

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ

Книга 2 – ГЕОГРАФИЯ

Том 113

ANNUAL OF SOFIA UNIVERSITY “ST. KLIMENT OHRIDSKI”

FACULTY DE GEOLOGIE ET GEOGRAPHIE

Livre 2 – GEOGRAPHIE

Volume 113

КРИЙП И/ИЛИ СОЛИФЛУКЦИЯ В ПИРИН ПЛАНИНА

СОНЯ СТОЯНОВА, ДИМИТЪР КРЕНЧЕВ, РОСИЦА КЕНДЕРОВА

*Катедра „Климатология, хидрология и геоморфология“
e-mails: sonya.s.stoyanova@gmail.com; dkrenchev@gea.uni-sofia.bg;
rosica@gea.uni-sofia.bg*

Sonya Stoyanova, Dimitar Krenchev, Rossitza Kenderova. CREEP AND/OR SOLIFLUCTION IN THE PIRIN MOUNTAIN

In this paper are discussed the results of geomorphological researches of slope processes in the Pirin mountain. Based on the data obtained from the selected sites, an attempt to define and clarify the processes of creep and solifluction in high-altitude environment was made. In this regard several sites on slopes with different exposure and conditions were selected.

Key words: Pirin mountain, creep, solifluction.

Изследванията, които екипът провежда в последните 10 години в Пирин планина, касаят различни страни на екзогенезата. Наблюденията, които провеждаме там, ни дадоха основание да обобщим получените резултати за посочените процеси.

УВОД

Релефът на земната повърхност в микромащаб се променя под въздействието на течащата вода, вятъра, нестабилността на склоновете и промяната във влажността. При замръзване и размръзване в студените и умерени региони се наблюдават специфични неравности, даващи характерен облик на тези територии. При определени форми обаче често има съмнение за техния

произход. Такъв пример може да се даде с терасираните склонове във високите български планини, в които протичат сравнително бавни движения на неспоен материал, припокрити от торф и чим, а склоновата покривка се нахъсва и в нея се отбелязва наличието на т.нар. плаващи камъни (валуни) (Goudie, A. S. 2004; French, H. M. 2007; Гловня 1959, 1968 и др.).

В българската геоморфоложка литература (Гловня 1959, 1968; Попов 1966; Власков 1997, 2002; Велчев, Кендерова 1994; Велчев 1995, 2014 и др.) са използвани термините „солифлукция“, „желифлукция“, „плаващи камъни“, а „крийп“ се използва (Рачев и др. 2014; Кренчев 2018; Kenderova et al. 2015, 2018; Стоянова 2019 и др.) в последните години. В публикациите не се описват морфоложките характеристики на формите, не се характеризират наслагите, които изграждат формите, и не се коментират резултати от наблюдения на процесите като доказателства в подкрепа на дадената дефиниция. В повечето случаи въпросните форми присъстват единствено като знаци в тематични геоморфоложки карти, приложени към дадено изследване, без да се дават други подробности за формите, т.е. няма данни за тяхната морфология и динамика.

Изследванията на склоновите процеси, които провеждаме в Пирин планина, са свързани и с изучаване на масовите движения по склоновете, към които се включват крийпът и солифлукцията. Наблюденията ни имат различна продължителност и касаят не само изучаване на процесите и описание на формите, а и характеристика на наслагите. Наблюденията имат различна продължителност и част от резултатите са публикувани.

В настоящата статия целта ни е да характеризираме наблюдаваните процеси и форми в Пирин планина. На базата на данните, които сме получили, коментираме характера на наблюдавания процес, като сравняваме получените резултати с други публикувани стойности в подобни условия.

ТЕОРЕТИЧНИ ПОСТАНОВКИ ЗА РАЗГЛЕЖДАНИТЕ ТЕРМИНИ

Терминът „солифлукция“ се използва, за да се опишат различни придвижвания надолу по склоновете на почвения слой при студен климат (Williams, Smith 1991; French 2007; Goudie 2004 и др.). В редки случаи се употребява и при топъл климат за характеристика на форми, които външно приличат на тези от студените територии.

В геоморфоложката литература има стремеж солифлукцията да се разграничи като процес, при който замръзването на почвата е основно условие. Други термини, които се използват за същите или за подобни форми, присъщи на солифлукцията, са конжелифлукция, желифлукция и криогенен крийп.

Движенията, породени от солифлукцията, засягат в дълбочина първите няколко сантиметра и могат да достигнат до 2 m. Понякога такива движения се регистрират дори без проява на микроформи на земната повърхност. Приема се, че скоростта на движението не е определяща, тъй като движението може

да се прояви и при най-малък наклон на склона. При бързата солифлукция вълните на размръзвалата почва могат да покрият растителността, затова при формите, породени от този процес, могат да се наблюдават погребани слоеве растителност. И в този случай скоростта се явява категоричен признак за характеристика на процеса (по Williams, Smith 1991; French 2007; Goudie 2004 и др.). По склоновете със солифлукция често се наблюдават плаващи валуни.

В същото време като солифлукция са описани и много по-бавни движения, породени от замръзването и размръзването. При последните се проявяват потъвания и издигания на почвените частици, което поражда дори ретроградни движения, обратни на наклона на склона. Скоростта в такива случаи варира от няколко милиметра до метър за година (Williams, Smith 1991). В по-ранни източници (Davison 1889) такъв тип движение е дефиниран като крийп. Впоследствие обаче крийпът е разграничен от този процес, тъй като при него не се наблюдават потъване и издигане.

Под крийп се имат предвид (Williams, Smith 1991; French 2007; Goudie 2004 и др.) продължителни бавни деформации, които се пораждаат като резултат от напрежения, по-малки от тези, необходими за преодоляване на съпротивлението за кратък период от време. Този вид движение е резултат от промяната в обема на частиците при замръзването и размръзването. Особено то при него е, че частиците се движат в рамките на няколко милиметра до сантиметра за година, но само успоредно на наклона (Jahn 1989, 1992; Washburn 1979). В руската литература (Рычагов 2006 и др.) се използва и терминът „криогенна дефлукция“.

В по-новите източници комбинираното действие на желифлукцията (в смисъл на Washburn 1979) и криогенния крийп води до движения, които се определят като солифлукция (Goudie 2004; French 2007). Това е характерно за субалпийски и алпийски климат със сезонна замръзвалост, характеризира се с денонощни замръзвания и размръзвания. В тези условия доминира криогенен крийп, включително и от типа ледени игли (както е обяснен и при Гловня 1959, 1968). При него могат да се достигнат стойности на придвижване над 100 cm/year. Почвените движения са ограничени в горните 10-ина сантиметра, поради което обемното придвижване е по-малко в сравнение с повърхностното. Растителността, по-едрите блокове и намаляването на ъгъла на наклона обикновено забавят движението на склоновата маса. Като резултат се наблюдава терасиране на склона и разкъсване на тревната покривка.

В заключение, видимо е, че анализът на термините показва някои общи постановки. Последните се отнасят най-вече до морфологията на склоновете (нахълменост, резултат от формираните микротераски с откоси) и скоростта на процеса. По отношение на наслагите общите коментари засягат присъствието на торф. Малко са данните за скоростта на процесите и още по-малко са тези, в които се характеризират наслагите.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Изследването ни е базирано на мониторингови данни, получени от 3 площадки, като 2 от тях бяха предварително определени за крийп, а една – за солифлукция. Критериите за тази подялба бяха условни и главно по морфологични признаци: наклон на склон, форми и наслаги, наблюдавани в течение на няколко години. Залагайки тези площадки, екипът целеше да получи данни, които да му позволят да изгради онези признаци, които разграничават крийпа от солифлукцията в условията на субалпийския климат на Пирин планина.

Площадките са изградени по методиката на Толстых и Клюкин (1984). Измерена е линейната скорост и тази на денудация и акумулация и е отчетена промяната в повърхностната морфология. Всичките площадки са разположени над горната граница на гората, т.е. в субалпийския пояс, и са на склонове с различна експозиция. Наблюденията ни имат различна продължителност – от 1,5 до над 5 години. Част от резултатите, получени за крийп и солифлукция, вече са публикувани в различни издания (Kenderova et al. 2018 и др.) и поради това тук обсъждаме тези, получени в последните 3 години. Ние не разполагаме с данни за валежите в района на измерванията ни.

РЕЗУЛТАТИ

Площадка Беговица

Площадка Беговица е изградена на склон с южно изложение на височина 2190 m. На терена са поставени 3 редици с репери, разположени една под друга. Най-високата редица е от репери 1 и 2. Под тях са разположени един до друг репери от 3 до 7, а най-ниско са реперите 8, 9 и 10. Наклонът на склона в района на основния репер е 36° , в района на първата редица е 36° , а при най-ниската редица е 38° (фиг. 1). Извършените измервания са следните:

- Разстояния от основен репер до останалите. Основният репер е върху основна скала и поради това измерването дава възможност да се получат данни за линейната скорост.

- Разстояния между отделните репери, което дава възможност да се получат данни за направлението на движението.

- Измервания на размерите на площадките (височина и широчина), които са свързани с описанието на формите.



Фиг. 1. Площадка в циркус Беговица
Fig. Investigated site in Begovitsa river valley

Наблюденията бяха в 3 направления (табл. 1, 2 и 3). Първото от тях – разстояния от основния маркер до дадения репер (табл. 1) показва различни скорости.

Таблица 1
Table 1

Промени в разстоянията между основния репер
и другите репери на площадка Беговица
Distance changes between the main sign and the peg markers in site Begovitsa

	Промени за периода 26.05.2018– 10.11.2018 (168 дни)	Промени за периода 10.11.2018– 01.08.2019 (264 дни)
До репер 1	–	1,8 cm или 2,55 cm/year
До репер 2	0,1 cm или 0,22 cm/year	0,2 cm или 0,02 cm/year
До репер 3	<u>3,4 cm или 7,3 cm/year</u>	6,4 cm или 8,03 cm/year
До репер 4	1,0 cm или 2,2 cm/year	3,8 cm или 5,11 cm/year
До репер 5	0,2 cm или 0,44 cm/year	1,4 cm или 1,83 cm/year
До репер 6	1,0 cm или 2,2 cm/year	4,0 cm или 5,47 cm/year
До репер 7	–	<u>9 cm или 10,95 cm/year</u>
До репер 8	–	5 cm или 6,57 cm/year
До репер 9	–	4,1 cm или 5,48 cm/year
До репер 10	–	3,2 cm или 4,38 cm/year

Средната скорост на движенията надолу е между 4,4 cm/169 days и 38,9/271 cm/days. В топлия сезон (май–ноември) тя е малко по-ниска, а от ноември до август е по-висока, нещо, което свързваме с топенето на снега и валежите. В същото време средната скорост (за посочените периоди) на първата лента е 16,9 cm, тази на втората лента е 16,6 cm, а на третата е 20,54 cm. Това показва, че при увеличаващ се наклон само от 2°, скоростта се е увеличила с около 4 cm.

При две от измерванията беше отбелязано леко накланяне и слабо избутване нагоре на половината от реперите.

Измервания на разстоянията между реперите (табл. 2) показаха раздалечаването им във вид на ветрило надолу по склона.

Таблица 2
Table 2

Промени в разстоянията между реперите на площадка Беговица
Distance changes between the peg markers in site Begovitsa

	Промени за периода 26.05.2018–10.11.2018	Промени за периода 10.11.2018–01.08.2019
Между репери 1 и 2	0,3 cm или 0,66 cm/year	1,6 cm или 2,19 cm/year
Между репери 3 и 4	–	<u>3,2 cm или 4,38 cm/year</u>
Между репери 4 и 5	0,3 cm или 0,66 cm/year	2,6 cm или 3,56 cm/year
Между репери 5 и 6	0,5 cm или 1,09 cm/year	2,3 cm или 2,92 cm/year
Между репери 6 и 7	<u>1,0 cm или 2,19 cm/year</u>	3,0 cm или 4 cm/year
Между репери 8 и 9	–	2,2 cm или 2,92 cm/year
Между репери 9 и 10	0,2 cm или 0,44 cm/year	1,0 cm или 1,46 cm/year

Това раздалечаване е с 2 пъти по-ниска скорост от движението надолу по склона, като по-високата скорост е характерна за периода на топене на снега. Средната скорост на раздалечаването (общо за изследваните периоди) за горната лента (между репери 1 и 2) е 1,7 cm, в средната (между репери 3 и 7) е 1,62 cm, а в най-ниската (8–10) е 1,13 cm. Всичко това означава, че при по-малкия наклон (от 36°) наслагите се движат по-бавно надолу и по-бързо се раздалечават, докато при по-големия наклон (38°) наслагите се движат по-бързо надолу и по-бавно се раздалечават.

Изследваният процес на масово движение образува площадки и откоси между тях. Някои от тях представляват обединения на няколко, а други са ясно морфоложки обособени. Най-голямата единична площадка има широчина 60 cm и откос от 44 cm.

Размерите на площадките са следните (табл. 3):

Средни размери на площадките
Average sizes of terracettes in Begovitsa site

	Средна височина	Средна широчина
Между репери 1 и 2	16,89 (cm)	35,83 (cm)
Между репери 3 и 7	16,56 (cm)	25,52 (cm)
Между репери 8 и 10	20,54 (cm)	26,48 (cm)

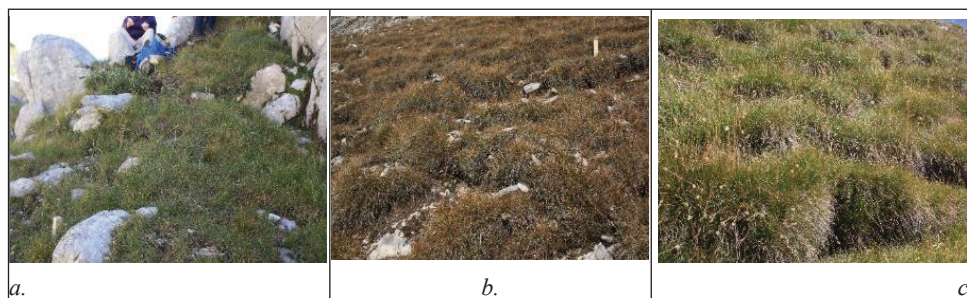
Тези площадки, сравнени с измерванията на останалите, показаха най-големи размери от всичките изследвани.

За другите площадки – Голям Казан, Джамджиев ръб и Вихрен

Посочените три площадки са изградени от единични репери, разположени от горе надолу и поради това ще бъдат коментирани общо (фиг. 2, табл. 4).

Площадка Голям Казан е разположена на 2426 m и има наклон от 18–28°, тази на Джамджиев ръб е на височина 2387 m и е с наклон 36°, а площадка Вихрен е на 2280 m и има наклон от 34°. На всички площадки растителността е тревиста. Разкъсвания на покривката има при площадка Джамджиев ръб.

Получените резултати до 2016 г. за площадка Голям Казан са публикувани (Кренчев 2018) и затова тук се коментират само тези до 2019 г. (табл. 4).



Фиг. 2. Външен вид на площадките: *a.* Голям Казан; *b.* Джамджиев ръб; *c.* Вихрен

Fig. 2. Investigated sites: *a.* Goliam Kazan; *b.* Djamjiev rab; *c.* Vihren

Наблюдавани промени в площадки Голям Казан, Джамджиев ръб и Вихрен
Registered changes in sites Goliyam Kazan, Djamjiev rab and Vihren

Голям Казан		Репер 1 – горен; северна експозиция; наклон на склон 18		Репер 2 (долен; северна експозиция, наклон на склон 26°)	
дълбочина на репера (см)	нагоре (см)	надолу (см)	нагоре (см)	надолу (см)	нагоре (см)
период на промени					
За 303 дни (30.10.2016–09.10.2017)	–	0,3 или 0,36 cm/year	1,5 или 1,8 cm/year		
За 305 дни (09.10.2017–13.07.2018)	1,0 или 1,2 cm/year	0,8 или 0,96 cm/year	1,0 или 1,2 cm/year		0,4 или 0,45 cm/year
За 475 дни (13.07.2018–30.10.2019)	–	0,2 или 0,24 cm/year	0,80,96 cm/year		0,1 или 0,12 cm/year
Джамджиев ръб					
дълбочина на репера (см)	Репер 1 – източна експозиция; наклон на склон 36°		Репер 2 (долен) – източна експозиция, наклон на склон 36°		
дата	нагоре (см)	надолу (см)	нагоре (см)	надолу (см)	надолу (см)
За 243 дни (30.10.2016–31.07.2018)	2,1 (или 3,15 cm/year)	3,1 или 4,66 cm/year	0,4 или 0,6 cm/year		0,4 или 0,6 cm/year
За 425 дни (31.07.2018–28.10.2019)	3,0 или 2,58 cm/year	3,6 или 3,1 cm/year	1,0 или 0,86 cm/year		0,7 или 0,6 cm/year
Вихрен					
дълбочина на репера (см)	Репер 1 (горен) – източна експозиция; наклон на склон 34°		Репер 2 (долен) – източна експозиция, наклон на склон 34°		
дата	нагоре (см)	надолу (см)	нагоре (см)	надолу (см)	надолу (см)
За 351 дни (16.11.2015–30.10.2016)	1,0 (или 1,04 cm/year)	0,2 или 0,21 cm/year	1,3 или 1,35 cm/year		1,5 или 1,56 cm/year
За 302 дни (30.10.2016–28.10.2018)	0,1 или 0,12 cm/year	0,2 или 0,24 cm/year	1,5 или 1,81 m/year		1,7 или 2,05 cm/year

*Денудация (изнасяне на материала, слягване)/Акумуляция (натрупване, издуване)

Получените данни за Голям Казан и Вихрен са сходни по отношение на средните показатели за скорост и се различават от тези за площадка Вихрен. Максималните движения там имат скорост, която е между тази на площадка Беговица (Рачев и др. 2017) и останалите. Следва да уточним и това, че поставените репери на площадка Вихрен в течение на 2 години се накланяха в посока надолу по склона и впоследствие 2 от тях паднаха. При тази площадка разкъсването на чима е в много ограничени места. Същата е ситуацията и на площадка Голям Казан.

ОБОБЩЕНИЕ И ДИСКУСИЯ

Нашите изследвания се основават на данни, получени за скорост на придвижване. Разликите в движението на материала в описаните места са значителни. Имайки предвид резултатите и базирайки се на предишните ни измервания (Kenderova at al. 2015 и др.), ние приемаме, че движения в рамките на mm/year до 1–2 cm/year за територията на Пирин характеризират крийп процеси. Тази скорост може да бъде сравнена с измерванията върху крийпа във Великобритания (по данни на Кукал 1989), както и в района на ез. Байкал и средното течение на р. Ангара (по данни на Рычагов 2006).

Наблюденията ни (Рачев и др. 2014; Kenderova at al. 2015) показваха, че в субалпийския пояс на Пирин плиткия слой изветрителна кора замръзва в периода ноември–май с вариации в месеците в зависимост от експозицията. Поради това приемаме, че движения с такава скорост в субалпийския пояс характеризират мразов крийп. При него се разкъсва чимовата (торфена) покривка и тя започва бавно да пълзи, като образува площадки с равни участъци и откоси между тях, които нахълмяват склоновете.

В местата, където дълбочината на наслагите е по-голяма (напр. надхвърля 0,5–0,6 m), а сенчестата експозиция допринася за по-бавното и сезонното им размръзване, става удължаване и на периода на овлажняване. Тогава движението се извършва „на вълни“ и с по-висока скорост, която може да достигне 10 cm/year. Морфологията на склоновете наподобява тази с крийп движението, но тук невинаги има разкъсване на склоновата покривка и образуваните площадки имат до 3 пъти по-големи размери, отколкото тези на крийп склоновете.

От изследваните площадки приемаме, че тази в циркуса на Беговица характеризира солифлукция, на Джамджиев ръб характеризира крийп, а останалите две – Вихрен и Казана, показват смесено движение, което зависи от дълбочината на наслагите и продължителността на топенето и овлажняването.

В заключение, в субалпийския пояс на Пирин протичат крийп и солифлукция, които са част от масовото движение на материала (mass movement/mass wasting). В Пирин доминиращ е крийпът, а солифлукцията е ограничена в пространството. И двата процеса образуват площадки с откоси между тях.

Разкъсване на покривката по-често има при крийпа. Приемаме, че за изясняването на двата процеса ще е необходимо да бъдат направени детайлни описания, опробвания и анализи на наслагите, за да се проследи характерът на слоевете, които те изграждат, и механичният им състав.

БЛАГОДАРНОСТИ

Статията е резултат от работата по проект към МОН със заглавие „Природната среда в Пирин планина в условията на климатични промени“ по Договор № ДН14/6 от 13.12.2017 г. Изказваме благодарности на всички от екипа, които бяха с нас и ни помагаха.

ЛИТЕРАТУРА

- Велчев, А., Р. Кендерова. 1994. Някои виждания за плейстоценското и холоценското развитие на долината на р. Мозговица. – *Год. на СУ, ГГФ*, т. 85, кн. 2 – География.
- Велчев, А. 1995. Плейстоценските залежавания на българските планини. – *Год. на СУ, ГГФ*, т. 87, кн. 2 – География, 53–65.
- Велчев, А. 2014. Обща геология и геоморфология. Велико Търново: Университетско издателство „Св. св. Кирил и Методий“, 246 с.
- Власков, В. 1997. Глациална и периглациална морфоскулптура. – В: География на България. София: Акад. изд. „Проф. Марин Дринов“, с. 77.
- Власков, В. 2002. Периглациални форми и наслаги. – В: География на България. София: Форком, с. 62.
- Гловня, М. 1959. Относно периглациалния релеф в България. – В: Изв. на Българското географско дружество, т. II (XII), 15–23.
- Гловня, М. 1968. Характерни особености на периглациалната морфоскулптура в Българските планини. Резюме на доклад, изнесен на I конгрес на географите в България. София, 17–19.
- Кренчев, Д., А. Балтакова, Н. Николова и др. 2018. Метеорологични, хидроложки и геоморфоложки изследвания във водосбора на река Бъндерица за периода 2011–2017 г. – *Год. на СУ*, т. 111, кн. 2 – География, 7–35.
- Кукал, З. 1987. Скорост геологических процессов. Москва: Мир, 246 с.
- Попов, В. 1966. Пирин планина с долината на р. Места. – В: География на България, т. 1. София: Изд. на БАН, с. 186.
- Рачев, Г., Р. Кендерова, Н. Николова и др. 2014. Температурата на почвата в циркуса Голям Казан (Пирин) и ролята ѝ за геоморфоложките комплекси. – *Год. на СУ*, т. 106, кн. 2 – География, 41–48.
- Рачев, Г., Р. Кендерова, Н. Николова и др. 2017. Резултати от метеорологични, хидроложки и геоморфоложки наблюдения във водосбора на река Беговица за периода 2012–2015 г. – *Год. на СУ*, т. 109, кн. 2 – География, 17–33.
- Ръчагов, Г. И. 2006. Обща геоморфология. Москва: Наука, 414 с.
- Стоянова, С., Д. Кренчев, Р. Кендерова и др. 2019. Микроклиматични и геоморфоложки изследвания във водосбора на река Синанишка за периода 2012–2018 г. – *Год. на СУ*, т. 112, кн. 2 – География.

- Толстых, Е. А., А. А. Клюкин. 1984. Методика измерения количественных параметров экзогенных геологических процессов. Москва.
- Goudie, A. S. 2004. *Encyclopedia of Geomorphology*. London: Routledge, 1156 p.
- French, H. M. 2007. *Periglacial environments*. 3rd ed. John Wiley & Sons, 458 p.
- Jahn, A. 1989. The soil creep on slopes in different altitudinal and ecological zones of Sudetes Mountains. – *Geogr. Ann. Ser. B71* (3/4), 161–170.
- Jahn, A. 1992. Slow soil movement as a global phenomenon. – *Geog. Pol.* 60, 5–24.
- Kenderova, R., G. Rachev, A. Baltakova et al. 2015. Variations in Soil Surface Temperature in the Pirin High Mountain Area and Their Relation with Slope Processes Activity. Report of the Bulgarian Academy of Sciences, *Comptes Rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, Vol. 68, № 8, 1027–1034.
- Kenderova, R., A. Baltakova, D. Krenchev et al. 2018. Creep process in the Pirin Mountains. *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, Vol. 71, № 2, 2018, 230–241.
- Washburn, A. 1979. *Geocriology: A Survey of Periglacial Processes and Environments*. London: Edward Arnold, 406 p.
- Williams, P. J., W. Smith M. 1991. *The frozen Earth. Fundamentals of Geocryology. Studies in Polar Research*. Cambridge University Press, 306 p.

SUMMARY

CREEP AND/OR SOLIFLUCTION IN THE PIRIN MOUNTAIN

Over the last ten years in the Pirin Mountains a number of researches related to the dynamics and of geomorphological processes have been conducted. The aims of this paper is to characterize the slope processes, such a creep and solifluction and related forms in the highest part of the mountain.

In the Bulgarian geomorphological literature (Glovnia, M. 1959, 1968; Popov 1966; Velchev 2014) the terms such a solifluction, gelifluction, ploughing blocks and boulders and creep (Kenderova et al. 2015; Kenderova at al. 2018; Stoyanova 2019) were used to describe these slope processes. Until now the dynamics, the sediments, the related forms and their size have not been considered to define these processes. In most studies, the slope processes and forms are only marked on the geomorphological maps without giving information about their morphology and dynamics.

This research is based on observations of four sites, located on a slopes with different exposure in the subalpine part of the Pirin Mountains. The two of the sites are located in the cirques Goliam Kazan and Begovitsa, and the others in the area of Djamjiev rab and Vihren. At this height the presence of thin freeze-thaw soil layer was established. The freeze period is November–May and vary depends of the slope exposure and altitude.

The data show that the landforms and the rate of the processes depend on the slope inclination and the exposure. The rate varies widely between 0,16 cm/year and 10,95 cm/year. The highest activity of these processes coincides with the snowmelting and rainfall maximum (May–June). In most places during the late summer (September–November), the solifluction and creep completely subside.