

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

FILOZOFICKÁ FAKULTA

ARCHEOLOGICKÝ ÚSTAV

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PREHISTORIE A HISTORIE PŮSOBENÍ ČLOVĚKA NA RELIÉF KRAJINY: PŘEHLED SOUČASNÉHO SMĚRU STUDIA A VÝZNAM PŘÍPADOVÝCH STUDIÍ

Vedoucí práce: PhDr. Jaromír Beneš, Ph.D.

Autor práce: Jiří Bumerl

Studijní obor: Archeologie

Ročník: 4.

2011

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze za použití pramenů a literatury, jež jsou uvedeny v příloženém seznamu.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledky obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Netolice 28. 7. 2011

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl zejména poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce PhDr. Jaromíru Benešovi, Ph.D. za mnoho cenných rad při vedení bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval svým rodičům a přátelům za podporu.

Anotace

Člověk se v holocénu stal dalším důležitým faktorem ve vývoji georeliéfu. S nástupem zemědělství začal podstatně ovlivňovat rostlinný kryt a retenci krajiny. Důsledky odlesnění a hospodářského využití krajiny na erozní a akumulární procesy v prostoru střední Evropy byly hodnoceny srovnáním případových studií z oblastí Německa, České republiky a Polska. Na sledovaném území spadají hlavní erozní vlny do závěru eneolitu, pozdní doby bronzové, závěru doby římské a raného středověku. Z hlediska mikroměřítko můžeme očekávat větší ovlivnění archeologických situací, které vznikly před spuštěním těchto erozních událostí a podstatnou redukcí artefaktů uložených in situ.

Annotation

Humans became an important factor in the development of Holocene relief. They began to significantly influence a plant cover and retention of the landscape with the advent of agriculture. The consequences of deforestation and an economic land use on erosion and accumulation processes are evaluated by comparing case studies from areas of Germany, Czech Republic and Poland. The main erosive processes belong to the end of Eneolithic, Late Bronze Age, the end of the Roman Period, and early Middle Ages in the area of interest. On a microscale, a stronger influence of archaeological situations arisen before the start of the erosion events and a substantial reduction of artefacts stored in situ can be expected.

Obsah

1. Úvod	1
2. Časové vymezení a úvod do problematiky	2
3. Členění holocénu	4
4. Otázka bezlesí na počátku neolitu	6
5. Holocenní geomorfologie a krajina	8
5.1. Koncepty krajiny a osídlení	12
5.2. Osídlení a využití krajiny, struktura osídlení	13
5.2.1. Model využití krajiny v době halštatské	16
5.2.2. Vliv hutnění železa na vegetaci	17
6. Metody výzkumu sedimentů	20
7. Intruze a postdepoziční procesy	25
8. Případové studie	28
9. Závěr	32
10. Literatura	34
11. Přílohy	38

1. Úvod

Cílem práce je shrnutí výzkumu sedimentů v holocénu. Důraz bude kladen na jejich vznik a vypovídací hodnotu o minulém přírodním prostředí a jeho ovlivnění člověkem. Sledována bude intenzita erozních a akumulčních procesů jako hlavních geomorfologických pochodů v holocénu. Vzhledem k tomu, že člověk se stává v průběhu holocénu významným geomorfologickým činitelem svými zásahy do krajiny, bude sledována souvislost mezi lidskou aktivitou, změnami klimatu a intenzitou erozních a akumulčních procesů. K tomuto účelu budou vybrány dostupné případové studie ze střední Evropy, které hodnotí tuto problematiku v jednotlivých územích a regionech. Cílem srovnání těchto studií je určit období s nejvýraznější erozní aktivitou a její příčinu.

2. Časové vymezení a úvod do problematiky

Současný stav georeliéfu je výsledkem dlouhodobého působení krajínotvorných procesů. Po většinu geologické minulosti byly rozhodujícím činitelem pochody čistě přírodní. Před 3,5 miliony let se na zemi vyvinul člověk, který se měl stát dalším výrazným činitelem ve vývoji reliéfu. Po většinu lidské historie se však jeho vliv na krajinu nelišil od jiných zvířat. Teprve v geologické současnosti se lidský vliv začíná stále více projevovat. Toto poslední období geologického vývoje se nazývá holocén a začíná přibližně 9500 BC. Z hlediska prostorového vymezení zde bude kladen důraz především na oblast střední Evropy; zejména prostoru České republiky s příhraničními oblastmi Německa a Polska.

Sledované období je částí doposud poslední velké geologické epochy – kvartéru. Kvartér se dělí na dvě části: pleistocén, který zahrnuje většinu kvartéru se všemi klimatickými výkyvy a na holocén, do kterého spadá poslední teplé geologické období. Holocén je tedy fakticky poslední interglaciál. Od předchozích interglaciálů se však liší jednak absencí většiny velkých savců, kteří vymřeli již před jeho počátkem (*Ložek 2007, 41*), tak i postupně narůstajícími zásahy člověka do přirozeného vývoje, zvláště v jeho druhé polovině. K posouzení lidského vlivu na vegetační kryt, krajinu a její geomorfologické pochody však potřebujeme srovnání s posledním interglaciálem (emm, riss/würm), neboť se jedná o poslední ukončený teplý výkyv vzdálený asi 100 000 let a dává nám alespoň hrubou představu, jak by vývoj pokračoval bez lidských zásahů. Obecným rysem předchozích interglaciálů bylo teplé vlhké klima bohaté na srážky a zapojený les s výškovou zonalitou - doubravy a lipiny v nížinách, buko-jedlové nebo javorové porosty v podhorském stupni a smrčiny v horském stupni. Obecným rysem glaciálního období bylo chladné, suché, drsné kontinentální klima a otevřená bezlesá krajina stepního až tundrového typu (*Horáček 2007, 25 AP41*). V důsledku kombinace vysokých teplot a srážek, je pro interglaciál z hlediska geomorfologických pochodů typická zvýšená intenzita zvětrávání, vysoká mobilita solí a vysoký podíl chemických dějů v sedimentační dynamice. Pro půdní vývoj je charakteristické odvápnování, přeměna půdních živců na jílové materiály a vznik složitých vícehorizontálních půd. Vše závisí na klimatickém a vegetačním vývoji, zejména druh vegetačního krytu má výrazný vliv na vývoj půd, ty nám mohou zpětně poskytnout informaci o převládající složce vegetace, pod kterou vznikaly (*Horáček 2007, 29 AP41*). V období glaciálu

nabývají při geomorfologických pochodech na významu fyzikální síly: působení extrémních teplot, sucha, větru a periodických sezónních divočících řek. Významným činitelem se stává i gravitace, neboť vegetační kryt svahy dostatečně nezpevňuje. (Horáček 2007, 30 AP41). Dochází k ukládání spraší v nižších polohách a v teplejších obdobích se šíří černozemní step; dochází k vývoji černozemí (Ložek 2007, 28).

3. Členění holocénu

K pochopení vlivu člověka na vývoj holocenní krajiny je nutné si uvědomit, v jakém stavu krajina byla po skončení posledního glaciálu a do jaké fáze interglaciálního vývoje stačila dospět do počátku jejího zemědělského využití.

Zalednění Evropy dosáhlo vrcholu v době před 23 – 18 tisíci lety. Poté začíná postupně ustupovat. Sledované území spadá do pásma, kde se v tomto období v nížinách a nižších pahorkatinách usazuje spraš. Mírné oteplení kolem 11 000 BC (období alleröd, bölling předělené chladnějším výkyvem středního dryasu) vedlo k dalšímu ústupu zalednění. (Ložek 2007, 35). V této fázi postupně končí sedimentace spraši a začíná vývoj půd a mírná akumulace svahovin. Divočící řeky se postupně zklidňují a začínají vytvářet meandry. Krajina se začíná pozvolna zalesňovat nejprve lokálními pionýrskými druhy: borovice lesní, bříza, osika, vrba. (Dreslerová, et al. 2007, 37). Poté nastává poslední velký chladný výkyv pleistocénu - mladý dryas (10 700- 9500 BC). Krajina se opět poněkud otevírá. Tento výkyv je zakončen prudkým výrazným oteplením, které je považováno za počátek holocénu (Ložek 2007, 35).

Holocén, naší geologickou současnost, je možné rozdělit do několika částí dle jednotlivých klimatických výkyvů.

Časný holocén spadá do období těsně po konci glaciálu kolem 9500 BCa končí na počátku klimatického optima kolem 6200 BC. Pro tento počáteční úsek holocénu je typický rychlý vzestup teplot, obzvláště v preboreálu (9500 BC- 8500 BC). Stoupá rovněž vlhkost, s mírným zpožděním za teplotou, v důsledku pomalejšího rozšiřování moře v severní Evropě. Z hlediska vegetace dochází k postupnému šíření lesa. Zpočátku se uplatňují méně náročné druhy jako je borovice nebo bříza, později se přidává i náročnější líska. Chladnější výkyvy však brzdí šíření náročnějších druhů, jako jsou duby nebo jilmy. Pod novým vegetačním krytem se začínají vyvíjet nové druhy půd, které z předchozího studeného období neznáme. Zvýšením vlhkosti a rozvoje vegetace dochází k migraci CaCO_3 , což má na vývoj půd rovněž podstatný dopad. Na počátku boreálu, přibližně 8500 BC, se již oteplení plně projevuje. Zprvu je silně zastoupena borovice, ale dochází i k šíření lísky. Postupně se začínají šířit smíšené doubravy s jilmy a lískami (jejich velké zastoupení ukazuje na existenci otevřených ploch), ve vyšších oblastech, například na Šumavě, se uplatňuje smrk. (Ložek 2007, 55, 56).

Střední holocén je opět možné rozdělit do několika klimatických období. Prvním z nich je atlantik (přibližně 6500 BC – 4800 BC). Kolem roku 6200 BC dochází ke

krátkodobému prudkému ochlazení. Tato událost však není na sledovaném území dosud dostatečně prozkoumána, ale vzhledem ke krátkodobému charakteru patrně neměla na vegetaci přílišný dopad. Po tomto výkyvu začíná holocenní klimatické optimum (*Dreslerová et al. 2007, 38*). Nejteplejší období spadá mezi 5700 BC- 2500 BC. Z hlediska vegetace tvoří významnou složku smíšené doubravy, objevují se i lípy a jilmy. V tomto období se rovněž objevuje buk a jedle. Borovice ustupuje, ubývá též lísky, což značí úbytek volných ploch a větší zapojenost lesa. Ve vyšších polohách přetrvává smrk. V atlantiku rovněž dochází k intenzivnímu vývoji půd pod lesním pokryvem, a to především hnědozemí. Do vývoje krajiny poprvé ve větší míře zasahuje člověk. Jeho zemědělské aktivity začínají brzdit a obracet přirozený vývoj k zcela zapojenému lesnímu pokryvu (*Ložek 2007*).

Další období středního holocénu se nazývá epiatlantik (4800 BC- 1400 BC). Mezi 3800 BC- 3450 BC přichází chladný výkyv, který se na vegetaci projevuje ústupem jilmu a lípy. V neosídlených oblastech dochází k víceméně souvislému zalesnění. Vznikají vegetační stupně dnešního charakteru. V závěru tohoto období se postupně šíří bučiny, bukojedliny a silněji se šíří habr (*Ložek 2007, 56*).

Poslední fází na pomezí středního a mladšího holocénu je subboreál (1400 BC až 700 BC). Jedná se o delší suché období. Do vegetačního krytu podstatně zasahuje pravěká kolonizace a celkově intenzivnější zemědělské využívání krajiny člověkem. Z hlediska sedimentace dochází k tvorbě sutí (*Ložek 2007, 72*).

Mladší holocén zahrnuje subatlantik (700 BC až 700 AD) a subrecent (700 AD až do dnešní doby). Pokračuje využívání krajiny člověkem. Začínají se šířit nové nepůvodní druhy. Velký zlom nastává ve 13. století, kdy začínají být odlesňovány i vyšší polohy v důsledku středověké kolonizace a přímý vliv člověka se projevuje i v dosud nenarušených místech. (*Ložek 2007, 46, 70*) V 17. století, v období třicetileté války, došlo v důsledku úbytku obyvatelstva k mírnému ústupu osídlení, ale ovlivňování krajiny pokračuje až do dnešní doby, kdy je reliéf přetvářen již zcela zásadním způsobem.

Toto podrobné členění holocénu bylo stanoveno na základě sedimentačního režimu pramenných vápenců, které mnohem citlivěji reagují zejména na změnu vlhkosti. Členění na základě pylového záznamu neumožňuje tak jemné rozlišení některých klimatických výkyvů. (*Ložek 2007, 62*).

4. Otázka bezlesí na počátku neolitu

Vývoj reliéfu v holocénu i v předchozích geologických obdobích úzce souvisí s klimatem a rostlinným krytem. V rámci kvartérního cyklu střídání teplých a studených období by do dnešní doby mělo v holocénu jakožto interglaciálu dojít ke vzniku téměř souvislého zapojeného lesa. V důsledku lidského působení na krajinu je však dnešní stav zcela odlišný. Není pochyb o tom, že člověk do přirozeného vývoje zasáhl a mnohdy ho zcela zvrátil. Jak ale vypadala krajina v době, kdy se člověk stal významným krajinotvorným činitelem? Základní otázkou je míra zapojenosti lesa a existence bezlesí. Informace o existenci a podobě bezlesí nám mohou přinést jednak zbytky půd, především černozemí, které se v interglaciálech primárně netvoří a vznikají pod otevřeným stepním porostem v teplejších výkyvech (interstadiálech) glaciálu. Tyto půdy nebyly na některých místech přirozeným vývojem překryty půdami tvořícími se v holocénu pod lesními porosty. To může značit, že na těchto územích nedošlo k dlouhodobému rozšíření lesa. Další svědectví mohou přinést pylové záznamy (i když jejich rozlišovací schopnost malých plošek je značně omezená), fosilní malakofauna i pozůstatky obratlovců. Rovněž stepní druhy, které se vyskytují v dnes do značné míry odlesněné krajině, svědčí o existenci otevřených stanovišť, která jim umožnila přetrvat a znovu se rozšířit.

Určujícími faktory holocenního období jsou postupné oteplování a zvlhčení. V důsledku toho dochází k postupnému zalesnění, což ovlivňuje i vývoj půd. Jako bezlesí můžeme chápat nejen otevřenou step, ale i louky nebo otevřené mokřady (*Ložek 2011*, 124). V lesním pokryvu tak patrně existovaly ostrůvky primárního bezlesí, které byly udržovány především pastvou větších býložravců (tur, kůň, zubr, los). Jednalo se pravděpodobně o stanoviště teplá a suchá, kde nebyly pro les zcela optimální podmínky. Zde mohla přežít řada stepních prvků z předcházejícího období. Objevovaly se i plošky sekundárního bezlesí vzniklé polomy, ty mohly mít jak krátkodobý charakter, nebo byly dále udržovány pastvou. Struktura tehdejšího lesa byla přitom odlišná od dnešních lesů podléhajících cílenému managementu. Hustota zakmenění byla u vzrostlého lesa s velkým korunovým zápojem nižší (*Sádlo et al. 2008*, 47). Diskutovanou otázkou zůstává dopad velkých býložravců na rozvolněnost lesního porostu. Nakolik byl les díky velikosti jejich populace rozvolněn a nakolik byla tato populace naopak limitována šířícím se lesem je otázka, která není dosud uspokojivě vyřešena. Testování

jednotlivých modelů na vývoji lesa v nedávné minulosti, který je možno sledovat zejména v americkém prostředí i z písemných pramenů, neposkytuje jednoznačnou podporu pro žádnou z hypotéz (*Mitchell 2005; Vera 2000*).

5. Holocenní geomorfologie a krajina

Aktuální povrch krajiny je výsledkem dlouhodobých procesů, při kterých mnoho archeologických pozůstatků zaniklo, bylo překryto dalšími vrstvami, nebo bylo zarovnáno tak, že nezanechávají reliéfní stopu (Kuna et al. 2004, 31). Tyto procesy různou rychlostí přetváří vzhled krajiny. Pro období holocénu, které je v celkovém geomorfologickém vývoji obdobím velmi krátkým, můžeme rozdělit krajinné prvky na dvě skupiny - prvky konstantní a prvky dynamické. Prvky konstantní jsou takové prvky, které potřebují ke své změně statisíce až miliony let (např. pohoří, poloha říčních údolí, ledovcové morény...) a vzhledem k sledovanému období jsou v podstatě neměnné. Dynamická prostředí jsou méně stabilní a snadno podléhají vlivům eroze a akumulace (např. říční údolí, močály, některé typy svahů), jsou citlivá na změnu režimu v krajině, což se odráží na sedimentech v těchto prostředích vznikajících.

Georeliéf je výsledkem vzájemného působení vnějších (exogenních) a vnitřních (endogenních) sil. V rámci určité struktury (morfostruktury) je vymežitelný sled vývoje v průběhu času. Na vývoj georeliéfu měly a mají podíl jak zákonitosti fyzikální, tak chemické. Vzájemné působení vnitřních a vnějších geomorfologických pochodů je složité a může nastat množství kombinací. Geomorfologické systémy jsou významně ovlivňovány prahy. Jedná se o rychlé události, ke kterým dochází, pokud je dosaženo prahové hodnoty stresu (zemětřesení, sesuvy, povodně) (Demek 1987, 30). Z hlediska sledovaného tématu může jít například o zvýšenou míru eroze v určitých obdobích v závislosti na intenzitě využití krajiny člověkem.

Georeliéf je tvořen několika generacemi tvarů vzniklých v různých klimatických podmínkách a jiných klimatických obdobích. Vývoj tvarů současných je tak ovlivňován tvary staršími. Rozeznáváme tvary azonální, ovlivněné tektonikou, a ostatní tvary, které jsou závislé na klimatických oblastech. Reliéf je možné rozdělit na jednoduché geometrické plochy, oddělené lomy spádu. Vzhled těchto ploch je závislý na materiálu, který je tvoří (odlišné vlastnosti hornin) a na procesech, které na ně působí. Důležitým faktorem je propustnost hornin. Propustné horniny tvoří slabě vyvinuté tvary vznikající proudící srážkovou vodou. Nepropustné naopak napomáhají silnějšímu odnosu a vzniku strží (erozní zářez hlubší než 1m).

Geomorfologické pochody, které reliéf utvářejí, se mohou v průběhu času měnit, současný soubor těchto pochodů může být tedy značně odlišný od toho v minulosti (v glaciálu převaha fyzikálních vlivů a vlivy chemické v teplých a vlhkých obdobích). Různé reliéfově tvorné pochody mohou mít obdobnou intenzitu, může tak být obtížné určit

vedoucí formační proces. To může působit problémy při srovnávání vlivu člověka a klimatických vlivů na erozní vlny. (*Demek 1987, 51*).

Hlavními geomorfologickými procesy, které ovlivňují georeliéf v holocénu jsou zvětrávání, eroze a s ní související akumulace. Jako zvětrávání označujeme pochody, které narušují horniny a vytvářejí na nich zvětralinovou kůru. Závisí na podnebí a podléhá zákonitostem pásmové a výškové zonace. Působí zde fyzikální síly jako je změna teploty (termické a mrazové pukání). Na zvětrávání se rovněž podílí působení kořenů rostlin nebo mrznutí vody v pórech (růst krystalů- gelivace). Z chemických procesů, které zde mají vliv, jde především o rozpouštění, výměnu kationtů a oxidaci a redukci, které jsou v holocénu stimulovány vlhkým a teplým prostředím (*Demek 1987, 178*).

Eroze znamená odnos materiálu neboli relativní snižování zemského povrchu. Probíhá na všech geomorfologických úrovních (od celých kontinentů nebo pohoří až po odnos půdy z malých částí zemského povrchu) a ovlivňuje utváření Země prakticky od okamžiku vzniku pevné kůry zemské (*Kuna et al. 2004, 32*).

Akumulace je opakem a přímým důsledkem eroze, neboť erodovaný materiál se někde musí uložit. Dochází k tomu tam, kde materiál dosáhne lokálně nejnižšího bodu, narazí na překážku nebo klesne unášecí síla vody natolik, že není schopna transportovat částice (*Kuna et al. 2004, 32*).

Rychlost erozních a akumulačních procesů je závislá na geomorfologii krajiny, na klimatu a s tím souvisejícím rostlinným pokryvem. V důsledku zemědělského využívání krajiny člověkem dochází ke změnám rostlinného krytu a změně sedimentačního režimu. Tím se může reliéf ve větší či menší míře měnit. V rámci těchto změn jsou ovlivňovány i archeologické situace a archeologický materiál. V erozním prostředí mohou být některé artefakty přesunuty z původního uložení (in situ), nebo mohou být i zcela zničeny. V akumulačním prostředí může dojít naopak k překrytí celé situace a k jejímu zakonzervování, zároveň je však ztížena rozpoznatelnost naleziště.

Větrná eroze (eolická) je závislá na síle větru a na velikosti a váze unášených částic, které jsou přemísťovány. Uplatňuje se hlavně v suchých prostředích s méně intenzivním rostlinným krytem, který tomuto druhu eroze účinně zabraňuje. Důležitý je rovněž vliv živočichů a člověka, kteří mohou kryt narušovat. Nejviditelnějšími projevy jsou usazeniny eolických písků (písečné přesypy, duny), často pocházejí již z pleistocénu (naváté písky). Tvorba pokračovala i v holocénu (váté písky). Předpokládá se, že větrná eroze neměla po většinu holocénu větší vliv na ztenčování půdního pokryvu. Pole měla

malou rozlohu a rostlinný pokryv byl souvislý. Tento druh eroze se začíná více projevovat až dnes, kvůli velké rozloze polí, která nejsou chráněna mezemi. Větrná eroze většinou nezpůsobuje přemísťování artefaktů, ale může způsobit jejich převátí, nebo naopak odkrytí. Zde nastává nebezpečí jejich definitivního zničení následkem špatných okolních podmínek (*Kuna et al. 2004, 34*).

Eroze a akumulace říčních údolí. Říční údolí vznikají působením proudící vody. Tento druh eroze můžeme rozdělit na plošnou, vertikální, laterální a zpětnou. Plošná eroze odnáší materiál z celé plochy údolí nebo svahu. Vertikální erozi dochází k zařezávání říčního koryta. Laterální eroze posouvá říční koryto do stran a zpětná eroze znamená ústup říčního koryta. (*Kuna et al. 2004, 34*). Účinky jednorázových katastrofických událostí, kdy dochází k překročení prahu, zpravidla převyšují účinky eroze pravidelné. Nánosy sedimentů mohou být tedy jak výsledkem jednorázové události (prudká povodeň), tak i dlouhodobého pravidelného nanášení. Říční údolí patří k nejdynamičtějším erozně akumulacním prostředím. Archeologický záznam může být tedy značně poškozen a artefakty mohou být přemístěny. Pod naakumulovaným materiálem se však mohou skrývat i dobře zachovalé předměty z organických materiálů. Cenné informace lze rovněž získat ze vztahu sedimentů a v nich zahloubených, nebo jimi překrytých objektů.

Svahová eroze je asi nejrozšířenějším typem eroze. Za svah můžeme označit terén od 2 stupňů sklonu, svahy tedy zaujímají 90% povrchu souše, přičemž 60% z nich se sklonem menším než 10° má podstatný vliv na vývoj celé krajiny. Jsou to nejrozšířenější a nejdynamičtější prvky georeliéfu. Jsou to otevřené dynamické geosystémy, vyvíjející se v interakci zemské kůry a atmosféry. Vznikají lámáním, vrásněním, erozí vodních toků a akumulací eolických sedimentů. Je možné je rozdělit dle sklonu, který má velký vliv na sílu erozních procesů, které na nich probíhají:

- 0-2°- rovinné plochy
- 2-5° - mírně skloněné
- 5-15°- značně skloněné plochy
- 15-25°- příkře skloněné plochy
- 25-35°- velmi příkře skloněné plochy
- 35-55°- srázy
- Více než 55°- stěny

Svahové pochody lze obecně definovat jako přemísťování materiálu ve směru tíže s cílem dosáhnout rovnovážného stavu ve svahovém geosystému. Prvotními zdroji energie jsou zde sluneční radiace a zemská tíže. Jako zdroj materiálu slouží srážky, minerální a organické částice ve vzduchu, skalní podloží a produkty jeho zvětrávání a vegetace. Pokud svahové pochody překonají síly vázající částice na svah, dochází k odnosu svahu. Od 15° sklonu jsou činné hlavně rychle působící pochody (řícení, sesouvání). Na mírných svazích mají převahu pomalé pochody (plížení, soliflukce...).

Působením podpovrchové vody dochází k odnosu drobných částic horniny, sedání povrchu a vzniku propadlin a podzemních dutin tento proces se nazývá sulfoze. Soliflukce je pohyb zemin nasycených vodou, proces je typický spíše pro období glaciálu, kde probíhal na trvale zmrzlé půdě - permafrostu. Při tečení dochází k pohybu tekutých jílu. Plížení je pomalý posun zvětralého materiálu, sutí nebo půd.

Působením gravitace může docházet k pomalému tečení hmoty, kdy napětí v zemině překročí práh pevnosti. K rychlým pochodům patří sesouvání, což je krátkodobý pohyb hmot a řícení, ke kterému dochází na strmých svazích.

Biologické svahové pochody zahrnují činnost rostlin a živočichů. Působením kořenového systému dochází jednak k zvětrávání, ale zároveň může být svah rostlinným krytem fixován a zpevňován.

Materiál uvolněný zvětráváním je působením erozních činitelů transportován k dolní hranici svahu. Akumulované produkty eroze na úpatích svahů, dnech údolí, nebo v jiných typech „prohlubní“ se nazývají koluviální (deluviální) sedimenty. Koluvia tvoří veškerý netříděný erodovaný materiál (Kuna et al. 2004, 40). Pokud je erodovaný materiál akumulován pomocí vody, nazývá se fluviální sediment a jeho částice jsou tříděny podle unášecí schopnosti toku (těžší se usazují dříve než lehčí). Hlavními erozními činiteli je zde tekoucí voda a gravitace. Společným působením mohou způsobovat sesuvy půdy a bahnotoky. Rychlost eroze je rovněž ovlivněna sklonem svahu a rostlinným krytem. Vzhledem k tomu, že svahy zabírají většinu zemského povrchu, jsou svahové pochody nejrozšířenějším druhem eroze.

Působením těchto geomorfologických pochodů vzniká v krajině řada tvarů, pro holocén jsou nejtypičtější následující:

Sesuvy, ke kterým dochází v průběhu celého holocénu, jsou vyvolány mimořádně vydatnými dešti. Jsou podmíněny geomorfologií území a vyskytují se převážně v členitém terénu. Mury jsou přívalové hlinito-kamenité proudy na příkrých svazích. Jsou vyvolávány prudkými dešti. Erozní zářezy hlubší než 1 m označujeme jako strže.

Vytváří je lineárně tekoucí voda a vznikají v členitějším terénu nejčastěji na spraších. Sulfózní tvary se projevují jako malé vhloubené deprese. Vznikají v důsledku vymývání minerálních zrn z nezpevněných sedimentů.

Půda je přírodní útvar, který se vyvíjí z povrchových zvětralin a organických zbytků působením půdotvorných faktorů (klíma, vegetace, mikroorganismy, podzemní voda...) (Kuna *et al.* 2004, 39). Současně se vznikem půd dochází i k jejich rozrušování a přemísťování s následnou akumulací půdního sedimentu. Rychlost tvorby půd závisí na půdotvorných faktorech a na půdotvorném substrátu. Za dobrých podmínek, např. na spraši, může vzniknout půdní profil již za několik let. Na pevných horninách může tvorba půdy trvat i tisíce let. Průměrná rychlost tvorby půd v evropském mírném pásu se odhaduje na 1-2 cm za 100 let. Na vznik půd má velký dopad vegetace. Pod různými druhy rostlinného krytu se vyvíjejí odlišné druhy půd. Díky tomu můžeme odhadnout vývoj rostlinného krytu v minulosti.

Celkovou podobu krajiny a její utváření včetně erozních a kumulačních procesů ovlivňovaly až do holocénu pouze přirozené přírodní vlivy. Rozhodujícími činiteli tedy byli aktuální klimatické podmínky určující hustotu a typ rostlinného krytu, který má velký význam na sedimentační režim. V holocénu se k důležitým činitelům přidává i vliv člověka, který výraznou měrou začíná rostlinný pokryv ovlivňovat především zemědělskými aktivitami. Zásahy do krajiny začali stimulovat některé přirozené geomorfologické pochody a tak se člověk postupně začal podílet na geomorfologickém vývoji.

5.1. Koncepty krajiny a osídlení

Krajinu můžeme definovat jako heterogenní část zemského povrchu, skládající se ze souboru vzájemně se ovlivňujících ekosystémů, který se v dané části povrchu v podobných formách opakuje (Forman – Godron. 1993, 18) Krajinu formují tři hlavní mechanismy. Soubor specifických geomorfologických pochodů zde již byl nastíněn. Dalším významným faktorem jsou krátkodobé disturbance jednotlivých ekosystémů, ať již zcela přirozené (polomy, vývraty,...) nebo způsobené člověkem (zakládání polí, zásahy do lesních porostů,...). Třetím mechanismem je osidlování krajiny jednotlivými organismy, a to včetně člověka (Forman *et al.* 1993, 19). Krajinu můžeme chápat v různých měřítkách od globálního (mega $5.1 \times 10^8 \text{ km}^2$), které bere v úvahu celé kontinenty přes macro ($10^4 - 10^7 \text{ km}^2$) rozlišující pohoří nebo rozvodí. Těmito velkými

měřítky však nelze většinou postihnout holocenní vývoj. Postihnutebné útvary jsou z hlediska holocénu neměnné a konstantní. Pro sledované období a problematiku jsou podstatná měřítka podrobnější, kterými lze sledovat vývoj krajiny na regionální úrovni (meso 10^2 - 10^4 km²), například jednotlivá povodí. Případně ještě podrobnější rozlišení na lokální úrovni (1 - 10^2 km²), zde jsou zájmovými území povodí menších potoků, údolí říček (*Dincauze 2000, 199*). Tato podrobná měřítka umožňují sledovat vývoj krajiny a lidského vlivu na ní z hlediska hustoty osídlení přirozených regionů, nebo přímo vývoj osídlení mikroregionů malých vodních toků, kde lze pozorovat vývoj konkrétního osídlení a jeho případné reakce na události v krajině (Lomský potok, Lužický potok). V posledním nejpodrobnějším mikroměřítku (<1 km²) lze sledovat jednotlivé lokality a jejich vývoj, včetně postdepozičních procesů, které jsou způsobeny změnou reliéfu.

5.2. Osídlení a využití krajiny, struktura osídlení

Již od mezolitu můžeme pozorovat cílené zásahy do krajiny. Jde především o management lesa. Rozvolňováním lesa pomocí kroužkování (přerušení lýka) a vypalování (častá přítomnost vysokého počtu mikrouhlíků sedimentech docházelo k rozšiřování výhodných biotopů. V těchto biotopech se dobře daří lísce, která byla v mezolitu hojně využívána. Vznikají i vhodná místa pro pastvu zvěře, která mají mnohem vyšší úživnost než hustý les. (*Sádlo et al. 2008*) I přes tyto vlivy patrně nedochází k výrazným zásahům, které by způsobily výrazné otevření krajiny a spustily tak erozní pochody.

Neolit a počátky zemědělství jsou na našem území spojeny s kulturou s lineární keramikou; nejstarší data z tohoto období pochází z Mohelnice (5450Bc) (*Pavlu et al 2005*). Klimaticky spadá do období atlantiku. S nástupem neolitu (ve středním holocénu) začíná intenzivnější přeměna krajiny. Důvodem je změna způsobu obživy vyžadující trvalá celoroční sídliště a potřeba nelesních ploch k zakládání polí. Krajina střední Evropy je v této době převážně zalesněná s ostrůvky primárního i sekundárního bezlesí, jak již bylo nastíněno. První zemědělské osídlení patrně využívá tohoto bezlesí k zakládání sídlišť (*Sádlo 2008 et al., 62*). Nový způsob hospodaření začíná postupně rozšiřovat sekundární bezlesí.

Jakým způsobem bylo v tomto období do krajiny a především lesa zasahováno a jakým způsobem byl využíván? Z hlediska využití stromů lze předpokládat odlýkování

bez následné těžby, těžbu celých stromů například na stavbu domů, těžbu velkých větví pro dřevo, osekávání slabších větví pro letninu. Dále připadá v úvahu lesní pastva, hrabání steliva a vypalování porostu, což je doloženo četnými mikrouhlíky v sedimentárním záznamu již od mezolitu. Letnina – listí a ořezané malé větvičky se využívala jako krmivo pro dobytek; čerstvé větvičky s listím v jarním a letním období, usušené pak jako krmivo na zimu. Koncem zimy pak byly ořezávány ještě bezlisté větvičky. Tímto způsobem se zvyšovala produktivita stromů a tvorba biomasy. Managementu podléhali především jilm, lípa, dub, líska, jasan, vrba, olše, javor, buk...(*Dreslerová-Sádlo 2000*, 332) Kromě ořezávání letniny na přikrmování prosvětlovala okrajové partie lesa i lesní pastva, která byla běžná až do středověku. Les rovněž poskytoval zdroj dřeva na otop, předpokládá se užití tenčích větví a sběr dřeva (*Sádlo et al. 2008*, 48) kamenné broušené sekery sice umožňovaly i kácení vzrostlých stromů, ale jejich zpracování na otop těmito nástroji by bylo již značně obtížné. Dřevo bylo také potřeba na stavbu dlouhých neolitických domů.

Spotřeba materiálu na stavbu neolitických domů byla výraznou zátěží. Na postavení jednoho domu bylo potřeba zhruba 100 dubových kmenů průměru 15-25 cm. Získání takového množství materiálu výrazně ovlivnilo populační skladbu 3 - 4 hektarů lesa. Kontinuálně se vyvíjející osídlení tedy znamenalo značný tlak na lesní porost a jeho rozvolňování (*Beneš 2008*). Odlesňovací procesy mohly mít výrazný vliv na půdní profil i na mikrorelief krajiny.

Rycími holemi, které se v neolitu používaly k obdělávání polí, nebylo možné použít v těžkých jílovitých nebo kamenitých půdách Proto se první zemědělské osídlení drží snadno obrobitelných půd na sprašovém substrátu. Tyto půdy rovněž leží v klimaticky nejvhodnějších oblastech. Preferovaná místa pro neolitické osídlení se proto nalézají podél toků menšího řádu na měkkých snadno erodovatelných sedimentech. Povrch byl rozrušován pěstováním zemědělských plodin (i když malá neolitická pole s nedokonalé odstraněným drnem nebyla tak náchylná k prudké erozi jako pole pozdější), ale i pastvou dobytka. S nástupem eneolitu a zavedením oradla se pole stávají k erozi o něco náchylnější. Obsazením nejvýhodnějších míst pro zemědělství, ať už z hlediska klimatického, nebo z hlediska půd, začíná neolitem dlouhodobé ovlivňování těchto území, které můžeme označit za starosídelní oblast. Jde převážně o oblasti v povodí Labe, Ohře a dolního toku Vltavy. Z tohoto území již zemědělské osídlení nikdy neustoupilo. V neosídlených oblastech se nadále přirozenou cestou stále rozvíjí les.

Eneolit spadá přibližně do období 4500/4400 Bc-2300/2200Bc. Mění se sídelní struktura, zanikají „velké neolitické osady“ (*Neustupný 2008, 11AP4 4*). Zavedením přílohového zemědělství dostávají obytné areály trvalejší charakter. Zdokonaluje se způsob obdělávání polí. Zavedení oradla taženého zvířecí silou zefektivnilo obdělávání půdy a umožnilo hlubší orbu. Zároveň si však vyžádalo důkladnější úpravu polí. Pole musela být zbavena kořenů stromů a křovin, což je činilo mnohem náchylnější ke splachům a odnosům takto uvolněné půdy. Vyčištěné plochy byly navíc v době, kdy ležely ladem (jako příloh), udržovány pastvou dobytka. Díky tomu byly méně náchylné k návratu lesa a mnohem více tak rozšiřovaly bezlesí. Po čase, kdy se dostatečně zregenerovaly, byly opět zorány a osety. Pro toto období je typická křížová orba, pole měla čtvercový tvar. Současně pokračovalo získávání letniny a lesní pastva (*Neustupný 2008, 18-19*). Tento model přílohového zemědělství se s menšími obměnami udržel až do středověku. Klimaticky se eneolit nachází na rozhraní atlantiku a subboreálu, v podrobnějším členění tedy na hranici atlantiku a epiatlantiku. Osídlení mírně ustupuje především ve vlhčích okrajových částech (*Ložek 2007, 68-69*). V tomto období jsou z archeologických nálezů patrné první známky eroze způsobené patrně odlesněním a rozšiřováním zemědělsky využívané půdy. (*Neustupný 2008, 16*).

Počátek doby bronzové, který je spojen s kulturou únětickou, klademe před rok 2000 BC (*Jirán ed. 2008, 28*). Pokračuje využití oradla a křížová orba, rozlohy polí se však zvětšují. Přibývá pouze pěstovaných druhů. Využití letniny a lesní pastva má stále významný vliv na rozvolňování lesa v krajině, která se stále více otevírá. Osídlení se rozrůstá i mimo starosídelní oblast do jižních a severozápadních Čech, obzvláště během střední doby bronzové a na sklonku doby bronzové proniká i do vyšších poloh (*Dreslerová et al. 2007, 44*). Klimaticky spadá doba bronzová do subboreálu, v podrobnějším členění pak do epiatlantiku a subboreálu. S rozšířením osídlení a jeho dlouhodobým setrváváním na jednom místě souvisí i zvýšená míra eroze obzvláště v mladší době bronzové, kdy se vlivy osídlení sčítají s výrazně suchým podnebným výkyvem. Toto období ovlivněné předchozími rychlými opakovanými výkyvy uzavírá suchý výrazný interval. Ve svahových sériích mu odpovídají hrubé kamenné sutě, které často mají volné meziprostory, což svědčí pro jejich rychlé hromadění. Dochází k rychlé sedimentaci splachového materiálu často provázeného dálkovým transportem hrubých částic. Bezprostředně po tomto období se mnohde vytváří druhotné černozemě, které značí, že některá místa druhotně pokryly travní formace uzavřené drnem, které sloužily nejspíše jako pastviny (*Ložek 1981, 181-182*).

Doba halštatská spadá do období 750 BC – 450 BC (*Venclová et al. 2008, 26-29*). V mladším období dochází k zavedení železné radlice, která umožňuje obdělávání těžších půd. Pro toto období byl vypracován podrobný hospodářský model na příkladu Vinořského potoka (*Dreslerová 1996, 605-614*).

5.2.1. Model využití krajiny v době halštatské

Pro tento modelový mikroregion o rozloze 2400 ha (z toho asi 2160 ha pokryto lesem) je počítáno 15-20 současně fungujících obytných areálů. Každý z nich by měly obývat 4 rodiny se 4 členy. To znamená, že v tomto mikroregionu by mohlo žít asi 320 lidí. Při potřebě 24 ha obdělávané půdy a přílohu (v poměru 1:5) na jednu rodinu by bylo potřeba celkem 480 ha polí. 20 ha pastvin (při předpokladu 2 krav, 2-3 ovčí/koz, 1-2 prasat na rodinu) a 400 ha lesa pro získání letniny. Spotřeba dřeva na stavbu, otop, vaření a výrobu nástrojů je uvažována asi 20m³ – 40 m³ na jednu rodinu na rok. Při průměrné roční produkci 1 ha lesa 4 m³ dřeva by bylo zapotřebí 800 ha lesa, aby nebyla narušena rovnováha přirozené obnovy. Na plochu, kterou zabíraly jednotlivé vesnice je počítáno s 40 ha při 2 ha na vesnici. Celková plocha, potřebná na pokrytí všech svých potřeb, činila 1740 ha. Při zachování rovnováhy a ve statickém stavu by tedy stačilo pouhých 25% zcela odlesněné plochy. Při dalším vývoji by byl rovnovážný stav udržitelný až do 50% odlesnění. Ještě větší efektivitu by patrně umožnilo využívání sena namísto letniny, neboť 1 ha luk dokáže vyprodukovat až 20x více použitelné biomasy než 1ha lesa. To se však předpokládá až koncem halštatského období, kdy jsou poprvé doloženy kosy, které toto zefektivnění umožňují. K tomuto zefektivnění mohl přispět patrně tlak, který koncem halštatu vyvolala potřeba dřeva pro hutnění železa. Klimaticky toto období spadá na hranici subboreálu a subatlantiku. Dochází k mírnému ústupu osídlení z méně vhodných poloh (*Dreslerová 1996*).

Doba laténská spadá do období přibližně 480 BC – 30 BC (*Venclová et al. 2008, 21*) a klimaticky patří do subatlantiku. V období mezi 410 BC- 350BC došlo k prudkému ochlazení. Na některých místech ustupuje osídlení s méně výhodných poloh. V jižních Čechách se ale například na počátku laténu osídlení rozšiřuje (*Michálek 2007,60*). Z technologického hlediska je již plně využívána železná radlice a patrně i kosa, obojí se objevuje již na konci halštatu. Díky radlici je možné obdělávat těžší kamenité půdy. Kosa umožňuje vznik a využití luk, které poskytují prostor pro druhotné šíření některých do té doby vzácných druhů. Pokračuje přílohové zemědělství s rotací plodin doplněné chovem dobytka. Pole byla malá čtvercového tvaru (0,1-0,4 ha)

a dle analogií z Anglie nebo Dánska (celtic fields) předpokládáme jejich ohrazení, které sloužilo mimo jiné i jako protierozní opatření (*Dreslerová et al. 2007*, 46). K spotřebě dřeva na stavbu a otop se stále výrazněji přidávají nároky hutnické výroby. Vznik luk díky své vyšší efektivitě poskytuje částečnou alternativu k letninovému managementu.

5.2.2. Vliv hutnění železa na vegetaci

Tento model se přidává k předchozímu modelu. Obdobné nároky u obou modelů můžeme předpokládat až do raného středověku.

Nezbytným předpokladem pro zpracování železné rudy je dostatek kvalitního paliva, které zajistí dostatečnou teplotu při tavně. K tomuto účelu bylo až do 18. století využíváno dřevěné uhlí (od 18. století se v Anglii začíná užívat uhlí kamenného (*Pleiner 2000*). Toto palivo jednak zajišťuje dostatečnou teplotu v tavící peci a zároveň je redukčním činidlem které je rovněž nezbytné pro úspěšný tavící proces. Dřevěné uhlí se získává milířováním dřeva, které je pro tento účel většinou speciálně vybíráno (důležitá je jeho kvalita). V závislosti na potřebě železa či jiných kovů v jednotlivých historických obdobích se k běžné spotřebě dřeva na otop a stavbu přidává spotřeba hutnických provozů.

K výrobě dřevěného uhlí je nejvhodnější tvrdé dřevo listnatých stromů (buk, dub). Měkké dřevo jehličnanů je při přeměně na dřevěné uhlí méně efektivní a dochází k větším ztrátám. Při experimentálních tavnách (*Pleiner 2000*) se jako nejefektivnější ukázalo použití kombinace dřevěného uhlí z jehličnanů i listnatých stromů. V praxi byl však výběr dřeva patrně závislý na dostupných zdrojích. Ke skládání milíře je zapotřebí výběr kvalitního rovného dřeva o tloušťce 4-5 cm. Poměr užitého dřeva a získaného dřevěného uhlí se pohybuje okolo 5 váhových jednotek dřeva na 1 váhovou jednotku získaného uhlí, v závislosti na použité surovině. Váhový poměr vyprodukovaného železa se pak dle pokusných taveb uvádí 10-15 jednotek uhlí na 1 jednotku surového železa. Opět zde záleží na použitém uhlí a v nemalé míře také na zkušenostech hutníků. Na výrobu 1kg železa se tedy dle tohoto poměru spotřebuje 57-85 kg výběrového dřeva (*Venclová 2008*). K těmto hodnotám je nutné ještě připočíst spotřebu uhlí při pražení rudy, rafinaci lupy a případně dříví na stavby spojené s provozem hutí.

Dle modelové situace demonstrované na laténském hutnickém areálu Říčansko (*Venclová 2008*) je pro jednu komunitu čítající 4 rodiny o 4 členech počítáno s 20 kg železné výbavy při roční potřebě cca 6 kg železa na opravy a doplnění ztrát. Tato hmotnost odpovídá dle Pleinera (*Pleiner 2000*) třem tavnám. Dle odhadovaných hodnot

při započtení materiálu a uhlí na provozní stavby a pražení rudy vychází roční spotřeba dřeva komunity na hutnický provoz na 1000 kg (*Venclová 2008*). Toto dřevo by mělo být výběrové a jeho získání tedy představuje větší zátěž pro lesní porost než běžné dříví na otop.

K získání 1000 kg dřeva je zapotřebí přibližně 1,6 m³ různých druhů stromů (průměrná váhová hodnota smíšeného lesa je 600 kg/m³) Pokud by si komunita vyráběla potřebné uhlí a železo sama a zůstala na minimální produkci 6 kg za rok, spotřebovaný materiál by se při ročním přírůstku těžitelného dřeva 3,6 m³/ha obnovil více než 2x. Při tehdejší předpokládané hustotě osídlení by tak nebyl zásah do lesního porostu téměř patrný a nezpůsoboval by problémy ani při dlouhodobém opakování. Otázkou ovšem zůstává, zda si komunita potřebné uhlí vyráběla sama nebo zda bylo dováženo z větší vzdálenosti.

Zvýšený vliv na lesní porost v některých oblastech s koncentrovanou intenzivní výrobou můžeme pozorovat z paleobotanických záznamů, převážně z pylových profilů. Ve starších obdobích, především na římském území mohlo docházet k poměrně masivnímu odlesnění (Rakousko, Francie..). K zvýšenému vlivu na lesní porost dochází ve 13. století v důsledku růstu výroby a kolonizace vyšších poloh a dosud neosídlených oblastí. V tomto období začíná také exploatace drahých kovů na našem území, které je spojeno s intenzivní hutnickou činností na relativně malém prostoru. (*Pleiner 2000*)

V následujícím období, době římské a době stěhování národů dochází k dalším změnám lidského vlivu na krajinu Chronologicky lze toto období vymezit přibližně léty 30BC – 600AD Klimaticky pak spadá do subatlantiku. (*Salač – Droberjar 2008, 37-39, 171*). Na přelomu letopočtu dochází k úbytku obyvatelstva obzvláště v některých regionech (jižní Čechy). V období stěhování národů pak osídlení ustupuje až do starosídelní oblasti. Na opuštěných místech lze počítat s různou rychlostí návratu lesa. Způsob hospodaření odpovídá předchozím obdobím (*Dreslerová et al. 2007, 49*). V důsledku zmíněného ústupu osídlení však není tlak na okolní krajinu tak intenzivní.

V 6. Století, na počátku raného středověku se osídlení opět začíná rozrůstat Zprvu je obsazována pouze starosídelní oblast, teprve později se osídlení opět rozšiřuje i do dalších méně výhodných poloh. Způsob hospodaření zůstává až do 10. století stejný jako v předchozím období. V průběhu 10. a 11. století dochází ke změně obdělávání polí, začíná orba do podélných brázd. Pole dostávají obdélný tvar a jejich rozloha se zvětšuje (*Kuna et al. 2004, 43*).

K dalšímu výraznému posunu v ovlivňování krajiny dochází ve středověku v důsledku kolonizace ve 13.-14. století. Začíná se objevovat orba „do záhonu“. Snaha o zabránění co největšího území vede k osídlování méně vhodných a vyšších poloh, které nebyly dříve osídleny. Dosavadní sídelní síť se zahušťuje. Jsou obsazována i zemědělsky zcela nevýhodná místa, která jsou však bohatá na nerostné suroviny, zejména stříbro a železo?. Vznikají velké hutnické areály, které velkou mírou ovlivňují lesní pokryv i v těchto dosud zalesněných a nevyužívaných oblastech (*Kuna et al. 2004, 43*).

Eroze a akumulace se ve vrcholném středověku prudce zvýšily. Urychlovalo je rychlé plošné odlesnění, kolonizace podhorských oblastí s hojnými srážkami a prudkými svahy na měkkém podloží, intenzivní pastva, která narušovala drn, a na pastvinách docházelo ke stružkové erozi. Dlouhá středověká pole s úzkými úvratěmi snadno podléhají erozi (*Kuna et al. 2004, 44*).

Důsledkem bylo rozšíření biotopů erozních svahů. Eroze se projevila i v silné akumulaci a změně rázu niv a potoků. Změna se projevuje zahliněním niv a pravidelnými povodněmi. V extrémních případech tak docházelo k zanikání osad, které přišly o vhodné zázemí. (*Sádlo et al. 2004, 158-159*) Negativní vliv mělo i pozdější zavádění nových plodin (brambory cukrová řepa). V důsledku třicetileté války klesl prudce počet obyvatelstva i intenzita zemědělské výroby, včetně opětovného zalesnění některých lokalit, obvykle území s méně úrodnými půdami (např. Klánovický les u Prahy). To se přirozeně projevilo i poklesem erozních procesů (*Kuna et al. 2004, 34*). K prudkému nárůstu eroze došlo opět až v období 1750 -1850, kdy nastala další vlna odlesnění. Po 2. světové válce, v důsledku sloučení polí do velkých celků, začíná mít výrazný vliv i větrná eroze (*Kuna et al. 2004, 34*).

6. Metody výzkumu sedimentů

Při srovnávání vlivu člověka na vývoj reliéfu je třeba brát v potaz možnosti bioarcheologických metod, které mohou poskytnout informace o stavu krajiny v jednotlivých obdobích. Zásadní jsou informace o klimatu a jeho případných výkyvech. Důležitá je míra odlesnění, které má velký vliv na retenční schopnost krajiny, a tedy i na erozní a akumulací procesy. Asi nejkomplicovanější metodou z hlediska interpretace je palynologie a pylová analýza.

Palynologie se zabývá analýzou a historickou interpretací pylových zrn nacházejících se v sedimentech archeologických lokalit a dalších antropogenních útvarů (např. studně, odpadních jímky, pole). Je jedním ze základních archeobotanických nástrojů, který pomáhá přiblížit historii běžného života v okolí zkoumaného archeologického bodu (*Beneš 2008*). Vypovídací schopnost této metody je ovlivněna mnoha faktory (zastíněnost místa spadu, směr větru...), které je nutné brát v úvahu při interpretaci pylového záznamu. Její chronologickou citlivost můžeme definovat jako vzájemný časový odstup dvou následujících analyzovaných vzorků odvozený nejčastěji pomocí interpolace mezi dvěma sousedními radiokarbonovými daty (*Pokorný 2001*). Na množství a hustotě datovaných vzorků v profilu tedy záleží, zda se podaří rozpoznat krátkodobé události a zda budou správně interpretovány.

Příklad: Válečná událost má za následek významný pokles populační hustoty v určitém mikroregionu vedoucí k částečnému opuštění hospodářských ploch a k nastartování vegetační sukcese, jejímž důsledkem je opětovné zalesnění. Po padesáti letech je předválečný stav obnoven i se všemi původními důsledky na charakter vegetace. Pokud pylová analýza pracuje s chronologickou citlivostí pod 50 let, bude událost zachycena jako dočasný pokles indikátorů zemědělství za současného nárůstu křivky dřevin časných sukcesních stádií. Při chronologické citlivosti nad 50 let se však pravděpodobnost zachycení této události snižuje, a pokud je přesto náhodou zachycena, může být mylně interpretována jako podstatně významnější a dlouhodobější, než odpovídá historické události (*Pokorný 2001*).

Často je období některých archeologických kultur pokryto pouze několika málo analýzami, což může vést k zavádějící interpretaci. K dosažení maximální přesnosti vzorkování byla vyvinuta metoda s vysokým časovým rozlišením („high resolution“), která odebírá vzorky v milimetrových odstupech. Je vhodná především pro jezerní sedimenty, ale je využitelná i v rašelinných sedimentech. (*Pokorný 2001*). Dalším problémem který je třeba brát v úvahu, je prostorová citlivost. Podle Sugita et al.

(1999) pochází většina pylového spadu v průměrné evropské kulturní krajině z okruhu 800 - 1000 metrů. Nejméně lokální charakter můžeme předpokládat u vodních nádrží, může se jednat i o několik kilometrů až několik desítek km. Otevřenost krajiny významně ovlivňuje citlivost: čím menší je podíl lesních ploch v určitém regionu, tím citlivější se stává pylový diagram na indikátory lidského působení a tím lépe zachycuje změny v intenzitě tohoto působení (*Broström et al 1998*). Mnohdy jde určit pouze skupinu rostlinných druhů - pokud jsou ekologické nároky jednotlivých druhů rozdílné, snižuje se možnost určení přírodního prostředí. Přesnější interpretace charakteru okolního prostředí je tedy u těchto rostlin znemožněna. Některé rostliny jsou navíc v pylovém záznamu zvýhodněny. Hmyzosubné rostliny mají malý dolet pylu (např. vrba). Pylová zrna větrosrubných rostlin (borovice, smrk, jedle) mají vzdušné vaky, které jim umožňují dlouhý dolet od stovek metrů po tisíce kilometrů (ze Středomoří se do střední Evropy například dostává pyl borovic). U pylu některých taxonů (habr, modřín) dochází k poškození méně odolné buněčné blány, v pylovém záznamu jsou tudíž často podhodnoceny nebo chybí úplně. Rostliny, které kvetou časně na jaře (např. líska), kdy krajina není dosud pokryta olistěným lesem, jsou rovněž zvýhodněny v pylovém záznamu. Pyl se snadno dostává přímo na vlhkou půdu/rašeliniště, která jej dobře uchová. Plodná léta některých rostlin (např. smrku), kdy je produkce pylu daného taxonu vyšší, nadhodnocují dané rostliny i v pylovém záznamu. Tyto výkyvy v záznamu ovšem umožňují korelaci jednotlivých pylových profilů. Složitá je problematika pylového záznamu obilnin: žito uvolňuje mnohem více pylu než ostatní obiloviny, a bývá proto nezáměrně nadhodnocováno, ačkoliv bylo původně šířeno s jinými kulturními plodinami nezáměrně jako sekundárně domestikovaná obilnina. Pyl žita je dobře determinovatelný, a proto může sloužit jako indikátor zemědělství. Pěstované plodiny, které nezanechávají stopu v pylovém spektru (např. luštěniny), můžeme určit podle charakteristické skladby plevelů. Další skupina rostlin se v případě nepříznivých podmínek rozmnožuje pouze vegetativně, a vytvářejí tedy pouze malé množství pylu (např. lomikámen, lipnicovité, rdesno živorodé). Z hlediska uchování pylu jsou nejvýhodnější sedimenty v kyselém prostředí (*Jankovská 1994*).

Pylová analýza může poskytnout vyhodnocení podkladů pro rekonstrukci přírodního (životního) prostředí pro konkrétní časový úsek a geografickou oblast. Informace o změnách vegetačního krytu, které mohly být člověkem způsobeny. Údaje, z nichž by bylo možno rekonstruovat způsob hospodaření člověka v krajině (sběr rostlin, pastevectví, zemědělství-orba, zakládání či opuštění sídel, mýcení, žďáření,

výběr dřevin atd.). Obecně platí, že vypovídací hodnota výsledků pylových analýz je závislá na vhodnosti nalezeného sedimentu. Starší sediment je v profilu zpravidla uložen hlouběji než sedimenty mladší (*Jankovská 1994*). Zásadní podmínkou pro rekonstrukci životního prostředí v daném regionu je proto existence a zachycení vhodného sedimentu. Na našem území je nalezení vhodného sedimentu obtížné především pro starší a střední paleolit, neboť chybí většinou rašelinný a jezerní sediment z pleistocénu. Ostatní druhy sedimentů (např. spraše, sprašové hlíny, jeskynní výplně) byly mnohdy disturbovány: přeplavovány vodou, převívány větrem atd. a mohou tedy obsahovat i starší pylová zrna. Často je rovněž zachycen karbonátový materiál, který je pro uchování pylových zrn nevhodný (*Pokorný 2001*).

Sedimenty vznikající v mladším glaciálu, kdy došlo k oteplení a zvlhčení klimatu, poskytují informace o mladším období (od cca 1000 BC) (Tab. 1). Jedná se především o uloženiny jezer a rašelinišť. Je z nich možno rekonstruovat otevřenost krajiny, přítomnost jezer a přítomná rostlinná společenstva. Při extrakci pylového materiálu je rovněž možno zkoumat některé druhy řas, které poskytují informace o vývoji vodních ploch. Na základě pylové analýzy můžeme zhodnotit i vhodnost krajiny pro lidské osídlení v daném období. (*Pokorný 2001*).

Pomocí pylové analýzy lze rovněž zaznamenat lidský impakt (tj. změny ve vegetaci způsobené přítomností člověka). Projevení se lidského impaktu v pylovém záznamu je závislé na intenzitě a délce lidských zásahů – zaznamenají se jen intenzivní a dlouhodobé zásahy. Zásadní je vzdálenost lidského stanoviště (např. tábořiště, sídliště) od odebraného vzorku. Přítomnost některých synantropních rostlin může prozradit vliv člověka, tyto druhy však tvořily i součást běžné vegetace - nelze se na ně vždy spoléhat (např. merlíkovité, pelyněk). (*Pokorný 2001*). Stejný účinek jako antropické zásahy do krajiny (sešlapávání, eroze, hromadění na dusík bohatých odpadů) mohou mít v paleolitu a neolitu i větší stáda zvěře. K označení těchto zásahů za antropické jsou nezbytná archeologická data (archeologicky doložená sídliště, tábořiště atd.). Průkaznější je pokles pylu dřevin, které byly seřezávány na letninu nebo používány jako stavební materiál, za současného nárůstu podílu pylů pelyňku, merlíkovitých, šťovíku, jitrocele a kopřivy (indikátory osídlení a nástupu zemědělství). Vliv člověka na krajinu se postupem času zvyšoval. V paleolitu člověk pylové spektrum téměř neovlivňuje, neboť nečiní do krajiny žádné zásadnější zásahy. V mezolitu je pylové spektrum ovlivněno pouze málo (líška, kotvice bahenní). Podstatněji se v pylovém záznamu odráží až neolit. S postupným prosvětlováním krajiny se začínají šířit světlomilné

druhy (např. černýš, vrbovka úzkolistá, hasivka orličí). Sporadicky se začíná objevovat pyl pšenice (většinou lokálně na místech výmlatu, kde je možné podpořit jeho určení i makrozbytky) a dobře rozeznatelný pyl žita. Z druhové skladby lze určit poměr obdělávaných ploch a ploch určených k pastvě (úhor byl k pastvě rovněž využíván) (*Jankovská 1994*).

Existují dva základní druhy sedimentů, ze kterých je možno odebírat vzorky. Jedná se o sedimenty přirozených biotopů a materiál nahromaděný činností člověka. Sedimenty přirozených biotopů (rašeliniště, jezera) obsahují antropofyta v nízkém zastoupení. Cenným zdrojem informací jsou i sedimenty drobných terénních depresí, které mohou uchovat záznam i pro celý holocén (terén býval mnohem členitější). V materiálu nahromaděném činností člověka (odpadní a fekální jímky, studny, cisterny, smetiště). Převládají synantropní složky, které se nalézaly se v bezprostředním okolí místa s probíhající lidskou činností a obsahují antropogenní odpady (obsahují často importované rostliny (např. fíky, víno) (*Pokorný 2001*).

.Jaká je tedy věrohodnost získávaných dat? K výsledkům pylové analýzy je nutno přistupovat s vědomím jejích předností i záporů a vyvarovat se tak zavádějících interpretací. Výsledky je nutno kombinovat i s ostatními analýzami (např. makrozbytkové, antrakologické). Společné hodnocení provedených analýz umožňuje zmírnit chybu v rekonstrukci přírodního prostředí.

Další informace o podobě krajiny a rostlinného krytu může poskytnout fosilní fauna. Jako nejvhodnější se jeví různé druhy měkkýšů. Na hodnocení této skupiny živočichů se u nás nejvíce věnuje V. Ložek (*Ložek 1981, 2007, 2011*). Měkkýši se vhodně doplňují s výsledky pylové analýzy, neboť jejich schránky se uchovávají především ve vápnatých půdách, které nejsou vhodné pro uchování pylového záznamu. Společenstva měkkýšů jsou velmi citlivá na vlhkost a vegetační kryt. Jiné druhy a skupiny druhů se vyskytují na otevřených prostranstvích a jiné v lesním prostředí. I zde lze odlišit podle druhového složení, zda byl les světlý nebo plně zapojený. Podrobným vzorkováním lze zachytit i malé ostrůvky bezlesí uprostřed lesního porostu. Fosilní schránky měkkýšů podléhají ve srovnání s pylem a obratlovci mnohem méně přesunům (*Ložek 2011, 116-120*).

Informace o stavu vegetace mohou přinést půdy. Půda je povrchová vrstva zemské kůry, jejíž vlastnosti určuje základních 5 faktorů: substrát, podnebí, organismy, reliéf a čas (*Ložek 2011, 50*). Obecně platí, že v interstadiálech se pod otevřenou sprašovou stepí vytváří černozemě. Pro interglaciály je pak typický vývoj hnědozemí

pod souvislým lesním krytem. Přetrvání černoze v sušších teplejších oblastech vhodných k prvnímu zemědělskému osídlení svědčí o spíše lesostepním charakteru těchto oblastí na počátku neolitu. Postupem doby dochází k odlesnění těchto starosídelních oblastí a černoze jsou uchovány. V pahorkatinách na okraji těchto původních zón osídlení dochází v důsledku odlesnění v neolitu k erozi. Tím se opět dostává na povrch vápnatý materiál, na kterém se tvoří pokryv lesostepního charakteru. Dochází zde k opětovnému vývoji černoze (*Ložek 2011*, 58-60). Tento jev můžeme označit jako retrogenální vývoj půd.

Geomorfologické procesy a vliv člověka na reliéf je možno sledovat i pomocí zcela antropogenního indikátoru, kterým je keramika. Sledováním postdepozičních procesů keramiky v ornici, vyvolaných jak lidskou činností, tak geomorfologickou variabilitou území můžeme vysledovat erozně akumulaci procesy. Ornici můžeme rozdělit na několik horizontů. Horizont hlavního dosahu orby podléhá periodickým změnám v důsledku režimu pravidelného obdělávání půdy. Keramické artefakty v něm vykazují vysokou míru homogenizace. Pod ním se nalézá horizont epizodického dosahu orby, ve kterém keramické zlomky vykazují vyšší míru variability. Pod tímto horizontem se nachází klidové podorničí. Moderní orba zasahuje maximálně 30 až 40 cm pod povrch, u pravěké orby se předpokládá, že zasahovala maximálně 10 cm hluboko od tehdejšího povrchu ornice (*Beneš 1998*). V krajině s tisíciletou zemědělskou činností můžeme pozorovat staré vlivy zemědělské činnosti na půdní profil. Nejlépe patrné jsou tyto vlivy ve spodních partiích svahu, kde se vytvářejí akumulace a zabraňují dalšímu ovlivňování orbou. I tyto akumulace prošly fázemi, kdy byly ovlivňovány orbou, ale dnes se stávají klidovým podorničím (*Beneš 1998*).

Nerovnoměrné postdepoziční procesy se mohou odrážet ve velikosti a rozložení artefaktů. Obsahuje-li horizont epizodického dosahu orby stejnoměrné fragmenty keramiky, probíhala zde zemědělská činnost v daném období a v období těsně následujícím. Větší rozptýlení a váha indikuje naopak nižší postdepoziční pohyb a tedy orebný klid (*Beneš 1998*). Záleží rovněž na charakteru půdy a kvalitě keramiky, v zásaditých půdách se keramika rozpadá mnohem pomaleji. Je nutné si uvědomit, že v důsledku nárůstu půdního profilu nemusí být při povrchovém sběru patrné všechny fáze osídlení na nalezišti.

7. Intruze a postdepoziční procesy

Geomorfologické pochody přetvářejí a modelují zemský povrch. Jak již bylo uvedeno, pro holocén jsou to především procesy erozní a akumulární. V tomto období jsou spojeny převážně se změnami vodního režimu v krajině. V určitých obdobích pravěku a středověku dochází k velkému odnosu materiálu a jeho následnému uložení na jiných místech, kde překryjí původní povrch novou vrstvou. Vzhledem k výraznému ovlivnění krajiny člověkem dochází k erozi a akumulaci především v osídlených oblastech, a mohly proto mít vliv jak na živou kulturu, tak na archeologizované pozůstatky zaniklých kultur. Dosud byly tyto události hodnoceny v měřítku celých regionů. Zaměříme-li se však na erozní a akumulární procesy v mikroměřítku, kterým můžeme podrobně nahlížet na jednotlivé lokality nebo přímo na archeologické objekty na těchto lokalitách, zjistíme, že ovlivňují vypovídací hodnotu archeologického materiálu, který mohl být překryt nebo přemístěn geomorfologickými pochody. Tento jev nazýváme transformačními procesy (*Schiffer 1987, Neustupný 2007*). Tyto procesy zahrnují postupné vyřazení artefaktů ze živé kultury až do jejich uložení (depozice). Pokud je nějakou událostí uložení artefaktu změněno (je redeponován), stává se primárním či sekundárním odpadem. M. Schiffer (*Schiffer 1983, 1987*) rozlišuje dvě hlavní kategorie transformací - kulturní (cultural) a nekulturní (noncultural). Kulturní transformace zahrnují veškeré lidské zacházení s artefakty od počátku užívání až do uložení a další kulturní modifikace, včetně sekundárního užití. Nekulturní transformace zahrnují veškeré přírodní vlivy na artefakty, sedimenty nebo celá naleziště. Po uložení artefaktů na ně začínají působit postdepoziční procesy, které můžeme rozdělit na kulturní a přírodní. Kulturní postdepoziční procesy působí na artefakty od doby jejich uložení, můžeme do nich zařadit prošlapávání, ke kterému může docházet přímo v komunitních areálech. Vliv může mít i zemědělství, a to jak pravěké a středověké, tak současné, které může archeologickou situaci podstatně ovlivnit hlubokou orbou. Na polykulturních lokalitách může docházet k porušení starších objektů mladšími zásahy. Na pohřebištích se mimo jiné mohou vyskytovat tzv. vykrádací vkopy. Archeologický výzkum je rovněž kulturním postdepozičním procesem. Přírodní postdepoziční procesy jsou většinou závislé na podnebí a působení gravitace. V řadě případů jde o erozi a akumulaci, která může být nepřímo spouštěna člověkem v důsledku jeho zásahů do krajiny. Tímto způsobem může dojít k překrytí nebo naopak odnosu celých lokalit. Přírodním vlivem, který působí pouze lokálně, mohou být například i vývraty stromů. V důsledku těchto procesů může docházet k intruzi (*Kruťová 2003*). Dle M. Kuny

(Kuna 2002, 120.) intruzí rozumíme chronologicky cizí artefakty v rámci určitého nálezového celku, tj. příměs, která nevznikla při výzkumu (kontaminace), nýbrž hlouběji v minulosti při vytváření daného archeologického kontextu. Nejlépe lze intruzi sledovat v mikroměřítku lokality, popřípadě jednotlivých objektů. Intruze, nejčastěji jako výplň objektu, může osahovat starší artefakty, které byly součástí kulturní vrstvy, nebo artefakty mladší, které se v případě dlouhodobě otevřeného objektu dostaly do výplně splachy a erozními pochody. Dále může obsahovat artefakty současné s objektem, které však nebyly součástí původní výplně. Opět zde hrají roli splachy a eroze (Kruťová 2002). Stejná pravidla platí i pro ekofakty, které však vyžadují specifická prostředí pro uchování a bez ^{14}C datování je nelze odlišit.

Z hlediska prokazatelnosti intruze je nejsnadnější odlišit keramické zlomky typické pro určitou kulturu. Atypické zlomky odlišit nelze. Nejlépe odlišitelný je tento jev u raně středověkých objektů s pravěkou intruzí. Intruzi lze opět rozlišit dle způsobu vzniku na antropoturbaci a na geoturbaci. Antropoturbaci může dojít k přemístění artefaktů v důsledku lidských aktivit (zašlapávání, planýrky v městském prostředí). Na polykulturních lokalitách často dochází k porušením (superpozici) dvou či více objektů (Březno u Loun, Bylany). Může jít i o druhotné zásahy do hrobů, ať již za účelem vykrádání, nebo jako protivampirická opatření. Ještě za trvání živé kultury může vzniknout intruze jako import (obchodem mezi různými kulturními okruhy), případně jako reutilizace starších artefaktů (např. broušené kamenné sekerky používané jako talisman až do středověku). Jako geoturbaci označujeme porušení a zásahy v důsledku přírodních vlivů. Patří sem především faunaturbace, kdy jsou archeologické situace intrudovány činností živočichů (hlemýžďů, brouků, žížal...). Velmi podstatné a nejčastější jsou však splachy. Závisí na síle tekoucí vody, která může vytřídit keramické zlomky podle váhy a jako intruze se pak projevují pouze menší a často omleté zlomky. Působení splachů závisí na okolním prostředí. Pokud je okolí pokryto drnem, ke splachům téměř nedochází. Objekty bývají většinou zaplňovány kombinací několika vlivů, jak antropogenních tak přírodních. Částečně mohou být vyplněny záměrně odpadem (sekundární odpad), poté postupně zaplňovány splachy (terciární odpad) a nakonec například opět záměrně zplanýrovány. Zároveň platí, že malé objekty se zaplňují splachem velmi rychle (Kruťová 2003). Velké mohou zůstat otevřené a plnit se celá staletí, nebo být jednorázově zaplněny při náhlé erozně akumulární události. To platí i pro zaplňování erozních rýh a jiných terénních depresí.

Dle pozorování J. Rulfa (*Rulf 1997*) mladší intruze postihují objekty do 30 cm hloubky od úrovně geologického podloží, hlouběji uložené nálezy intruzí jsou zpravidla zapříčiněny porušením objektu (nemusí být patrné). V hloubce 20-30 cm od úrovně podloží bývá intruze do 10% z celkového množství keramiky v objektu. Nálezy z hlubších vrstev by měly představovat relativně neporušený nálezový celek. Objekty obsahující více než 10% cizorodé keramiky uložené hlouběji než 30 cm, bývají porušeny. Nejčastěji jsou postiženy intruzí větší objekty, především soujámí nebo příkopy rondelů, jímky, studny atd. (*Rulf 1997*).

Způsob zaplňování objektů a s tím související přítomnost nebo nepřítomnost intruze nám může poskytnout informace o kulturních i přírodních (geomorfologických) procesech, které se uplatňovaly na jednotlivých lokalitách. Je možné pozorovat dopad těchto událostí i v mikroměřítku s rozlišením až na jednotlivé objekty. Intruze může způsobit potíže při interpretaci stáří objektu a jeho výplně. Na druhou stranu je možné jako intruzi v mladších objektech zachytit pozůstatky komponent, které byly oderodovány, nebo odstraněny skrývkou. Dle M. Kuny (*Kuna 2002*) se tak například často projevují pozůstatky kultury se šňůrovou keramikou, u které předpokládá pouze mělce zahloubené objekty.

8. Případové studie

Jak je patné z výše uvedených skutečností, vývoj reliéfu v holocénu je závislý na druhu rostlinného krytu, který značně ovlivňuje retenční schopnosti krajiny. Z hlediska erozních a akumulačních procesů by měl povrch nejvíce stabilizovat lesní porost, který zároveň nejlépe přispívá k retenci krajiny. I v otevřenější krajině je však povrch dobře stabilizován drnem, díky kterému nedochází k bezprostřednímu odnosu. Retenční schopnost těchto ploch je však mnohem menší (Rulf 1994, 56). Míra erozních a akumulačních procesů by tedy měla být závislá na míře odlesnění, které v holocénu způsobuje člověk, a na způsobu jeho zacházení s krajinou. To souvisí s velikostí populace v různých obdobích a efektivitě zemědělských postupů. Podstatný vliv by mělo mít i klima, a to především ve zlomových okamžicích, kdy dochází k výkyvům teploty a vlhkosti.

Erozní a akumulační procesy byly sledovány v řadě případových studií zaměřujících se na různá měřítka krajiny. Tyto studie sledují vzájemné působení lidských vlivů a klimatu na míru sedimentace v jednotlivých obdobích a snaží se rozpoznat významnější události.

Podle J. Beneše (Beneš 1995), který srovnával erozní a akumulační děje z 18 lokalit, můžeme v české krajině vysledovat několik erozních vln. Jedná se o svahové eroze, neboť v případě říčních údolí je velice obtížné vysledovat pravidelné sekvence akumulačních a erozních procesů. První vlna spadá do pozdní fáze eneolitu, druhá proběhla na sklonku doby bronzové, třetí na konci doby římské a poslední ve středověku. V některých případech není vyloučeno, že k erozi mohlo dojít až vlivem pozdější orby. Přibližná periodičita jednotlivých vln je 1000 let. Za hlavní příčinu těchto erozně akumulačních vln uvádí společné působení chladného a vlhkého klimatu a extenzivního využití krajiny. Podobné cyklické změny s periodicitou 260 let byly pozorovány v Dánsku. Jednalo se o první souhrn nových informací o těchto procesech. D. Dreslerová poukazuje na málo reprezentativní soubor a nevyklučuje pozdější erozi, neboť erozně akumulační události byly datovány podle pohřbeného archeologického materiálu, přičemž samotný akumulační překryv datován ve většině případů není (Sádlo *et al.* 2004, 102).

M. Dotterweich (Dotterweich 2008) se zabýval uloženinami v malých povodích v Německu. Malá povodí mnohem lépe a citlivěji odráží lokální podmínky a lze tak lépe sledovat i drobné události na rozdíl od velkých řek. Autor srovnal 30 případů z oblasti

dnešního Německa a zaměřil se jak na aluviální, tak i koluviální sedimenty. V několika případech zařadil do srovnání i jezerní sediment. Zvýšenou míru eroze spatřuje v obdobích s výraznou změnou klimatu a největším využitím půdy. Výrazné srážky mohly způsobit splachy ze zemědělsky využívaných ploch na svazích okolo vodního roku. Erozní události pozoroval na konci doby bronzové a na konci doby římské. Velmi výraznou erozi shledává v první polovině 14. století, na počátku malé doby ledové. Další pak již v novověku v polovině 18. a na počátku 19. století, na konci malé doby ledové. Starší období nejsou v této studii hodnocena pro nedostatečná data.

Aluviální a jezerní sedimenty na území Německa podrobně hodnotil S. Dreibrodt (*Dreibrodt et al. 2010*). Srovnával 103 případů, kterými se pokusil pokrýt co největší časový úsek na velkém prostoru. K datování jednotlivých sedimentů byla použita jak archeologická datace, případně datace pomocí ¹⁴C. První zaznamenané erozní události jsou zde kladeny do časného holocénu, zda však byly způsobeny pouze klimatem nebo i aktivitami mezolitického obyvatelstva je doposud nejisté. Malé zvýšení půdní eroze je pozorováno v časném neolitu (5500-4300 BC). To již může být dáváno do souvislosti s prvním zemědělským využitím krajiny. Další zvýšení sedimentace ukazující na větší využívání krajiny je zaznamenán až na přelomu pozdního neolitu (eneolitu) a doby bronzové (3000-2500 BP). Během střední doby bronzové (2000-1500 BC) je naopak pozorován pokles sedimentace i půdní eroze. Na počátku doby železné (800-500 BC) se půdní eroze opět zvětšuje. Celé období 800-0 BC se vyznačuje nestabilitou na zemědělsky využívaných svazích, autoři naznačují i možný vliv klimatu v tomto období. Během následujícího období je patrný rozdílný vývoj v severní a jižní části sledovaného území. V jižní části dochází oproti očekávání k poklesu erozních událostí po připojení tohoto území k římské říši. Po kolapsu římské říše v 5. století, na počátku raného středověku, se eroze zvětšuje především v severní části dnešního Německa. Přibližně od roku 1000 AD se pak vliv eroze postupně zvětšuje současně s rozšiřováním obdělávané plochy, který dosahuje vrcholu ve 13. a 14. století. Další výraznější eroze pak následují na konci 18. a v první polovině 19. století.

L. Starkel (*Starkel 2005*) se zabýval vztahy klimatu a lidského vlivu na erozní a akumulární pochody a shrnul tuto problematiku pro území Polska. První zřetelný nárůst těchto pochodů zaznamenává v středním neolitu (podle českého členění již eneolit), u kultury nálevkovitých pohárů v období 4000-3600 BC. Z hlediska klimatu poukazuje na fakt, že tyto události začínají během vlhké klimatické fáze a pokračují i v následujícím teplejším a sušším období. Během mladší fáze doby bronzové (1200-700

BC), před zvlhčením klimatu, zaznamenává silný nárůst koluviálních uloženin v celé oblasti Polska. Období 500-200 BC se vyznačuje zvlhčením a ochlazením, výrazné erozní události však nejsou pozorovány. Zvýšená erozní a akumulární činnost je však zaznamenána v 1. - 3. století AD v údolí Vistuly. Souvisí to patrně s rozšířením zemědělských ploch a hutněním železa v okolí. Následující vlhká a studená fáze spadající do 5. – 6. století AD se nevyznačuje půdní erozí, dochází k opouštění některých oblastí a opětovnému zalesňování. K dalšímu nárůstu erozních procesů dochází až v 10. a 11. století AD v souvislosti s růstem populace a s tím související zemědělskou aktivitou. Zvyšuje se i frekvence povodní. Ještě větší eroze půdy se projevuje v 14. -16. století AD. Tento proces není ve všech oblastech sledovaného území stejný a závisí na míře odlesnění a zakládání nových vesnic. Tato fáze přesahuje až do malé doby ledové kdy se intenzita povodní ještě zvětšuje.

Další studie (*Hoffman et al. 2008*) hodnotila soubor fluviálních a koluviálních sedimentů z oblasti dnešního Německa. Všechny sedimenty jsou datovány pomocí ¹⁴C. Autoři se opět snažili postihnout nárůst geomorfologických pochodů v jednotlivých obdobích holocénu. Za období se zvýšenou aktivitou označuje počátek neolitu 5500 BC, tato fáze se však projevuje spíše na lokální úrovni, další události kolem 5000 BC, 4000 BC a 3000 BC mají také spíše lokální charakter a podle této studie indikují neolitické osídlení. Období neolitu se však vyznačuje pouze mírným navýšením akumulace. Výraznější události nastávají před obdobím okolo 1500 BC. Tato data jsou uvedena pro fluviální sedimenty. V případě koluviální sedimentace autoři poukazují na větší cykličnost, první události zaznamenávají již 7000 BC. Tento první nárůst připisují vlivu klimatu. Další výraznou změnu kladou do doby kolem 5500 BC kdy se začínají na sledovaném území projevovat první zemědělské aktivity. Další nárůst je zde pozorován v časně době bronzové a v době železné. Poslední změna nastává až v průběhu posledních 1000 let. Zvýšenou půdní erozi a sedimentaci kolem 870 AD nelze dle autorů přiřadit konkrétnímu vlivu. V tomto období dochází jak k nárůstu populace, tak ke změně klimatu. Autoři dochází k závěru, že období 8500 -1500 BC bylo relativně stabilní, což ukazuje jak míra fluviální sedimentace, tak i mnohem citlivější koluviální sedimenty a hlavní podíl na erozních procesech měly klimatické změny. S výrazným vlivem člověka nelze počítat před rokem 1500 BC. V úseku 1300-820 BC se mísí vliv člověka s klimatickými změnami.

Hodnocení byla podrobena eroze a akumulace v oblasti severního Bavorska (*Dotterwich et al. 2003*). Autoři popsali několik období se zvýšenou intenzitou eroze a

akumulace, v prvním z nich se zabývají ještě pleistocenní problematikou. První doklady o výraznějších změnách v holocénu pochází až z období kolem 1200 BC, kdy se v této oblasti rozšiřuje osídlená plocha. Kolem roku 500 AD naopak osídlení v severním Bavorsku ustupuje. Po roce 700 AD dochází k opětovnému nárůstu obyvatelstva a odlesňování svahů. K největším změnám však dochází až v 14. a 15. století AD, kdy v důsledku využívání krajiny a v souvislosti s extrémními dešti vznikají erozní rýhy. Dochází k velkému odnosu. Následně dochází k postupnému zaplňování těchto rýh. Během třicetileté války mezi léty 1618 - 1648 se intenzita využívání krajiny v dané oblasti snižuje. Před první polovinou 18. století je opět zaznamenána zvýšená míra eroze v důsledku intenzivnějšího hospodaření.

Pro oblast Bádenska byla sledována koluviální a aluviální sedimentace (*Mäckel et al. 2003*). Z pylového záznamu jsou zde patrné známky odlesnění z konce neolitu kolem 3000 BC? (dle českého členění již eneolit). Z tohoto období pochází první známky zvýšení koluviální i fluviální sedimentace, tyto sedimenty byly datovány jak archeologicky, tak pomocí ^{14}C . Dle pylových záznamů pokračuje odlesňování i v době bronzové. To se projevuje i na zvýšené sedimentaci, na sledovaném území především v hustěji osídlené oblasti horního Rýna. Autoři upozorňují na změnu klimatu v průběhu doby bronzové, kdy dochází k zvlhčení a ochlazení. Tento klimatický výkyv přetrvává až do doby železné. Z hlediska geomorfologie se projevuje vznikem erozních rýh a kanálů ve dnech říčních údolí. Během doby halštatské jsou tato koryta vyplněna sedimenty, které často obsahují keramiku. Během doby laténské je zde opět zaznamenána větší otevřenost krajiny. Svahy využívané pro pastvu a zemědělství snadněji podléhali erozi. V povodích řek Möhlin, Sulzbach a Glotter zde byla zaznamenána zvýšená míra sedimentace, související patrně s hutnickou výrobou v oblasti. V době římské je v oblasti Bádenska zaznamenáno další odlesnění v důsledku intenzivního zemědělství, hutnictví a těžby. To opět způsobuje zvýšenou míru sedimentace. S ústupem římského vlivu byla oblast částečně opuštěna. Zastaveny byly i hutnické aktivity. Nastalo období sedimentačního klidu. V koluviálních sedimentech je pak zaznamenáno až období raného středověku (6.-9. století AD). Další vlna sedimentace pochází z období kolonizace v 10.-12. století AD. Od té doby se zde míra sedimentace postupně zvyšuje až do dnešní doby.

9. Závěr

Současný stav krajiny je důsledkem geomorfologických procesů. V holocénu mají největší podíl na změně reliéfu erozní a akumulární procesy a ty jsou do značné míry závislé na vodním režimu krajiny. Přírodním vývojem by došlo v holocénu k rozšíření téměř kompletně zapojeného lesního porostu, který velmi dobře stabilizuje povrch a brání erozi půdy. V důsledku zemědělského využití krajiny člověkem začíná být krajina odlesňována, což mění její vodní režim. Snížením retenční schopnosti krajiny se spouští erozní a akumulární procesy. V oblasti střední Evropy můžeme vysledovat období se zvýšenou mírou erozních a akumulárních procesů. Většinou jsou tyto události dávány do souvislosti se vzájemným působením člověka a změnami klimatu. K porovnání byly vybrány případové studie, které hodnotí erozní a akumulární proces v rámci větších oblastí na území Německa, Polska a Čech v časovém rozmezí od počátku holocénu až do současnosti.

První erozní vlna je zaznamenána již ve starším holocénu kolem 7000 BC (*Hoffmann et al. 2008*) a je spojována s vlivem klimatu. Ostatní studie se zaměřují až na období neolitu, kdy zaznamenávají první malý nárůst erozních procesů, který je spojován s počátky zemědělského osídlení (*Dreibrodt et al. 2010; Hoffmann et al. 2008*). Pouze *Hoffmann et al. 2008* upozorňuje na výrazný nárůst koluviálních sedimentů v oblasti Německa. Výraznější erozní události jsou ve střední Evropě pozorovány až během eneolitu (*Mäckel et al. 2003*), a to především na jeho konci (*Beneš 1995; Dreibrodt et al. 2010, Mäckel et al. 2003*) s přesahem do počátku doby bronzové (*Starkel 2005; Hoffmann et al. 2008*). Na konci doby bronzové studie shodně zaznamenávají nárůst erozních událostí (*Beneš 1995; Dotterweich 2008; Hoffmann et al. 2008; Dotterwich et al. 2003; Mäckel et al. 2003*). Zvýšenou erozní aktivitu je možno dávat do souvislosti se zvlhčením a ochlazením klimatu v této době. Dopad této změny je v některých případech pozorován ještě na počátku doby železné (*Dreibrodt et al. 2010; Hoffmann et al. 2008*), převážně pro území Německa. Pro území Polska je naopak uváděno na počátku doby železné období sedimentačního klidu (*Starkel 2005*). Pro latén uvádí zvýšenou míru sedimentace pouze *Mäckel et al. 2003* pro oblast Bádenska. Naopak pro dobu římskou a převážně její závěr je zvýšená eroze a sedimentace pozorována v několika případech (*Beneš 1995; Dotterweich 2008; Starkel 2005; Mäckel et al. 2003*). Následující období stěhování národů se vyznačuje všeobecným úbytkem obyvatelstva, erozním klidem a návratem lesa do lidmi opuštěných oblastí. Opětovný nárůst je pozorován v raném středověku (*Dreibrodt et al.*

2010; Starkel 2005; Dotterweich et al. 2003.; Mäckel et al. 2003) v souvislosti s opětovným osidlováním opuštěných oblastí. Všeobecný růst erozní aktivity nastává ve vrcholném středověku (Beneš 1995; Dotterweich 2008; Dreibrodt et al. 2010; Starkel 2005; Hoffmann et al. 2008, Dotterwich et al. 2003, Mäckel et al. 2003). V důsledku středověké kolonizace byly v tomto období osídleny i vyšší polohy a začalo odlesňování i z důvodu intenzivní těžby stříbra a železa. Od vrcholného středověku erozní aktivita postupně stoupá a k výrazným výkyvům dochází v polovině 18. století a na počátku 19. století. Na sledovaném území střední Evropy (Německo, Polsko, Čechy) spadají hlavní erozní vlny do závěru eneolitu, pozdní doby bronzové, závěru doby římské a raného středověku. Z hlediska mikroměřítko můžeme očekávat větší ovlivnění archeologických situací, které vznikly před spuštěním těchto erozních událostí a podstatnou redukcí artefaktů uložených in situ.

10.Literatura

- Beneš, J. 1995:* Erosion and accumulation processes in the late holocene of Bohemia, in relation to prehistoric and medieval landscape occupation. In: M. Kuna – N. Venclová eds., Whither archaeology? Papers in honour of Evžen Neutupný, Praha: Archeologický ústav AV ČR, 133-144.
- Beneš, J. 1998:* Keramika, ornice a reliéf. Výzkum polykulturního osídlení v Kozlech, o. Louny (SZ Čechy). Archeologické rozhledy L, 170-191.
- Beneš, J. 2008:* Environmentální archeologie a kultura s lineární keramikou v Čechách. Environmental archaeology and LBK culture in Bohemia. In: E. Černá – J. Kuljavceva Hlavová eds., Archeologické výzkumy v severozápadních Čechách v letech 2003 – 2007. Sborník k životnímu jubileu Zdeňka Smrže, 33-52.
- Broström, A. – Gaillard, M.-J. – Ihse, M. – Odgaard, B. 1998:* Pollen-landscapes relationships in modern analogues of ancient cultural landscape in southern Sweden – a first steps towards quantification of vegetation openness in the past. *Vegetation History and Archaeobotany* 7, 189-201.
- Demek, J. 1987:* Obecná geomorfologie. Praha: Academia.
- Dincauze, D. F. 2000:* Environmental archaeology: principles and practice. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dotterweich, M. – Schmitt, A. – Schmidtchen, G. – Bork, H.-R. 2003:* Quantifying historical gully erosion in northern Bavaria. *Catena* 50, 135-150.
- Dotterweich, M. 2008:* The history of soil erosion and fluvial deposits in small catchments of Central Europe: Deciphering the long-term interaction between humans and the environment – a review. *Geomorphology* 101, 192-208.
- Dreibrodt, S. – Lubos, C. – Terhorst, B. – Damm, B. – Bork, H.-R. 2010:* Historical soil erosion by water in Germany: Scales and archives, chronology, research perspectives. *Quaternary International* 222, 80-95.
- Dreslerová, D. – Horáček, I. – Pokorný, P. 2007:* Přírodní prostředí Čech a jeho vývoj. In: M. Kuna ed., Pravěký svět a jeho poznání. Archeologie pravěkých Čech 1, Praha: Archeologický ústav AV ČR, 23-50.
- Dreslerová, D. – Sádlo, J. 2000:* Les jako součást pravěké kulturní krajiny. *Archeologické rozhledy* LII, 330-346.

- Dreslerová, D. 1996:* Modelování přírodních podmínek mikroregionu na základě archeologických dat. *Archeologické rozhledy XLVIII*, 605-614, 709-712.
- Forman, R. T. T. – Godron, M. 1993:* Krajinná ekologie. Praha: Academia.
- Hoffmann, T. – Lang, A. – Dikau, R. 2008:* Holocene river activity: analysing ¹⁴C-dated fluvial and colluvial sediments from Germany. *Quaternary Science Reviews* 27, 2031-2040.
- Jankovská, V. 1994:* Pylové spektrum, synantropní vegetace a perspektivy využití pylových analýz v české archeologii. In J. Beneš – V. Brůna eds., *Archeologie a krajinná ekologie*, Most: nadace projekt sever, 147-159.
- Jiráň, L. ed. 2008:* Doba bronzová. *Archeologie pravěkých Čech 5*. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- Kruťová, M. 2002:* Kulturní vrstva a stopy nenalezené minulosti. In: E. Neustupný ed., *Archeologie nenalézaného. Sborník přátel, kolegů a žáků k životnímu jubileu Slavomila Vencla*, Praha – Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, Archeologický ústav AV ČR, 108-118.
- Kruťová, M. 2003:* Transformační procesy a problém intruzí v archeologii. In: L. Šmejda – P. Vařeka eds., *Sedmdesát neústupných let*, Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 99-120.
- Kuna, M. – Beneš, J. – Dreslerová, D. – Gojda, M. – Hrubý, M. – Křivánek, R. – Majer, A. – Prach, K. – Tomášek, M. 2004:* Nedestruktivní archeologie. Praha: Academia.
- Kuna, M. 2002:* Intruze jako doklad “nenalezených“ fází pravěkého osídlení. In: E. Neustupný ed., *Archeologie nenalézaného. Sborník přátel, kolegů a žáků k životnímu jubileu Slavomila Vencla*, Praha – Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, Archeologický ústav AV ČR, 119-132.
- Ložek, V. 1981:* Změny krajiny v souvislosti s osídlením ve světle malakologických poznatků. *Archeologické rozhledy XXXIII*, 176-188.
- Ložek, V. 2007:* Zrcadlo minulosti. Česká a slovenská krajina v kvartéru. Praha: Dokořán.
- Ložek, V. 2011:* Po stopách pravěkých dějů. O silách, které vytvářely naši krajinu. Praha: Dokořán.
- Mäckel, R. – Schneider, R. – Seidel, J. 2003:* Anthropogenic impact on the landscape of southern Badenia (Germany) during the Holocene – documented by colluvial and alluvial sediments. *Archaeometry* 45, 487-501.

- Michálek, J. 2007*: K současnému stavu výzkumu doby železné v jižních Čechách. In O. Chvojka – R. Krajíc eds., Archeologie na pomezí. Sborník příspěvků ze semináře, České Budějovice, 8. 11. 2007. Archeologické výzkumy v jižních Čechách. Supplementum 4, České Budějovice: Jihočeské muzeum v Českých Budějovicích, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 57-78.
- Mitchell, F. J. G. 2005*: How open were European primeval forests? Hypothesis testing using palaeoecological data. *Journal of Ecology* 93, 168-177.
- Neustupný, E. 2007*: Metoda archeologie. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni.
- Neustupný, E. 2008*: Všeobecný přehled eneolitu. In: E. Neustupný ed., Eneolit. Archeologie pravěkých Čech 4, Praha: Archeologický ústav AV ČR, 11-37.
- Pavlů, I. 2005*: Neolitizace střední Evropy. *Archeologické rozhledy* LVII, 293-302.
- Pleiner, R. 2000*: Iron in archaeology. The European bloomery smelters. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- Pokorný, P. 2001*: Problémy krajinné archeologie v pylových analýzách přirozených uloženin: příspěvek k mezioborové spolupráci. *Archeologické rozhledy* LIII, 191-210.
- Rulf 1994*: Pravěké osídlení střední Evropy a niva. In J. Beneš – V. Brůna eds., Archeologie a krajinná ekologie, Most: nadace projekt sever, 55-64.
- Rulf, J. 1997*: Intruze keramiky. Příspěvek ke kritice pramenů. *Archeologické rozhledy* II, 439-461.
- Sádlo, J. – Pokorný, P. – Hájek, P. – Dreslerová, D. – Cílek, V. 2004*: Krajina a revoluce. Významné přelomy ve vývoji kulturní krajiny českých zemí. Praha: Malá skála.
- Salač, V. ed. 2008*: Doba římská a stěhování národů. Archeologie pravěkých Čech. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- Schiffer, M. B. 1987*: Formation processes of the archaeological record. Albuquerque: University of New Mexico Press.
- Starkel, L. 2005*: Role of climatic and anthropogenic factors accelerating soil erosion and fluvial activity in central Europe. *Studia Quaternaria* 22, 27-33.
- Sugita, S. – Gaillard, M.-J. – Broström, A. 1999*: Landscape openness and pollen records: a simulation approach. *The Holocene* 9, 409-421.
- Venclová, N. – Čulíková, V. – Dreslerová, D. – Gregerová, M. – Hložek, M. – Kovačiková, L. – Kyselý, R. – Malkovský, M. – Marek, F. – Peške, L. – Zavřel, J. 2008*: Hutnický region Říčansko. Praha: Archeologický ústav AV ČR.

- Venclová, N. ed. 2008: Doba halštatská. Archeologie pravěkých Čech 6. Praha: Archeologický ústav AV ČR.*
- Vera, F. W. M. 2000: Grazing ecology and forest history. Wallingford: CABI Publishing.*

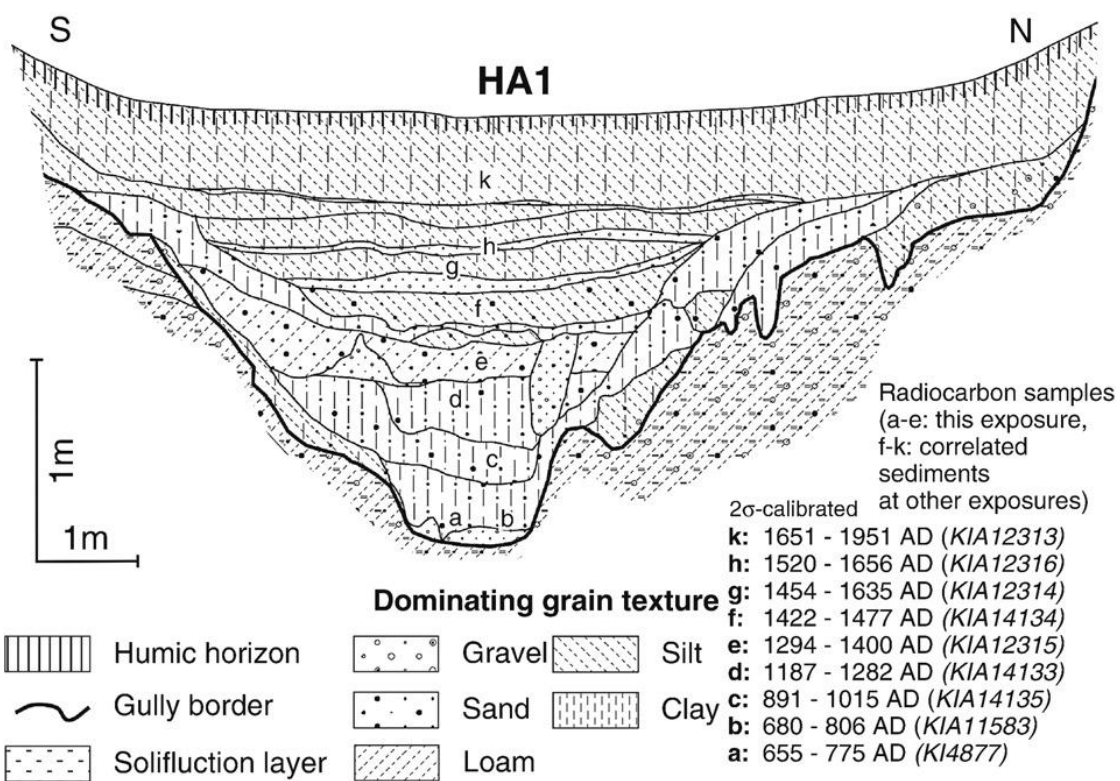
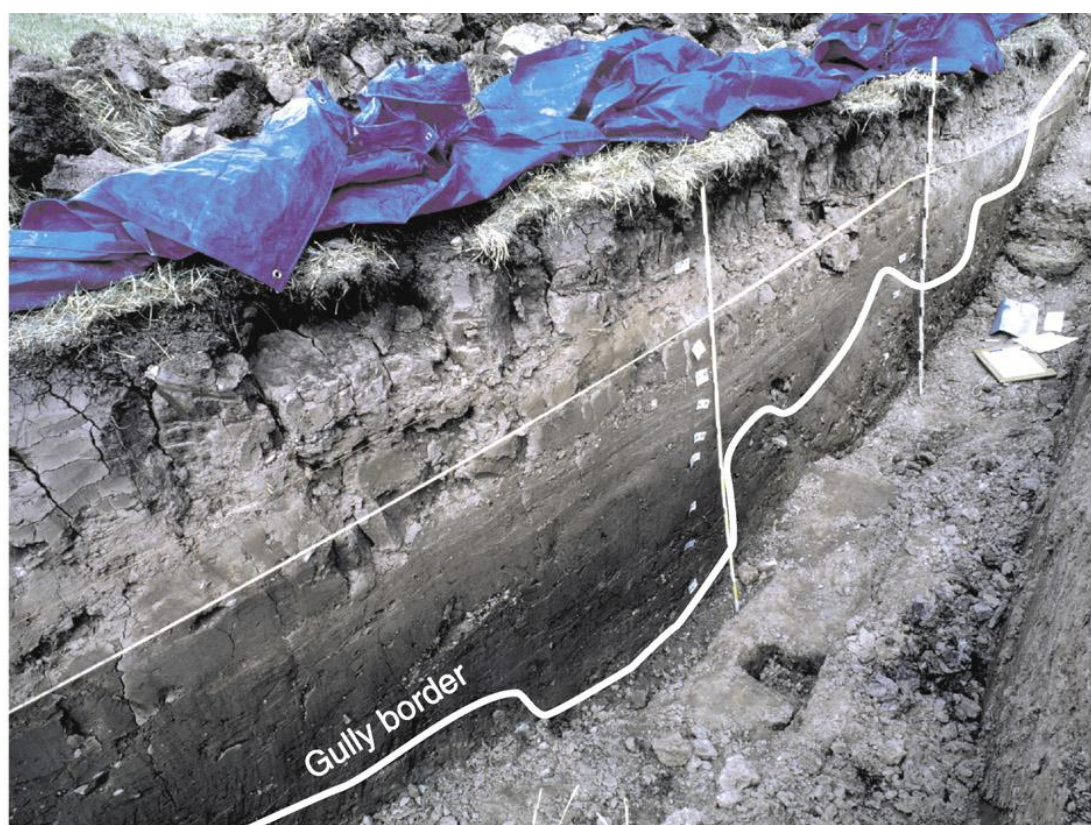
11. Přílohy

Čas	Fytostratigrafie	Zoolitostratigrafie	Vývoj biocenóz	Sedimentace Pedogeneze, Odnos	Kulturní stupně	Chronologie
1000	SUBATLANTIK	SUBRECENT	Vznik současné kulturní krajiny Středověká kolonizace - odlesnění	Splach ornice Degradace půd	STŘEDOVĚK Slované	MLADŠÍ
0		700	Pronikání moderních druhů	Dočasný ústup osídlení	Stěhování národů	
-1 000	SUBBOREÁL	SUBATLANTIK	Rozmach bukojedlových lesů	Výstavba keltských oppid	doba ŽELEZNÁ	STŘEDNÍ
-2 000		-700	Pravěká kolonizace, pastva, odlesnění	Tvorba hrubých sutí	doba BRONZOVÁ	
-3 000		-1 400	Postupné šíření bučin, bukojedlin a habru Vznik bukového stupně	Klidný vývoj, půda a sedimentace pramenných vápenců přerušovány krátkými výkyvy s tvorbou sutí	E NEOLIT	
-4 000	ATLANTIK	EPIATLANTIK	Vytváření vegetačních stupňů dnešního typu	Souvislé zalesnění v neosídlených oblastech	NEOLIT	MEZOLIT
-5 000		-4 800	Dvojkolejný vývoj Prvotní rolnické osídlení	Náhlé vysušení		
-6 000	BOREÁL	ATLANTIK	Rychlý postup lesa zatlačuje zbytky biocenóz otevřené krajiny	Tvorba pěniců v jeskyních	POZDNÍ	STARŠÍ
-7 000		-6 500	Převaha smíšených doubrav, na horách smrk	Silné zvlhčení		
-8 000	PREBOREÁL	BOREÁL	Parková krajina - listkové formace Černozemní stepi	Počátky sedimentace CaCO ₃	PALEO-LIT	PLEISTOCÉN
-9 000	-8 500	Šíření borovice, břízy, první náročné dřeviny, líska	Slabě vyvinuté vápnité půdy			
-10 000	MLADÝ DRYAS	MLADÝ DRYAS	Řídká tajga, poslední výskyt glaciálních prvků	Nechumózní svahoviny	MAGNOLIT	GLACIÁL
-10 000	-10 700	ALLERÖD	Šíření borovice, břízy na úkor otevřených formací	Slabě humózní půdy		
-11 000	STARŠÍ DRYAS	STARŠÍ DRYAS	Ochlazení	Počátky vývoje půd		
-11 000	BÖLLING	BÖLLING	Šíření borovice, břízy	Počátky vývoje půd	MAGNOLIT	GLACIÁL
-11 000	STARÝ DRYAS	STARÝ DRYAS	Přechod sprašové stepi do vlhčí facie	Vznívání tvorby spraše		

Tab. 1: Srovnávací tabulka vývoje pozdního glaciálu a holocénu střední Evropy. (Ložek 2007, 46)

	7000BC	6000BC	5000BC	4000BC	3000BC	2000BC	1000BC	0	1000AD		
	Neolit		Eneolit			Doba bronzová		Doba železná	Doba římská a stěh. národů	Ran. Středověk	Vrchol středověk
	erózně klidné období	mírný nárůst	výrazná eroze								
<i>Beneš 1995</i>											
<i>Dotterweich 2008</i>											
<i>Dreibrodt et al. 2010</i>											
<i>Starkel 2005</i>											
<i>Hoffman et al. 2008</i>											
<i>Dotterweich et al. 2003</i>											
<i>Mäckel et al. 2003</i>											

Tab. 2: Přehled erozních událostí z případových studií.



Obr. 1: Erozní brázda zaplněná sedimenty různého stáří, viz nákres (Dotterweich et al. 2008).



Obr. 2: Erozní rýha vyplněná více než dvaceti vrstvami šterku, písku a bahna. Bavorsko (*Dotterweich et al. 2003*)