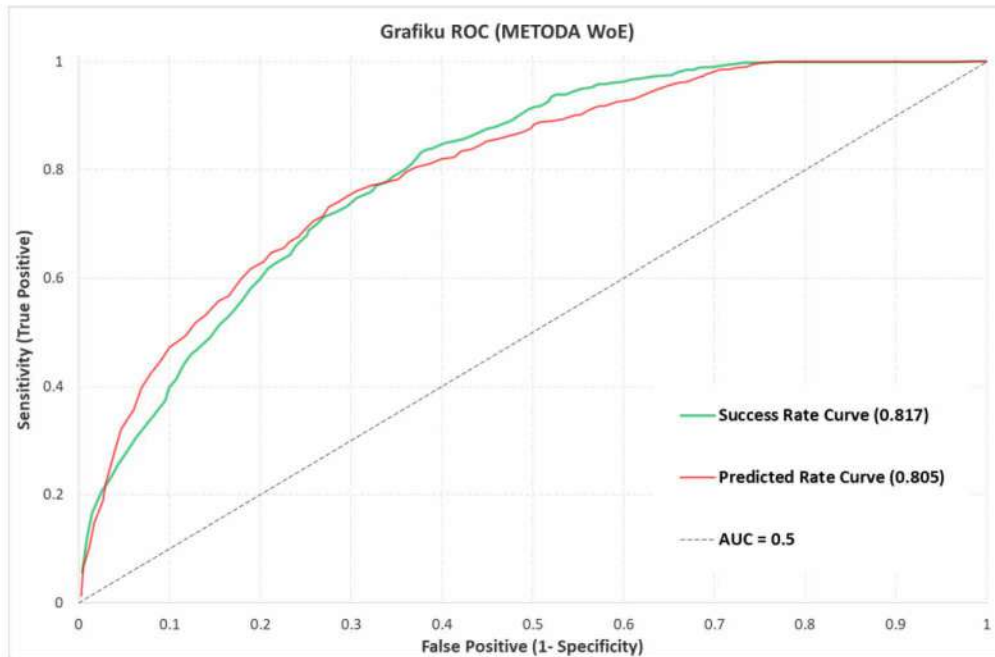


Figura 5.17 Grafiku ROC për zonimin e suseptibilitetit me metodën WoE.

5.6 PËRDORIMI I METODAVE MULTIVARIATE

Metodat statistikore multivariate të faktorëve të rëndësishëm në lidhje me ndodhjen e rrëshqitjeve mund të japin kontributin relativ të secilit prej këtyre faktorëve në suseptibilitetin e përgjithshëm brënda një njësie të përcaktuar terreni (van Westen, 1994). Këto metoda në fushën e vlerësimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve janë përdorur fillimisht nga Carrara (1983).

Duke qenë se Analiza e Regresionit Logjistik (ARL) dhe Analizia Diskriminante (AD) janë ndër metodat më të përdorshme në literaturë, atëherë edhe në këtë punim janë aplikuar këto metoda.

5.6.1 Analiza e Regresioni Logjistik (ARL)

Analiza e regresionit logjistik (ARL) është propozuar nga Cox (1958), është një metodë statistikore multivariate për vlerësimin e suseptibilitetit të rrëshqitjeve (Budimir, et al., 2015).

ARL mund të zbulojë lidhjen midis një ndryshore të varur (*Harta e inventarit të rrëshqitjeve*) dhe ndryshoreve të shumta parashikuese të pavaruara (*Hartat e faktorëve*). Me anë të kësaj metode mund të parashikohet probabiliteti i ndodhjes së një ngjarjeje të caktuar. Në një analizë statistikore të ARL, variablat parashikues mund të jenë të vazhdueshëm ose diskretë dhe nuk ka nevojë të plotësojmë kushtin

për të pasur shpërndarje normale (Zhou, et al., 2018). Formulatat e përdorura për vlerësimin e suseptibilitetit të rrëshqitjeve në zonën e studimit janë si më poshtë, 5-19, 5-20:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-Y}} \quad 5-19$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1(\text{Gjeologjia}) + \beta_2(\text{Pjerrësia e shpatit}) \dots \beta_n(\dots)$$

Ku:

Y – Funksioni logjik

5-20

$\beta_0, \beta_1 \dots \beta_n$ – Koeficientët e panjohur

Siç u përshkrua edhe në seksionin 2.5.2.1.2, (**p**) shpreh probabilitetin që një piksel të preket nga rrëshqitjet ose të jetë i qëndrueshëm. Ky probabilitet (**p**) varion nga 0 në 1 dhe paraqitet në një grafik në formë “S” (*Funksioni Logjistik* ose *Funksioni Sigmoidal*).

5.6.2 Përzgjedhja e variablave (faktorëve)

Përzgjedhja e faktorëve të cilët kanë lidhje me praninë apo mungesën e rrëshqitjeve nga i gjithë seti prej 14 faktorësh është bërë duke përdorur metodën bivariate **IV** dhe **WoE**. Në metodën IV është dalluar rëndësia e secilit faktor me praninë e rrëshqitjeve dhe metoda WoE është paraprirë nga vlerësim i pavarësisë së kushtëzuar (Hi - katror).

Në ARL janë përdorur nëntë faktorë: “ORIENTIMI I SHPATIT”, “DISTANCA NGA NDËRTESTAT”, “FORMA E SHPATIT SIPAS SHTRIRJES”, “FORMA E SHPATIT SIPAS RËNIES”, “LARTËSIA MBI NIVELIN E DETIT”, “GJEOLGJIA”, “RESHJET ATMOSFERIKE”, “PJERRËSIA E SHPATIT” dhe “TWI”.

5.6.3 Rezultatet e zonimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve me ARL

Harta e suseptibilitetit të rrëshqitjeve me metodën ARL është përfutur duke përdorur formulën 5-19 dhe 5-20. Formula 5-19 e funksionit logjik përfutet duke zëvendësuar koeficientët e panjohur të gjetur nga zbatimit i ARL me të dhënat e zonës së studimit, është e formës së mëposhtme, 5-21:

$$\begin{aligned} Y = & (-0.226 \cdot (\text{ORIENTIMI I SHPATIT}) \\ & + 0.228 \cdot (\text{DISTANCA NGA NDËRTESTAT}) \\ & - 0.305 \cdot (\text{FORMA E SHPATIT SIPAS SHTRIRJES}) \\ & - 0.073 \cdot (\text{FORMA E SHPATIT SIPAS RËNIES}) \quad 5-21 \\ & + 0.064 \cdot (\text{LARTËSIA MBI NIVELIN E DETIT}) + 0.245 \cdot (\text{GJEOLGJIA}) \\ & - 0.288 \cdot (\text{RESHJET ATMOSFERIKE}) + 0.906 \cdot (\text{PJERRËSIA E SHPATIT}) \\ & - 0.039 \cdot (\text{TWI}) - 1.665 \end{aligned}$$

Harta e suseptibilitetit të rrëshqitjeve është ndarë në gjashtë klasa (I pa mundur; Shumë i ulët; I ulët; Mesatar; I lartë; dhe Shumë i lartë) duke përdorur metodën e klasifikimit të ndarjeve natyrore (*natural break classification method*) (Falaschi, et al., 2009), e cila është përshkruar më sipër.

VLERËSIMI I RISKUT GJEOLLOJIK NË ZONËN BREGDETARE KRYEVIDH - GOLEM NËPËRMJET
TEKNOLOGJISË GIS

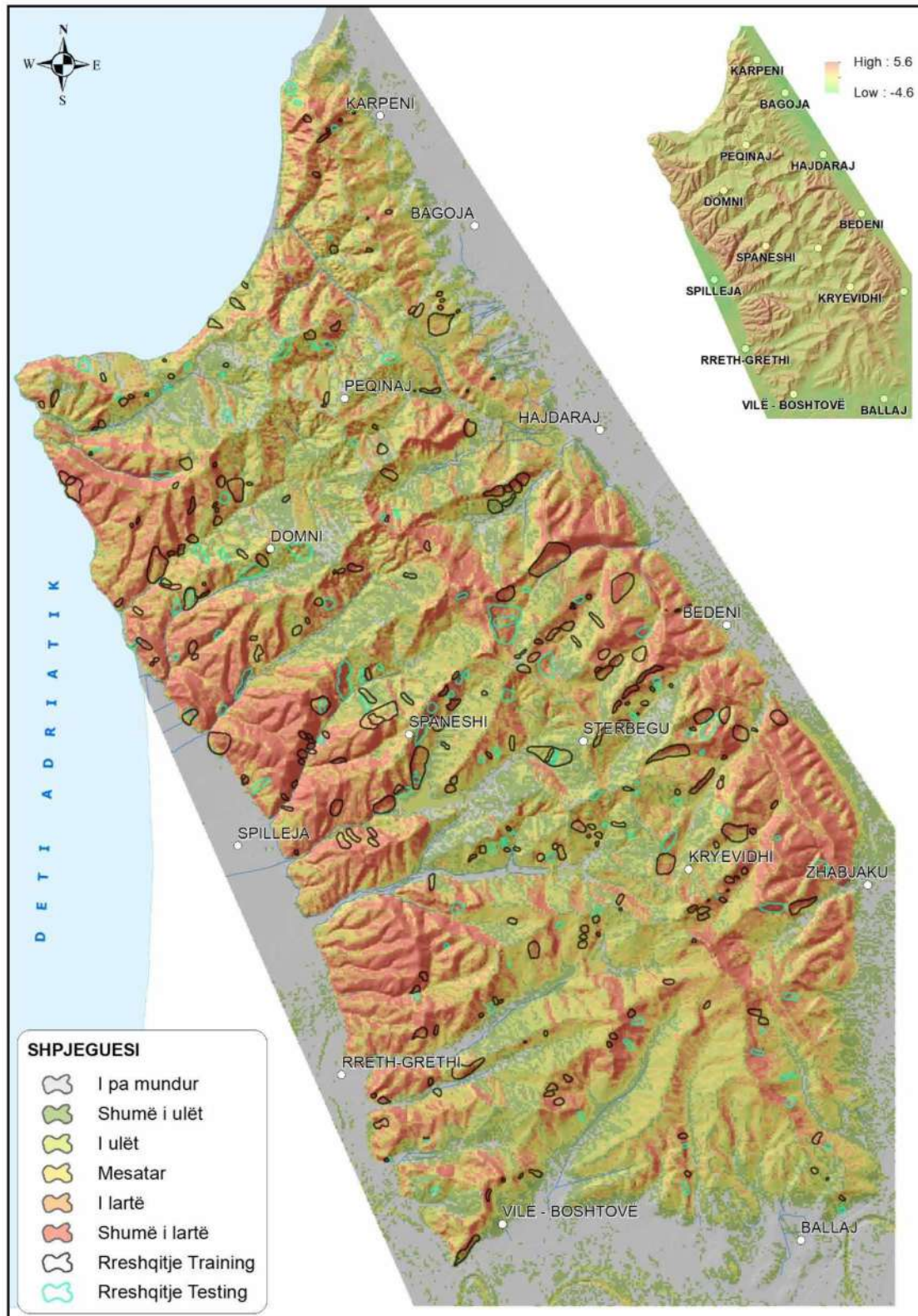


Figura 5.18 Harta e suseptibilitetit të rrëshqitjeve, përfshur me Analizën e Regresionit Logjistik (ARL).

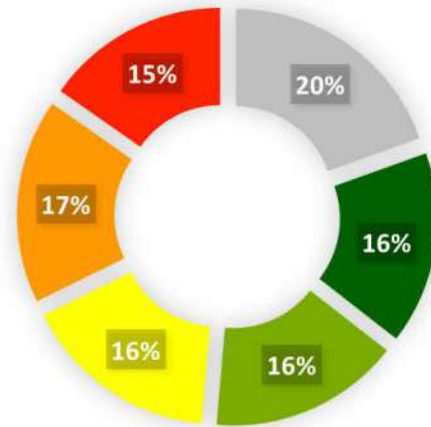


Figura 5.19 Grafiku me përqindjet e çdo klase të hartës së suseptibilitetit të rrëshqitjeve, përftuar me metodën ARL.

Siç mund të vihet re edhe në Figurën 5.18 vlerat e funksionit logjik (5-21) kanë rezultuar në intervalin $-4.6 \div 5.6$. Nga analiza statistikore e hartës së suseptibilitetit të rrëshqitjeve të përftuar me metodën ARL, Figura 5.19, Figura 5.18 rezulton se klasa "I pa mundur" ze 20 % të zonës së studimit, klasa "Shumë i ulët" zë 16 % të zonës së studimit, klasa "I ulët" zë 16 % të zonës së studimit, klasa "Mesatar" zë 16 % të zonës së studimit, klasa "I lartë" zë 17 % të zonës së studimit dhe klasa "Shumë i lartë" zë 15 % të zonës së studimit.

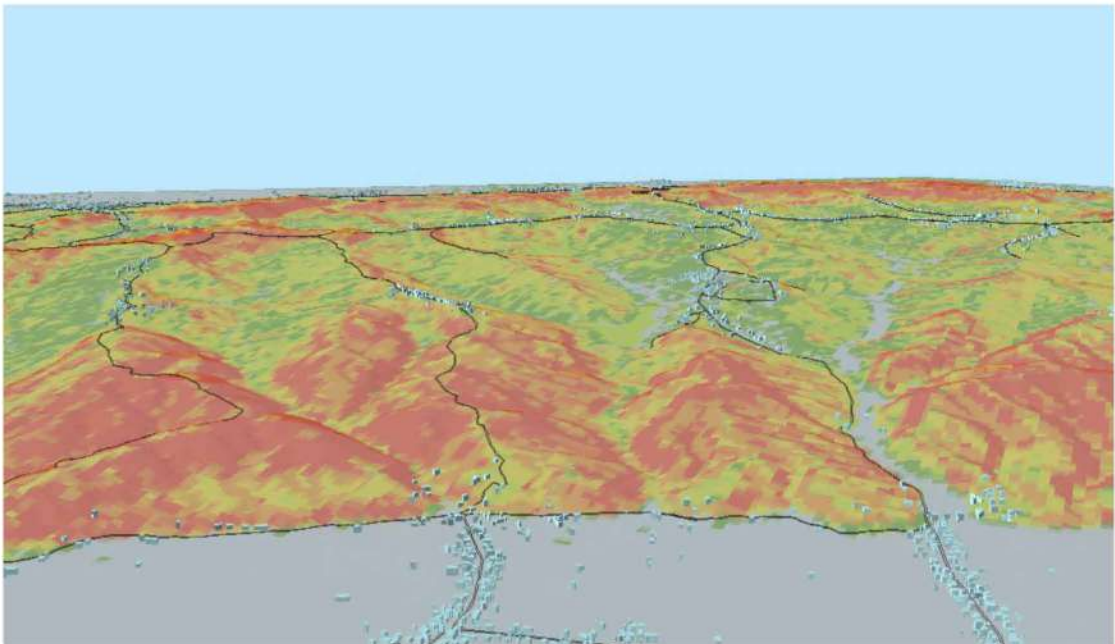


Figura 5.20 Pamje 3D e një pjese të zonës së studimit me hartën e suseptibilitetit të përftuar me ARL.

5.6.3.1 Verifikimi i saktësisë së zonimit

Fillimisht për të gjykuar mbi performacën e zonimit duhet pasur parasyshë që klasifikimi binar (0, 1) ka katër lloje të mundshme të rezultateve, si më poshtë:

1. **True negatives (TN):** vlerat negative të parashikuara saktë (zero);
2. **True positives (TP):** vlerat pozitive të parashikuara saktë (një);
3. **False negatives (FN):** vlerat negative të parashikuara gabim (zero);
4. **False positives (FP):** vlerat pozitive të parashikuara gabim (një).

Vlerësimi i rezultateve të zonimit me metodën e përdorur bëhet duke krahasuar rezultatet aktuale dhe ato të parashikuara. Zakonisht performanca e klasifikuesit bëhet duke krahasuar rezultatet aktuale (të vëzhguara) dhe të parashikuara, kjo kryhet duke numëruar parashikimet e sakta dhe të pasakta.

Treguesi më i përdoshëm i saktësisë së zonimit është raporti i numrit të parashikimeve të sakta me numrin e përgjithshëm të parashikimeve (ose vëzhgimeve). Tregues të tjerë të klasifikuesve binarë janë si në vijim:

- **Vlera parashikuese pozitive (Positive predictive value)** është raporti i numrit të pozitiveve të vërteta (TP) me shumën e pozitivëve të vërtetë dhe të gabuar (TP+FP). $PPV = TP / (TP + FP)$, $PPV = 204 / (204 + 64) = 75.25 \%$.
- **Vlera parashikuese negative (Negative predictive value)** është raporti i numrit të negativeve të vërteta (TN) me shumën e negativeve të vërtetë dhe të gabuar (TN+FN). $NPV = TN / (TN + FN)$, $NPV = 119 / (119 + 37) = 76.28 \%$.
- **Sensitiviteti (Sensitivity)** është raporti i numrit të pozitiveve të vërteta (TP) me numrin e pozitiveve aktuale (TP + FN). $SEN = TP / (TP + FN)$, $SEN = 204 / (204 + 37) = 84.6 \%$.
- **Specificiteti (Specificity)** është raporti i numrit të negativeve të vërtetë (TN) me numrin e negativeve aktuale (TN+FP). $SPE = TN / (TN + FP)$, $SPE = 119 / (119 + 67) = 64.0 \%$.

Tabela 5.6 Tabela klasifikuese e modelit të krijuar me metodën ARL.

		Pikselat e Parashikuara (Predicted)			
		Rrëshqitjet		Përqindja Korrekte	
		Njësi të qëndrueshme (0)	Njësi të paqëndrueshme (1)		
Pikselat e Vëzhguara (Observed)	Rrëshqitjet	0	64 % (119) (TN) d	36 % (67) (FP) c	64.0 (186)
		1	15 % (37) (FN) b	85 % (204) (TP) a	84.6 (241)
Përqindja e Përgjithshme					75.6

Për të kontrolluar saktësinë e zonimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve me Analizën e Regresionit Logjistik është përdorur gjithashtu si grafiku ROC (*Receiver Operating Characteristic*) ashtu edhe treguesi Cohen's Kapa.

- Grafiku ROC shpreh marrëdhënien midis **1-Specificitetit (False Positive)** dhe **Sensitivitetit (True Positive)** në menyrë grafike. Ky grafik përdoret gjerësisht për të kontrolluar performancën e klasifikuesve binarë dhe në rastin tonë të hartës së suseptibilitetit të rrëshqitjeve. Në këtë grafik vija diagonale

tregon për një sipërfaqe nën grafik prej 0.5 (*Area Under Curve, AUC*), sa më afër anës së majtë lartë që të jetë grafiku aq më i mirë dhe i besueshëm është rezultati i zonimit.

- Meqenëse në ARL saktësia e zonimit do të bëhet me indeksin kappa atëherë grafiku ROC është krijuar vetëm për rrëshqitjet Trajnuese (*Kurba e suksesit – Success rate*). Nga ky grafik (Figura 5.21) ka rezultuar që $AUC = 0.804$, që sipas Yesilnacar & Topal (2005) rezultati i zonimit është shumë i mirë.

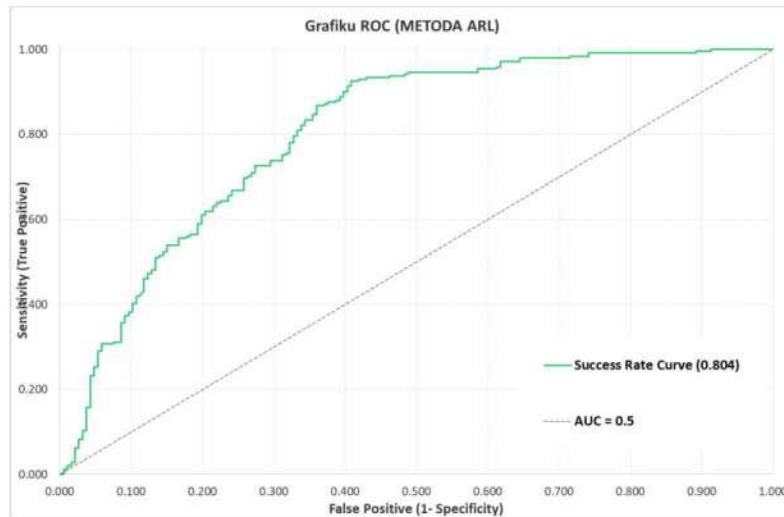


Figura 5.21 Grafiku ROC për rezultatet e zonimit me metodën ARL.

- Koeficienti Kapa

Sipas Cohen (1960) koeficienti Kapa (κ) është proporcioni i mosmarrëveshjeve të pritshme të rastit që nuk ndodhin, ose përndryshe është proporcioni i marrëveshjes pasi marrëveshja e rastit të hiqet nga shqyrtimi, shprehet si më poshte:

$$\kappa = \frac{p_0 - p_e}{1 - p_e} \quad 5-22$$

Ku:

p_0 - proporcioni i pikselave për të cilat marrëveshja pritet të jetë e rastësishme;

p_e - proporcioni i pikselave të klasifikuar saktë si të qëndrueshme (**0**) ose të paqëndrueshme (**1**).

$$p_0 = \frac{a+d}{a+b+c+d} = \frac{204+119}{204+37+67+119} = \frac{323}{427} = 0.756 \quad 5-23$$

Probabiliteti i pritshëm që të kemi prani të rrëshqitjeve rastesisht në njësi të paqëndrueshme është:

$$p_1 = \frac{a+b}{a+b+c+d} \cdot \frac{a+c}{a+b+c+d} = \frac{204+37}{204+37+67+119} \cdot \frac{204+67}{204+37+67+119} = 0.56 \cdot 0.63 = 0.36 \quad 5-24$$

Në mënyrë të ngjashme:

$$p_0 = \frac{c+d}{a+b+c+d} \cdot \frac{b+d}{a+b+c+d} = \frac{67+119}{204+37+67+119} \cdot \frac{37+119}{204+37+67+119} \quad 5-25$$

$$= 0.44 \cdot 0.37 = 0.16$$

Probabiliteti i përgjithshëm i marrëveshjes së rastësishme është probabiliteti që të kemi edhe 1 edhe 0, d.m.th.:

$$p_e = p_1 + p_0 = 0.36 + 0.16 = 0.52 \quad 5-26$$

Duke aplikuar 5-22 përftojmë si më poshtë:

$$\kappa = \frac{p_0 - p_e}{1 - p_e} = \frac{0.756 - 0.52}{1 - 0.52} = \frac{0.236}{0.48} = 0.49 \quad 5-27$$

Landis & Koch (1977) në punimin e tyre kanë sugjeruar që n.q.s. $0.41 \leq \kappa \leq 0.60$ niveli i marrëveshjes midis vlerave të parashikuara dhe atyre të vëzhguara është mesatar. Koeficienti Kapa për zonimin e suseptibilitetit të rrëshqitjeve me metodën e Analizës së Regresioni Logjistik është **0.49** pra, e plotëson kushtin që marrëveshja të jetë mesatare, Tabela 5.7.

Tabela 5.7 Interpretimi i treguesit Kapa të Cohens për nivelin e marrëveshjes sipas (Landis & Koch, 1977)

<i>Koeficienti Kapa (κ)</i>	<i>Niveli i marrëveshjes</i>
<i>< 0.00</i>	<i>E dobët (Poor)</i>
<i>0.00 ÷ 0.20</i>	<i>E lehtë (Slight)</i>
<i>0.20 ÷ 0.40</i>	<i>E drejtë (Fair)</i>
<i>0.41 ÷ 0.60</i>	<i>Mesatare (Moderate)</i>
<i>0.61 ÷ 0.80</i>	<i>Thelbësore (Substantial)</i>
<i>0.81 ÷ 1.00</i>	<i>Pothuajse perfekte (Almost perfect)</i>

5.6.4 Analiza Diskriminante (AD)

Në Analizën Diskriminante AD janë përdorur të dhënat e nëntë faktorëve, si në seksionin 5.6.2, nga analiza ka rezultuar që disa prej tyre janë përjashtuar pasi nuk kanë ndonjë korrelim me funksionin parashikues (Y). Faktorët e përdorur në analizë janë: "ORIENTIMI I SHPATIT", "DISTANCA NGA NDËRTESAT", "FORMA E SHPATIT SIPAS SHTRIRJES", "GJEOLGJIA", "RESHJET AMOSFERIKE" dhe "PJERRËSIA E SHPATIT", gjithësej gjashtë faktorë. Mbas kryerjes së analizës dhe zbatimit të formulës 2-2 me të dhënat e zonës së studimit ajo ka rezultuar si më poshtë, 5-28:

$$Y = (-0.194 \cdot (\text{ORIENTIMI I SHPATIT}) + 0.184 \cdot (\text{DISTANCA NGA NDËRTESAT}) - 0.199 \cdot (\text{FORMA E SHPATIT SIPAS SHTRIRJES}) + 0.191 \cdot (\text{GJEOLGJIA}) - 0.288 \cdot (\text{RESHJET ATMOSFERIKE}) + 0.791 \cdot (\text{PJERRËSIA E SHPATIT})) - 2.15 \quad 5-28$$

Për të përgatitur hartën e suseptibilitetit të rrëshqitjeve me metodën AD është përdorur ekuacioni 5-28. Rezultatet e zonimit paraqiten në Figurën 5.22 dhe Figurën

Figura 5.25. Nga interpretimi i tyre mund të shkruajmë që funksioni Y luhetet në intervalin $-3.5 \div 4.3$. Harta e suseptibilitetit të përftuar me këtë metodë ashtu sikundër edhe me metodat e tjera është ndarë në gjashtë klase, përqindjet e çdo klase janë si në vijim: klasa “I pa mundur” zë 19 % të zonës së studimit, klasa “Shumë i ulët” zë 23 %, klasa “I ulët zë 21 %, klasa “Mesatar” zë 17 %, klasa “I lartë” zë 16 % dhe klasa “Shumë i lartë” zë 4 %, Figura 5.22, Figura 5.25.

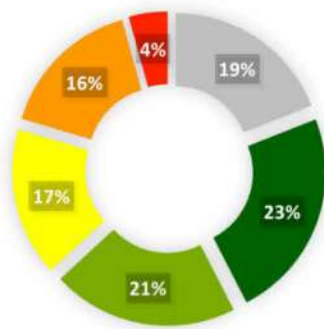


Figura 5.22 Grafiku me përqindjet e çdo klase të hartës së suseptibilitetit të rrëshqitjeve, përftuar me metodën AD.

5.6.4.1 Verifikimi i saktësisë së zonimit

Duke u mbështetur tek Tabela 5.6, e cila paraqet rezultatet e klasifikimit me metodën AD konstatojmë që saktësia e klasifikimit për piksela pa rrëshqitje është 63.4 %, saktësia për piksela me rrëshqitje është 86.7 % dhe saktësia e përgjithshme është 76.6 %. Gjithashtu më poshtë jepen edhe disa tregues të tjerë që janë të rëndësishëm për të vlerësuar saktësinë e zonimit.

- **Vlera parashikuese pozitive:** $PPV = TP / (TP + FP)$, $PPV = 209 / (209 + 68) = 75.45$ %.
- Vlera parashikuese negative: $NPV = 118 / (118 + 32) = 78.66$ %.
- **Sensitiviteti:** $SEN = TP / (TP + FN)$, $SEN = 209 / (209 + 32) = 86.72$ %
- **Specificiteti:** $SPE = TN / (TN + FP)$, $SPE = 118 / (118 + 68) = 63.44$ %.

Tabela 5.8 Tabela klasifikuese e modelit të krijuar me metodën AD.

		Pikselat e Parashikuara (Predicted)			
		Rrëshqitjet		Përqindja Korrekte	
		Njësi të qëndrueshme (0)	Njësi të paqëndrueshme (1)		
Pikselat e Vëzhguara (Observed)	Rrëshqitjet	0	64 % (118) (TN) (d)	36 % (68) (FP) (c)	63.4 (186)
	1	15 % (32) (FN) (b)	85 % (209) (TP) (a)	86.7 (241)	
Përqindja e Përgjithshme					76.6

Meqenëse si në ARL edhe në AD saktësia e zonimit është kontrolluar edhe me indeksin kappa atëherë grafiku ROC është përdorur vetëm për rrëshqitjet Trajnuese (Kurba e suksesit – Success rate). Nga ky grafik, Figura 5.23 ka rezultuar që $AUC = 0.825$, që sipas Yesilnacar & Topal (2005) rezultati i zonimit është shumë i mirë.

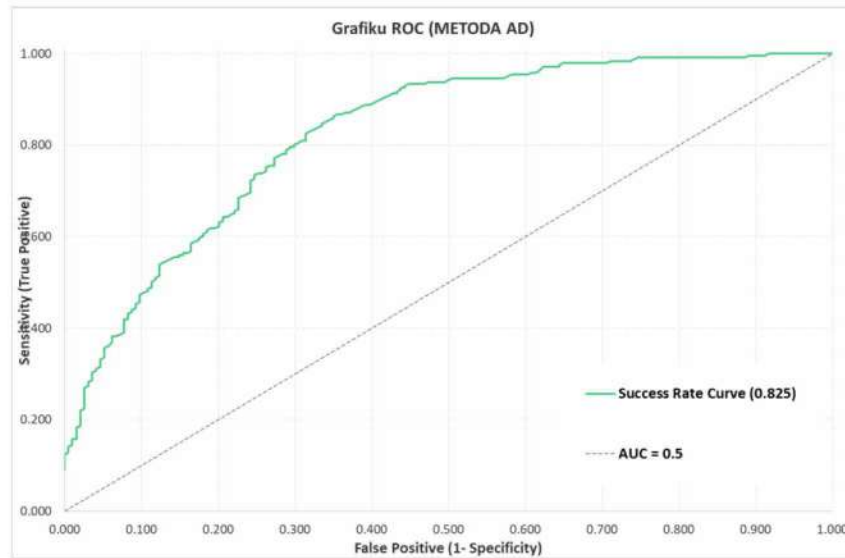


Figura 5.23 Grafiku ROC për rezultatet e zonimit me metodën AD.

- Koefiçenti Kapa.

$$\kappa = \frac{p_0 - p_e}{1 - p_e} \quad 5-29$$

Ku:

p_0 - proporcioni i pikselave për të cilat marrëveshja pritet të jetë e rastësishme;
 p_e - proporcioni i pikselave të klasifikuar saktë si të qëndrueshme (0) ose të paqëndrueshme (1).

$$p_o = \frac{a+d}{a+b+c+d} = \frac{209+118}{209+32+68+118} = \frac{327}{427} = 0.765 \quad 5-30$$

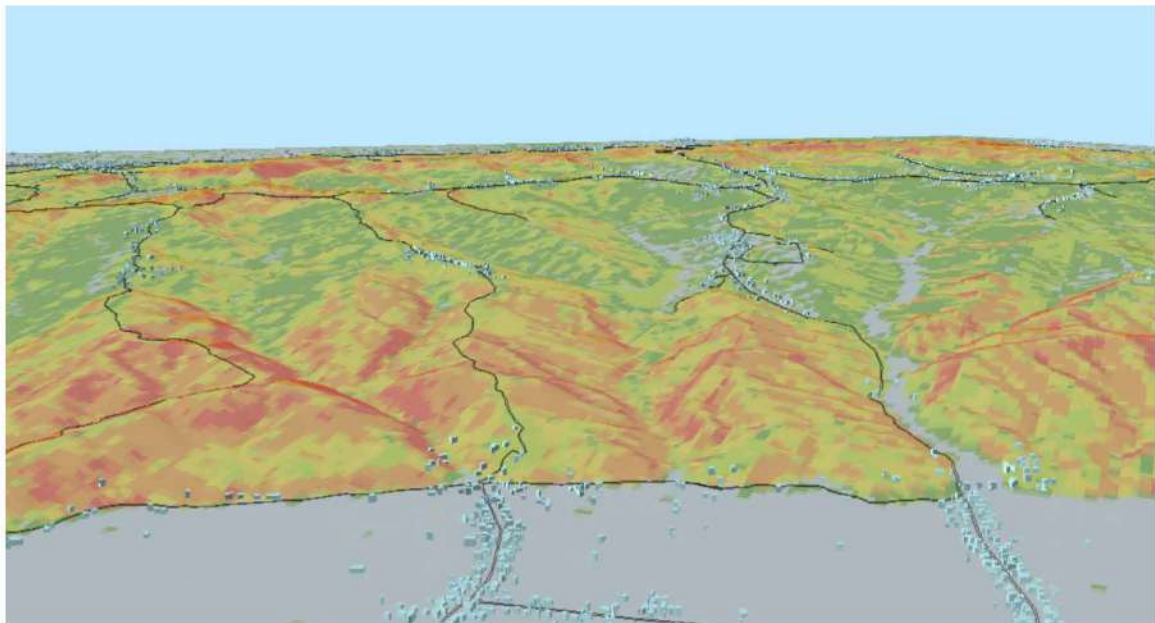


Figura 5.24 Pamje 3D e një pjese të zonës së studimit me hartën e suseptibilitetit të përftuar me AD.

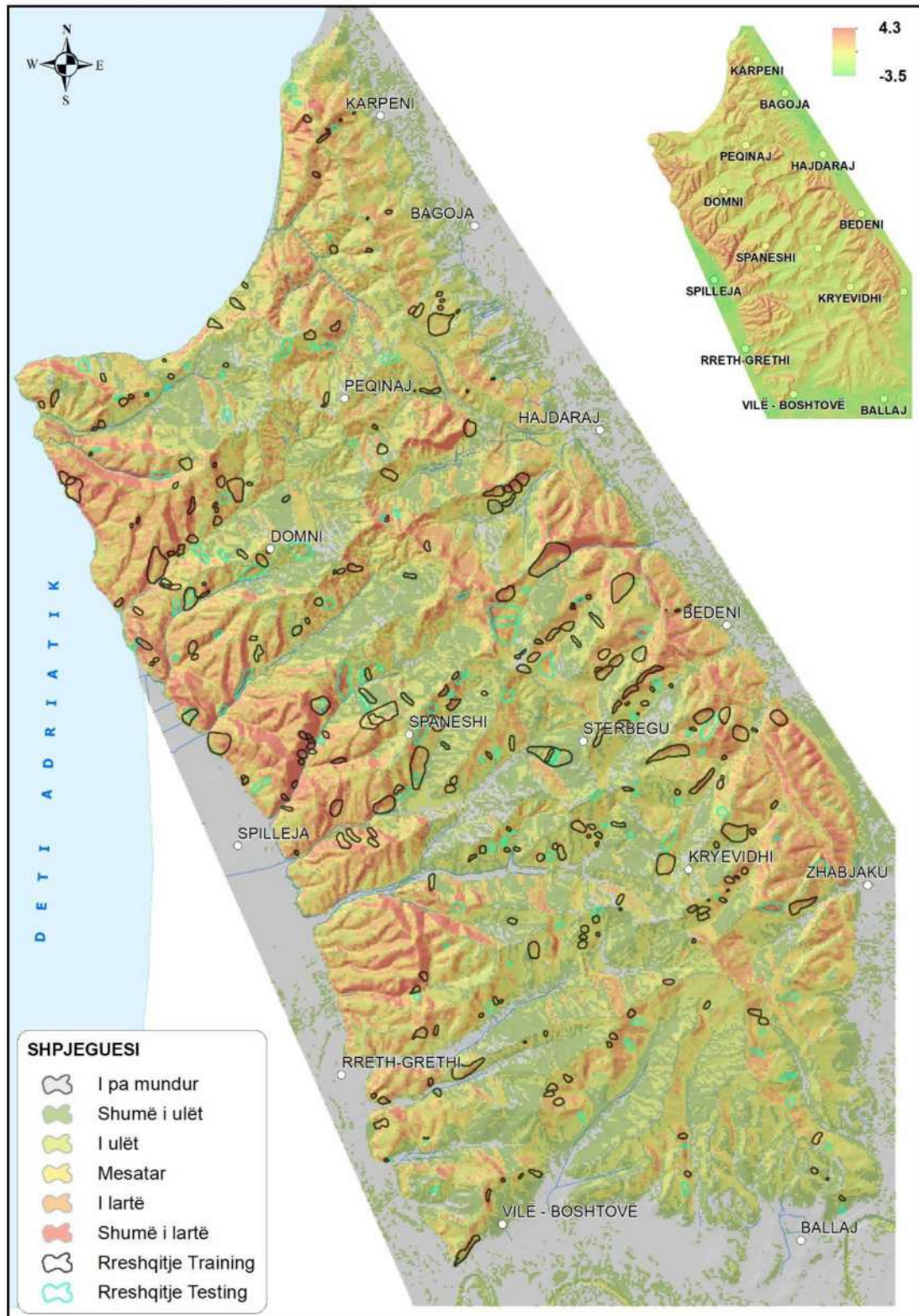


Figura 5.25 Harta e suseptibilitetit të rrëshqitjeve e përfuar me Analizën Diskriminante (AD).

Probabiliteti i pritshëm që të kemi rastësisht prani të rrëshqitjeve në njësi të paqëndrueshme është:

$$p_1 = \frac{a+b}{a+b+c+d} \cdot \frac{a+c}{a+b+c+d} = \frac{209+32}{209+32+68+118} \cdot \frac{209+68}{209+32+68+118} \quad 5-31$$

$$= 0.564 \cdot 0.648 = 0.365$$

Në mënyrë të ngjashme:

$$p_0 = \frac{c+d}{a+b+c+d} \cdot \frac{b+d}{a+b+c+d} = \frac{68+118}{209+32+68+118} \cdot \frac{32+118}{209+32+68+118} \quad 5-32$$

$$= 0.435 \cdot 0.351 = 0.153$$

Probabiliteti i përgjithshëm i marrëveshjes së rastësishme është probabiliteti që të kemi edhe 1 edhe 0, d.m.th.:

$$p_e = p_1 + p_0 = 0.365 + 0.153 = 0.518 \quad 5-33$$

Duke aplikuar formulën 5-29 përfitojme si më poshtë:

$$\kappa = \frac{p_0 - p_e}{1 - p_e} = \frac{0.765 - 0.518}{1 - 0.518} = \frac{0.247}{0.482} = 0.51 \quad 5-34$$

Landis & Koch (1977) në punimin e tyre kanë sugjeruar që n.q.s. $0.41 \leq \kappa \leq 0.60$ niveli i marrëveshjes midis vlerave të parashikuara dhe atyre të vëzhguara është mesatar. Koeficienti Kapa për zonimin e suseptibilitetit të rrëshqitjeve me metodën e AD është 0.51 pra, e plotëson kushtin që marrëveshja të jetë mesatare, Tabela 5.7.

5.7 KRAHASIMI I HARTAVE TË SUSEPTIBILITETIT TË RRËSHQITJEVE

Ashtu siç u përshkrua edhe më sipër në këtë punim për vlerësimin e suseptibilitetit në zonën e studimit janë aplikuar katër metoda, nga të cilat dy janë metoda bivariate (IV, WoE) dhe dy janë metoda multivariate (ARL, AD).

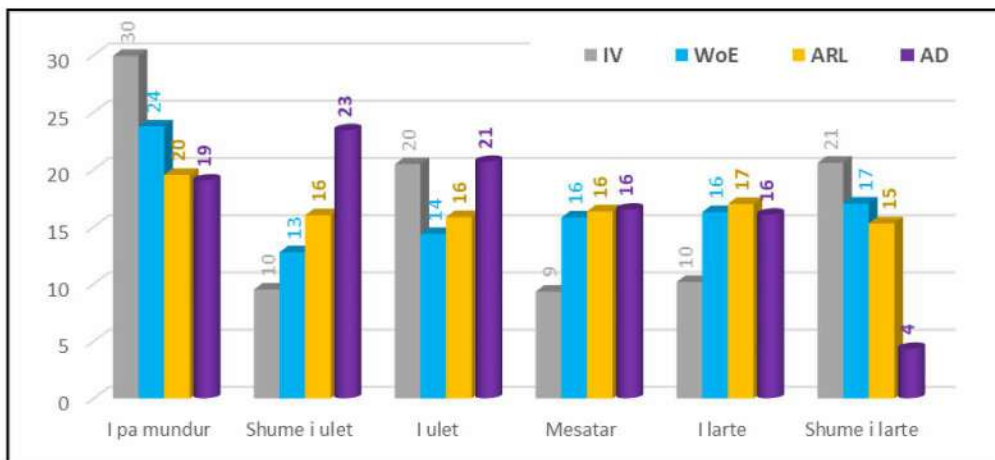


Figura 5.26 Grafiku me rezultatet e zonimit për të katërta metodat (IV, WoE, ARL dhe AD).

Tabela 5.9 Krahasimi i rezultateve të zonimit të suseptibilitetit të rrëshqitjeve.

		Përqindjet e çdo klase sipas metodave të ndryshme (%)			
		IV	WoE	ARL	AD
Klasat e suseptibilitetit të rrëshqitjeve	I pa mundur	30	24	20	19
	Shume i ulet	10	13	16	23
	I ulet	20	14	16	21
	Mesatar	9	16	16	16
	I larte	10	16	17	16
	Shume i larte	21	17	15	4

Nga Figura 5.26 dhe Tabela 5.10 konstatohet që:

- Për klasën me suseptibilitet “*Shumë të lartë*” metoda IV ka një përqindje më të lartë të zonës, ndiqet nga metoda WoE, ARL dhe AD;
- Për klasën me suseptibilitet “*Të lartë*” metoda IV ka një përqindje më të lartë, ndiqet nga metoda ARL WoE dhe AD me numër te barabartë;
- Për klasën me suseptibilitet “*Mesatar*” metodat WoE, ARL dhe AD kanë përqindje të barabartë, metoda IV ka përqindjen më të ulët;
- Për klasën me suseptibilitet “*Të ulët*” metoda AD ka përqindjen më të lartë, ndiqet nga metoda IV, ARL dhe WoE;
- Për klasën me suseptibilitet “*Shumë të ulët*” metoda AD ka përqindjen më të lartë, ndiqet nga metoda ARL, WoE dhe IV.
- Për klasën me suseptibilitet “*Të pa mundur*” metoda IV ka përqindjen më të lartë, ndiqet nga metoda WoE, ARL dhe AD.

Sa më sipër mund të themi se metodat bivariate kanë një përqindje më të lartë të klasës me suseptibilitet “*Shumë të lartë*” dhe “*Të pamundur*”, dy ekstremet.

Per sa i përket saktësisë së zonimit, AUC për të gjitha metodat është > 0.8 që sipas Yesilnacar & Topal (2005) zonimi konsiderohet shumë i mirë, Tabela 5.10. Metodot multivariate kanë avantazh sepse na japin probabilitetin e ndodhjes së rrëshqitjeve në çdo piksel të hartës, ndërkohë në metodat bivariate nuk e marrim dot një rezultat të tillë.

Tabela 5.10 Verifikimi i saktësisë së zonimit për të katërta metodat.

Metoda	Kurba e suksesit (AUC)	Kurba e parashikimit (AUC)	Indeksi Kapa
IV	0.811	0.802	-
WoE	0.817	0.805	-
ARL	0.804	-	0.49
AD	0.825	-	0.51

6 VLERËSIMI I HAZARD-IT TË RRËSHQITJEVE

6.1 HYRJE

Përkufizimi i hazard-it të rrëshqitjeve përfshin konceptet e vendodhjes, kohës dhe madhësisë. Ai parashikon se “ku”, “kur” dhe “sa e madhe do të jetë” një rrëshqitje. Në terma matematikorë, kjo mund të shkruhet si më poshtë (Guzzetti, 2005):

$$H_L = P \left[\begin{array}{l} A_L \geq a_L \text{ në një interval kohe } t, \text{ duke pasur parasyshë} \\ \{ \text{morfologjinë, litologjinë, strukturën, përdorimin e tokës...} \} \end{array} \right] \quad 6-1$$

ku: A_L është sipërfaqja e rrëshqitjes, e matur p.sh., në m^2 .

Për një sipërfaqe të dhënë të rrëshqitjes A_L , hazardi shprehet si probabiliteti i kushtëzuar i madhësisë së rrëshqitjes $P(A_L)$, ndodhjes së rrëshqitjes në një periudhe të caktuar kohë $P(N_L)$ dhe ndodhjes hapsinore S (Suseptibilitetit) për karakteristika mjedisore lokale të dhëna. Duke supozuar pavarësinë e tre probabiliteteve, hazardi i rrëshqitjeve shprehet me shumëzimin e tyre (Guzzetti, 2005):

$$H_L = P(A_L) \times P(N_L) \times S \quad 6-2$$

Për të bërë vlerësimin e hazardit të rrëshqitjeve në zonën e studimit jemi mbështetur në ekuacionin 6-2 dhe në Figurën 6.1 që pasqyron një bllokskemë për vlerësimin e hazard-it të rrëshqitjeve sipas Guzzetti (2005).

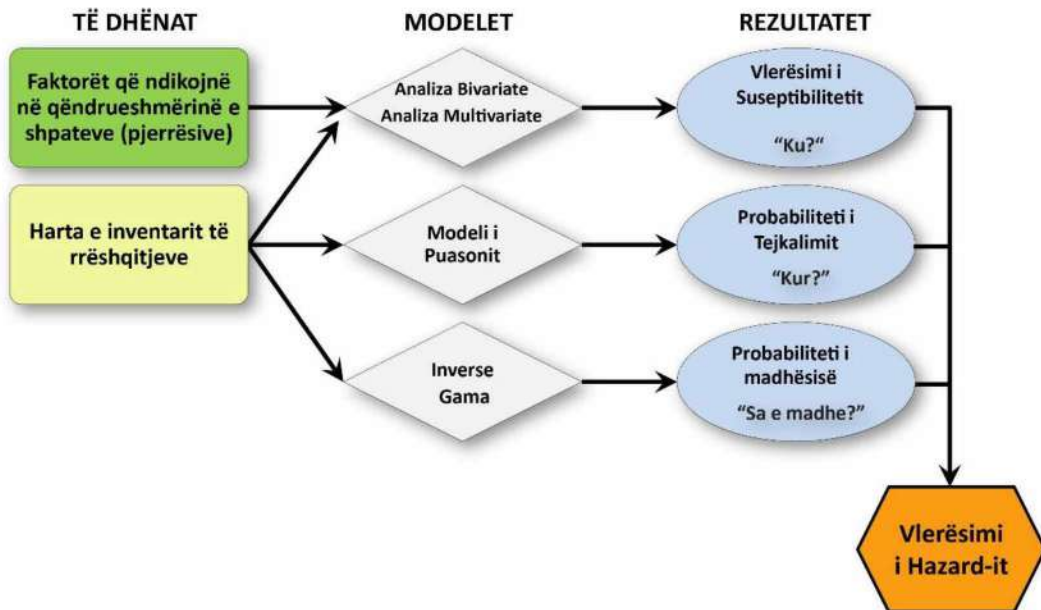


Figura 6.1 Blllokskema e vlerësimin të hazard-it të rrëshqitjeve sipas (Guzzetti, 2005).

6.2 LLOGARITJA E PROBABILITETIT TË TEJKALIMIT

Për të llogaritur probabilitetin e tejkalimit (*Periudha e rikthimit*) për zonën e studimit është shfrytëzuar harta e inventarit të rrëshqitjeve (seksinioni 4.1) e cila përmban 379 rrëshqitje (n). Komponenti tjetër shumë i rëndësishëm në këtë analizë është edhe periudha kohore gjatë së cilës kanë ndodhur këto ngjarje (t). Në pamundësi të të dhënave për kohën kur kanë ndodhur ngjarjet, është përdorur një mënyrë inverse për ta gjetur atë. Janë identifikuar disa rrëshqitje të vjetra dhe janë

monitoruar në kohë me imazhe të ndryshme satelitore, harta topografike, ortofoto, etj. Janë matur ritmet e lëvizjes në intervalet e njohura të kohës dhe duke pranuar lëvizjen si të njëtrajtshme është llogaritur koha. Nga kjo analizë ka rezultuar që të gjitha rrëshqitjet që paraqiten në hartën e inventarit të rrëshqitjeve kanë ndodhur brenda një periudhe kohore prej 116 vitesh (t). Për të ilustruar mënyren e llogaritjes së probabilitetit të tejkalimit më poshtë jepet një shembull. Të gjitha rrëshqitjet e kanë ndodhur në kohën $t=116$ vite.

- Fillimisht llogarisim numrin mesatar të rrëshqitjeve për çdo vit. Ashtu siç shikohet edhe në ekuacionin e mëposhtëm, 6-3 çdo vit priten të ndodhin ~ 3 rrëshqitje.

$$\lambda = \frac{n}{t} = \frac{379}{116} = 3.27, \approx 3 \quad 6-3$$

- Hapi i rradsës është llogaritja e periudhës së rikthimit, e cila llogaritet me ekuacionin 6-4. Nga kjo llogaritje rezulton që periudha e rikthimit të jetë 0.31 vite.

$$\mu = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{3.27} = 0.31 \quad 6-4$$

- Tani mund të llogarisim probabilitetin e një ose më shumë rrëshqitjeve që mund të ndodhin në një periudhë kohë prej 0.31 vitesh. Nga llogaritjet e kryera me ekuacionin 6-5 rezultoi që ka 96 % mundësi që në vitin e ardhshëm të ndodhin të paktën një ose më shumë rrëshqitje në të gjithë zonën e studimit.

$$P\{N(t) \geq 1\} = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\mu}\right)} = 1 - 2.71828^{\left(-\frac{1}{0.31}\right)} = 0.96 \quad 6-5$$

- Tani mund të llogarisim probabilitetin e një ose më shumë rrëshqitjeve që mund të ndodhin në një periudhe kohë p.sh, prej 50 vitesh. Nga llogaritja e mëposhtme rezultoi që ka 100 % mundësi që në 50 vitet e ardhshme të ndodhin të paktën një ose më shumë rrëshqitje në të gjithë zonën e studimit.

$$P\{N(t) \geq 1\} = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\mu}\right)} = 1 - 2.71828^{\left(-\frac{50}{0.31}\right)} = 1 \quad 6-6$$

Për të bërë llogaritjen e probabilitetit të tejkalimit është përdorur GIS. Fillimisht është bërë përzgjedhja e rrëshqitjeve në një njësi terreni (n), më pas duke përcaktuar kohën për të cilën duan të llogarisim këtë probabilitet janë zbatuar formulat 6-3, 6-4, 6-6. Periudhat e rikthimit janë marrë: 1vit, 3 vite, 5 vite, 10 vite, 15 vite, 20 vite, 25 vite, 50 vite dhe 100 vite, Figura 6.2.

Më pas këto të dhëna të llogaritura janë përgatitur në trajtën e hartave (Figura 6.2), ku është bërë klasifikimi i tyre në pesë klasa me probabilitete të ndryshme (0-0.2; 0.2 ÷ 0.4; 0.4 ÷ 0.6, 0.6 ÷ 0.8 dhe > 0.8), metoda e përdorur për klasifikimin e tyre është natural breaks (Jenks).

VLERËSIMI I RISKUT GJEOLLOJIK NË ZONËN BREGDETARE KRYEVIDH - GOLEM NËPËRMJET
TEKNOLOGJISË GIS

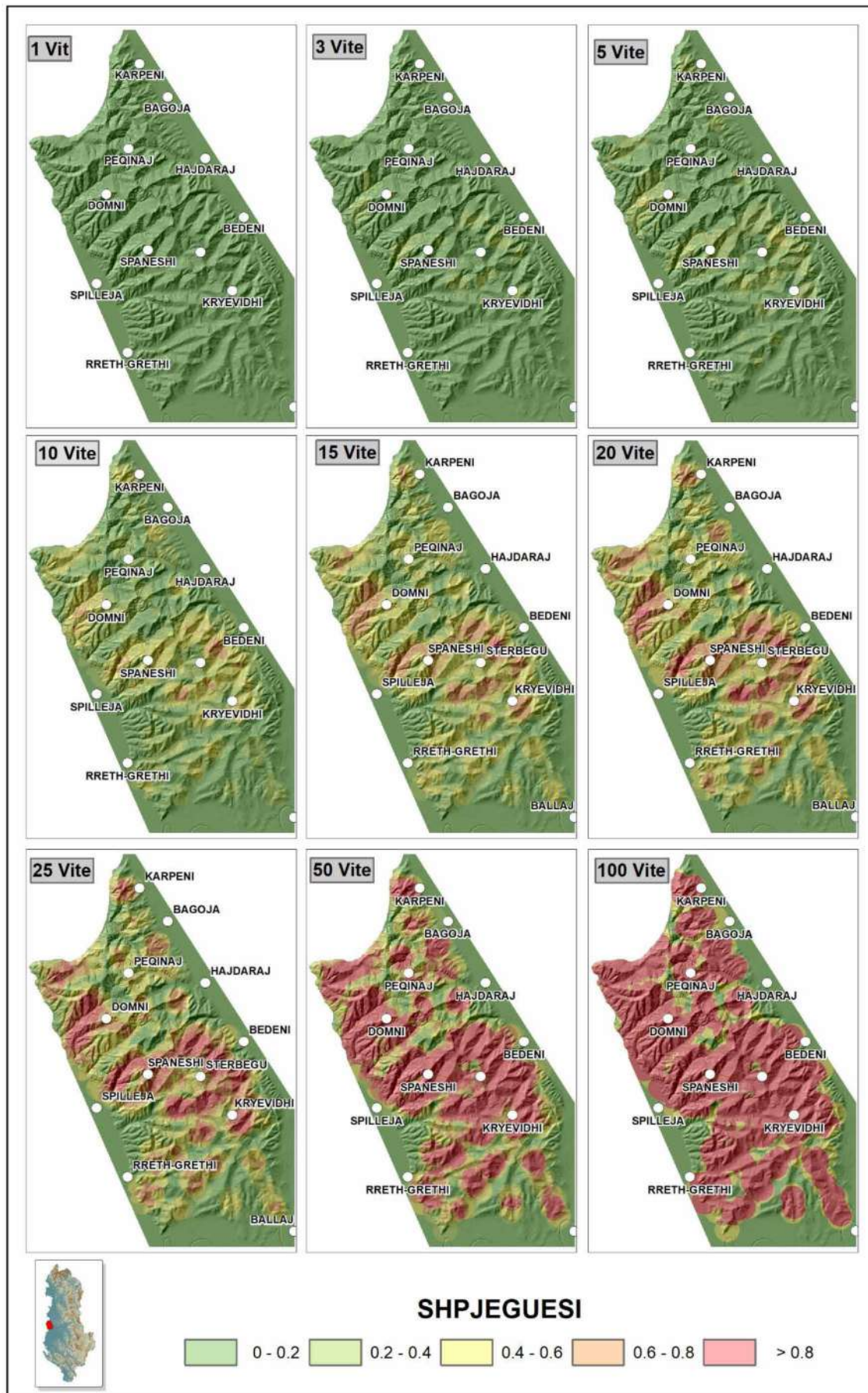


Figura 6.2 Probabiliteti i tejkalimit për periudha të ndryshme kohore për zonën e studimit.

Tabela 6.1 Përqindjet e çdo klase të probabiliteti të tejkalimit për periudha të ndryshme për zonën e studimit.

Periudha e rikthimit	Klasat e probabilitetit të tejkalimit				
	0 ÷ 0.2	0.2 ÷ 0.4	0.4 ÷ 0.6	0.6 ÷ 0.8	> 0.8
1	100	-	-	-	-
3	94	6	-	-	-
5	81	18	1	-	-
10	51	30	18	1	-
15	37	26	28	9	-
20	37	14	30	16	3
25	37	14	23	17	9
50	25	12	14	12	37
100	25	0.003	12	0.01	63

Analiza statistikore e Figurës 6.2 paraqitet ne Tabelën 6.1, në të cilën paraqiten në përqindje sipërfaqja që zë çdo klasë e probabilitetit të tejkalimit (0 ÷ 0.2, 0.2 ÷ 0.4, 0.4 ÷ 0.6, 0.6 ÷ 0.8 dhe >0.8) në raport me sipërfaqen e zonës së studimit për çdo periudhë rikthimi (1, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 50 dhe 100 vite).

Nga kjo tabelë vëmë re që për një periudhë rikthimi prej 1 viti e gjithë zona mbulohet nga klasa 0 ÷ 0.2, për një periudhë rikthimi 3 vite, klasa 0 ÷ 0.2 zë 94 % dhe klasa 0.2 ÷ 0.4 zë 6 %. Për një periudhë 5 vite klasa 0 ÷ 0.2 zë 81 %, klasa 0.2 ÷ 0.4 zë 18 % dhe klasa 0.4 ÷ 0.6 zë 1 %. Për një periudhë rikthimi prej 10 vitesh klasa 0 ÷ 0.2 zë 51 %, klasa 0.2 ÷ 0.4 zë 30 %, klasa 0.4 ÷ 0.6 zë 18 % dhe klasa 0.6 ÷ 0.8 zë 1 %. Të dhënat për periudhat e tjera paraqiten në këtë tabelë. Vihet re që më shtimin e periudhës së rikthimit kemi shtimin e klasave me probabilitet më të lartë të ndodhjes së ngjarjes, Figura 6.2.

6.3 ANALIZA STATISTIKORE E MAGNITUDES SË RRËSHQITJEVE “SA E MADHE?”

Guzzetti (2005) rekomandon që hapi i parë në përcaktimin e shpërdarjes së magnitudës së rrëshqitjeve konsiston në përfitim të një informacioni të besueshem në lidhje me magnitudën e rrëshqitjeve. Kjo është thelbësore, zakonisht është një hap që neglizhohet në këtë analizë. Për të shmuguar këtë problem të gjitha rrëshqitjet që janë marrë në analizë janë hartogrfuar në **kuadër të këtij studimi**.



Figura 6.3 Histograma e shpërdarjes së magnitudës së rrëshqitjeve.

Nga analiza statistikore e rrëshqitjeve të marra në analizë në zonën e studimit sipërfaqja e rrëshqitjeve varion nga 163.5 m² (0.016 Ha) deri në 138 230.4 m² (13.8 Ha), mesatarja (\bar{x}) është 1.02 Ha, mediana është 0.59 Ha, devijimi standart (σ) është 1.51 ha. Vlera e lartë e devijimit standart tregon se të dhenat janë të shpërndara në një diapazon të gjërë. Më poshtë jepen formulat për llogaritjen e mesatares (6-7), medianës (6-8) dhe devijimit standart (6-9).

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad 6-7$$

$$Mediana (n = \text{tek}) = \frac{x_{(n+1)}}{2} \quad 6-8$$

$$Mediana (n = \text{çift}) = \frac{1}{2} \left(x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1} \right)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}} \quad 6-9$$

Nga analiza e Figurës 6.3 që tregon histogramën e shpërndarjes së magnitudës së rrëshqitjeve vëmë re që 61 (16.1 %) prej tyre bëjnë pjesë në klasën 0.335 ÷ 0.503 Ha, 55 (14.5 %) bëjnë pjesë në klasën 0.754 ÷ 1.132 Ha, 53 (14 %) bëjnë pjesë në klasën 0.503 ÷ 0.754 Ha, 37 (9.8 %) bëjnë pjesë në klasën 0.149 ÷ 0.224 & 1.132 ÷ 1.697 Ha, 34 (9.0 %) bëjnë pjesë në klasën 0.224 ÷ 0.335 Ha, 23 (6.1 %) bëjnë pjesë në klasën 0.099 ÷ 0.149 Ha, 22 (5.8 %) bëjnë pjesë në klasën 1.697 ÷ 2.546 Ha, 13 (3.4 %) bëjnë pjesë në klasën 2.546 ÷ 3.819 Ha, 10 (2.6 %) bëjnë pjesë në klasën 3.819 ÷ 5.729 Ha, 9 (2.4 %) bëjnë pjesë në klasën 0.066 ÷ 0.099 Ha, 7 (1.8 %) bëjnë pjesë në klasat 0.044 ÷ 0.066 & 5.729 ÷ 8.593 Ha, 5 (1.3 %) bëjnë pjesë në klasën 0.020 ÷ 0.029 Ha, 3 (0.8 %) bëjnë pjesë në klasën 0.029 ÷ 0.044 Ha, 1 (0.3 %) bëjnë pjesë në klasat <0.016 & 8.593 ÷ 12.89 & >12.89 Ha, ndërsa në klasën 0.016 ÷ 0.020 Ha nuk kemi asnjë rrëshqitje.

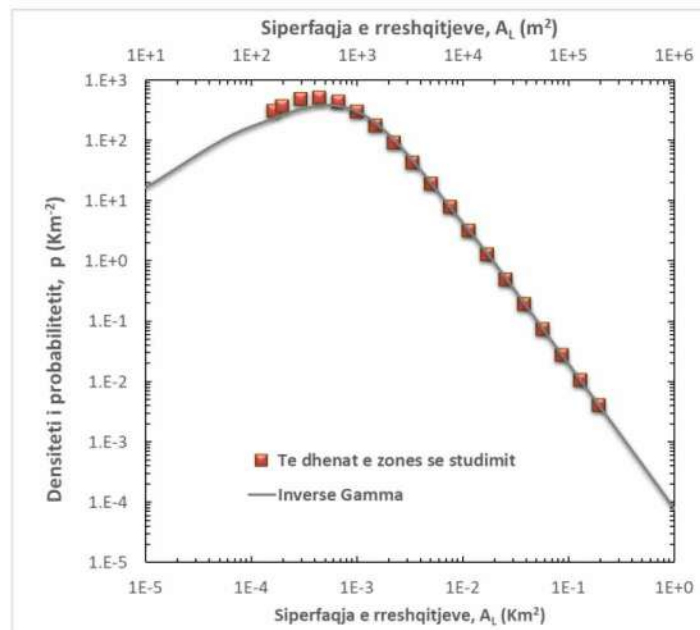


Figura 6.4 Grafiku i densitetit të probabilitetit të magnitudës (sipërfaqes) së rrëshqitjeve në zonën e studimit.

Në Figurën 6.5 tregohet grafiku i probabilitetit të magnitudës së rrëshqitjeve, në të vihet re që probabiliteti për të ndodhur rrëshqitje me madhësi (A_L) **më të mëdha se 1,000 m²** (0.1 Ha) në zonën e studimit është **0.93**.

Probabiliteti për të pasur rrëshqitje me madhësi (A_L) **më të mëdha se 3,000 m²** (0.3 Ha) është **0.72**. Këto dy probabilitete janë përdorur për vlerësimin e hazard-it të rrëshqitjeve në zonën e studimit (Figura 6.6, Figura 6.9).

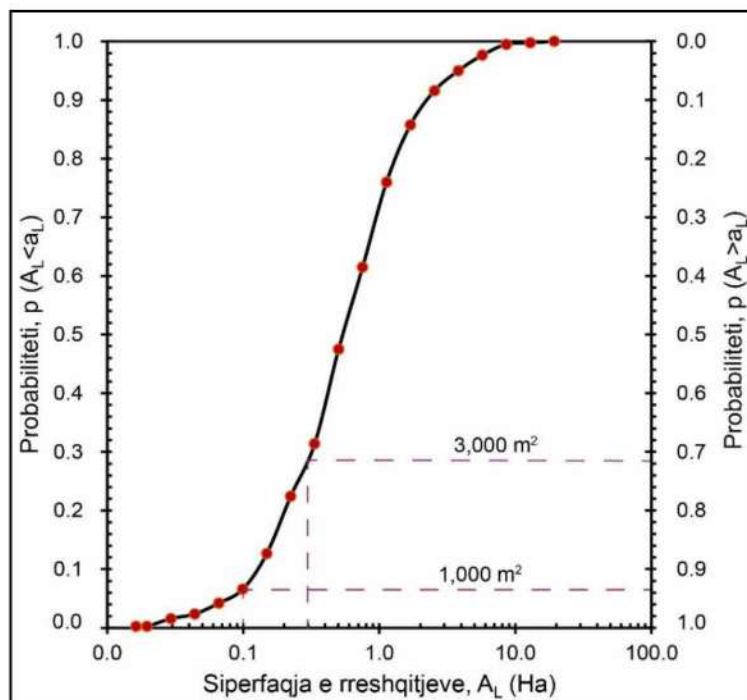


Figura 6.5 Grafiku i probabilitetit të magnitudës (sipërfaqes) së rrëshqitjeve në zonën e studimit.

6.4 VLERËSIMI I HAZARD-IT TË RRËSHQITJEVE

Vlerësimi i hazard-it të rrëshqitjeve në zonën e studimit është kryer duke përdorur formulën e mëposhtme:

$$H_L = P(A_L) \times P(N_L) \times S \quad 6-10$$

Ku :

$P(A_L)$ – Probabiliteti i madhësisë së rrëshqitjeve;

$P(N_L)$ – Probabiliteti i rikthimit;

S – Suseptibiliteti i rrëshqitjeve.

Duke qenë se të tre këto komponentë janë vlerësuar më sipër, atëherë hazardi është produkt i tyre. Komponenti i parë i hazardit ($P(A_L)$) është një numër që përfitohet nga Figura 6.5 që shpreh varësinë midis probabilitetit të ndodhjes dhe magnitudes së rrëshqitjeve (Sipërfaqes).

Dy komponentet e tjerë ($P(N_L)$) dhe (S) janë diskutuar në seksionin 6.2 dhe në kapitullin 0, i pari pasqyron probabilitetin e rikthimit të ngjarjes në x vitet e ardhshme dhe komponenti tjetër është suseptibiliteti dhe pasqyron probabilitetin e ndodhjes së rrëshqitjeve në çdo piksel të zonës së studimit.

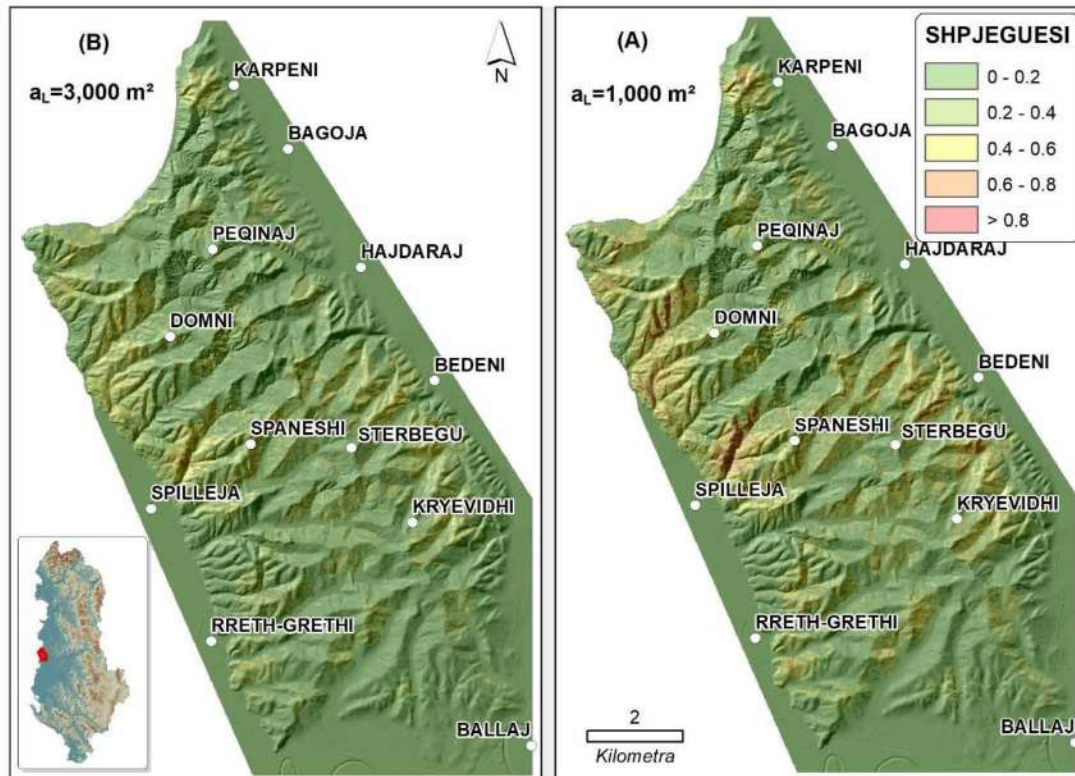


Figura 6.6 Hartat e hazardit të rrëshqitjeve për një periudhë rikthimi prej 25 vitesh, për madhësi rrëshqitje $> 1000 \text{ m}^2$ dhe $> 3000 \text{ m}^2$.

Hartat e hazard-it janë ndërtuar për dy periudha të ndryshme rikthimi, për 25 vite dhe 100 vite dhe për dy madhësi, $> 1000 \text{ m}^2$ dhe $> 3000 \text{ m}^2$. Secila prej hartave të hazard-it është ndarë në pesë klasa me probabilitet të ndryshëm ($0 \div 0.2$, $0.2 \div 0.4$, $0.4 \div 0.6$, $0.6 \div 0.8$ dhe > 0.8), Figura 6.6, Figura 6.9.

Tabela 6.2 Hazard-i i rrëshqitjeve për periudhë rikthimi 25 vite dhe sipërfaqe $> 1,000 \text{ m}^2$ për çdo njësi administrative.

Njësia Administrative	Klasat e Hazard-it				
	$0 \div 0.2$	$0.2 \div 0.4$	$0.4 \div 0.6$	$0.6 \div 0.8$	> 0.8
Golem	3.03	0.63	0.43	0.08	0
Gosë	7.79	1.14	0.25	0	0
Kryevidh	31.61	17.15	7.68	1.38	0.02
Lekaj	0.44	0	0	0	0
Luz i vogël	3.55	1.49	0.66	0.03	0
Synej	14.09	6.50	1.89	0.14	0
Totali	60.53	26.92	10.91	1.63	0.02

Në Figurën 6.6 tregohet harta e hazard-it të rrëshqitjeve për zonën e studimit për një periudhë rikthimi prej 25 vitesh, për madhësi rrëshqitjesh $> 1000 \text{ m}^2$ dhe $> 3000 \text{ m}^2$.

Si hartë të suseptibilitetit të rrëshqitjeve është përdorur harta e përfutur nga Analiza Diskriminante (AD), trajtuar gjerësisht në seksionin 5.6.4 dhe në seksionin 5.7. Nga Figura 6.6 në hartën (A), Figura 6.7 dhe Tabela 6.2 vihet re që 60.53 % e

zonës së studimit bën pjesë në klasën ($0 \div 0.2$), 26.92 % në klasën ($0.2 \div 0.4$), 10.91 % në klasën ($0.4 \div 0.6$), 1.63 % në klasën ($0.6 \div 0.8$) dhe vetëm 0.02 % në klasën (> 0.8).

Renditja e njësive administrative me vlera më të larta të hazard-it është si në vijim: **Kryevidhi, Syneji, Luzi i Vogël, Gosa, Golemi dhe Lekaj.**

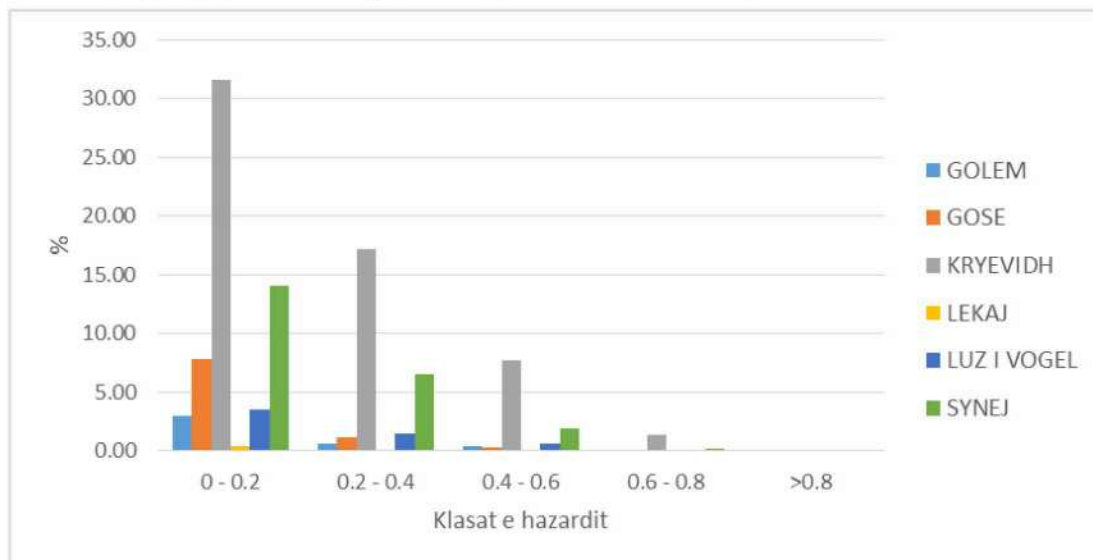


Figura 6.7 Grafiku me përqindjet e çdo klase të hazard-it për çdo njësi administrative, periudha e rikthimit 25 vite, sipërfaqja $> 1,000 \text{ m}^2$.

Bazuar ne Figurën 6.6, ne hartën (B), Figurën 6.8, Tabelën 6.3 vihet re që 70.03 % e zonës së studimit bën pjesë në klasën ($0 \div 0.2$), 25.59 % në klasën ($0.2 \div 0.4$), 4.34 % në klasën ($0.4 \div 0.6$), 0.04 % në klasën ($0.6 \div 0.8$) dhe klasa (> 0.8) nuk është e pranishme. Dy njësitë administrative me përqindjen më të lartë të hazard-it janë **Kryevidhi dhe Syneji.**

Tabela 6.3 Hazard-i i rrëshqitjeve për periudhë rikthimi 25 vite dhe sipërfaqe $> 3,000 \text{ m}^2$ për çdo njësi administrative.

Njësia Administrative	Klasat e Hazard-it				
	$0 \div 0.2$	$0.2 \div 0.4$	$0.4 \div 0.6$	$0.6 \div 0.8$	> 0.8
Golem	3.27	0.68	0.22	0	0
Gosë	8.28	0.89	0.02	0	0
Kryevidh	37.53	16.88	3.38	0.04	0
Lekaj	0.44	0	0	0	0
Luz i vogël	3.97	1.60	0.16	0	0
Synej	16.53	5.54	0.55	0	0
Totali	70.03	25.59	4.34	0.04	0

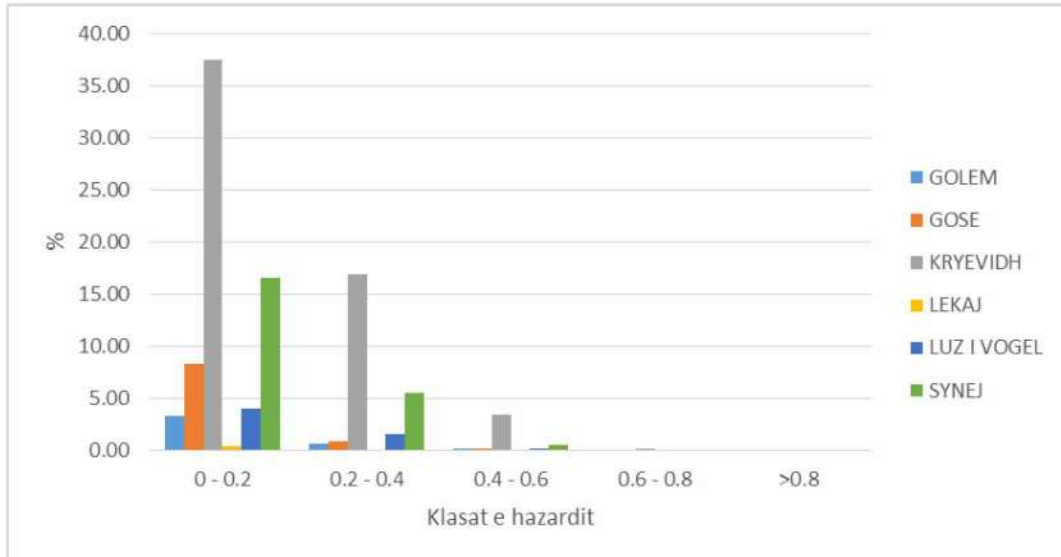


Figura 6.8 Grafiku me përqindjet e çdo klase të hazard-it për çdo njësi administrative, periudha e rikthimit 25 vite, sipërfaqja > 3,000 m².

Bazuar në Figurën 6.9, në hartën (A), Figurën 6.10 dhe Tabelën 6.4, për një periudhë rikthimi prej 100 vitesh dhe sipërfaqe të rrëshqitjeve > 1,000 m² vihet re që 38.19 % e zonës së studimit bën pjesë në klasën (0 ÷ 0.2), 25.94 % në klasën (0.2 ÷ 0.4), 22.08 % në klasën (0.4 ÷ 0.6), 12.44 % në klasën (0.6 ÷ 0.8) dhe 1.35 % në klasën (> 0.8). Njësitë administrative me nivelin më të lartë të hazard-it janë si më sipër.

Tabela 6.4 Hazard-i i rrëshqitjeve për periudhë rikthimi 100 vite dhe sipërfaqe > 1,000 m² për çdo njësi administrative.

Njësia Administrative	Klasat e Hazardit				
	0 - 0.2	0.2 - 0.4	0.4 - 0.6	0.6 - 0.8	>0.8
Golem	2.13	0.79	0.72	0.49	0.04
Gose	6.23	1.63	0.96	0.36	0.01
Kryevidh	19.01	16.50	13.44	7.88	1.01
Lekaj	0.44	0	0	0	0
Luz i vogel	2.68	0.72	1.18	1.09	0.06
Synej	7.70	6.29	5.78	2.63	0.23
Totali	38.19	25.94	22.08	12.44	1.35

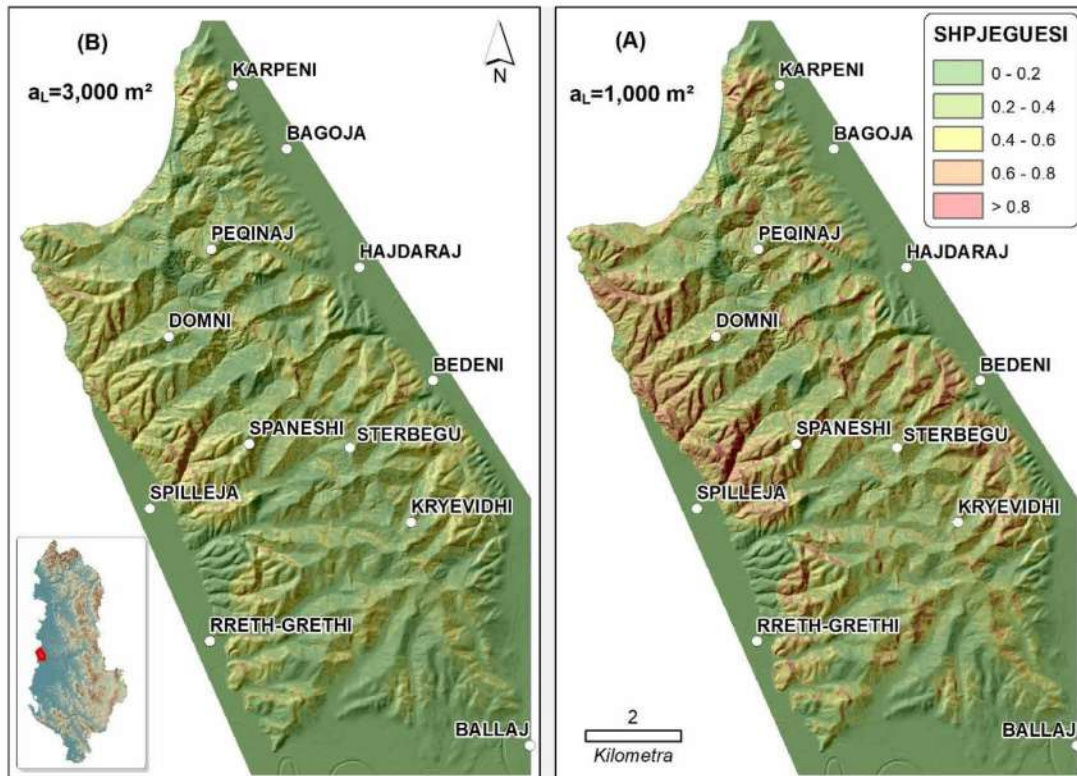


Figura 6.9 Hartat e hazardit të rrëshqitjeve për një periudhë rikthimi prej 100 vitesh, për madhësi rrëshqitje > 1000 m² dhe >3000 m².

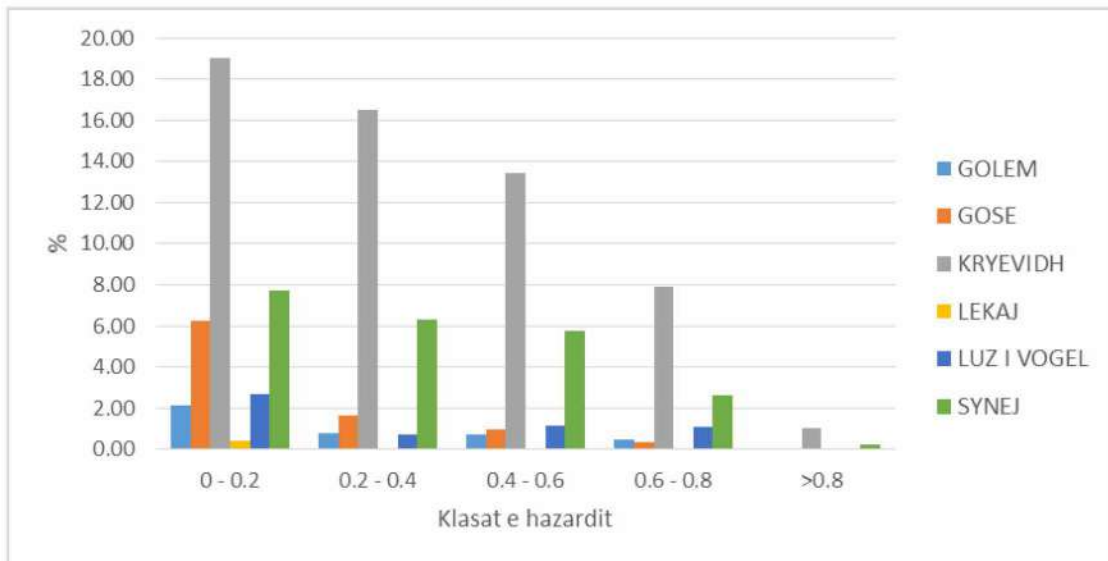


Figura 6.10 Grafiku me përqindjet e çdo klase të hazard-it për çdo njësi administrative, periudha e rikthimit 100 vite, sipërfaqja > 1,000 m².

Mbështetur në Figurën 6.9, në hartën (B), Figurën 6.11 dhe Tabelën 6.5, për një periudhë rikthimi prej 100 vitesh dhe sipërfaqe të rrëshqitjeve > 3,000 m² vihet re që 45.85 % e zonës së studimit bën pjesë në klasën (0 ÷ 0.2), 32.41 % në klasën (0.2 ÷ 0.4), 19.67 % në klasën (0.4 ÷ 0.6), 2.07 % në klasën (0.6 ÷ 0.8) dhe në klasën (> 0.8) nuk kemi të pranishëm asnjë piksel.

Tabela 6.5 Hazard-i i rrëshqitjeve për periudhë rikthimi 100 vite dhe sipërfaqe > 3,000 m² për çdo njësi administrative.

Njësia Administrative	Klasat e Hazard-it				
	0 ÷ 0.2	0.2 ÷ 0.4	0.4 ÷ 0.6	0.6 ÷ 0.8	>0.8
Golem	2.33	1.07	0.70	0.08	0
Gosë	6.77	1.72	0.68	0.02	0
Kryevidh	24.06	19.94	12.34	1.50	0
Lekaj	0.44	0	0	0	0
Luz i vogël	2.82	1.31	1.49	0.11	0
Synej	9.43	8.37	4.47	0.35	0
Totali	45.85	32.41	19.67	2.07	0

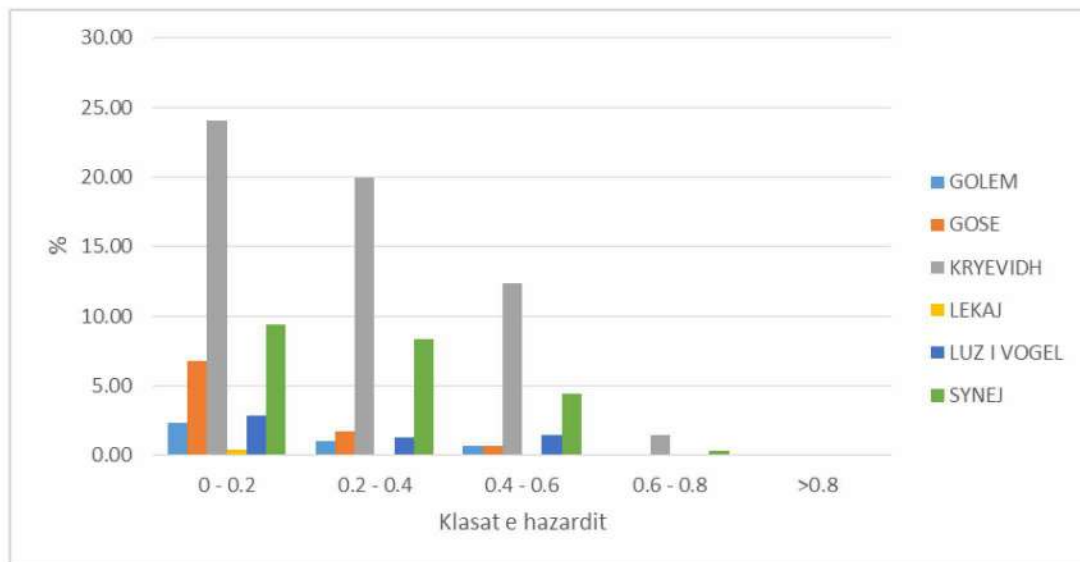


Figura 6.11 Grafiku me përqindjet e çdo klase të hazard-it për çdo njësi administrative, periudha e rikthimit 100 vite, sipërfaqja > 3,000 m².

7 PËRFUNDIME DHE REKOMANDIME

7.1 PËRFUNDIME

- Zona e studimit shtrihet në pjesën perëndimore të Shqipërisë, midis fshatit Karpen (*Njësia administrative Golem*) në veri dhe Ballaj (*Njësia administrative Kryevidh*) në jug. Ka gjatësi ~ 16 Km dhe gjerësi $2 \div 10$ Km, sipërfaqja totale e saj është ~ 98 Km². Në pjesën perëndimore zona laget nga deti Adriatik dhe në lindje të saj ndodhet fusha e Kavajës. Terreni është kryesisht kodrinor;
- Zona e studimit bën pjesë në U.P.A. dhe ndërtohet kryesisht nga depozitime Neogjenike të Pliocenit. Depozitimet Pliocenike përhapen gjerësisht në Ultësirën Pranë Adriatike, duke zënë sipërfaqe të mëdha të saj. Në zonën e studimit veçohen dukshëm dy formacione litostratigrafike të njohura me emërtimet formacioni “Helmësi” (N¹zh) dhe formacioni “Rrogozhina” (N²zr) që i përkasin pliocenit si dhe depozitimet kuaternare (Q);
- Për të përgatitur hartën e inventarit të rrëshqitjeve janë përdorur disa burime të dhënash si: rilevimi fushor i rrëshqitjeve, hartat topografike në shkallën 1:10.000, imazhet LIDAR të vitit 2015 dhe Google Earth.
- Në zonën e studimit në kuadrin e këtij punimi janë hartografuar 379 rrëshqitje, të cilat janë të shpërndara kryesisht në të dyja anët e antiklinalit të Kryevidhit, por edhe në bërthamën e tij. Rrëshqitjet e hartografuara janë kryesisht të tipit rrëshqitje dherash;
- Për të bërë vlerësimin e suseptibilitetit në zonën e studimit janë përgatitur hartat e 14 faktorëve: “Orientimi i shpatit”, “Distanca nga ndërtesat”, “Forma e shpatit sipas shtrirjes”, “Forma e shpatit sipas rënies”, “Lartësia mbi nivelin e detit”, “Distanca nga thyerjet tektonike”, “Gjeologjia”, “Land Cover”, “NDVI”, “Reshjet atmosferike”, “Distanca nga rrugët”, “Pjerrësia e shpatit”, “Distanca nga hidrografia”, “TWI”;
- Suseptibiliteti i rrëshqitjeve është vlerësuar me 4 metoda, nga të cilat dy janë bivariate (Information Values (IV) & Weight of evidence (WoE)) dhe dy janë multivariate (Analiza e Regresionit Logjistik (ARL) & Analiza Diskriminante (AD)).
- Hartat e suseptibilitetit të rrëshqitjeve janë ndarë në 6 klasa (“*I pa mundur*”; “*Shumë i ulët*”; “*I ulët*”; “*Mesatar*”; “*I lartë*” dhe “*Shumë i lartë*”) duke përdorur metodën “*natural break classification*” (Falaschi, et al., 2009);
- Nga kryerja e Analizës së Regresionit Logjistik (ARL) në zonën e studimit funksioni parashikues ka rezultuar:

$$\begin{aligned}
 Y = & (-0.226 \cdot (\text{ORIENTIMI I SHPATIT}) + 0.228 \cdot (\text{DISTANCA NGA NDËRTE SAT}) \\
 & - 0.305 \cdot (\text{FORMA E SHPATIT SIPAS SHTRIRJES}) \\
 & - 0.073 \cdot (\text{FORMA E SHPATIT SIPAS RËNIES}) \\
 & + 0.064 \cdot (\text{LARTËSIA MBI NIVELIN E DETIT}) + 0.245 \cdot (\text{GJE OLOGJIA}) \\
 & - 0.288 \cdot (\text{RESHJET ATMOSFERIKE}) + 0.906 \cdot (\text{PJERRËSIA E SHPATIT}) \\
 & - 0.039 \cdot (\text{TWI}) - 1.665
 \end{aligned}$$

- Nga kryerja e Analizës Diskriminante (AD) në zonën e studimit funksioni parashikues ka rezultuar:

$$\begin{aligned}
 Y = & (-0.194 \cdot (\text{ORIENTIMI I SHPATIT}) \\
 & + 0.184 \cdot (\text{DISTANCA NGA NDËRTE SAT}) \\
 & - 0.199 \cdot (\text{FORMA E SHPATIT SIPAS SHTRIRJES}) \\
 & + 0.191 \cdot (\text{GJEOLGJIA}) - 0.288 \cdot (\text{RESHJET ATMOSFERIKE}) \\
 & + 0.791 \cdot (\text{PJERRËSIA E SHPATIT}) - 2.15
 \end{aligned}$$

- Në hartën e suseptibilitetit të rrëshqitjeve përftuar me **metodën IV** Indeksi i suseptibilitetit të rrëshqitjeve (LSI) lëviz në intervalin $-20.5 \div 6.4$. AUC me të dhënat Trajnuese është 0.811 dhe me të dhënat Testuese është 0.802;
- Në hartën e suseptibilitetit të rrëshqitjeve përftuar me **metodën WoE** Indeksi i suseptibilitetit të rrëshqitjeve (LSI) lëviz në intervalin $-18.4 \div 6.7$. AUC me të dhënat Trajnuese është 0.817 dhe me të dhënat Testuese është 0.805⁷
- Në hartën e suseptibiliteti të rrëshqitjeve përftuar me **metodën ARL** vlerat e funksionit logjik kanë rezultuar në intervalin $-4.6 \div 5.6$. Nga grafiku ROC ka rezultuar që $AUC = 0.804$ për të dhënat Trajnuese. Koefficienti Kapa është 0.49 pra, e plotëson kushtin që marrëveshja të jetë mesatare;
- Në hartën e suseptibiliteti të rrëshqitjeve përftuar me **metodën AD** vlerat e funksionit Y kanë rezultuar në intervalin $-3.5 \div 4.3$. Nga grafiku ROC ka rezultuar që $AUC = 0.825$ për të dhënat Trajnuese. Koefficienti Kapa është 0.51 pra, e plotëson kushtin që marrëveshja të jetë mesatare;
- Për sa i përket saktësisë së zonimit, AUC për të gjitha metodat është > 0.8 që sipas Yesilnacar & Topal (2005) zonimi konsiderohet shumë i mirë. Metodatat multivariate kanë avantazh sepse na japin probabilitetin e ndodhjes së rrëshqitjeve në çdo piksel të hartës, ndërkohë në metodat bivariate nuk e marrim dot një rezultat të tillë.
- Për të llogaritur probabilitetin e tejkalimit (*Periudha e rikthimit*) për zonën e studimit është shfrytëzuar harta e inventarit të rrëshqitjeve që është përgatitur në kuadër të këtij punimi, ajo përmban 379 rrëshqitje (n);
- Për të bërë llogaritjen e probabilitetit të tejkalimit periudhat e rikthimit janë marrë: 1 vit, 3 vite, 5 vite, 10 vite, 15 vite, 20 vite, 25 vite, 50 vite dhe 100 vite;
- Nga analiza statistikore e rrëshqitjeve të marra në analizë në zonën e studimit sipërfaqja e rrëshqitjeve varion nga 163.5 m^2 (0.016 Ha) deri në $138\,230.4 \text{ m}^2$ (13.8 Ha), mesatarja (\bar{x}) është 1.02 Ha, mediana është 0.59 Ha, devijimi standart (σ) është 1.51 ha. Vlera e lartë e devijimit standart tregon se të dhenat janë të shpërndara në një diapazon të gjërë;
- Probabiliteti për të ndodhur rrëshqitje me madhësi (A_L) më të mëdha se $1,000 \text{ m}^2$ (0.1 Ha) në zonën e studimit është 0.93 dhe probabiliteti për të pasur rrëshqitje me madhësi (A_L) më të mëdha se $3,000 \text{ m}^2$ (0.3 Ha) është 0.72;

- Hartat e hazard-it janë ndërtuar për dy periudha të ndryshme rikthimi, për 25 vite dhe 100 vite dhe për dy madhësi $> 1000 \text{ m}^2$ dhe $> 3000 \text{ m}^2$. Secila prej hartave të hazard-it është ndarë në pesë klasa me probabilitet të ndryshëm ($0 \div 0.2$, $0.2 \div 0.4$, $0.4 \div 0.6$, $0.6 \div 0.8$ dhe > 0.8);
- Renditja e njësive administrative me vlera më të larta të hazard-it është si në vijim: **Kryevidhi**, **Syneji**, **Luzi i Vogël**, **Gosa**, **Golemi** dhe **Lekaj**.

7.2 REKOMANDIME

- Rekomandohet që hartat e suseptibilitet-it dhe hazard-it të rrëshqitjeve të përdoren nga pushteti lokal apo operatorë të tjerë për një planifikim sa më të mirë të territorit. Kjo gjë do të sillte edhe zvoglimin e dëmeve që shkaktohen nga fenomeni i rrëshqitjeve;
- Rezultatet e këtij punimi kahës përdorimit në zonën e studimit mund të përdoren edhe në zona të tjera me kushte të njëjta gjeologjike;
- Rekomandohet që në punime të tjera të kësaj natyre të ndërtohen programe të inkorporuar në GIS për të automatizuar edhe më shumë të gjithë procesin e përgatitjes së hartave dhe kryerjes së analizave.

8 REFERENCAT

- ABCB, A. B. C. B., 2006. *Landslide Hazards Handbook*, s.l.: s.n.
- Ago, B. & Daja, S., 2017. *Landslide susceptibility mapping of Karpen-Ballaj area (Western Albania) by using GIS-based statistical analysis*. Tirana, s.n.
- Ago, B., Daja, S. & Durmishi, Ç., 2018. *GIS Based Landslide Susceptibility Mapping. A Case Study in Karpen-Ballaj area, Western Albania*. Tirana, s.n.
- Ago, B., Daja, S. & Durmishi, Ç., 2020. GIS Based Landslide Susceptibility Zonation - A Case Study in Western Albania. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 10(6), pp. 1492-1497.
- A. G. S., 2000. *Landslide risk management concepts and guidelines*, s.l.: s.n.
- AGS, 2007a. *Guideline for Landslide Susceptibility, Hazard and Risk Zoning*, s.l.: AGS.
- Ahmed, M. F. & Rogers, J. D., 2016. Regional level landslide inventory maps of the Shyok Riverwatershed, Northern Pakistan. *Bull Eng Geol Environ*, Vëllimi i 75, p. 563–574.
- Aleotti, P. & Chowdhury, R., 1999. Landslide hazard assessment: summary review and new perspectives. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, Vëllimi i 58, p. 21–44.
- Aliaj, S., 1994. Modeli i Legjendes te Hartes Neotektonike te Shqiperise. *Nafta Shqiptare*, Vëllimi i 2.
- Aliaj, S., 2012. *Neotektonika e Shqiperise*. Tirane: KLEAN.
- Aliaj, S. etj., 2018. *Harta Neotektonike e Shqiperise*, Tirane: Sherbimi Gjeologjik Shqiptar.
- Ba, Q. etj., 2018. A comparison of slope units and grid cells as mapping units for landslide. *Earth Science Informatics*, 17 January.
- Beven, K. J. & Kirby, M. J., 1979. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology / Un modèle à base physique de zone d'appel variable de l'hydrologie du bassin versant. *Hydrological Sciences Bulletin*, 24(1), pp. 43-69.
- Bonham-Carter, G., 1994. *Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS*. First Edition re. Ontario(Canada): Pergamon.
- Brabb, E. E., 1984. *Innovative approaches to landslide hazard mapping*. Toronto, s.n., pp. 307-324.
- Bucknam, R. C. etj., 2001. *Landslides Triggered by Hurricane Mitch in Guatemala – Inventory and Discussion*, s.l.: US Geological Survey.
- Budimir, M. E. A., Atkinson, P. M. & Lewis, H. G., 2015. A Systematic Review of Landslide Probability Mapping Using Logistic Regression. *Landslides*, 12(3), pp. 419-436.
- Burns, W. J. & Madin, I. P., 2009. *Protocol for Inventory Mapping of Landslide Deposits from Light Detection and Ranging (LIDAR) Imagery*, Oregon: Oregon

Department of Geology and Mineral Industries.

Burton, I., Kates, R. W. & White, G. F., 1978. *The environment as hazard*. New York: Oxford University Press.

Cardinali, M. etj., 2000. *Landslides triggered by rapid snow melting: the December 1996–January 1997 event in Central Italy*. Cosenza, s.n., pp. 439-448.

Carrara, A., 1983. Multivariate models for landslide hazard evaluation. *Journal of the International Association for Mathematical Geology*, Vëllimi i 15, p. 403–426.

Carrara, A., 1983. Multivariate models for landslide hazard evaluation. *Journal of the International Association for Mathematical Geology*, Vëllimi i 15, p. 403–426.

Carter, G. B., Agterberg, F. P. & Wright, D. F., 1990. Weights of evidence modelling: a new approach to mapping mineral potential. *Paper 8-9*, pp. 171-183.

Castellanos, E. A. A., Westen, C. J. v. & Melchiorre, C., 2008. Combining computational models for landslide hazard assessment of Guantánamo province, Cuba. *Geomorphology*, pp. 1-8.

Chung, C. F. & Fabbri, A. G., 1993. The representation of geoscience information for data integration. *Nonrenewable Resources*, Vëllimi i 2, pp. 122-139.

Chung, C.-J. F. & Fabbri, A. G., 2003. Validation of Spatial Prediction Models for Landslide Hazard Mapping. *Natural Hazards*, p. 451–472.

Chung, C. F. & Leclerc, Y., 1994. *A quantitative technique for zoning landslide hazard*. Mont Tremblant, Québec, s.n., pp. 87-93.

Cohen, J., 1960. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, XX(1), p. 9.

Committee on the Review of the National Landslide, 2004. *Partnerships for Reducing Landslide Risk. Assessment of the National Landslide Hazards Mitigation Strategy.*, Washington, D.C.: The National Academic Press.

Corominas, J. etj., 2013. Recommendations for the quantitative analysis of landslide risk. *Bull Eng Geol Environ*.

Cox, D. R., 1958. The regression analysis of binary sequences. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B (Methodological)* (20), pp. 215-242.

Crovelli, R. A., 2000. *Probability Models for Estimation of Number and Costs of Landslides*, Denver: U.S. GEOLOGICAL SURVEY.

Cruden, D. M. & Varnes, D. J., 1996. *Landslides, Investigation and Mitigation*. Nè: Washington D.C.: s.n., p. 36–75.

Daja, S., Durmishi, Ç., Sinojmeri, A. & Nazaj, S., 2011. Landslides susceptibility in central part of Albanian coast. *Littoral 2010*.

Devkota, K. C. etj., 2013. Landslide susceptibility mapping using certainty factor, index of entropy and logistic regression models in GIS and their comparison at Mugling-Narayanghat road section in Nepal Himalaya. *Natural Hazards*, Vëllimi i 65, p. 135–165.

Dingman, S. L., 1994. *Physical Hydrology*. New York: Macmillan.

- Draçi, A., 2019. *Teksti i gjeologjisë TDK, Harta Gjeologjike, Shkallë 1: 25 000, Plansheti: K – 34 – 100-C-c (Çerma - Proshke)*, Tirane: Sherbimi Gjeologjik Shqiptar.
- Duzgoren-Aydin, N., Aydin, A. & Malpas, J., 2002. Distribution of clay minerals along a weathered pyroclastic profile, Hong Kong. *Catena*, 50(1), pp. 17-41.
- Eftimi, R., 1985. Vetitë filtruese dhe ujëbollshmëria e shtresave ranore-konglomeratike të serisë së Rrogzhinës. *Përmbledhje Studimesh*, Vëllimi i Nr. 2, pp. 109-127.
- Eftimi, R. etj., 1985. *Harta Hidrogjeologjike e Shqipërisë, Shkalla 1:200.000*, Tirana: Hamdi Shijaku.
- Falasci, F. etj., 2009. Logistic regression versus artificial neural networks: landslide susceptibility evaluation in a sample area of the Serchio River valley, Italy. *Nat Hazards*, Vëllimi i 50, p. 551–569.
- Fisher, R. A., 1936. The use of multiple measurements in taxonomic problems. *Annales*, Vëllimi i 7, pp. 179-188.
- Goyes-Penafiel, P. & Hernandez-Rojas, A., 2020. Landslide susceptibility index based on the integration of logistic regression and weights of evidence: A case study in Popayan, Colombia. *Engineering Geology*, Vëllimi i 280.
- Grazhdani, S. & Shumka, S., 2007. An approach to mapping soil erosion by water with application to Albania. *Desalination*, Issue 213, p. 263–272.
- Green-way, D., 1987. Vegetation and slope stability. *Slope Stability*, pp. 187-230.
- Grup Autoresh, 1999. *Harta Tektonike e Shqipërisë*, s.l.: s.n.
- Guzzetti, F., 2005. *LANDSLIDE HAZARD AND RISK ASSESSMENT*. Berlin: MATHEMATICH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN FAKULTÄT der RHEINISCHEN FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVESTITÄT BONN.
- Guzzetti, F., Cardinali, M., Reichenbach, P. & Carrara, A., 2000. Comparing landslide maps: a case study in the upper Tiber River Basin, Central Italy.. *Environmental Management*, 25(3), p. 247–363.
- Guzzetti, F., Carrara, A., Cardinali, M. & Reichenbach, P., 1999. Landslide hazard evaluation: an aid to a sustainable development. *Geomorphology*, Vëllimi i 31, p. 181–216.
- Guzzetti, F. etj., 2012. Landslide inventory maps: New tools for an old problem. *Earth-Science Reviews*, Vëllimi i 112, pp. 42-66.
- Guzzetti, F., Mondini, A. C., Cardinali, M. & Fiorucci, F., 2012. Landslide inventory maps: New tools for an old problem. *Earth-Science Reviews*, Vëllimi i 112, pp. 42-66.
- Harp, E. L. & Jibson, R. W., 1995. *Inventory of landslides triggered by the 1994 Northridge, California earthquake*, s.l.: U.S. Geological Survey.
- Heidbach, O. etj., 2016. *Stress Map of the Mediterranean and Central Europe 2016*, s.l.: GFZ Data Service.
- Hungr, O., 1997. *Some methods of landslide hazard intensity mapping*. Rotterdam, A.A. Balkema Publisher, pp. 215-226.
- Jaupaj, O. etj., 2015. *Landslide susceptibility of Kruja, using a heuristic approach*.

Belgrade, s.n.

Jaupaj, O., Lateltin, O. & Lamaj, M., 2014. *Landslide Susceptibility of Kavaja, Albania*. Beijing, s.n.

Kabo, M. etj., 1990. *Gjeografia Fizike e Shqiperise*. Tirane(Shqiperi): Akademia e Shkencave e Shqiperise.

Kerle, N., Stumpf, A. & Malet, J.-P., 2010. *Object-Oriented and Cognitive Methods for Multi-Data Event-Based Landslide Detection and Monitoring*. s.l., s.n., pp. 31-32.

Konomi, N., 2001. *Gjeologjia Inxhinierike (Gjeodinamika Inxhinierike)*. s.l.:Shtepia Botuese e Librit Universitar.

Konomi, N. etj., 2014. *Harta Gjeologo - Inxhinierike e Shqiperise, Shka;lla 1:200.000.*, Trane: Fakulteti i Gjeologjise dhe Minerave, Sherbimi Gjeologjik Shqiptar.

Kuçaj, S. & Strati, B., 2016. NJEHSIMI I LËVIZJEVE TË TRUALLIT ME METODËN INTERFEROMETRIKE SAR. *Buletini i Shkencave Teknike*, Vëllimi i 1, pp. 65-70.

Lamaj, M. etj., 2015. *Fringe 2015 Workshop*. Frascati, Italy, s.n.

Lamaj, M. etj., 2016. *Perpilimi i hartave te rreshqitjeve dhe te ndjeshmerise ndaj rreshqitjeve: ne shkalle 1:200 000 per territorin e Shqiperise dhe ne shkalle 1:50 000 per qarqet e Shqiperise*, Tirane: Sherbimi Gjeologjik Shqiptar.

Landis, J. R. & Koch, G. G., 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, Vëllimi i 33(1), pp. 159-174.

Lee, S., Choi, J. & Min, K., 2002. Landslide susceptibility analysis and verification using the Bayesian probability model. *Environmental Geology*, December, Vëllimi i 43, pp. 120-131.

Li, X. etj., 2015. Identification of Forested Landslides Using LiDar Data, Object-based Image Analysis, and Machine Learning Algorithms. *Remote Sensing*, pp. 9705-9726.

Malamud, B. D., Turcotte, D. L., Guzzetti, F. & Reichenbach, P., 2004. Landslide Inventories and their statistical properties. *Earth Surface Processes and Landforms*, Issue 29, p. 687-711.

McCalpin, J., 1984. *Preliminary age classification of landslides for inventory mapping*. Idaho, University Press, Moscow, p. 99-111.

Mihir, M. & Malamud, B., 2014. *Identifying Landslides Using Google Earth*, s.l.: s.n.

Muceku, Y. & Jaupaj, O., 2018. Landslide Hazard Zonation Along Milot-Kukës Motorway, Albania. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, Vëllimi i 62(4), p. 1083-1095.

Neuhäuser, B. & Terhorst, B., 2007. Landslide susceptibility assessment using “weights-of-evidence” applied to a study area at the Jurassic escarpment (SW-Germany). *Geomorphology*, Vëllimi i 86, pp. 12-24.

Organization of American States, O., 1991. *Primer on Natural Hazard Management in Integrated Regional Development Planning*. Washington D.C.: s.n.

Ouyang, Z., 2015. *Object-Based Classification & eCognition*, s.l.: s.n.

Parry, S., Campbell, S. D. G. & Churchman, J., 2000. *Kaolin-rich zones in Hong Kong saprolites-their interpretation and engineering significance*. Melbourne, Australia, s.n., pp. 19-24.

Pradhan, B., Oh, H.-J. & Buchroithner, M., 2010. Weights-of-evidence model applied to landslide susceptibility mapping in a tropical hilly area. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, September, 1(3), pp. 199-223.

Qin, Y., Lu, P. & Li, Z., 2018. LANDSLIDE INVENTORY MAPPING FROM BITEMPORAL 10 m SENTINEL-2 IMAGES USING CHANGE DETECTION BASED MARKOV RANDOM FIELD. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 7-10 May, Vëllimi i XLII-3, pp. 1447-1450.

Raetzo, H., Lateltin, O., Bollinger, D. & Tripet, J. P., 2002. Hazard assessment in Switzerland - Codes of Practice for mass movements. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 61(3), pp. 263-268.

Sarkar, S., Kanungo, D. P. & Mehrotra, G. S., a.d. Landslide Hazard Zonation: A Case Study in Garhwal Himalaya, India. *Mountain Research and Development*, 15(4), pp. 301-309.

Sato, H. P. & Harp, E. L., 2009. Interpretation of earthquake-induced landslides triggered by the 12 May 2008, M7.9 Wenchuan earthquake in the Beichuan area, Sichuan Province, China using satellite imagery and Google Earth. *Landslides*, Vëllimi i 6, p. 153-159.

Scheidegger, A. E., 1994. Hazards: singularities in geomorphic systems. *Geomorphology and Natural Hazards*, Vëllimi i 10, pp. 19-25.

Shortliffe, E. H. & Buchanan, B. G., 1975. A model of inexact reasoning in medicine. *Mathematic bioscience*, pp. 351-379.

Sidle, R. C. & Ochiai, H., 2006. *Landslides: processes, prediction, and landuse*. Monograph No. 18 re. Washington, D.C.: American Geophysical Union.

Stumpf, A. & Kerle, N., 2011. Object-oriented mapping of landslides using Random Forests. *Remote Sensing of Environment*, Vëllimi i 115, p. 2564-2577.

The World Bank, 2020. *The Global Landslide Hazard Map*, s.l.: s.n.

U.S.G.S., 2004. *Landslide Types and Processes*, s.l.: U.S. Geological Survey.

UNDRO, 1991. *Mitigating Natural Disasters. Phenomena, Effects and Options*. New York: United Nations.

USGS, 2008. *Landslide Handbook - A Guide to understand landslides*. s.l.:s.n.

Van Den Eeckhaut, M., Kerle, N., Hervas, J. & Supper, R., 2013. *Mapping of Landslides Under Dense Vegetation Cover Using Object-Oriented Analysis and LiDAR Derivatives*. s.l., Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 103-109.

Van Den Eeckhaut, M., Kerle, N., Poesen, J. & Hervás, J., 2012. *Identification of vegetated landslides using only a lidar-based terrain model and derivatives in an object-oriented environment*. Rio de Janeiro - Brazil, s.n., pp. 211-216.

Van Westen, C., 1997b. *Statistical landslide hazard analysis. ILWIS 2.1 for Windows*

application guide., s.l.: ITC Publication.

van Westen, C. J., 1993. *Application of geographic information systems to landslide hazard zonation.* s.l.:ITC Publication .

van Westen, C. J., 1994. GIS in landslide hazard zonation : a review, with examples from the Andes of Colombia. Në: F. Price & D. I. Heywood, red. *Mountain environments & geographic information systems.* s.l.:Taylor & Francis, pp. 135-166.

van Westen, C. J., 2002. *Use of weights of evidence modeling for landslide susceptibility mapping,* s.l.: International Institute for Geoinformation Science and Earth Observation (ITC).

Vandine, D. F. etj., 2004. Technical Terms and Methods. Në: M. Wise, G. Moore & D. VanDine, red. *Landslide Risk Case Studies in Forest Development Planning and Operations.* North Vancouver, BC: Ministry of Forests, Forest Science Program, pp. 13-26.

Varnes, D. I. A. o. E. G.-C. o. L. a. O. M. M., 1984. *Landslide Hazard Zonation: A review of principles and practice,* Paris: UNESCO.

Varnes, D. J., 1978. Slope movements: types and processes. *Landslide Analysis and Control, National Academy of Sciences, Special Report,* p. 11–33.

Wasowski, J. etj., 2015. *APPLICATIONS OF MEDIUM C-BAND AND HIGH RESOLUTION X-BAND MULTITEMPORAL INTERFEROMETRY IN LANDSLIDE INVESTIGATIONS.* Kish Island, Iran, s.n.

Wen, B., Duzgoren-Aydin, N. & Aydin, A., 2004. Geochemical characteristics of the slip zones of a landslide in granitic saprolite, Hong Kong: Implications for their development and microenvironments. *Environmental Geology,* 47(1), pp. 140-154.

Westen, C. V., Rengers, N., Terlien, M. T. J. & Soeters, R., 1997. Prediction of the occurrence of slope instability phenomenal through GIS-based hazard zonation.. *Geologische Rundschau,* Vëllimi i 86, pp. 404-414.

Wilde, M. etj., 2018. Pan-European landslide susceptibility mapping: ELSUS Version 2. *Journal of Maps,* Vëllimi i 14(2), pp. 97-104 and supplemental map.

Wu, T. H., 1984. Effect of Vegetation on Slope Stability. Issue 965, pp. 37-46.

Xhomo, A. etj., 2002. *Gjeologjia e Shqiperise (Tekst shpjegues i hartes gjeologjike 1:200 000 te vitit 2002).* Tirane: Sherbimi Gjeologjik Shqiptar, Albpetroli, Universiteti Politeknik i Tiranes.

Yesilnacar, E. & Topal, T., 2005. Landslide susceptibility mapping: A comparison of logistic regression and neural networks methods in a medium scale study, Hendek region (Turkey). *Engineering Geology,* 79((3-4)), p. 251–266.

Yin, K. L. & Yan, T. Z., 1988. *Statistical prediction model for slope instability of metamorphosed rocks.* Lausanne, s.n., pp. 1269-1272.

Zhou, C. etj., 2018. Landslide susceptibility modeling applying machine learning methods: A case study from Longju in the Three Gorges Reservoir area, China. *Computers and Geosciences,* Vëllimi i 112, pp. 23-37.