

MITJA PRELOVŠEK, TADEJ SLABE

Geomorfologija
in skalne oblike

Udin boršt

Urednik ANDREJ KRANJC



UNIVERSITÀ DI PADOVA, DIPARTIMENTO DI GEOGRAFIA
UNIVERSITÉ DE NICE SOPHIA ANTIPOLIS, DÉPARTEMENT DE GÉOGRAPHIE

GEOMORFOLOGIJA IN SKALNE OBLIKE

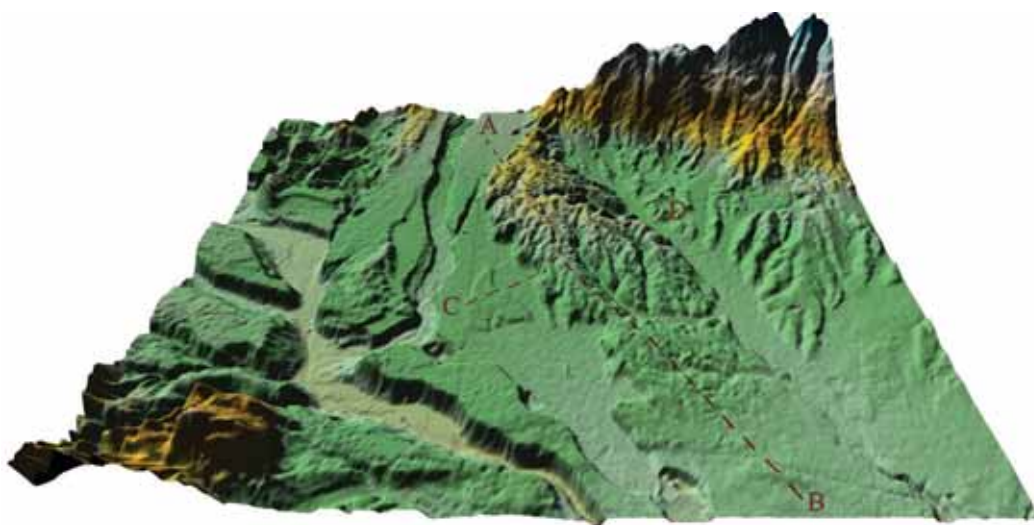
GEOMORFOLOGIJA

MITJA PRELOVŠEK

V Sloveniji je z geomorfološkega vidika najbolj razvit fluvio-denudacijski relief. Najbolj pogosti procesi, ki oblikujejo relief, so vodna erozija z denudacijo v vzpetem reliefu, sedimentacija v nižinskem svetu, na pobočjih pa se pojavljajo številni pobočni procesi. Med slednje spadajo npr. polzenje tal, skalni podori, zemeljski plazovi, usadi in drugi gravitacijski procesi. Ker površinsko tekoča voda izoblikuje dve značilni reliefni obliki, to sta dolina in vmesno sleme, imenujemo tak tip površja tudi dolinasto-slemenasti relief.

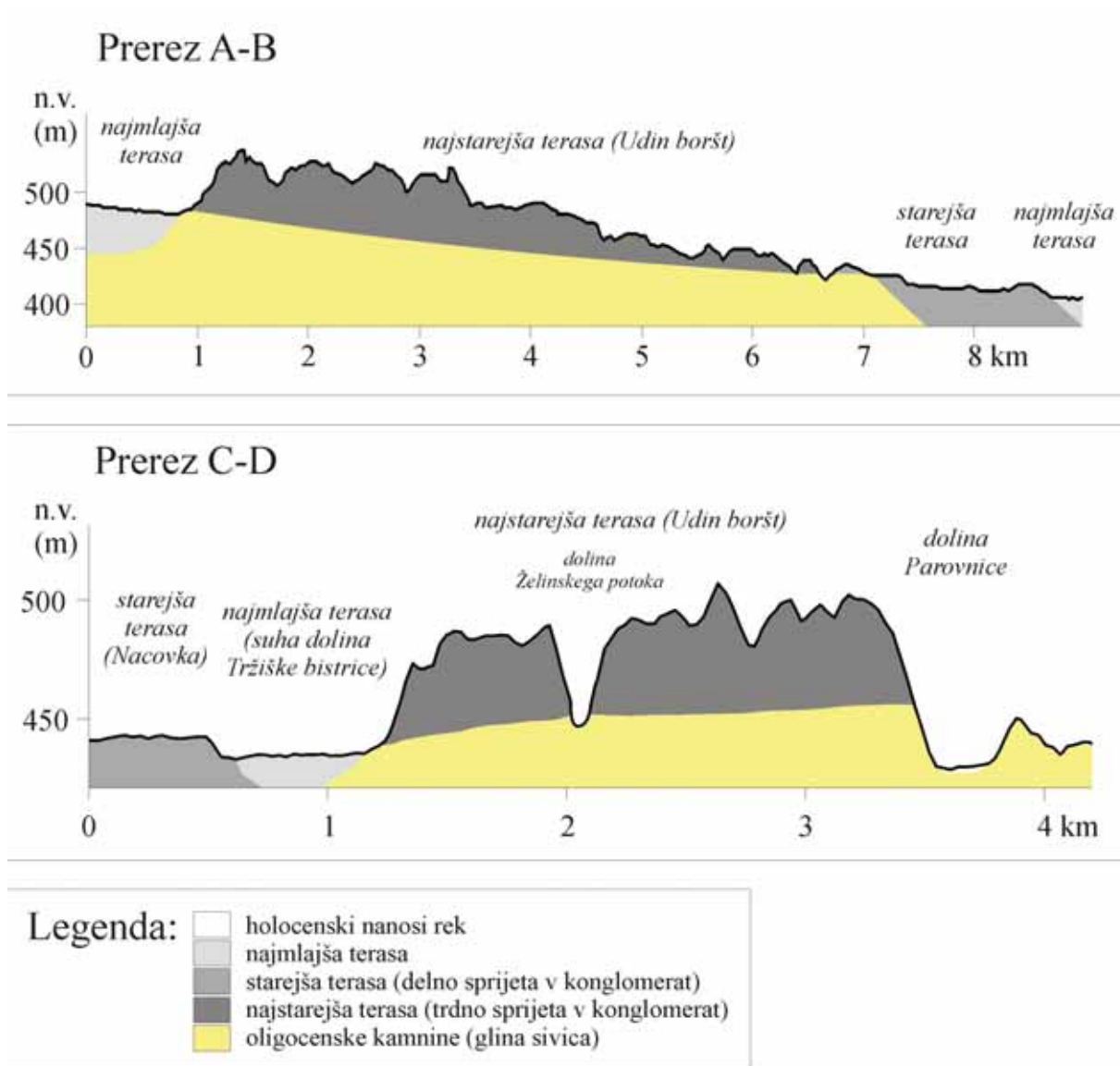
Na drugi strani velikokrat trdimo, da je Slovenija kraška dežela, saj pokriva kras 42 % slovenskega površja (GAMS, 2003). Kraški relief je značilen zlasti za osrednjo, zahodno in severno Slovenijo, ki jo v veliki meri sestavljajo karbonatne kamnine (apnenec in dolomit). Ker so kamnine zaradi tektonskih sil razpokane, voda pa ima sposobnost širjenja teh razpok, sledimo vodne tokove le v podzemlju. Rastapljanje kamnine in podzemni tok

je značilen tudi za obsežne del prodnih nasipin Ljubljanske kotline, ki jo je Sava s pritoki v kvartarju zasula s karbonatnim prodrom in peskom. Vendar tega reliefa ne smatramo kot kraškega, saj se voda pretaka intergranularno med prodrom, ne pa po razpokah. Poroznost kamnine je torej medzrnska in ne kraška. Ker se lahko razpoke ustvarijo le v trdno sprijeti kamnini, se je moral karbonatni prod in pesek najprej vezati v konglomerat oz. peščenjak, da bi razpoke v njem lahko nastale. Prehod iz proda v konglomerat oz. peska v peščenjak kontrolirajo mnogi dejavniki, med najpomembnejše pa spada čas. Ker so ti procesi razmeroma dolgotrajni in vsi pogoji za razvoj krasa niso ustvarjeni, so zakraseli kvartarni konglomerati območju Slovenije poznani le na Gorenjskem. Avtorji ga glede na različni vidik gledanja poimenujejo precej neenotno. Ker je nastal v konglomeratnih kamninah, ga P. Habič (1981, 84) poimenuje kvartarni konglomeratni kras. Isti avtor ga zaradi kraških oblik in procesov, ki jih v okolici ne najdemo, poimenuje tudi osameli kras. Ker je voda relativno plitvo pod površjem, ga ŽLEBNIK (1978) smatra za plitvi kras.



Slika 28: Digitalni model višin Udin boršta z vzdolžnim (A-B) in prečnim (C-D) prerezom (pogled proti severu) (DIGITALNI MODEL VIŠIN).

Digital model of altitudes at Udin Boršt with longitudinal (A-B) and cross (C-D) sections (view towards north) (Digital Altitudes Model).



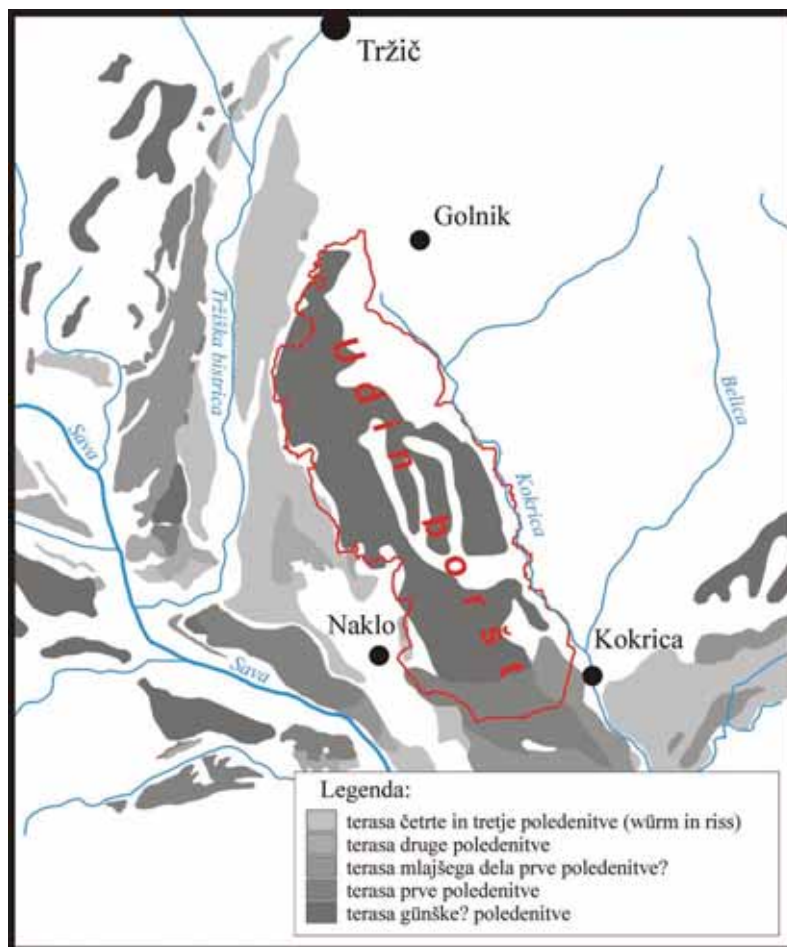
Slika 29: Vzdolžni (A-B) in prečni (V-Z) shematski prerez prek Udin boršta (prirejeno po DIGITALNEM MODELU VIŠIN in OSNOVNI GEOLOŠKI KARTI).

Longitudinal (A-B) and cross (V-Z) schematic sections over Udin Boršt (modified from Digital Altitudes Model and Basic Geological Map).

TERASA UDIN BORŠTA IN NJENA VPETOST V SISTEM GORENJSKIH TERAS

Z razvojem in značilnostmi teras na Gorenjskem se je v Sloveniji najbolj intenzivno ukvarjal Milan Šifrer (1969), ki je v svojem delu geografsko povezal geomorfološke, kronološke, pedološke, hidrološke in klimatske značilnosti obdobj, v katerih so terase nastajale. Geomorfološko gledano opisujemo Udin boršt kot 10-50 m visoko konglomeratno teraso, ki se dokaj strmo spušča od severa proti jugu ter pod nekoliko manjšim naklonom od zahoda proti vzhodu. Pri Žiganji vasi se nahaja nad würmsko

teraso v višini okoli 530 m, med Naklim in Mlako pa na višini 410 m preide na nivo nekoliko mlajše savske terase. Vzporedno so terase iste starosti ohranjene tudi na desnem bregu Tržiške Bistrice. Glede na naklon, pod katerim se terasa Udin boršta spušča proti Naklem, in dejstvo, da glede na petrološko sestavo večina voda izvira iz porečja Tržiške Bistrice, ta pa se iz ozke doline prebije v široko ravnino pri Tržiču, lahko smatramo konglomeratno teraso tudi kot obsežen vršaj. To potrjujejo tudi raziskave debeline prodnega nanosa, ki je najdebelejši na severozahodu in najtanjši na jugovzhodu ter oblika rečne mreže na zahodni strani



Slika 30: Sistem gorenjskih teras s teraso Udin boršta (pri terasah z vprašajem je absolutna starost vprašljiva) (prirejeno po ŠIFRERJU, 1969 in 2005).

A system of terraces in Gorenjska together with Udin Boršt terrace (the absolute age of terraces with mark of interrogation is questionable) (after ŠIFRER, 1969 and 2005).

Tržiške Bistrice. Tu potekajo doline potokov v smeri največje nagnjenosti nekdam enotnega vršaja in se zato raztekajo proti jugozahodu, na levem bregu Tržiške Bistrice pa proti jugovzhodu. Najmočnejše nasipanje na terasi/vršaju je bilo prisotno v času ledenih dob (glacialov), ko je v višjem svetu potekalo obsežno zmrzalno preperevanje, reke pa so nosile gradivo v doline in ga tam tudi odlagale (ŠIFRER, 1969). Večino proda v podlagi Udin boršta lahko po Šifrerju (2005) opredelimo kot fluvioglacialnega in fluvio-periglacialnega izvora. V prvem primeru je prod nasipala Tržiška Bistrica, ki je izvirala izpod ledenika pri Tržiču (tam je ohranjena tudi najnižja morena tržiškega ledenika). Del materiala je v doline pritekal tudi s periglacialnimi procesi, to je z intenzivnim premikanjem gradiva po pobočjih navzdol, ki je zlasti posledica zmrzovanja in tajanja preperine. Ta grušč so v dolinah erodirale reke, ga deloma zaobljevale ter ga v obliki obsežnih nasutin akumulirale v dolinah. V medledenih dobah (interglacialih) se je dotok gradiva v reke zmanjšal in vodotoki so se v terase in vršaje začeli vrezovati. Več takih dogodkov se v reliefu odraža kot niz različno

starih teras od najvišje, ki je hkrati najstarejša, do najnižje – najmlajše. S tem smo v osnovi tudi opisali nastanek med konglomeratnimi terasami najvišjega Udin bošta in njegove širše okolice.

V neposredni bližini Udin bošta se pojavlja zanimiva terasa z imenom Nacovka, ki se v obliki enakokrakega trikotnika razprostira med dolino Tržiške Bistrice in Udin borštom na eni ter Strahinjem in Dupljami na drugi strani. Po višini se ta terasa ujema s konglomeratno teraso pri Strahinju, ki se v obliki pomola naslanja na Udin boršt. Enake nadmorske višine (okoli 435 m) kažejo na isto starost. Med njima poteka suha dolina Tržiške Bistrice.

Kaj pa starost Udin boršta? Glede na precejšnjo vzdignjenost nad nižje ležeče terase lahko domnevamo, da je najstarejša ohranjena pleistocenska terasa na Gorenjskem. Na znatno starost opozarja mestoma prek 6 m debela kisl prst, ki lahko nastane le v daljšem časovnem obdobju, precejšnja vertikalna razgibanost reliefa ter globoki žepi prsti, ki se zajedajo v kamninsko

osnovo stare terase. V navpičnih profilih skozi epikras, to je zgornji del krasa, ki je močno pod vplivom zgoraj ležeče prsti, se že pojavljajo kraški kanali, običajno zapolnjeni s preperino. Na terasi se pojavljajo številne vrtače, v teraso so vrezane doline, zlasti v severnem delu pa so izoblikovani tudi izrazitejši vrhovi. Na podlagi primerjav z ostalimi terasami na Gorenjskem postavljata ŠIFRER (1969) in ŽLEBNIK (1971) nastanek terase Udin boršta v starejši ali srednji pleistocen (günz ali mindel). Novejša dognanja (ŠIFRER, 1992; ŠIFRER, 2005; GEOKEMIJA TAL..., 1988) pa nastanek terase Udin boršta postavljajo celo v najstarejši pleistocen (donauska ledena doba).

RELIEFNE OBLIKE UDIN BORŠTA

Konglomeratna terasa je od nastanka doživela relativno močno preoblikovanje s strani eksogenih sil takoj zatem, ko je bilo površje toliko dvignjeno, da so geomorfni procesi lahko začeli delovati. Zaradi tega niti ne preseneča pestrost reliefnih oblik, če teraso primerjamo z mlajšimi. Na würmski terasi tako ne sledimo vrtač, na stiku prsti in matične podlage ni žepov prsti, ker prod še ni sprijet v konglomerat v terasi ne morejo nastati kraške jame, s tem pa tudi ne grezi. Tanka prst in dober vertikalni odtok padavinske vode tudi preprečujeta razvoj rečnih dolin.

Razvoj reliefnih oblik na Udin borštu lahko postavimo v čas, ko se je prod sprijel v konglomerat, ta pa je bil dvignjen nad okoliško površje. To se je verjetno prvič zgodilo v interglacialih, ko so reke v svoje terase in vršaje spet vrezale struge. Potoki v Udin borštu so se začeli vrezovati, voda pa je skozi konglomerat lahko tudi prenikala v kraško podzemlje. V prvem primeru so nastale doline, posledica drugega odtoka vode pa so vrtače, brezna in podzemne jame. S tem so prvotno zelo uravnano površje geomorfni procesi mikroreliefno zelo preoblikovali. Na vzhodnem delu so bili intenzivnejši fluvio-denudacijski, na zahodnem pa kraški procesi. To značilnost lahko opazimo tudi v pojavljanju površinskih tokov na eni in podzemnega pretakanja vode na drugi strani.

V nadaljevanju so predstavljene tipične reliefne oblike, ki jih sledimo v Udin borštu. Njihova prostorska razporeditev je prikazana tudi na pregledni geomorfološki karti.

JEŽE TERAS

Ježe pleistocenskih teras nastopajo v reliefu kot bolj ali manj izraziti pregibi površja. Njihov nastanek je vezan na širši razvoj sistema akumulacije gradiva in poznejše erozije. Prva naj bi se vršila v času ledenih, druga pa v času medledenih dob. Ježe teras nam z naravnimi procesi erozije tudi odkrivajo geološko sestavo Udin boršta.

Izrazita ježa terase Udin boršta je opazna zlasti na zahodnem robu, manj izrazita pa je nad dolino Parovnice oz. desnimi pritoki Kokrice. Na zahodnem robu se dviguje nad würmsko teraso, na zahodnem robu pa nad holocenskimi sedimenti Kokrice in njenih pritokov. Nad Sebenjami je visoka dobrih 50 m, pri Zgornjih Dupljah 45 m, južneje (pri Cegelnici) pa se višinska razlika hitro spusti na 30 m. Jugovzhodneje od Malega Nakla se terasa postopoma spusti na teraso mlajše starosti, s tem pa ježa izginja. Naklon starejše terase je torej dosti večji od naklona mlajše. Na vzhodnem robu se izrazita ježa terase začne kazati pri Mlaki, kjer je visoka okoli 15 m. Severneje je z višino 25 m zopet izrazitejša pri Tenetišah, pri zaselku Kamnjek je visoka 50 m, še za dobrih 5 metrov višja pa je nad zaselkom Novaki. Razlika med najvišjimi vrhovi Udin boršta in würmsko teraso je še nekoliko višja (75 m med Sebenjami in hribom vzhodno s koto 564 m).

Pod ježo terase Udin boršta se na stiku z nepropustno podlago pojavljajo številni kraški izviri. Med najpomembnejše spadajo izviri iz kraških jam Dupulnek, Arneševa luknja ter Lebinca.

VRTAČE

Vrtače so v Sloveniji skupaj z jamami najbolj tipične kraške reliefne oblike. Po nastanku jih delimo na več skupin. Nekatere nastajajo podobno kot grezi (z udorom stropa nad jamo ali breznom), lahko so posledica točkovno povečane korozije ali pa intenzivnega spiranja preperine v podzemlje, veliko pa jih spoznamo tudi kot preslikave jamskih objektov na površje zaradi kemične denudacije površja (t. i. denudirane/brezstope jame). Temeljni pogoj, ki mora biti izpolnjen za njihov nastanek, je vertikalni odtok vode skozi spodaj ležečo kamnino. Brez tega bi vrtače zapolnila voda, z njo pa bi se v kotanjo odložili tudi s sedimenti.

Vrtače za svoj nastanek potrebujejo dovolj časa. Od nastanka terase Udin boršta in Dobrav zahodno od Naklega je preteklo že toliko časa, da sta glede na pojavljanja vrtač že dobro zakraseli. Nekaj plitvih depresij, ki se postopoma oblikujejo v vrtače, se pojavlja na terasi južno od črte Kokrica-Polica. Gre za nekoliko mlajšo teraso od Udin boršta (ŠIFRER, 1969). Vrtač ne sledimo na trikotni terasi Nacovka med Strahinjem in Spodnjimi Dupljami, ravno tako pa jih ni na würmski terasi med Naklim in Spodnjimi Dupljami. Na takih površinah se pojavljajo le večje plitve depresije, ki lahko nastanejo že v fazi akumulacije fluvialnega gradiva ali pa v poznejšem času z lokalno povečano korozijo na bolj zaglinjenih delih teras.

Starejše terase so ravno zaradi vrtač zelo razgibane, kar prikriva prvotno uravnanost. Vrtače na starejših terasah so v povprečju precej globlje od tistih na mlajših naplavinah. Tudi gostota je precej velika. Precejšnje število in enakomerno razporeditev vrtač tako najlepše sledimo na starejši pleistocenski terasi Dobrava, nekoliko manj in neenakomerno pa so razporejene v Udin borštu. Razvite so v zahodnem in južnem delu Udin boršta, medtem ko jih v vzhodnem in severnem delu skorajda ni. Velika gostota vrtač na Udin borštu je nad jamo Arneševa luknja (kat. št. 763), kjer je po karti v merilu 1:5.000 na 0,35 km² razvitih kar 34 vrtač (gostota torej znaša 97 vrtač/km²). Velika gostota vrtač in spodaj ležeča jama priča o dobri zakraselosti konglomerata in dobri vertikalni vodni prepustnosti kraškega površja. Večjo gostoto vrtač zasledimo še na skrajnem južnem robu Udin boršta med Mlako, Naklim in Polico. Na karti v merilu 1:5.000 je na terasi Nacovki označena le ena plitva neizrazita vrtača.

Številčnost vrtač glede na starost se lepo vidi tudi v priloženi geomorfološki karti.

GREZI

Grezi nastane tako, da se material na površju vsuje v spodaj ležečo votlino. Votlina je lahko kraškega izvora (jama ali brezno), lahko pa je zgolj širša tektonska razpoka. Ker na območju Udin boršta ne sledimo večjih prelomov (GANTAR, 1955), so grezi najverjetneje posledica udorov stropa kraških votlin. Grezi lahko nastajajo tudi v

povsem nekraških kamninah, če so geološki ali geomorfni procesi v kamnini ali prsti sposobni ustvariti tako veliko votlino, da se strop ne zdrži več svoje teže in pride do porušitve. Na tak način nastajajo z erozijo talne vode grezi v nanosih vodotokov ter v koluviju, to je pobočnem materialu na dnu pobočij (PRELOVŠEK, 2001). Omenjene greze imenujemo tudi pogreznice. Velikost grezov je običajno omejena na nekaj metrov, v tujini pa so znani tudi s premerom več deset metrov. Slednji običajno nastajajo na kraških kamninah na stiku z zgoraj ležečimi sedimenti. Ko se gladina podtalnice zaradi antropogenih posegov (npr. črpanja vode) zmanjša, se sedimentom zmanjša vzgon in tako pride do porušitve v spodaj ležeči jamski prostor.

Grezi so na območju Udin boršta razmeroma številni. Več jih je v bolj kraškem zahodnem delu. Veliko se jih pojavlja v vrtačah, kar nakazuje, da so vsaj nekatere vrtače nastale z zaporednim grezanjem na istem mestu. Večji grez poleg Dacarjevega brezna nakazuje, kje se pod površjem nahaja vodni rov. Na takih mestih niso redki tudi dihalniki, kjer prihaja do izmenjave jamskega zraka z zunanjim. V hladni polovici leta iz jame izhaja topel zrak in če je površje prekrito s snegom, je sneg na takih mestih stopljen.



Slika 31: Grez na pobočju v neposredni bližini Dacarjevega brezna (kat. št. 1075) (foto: M. Prelovšek).

Sinkhole in the slope close to Dacarjevo Brezno (Cad.No. 1075) (Photo by M. Prelovšek).

SUHI DOLINI

V Udin borštu sicer ni suhih dolin, ga pa toliko imenitnejši omejujeta na zahodu. Prva se pojavlja med Naklim in Zgornjimi Dupljami. Po mnenju MELIKA (1959) in ŠIFRERJA (2005) naj bi jo po nastanku terase Udin boršta in Nacovke izoblikovala Tržiška Bistrica, ki naj bi se izlivala v Savo nekje med Naklim in Strahinjem. Suha dolina Tržiške Bistrice je na vzhodni strani omejena z Udin borštom, na zahodni pa s Nacovko – precej mlajšo teraso trikotne oblike med Strahinjem, Žejami in Spodnjimi Dupljami. Sava naj bi takrat tekla po danes široki suhi dolini med Strahinjem in teraso Dobrave. Voda se danes tu nahaja globoko pod suho dolino. Pod Naklim naj bi bila v globini 32-50 m (PUHAR, 1953, 11) oz. na nadmorski višini 373-355 m, kar je zelo blizu višine Save pod Dobravami (359 m).

REČNE DOLINE

Temeljni proces pri nastajanju rečnih dolin je globinska erozija. Z globinsko erozijo postajajo pobočja dolin nestabilna, kar se kaže v pospešeni denudaciji na pobočju. To gradivo se v nadaljnjem procesu v nižje lege prestavi z vodnim transportom. Bistven pogoj za nastanek rečne doline je torej nepropustna podlaga, reliefna energija ter zadostna količina vode. Prvi pogoj preprečuje nastanek kraškega površja, drugi omogoča pobočne procese ter odtok vode, tretji pogoj pa odnašanje pobočnega gradiva (koluvija) po rečni dolini v nižje dele.

Ti pogoji so na območju Udin boršta v največji meri izpolnjeni na vzhodnem robu terase. Oligocenska sivica vodi preprečuje podzemeljski odtok, zato se ta zbira na površje in odteka proti dolini Parovnice na vzhodu. Večino površinsko odtekajoče vode Udin boršta se zbira v Želinjskem potoku ter dveh desnih pritokih Mlinščice/Parovnice, nato pa teče voda v Kokrico. Želinjski potok se je preko konglomerata vrezal tudi v spodaj ležečo oligocensko sivico, na stiku pa leži mnogo kraških izvirov. Potoki dobivajo vodo tudi iz številnih manjših nekraških izvirov, ko voda ne more več teči skozi prst in prihaja na površje. Na takih mestih se pojavljajo številne pogreznice – grezi v koluviju in rečnih nanosih, pod katerimi teče voda v talnih rovih (PRELOVŠEK, 2001).

Na zahodnem robu Udin boršta so rečne doline

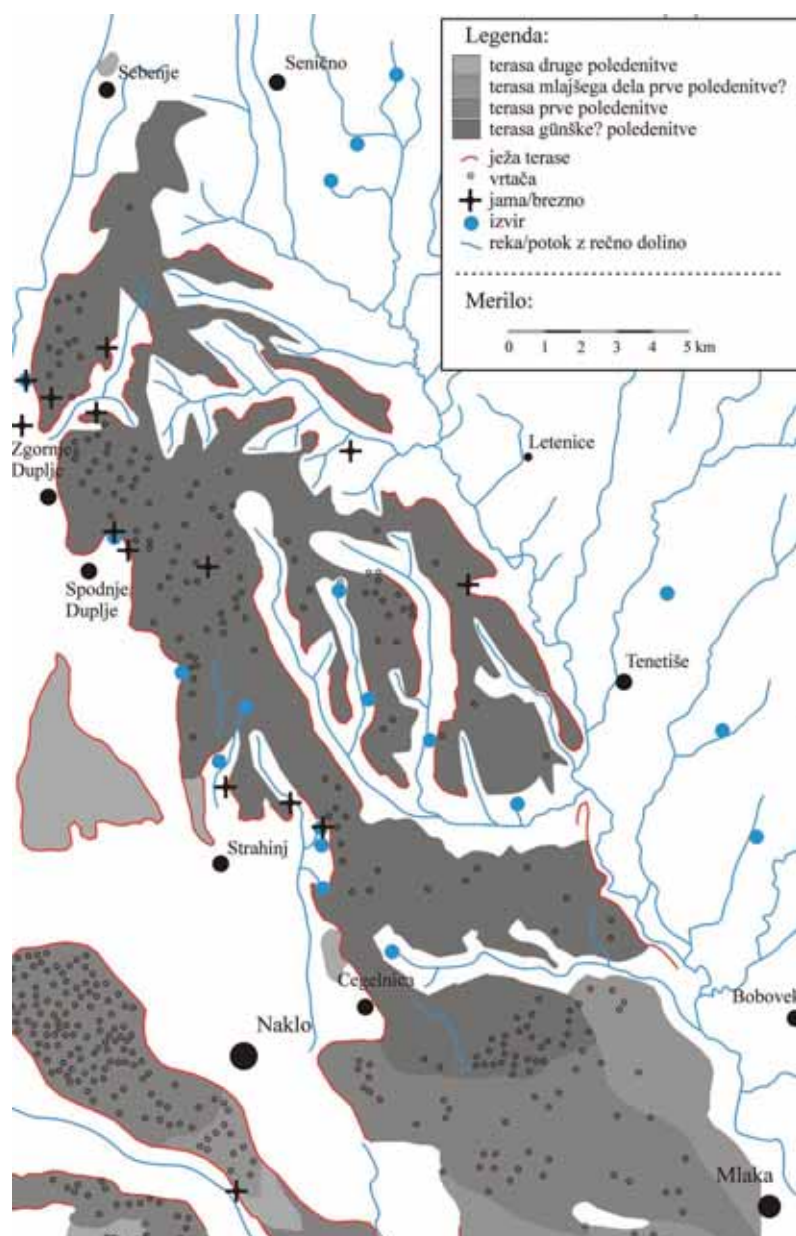
zaradi intenzivnejše zakraselosti redke. Ena je razvita severovzhodno od Zgornjih Dupelj, dve pa severno od Strahinja. Dolino pod Arneševo luknjo lahko zaradi zgoraj ležečega izvira, ki ni dosti višji od dna doline, smatramo za zatrepno dolino.

V izvirnih delih so zaradi večjih naklonov potoki premočrtni, v širših dolinah z manjšim naklonom pa začnejo meandrirati. Ko potoki pritečejo iz Udin boršta na würmsko teraso, ki ima manjši naklon in večjo vertikalno vodno prepustnost, začnejo odlagati transportirano gradivo, nekateri pa na teh mestih celo poniknejo. Ker gre pri odloženem gradivu večinoma za delce glin in melja, postaja podlaga vse manj prepustna za vodo. Slednja na takih mestih zastaja in pojavljajo se močvirja, ki so pogosta tudi v dolini Kokrice s pritoki. Na zamočvirjenost kažejo nekatera imena vasi (Mlaka, Cegelnica). Iz ilovice so v Cegelnici, pri Bobovku in pod Tenetiškim vrhom (443 m) nekdaj izdelovali opeko (ŠTER, 1992, 8; RAKOVEC, 1954, 241).

Za konec naj poudarim oziroma ponovim, da na osnovi relativnih primerjav z drugimi okoliškimi terasami uvrščamo Udin boršt po starosti v starejši ali srednji pleistocen. Po odložitvi pretežno apnenčastega proda so se okoliške reke poglobile, s tem pa se je začel proces fluvialne in kemične erozije terase. Da je postalo površje kraško, se je moral prod najprej vsaj delno sprijeti v konglomerat. Danes sledimo na Udin borštu prvotno uravnanost le še na posameznih mestih. Relief je precej razčlenjen s pobočji dolin in vrtačami, v podzemlju pa padavinsko vodo odvajajo pretežno vodoravni jamski rovi.

Na konglomeratni terasi Udin boršt se pojavljata 2 tipa reliefa, ki se prostorsko dobro ločita. Fluvio-denudacijski je razvit v vzhodnem in severnem delu, medtem ko se kraški relief pojavlja na zahodnem in južnem robu. Ta razporeditev se ujema z razporeditvijo nepropustnih kamnin (oligocenske sivice) v severovzhodnem delu in za vodo prepustnih kamnin (pretežno apnenčastega konglomerata) na jugozahodnem delu Udin boršta (OSNOVNA GEOLOŠKA KARTA).

Za najpogostejše reliefne oblike na Udin borštu štejemo vrtače, greze in doline potokov. Vrtače so razmeroma majhne in plitve, mnoge so nastale z večkratnim grezanjem preperine. V največjem številu se pojavljajo nad jamami Dupulnek, Arneševa



Slika 32: Geomorfološka karta Udin boršta z okolico (Kartografija M. Prelovšek).
Geomorphological map of Udin Boršt and its vicinity (Cartography M. Prelovšek).

luknja in Velika Lebinca ter vzhodno od črte Strahinj-Duplje. Tu je očitno površje terase dobro dovzetno za vertikalno prenikanje vode, kar ustreza razvoju vrtač in spodaj ležečim jamam. Nekaj vrtač se pojavlja tudi vzhodno od Želinjskega potoka, a tam ni do sedaj poznane nobene daljše jame. Severni in vzhodni del Udin boršta je večinoma razčlenjen z rečnimi dolinami. Najdlje sega dolina Želinjskega potoka, med daljše pa lahko prištejemo tudi pritok Parovnice, ki se vanjo izliva pri zaselku Kamnjek. Večje doline so globoko vrezane v konglomeratno teraso in imajo majhen strmec. Zaradi tega v dolinah zastaja voda, posledično pa so tla močvirnata in neprimerna za kmetijsko obdelavo.

Slovarček:

Glacial je strokovno ime za ledeno dobo. V Sloveniji so najlepše ohranjeni reliefni ostanki zadnjega glaciala, t. i. würmskega glaciala.

Interglacial je strokovno ime za medledeno dobo, torej obdobje med dvema glacialoma.

Vršaj je reliefna oblika pahljačaste oblike, ki najpogosteje nastane ob prehodu reke iz soteske v širšo dolino ali kotlino.

Denudacija je v ožjem smislu proces ploskovnega odnašanje preperine na pobočjih, v širšem pojmovanju pa vanjo uvrščamo vse geomorfne procese, ki se pojavljajo na pobočjih

(npr. ploskovno odnašanje preperine, usadi, plazovi, podori).

Fluvio-denudacijski relief je relief, ki ga oblikujeta erozija in akumulacija površinsko tekočih voda ter procesi na pobočjih.

Fluvioglacialni prod opredeljujemo kot večinoma slabo zaobljen grušč, ki ga reke nanašajo izpod ledenikov.

Periglacialni procesi so geomorfni procesi, ki spremljajo ledeniško preoblikovanje pokrajine. Med periglacialne procese npr. uvrščamo soliflukcijo (polzenje tal zaradi zmrzovanja in tajanja preperine), nastanek poligonalnih tal (premikanje kamnov na površini v značilne kolobarje), močnejše mehanično preperevanje kamnine.



Slika 33: Podtalna vdolbina in podtalni žleb.
Subsoil cup and subsoil channel

KRAŠKE SKALNE OBLIKE UDIN BORŠTA

TADEJ SLABE

Dejavniki, ki oblikujejo kraško površje in kraške jame, zapuščajo svoje sledi tudi na skali. To so skalne oblike, ki jih povezujemo v skalni relief. Ta nam razkriva način oblikovanja in pogosto tudi razvoj kraških pojavov.

Skala na kraškem površju je gola ali pa prekrita s prstjo in rastlinjem. Razmeram primerno nastajajo značilne in raznovrstne skalne oblike. Na goli skali so še zlasti pogosti žlebiči, ki jih dolbe deževnica in škavnice. Podtalne skalne oblike pa so različni žlebovi, vdolbine in zajede (SLABE 1999). Pestrost oblikovanja kraških jam in posredno kraških vodonosnikov pa nam razkrivajo jamske skalne oblike (SLABE 1995). Skalne oblike na drobnozrnati in enakomerno sestavljeni kamnini so pravilnejših oblik, na raznovrstno sestavljeni ali močno pretrti kamnini pa ima lastnost kamnine večji pomen, v skrajnem primeru celo onemogoča njihovo nastajanje. Skalne oblike so torej sled značilnih dejavnikov in ločiti jih je torej potrebno od razjed, ki so del hrapavosti kamnine ali pa njene razpokanosti in skladovitosti.

Skalni relief nam pogosto nudi prvo in razmeroma enostavno, velikokrat pa tudi celovito razlago nastanka in razvoja kraških pojavov. Skalne oblike lahko nastanejo tudi na konglomeratih kamninah, ki pa jim praviloma določajo svojevrstnost. Takšen je tudi pričujoči primer Udin boršta.

Skalne oblike na kraškem površju

Površina Udin boršta je večinoma prekrita s prstjo in je poraščena. Pod prstjo najdemo na kamnini, ki je najbolj enakomerno strjena s karbonatnim vezivom, podtalne vdolbine in žlebove (slika 33). Voda, ki pronica skozi prst, se namreč zbira v vdolbinicah, ki se sčasoma povečujejo. **Vdolbine** so bolj ali manj pravilnih polkrogelnih oblik, njihov premer pa lahko doseže več decimetrov. Na nagnjeni površini nastajajo **žlebovi**, katerih prečni prerezi so polkrožni. V obliki obojih se odraža sestava kamnine. Razčlenjenost njihovega oboda je posledica raznovrstnih in v procesu raztapljanja različno odpornih sestavnih delov kamnine. Pod tlemi so, če je kamnina enakomerno sestavljena, skalne oblike praviloma značilno zaobljene, njihova površina pa je gladka. V tem primeru pri njihovem oblikovanju pogosto prevlada sestava kamnine.

Gole skale je malo. Značilna je za manjše stene in spodmole. Pogosto je tudi ta, vsaj v svojem zgornjem delu, poraščena z lišaji in mahovi, ki pospešujejo raztapljanje kamnine in povzročajo njeno drobno razčlenjenost. Na skali, tudi na posameznih prodnikih, nastajajo **vdolbinice**, ki imajo do nekaj centimetrov velik premer.

Razčlenjevanje kamnine pa pospešuje tudi rastje, še zlasti s koreninami, ki pod prstjo dosežejo skalo in oblikujejo svojevrstne žlebove, v porozni kamnini, kjer je karbonatnega veziva manj, pa celo prodirajo vanjo.



Slika 34: Poraščena skala.
Overgrown rock.



Slika 35: Stropna kotlica.
Ceiling pocket.

Zgornji del **epikrasa**, torej krasa tik pod površjem, je v tej konglomeratni kamnini, še zlasti v delu, ki je močno porozen, izrazito prevotljen. Votlinice ga prepredajo v gostem spletu in so manjših premerov, ki jih določajo velikosti sestavnih delov kamnine. Voda, ki pronica skozi prst, po vsej površini bolj ali manj enakomerno odteka navzdol in prst prenaša s seboj. Ta z organskimi snovmi, ki so v njej, pospešuje raztapljanje kamnine in omogoča prodiranje rastlin vanjo. Takšna kamnina že pod roko hitro razpada. Na posameznih delih drevesa in grmovje zato rastejo iz na videz gole skale (slika 34).

JAMSKE SKALNE OBLIKE

Skalni relief kraških jam (SLABE 1995) je lahko nazorna in pomembna sled njihovega oblikovanja in razvoja. Pogosto se na skali, v skalnem reliefu, prepletajo sledi različnih dejavnikov. Nanjo delujejo hkrati ali pa se razvrstijo v različnih razvojnih obdobjih, ko mlajše sledi bolj ali manj izrazito prekrivajo starejše. Po obliki skalnih oblik, ki v večini primerov odraža način njihovega nastanka oziroma dejavnik, ki jih oblikuje, jih delimo na žlebove, vdolbine (kotlice), zajede, štrline in odlome. Svojevrsne skalne oblike so zajede, ki nastanejo ob nivoju vodne gladine in naplavine, ki obdaja skalo. Zaradi razpadanja kamnine nastajajo odlomi in odkruški. Za večino skalnih oblik, razen tistih, ki so posledica razpadanja kamnine, so torej značilni polkrožno vdolbljeni prerezi, bodisi prečni in vzdolžni pri kotlicah, bodisi le prečni pri različnih žlebovih. Skalne oblike so namreč nastale z odnašanjem

kamnine in so zajedene pod nivo osnovne skalne površine. Med temi oblikami nastanejo štrline. To so različni noži, rogļji, čeri, stebri. Skalna oblika je manjša od plašča kraške oblike, lahko pa doseže metrske velikosti. Najmanjša skalna oblika pa je lahko velika samo nekaj milimetrov. Pri oblikovanju naših kraških jam so najbolj pomembni in učinkoviti vodni tokovi in prenikajoča voda. Večje količine vode se pretakajo tudi ob stiku z drobnozrnato naplavino. Vlaga, ki se kondenzira na skalnem obodu, pa največkrat razje skalno površino, redkeje pa celo ustvari skalne oblike.

Sestava konglomeratne kamnine Udin boršta omogoča nastajanje le večjih skalnih oblik. V Arneševi jami so to stropne kotlice in stenske zajede ter stropni žlebovi. **Stropne kotlice** (slika 35) nastanejo zaradi vrtinčenja vodnega toka ob večjih ovirah, kot so večji sestavni deli kamnine, razpoke ali lezike, v značilno oblikovanih rovih z ostrimi zavoji in ob spremembah njihovih velikosti, torej v predelih najbolj izrazitega vrtinčenja vode. Nastanejo torej v zalitih rovih. Njihova velikost, njihov premer in globina dosežata 1, 5 m. Obod kotlic je hrapav. Iz njega štrlijo počasneje topljivi deli kamnine.

Voda, ki **penika** s kraškega površja v notranjost, značilno in pomembno oblikuje kraške vodonosnike. Njene sledi prevladujejo, ko je gladina podzemeljske vode globlje pod površjem. Sledi polzenja vode so v špranjah epikraškega dela vodonosnika in na stenah večjih votlin v pasu vodonosnika, skozi katerega penika voda s površja ter v njegovem občasno poplavljenem delu.

Različna količina vode obliva večje površine skale ali pa jo dosega le na določenem mestu. Tudi na stropih in stenah jam Udin boršta so pokončne razpoke razširjene. To je posledica razlivanja večjih količin nenasičene vode, ki prenika ob razpokah, po obodu rovov. Ob ožjih razpokah lahko nastanejo manjše cevi in ob njihovem ustju na stropu zvonaste kotlice. Zaradi poroznosti konglomeratne kamnine je prenikanje vode skozi jo bolj enakomerno razpršeno. Večje tovrstne stropne oblike, ki so nastale ob izrazitejših razpokah, imajo podobe razširjenih špranj. Širi jih tudi vodni tok, ki jih občasno dosega.

Obnaplavinske skalne oblike (SLABE 1992) nastajajo ob stiku z drobnnozrnato naplavino, ki povsem ali pa le deloma zapolnjuje kraške votline. Nadnaplavinske in podnaplavinske skalne oblike so pogosto pomemben sestavni del skalnega reliefa naših jam.

Tudi v jamah Udin boršta so na stropih posameznih rovov (Arneševa jama) **nadnaplavinski žlebovi** (slika 36), ki so največkrat povezani v mrežo. Žlebovi merijo od nekaj cm do več dm. Del mreže so pogosto manjše cevi, ki globlje in v celoti prodirajo v skalo. Tovrstne oblike so nastale, ko so bili rovi zapolnjeni z drobnnozrnato naplavino. Voda se pretaka nad drobnnozrnato naplavino in vrezuje v strop. Zaradi sprotne odlaganja naplavine rastejo navzgor. Nastanejo pa lahko tudi na stiku različnih plasti kamnine, v tem primeru še zlasti, ko je karbonatna plast nad nepropustno ilovnato. Na ta način so je razvil, zrasel je iz spleta manjših nadnaplavinskih votlin, pomemben del rovov krasa Udin boršta.



Slika 36: Nadnaplavinski žleb.
Ceiling channel.

Stenske zajede (slika 37) so polkrožne žlebaste zajede, ki potekajo vzdolžno po steni rova. Vodni tok se pretaka nad naplavino, ki prekriva dno rova in se zajeda v steno ter širi rove. Njihov premer dosega pol metra.

Nasičena voda odlaga sigo. Svojevrstna nastaja v vhodnih delih jam, kjer jo sooblikujejo tudi lišaji in alge (slika 35).

Površina skalnih oblik (SLABE 1994) nam pogosto pomaga razložiti način in proces njihovega oblikovanja. V jamah Udin boršta površino skalnih oblik določa predvsem sestava konglomeratne kamnine. Razčlenjena je ob sestavnih delih, ki so različno odporni proti procesom, ki oblikujejo jame.

Nastanek posameznih skalnih oblik: stropne kotlice, nadnaplavinske žlebove smo proučevali tudi z laboratorijskim modeliranjem na mavcu (SLABE 1995).

Če strnemo znanje o posameznih skalnih oblikah v jamah Udin boršta, lahko pridobimo njihove temeljne skupne značilnosti nastanka in razvoja. Pogosto so rovi začeli nastajati kot manjše cevi nad neprepustnimi plastmi, torej nad neprepustno osnovo ali plastmi, ki so med karbonatnimi. Voda, ki je prenašala in odlagala naplavino, se je vrezovala v zgornje karbonatne plasti. Večje rove je nato na različne načine oblikoval vodni tok. Del jam je stalno poplavljenih, del pa občasno zalitih. O tem pričajo stropne kotlice. Del rovov, kjer se vodni tok pretaka le po njihovih tleh, pa izraziteje se pogloblja. Sledi nekdanje občasne zapolnitve



Slika 37: Stenska zajeda.
Water level horizon.

jam z drobnozrnato naplavino so nadnaplavinski žlebovi. Ob naplavini, ki pogosto prekriva dna rovov se le ti širijo s stenskimi zajedami. Takšni rovi imajo polkrožno razširjene spodnje dele njihovih prečnih prerezov. Rove dosega tudi prenikajoča voda, ki jih najbolj izrazito sooblikuje ob pokončnih razpokah. Nasičena voda pa skalni obod prekriva s sigo.

Za sklep lahko rečem, da čeprav svojevrstna kamnina Udin boršta v dobršni meri narekuje oblikovanje skalnega površja in oboda kraških votlin pa nam značilne skalne oblike razkrivajo najbolj pomembne dejavnike oblikovanja tega krasa in njegovega razvoja. Kraško površje se razvija pod prstjo in rastjem. Njun vpliv pogosto sega globlje v porozno kamnino. Vodni tokovi in prenikajoča voda pa značilno oblikujejo kraške votline, ki so pogosto nastale kot nadnaplavinske, torej nad neprepustnimi plastmi, ki so podlaga karbonatnim plastem ali pa jih ločujejo v

zgoranjem delu vodonosnika. Seveda pa so se rovi oblikovali tudi v samih karbonatnih kamninah. V njih ni izrazitih sledi oblikovanja ob naplavinah. Rovi so stalno ali občasno zaliti ali pa se vodni tok zaradi znižanja gladine podzemeljske vode, vrezuje le v njihovo dno. Pogosto je skalno dno prekrito z drobnozrnato naplavino. Ob robovih zato nastajajo stenske zajede, ki narekujejo značilne prečne prereze rovov.

Slovarček:

Kraška skalna oblika: manjša oblika na skali, ki jo oblikuje značilen dejavnik (npr. dež, vodni tok, korozija pod prstjo). Delimo jih na skalne oblike, ki nastajajo na kraškem površju, te nastajajo na goli skali ali pa pod prstjo, in na jamske skalne oblike. Skalne oblike so pogosto, še zlasti, če jih združujemo v celosten skalni relief, nazorna sled načina oblikovanja posameznega kraškega pojava in njegovega razvoja.