

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta
Ústav životního prostředí

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Historické aspekty odvodňování zemědělské půdy v ČR - případová studie z povodí Blanice

Historical aspects of agricultural land drainage in the Czech republic - case study from the
Blanice river catchment

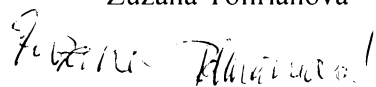
Zuzana Tollrianová, 2007

Vedoucí diplomové práce: Doc. RNDr. Martin Braniš, CSc.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně s využitím uvedené literatury a informací, na něž odkazuji. Svoluji k jejímu zapůjčení s tím, že veškeré přejeté informace budou řádně citovány.

V Praze dne 1. 5. 2007

Zuzana Tollrianová



Chtěla bych tímto poděkovat svému školiteli, Doc. RNDr. Martinu Branišovi, CSc., za cenné připomínky při zpracování a redakci této diplomové práce. Dále velmi děkuji za Prof. Ing. Miroslavu Kutílkovi, Dr.Sc, za poskytnutí konzultace a za praktické rady Ing. Matějčkovi, Dr. a Mgr. Štychovi.

Obrovitánský dík patří mým rodičům, za dlouholetou podporu mých studií :-)) Muchisimas gracias a Paúl (y su PC:-)) por su grande sustento y ayuda cuando he estado redactando este trabajo. Thanks Ele for my abstract corrections :) Mockerát děkuji Ing. Lence Jandové:-)) za přečtení tohoto textu a praktické připomínky. Mockerát děkuji také všem, kteří, ačkoli jsem je tu nejmenovala :-), mě podpořili jak morálně, tak materiálně – tedy počítačově :)

Děkuji
Anžine

Obsah	4
Abstrakt	6
Abstrakt	7

A. Úvod do problematiky

A. 1. Historie odvodnění	
A. 1. 1. Situace ve světě	9
A. 1. 2. Situace v českých zemích do roku 1948	15
A. 1. 3. Situace v ČSR po roce 1948.....	16
A. 1. 4. Situace v současné ČR po roce 1989.....	18
A. 2. Co je odvodnění	
A. 2. 1. Účel odvodnění	20
A. 2. 2. Technická stránka odvodnění	22
A. 2. 3. Vliv drenáže na pohyb a kvalitu vody	22
A. 2. 4. Vliv odvodnění na krajinu	24
A. 2. 5. Ovlivnění retenční schopnosti krajiny	25
A. 2. 6. Životnost, funkčnost a rekonstrukce drenáží	26
A. 3. Změny ve využití půdy a krajiny po roce 1948	27
A. 4. Cíle diplomové práce	31
A. 5. Modelové území - Blanice	
A. 5. 1. Vymezení a charakteristika modelového území	32
A. 5. 2. Změny využití půd.....	33
A. 5. 3. Upravenost říční sítě a odvodnění.....	35
- Upravenost říční sítě.....	35
- Odvodnění a vodní retence krajiny	36
- Blanice a povodně	37

B. Materiál a metody

B. 1. Česká republika	
B. 1. 1. Vstupní data a jejich úprava.....	39
- Odvodnění.....	39
- Přírodní charakteristiky.....	39
- Využití půdy	41

B. 1. 2. Statistické zpracování dat	41
B. 2. Modelové území – Blanice	
B. 2. 1. Vstupní data a jejich úprava	43
- Odvodnění, úpravy toků	44
- Přírodní charakteristiky	44
- Využití půdy	46
B. 2. 2. Propojení vstupních dat	47
B. 2. 3. Statistické zpracování dat	
- Výpočet míry antropogenní upravenosti toků.....	49
- Infiltrační kapacita	50
- Půdy s výskytem svahových pramenišť	50
- Nepříznivé půdy v okolí vodních toků	51
- Chráněná oblast akumulace vod Šumava	51
C. Výsledky	
C. 1. Průběh odvodnění České republiky.....	52
C.2. Průběh odvodnění modelového území	59
- Průběh odvodnění vzhledem k půdním charakteristikám	61
- Změna využití odvodněných půd	77
- Antropogenní ovlivnění toků	82
D. Diskuze a závěr	89
 Použitá literatura	
 Použité zkratky	
 Použité datové zdroje	
 Přílohy	

Abstrakt

Odvodnění je zemědělským intenzifikačním opatřením a současně významným antropogenním zásahem do krajiny. Významnou roli v rozvoji odvodnění zemědělských půd v ČR hrál nejen technický pokrok, ale i politická situace. V současnosti je odvodněno okolo 25 % zemědělských půd České republiky. Změna režimu, majetkových vztahů a požadavků na zemědělskou produkci se odrazila i na potřebě drenáží a péče o ně.

Cílem této práce bylo popsat průběh odvodnění a jeho souvislosti v okresech České republiky a na modelovém území - středním a horním toku jihočeské Blanice.

Na úrovni okresů ČR byla základem pro tuto analýzu alfanumerická databáze Zemědělskovodohospodářské správy, průmět Komplexního průzkumu půd do katastrů a údaje o využití půd (ČÚZK, LUCC). Pro modelové území byly k dispozici vrstvy digitalizovaných odvodněných ploch, úprav toků a hlavních melioračních zařízení a digitální mapa Bonitačních půdně-ekologických jednotek. Změny využití odvodněných ploch byly vyhodnoceny na základě map z Vojenského topografického mapování (1: 25 000) z roku 1953 a 1989 a Corine Land Cover 2000. Databáze byly upravovány, propojeny a zpracovány v programech ArcGIS 9.0, Access, MS Excel a XL Stat.

Odvodnění vybudované v první polovině 20. století bylo situováno převážně do okresů Hradec Králové, Pardubice, Kolín, Přerov, Nymburk, charakteristických teplejšími klimatickými podmínkami (KR3) a větším výskytem nivních půd, černic a regozemí. Po recesi výstavby drenážních systémů v období druhé světové války se intenzita budování nových odvodňovacích soustav zvyšovala a vyvrcholila v 70. letech. Okresy intenzivně odvodňované v 70. a 80. letech, jako je Český Krumlov, Prachatice, Jindřichův Hradec, Cheb, jsou charakteristické chladnějším a vlhčím klimatem, poměrně menší rozlohou přirozeně úrodných půd a významným podílem oglejených půd, glejů, kambizemí a kyselých půd. Odvodňování zemědělské půdy na modelovém území, evidované ZVHS, probíhalo mezi lety 1956 až 1990. První drenážní systémy byly budovány převážně v nižších nadmořských výškách, sklonech do 7 stupňů, hnědých a oglejených půdách a glejích. Obdobím vrcholné výstavby drenážních soustav na modelovém území byla 70. léta. Koncem 70. a v 80. letech došlo k nárůstu odvodněných ploch ve vyšších nadmořských výškách, ve svazích nad 7 stupňů a na kyselých, mělkých, nebonitovaných půdách. Z tohoto období pochází také většina drenážních systémů Chráněné oblasti akumulace vod Šumava, půd s výskytem pramenných vývěrů a nevhodných půd okolí vodních toků. V nižších polohách byly v 80. letech větší měrou odvodněny nivní půdy. Na odvodněných plochách klesl poměr trvalých travních

porostů z 66 % v roce 1953 na 6,5 % v roce 1989. V současnosti se zastoupení trvalých travních porostů přibližuje hodnotám v roce 1953. Mezi rokem 1957 a 1990 došlo k úpravám koryta toků modelového území na 32% jejich délky, polovina těchto úprav proběhla v přímé souvislosti s budováním hydromelioračních staveb. Do poloviny 70. let byla budována otevřená hlavní meliorační zařízení, později převažovala zatrubněná, a to zvláště ve vyšších nadmořských výškách.

Klíčová slova: odvodnění, Blanice, Česká republika, trvalé travní porosty

Abstract

Tile drainage is both an agricultural intensification measure and a potential source of cumulative environmental change at the same time. Both technological progress and the political situation in the Czech Republic have had important effects upon the use of tile drainage. Nowadays, 25% of the Czech Republic's agricultural land is drained. The changes in regime, property relations and requirements on agricultural production reflected also on the decline of the general need for drainage and the lack of its maintenance.

The aim of this study was to describe the progression of tile drainage installation and its relation to natural conditions of the Czech rep. counties. In the case study from the upper and middle Blanice river-basin, South Bohemia, we focused on the analysis of drainage progression, its relation to natural condition and its influence on the land use changes.

The data matrix used for the county level analysis was obtained by merging and processing a drained area alphanumeric database (Czech Agricultural and Water Management Agency – ZVHS), a cadastre projection of Complex pedologic investigation of the Czech Republic (Research Institute for Soil and Water Conservation) and a land use database (Land Use and Cover Changes, UK Praha, 2001, Czech Office for Surveying, Mapping and Cadastre, 2007).

To analyse the case study site drainage situation we used vector maps of drained areas, watercourse modifications, principal drainage channels and Bonited Soil- Ecological units. The information about the land use of drained areas in 1953 and 1989 was taken from the Military topographic Mapping (1: 25 000) 1953, 1989. The land use situation in 2000 was set

using Corine Land Cover 2000. The database were adapted, merged, processed and visualized using ArcGIS 9.0, MS Access, MS Excel and XL Stat.

Tile drainage systems constructed in the first half of the twentieth century were mostly situated in counties like Hradec Králové, Pardubice, Kolín, Přerov, Nymburk, characterised by their warm climate and bigger ratio of fluvisols and regosols. After the recession during and after World War 2, the intensity of drainage systems setting increased, culminating in seventies. The counties drained intensively in the 70ties and 80ties could be characterized by colder and wetter climate, smaller ratio of naturally fertile soils and larger share of gleys, gleysols, cambisols and acid cambisols.

The case study site was drained between 1957 and 1990. The first tile drainage systems were constructed mostly in lower altitudes, milder slopes (until 7 degrees) and on gleys, gleyosols and cambisols. Draining activities peaked in the seventies. At the end of the seventies and early eighties, there was an increase in higher altitudes, non bonited soils, shallow soils, steep soils and acid soils draining. In the same period, most of the drainage systems in the Protected Water Accumulation Area Šumava and the Protected Natural Area Šumava, and on unsuitable soils surrounding watercourses and little water wells, were set. In lower parts of the site, there was a significant rise in tile drained bottom lands in the eighties. The share of permanent grasslands on drained areas dropped from 66% in 1953 to 6.5% in 1989. Nowadays it is approaching the 1953 situation although in lower parts of the river-basin the share of arable land rests still higher than in 1953.

During the period studied, 32% of watercourses were subject to man-made modifications. About half of these were directly related to the tile drainage activities. From the mid-seventies, the previously mainly open form of principal leading channel was mostly replaced by its pipe (closed) form.

Key words : tile drainage, Blanice, Czech republic,

A. Úvod do problematiky

Odvodnění zemědělských půd je nejen výrobním intenzifikačním opatřením, ale i příčinou potenciálních kumulativních změn životního prostředí, počínající zásahem do vodního režimu krajiny. Ve většině evropských zemí, a stejně tak v České republice, došlo k jeho rozkvětu v druhé polovině 20. století. Významnou roli v rozvoji odvodnění hrál technický pokrok a v případě České republiky také politická situace. S její změnou po roce 1989 došlo i ke změnám nároků na zemědělskou produkci a převodu většiny pozemků a tím i drenážních systémů do soukromých rukou. Údržba těchto nákladných a v současnosti ne vždy využívaných státních zúrodňovacích investic je v rukou soukromých vlastníků

A. 1. Historie odvodnění

A. 1. 1. Situace ve světě

Počátky meliorací jsou spojeny s nejstaršími lidskými kulturami. První soustavné meliorační znalosti byly patrně získány v Egyptě, kde již před 5 tis. lety př.n.l. byly stavěny hráze a zavlažovány půdy v údolí Nilu (Sedlák et Sanetrník, 1985). Četné závlahy byly budovány i na počátku sumerské kultury v Mezopotámii, okolo roku 3300 př.n.l. (Hasík, 1974), podle Ritzema et al. (2006) 7000 př.n.l. Uměle zavlažovaná území byla také ve staré Arábii, Sýrii, Palestině, Persii, Turkménii. Podle Sedláka a Sanetrníka (1985) se v Indii dochovaly meliorační a závlahové stavby z doby 1000 let př.n.l., podle Ritzema et al. (2006) byly již okolo 2000 př.n.l. na dolním toku Indu používány drenážní trubky. Staří Číňané znali vodní kolo pro umělý zdvih závlahové vody, odvodňovali zamokřené půdy a chránili svahová pole terasováním před vodní erozí (Sedlák et Sanetrník, 1985) a používali bambusové trubky jako drény (Ritzema et al., 2006).

Předpokládá se, že výstavba zavodňovacích zařízení byla jedním z hlavních popudů ke vzniku písma a číslic a formování společnosti do prvních útvarů charakteru státu, protože jenom stát byl schopen svou organizací budovat velké závlahové systémy. Starověké kultury, kterým dostatek půdy umožňoval stěhování, meliorace nebudovaly. Mayové začali s budováním meliorací až v 1. pol. 9 stol.n.l. (Hasík, 1974). Výstavbou odvodnění vynikali Etruskové (od 9. do 1. stol. př. n.l.). Podle Plinia Staršího zahájili v 1. stol.n.l. Etruskové odvodnění bažin v údolí Tibery, kde byl později postaven Řím. Toto dílo nazvané Cloaca maxima se dochovalo až do současnosti a podle historických pramenů páchali Římané, nucení

Etrusky do stavebních prací, raději hromadné sebevraždy (Hasík, 1974). Řekové a Římané prováděli meliorační práce na základě poznatků z Fénicie, Sýrie a Egypta. (Sedlák, Sanetrník, 1985) Poprvé se o krytých odvodňovacích příkopech, naplněných z poloviny štěrkem, kameny nebo haťovím, zmiňuje v 1. stol. př.n.l. ve spisech „De re rustica“ římský agronom Columella (Risler, Wery, 1904). Palladius ve svém díle „De aquae ductibus“ popisuje použití navzájem propojených hliněných drénů (Flaure, 1903).

Odvodnění bylo využíváno za účelem zpřístupnění vojskům nebo boje proti komárům k vysušení vlhkých oblastí (Internet 1). Již okolo roku 1000 n.l. se začalo na nizozemském pobřeží s budováním ochranných hrází (Sedlák, 1985). Ve snaze získat úrodnou půdu ze dna jezer zde byla od 14.stol některá z nich těmito hrázemi oddělována od moře. Po zdokonalení čerpání vody větrnými mlýny Janem A. Leegwaterem bylo v letech 1609 – 1612 vysušeno první jezero (Hasík, 1974).

Ačkoliv bylo novodobé podzemní odvodnění použito okolo roku 1620 ve Francii, můžeme za zemi jeho intenzivního rozvoje označit Anglii (Zimmer, 2000, Robinson, 1990). V roce 1652 vydal Angličan Walter Bright dílo „O zlepšení půd“, ve kterém popisuje odvodnění bažin a močálů otevřenými drény. V průběhu 18t. století se tato metoda v Anglii rozšířila a udává se, že okolo roku 1795 zde začal vysušovat podzemními drény farmář Elkington, podle něhož byly pojmenovány typ drenážních trubek (Flaure, 1903). V roce 1808 začal vyrábět John Read první novodobé hliněné drény a v roce 1843 patentoval lis na jejich hromadnou výrobu

(Risler et Wery, 1903). Od roku 1890 byly na výkop používány parní stroje (Ritzema et al., 2006). V Anglii byla hojně používána i krtčí drenáž (Zimmer, 2000).

Díky dokumentaci o vládní podpoře existuje v Anglii unikátní evidence odvodňovacích staveb (Robinson, 1990).

Ve Francii se s výstavbou podzemního odvodnění podle anglického vzoru započalo okolo roku 1850 a v roce 1857 byly uzákoněny výhodné půjčky na podporu jeho budování (Risler et Wery, 1922).

V polovině 18. století bylo v Belgii již 20 továren na výrobu drénů a v Anglii bylo drenáží odvodněno 800 000 ha. Tou dobou byl již ve většině evropských zemí podporován vznik melioračních družstev a některé stavby byly dotovány státem.

Ve Spojených státech amerických byly první drény položeny okolo roku 1835 Skotem Johnem Johnsonem a o třináct let později bylo odvodněno i 356 ha Central Parku v New Yorku. S odvodňováním ve velkém měřítku se začalo na počátku 20. století, a to postupně na Středovýchodě, Středozápadě a později ve vlhkých oblastech Severu (Burgess, 1954). V 90.

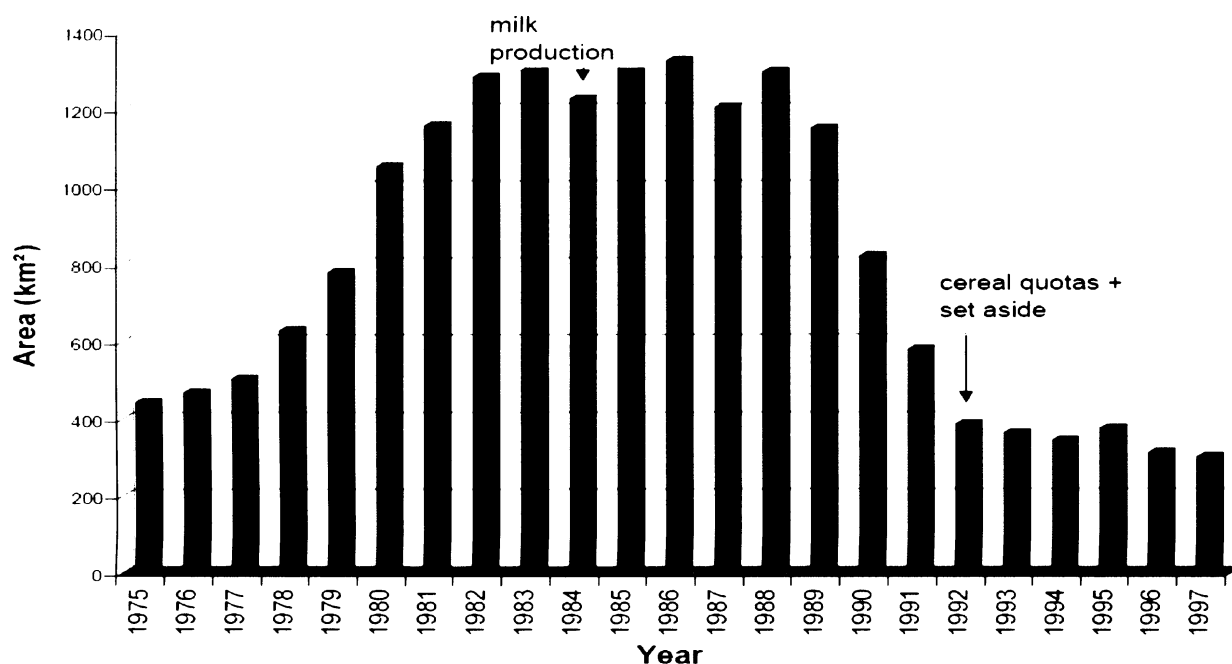
letech 19 století. umožnilo odvodnění osídlit do té doby řídké obydlené lesnaté a mokřadní části států delty Mississippi (Arkansas, Louisiana a Missouri). Tamtéž vznikaly v období první světové války rozsáhlé odvodňovací příkopové systémy, umožňující pěstování bavlny na úrodných nívních půdách (Bouldin et al, 2004). V roce 1940 byly v USA vynalezeny plastové drenážní trubky (Ritzema et al., 2006). Podle Burgesse (1954) by tedy bez odvodnění nebylo možné úspěšné osídlení některých oblastí, stavba dálnic a ani zemědělská produkce v některých nejvýnosnějších oblastech. K největšímu rozmachu odvodňování došlo však převážně v souvislosti s intenzifikací zemědělské výroby v druhé polovině dvacátého století (Smedema, 2000). V současnosti mají Spojené státy 190 milionů hektarů orné půdy, z nichž 12% (23 mil.ha) je zavlažováno. Drenáž za účelem závlah a odvodnění byla provedena na 25% (47 mil. ha) zemědělských půd. V roce 2000 bylo odhadnuto, že dalších 10 až 20 mil.ha půd trpí nadbytkem srážek a jsou tedy vhodnými k odvodnění (Smedema, 2000). K roku 1998 byla odvodněna více než polovina všech původních mokřadů Spojených států. Tato změna v krajině měla za následek úbytek zvěře a významné zhoršení kvality vody (Internet 3, Smedema, 2000).

Jednou z nejdrenovanějších zemí Evropy je Litva. V současnosti je zde za pomoci 159 tisíc km podzemních drénů odvodněno 87,2% zemědělské půdy (3,4 miliony ha). S budováním drenážních systémů se začalo okolo roku 1910. Většina půdy byla však odvodněna mezi lety 1956 až 1990. Po roce 1991 výstavba značně poklesla a finance byly uvolňovány pouze na sporadickou údržbu drenáží. Od roku 1990 je půda navracena vlastníkům a s ní po roce 2003 i odvodňovací zařízení. Rimidis et Dierickx (2003) očekávají vzrůstající problémy funkčnosti a údržby zařízení, jelikož na rozdíl od západní Evropy nemá vlastnictví drenážních systémů v Litvě tradici (Rimidis, Dierickx, 2003, 2004).

Situace je obdobná i v bývalém Východním Německu. Hirt et al. (2005) uvádí, že ačkoliv bylo odvodnění podzemní drenáží prováděno v již od 19. století, většina drenážních systémů byla zbudována v 70. letech 20. stol., a to v souvislosti s intenzifikací centrálně plánovaného zemědělství. Ve spolkové zemi Sasko bylo před rokem 1950 vybudováno jen 9% současného odvodnění. Po sjednocení Německa v roce 1990 byly drenážní aktivity zastaveny a mnoho materiálů dokumentujících odvodnění bylo zlikvidováno nebo ztraceno. Ve své studii v povodí Mulde byli proto nuceni tyto chybějící údaje extrapolovat (Hirt et al, 2005).

V ostatních západoevropských zemích probíhala intenzivní výstavba odvodnění převážně v 60. a 80. letech a následně došlo k významnému poklesu v letech 90. Prvním důvodem zastavení odvodňovacích prací bylo dosažení potravinové soběstačnosti až nadprodukce a druhým bylo zvýšení zájmu o životní prostředí. V roce 1990 bylo na území států „Evropské

Patnáctky“ vybudováno 19 milionů ha odvodnění, což činilo 30% z celkové světové odvodněné plochy (Zimmer, 2000). Podle Zimmera (2000), mělo odvodnění ve většině západoevropských zemí obdobný průběh jako ve Francii (Obr. 1), v severoevropských zemích začalo jen nepatrně dřív.

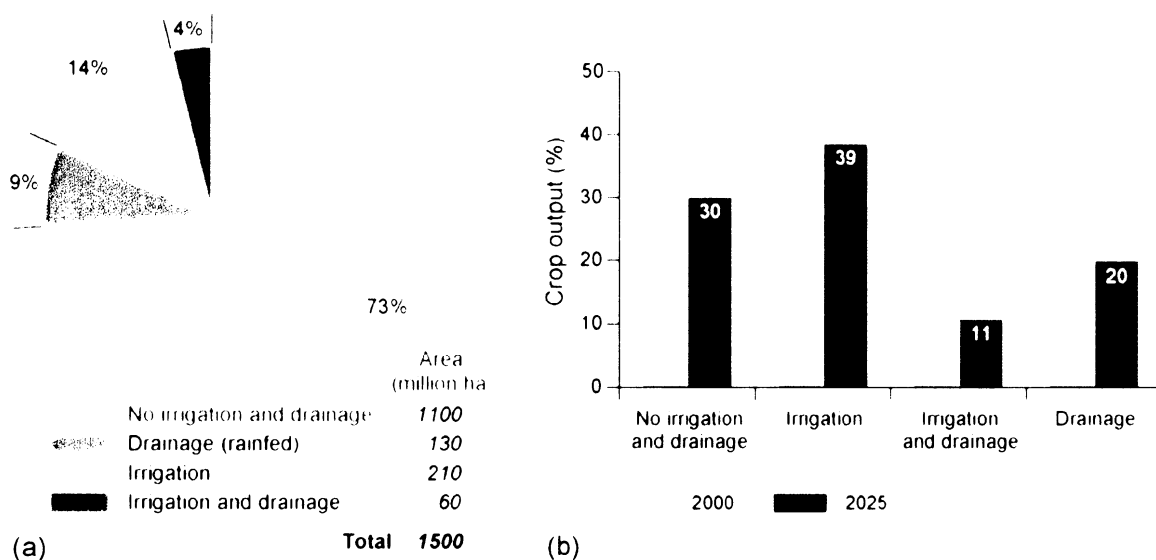


Obr. 1: Průběh odvodnění zemědělských půd ve Francii (Zimmer, 2000).

Hlavním účelem odvodnění v západní Evropě bylo: 1) zvýšení a sjednocení produkce a příjmů farmářů, 2) posílení zemědělského systému a rozšíření palety potenciálně pěstovatelných plodin, 3) rozvoj venkova a udržení ekonomických aktivit v okrajových oblastech. Zimmer (2000) však také podotýká, že odvodnění jako součást intenzifikačních opatření přispělo ke snížení počtu osob zaměstnaných v zemědělství na 3 - 5% aktivní populace. Na Obr. 1 je viditelný určitý nárůst odvodněných ploch po zavedení kvóty na mléčnou produkci v roce 1984. Ta patrně přiměla některé farmáře k odvodnění pastvin a jejich následné přeměně na ornou půdu, kde byly pěstovány plodiny pro výkrm skotu. Okolo roku 1992 byla kvůli nadprodukcí vydána kvóta na obilniny. Stát tak začal podporovat méně intenzivní zemědělství a tím se snížil i význam odvodnění a nárůst odvodněných ploch (Zimmer, 2000).

Většina států nemá nebo nevede záznamy o provedeném odvodnění. Celosvětová situace může být proto odhadnuta jen obtížně. Na základě jediné dostupné celosvětové databáze v roce 2000 slučující údaje ICID (International Commission on Irrigation and Drainage), FAO (Food and Agriculture Organisation) a World Bank se odhaduje, že nějakou formou

odvodnění je upraveno 10-15% světové orné půdy (Obr. 2 a). Z těchto velmi hrubých údajů se dá též shrnout, že v rozvinutých zemích je odvodněno 25 – 30% orné půdy a nedochází k dalšímu výraznému nárůstu. V rozvojových zemích je odvodněno 5 – 10 % orné půdy a k budování odvodnění stále dochází (Indonésie, Malajsie, Brazílie, Čína atd.) (Smedema et Ochs 1995 in Smedema, 2000). Odhaduje se, že je ve světě celkem odvodněno 130 mil.ha zamokřených a 60 mil.ha zavlažovaných půd, z nichž pochází z nich 24% celosvětové zemědělské produkce (Obr. 2 b). Odvodnění je nezbytné jako nástroj kontroly zasolování zavlažovaných půd, tedy k udržení světové produkce na její současné úrovni. Pouze 22% zavlažovaných půd je však současně odvodňováno. Ze 120 milionů ha zavlažovaných půd umístěných v aridních až semiaridních oblastech jich bylo v roce 2000 drenáží vybaveno jen asi 2%, z toho většina se nacházela v Pákistánu a Egyptě (Smedema, 2000, Ritzema et al., 2006). Podle Ritzema et al. (2006) by bylo v souvislosti se závlahami potřeba odvodnit dalších 300 milionů hektarů, a to zvláště v aridních a tropických zónách rozvojových zemí.



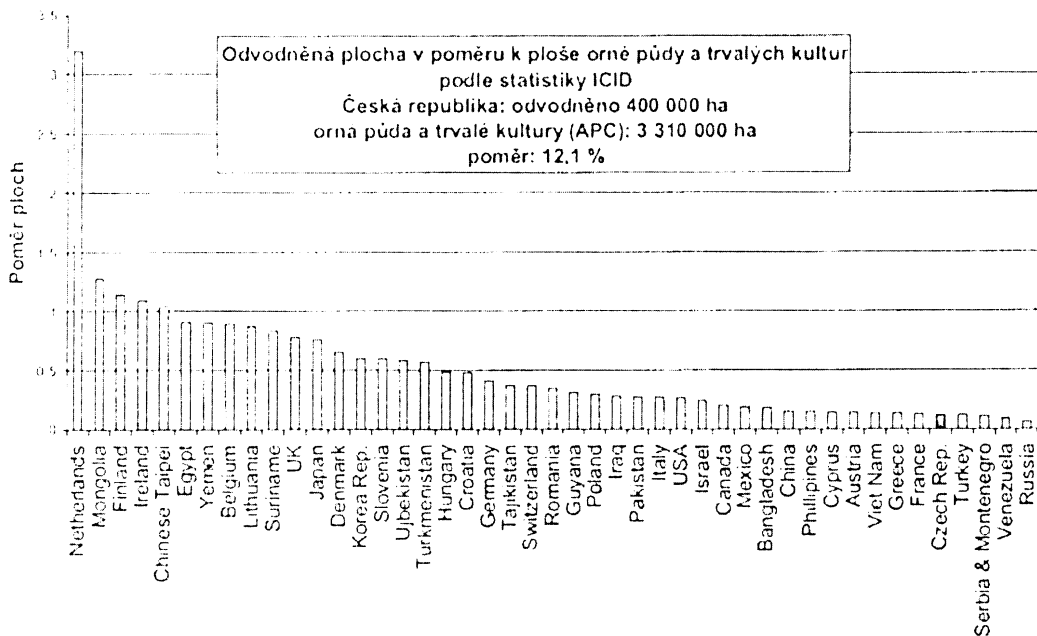
Obr 2: a) Zastoupení světových zemědělských ploch – bez odvodnění a závlah, odvodněných, zavlažovaných, se závlahami i drenáží b) Podíl zemědělských ploch na světovém výnosu – plochy bez závlah a odvodnění, se závlahami, se závlahami a drenáží, odvodněných v současnosti (2000) a v roce 2025 (ICID, 2003 in Ritzema et al., 2006).

Podle údajů ICID sestavil Doležal (2005) grafy (Obr. 3 a, b), vyjadřující zastoupení odvodněných ploch v různých státech. Za Českou republiku eviduje ICID pouze 400 000 ha odvodněných zemědělských půd, tedy méně než polovinu jejich skutečné rozlohy. Mezi vysoce odvodněné státy patří například Nizozemí, Finsko, Dánsko, Litva, Británie, Maďarsko

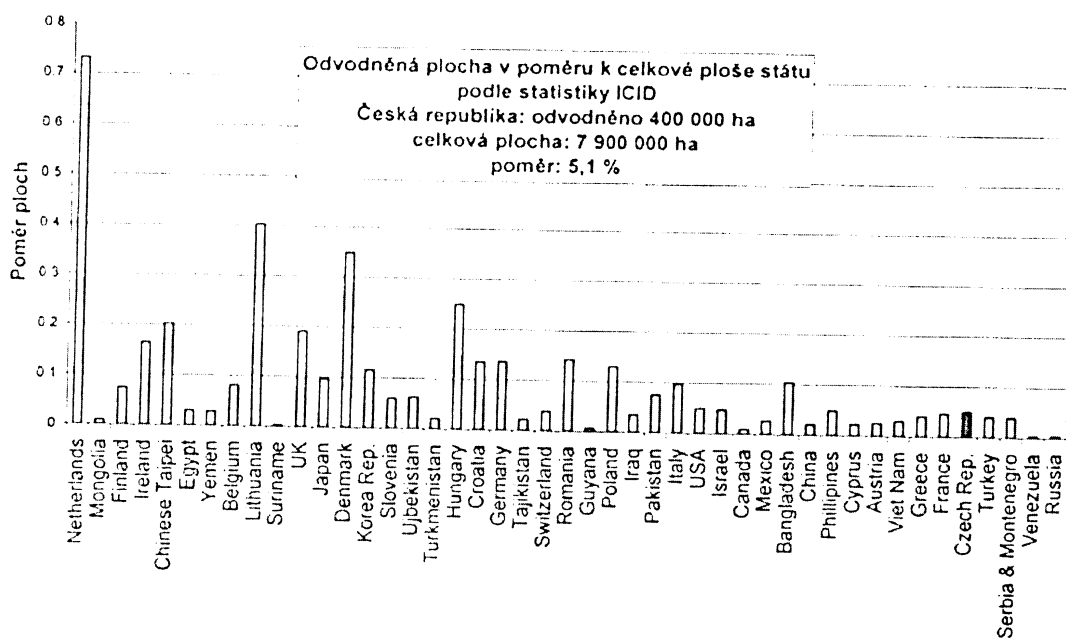
a dále země aridního klimatu jako jsou Egypt, Jemen, Irák, Pákistán atd., kde je drenáž součástí zavlažovacích zařízení.

Doležal (2005) tvrdí, že oproti východoevropským, nejsou v západoevropských zemích drenážní systémy nijak centrálně evidovány, není známá jejich přesná poloha a funkce.

a)



b)



Obr. 3: Odvodněná plocha v poměru k a) ploše orné půdy a trvalých kultur b) celkové ploše státu (Doležal, 2005, podle údajů ICID)

A. 1. 2. Situace v českých zemích do roku 1948

První historické záznamy o melioračních opatřeních na našem území pochází z 10.stol n.l., kdy bylo prováděno vysoušení bažin. Voda byla sváděna do nejnižších míst, kde byly vytvářeny rybníky. Ve 14. až 16. stol. dosáhlo rybníkářství značného rozkvětu. Především za účelem ochrany nižších poloh před povodněmi a obhospodařování zamokřené půdy nařídil Karel IV. stavům a měštům zakládat rybníky. Největším dílem, které započal Štěpánek z Netolic a dokončil Jakub Krčín z Jelčan, je kanál Zlatá Stoka. Rozsáhlé rybníční soustavy byly vybudovány na Třeboňsku, Českobudějovicku, Blatensku, Poděbradsku a Pardubicku. Zejména v 19.stol. byly mnohé rybníky zrušeny a přeměněny v pole a louky nebo se samovolně za vzniku druhotného mokřadu částečně zazemnily (Sedlák et Sanetrník, 1985). Ochrana před záplavami byla spojena s úpravami toků a výstavbou hrází. Zpočátku byly meliorovány převážně pozemky šlechtických statků, brzy však také zemědělské půdy (Hasík, 1974).

Z důvodu značné finanční nákladnosti meliorací se zemědělci začali sdružovat do tzv. vodních družstev, z nichž první vzniklo na území současného Slovenska v roce 1848. V roce 1863 byla vydána kniha Františka Václavíka „O rýhování čili nauka o kladení trativodů trubkových, s obšírným poučením, kterak se luka srovnávají a podhánějí“. Právní podklad pro provádění meliorací Rakousko-Uhersku byl vytvořen říšským vodním zákonem v roce 1869 (Sedlák et Sanetrník, 1985). Ve stejném roce vyšla i další kniha Františka Václavíka „Meliorace čili zlepšení pozemků pro umělé odvodňování a opatrování luk, rolí a lesů, s poukázáním na dřímající dosud v zemi kapitály, na důležitost lesů, nutnost brzké opravy zákona vodního, na drenážování vlhkých pozemků a na kanalizování Čech.“ První českou psanou knihou z oboru pedologie bylo v roce 1881 „Půdoznalství“ A. Červeného (Kutílek, 1978). V této době se začala na vysoce úživných nivních půdách pěstovat ve velké míře cukrová řepa. Kvůli její nízké toleranci zaplavení usilovali výrobně nejprogressivnější majitelé zemědělských pozemků o výstavbu odvodňovacích zařízení (Kutílek, 1978). Trvalé travní porosty byly odvodňovány zřídka a pokud, tak povrchově. Příkladem mohou být úzké příkopy a struhy na některých sklonitých až 1000 m.n.m. položených krkonošských loukách (Soukup, 2006).

Podpora melioračních prací ze státních a zemských prostředků byla upravena tzv. melioračním zákonem v r. 1884. Tyto zákony byly po vzniku samostatného státu v roce 1918 převzaty (Sedlák et Sanetrník 1985).

V němčině vyšla v roce 1901 kniha Josefa Kopeckého „Půdní průzkum za účelem drenážních prací“ (Bodenuntersuchung zum Zwecke der Drainagearbeiten), kde je popsán rozchod drenů vhodný pro různé půdní druhy a pěstované kultury. Věhlas rakousko-uherského drenážnictví byl zřejmě značný, neboť Kopecký je často zmiňován i ve francouzsky psaných dílech počátku 20. století (Riesler et Wery, 1903, 1922).

K velkému rozkvětu odvodňovacích prací došlo mezi lety 1900 až 1914 a poté ve 30. letech 20. stol.

Po stagnaci v průběhu druhé světové války nastává v 50. letech 20. stol. opětovný růst. Vývoj závlah byl na našem území pomalejší, svým rozsahem zůstaly až do 2. světové války daleko za odvodněním. Po roce 1948 přechod na kolektivizované socialistické velkovýrobní zemědělství vytvořil nové nazírání na význam meliorací a zařadil je mezi hlavní budovatelské úkoly tehdejší socialistické republiky (Sedlák et Sanetrník, 1985).

A. 1. 3. Situace v ČSR po roce 1948

První ucelený podklad odvodňovacích prací - *Státní vodohospodářský plán*, vypracovaný v letech 1948 až 1952, údajně jako první na světě, obsahoval zpracovaný návrh na obhospodařování a využití všech zdrojů vody pro „celospolečenské potřeby“, vytyčoval potřeby odvodnění, úprav toků, závlah, budování nádrží aj. (Sedlák et Sanetrník, 1985). Navrhoval potřebu melioračních úprav na 810 000 ha půd ohrožovaných zamokřením, z nichž již 510 000 ha bylo odvodněno před rokem 1939 (Jůva et al., 1984). Jůva et al. (1984) také uvádí, že „tyto zanedbané a válkou poškozené odvodňovací soustavy vyžadovaly značné rekonstrukce, nevyhovovaly potřebám socialisticky organizovaného zemědělství a nebyly řešeny v komplexním souboru celostátních vodohospodářských úkolů a potřeb.“ *Státní vodohospodářský plán* schválený v roce 1954 byl poté v oboru meliorací postupně upřesňován na podkladě směrnic pro další rozvoj zemědělské výroby stanovených XI. Sjezdem KSČ v roce 1958. Ty pro celou ČSSR navrhovaly odvodnit 903 000 ha půdy, upravit 16 700 km vodních toků, zahradit 1300 km bystrin a zlepšit kultivacemi vlastnosti 35 000 ha málo plodných rašelin. Odvodňování zamokřených půd nebo také úprava porušeného vodního režimu bylo definováno jako zásah, který svým účelem a vysoce prospěšnými účinky na zajištění a zvyšování hektarových výnosů pěstovaných plodin i příznivými vlivy na vodohospodářské poměry patří mezi nejvýznamnější intenzifikační opatření zemědělské

výroby. Revizí všech odvodňovacích soustav v roce 1960 bylo zjištěno, že odvodnění je ve vyhovujícím stavu jen na 287 000 ha (Jůva et al., 1987).

První *výhledový plán meliorací* pro období 1961 až 1975, schválený v roce 1959, byl vypracován za účasti Československé akademie zemědělských věd. V návaznosti na tento výhledový plán vypracovala v roce 1971 Státní meliorační správa *koncepti odvodňovacích prací v ČSSR do roku 1985*. V rámci výhledového plánu vznikl i dokument *Investice do půdy*, jež se stal oficiálním podkladem dlouhodobé koncepce meliorací. Na podkladě těchto dokumentů bylo odhadováno, že zamokření ohrožuje zemědělskou půdu ČSR na 1 323 000 ha. V rámci intenzifikace zemědělské výroby byla zahájena urychlená odvodňovací výstavba (Jůva et al., 1987). Hospodářsko-politická tendence vedla k vytváření větších obhospodařovaných celků a rozdílné vodní režimy scelených ploch byly řešeny melioracemi (Soukup, 2006). Zpočátku se přednostně odvodňovaly půdy v produkčních oblastech a na lokalitách, nevyžadujících ve větším rozsahu budování nákladných sítí odpadních zařízení (Jůva et al., 1987). Do 60. let se odvodňovalo převážně v řepářských oblastech (Kulhavý et al., 2005). Za účelem získání podkladů pro soustavné zvyšování půdní úrodnosti byl mezi lety 1961 až 1972 proveden Komplexní průzkum půd. Inventarizace a klasifikace luk a pastvin uskutečněná v letech 1966 až 1973 měla sloužit jako důležitý výrobně-ekonomický podklad poskytující objektivní údaje pro zvyšování úrodnosti luk a pastvin (Jůva et al., 1984). Od 70. let se začaly budovat velké a hydraulicky složité drenážní systémy. Pro období 1981 – 2000 bylo navrženo k odvodnění dalších 440 000 ha, a to zvláště podle Soukupa (2006) v méně úrodné Třeboňské pánvi a Holicku, a dále v oblasti Šumavy, Krušných hor, podhůří Jeseníků, Českomoravské vrchovině, Českém lese a Beskydách (Jůva et al. 1987). Tato výstavba byla spojena s rozsáhlým zorněním travních porostů a neplodných půd (Soukup, 2006). Asi 40% nově plánovaných odvodňovacích úprav mělo zasáhnout do chráněných oblastí přirozené akumulace vod. Jůva et al. (1987) doporučoval věnovat zvýšenou pozornost odvodnění v ochranných pásmech vodních zdrojů, kde je nutno volit úsporné způsoby odvodnění a vhodnou následnou agrotechniku včetně hnojení dusíkem.

V roce 1984, bylo podle Jůvy et al. (1987) v produkčně špatném stavu 300 000 ha pastvin a luk, čehož příčinou byl zejména neupravený vodní režim. Dále Jůva v roce 1987 uvedl, že plánovaná nová odvodnění se ve větší míře přesunují, za masivní finanční i politické pomoci státu (Kulhavý et al. 2005) do technicky obtížnějších a ekonomicky méně vhodných podhorských a horských oblastí, což činí jejich provádění investičně a technicky náročnějším. Předpokládal též zvýšení investičních nákladů z 20 000 Kčs na hektar na 25 000 a více. Díky vysoce efektivnímu zvýšení hrubých výnosů o 70 – 120% měla být návratnost 10 – 13 let



(Jůva et al. 1984). Podle Kulhavého et al. (2005) byly odvodněné trvalé travní porosty v horských a podhorských oblastech ihned přeměňovány na ornou půdu. Kvůli silným místním pramenným vývěřům, které nebylo často možné odstranit ani hlubokými pramennými jámkami a zářezy, se na polích tvořila mokrá místa, vynechávaná z hospodaření.

Předpokládalo se, že po odvodnění celkové plochy 1 398 000 ha k roku 2000 bude „chráněna“ před zamokřením všechna takto dříve „poškozovaná“ zemědělská půda. Plánována byla také rekonstrukce nevyhovujících odvodňovacích úprav na 170 000 ha (Jůva et al. 1987). Podle údajů ZVHS (Zemědělsko vodohospodářské správy, dříve SMS – Státní meliorační správy) byla mezi rokem 1971 až 1990 provedena jako neinvestiční zúrodnovací opatření rekultivace 748 240 ha pastvin a luk. Tato tabulka ZVHS neudává, jedná-li se o opakované rekultivace. Haken (1977) odhaduje zornění 25 – 30% rekultivovaných nebo meliorovaných luk a pastvin, ale v horských a bramborářských oblastech projekty předpokládaly převod 80 – 90 % odvodněných travních porostů na ornou půdu. Toto znamenalo i zornění svažitých a erozně ohrožených půd. Rozorávány zde byly často půdy mělké a kamenité se ztíženou a nákladnou zemědělskou výrobou.

Projektovými organizacemi odvodnění byly Agroplán, Agroprojekt a Agrostav. Finanční náklady vynaložené na odvodnění hradili jejich uživatelé, tedy zemědělské organizace, za přispění státu – Státního fondu pro zúrodnění půdy (Jůva et al. 1987). SMS působila jako investor meliorační výstavby a vedla její registr.

A. 1. 4. Situace v současné ČR po roce 1989

K roku 1991, kdy byla výstavba melioračních zařízení kvůli politickým změnám zastavena, bylo na území ČR odvodněno 1 079 433 ha, z toho 98% jako podzemní odvodnění systematickou drenáží (Soukup, 2001, ZVHS). Soukup (2006) také uvádí, že skutečná plocha realizovaného odvodnění může být větší, než uvádí ZVHS. Naopak, podle Šefrny (2004) může být skutečná odvodněná plocha menší, neboť některé drénované plochy ze 70. a 80. let překrývají starší odvodnění.

ZVHS, dříve Státní meliorační správa SMS, udává k 31. 12. 1993 pořizovací cenu hlavních melioračních zařízení odvodňovacích, svěřených do správy, jako 3 356 706 mil. Kč a zůstatkovou cenu jako 1 758 881 mil. Kč. Pořizovací cenu všech majetků svěřených do správy (vodní toky včetně průtočných nádrží, HMZ odvodňovací, HMZ závlahová, ostatní) jako 12 339 266 mil. Kč a zůstatkovou cenu jako 7 199 356 mil. Kč. K tomuto datu bylo

zbudováno 8 142,1 km odvodňovacích kanálů otevřených a 4 582,1 km trubních a pouze 273,1 km kanálů závlahových. Z celkové udávané délky vodních toků 33 233,3 km byla na 1 103,5 km provedena úprava trubní a na 12 539 km otevřená (41% vodních toků upraveno) (SMS, 1994).

Vlastníkem odvodňovacího detailu- plošné systematické drenáže je, jak bylo stanoveno v zákoně 92/1991 Sb, vlastník pozemku (Soukup, 2001). Situace, kdy vlastníci pozemků odmítli převzít do své péče odvodňované systémy, jsou výjimečné. Významnou skupinou jsou odvodňovací systémy na státní zemědělské půdě nebo na půdě obcí. Kulhavý et al. (2005) udává, že mnozí vlastníci ani nevědí, zda na svých pozemcích drenáž mají, tím méně mají představu o tom, kde přesně se drenážní potrubí a objekty nacházejí. Pokud noví vlastníci nepožádali ZVHS, nebyla jim stavební dokumentace většinou předána. Dokumentace byla v některých případech uložena také v zemědělských podnicích, okresních úřadech nebo jejich nástupnických vodoprávních úřadech. V řadě případů též neexistuje, je neúplná nebo projektové výkresy neodpovídají skutečnému provedení stavby. Dokumentace hydropedologických průzkumů, předcházejících odvodnění, je též v současnosti značně neúplná a roztroušená (Kulhavý et al. 2005).

ZVHS má v současnosti na starosti drobné vodní toky a údržbu HMZ - hlavních melioračních zařízení, které zůstávají nadále ve vlastnictví státu. Jsou jimi odpady, kanály a přirozené recipienty, čerpací stanice a jiné objekty. Vzhledem ke stáří staveb a objektů lze očekávat, že asi polovina jich potřebuje rekonstrukci (Soukup, 2001). V rámci Informačního systému veřejné správy – Voda, zpracovává ZVHS digitalizaci zákresů odvodňovacích soustav v měřítku 1: 10 000 a 1: 5 000. Jinak se ZVHS o odvodnění již více nezajímá a neposkytuje poradenství. V rámci národního strategického plánu rozvoje venkova (pro léta 2007 – 2013) je připravován program vodohospodářské meliorace pozemků, který bude zaměřen i na investiční záměry týkající se pořízení a obnovy hlavních a drobných odvodňovacích zařízení (Kulhavý et al. 2005). Povinný rozsah péče o odvodňovací stavby vymezuje vyhláška 225/2001 Sb.

A. 2. Co je odvodnění

A. 2. 1. Účel odvodnění

Podle ČSN 75 01 40, je odvodnění soubor opatření k odstranění nadbytku vody z půdy a jejího povrchu a k ochraně odvodňovaného území před zaplavením.

Podle Soukupa (2006) je cílem odvodnění odvedení přebytečné vody z povrchu půdy a z kořenové zóny půdního profilu, což je většinou spojeno s poklesem hladiny podzemní vody na požadovanou úroveň.

Spaling et Smit (1995) definují odvodnění jako sběr, transport a odstranění gravitační vody z půdy. Hlavním účelem odvodnění je eliminovat nebo zmenšit negativní účinky nadměrného zamokření půdy na plodiny agrotechnické operace.

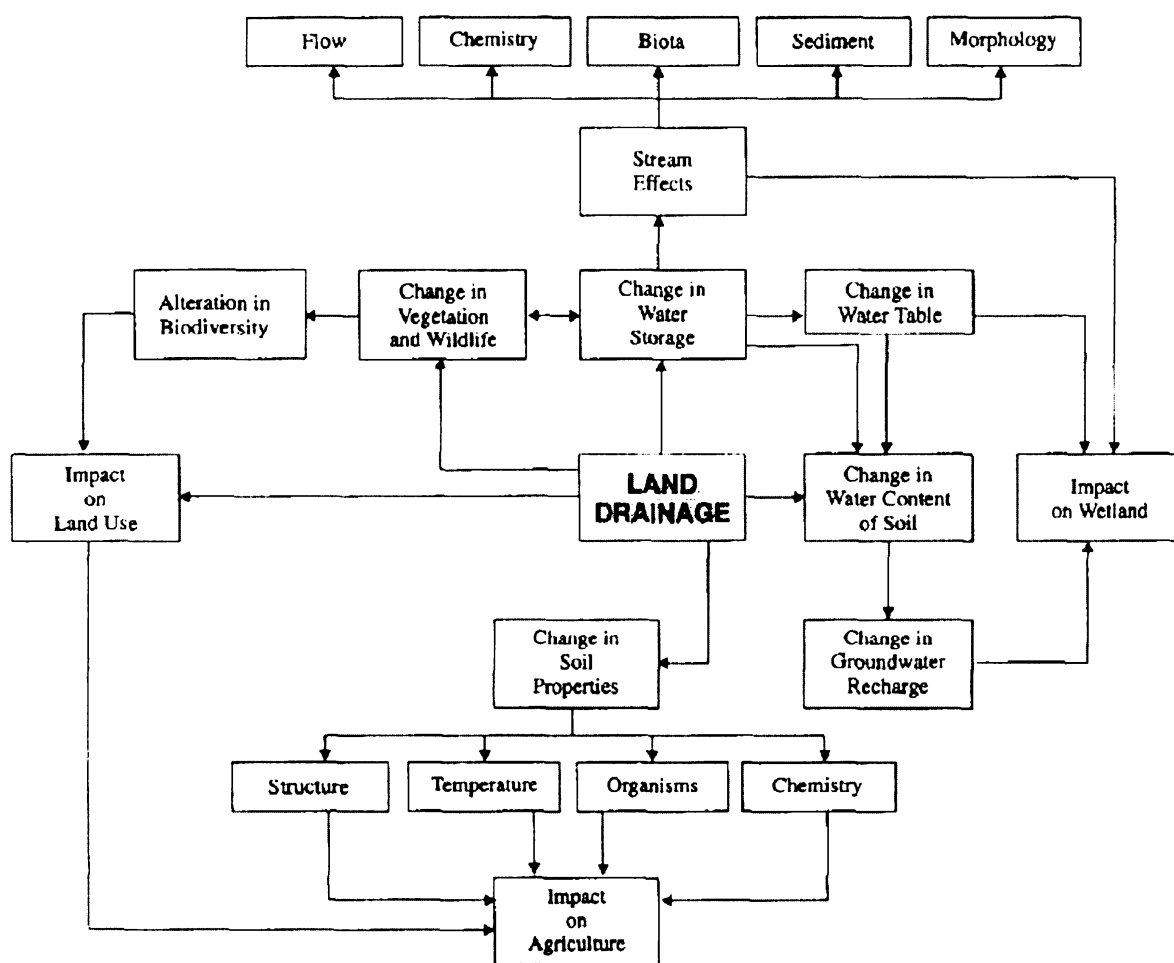
Podle Jůvy et al.(1987) bylo odvodňování, neboli úprava porušeného vodního režimu, definováno jako zásah, který svým účelem a vysoce prospěšnými účinky na zajištění a zvyšování hektarových výnosů pěstovaných plodin i příznivými vlivy na vodohospodářské poměry patří mezi nejvýznamnější intenzifikační opatření zemědělské výroby (Jůva et al., 1987). Účelem odvodnění je odvedení škodlivě působících vnitřních vod z odvodňovaného území, zachycení a zamezení přítoku nadbytečných vnějších povrchových, podzemních a podpovrchových vod. Míra škodlivosti a nadbytečnosti odváděných vod je přitom určována požadavky na využívání odvodňovaného území (Státní zemědělská správa, 1994). Ukazatelem potřeby odvodnění je podle Jůvy et al. (1967) porušený vodní režim půdy. „Půda takto poškozená trpí nadměrnou vlhkostí, vysokým stavem podzemní vody, popřípadě i povrchovým zaplavením, což vyvolává závažné poruchy v jejím fyzikálním, chemickém a biotickém stavu. Nadbytek vody půdu rozplavuje, vyluhuje nebo splachuje, zhoršuje přístup kyslíku, ochlazuje značným odpařováním vody, ztěžuje a znemožňuje obdělávání.“

Podle Robinsona (1990) jsou pozitivní účinky drenáže na zemědělskou produkci tyto:

- A) Lepší aerace kořenové zóny, která zlepšuje příjem živin rostlinou a podporuje tak její růst.
- B) Sušší půda se rychleji zahřívá a umožňuje tak dřívější začátek vegetační sezóny a urychlení zrání plodin a rozkladu organické hmoty bakteriemi.
- C) Rovnoměrnější růst plodin na poli.
- D) Rozšíření palety pěstovatelných plodin.

- E) Hlubší kořenový růst zvětšuje zónu, ze které může rostlina čerpat živiny, a snižuje náchylnost rostlin k ohrožení suchem v suchých letních měsících.
- F) Rostliny jsou zdravější a odolnější vůči onemocněním a škůdcům.
- G) K obdělávání půdy je potřeba méně mechanické síly.
- H) Vyšší nosná kapacita půdy prodlužuje období, kdy může být použita těžká mechanika a snižuje poškození půdy zhutněním.
- I) Snížení výskytu živočišných onemocnění spojených s vlhkými pastvinami.

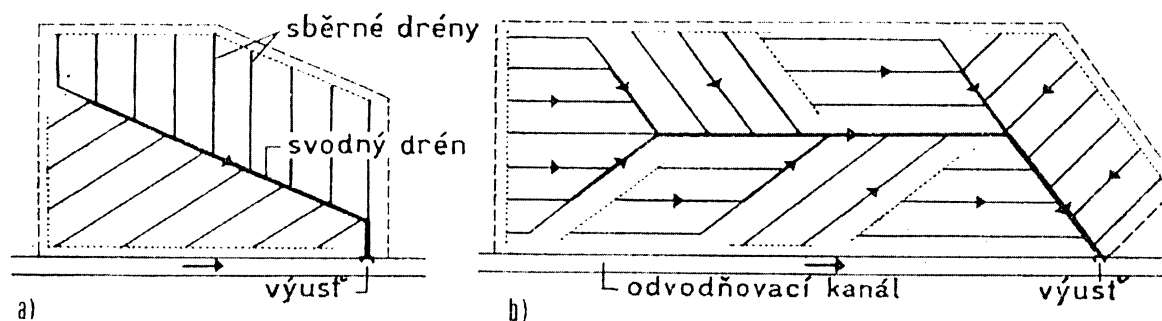
Podle Spalinga (1995) je drenáž také potenciální příčinou kumulativních environmentálních změn, jako například ovlivnění objemu a časování odtoku, morfologie toku, plochy a rozmístění mokřadů, snižování hladiny podzemní vody, změny půdních vlastností a zvyšování obsahu dusičnanů ve vodách. Vliv drenáže na některé složky životního prostředí je znázorněn na Obr. 4.



Obr. 4: Diagram vlivu odvodnění na některé složky životního prostředí (upraveno podle Found et al., 1974 in Spaling et Smit, 1995).

A. 2. 2. Technická stránka odvodnění

Odvodnění může být povrchové a podpovrchové. Povrchové odvodnění je zprostředkováno otevřeným odvodňovacím kanálem, vyústujícím do vodního toku. Podpovrchové odvodnění může být dvojího typu – krtčí nebo trubní drenáž. Krtčí drenáž není trubně zpevněna a pod povrchem vrtána strojem. V našich podmínkách nebyla téměř používána. (Jůva et al., 1987). Trubní drenáž bývá vedena v hloubce 0,8 až 1,5 m za pomoci hliněných, plastových, betonových nebo jiných trubek, které vzájemně propojeny tvoří drenážní systém. Hloubka a rozchod drénů byly určovány s tabulek v závislosti na půdních charakteristikách a požadavcích plodiny. Sběrné drény tvoří síť napojující se na drény svodné. Ty mají větší průměr, ústí do vodních toků a jsou na nich umístěny kontrolní šachtice (Obr. 5).



Obr. 5.: Uspořádání drenážního systému, a) drenážní skupina tvořená jedním souřadem, b) více souřady (Jůva, 1987).

Základem pro návrh drenáže v ČR byl specifický odtok, který požadoval snížení hladiny akumulované vody za tři dny. Hladina podzemní vody by však neměla klesnout pod 1,5m pod úroveň drenáže (Soukup, 2001).

Stuyt a Dierickx (2006) doporučují vyhnout se instalaci drénů za vlhkých podmínek, jelikož toto může vést k destrukci půdní struktury v okolí drénů a významně zvýšit riziko špatného fungování drénů z dlouhodobého hlediska. Konstrukce drenážního odvodnění je detailně popsána v mnoha dílech (Jůva, 1967, 1987, 1984, Burgess, 1954).

A. 2. 3 Vliv drenáže na pohyb a kvalitu vody

Velká část světové literatury publikované v současnosti na téma odvodnění je zaměřena na studium transportní funkce drenáží. Drenáž mění odtokový režim a mechanismus pohybu vody a kontaminantů půdním profilem (Spaling, 1994).

Odvodněné plochy jsou často v souvislosti s intenzifikací zemědělství hnojeny a ošetřovány herbicidy a insekticidy (Spaling, 1995). Jelikož drenáž zkracuje dobu, za kterou voda projde půdním profilem, odchází velká část těchto látek do povrchových vod (Tiemeyer et al. 2006). Po odvodnění dochází k poklesu pH půdy a zvýšené aeraci kořenné zóny. To může být příčinou rychlé mineralizace akumulovaných organických látek a tím zvýšené produkce NO_3^- – N (Spaling, 1995). V ČSSR byla tato mineralizace ještě urychlována melioračním vápněním a zejména v několika prvních letech po odvodnění tak docházelo k výraznému zvýšení vyplavování dusičnanů z půdy do drenážních vod (Ročenka SMS). Drenáž je tedy cestou pro únik dusičnanů z půdního profilu do recipientu. Koncentrace dusičnanů v drenážní vodě závisí na množství aplikovaných hnojiv, půdním typu a typu pěstované plodiny a na způsobu orby. Lexa a Kvítek (2004, 2003) uvádějí, že nejvyšší koncentrace nitrátu v drobných tocích Českomoravské vrchoviny měly toky s vysokým podílem orné půdy a drénovaných ploch v povodí. Podle Spalinga (1995) je obsah dusičnanů ve vodě odtékající povrchovým a podpovrchovým odtokem z drénovaného pole vyšší než z pole nedrénovaného. Tiemeyer et al. (2006) prokázal na menším povodí (16 km²), že koncentrace NO_3^- – N vzrůstá se vzrůstajícím odtokem, zatímco koncentrace sulfidů – SO_4^{2-} a Mg^{2+} a o něco méně K^+ se snižovaly. Podle Behrendta a Bachora (in Tiemeyer et al, 2006), pocházelo ročně 47% dusíkových a 12% fosforových emisí ze spolkové země Mecklenburg – Vorpommern do Baltského moře z drenážních vod.

Podle Doležala a Kvítka (2004) snižuje odvodnění a orba v tzv. tranzitních zónách, kde podzemní voda exfiltruje, možnost denitrifikace středního a základního odtoku. Retardace odtoku drenážní vody by napomohla její denitrifikaci. Je též nezbytné vytipování zranitelných oblastí a oblastí s vysokou infiltrací.

Příčinou znečištění povrchových vod bylo v minulosti také nadměrné hnojení a urychlení odnosu živin drenáží a také intenzivní živočišná výroba. V některých JZD bylo odstraňování vyprodukovaných odpadních vod a močůvky řešeno jejich vypouštěním do drenážních soustav, navazujících na vodní toky. Drény byly také často obkládány větvemi původní vegetace, což způsobovalo uvolňování fenolů do vody (Kutílek, ústní sdělení). V posledních letech došlo k výraznému poklesu znečištění dusíkem (Soukup, 2006).

Pozornost je v současnosti věnována možnostem denitrifikace drenážních vod, jako je umístění denitrifikačních filtrů nad výstí drenáží a činnost chemoorganotrofních bakterií.

A. 2. 4. Vliv odvodnění na krajinu

Odvodnění ovlivňuje pohyb vody v krajině přímo i nepřímo. Podle Spalinga (1995) je nepřímým kumulativním efektem odvodnění změna využití území. Jako příklad z Kanady uvádí přechod na intenzifikované monokultury kukuřice, ke kterým dochází po odvodnění. Změny mokřadních společenstev se mohou akumulovat v čase a vyústit ve změnu ekologických funkcí na úrovni krajiny. Fragmentace krajiny a ztráta mokřadů má souvislost s hustotou vybudované drenáže. Toto narušení může způsobit pokles hladiny podzemní vody, retenční kapacity, narušení habitatů a biodiverzity (Spaling, 1995).

Během budování drenáží byla v bývalé ČSSR odstraňována do vzdálenosti 10m od odvodňovacího zařízení stromová a křovinná vegetace. Důvodem bylo zamezení vrůstání kořenů do drenážního potrubí, jelikož to by mohlo narušit jeho funkci. Při úpravě toků byly likvidovány břehové porosty (Šamánková, 1999). Odstranění stromových porostů a odvodnění větších ploch však zapříčiňuje ztrátu vody z krajiny. Pozemky převedené po odvodnění na ornou půdu jsou poté většinu roku bez vegetace nebo jsou pokryty porostem zralým a netranspirujícím. Výpar a srážky zadržené povrchem vegetace trvalých travních porostů jsou až 2krát vyšší než u orné půdy (Tab. 1). Odvodněním, zorněním a ztrátou stromů tak dochází ke snížení evapotranspirace a tím zvýšené přeměně solární energie na teplo ohřívající půdu. Výsledkem může být změna mezoklimatu a zvýšení teplotních rozdílů mezi regiony. Tyto rozdíly mohou dále přispívat ke změně rozdělení srážek a zvýšení rychlosti větru (Pokorný, 2002).

Odvodňovány byly často již pramenné vývěry. Jejich napojením na drenážní systém v hloubce 1 metru pod úrovní terénu je voda poměrně rychle odváděna do vodních toků (Soukup, 2001). Touto akcelerací odtoku docházelo k vysušování ekologicky cenných stanovišť a tím i heterogenity krajiny (Soukup, 2006).

Tab. 1: Výpar, srážky zadržené vegetačním krytem a poměr celkového výparu a srážek na plochách s různým využitím (HPV – hladina podzemní vody) (podle Fr. Kulhavého, 1980)

Srážky zadržené vegetačním krytem	mm
OP, obilniny	8
TTP	15- 20
Strniště	10
Vinohrad	12
Les	25

Poměr celkového výparu a srážek	(%)
Holý půdní povrch	30
Obilné pole	40
Okopaniny	45
TTP	65
Listnatý les	65
Smrkový les	70

Výpar	mm/rok
TTP s mělkou HPV	721
Volná hladina	477
Půda s mladou borovicí	469
Půda s kultur. rostlinami	371
TTP s hlubokou HPV	368
Kyprá holá OP	218

A. 2. 5. Ovlivnění retenční schopnosti

Drenáž mění nejen odtokové cesty vody, ale i množství vody, které jimi odeče. To, jak drenáž ovlivňuje odtok, závisí na její ploše a umístění v povodí. Aby se projevily signifikantní změny v odtoku, musí být odvodněna dostatečně velká část povodí. Čím více se zvyšuje zastoupení drénovaných ploch v povodí, tím více se díky zvýšenému podílu infiltrace snižuje vrcholový odtok (Spaling et Smit, 1995). Spaling (1995) prokázal, že drenáž mění časování a množství odtoku na úrovni pole. Změna na úrovni povodí však prokazatelná nebyla.

Podle Podhrázké (2002, 2004) ovlivňuje způsob hospodaření do značné míry jejich retenční kapacitu, a to zvláště na úrovni malých povodí.

Rozsáhle zornění, ke kterému docházelo v souvislosti s odvodněním, nebo odlesnění má za následek rozkolísanost odtokových poměrů a destabilizaci ekosystémů

Podle Maxové a Soukupa (2004) vytváří drenáží o 0,2 až 0,3 m snížená hladina podzemní vody volný retenční prostor. Ten může za extrémních srážkových situací snižovat riziko vzniku vysokého odtoku, jelikož hluboká hladina podzemní vody a sušší půda zvětšují infiltraci dešťové vody do půdního profilu a redukuje povrchový odtok (Spaling, 1995).

Bengston et al. (1988, in Spaling, 1995) sledovali drenážní a povrchový odtok z drénovaných a povrchový odtok z nedrénovaných polí v Louisianě. Povrchový a drenážní odtok z drénovaných polí byl o 35% vyšší, než z nedrénovaných. Povrchový odtok byl však díky drenáži redukován o 34%. Podle Schwab et Thiel (1963 in Spaling) byl povrchový odtok snížen drenáží o 40%. Podle Robinsona (1990) mohou větší odvodňovací systémy zvětšovat kulminační průtoky povodní s krátkou dobou opakování a menší extremitou průtoků. Za povodní menší extremitu a častějšího výskytu může být, podle Doležala et al. (2004), odtok z malých povodí zvýšen v důsledku drenáže o 3 - 19%. Autoři též uvádí, že tento odtok je tvořen odtokem autochtonním – ze samotné drénované plochy a odtokem alochtonním – stahovaným drénovanou plochou z okolních ploch a tento fakt zahrnují do výpočtů pomocí modelu DRAINMOD. Podle Kutílka však k tzv. stahování vody z okolních ploch nemůže docházet (Kutílek, ústní sdělení).

Také intenzivní metody hospodaření nastupující po odvodnění, jako je použití těžké mechanizace, mohou negativně ovlivnit půdní strukturu a porozitu, stejně jako hydraulickou konduktivitu a retenční křivky (Ndiaye et al. 2006). Kompaktace způsobená těžkou mechanizací a tím snížená infiltrační schopnost půdního profilu tak byla v minulosti jednak důvodem pro odvodnění půdy, jednak jeho důsledkem.

A. 2. 6. Životnost, funkčnost a rekonstrukce drenáží

Podle Soukupa et al. (2006) je předpokládaná životnost drenážních systémů 40 let, ale mnohé systémy jsou funkční i 60 až 100 let. Kutílek (ústní sdělení) předpokládá, že životnost narychlo budovaného odvodnění 80. let 20. stol. je nižší než 40 let. Podle Rimidis et Dierickx (2003) nezávisí funkčnost drenážního systému na jeho věku, ale spíše na přírodních faktorech, podmínkách instalace a lidském postoji vůči odvodnění. Starší systémy mohou správně fungovat i 20 let po zbudování, ačkoli nověji zbudované mohou fungovat špatně nedlouho po zprovoznění, a to kvůli nevhodné instalaci, nevhodným podmínkám instalace nebo nevhodným materiálům (Rimidis, Dierickx, 2003).

K odhadnutí funkčnosti systému stačí ve většině případů vizuální kontrola, případně jednoduchá sledování hladiny podzemní vody nebo drenážního odtoku (Rimidis, Dierickx, 2003).

Změny v agrární politice, které nastaly po roce 1989, ovlivnily vlastnictví a využití pozemků a tím i význam a funkci drenáží. Podle Kulhavého (2005) byly v posledních letech drenážní systémy zanedbávány a pokud by tento trend pokračoval, může v některých regionech dojít k negativnímu ovlivnění úrodnosti půd a ekologické stability (Kulhavý et Kulhavý, 2000). Parametry a funkčnost některých odvodňovacích systémů neodpovídají současným potřebám. Příkladem může být trvalý travní porost s drenážním systémem dimenzovaným na odvodnění orné půdy, TTP mají vyšší vláhové požadavky než orná půda. Další změnu může podle Soukupa (2001) představovat i nárůst výkonnosti a vláhové potřeby nových odrůd. Uvažuje se tedy, co s drenážemi.

Bylo by vhodné upravit funkci existujících drenáží tak, aby vláhový režim nebyl ovlivňován pouze jednostranně, ale optimalizován s ohledem na vegetační fázi vývoje plodin (Soukup, 2006). VÚMOP pracuje na vývoji systému podzemní retardace odtoku - PRO, který řeší regulační drenáž. Účinnost retardace spočívá ve zpoždění a snižování drenážního odtoku pomocí retardačních prvků, které mohou být umístěny například v průběhu rekonstrukce systému (Soukup et al. 2001). Tu je též vhodné spojit s revitalizací většinou příliš zahloubených odvodňovacích kanálů a drobných vodních toků a vyústit svodné drény na povrch nebo do mělkých příkopů na vstupu do nivy. V kombinaci s revitalizačními opatřeními je navrhováno i biologické odvodnění, jako výsadba stromů s vysokou evapotranspirací a hlubokým kořenovým systémem (topol, vrba, bříza, olše). Za vhodné je také považováno obnovení funkce některých otevřených drenážních příkopů, jejichž zahrazení, například v jarních měsících, může být odtok regulován snáze než u podzemních

drénů. Kromě toho mohou sloužit jako biokoridory a snižovat intenzitu vodní a větrné eroze (Kulhavý et Kulhavý, 2000). Situační a výškové řešení návrhů podzemních odvodňovacích systémů však často neumožňuje jednoduchou technickou rekonstrukci a rozšíření o retardační funkci (Soukup, 2001).

Absence údržby odvodnění nemusí znamenat postupný návrat k původnímu stavu, nýbrž může mít za následek devastaci dalších pozemků, což platí zejména u složitých systémů v horských a podhorských oblastech (Kulhavý et al., 2005). Funkci drenážních systémů je možné odborně omezit nebo zcela eliminovat. Podle Kulhavého et al. (2005) by měly být vyřazovány z provozu zejména drenážní systémy v úzkých údolních nivách drobných toků. Samotné vyřazení 1 ha z funkce však může přijít až na 55 tisíc korun (Syrůvka et al., 2002 In Kulhavý et al., 2005). Má-li být drénovaný pozemek nadále využíván, doporučuje Soukup (2006) vyřadit v první fázi jen liché nebo sudé sběrné drény. U pozemků vyňatých ze zemědělského půdního fondu lze funkci stavby eliminovat úplně. Do sběrných drénů je možno ve vzdálenosti 15 až 25 m (podle druhu půdy) vložit přepážky. Ty jsou dvojího druhu: záslepky – k úplnému uzavření nebo clony – ke zúžení průtočného profilu (Soukup, 2006).

V případě odvodněných pramenných vývěrů navrhuje VÚMOP jejich úpravu hradítky nebo vložením retardačního prvku, zatravněním a doplněním vhodnou vegetací.

Úpravy drenážních systémů lze dále řešit v rámci programů Revitalizace říčních sítí, Obnovy venkova, Komplexních pozemkových úprav atd. (Soukup, 2006). Povinný rozsah péče udává majitelům odvodňovacích staveb vyhláška 225/2001 Sb. Podle Kulhavého et al. (2005) však není v praxi dodržována a je uvažováno o jejím začlenění do podmínek pro získání dotací.

A. 3. Změny ve využití půdy a krajiny v České republice po roce 1948

Změny využití krajiny a vlastnictví půdy jsou silně ovlivněny politickým a sociálním vývojem.

V letech 1945 – 1947 byly zvláště z pohraničních a hornatých oblastí České republiky odsunuty 3 miliony Sudetských Němců, což Bičík et al.(2001) označuje za nejpodstatnější faktor strukturálních změn ve využití půdního fondu nejen v pohraničí, ale v podstatě na všech plochách České republiky. Navzdory politickým snahám o dosídlení, velikost populace těchto území již nikdy nedosáhla předválečné úrovně. Mezi lety 1948 – 1989 měla na využití

krajiny zásadní vliv politická rozhodnutí. Toto poválečné období bylo také obdobím nejnápadnějších změn využití krajiny. Po roce 1948 byly pozemky nad 50 ha zestátněny (Bičík et al., 2001) a byl tak přerušen dlouhodobý vztah zemědělců k jejich půdě (Sklenička, 2006). Podle Bičíka et al (2001) měla právě kolektivizace nejdůležitější vliv na strukturu využití krajiny. Zrušení vlastnictví půdy mělo negativní vliv na ekologické a estetické parametry a destabilizaci krajiny. Zvláště v 50. a 60. letech docházelo za účelem zlepšení přístupnosti mechanizace k intenzivnímu rozorávání mezí, příkopů, odstraňování větrolamů a k likvidaci podobných krajinných prvků a biotopů, které mají nezanedbatelnou vzhledem ke krajinné konektivě, dynamice a estetice (Sklenička, 2006, Lipský, 1995). Podle Kvítka (ústní sdělení) bylo dalším účelem likvidace krajinných prvků také znemožnění lokalizace vyvlastněných pozemků a tím zpretrhání vlastnických vazeb. Převážně v úrodných oblastech docházelo ke scelování orné půdy a pastvin do lánů až 150 ha velkých (Bičík, Jeleček, 2005). Rozdíly ve vodním režimu takto spojených pozemků byly kompenzovány odvodněním (Soukup, 2006), které bylo také podmínkou pro zornění luk a pastvin. Změny ve využití půdy a v organizaci půdního fondu narušily odtokové poměry a tím zvýšily vodní erozi (SMS, 1994). V jednom průměrném katastrálním území bylo podle Lipského (1995) pokáceno 350 až 400 dospělých stromů a bylo odstraněno 2,5 – 3,5 ha křovin. Docházelo tak k monofunkčnímu zjednodušení krajinné struktury a značné redukci krajinné diverzity a stability (Lipský, 1995). Odstranění stromových porostů a odvodnění větších ploch zapříčiňuje ztrátu vody z krajiny a tím změnu toků energií a změnu mezoklimatu (Pokorný, 2002).

Následkem zhuťování půd těžkou mechanizací, chemizací, dlouhodobým pěstováním obilnin a kukuřice a v neposlední řadě odvodněním, došlo ke změnám pedologických charakteristik orných půd (Bičík et al., 2001). Prokazatelný je vliv socialistického zemědělství na desetinasobné zvýšení půdní eroze a odnos částic do řek a nádrží. Na půdní částice jsou pevně vázány některé pesticidy a živiny, jejichž odnos tak přispívá ke znečištění povrchových vod (Van Rompaey et al. 2005, Lipský, 1995).

Ke konci 80. let bylo 61,5% zemědělské půdy obhospodařováno JZD a 33,4% Státními statky hospodařícími v pohraniční v blízkosti „Železné opony“. Pouze 4% zemědělské a z toho jen 1% orné půdy byly v rukou soukromých zemědělců (Bičík et al., 2001). Všechna JZD a StS byla podle přírodních podmínek a úrodnosti půd katastru, v němž hospodařila rozdělena do 42 produkčně – ekonomických kategorií, přičemž číslo 1 znamenalo nejlepší podmínky hospodaření. JZD v příhodných podmínkách (kategorie 1 – 18) platila daň ze zemědělské půdy, která byla státem převedena do JZD a StS kategorií 19 – 42 jako bonusy.

Tento systém diferenciálních příplatků napomáhal udržení orné půdy a pěstování obilnin v horských a podhorských oblastech, kde by takovéto hospodaření nebylo za podmínek tržní ekonomiky možné (Bičík et al., 2001). Původní extenzivní živočišná produkce založená na pasení byla převedena na intenzivní stájovou výrobu, která vyžadovala zornění půdy a pěstování krmiva (Bičík et al., 2001).

Podle údajů z databáze LUCC poklesla mezi lety 1945 – 1990 rozloha orné půdy ČR o 701 802 ha, trvalých travních porostů o 192 683 ha a rozloha všech zemědělských ploch o 808 364 ha. O 86 119 ha vzrostla naopak rozloha trvalých kultur. Dá se předpokládat, že největší úbytky zemědělského půdního fondu byly zaznamenány v katastrálních územích s nejnižší úřední cenou ZPF (Kabrda et al., 2006). „Jiné“ plochy naopak vzrostly o 142% (570,000ha), a to díky výstavbě dopravních komunikací, průmyslových a hutnických závodů, areálů zemědělské výroby, povrchové těžbě a městské zástavbě (Bičík et al., 2001). Kvůli výše jmenovanému záboru půdy zvláště pro výstavbu chemiček a elektráren podél řek (v letech 1948 – 1990), poklesla plocha zemědělské půdy v úrodných nížinách o 15% (Mareš et Štych, 2005). Ztráta výnosných půd v nížinách byla v 70. až 80. letech kompenzována hledáním rezerv pro rozšíření orné půdy v horských a podhorských oblastech (Němec, ústní sdělení). Došlo i k poklesu ZP v horských a podhorských oblastech, a to z 30%, které představovala v roce 1945 z celkové ZP na 10% v roce 2000 (Mareš et Štych, 2005). Tato ztráta byla zapříčiněna opuštěním zemědělských půd a jejich následném samovolném zatravnění a zalesnění po již zmiňovaném odsunu Sudetských Němců, kteří hospodařili v méně příhodných podmínkách. Jejich půda byla konfiskována státem.

Změna politického systému po roce 1990 vyústila v tzv. transformaci zemědělství, při které došlo zejména ke změně vlastnictví – restitucím a privatizacím půdy a výrobních prostředků (Bičík, Jančák, 2005). V roce 2001 obhospodařovalo 728 transformovaných JZD 28,2% zemědělské půdy a farmy s jiným druhem vlastnictví hospodařily na 44% zemědělské půdy (Bičík et al., 2001). Od poloviny 90. let je ministerstvy životního prostředí a místního rozvoje dotována údržba polních a lesních cest, drnového fondu, zatravnění a zalesňování atd. (Bičík et Jeleček, 2005). Díky těmto opatřením vzrostla plocha trvalých travních porostů mezi lety 1990 až 2000 o 13% ve vrchovinách, o 33% v horských oblastech jen o 1,5% v nížinách (Mareš et Štych, 2005). Došlo k zatravnění svažitých a neúrodných pozemků, návratu úhorů, samovolnému zarůstání orné půdy z počátku travinami, později náletem keřů a dřevin. Tyto změny jsou však statistikou evidovány pouze částečně. Převod orné půdy na TTP je možné hlásit až po 4 letech (Bičík, Jančák, 2005). Rozdíl v rozloze ZP udávané Českým úřadem zeměměřičským a katastrálním, který eviduje využití ploch podle vlastníků, a LPIS -

registrem uživatelů půdy, byl k 31.12.2005 600 tis. ha (ČÚZAK – 4 259 480 ha ZP, 3 472 492 OP; LPIS – 3 513 648 ha ZP, 2 586 384 ha OP). Do LFA (Less Favourable Areas) bylo zařazeno 890 000 ha ZP. V těchto oblastech s nízkou výnosností je zemědělství zatravnění dotováno za účelem udržení jejich osídlení a udržení typické střeoevropské zemědělské krajiny (Horizontální plán rozvoje venkova ČR 2004 - 2006). Méně plodná orná půda je tedy postupně převáděna na trvalé travní porosty nebo lesy. V současnosti jsou scelené plochy rozdělovány zpět do menších jednotek. Podle Van Rompaeye et al. (2006) poklesla po roce 1990 v některých případech sedimentace v retenčních nádržích zemědělsky využívaných povodí až o 75%. Zdá se, že změna prostorového uspořádání krajinného pokryvu hraje větší roli než samotné procento změny (Van Rompaey et al., 2006).

Konkurence ostatních států Evropské unie a Severní Ameriky může vést k méně intenzivnímu využití úrodných půd a převodu méně úrodných půd na trvalé travní porosty (Bičík et al., 2001). V současnosti jsou na území ČR řešeny pozemkové úpravy, tedy úpravy za účelem ekologické stabilizace krajiny a navrácení pozemků. Problémem jsou nevhodné velikosti parcel a jejich špatná přístupnost způsobená odstraněním polních cest při scelování pozemků (Sklenička, 2006). Do budoucna se očekává další 10 % pokles rozlohy zemědělské a orné půdy. Předpokládá se, že dojde k nárůstu TTP a rozvoji ekologicky příznivého zemědělství (Bičík, Jančák. 2005).

A. 4. Cíle diplomové práce

Tato diplomová práce se snaží o analýzu průběhu odvodnění a jeho vlivů na využití půdy v České republice a na vybraném modelovém území – horní a části středního povodí jihočeské Blanice.

Česká republika

Na úrovni okresů České republiky jsme si položili následující otázky:

Jak postupovaly odvodňovací práce v čase a prostoru?

Byla jejich intenzita časově a prostorově rovnoměrná?

Které okresy byly odvodňovány nejdříve, které později a jaké jsou jejich charakteristiky?

Které okresy byly odvodněny nejvíce, které nejméně a jaké jsou jejich charakteristiky?

Tedy - jaká je souvislost průběhu výstavby odvodnění a přírodních charakteristik okresů jako:

- Příslušnost ke klimatickému regionu
- Sklonitost terénu
- Půdní charakteristiky (typy půd)
- Využití půd

Modelové území Blanice

V rámci modelového území jsme se pokusili najít odpověď na tyto otázky:

Jak a s jakou intenzitou postupovaly odvodňovací práce v čase a prostoru?

Byly nejdříve odvodňovány plochy v nižší nadmořské výšce a s nižší sklonitostí?

Jaké bylo využití ploch před odvodněním a jak se v průběhu času měnilo?

Změnilo se využití luk a pastvin po jejich odvodnění?

Jaké jsou charakteristiky odvodněných ploch?

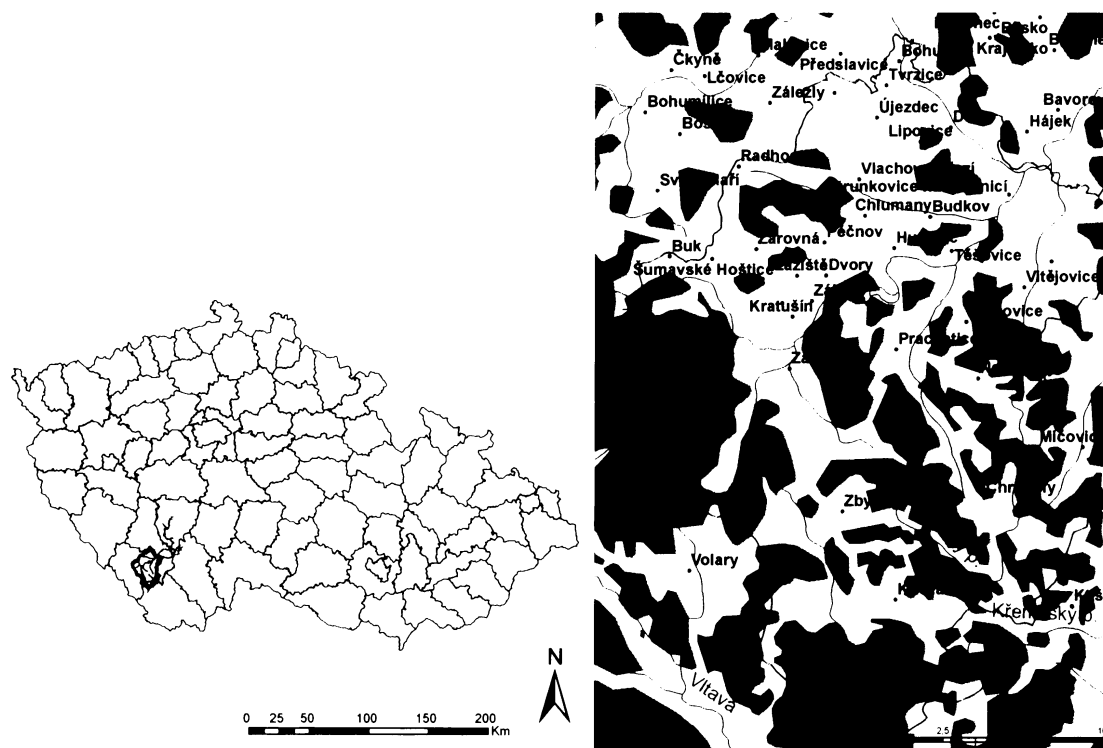
Tedy – jaká je souvislost průběhu odvodnění a charakteristik odvodněných ploch jako:

- Nadmořská výška
- Sklonitost
- Půdní charakteristiky (typy půd, hydrologické skupiny půd, infiltrační kapacita půd)
- Využití půd

A. 5. Modelové území – Blanice

A. 5.1. Vymezení a charakteristika modelového území

Modelové území bylo vybráno za účelem sledování průběhu odvodnění a jím způsobených změn ve využití pramenných oblastí vyšších nadmořských výšek. Vybrané modelové území leží na horním a středním toku Blanice a na severu je vymezeno hranicí působnosti bývalého okresu Prachatice, do nějž také náleží. Vymezení území okresem Prachatice bylo dáno strukturou a dostupností dat v době zpracování.



Obr. 6: a) Modelové území v rámci ČR b) modelové území, (zeleně – lesy) (Zdroj: Cenia)

Povodí Blanice je povodím III: řádu (10 80 30 01), má protáhlý tvar ve směru J-SSV a svými 981,2 km² zasahuje do okresů Prachatice, Strakonice, České Budějovice, Český Krumlov, Písek a Vimperk (Obr. 6). Blanice pramení poblíž osady Zlatá v Želnavské hornatině pod Knížecím stolcem v nadmořské výšce 960 m.n.m a po 93,3 km toku ústí v 362 m.n.m. u Putimi jako pravostranný přítok do Otavy.

Geologické podloží pramenné oblasti je tvořeno tmavými granodiority a syenity, v nižších polohách potom ortorulami, granity a velmi pokročilými migmatity v moldanubiku a proterozoiku. Tyto převládají i na dolním toku, kde jsou doplněny kvarténními hlínami, spraši a terciénními písky a jíly. Povodí náleží do soustav Šumavské a Českomoravské, a to do celků

Šumava (Želnavská hornatina, Boubínská hornatina, Javornická hornatina), Šumavské podhůří (Libušská hornatina, Mladotická vrchovina, Husinecká vrchovina, Netolická vrchovina, Netolická pahorkatina) a Českobudějovická pánev (Vodňanská pánev, Kestřanská pánev, Chvalešovická pahorkatina (Demek, 1987). Údolí Blanice je antecedentního původu, řeka dosáhla stádia zralosti před pomiocenním zdvihem pohoří. Na nově vzniklém svahu se začaly vyvíjet konsekventní toky (Balatka, 1962).

Z biogeografického hlediska je můžeme také členit na jihu do Šumavského (1.62), ve střední části do Sušického (1.42) a na severu do Bechyňského (1.21) biogeografického regionu. Šumavský bioregion je tvořen moldanubickým krystalinikem, v pramenné oblasti Blanice – v oblasti Knížecího stolce tvořen - podstatně bazičtějšími syendiority. Mladé, ostře modelované (200 - 300m) údolní zářezy se vyvinuly v místech intenzivní zpětné eroze Blanice. Plošina podél horní Blanice u Zbytin má dokonce charakter ploché vrchoviny až členité pahorkatiny s výškovou členitostí 70 – 200m. V plochých sníženinách, na dnech úvalovitých údolí i na plošinách jsou vyvinuty neobyčejně rozsáhlé plochy organozemních glejů, přecházejících v údolních plochách do organozemí typu středně úživných slatin a rašelin. Bechyňský biogeografický regionu má pahorkatinný reliéf a vyskytují se zde migmatity a migmatizované ruly. V údolí řek a jejich přítoků se vyskytují kambizemě a převažuje orná půda a monokulturní smrčiny. V Sušickém bioregionu převažují vrchoviny na krystalinických břidlicích (Culek, 1995).

Jižní část povodí je součástí CHKO Šumava a chráněné oblasti přirozené akumulace vod. V jihozápadní části povodí se nachází vojenský prostor Boletice.

A. 5. 2. Změny využití půd

Zemědělská půda horní a střední části povodí Blanice náleží do bramborářské (B1, B2), bramborářsko – ovesné (B3) a horské (H1, H2) výrobní oblasti (ČÚZK, 2007, VÚZE, 1984)

Podle údajů z mapy produkčních oblastí, JZD a Státních statků ČSSR náleží severní část modelového území do bramborářské oblasti a jižní část, kde hospodařil Státní statek Šumava a Lesy a statky Planá, do pícninářské oblasti. Produkčně-ekonomické kategorie JZD a StS se pohybují od 23 na severu po 36 na jihu území (VÚZE, 1984) (Příloha A 1).

Zemědělská činnost na území Šumavy má počátky ve starší době kamenné (Anděra, 2003). Příznivé vlivy místního klimatu ve východní části podhůří Šumavy byly příčinou rychlého průniku zemědělského osídlení i do poněkud vyšších poloh. To je patrné zejména na Prachaticku, Českokrumlovsku a Sušicku, kde se vyvinula charakteristická mozaika

zemědělské krajiny s menšími lesními celky, která se, s určitými výkyvy ve prospěch lesa či bezlesí, udržela dodnes (Internet 6). Ve středověku zde byly ve vyšších polohách v okolí Zlaté Stezky zakládány osady. Ve vrcholném středověku byly pod správou klášterů a německé a rakouské šlechty (Prachaticko, Volarsko) kolonizovány střední lesnaté polohy. V 15. a 16. století se zde rozvíjelo sklářství a zpracování železných rud (Anděra, 2003).

V důsledku Třicetileté války (1618-1648) došlo k poklesu počtu obyvatel. Kolonizace se dovršila na přelomu 17. a 18. stol., kdy byly opuštěné horské osady doosidlovány kolonisty z Rakouska a Bavorska. V této době došlo k nejvýraznějšímu odlesnění Šumavy a to především v souvislosti s rozvojem sklářství, papírenství a těžbou dřeva, kterými se živilo obyvatelstvo vyšších poloh a záviselo tak na zemědělských produktech vesnic v podhůří. Do 18. století se pěstovalo převážně žito, oves a len, jehož zpracování bylo významným zdrojem příjmů, později i brambory. Častá byla sezónní pastva dobytka v lesích (Anděra, 2003, Internet 6). Až do počátku 20. století fungoval trojhonný osevňovací systém. Hospodaření na úhor a později na trvalých loukách a pastvinách bylo z hlediska pracnosti a finančních nákladů výhodnější než obdělávání orné půdy. Původní úhory přecházely melioračními a agrotechnickými zásahy v polokulturní a kulturní louky a pastviny, které byly udržovány v tomto stavu soustavou mělkých odvodňovacích a zavlažovacích stružek, kamennými drenážemi a včasnými sklizněmi (Anděra, 2003).

Mezi lety 1845 až 1948 byl, jako důsledek pozdní kolonizace, zaznamenán významný přírůstek orné půdy v horských oblastech Šumavy, a to i v polohách okolo 1000 m.n.m. V nižších polohách nedocházelo k výrazným změnám (Bičík et Kupková, 2004).

Vysídlením hraničního pásma odsunem Sudetských Němců po roce 1945 na straně jedné, nastoupením cesty zemědělské velkovýroby, snahou o intenzifikaci a specializaci zemědělských činností, s absencí vztahu námezdních pracovních sil k určité lokalitě na straně druhé, došlo k narušení rovnováhy ekosystémů kulturní krajiny. Nepříznivě se projevil především meliorace v podobě velkoplošného odvodňování, rozsáhlé rekultivace, likvidace liniové zeleně, kamenných tarasů a snosů, polních cest, nadměrné hnojení a užívání pesticidů, jakož i nadměrné koncentrace hospodářských zvířat se všemi svými důsledky. V těchto intenzivně využívaných lokalitách došlo k zásadní změně biocenózy a ochuzení druhového spektra rostlin i živočichů (Internet 6). V blízkosti Železné opony a v nadmořských výškách nad 800 m.n.m. orná půda téměř vymizela (Bičík et Kupková, 2004). V polohách pod 600 m.n.m. a s mírnými sklony a půdami vyšší úrodnosti, jako například severní část povodí Blanice, však tvořila OP až 80% plochy některých základních územních jednotek (Bičík et al., 2001). V nižších polohách však docházelo ke zvyšování orné půdy na úkor trvalých travních

porostů. Snahou bylo maximální využití stávajícího zemědělského půdního fondu a za účelem vyššího výnosu píce i jeho rozšíření o úhor, kde se dříve pásli dobytek. Výstavba velkokapacitních stájí a přizpůsobování pozemků pro použití těžké mechanizace vedla k narušení a místy i likvidaci krajinného rázu (Anděra, 2003).

Podle Státní meliorační správy (1994) souviselo odvodnění horských a podhorských oblastí jižních Čech „s direktivně stanovenými úkoly zapojování nevyužívaného nebo zanedbaného půdního fondu do soustavy hospodaření, hledání rezerv pro rozšíření orné půdy a osevních ploch pro obiloviny“.

Po roce 1990 byl vývoj ploch orné půdy ovlivněn změnou státní politiky, restitucemi, privatizacemi, zrušením diferenciacních příplatků pro JZD hospodařící v méně vhodných podmínkách a zavedením příspěvků na zatravnění, podporujících převod orné půdy na louky a pastviny (Bičík et al., 2001). Předpokládán je i nárůst lesních ploch. Využití pozemků v nižších polohách se příliš nezměnilo, na středním a dolním toku Blanice převažuje orná půda. Nižší polohy modelového území jsou užívány převážně jako orná půda. Podle Langhammera (2003) je v rámci preventivní povodňové ochrany vhodné v údolní nivě za účelem účinnější retence a transformace povodňové vlny snížit ve prospěch luk a pastvin rozlohu orné půdy. V současnosti jsou na území řešeny komplexní a pozemkové úpravy.

A. 5. 3. Upravenost říční sítě a odvodnění

Na tvorbě odtokového procesu v krajině se podílí celá řada faktorů, jako je například velikost a intenzita srážek, hydrogeologické poměry, morfologická charakteristika terénu, propustnost půd, stupeň nasycení půd, vegetační pokryv a prostorové řešení a využití krajiny (Maxová, Soukup, 2004).

Upravenost říční sítě

Na celém povodí Blanice byl významně přemodelován charakter hydrografické sítě. Upraveno bylo 26,5%, což se velmi blíží celostátnímu průměru 28,4%. Jak uvádí Matoušková a Šobr (2004), je vyšší stupeň upravenosti (16,16%) znatelný již na horním toku. V povodí dolní Blanice je upravenost hlavního toku až 100% (Langhammer et Vilímek, 2004).

Při prvotních historických úpravách toků, zpravidla prováděných z důvodu výstavby náhonů k mlýnům, pilám, hamrům nebo z důvodu ochrany před pravidelným zaplavováním půd

v údolní nivě, nedocházelo k výrazným délkovým změnám říční sítě (Vondra, 2006). Na horním toku Blanice bylo na přelomu 19. a 20. stol. provedeno opevnění koryta kamennou rovnaninou a dlažbou. Tyto úpravy jsou v současnosti patrné jen na několika úsecích. Významnějším zásahem byly však především pozdější úpravy toků v souvislosti s protipovodňovou ochranou, urbanizací krajiny a odvodněním zemědělské půdy, při němž docházelo k napřimování, zahlubování a zatrubňování (Kliment et Matoušková, 2005). Podle Státní meliorační správy (1994) bylo v podmínkách socialistického zemědělství, vzhledem ke specifickým podmínkám podhorských a horských oblastí jižních Čech, nutno nalézt „nové způsoby zpevnění koryt upravených malých vodních toků, které by více vyhovovalo vodohospodářským a ekologickým požadavkům.“ Od roku 1977 se v těchto podmínkách měly „pro zpevnování toků používat polovegetační tvárnice s kombinací s příčnými vzdouvacími objekty a s umělým zdrsněním dna pomocí rozražečů umístěných do kazet tvárnice.“ Požadavky na vytvoření vhodných hydrobiologických podmínek prý vedly k originálním návrhům na příčné zdrsnění i úzkých koryt, budování různých typů rybích útulků a k přípravě a realizaci dalších technických opatření.“ Podle Vondry (2006) je typickou úpravou toků horního povodí Blanice vydláždění betonovými prefabrikáty s lichoběžníkovým tvarem příčného profilu.

V roce 1992 byla zahájena první revitalizační opatření na drobných tocích a pokračují i v současnosti (SMS, 1994).

Odvodnění a vodní retence krajiny

Podle ročenky SMS (1994) byly odvodňovací akce v bývalém jihočeském kraji dlouhodobě největší v rámci celé České republiky. Značná část odvodňovaných území se nacházela v chráněných oblastech přirozené akumulace vod, v pásmech hygienické ochrany vodárenských zdrojů, v chráněných krajinných oblastech a v povodí vodohospodářských nebo vodárensky významných zdrojů. Odvodněním byla umožněna těžba rašeliny.

SMS (1994) dodává, že „v přípravě návrhu a provádění zúrodňovacích opatření a postupu do technicky náročnějších lokalit byly před meliorační praxí postaveny zcela nové problémy, jejichž řešení nebylo známo ani v oblasti výzkumu. Byly zavedeny prefabrikované drenážní filtry a podle určení příčin zamokření byly uplatněny nové odvodňovací prvky, jako hluboké pramenní jímky, vsakovací drény apod.) Jihočeský kraj se tak podílel na zvyšování technicko-

ekonomické úrovni melioračních staveb a na rozvoji techniky i výzkumu. Získané poznatky pak byly zobecněny v rámci celé ČR.“

Podle Klimenta a Matouškové (2005) koresponduje trend nárůstu odtoku na horní Blanici mezi lety 1975 až 1982 s nejintenzivnějším nárůstem odvodněných ploch a napřimováním drobných vodotečí. Po zřetelném nárůstu odtoku v 70. a 80. letech docházelo k jeho postupnému úbytku v následném období.

Typ krajinného pokryvu významně ovlivňuje retenční schopnost a vznik a průběh povrchového odtoku (Kliment et Matoušková, 2005, Podhrázská, 2001). Ačkoli Kliment a Matoušková (2005) uvádí, že na horní Blanici nebyly identifikovány významné změny využití ploch, dodávají, že na zjištěném nárůstu odtoku pravděpodobně odrazilo také scelování pozemků. Předpokládají, že zatravnění a zalesňování dříve zemědělsky využívaných ploch v 90. letech mohlo přispět ke zvýšení vodní retence krajiny a snížení průměrných a minimálních hodnot povrchového odtoku.

Podle Vondry (2006) terénní šetření na horním toku Blanice ukázalo, že mnoho úprav koryt a melioračních soustav je plně funkčních. Některé upravené úseky koryt se však nacházejí v dezolátním stavu a mnohé meliorační soustavy jsou pro různé důvody nefunkční.

Blanice a povodně

V letech 2003 - 2004 byl na Katedře fyzické geografie a geoekologie PřF UK Praha řešen výzkumný grant GAČR 205/Z052/2003 “Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodní”. Cílem projektu bylo přispět k objasnění vlivu změn krajiny na průběh a následky povodní na modelovém povodí Otavy, kam patří i Blanice (Langhammer, 2003, 2004)

Povodí Blanice se nachází v jaderné části velkých povodní a sehrálo významnou roli při počátečním formování odtoku při povodni v srpnu 2002 (Kliment et Matoušková, 2005).

Pro proudění toku při povodni je mimořádně důležitá struktura upravenosti toku. Dlouhé kompaktní upravené úseky působí zrychlení proudění. Při přechodu do neupravených úseků pak, a to zejména v místech zákrutů či meandrů, dochází ke koncentraci erozních a akumulačních projevů a často ke značným škodám. Zvláštní pozornost z hlediska povodní navrhuje Langhammer (2003) věnovat zatrubněným úsekům toků, takto upraveným v rámci hydromelioračních prací. Tyto sice představují délkově jen nepatrný zlomek říční sítě, ale při průchodu povodňové vlny dochází zpravidla k jejich ucpání přinášeným materiálem a tím

k nahromadění vody, což narušuje přirozený průběh povodně a zvyšuje vzniklé škody (Langhammer et Vilímek, 2004). Podle Šefrny a Šobra (2003) nepřispívá drenážní odvodnění povodí Otavy výrazně k povodňové vlně, protože umožňuje naplnění uvolněného retenčního prostoru přebytečnou vodou z extrémních srážek. Předpokládají, že při správné funkčnosti by měly tyto drenáže mít pozitivní účinek na transformaci odtoku z plochy povodí při první vlně povodně.

V minulosti byly scelováním polí odstraněny přirozené retardační pásy, došlo tak ke změně časování povodní. Na Blanici byla vybudována dvě protipovodňová opatření. Jedním je přehradní nádrž Husinec na středním toku, postavená koncem 30tých let 20.stol. Druhým je úprava profilu koryta, provedená v meziválečném období od Vodňan po soutok s Otavou (Matoušková et Šobr, 2004). Poldry či opuštěná ramena toku, kam se může voda vyběžít, tvoří 14% povodí dolní Blanice. Další protipovodňová opatření v podobě hrází a valů jsou též soustředěna na dolním toku Blanice. Během povodně byly vyplněny téměř všechny nivy dolního a středního toku (Langhammer et Vilímek 2004) Podle Langhammera (2003) je tedy v rámci preventivní povodňové ochrany za účelem účinnější retence a transformace povodňové vlny vhodné maximálně snížit rozlohu orné půdy v údolní nivě ve prospěch luk a pastvin. Zkrácení toků, upravenost říční sítě či odvodnění zemědělské půdy má podle této studie jen omezený vliv, který klesá s rostoucí dobou opakování povodně. Významným faktorem je naopak využití údolní nivy, zejména charakter staveb, představujících překážky proudění (Langhammer et Vilímek, 2004).

B. Materiál a metody

B. 1. Česká republika

B. 1. 1. Vstupní data a jejich úprava

Odvodnění

Pro analýzu průběhu odvodnění v České republice byla použita data z databáze ZVHS – Stav odvodnění a zavlažení půdy v České republice k 7. 9. 2005 (ZVHS Praha). V této databázi je pro každý okres uvedena plocha půdy (v ha) odvodněné ve stanovených periodách – do roku 1918, 1919 – 1938, 1939 – 1945, 1946 – 1950, 1951 – 1960, 1961 – 1970, 1971 – 1980, 1981 – 1990, po roce 1991. Za okres byl dispozici také údaj o celkové rozloze půd opatřené závlahami. Struktura dat o odvodnění zemědělských půd podle okresů byla rozhodující pro volbu zvoleného přístupu řešení.

Tato databáze byla upravena do formy datové matice použitelné pro výpočty a byla doplněna o zkratky a kódy okresů.

Pro vytvoření křivky kumulativního nárůstu odvodnění byly pro každou periodu vypočítány průměrné hodnoty ročního přírůstku plochy odvodnění.

Přírodní charakteristiky

Informace o klimatických a půdních charakteristikách půd jednotlivých okresů byly získány z databáze průmětu Půdních map 1: 50 000 do katastrů. Řádky v této databázi představují plochu, kterou zaujímá daná bonitační půdně-ekologická jednotka v daném katastrálním území.

Tuto databázi bylo potřeba upravit do formy použitelné pro další výpočty, tedy do datové matice, jejíž řádky představují okresy a sloupčky vyjadřují plošné zastoupení zvolené proměnné (klimatického regionu, sklonitosti, půdního typu, hloubky půd) v každém okrese. Příslušnost k.ú. k okresu byla vyvozena z kódu k.ú.

Jednotlivé charakteristiky byly získány rozšifrováním pětimístného kódu BPEJ.

První číslice kódu BPEJ udává příslušnost ke klimatickému regionu 0 až 9 (Tab. 2). Pro každý klimatický region byl vytvořen samostatný sloupeček udávající rozlohu daného KR v daném okrese.

Druhá a třetí číslice kódu BPEJ udávají hlavní půdní jednotku. Na základě HPJ byly půdy podle Bonitační metodiky (VÚMOP) zařazeny do skupin půdních typů.

Tab. 2: Charakteristiky klimatických regionů podle první číslice kódu BPEJ (VÚMOP).

kód KR	symbol KR	charakteristika KR	suma teplot > 10° C	průměrná roční teplota	průměrný roční úhrn srážek	pravděpodobnost suchých vegetačních období	vláhová jistota ve vegetačním období
			(°C)	(°C)	(mm)	(%)	
0	VT	velmi teplý, suchý	2880 - 3100	9 - 10	500 - 600	30 - 50	≤ 0 - 3
1	T1	teplý, suchý	2600 - 2800	8 - 9	pod 500	40 - 60	≤ 0 - 2
2	T2	teplý, mírně suchý	2600 - 2800	8 - 9	500 - 600	20 - 30	2 - 4
3	T3	teplý, mírně vlhký	2500 - 2800	(7) 8 - 9	550 - 650 (700)	10 - 20	4 - 7
4	MT1	mírně teplý, suchý	2400 - 2600	7 - 8,5	450 - 550	30 - 40	0 - 4
5	MT2	mírně teplý, mírně vlhký	2200 - 2500	7 - 8	550 - 650 (700)	15 - 30	4 - 10
6	MT3	mírně teplý (až teplý), značně vlhký	2500 - 2700	7,5 - 8,5	700 - 900	0 - 10	nad 10
7	MT4	mírně teplý, vlhký	2200 - 2400	6 - 7	650 - 750	5 - 15	nad 10
8	MCH	mírně chladný, vlhký	2000 - 2200	5 - 6	700 - 800	0 - 15	nad 10
9	CH	chladný, vlhký	pod 2000	pod 5	nad 800	0	nad 10

Framen - Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha

Čtvrtá číslice kódu BPEJ poskytuje informaci o sklonu a expozici (Tab.3). K expozici vůči světovým stranám nebylo přihlíženo. Půdy se sklonem 7 - 12, 12- 17 a nad 17 stupňů byly v následující analýze sloučeny do jedné kategorie. Vytvořeny byly tři sloupečky obsahující údaj o rozloze půd o daných sklonech v daných okresech.

Pátá číslice kódu BPEJ vyjadřuje kategorie skeletovitosti a hloubky půdy. Rozloha půd o daných hloubkách byla vyjádřena pomocí 3 samostatných sloupečků (Tab. 4). V průběhu analýzy se poměr skeletovitosti půd v okrese ukázal jako málo významný a byl z ní proto vyloučen.

Tab. 3: Rozdělení BPEJ podle sklonu (podle Janglové et al., 2003).

4.číslice kódu BPEJ	Sklon (stupně)
0	0-3
1, 2, 3	3-7
4, 5	7-12
6, 7, 8, 9	12 a více

Tab. 4: Rozdělení BPEJ podle hloubky půdy (podle Janglové et al., 2003).

5.číslice kódu BPEJ	Hloubka půdy
5,6	Méně než 30 cm
1, 4, 7	30 cm a více
0, 2, 3,	60 cm a více
8, 9	Různá hloubka

Využití půdy

Informace o rozloze orné půdy, TTP, lesů a zemědělské půdy k 31.12.2006 byla získána z Ročenky Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (ČÚZK, 2007). Údaje o rozlohách těchto kategorií v jednotlivých okresech v letech 1948 a 1990 byly z převzaty databáze Land Use and Land Cover Changes (PřF UK, 2001) o využití ploch v jednotlivých okresech. Pro vyjádření změny rozlohy luk a pastvin, tedy trvalých travních porostů byl použit index vývoje kategorie, vyjadřující pomocí procent míru změny rozlohy těchto kategorií. Je-li hodnota indexu vývoje plochy kategorie menší než 100, došlo k úbytku. (Bičík et Kupková, 2004) Tento index je dále v textu označován jako izTTP nebo izOP.

$$\text{izTTP} = \frac{100 * \text{louky 1990} + \text{pastviny 1990}}{\text{louky 1948} + \text{pastviny 1948}}$$

Dále bylo, jako doplňkový faktor, použito rozčlenění okresů podle návrhu vymezení LFA a příznivých oblastí podle okresů (Půda, 1999). Oblasti s nejvyšší produktivitou jsou v textu označeny jako PR 1, oblasti s vysokou produktivností jako PR 2, LFA – horské oblasti jako PR 3, LFA ostatní oblasti jako PR 4, LFA – oblasti se specifickými překážkami jako PR 5. Hlavní město Praha bylo zařazeno do PR 5.

Časová řada vývoje ploch TTP od roku 1920 byla vytvořena na základě tabulky Českého statistického úřadu.

B. 1. 2. Statistické zpracování dat

Data byla upravována, analyzována a vizualizována za pomoci programů MS Excel, MS Access, ArcGIS 9.0 a XL Stat.

Všechny tři zmiňované základní databáze byly po upravení propojeny na základě kódu okresu.

Pro analýzu průběhu odvodnění a nalezení podobností mezi okresy byla v programu XL Stat provedena clusterová analýza - *Agglomerative Hierarchical Clustering* (AHC), za podmínek *Dissimilarity, Euclidean distance, Ward's Methode, dissimilarity, cluster rows*. Výsledek clusterování – zařazení okresů do tříd bylo propojeno s atributovou tabulkou v programu ArcGIS a vizualizováno.

Dále byla v programu XL Stat provedena *Principal Components Analysis* na 77 řádcích okresů a 38 sloupcích jejich proměnných. Okresy byly váženy rozlohou zemědělské půdy okresu v roce 2006 (ČÚZK, 2007). Vybrány byly proměnné odvodnění, závlah (ZVHS), půdních charakteristik (z BPEJ) a charakteristik využití území (ČÚZK, LUCC). Výstupní grafy byly pro větší přehlednost uvedeny ve formě korelačních kruhů a grafu pozorování (okresů). Vzájemné korelace proměnných byly také analyzovány na základě Pearsonovy korelační matice.

Proměnné s velmi nízkým zastoupením, jako KR 0 a KR1, KR 6 a 39 – 45 a 46 – 50, sklon půd 7 až 12, 12 až 17, 17 a více stupňů byly sloučeny s odpovídající sousední proměnnou, za vzniku KR 0-1, KR 6 – 7, 39 – 50, s7+.

Odvodnění a závlahy:

- do 1918 (odvodnění před rokem 1918)
- 19 – 38 (odvodnění provedené mezi lety 1919 – 1938)
- 39 – 50 (sloučení period odvodnění 1939 – 1945 a 1946 – 1950)
- 51 – 60 (odvodnění provedené mezi lety 1951 – 1960)
- 61 – 70 (odvodnění provedené mezi lety 1961 – 1970)
- 71 – 80 (odvodnění provedené mezi lety 1971 – 1980)
- 81 – 90 (odvodnění provedené mezi lety 1981 – 1990)
- po91 (odvodnění provedené po roce 1991)
- Irrig (závlahy provedené do roku 1991)

Klimatický region: KR 0–1, KR 2, KR 3, KR 4, KR 5, KR 6-7, KR 8, KR 9.

Sklon : - s0-3 (sklon do 3 stupňů)

- s3-7 (sklon od 3 do 7 stupňů)

- s7+ (sklon 7 a více stupňů)

Hloubka půd: HL nad 60 (hloubka půdy nad 60 cm)

- HL30-60 (hloubka půdy 30 až 60 cm)

- HLdo30 (hloubka půdy do 30 cm)

- HLrůzná (různá hloubka půd)

Půdní typy: černice (lužní půdy), černozemě, regoz. (regozemě), hnědoz. (hnědozemě), fluviz. (fluvizemě – nivní půdy), luviz. (luvizemě – ilimerizované), regoz. (regozemě – půdy na

píscích a štěrkopíscích), rendziny, kambiz. (kambizemě – hnědé půdy), gleje (hydromorfní), oglejené, kyselé (silně kyselé hnědé a rezivé půdy), mělké, sklonité (půdy sklonitých poloh).

Využití území: OP (orná půda k 31. 12. 2006)

TTP (trvalé travní porosty k 31. 12. 2006)

les (lesní pozemky k 31. 12. 2006)

Jako doplňkové faktory – *Quantitative Supplementary Variables* byly použity:

iz TTP (index vývoje plochy kategorie TTP mezi lety 1948 až 1990)

iz TTP1 (hodnoty 33 – 63), izTTP2 (64 – 95), izTTP3 (95 – 105),

izTTP4 (106 130), izTTP5 (131 – 254)

iz OP (index vývoje plochy kategorie OP mezi lety 1948 až 1990)

iz OP1 (42 – 63), iz OP2 (64 – 85), izOP3 (86-98)

PR – rozdělení oblastí podle produkčního potenciálu, PR1 (oblasti s nejvyšší produktivností), PR2 (oblasti s vysokou produktivností), PR3 (LFA - horské oblasti), PR4 (LFA - ostatní oblasti), PR5 (LFA – oblasti se specifickými překážkami).

B. 2. Modelové území – Blanice

B. 2. 1. Vstupní data a jejich úprava

Odvodnění a úpravy toků

Zemědělskou vodohospodářskou správou byla poskytnuta alfanumerická databáze odvodňovacích staveb v povodí Blanice (ZVHS České Budějovice) a poté v měřítku 1: 10 000 a tyto vektorové vrstvy formátu *shapefile* (ZVHS Brno):

Areál odvodnění (okr. Prachatice)

Otevřené úpravy toků (okr. Prachatice)

Trubní úpravy toků (okr. Prachatice)

Otevřená hlavní meliorační zařízení (okr. Prachatice)

Zatrubněná hlavní meliorační zařízení (okr. Prachatice)

V atributových tabulkách těchto vrstev je uveden rok vybudování dané stavby či úpravy. Pro zjednodušení interpretace byly zvoleny intervaly výstavby tak, aby přibližně odpovídaly svým dělením pětiletkám, tedy pětiletým plánům, podle nichž bylo organizováno veškeré hospodářství ČSSR (Internet 5).

2. pětiletka 1956 - 1960

6. pětiletka 1976 -1980

3. pětiletka 1961 - 1965

7. pětiletka 1981 - 1986

4. pětiletka 1966 – 1970

8. pětiletka 1986 - 1990

5. pětiletka 1971 - 1975

Základní vodohospodářské mapy 1: 50 000 byly získány ze stránek projektu Heis Výzkumného ústavu vodohospodářského. Pro řešení diplomové práce byly použity tyto vektorové vrstvy:

- LcrT – vodní toky, jemné úseky
- LcrM – meliorace (odvodňovací a závlahové kanály)
- PcrO - ochranná pásma vodních zdrojů
- PcrR – hydrologické členění
- PcrC - chráněné oblasti přirozené akumulace vod

Ze všech byly pomocí funkce *Clip* programu ArcGIS 9.0 získány jen útvary patřící do povodí Blanice (vrstva PcrR – hydrologické členění, VÚV) a současně okresu Prachatice (vrstva Okresy, Cenia).

V programu ArcGIS 9.0 byla propočítána plocha areálů odvodnění a délka liniových útvarů.

Přírodní charakteristiky

Informace o zastoupení půd na modelovém území byly získány z vektorové vrstvy bonitačních půdně-ekologických jednotek, poskytnuté Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půd. Obdobně jako v případě okresů České republiky (viz B. 1. 1), bylo třeba rozšířovat kód BPEJ v atributové tabulce a extrahovat tak do dalších sloupečků informaci o sklonu (Tab. 3), hlavní půdní jednotce, hydrologické skupně půd, skeletovitosti a hloubce

půdy. Hlavní půdní jednotky pak byly kategorizovány podle Bonitační metodiky BPEJ (VÚMOP) do skupin půdních typů a hydrologických skupin půd (Soukup et Hrádek, 1999) (Tab. 5, Tab. 6). Tato kategorizace vyjadřuje transformační kvantitativní schopnost půdy poutat vodu v rámci srážkovo-odtokového vztahu (Kuráž et Vážka, 1998 in Soukup et Hrádek, 1999) a je podkladem pro výpočet retenční vodní kapacity půd (Tab. 6). Retenční vodní kapacita půdy vyjadřuje schopnost půdy zadržovat určité množství vsáknuté nebo kapilárně vztlínající vody. Závisí především na hloubce aktivního profilu půdy, na zrnitostním složení půdy, na obsahu skeletu, na obsahu organické hmoty v půdě, složení a stavbě půdy a na přítomnosti a jakosti jílových minerálů v půdě (Soukup et Hrádek, 1999) (Tab. 5).

Tab. 5: Zařazení hlavních půdních jednotek do hydrologických skupin půd (podle Kuráž et Vážka, 1998 in Soukup et Hrádek, 1999).

Hydrologická skupina půd	Zrnitostní Charakteristika	HPJ (2. a 3. číslice kódu BPEJ)	RVK(l.m ⁻³)
1	Písčítá, hlinitopísčítá	04, 17, 21, 31, 37, 38, 39, 40, 41, 55, lesy	85-120
2	Písčitohlinitá	05, 13, 18, 22, 23, 27, 29, 30, 32, 34, 36, 48, 51, 56	140-220
3	Hlinitá	01, 02, 03, 08, 09, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 26, 28, 33, 35, 42, 45, 46	180-280
4	Jílovitohlinitá	06, 07, 19, 20, 24, 25, 43, 44, 47, 50, 52, 58, 60, 64, 65, 75, 76, 77, 78	205-320
5	Jílovitá, jíl	49, 53, 54, 57, 59, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74	235-360
0	Nebonitované plochy	0	220

Tab. 6: Charakteristika hydrologických půdních skupin (podle Kuráž et Vážka, 1998 in Soukup et Hrádek, 1999).

HSP	Charakteristika HSP
1	Půdy s vysokou rychlostí infiltrace a s nízkou RVK. Skupina zahrnuje převážně půdy na písku či štěrkopísku a zrnitostně lehké, mělké půdy. Zařazeny jsou také lesní půdy.
2	Půdy se střední rychlostí infiltrace (i při úplném nasycení vodou) a nižší až střední RVK. Skupina obsahuje převážně půdy písčitohlinité, středně hluboké, hluboké.
3	Hlinité půdy s optimální střední rychlostí infiltrace a střední RVK, z velké části jsou v této skupině půdy na sprašových substrátech či svahovinách.
4	Půdy s nízkou rychlostí infiltrace a vyšší střední RVK, převážně půdy s méně propustnou vrstvou v profilu a půdy jílovitohlinité.
5	Půdy s nízkou rychlostí infiltrace a přitom vysokou RVK, převážně jíly s vysokou bobtnavostí, nízká infiltrační schopnost zpomaluje nasycení.

K výpočtu nadmořské výšky areálů odvodnění, úprav toků a BPEJ sloužila vrstva vrstevnic po 50 m (Cenia). Použit byl příkaz *Join data from another layer based on spatial location* programu ArcGIS 9.0.

Využití půdy

Pro zhodnocení změn využití odvodněných ploch byly použity mapy Vojenského topografického mapování (1953, 1989) o měřítku 1:25 000 (Tab. 7). Fotokopie listů VTM 1953, získané na Českém úřadu zeměměřičském a katastrálním byly naskenovány. Listy VTM 1989 již naskenované byly poskytnuty Mapovou sbírkou PŘF UK.

Všechny mapové listy byly georeferencovány vlícováním do kladu mapových listů topografického mapování 1: 25 000 (Cenia).

Tab. 7: Přehled použitých mapových listů Vojenského topografického mapování 1953, 1989 (ČÚZAK, Mapová sbírka PŘF UK).

M-33-101-C-a	M-33-113-A-a
M-33-113-A-c	M-33-101-C-c
M-33-100-D-b	M-33-112-B-b
M-33-100-D-d	M-33-100-D-b

Jako podklad stavu krajinného pokryvu modelového území po roce 2000 byla použita databáze Corine Land Cover 2000 (Coordination of Information on the Environment), poskytnutá Cenia (Internet 4). Výchozím materiálem pro tuto databázi jsou satelitní snímky družice LANDSAT s prostorovým rozlišením 25 m, na kterých bylo identifikováno využití ploch. Minimální jednotka pro inventarizaci byla 25 ha, minimální šíře 100 m. Identifikovány byly pouze plošné objekty. Základní hierarchie tříd má 3 úrovně. V této práci byla použita úroveň 3 o měřítku 1: 100 000 a z ní získaná informace byla uvažována jako stav využití půdy v roce 2000. V současnosti připravovaná Corine Land Cover 2005 nebyla v době zpracování diplomové práce ještě k dispozici (Internet 4).

B. 2. 2. Propojení vstupních dat

Cílem zpracování všech výše uvedených map bylo získání datové matice, ve které jsou každému odvodněnému areálu o známé ploše (v rádcích) přiřazeny půdní charakteristiky, sklon, nadmořská výška a způsob využití půdy v letech 1953, 1989 a 2000.

Polygony odvodněných ploch (odv1.shp) byly nejprve podloženy listy VTM 1953. Určení druhů využití vycházelo z mapových značek ověřených v mapovém klíči. Vzhledem k tomu, že některé polygony byly v roce 1953 využity současně jako louky (L) a pastviny (P), orná půda (O), zalesněná plocha (les), mokřad (mok), bezprostřední okolí vodního toku s nerozlišitelným způsobem využití (tok), bylo nutné rozdělit je na několik dílčích polygonů, z nichž každý by odpovídal danému způsobu využití půdy a současně si uchoval, kromě změněné rozlohy všechny atributy původního nerozděleného polygonu. Bylo nutno přistoupit k vektorizaci, tedy vytvoření vrstvy nových polygonů (lu53.shp), vymezujících místa rozdílného využití v rámci jednoho polygonu odvodnění. Do atributové tabulky těchto vytvořených polygonů byl zaznamenán způsob využití půdy. Do atributové tabulky (odv.shp) byl v případě jednotného způsobu využití drénované plochy tento způsob rovnou zaznamenáván. Pomocí funkce *Intersect* byly vrstvy odv.shp a lu53.shp sloučeny, za vzniku nové vrstvy (odv1lu53.shp), kde každý polygon odpovídal jednomu způsobu využití půdy v roce 1953. Atributová tabulka této nové vrstvy byla doplněna o zbývající údaje a současně byla zkontrolována její přesnost.

Dále byly původní polygony odvodněných ploch (odv2.shp) podloženy listy VTM 1989. Na VTM1989 nebyl již rozlišovány kategorie luk a pastvin. K zaznamenání rozdílných způsobu využití půdy byla upravována již vytvořená vrstva lu53.shp. Její polygony byly odstraňovány, případně upravovány a doplňovány a současně byl do jejich atributové tabulky a tabulky odv2.shp zapisován způsob využití půdy. Získala jsem tak novou vrstvu (lu89.shp). Pomocí funkce *Intersect* byly vrstvy odv2.shp a lu89.shp sloučeny, za vzniku nové vrstvy (odv2lu89.shp), kde každý polygon odpovídal jednomu způsobu využití půdy v roce 1989. Atributová tabulka této nové vrstvy, byla doplněna o zbývající údaje a současně byla zkontrolována její přesnost.

Vrstva odv1lu53.shp a odv2lu89.shp byly propojeny pomocí funkce *Intersect*, za vzniku vrstvy odvlu5389.shp, skládající se z 864 polygonů, z nichž každý vyznačuje jeden typ využití půdy v roce 1953 a 1989. Původní vrstva „areál odvodnění“ byla tvořena 435 polygony.

Vrstva odvlu5389.shp byla za opětného použití funkce *Intersect* propojena s vrstvou CLC 2000. Získala jsem tak vrstvu odvlu538900.shp, jejíž každý polygon byl využit v letech 1953, 1989 a 2000 jen jedním způsobem.

Vrstva odvlu538900.shp byla opět pomocí funkce *Intersect* rozdělena vrstvou BPEJ na další dílčí polygony, z nichž každý nesl charakteristiky polygonů odvlu538900.shp a současně informaci z BPEJ, tedy měl definovaný sklon, hlavní půdní jednotku, hloubku půdy, skeletovitosti. Na závěr bylo potřeba propočítat rozlohu těchto nově vzniklých polygonů.

Polygony s rozlohou menší než 0,003 ha a s některými atributy chybějícími byly na závěr odstraněny.

Atributová tabulka získané vrstvy odvlu538900bpej.shp poskytující informaci o charakteristikách 5709 ha odvodněných ploch (5675 řádků) byla dále analyzována.

B. 2. 3. Statistické zpracování dat

Tabulka získaná předchozími kroky byla za pomoci programů Excel a ArcGIS 9.0 použita k různým dílčím analýzám, jako byl časový průběh odvodnění vzhledem k nadmořské výšce, sklonitosti, hydrologické půdní skupině, skeletovitosti půd, půdním typům a infiltrační kapacitě půd. Provedeny byly též dílčí analýzy průběhu odvodnění půd s výskytem svahových pramenišť, nepříznivých půd při vodních tocích a v chráněné oblasti akumulace vod Šumava.

Dále byly sledovány změny půdního krytu a jejich souvislost s nadmořskou výškou, sklonitostí, pětiletkou, hydrologickou půdní skupinou, infiltrační kapacitou a půdním typem, na které odvodnění proběhlo.

Na závěr byla na tabulce provedena v programu XL Stat *Multiple Correspondence Analysis* (MCA). Do analýzy vstupovaly tyto proměnné:

Půdní typy: hnědé (hnědé půdy), oglejené, gleje (hydromorfní), kyselé (kyselé půdy hnědé a rezivé), sklonité (půdy sklonitých poloh), mělké

Nadmořská výška (m): 426 – 525, 526 – 625, 626 – 725, 726 – 825, 826 – 925

Sklon: s_03 (sklon do 3 stupňů)

s_37 (sklon od 3 do 7 stupňů)

s_7avice (sklon 7 a více stupňů)

Perioda vybudování stavby: 56 – 60, 61 – 65, 66 – 70, 71 – 75, 76 – 80, 81 – 85, 86 – 90.

Způsob využití odvodněné plochy: v letech 1953, 1989, 2000, označované jako lu (land use):

lu53, lu89, lu00

O - orná půda

L - louky a pastviny

Odvodněné plochy ležící na nebonitovaných půdách a s využitím jiným než orná půda nebo TTP byly odstraněny. MCA tak byla prováděna na 4 685 řádcích, tedy 4 382 ha.

Výpočet míry antropogenní upravenosti toků

Ve formě *shapefile* byly k dispozici výše zmiňované údaje (B. 2.1)

Vodní toky (Výzkumný ústav vodohospodářský)

Otevřené úpravy toků (Zemědělská vodohospodářská správa)

Trubní úpravy toků (Zemědělská vodohospodářská správa)

Otevřená HMZ (Zemědělská vodohospodářská správa)

Zatrubněná HMZ (Zemědělská vodohospodářská správa)

Meliorace (Výzkumný ústav vodohospodářský)

Vrstvy byly zobrazeny v programu ArcGis 9.0. a za pomoci funkce *Clip* (s obrysem sledovaného území) byly získány jejich segmenty spadající do sledovaného území. Byly propočítány jejich délky. Pomocí funkce *Select by location* byla pro výpočet vybrána pouze ta otevřená a zatrubněná hlavní meliorační zařízení, která byla součástí segmentů vodních toků (VÚV). Z vrstvy meliorace (VÚV) byly do výpočtu zahrnuty jen ty segmenty, které se neshodovaly ani s jednou z vrstev poskytnutých ZVHS.

Míra antropogenní upravenosti vodních toků

=

$100 * (\text{Otevřené úpravy toků} + \text{Trubní úpravy toků} + \text{Otevřená HMZ} + \text{Zatrub. HMZ})$

+

$\text{Úpravy toků podle VÚV} / \text{vodní toky}$

Časová souvislost úprav toku, HMZ a plošné drenáže byla vizualizována rozdělením prvků do 7 skupin pětiletých (viz B. 2. 1.) podle roku zbudování. Každá, takto vytvořená skupina, byla barevně znázorněna. V případě barevné souhlasnosti můžeme uvažovat také na časovou

souvislost úprav. Informace o roku zbudování úpravy nebyla dostupná pro vrstvu meliorace (VÚV). Pomocí grafů byl znázorněn časový průběh budování HMZ a úprav toků.

Infiltrační kapacita půd

Infiltrační oblast je území nad hydrogeologickou strukturou, kde nastává infiltrace srážkových vod (ČSN 73 6532 In Janglová et al., 2003).

K výpočtu infiltrační kapacity půdy použita metodika VÚMOP, založená na charakteristikách obsažených v kódu BPEJ. Tato metodika nepřihlíží k hydrogeologickým ani k dalším významným faktorům infiltrace (Janglová et al., 2003). Z kódu BPEJ byla v prostředí atributové tabulky BPEJ odvozena příslušnost HPJ k HSP (hydrologické skupiny půd) (2. a 3. číslice), sklonitost (4. číslice), skeletovitost a hloubka půdy (5. číslice) (Tab. 3, 4, 5, 6) (viz. B. 1. 1.).

Charakteristiky – kritéria dosahují hodnot od 1 do 5, přičemž 1 znamená pozitivní ovlivnění infiltrace, jako je např. silná skeletovitost půdy. Na základě zpracování dotazníku určeného pedologům byl stanoven koeficient důležitosti každé z těchto charakteristik (Janglová et al., 2003) (Příloha B 1). Výsledná relativní hodnota infiltrační kapacity byla získána součtem jednotlivých charakteristik vynásobených příslušnými koeficienty.

$$\begin{aligned} \text{Př.:} \quad & \mathbf{HSP*1 + sklonitost*0,62 + skeletovitost*0,31 + hloubka půdy*0,31 =} \\ & 4*1 + 2*0,62 + 3*0,31 + 1*0,32 = 5,56 \end{aligned}$$

Relativní hodnota infiltrační kapacity může nabývat hodnot od 2,25 do 11,4. Na jejich základě bylo vytvořeno 5 intervalů nabývajících těchto hodnot: IK1 2,25 - 4,11; IK2 4,12 – 5,91; IK3 5,92 – 7,74; IK4 7,75 – 9,57; IK5 9,57 - 11,4), přičemž IK1 jsou půdy s nejvyšší infiltrační kapacitou a IK5 s nejnižší. Půdy s hodnotami infiltrační kapacity IK5 se na území nevyskytují. Na rozdíl od použité metodiky nebyla vzata v potaz expozice vůči světovým stranám. Její význam je v této práci považován za zanedbatelný.

Půdy s výskytem svahových pramenišť

Podle Bonitační metodiky BPEJ (VÚMOP), byly vybrány půdy s výskytem svahových pramenišť (HPJ 73, 74) a zjištěn průběh jejich odvodnění a změny jejich využití.

Nepříznivé půdy v okolí vodních toků

Průběh odvodnění byl vypočítán i pro hlavní půdní jednotky 58, 67, 68, 69, 71, 72, charakterizované v Bonitační metodice (VÚMOP) jako nepříznivé, při vodních tocích, závislé na hladině vody toku, s obtížně proveditelnými melioracemi, často trpící záplavami, trvale pod vlivem hladiny vody blízko povrchu.

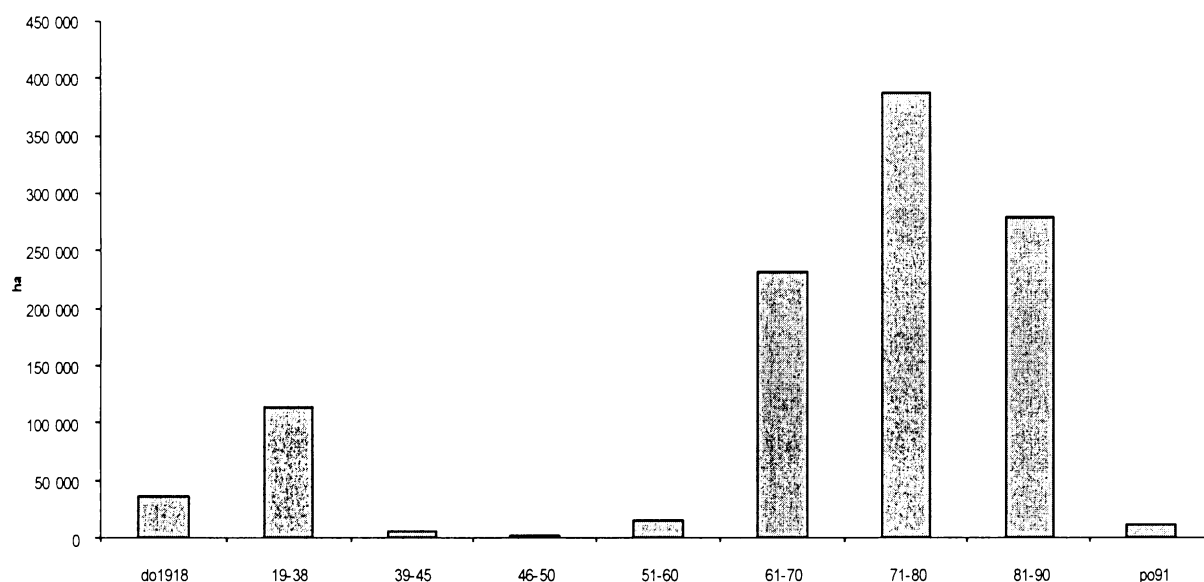
Chráněná oblast akumulace vod Šumava a chráněná krajinná oblast Šumava

Pomocí funkce *Select by location (buffer 100m)* byly vybrány polygony ležící v pásmu CHOAV Šumava nebo do vzdálenosti 100m od něj. I zde jsme sledovali průběh odvodnění a změny využití půdy.

C. Výsledky

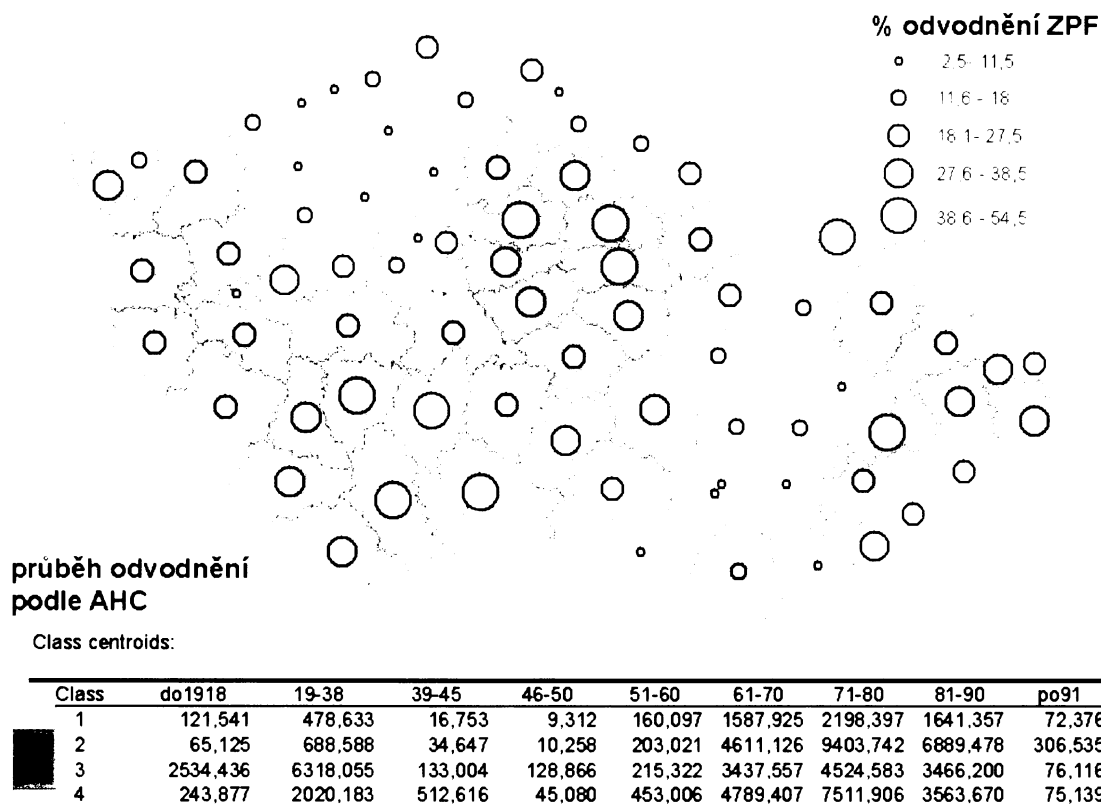
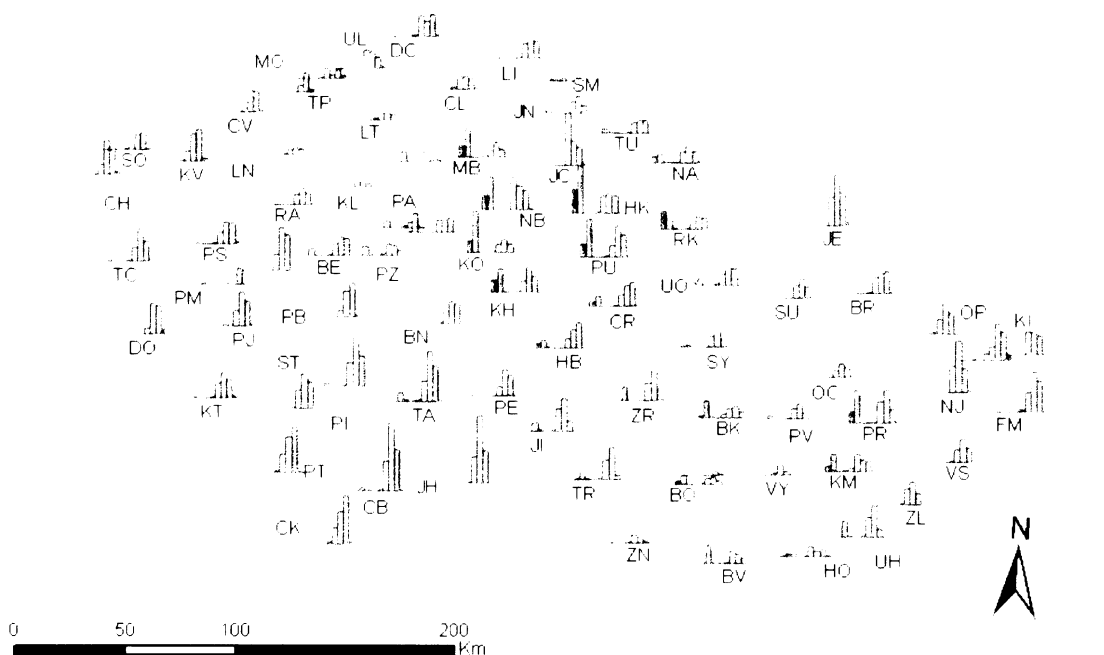
C. 1. Průběh odvodnění České republiky

K roku 2005 bylo podle údajů ZVHS v České republice odvodněno 1 079 433,1 ha, tedy 25,2 % zemědělské půdy. Zavlažovací opatření měla být do roku 1991 provedena na 159 903 ha, tedy 3,7% ZP. Odvodňovací práce v ČR neprobíhaly rovnoměrně v čase ani prostoru. Podle záznamů ZVHS bylo před rokem 1918 odvodněno 35 708, ha, tedy 3,3 % z celkové odvodněné plochy. Mezi lety 1919 a 1939 bylo odvodněno 113 067 ha, tedy 10,5 %. V průběhu 2. sv. války a v období těsně poválečném došlo k poklesu meliorační výstavby. Přes čtyři pětiny (896 202 ha) odvodnění bylo provedeno mezi lety 1961 až 1990, s maximem mezi lety 1971 - 1980 (386 727 ha) (Obr 7)..



Obr. 7: Průběh odvodnění zemědělské půdy (ZVHS)

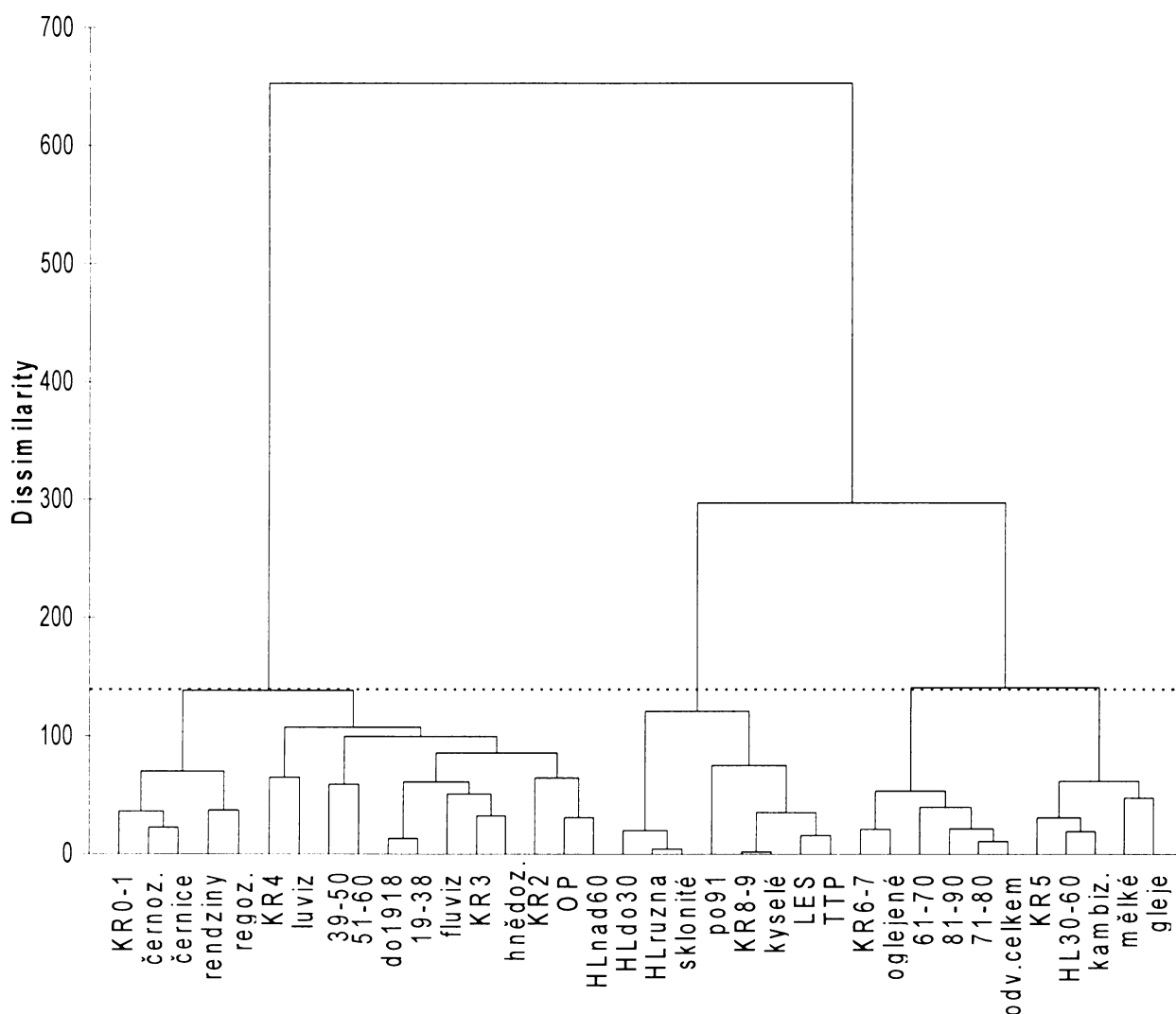
V první polovině 20. stol. byly s větší intenzitou odvodňovány okresy Hradec Králové, Kutná Hora, Kolín, Pardubice, Přerov, Kroměříž, Břeclav. (Obr. 8 a, b) Okresy odvodňované částečně v před rokem 1938 a v porovnání s ostatními intenzivněji v období válečném a těsně poválečném byly Znojmo, Hodonín, Uherské Hradiště, Třebíč, Ústí nad Orlicí, Jihlava a Tábor. Okresy s intenzivním průběhem drenážních prací po roce 1971 byly zvláště okresy Jižních a Západních Čech a Severní Moravy a Slezska. Okresy Prachatice, Český Krumlov, Karlovy Vary a Příbram byly odvodňovány nejvíce v 80. letech. Poslední odvodňovací zásahy byly provedeny po roce 1991 v okresech Cheb a Karlovy Vary. Míra odvodnění zemědělské půdy jednotlivých okresů se liší a nabývá hodnot od 54,8 % (České Budějovice) do 2,39 % (Brno-město). Mezi okresy s největším procentem odvodněné půdy dále patří



Obr. 8: a) Průběh odvodnění okresů ČR v periodách (do r. 1918, 1919 – 1938, 1939 – 1945, 1946 - 1950, 1951 – 1960, 1961 – 1970, 1971 – 1980, 1981 – 1990, po1991) b) % odvod. ZP a okresy roztržiděné na základě průběhu odvodnění pomocí clusterové analýzy (AHC): class 1 – okresy odv. ve všech periodách s nižší intenzitou, class 2- okresy odv. s nejvyšší intenzitou po roce 1971, class 3 - okresy odv.výrazně do roku1938, class 4 - okr. odv. s nejvyšší intenzitou mezi lety 1951 - 1971 a dále významně v 70. letech (ZVHS, LUCC).

Hradec Králové (50,5%), Jindřichův Hradec (48,6%), Nymburk (46%), Jeseník (45,1%), Tábor (44,8%), Pardubice (44,8%), Přerov (44,7%), Písek (44,6%). Nejméně odvodněny byly okresy Brno – město (2,4%), Jablonec nad Nisou (3,6%), Kladno (5,4%), Vyškov (6,8%), Plzeň – město a Praha město (obojí 7,6%). Dále Louny (8%), Litvínov (9,1%) a Teplice (9,4%), Mělník (10,3%), Most (10,8%) (Příloha C 1).

Obrázek 9. je výstupem clusterové analýzy proměnných, tedy jednotlivých charakteristik okresů. První velký shluk sdružuje charakteristiky okresů jako je vyšší výskyt hnědozemí, fluvizemí, třetího klimatického regionu a drenáží vybudovaných před rokem 1960. Druhý velký shluk sdružuje pro zemědělství méně příhodné charakteristiky jako klimatický region 6 a 7, oglejené půdy, odvodnění po roce 1960 a celkovou odvodněnou plochu.



Obr. 9: Křivka rozlohy TTP a kumulativní křivka průběhu odvodnění, po rocích (ČSÚ, ZVHS). : HL – hloubka půdy, KR – klimatický region, irrig – závlahy, fluviz. – fluvizemě, regoz. – regozemě, luviz. – luvizemě, kambiz. – kambizemě, (ZVHS, VÚMOP, ČSÚ)

Obr. 10 znázorňuje výstup analýzy hlavních komponent (PCA). Vstupními proměnnými okresů byly rozlohy půd odvodněných v jednotlivých periodách, rozloha závlah a vybraných přírodních a půdních charakteristik a rozlohy kategorií využití půd v roce 2006. Zastoupení jednotlivých charakteristik na půdách ČR bonitovaných BPEJ je uvedeno v Příloze C 1.

Osa x vysvětluje 26,78% variability datového souboru a nejvíce jsou s ní korelovány trvalé travní porosty ($r = 0,827$), gleje ($r = 0,792$), lesní plochy ($r = 0,745$), oglejené půdy ($r = 0,707$), odvodnění mezi lety 1981 až 1990 ($r = 0,706$) a negativně doplňkový vektor okresů s nejvyšší produktivitou ($r = -0,896$). Osu x můžeme tedy považovat za gradient poměru TTP vůči veškeré zemědělské půdě okresu. Osa y postihuje 13,61% variability proměnných. Nejvíce jsou s ní korelovány půdy s hloubkou nad 60 cm ($r = 0,820$) a dále orná půda ($r = 0,809$), sklonité půdy ($r = -0,599$) a odvodnění mezi lety 1961 – 1970 ($r = 0,5686$) a 1971-1980 ($r = 0,566$). Osa y představuje gradient zornění okresu.

Na negativním konci osy x jsou shromážděny okresy jako Znojmo, Hradec Králové, Nymburk, Mladá Boleslav, Břeclav, tedy okresy úrodných oblastí, korelující s vektorem okresů s nejvyšší produktivitou. Půdy těchto okresů jsou převážně černozemě, černice, hnědozemě a fluvizemě. Závlahy zbudované před rokem 1991 se nacházejí převážně v okresech s půdami v klimatickém regionu 0 a 1 (zde sloučeny do jedné kategorie KR 0-1). Odvodnění těchto okresů probíhalo zvláště v první polovině 20.stol.

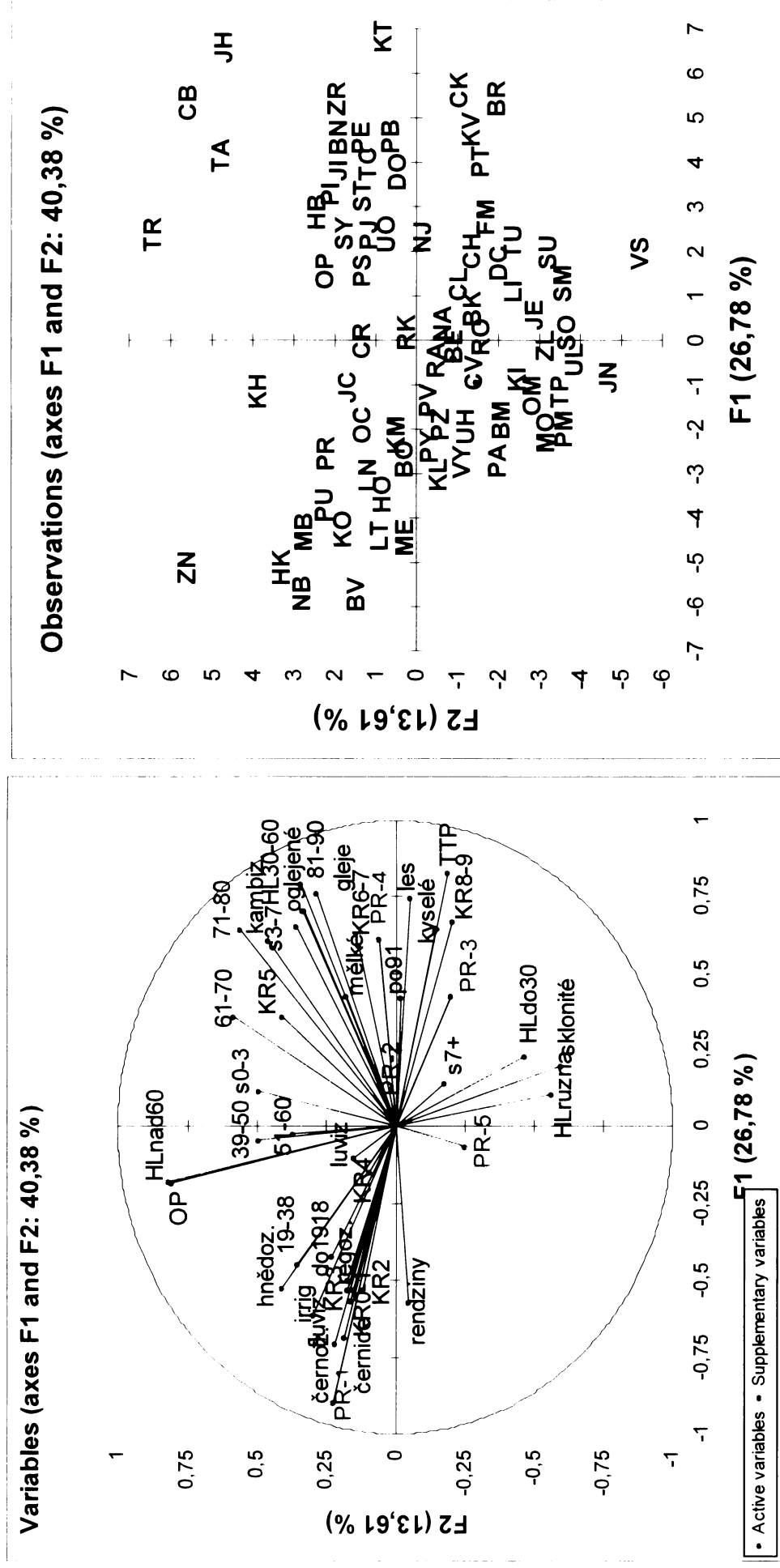
Na pozitivním konci osy x se nachází okresy zařazené do produkční skupiny horských oblastí a ostatních, tedy méně výnosných oblastí. Tyto okresy jsou charakterizovány chladnějším a vlhčím klimatem (KR5, KR67, KR8, KR9), kambizeměmi, glejovými a oglejenými půdami, a především vyšším zastoupením lesních porostů a TTP. Odvodňovací akce zde probíhaly převážně v 70. a 80. letech minulého století.

Dále jsme se zaměřili na analýzu vzájemných korelací proměnných průběhu odvodnění a přírodních podmínek podle Pearsonovy korelační matice (Příloha C 2). Proměnné odvodnění do roku 1918 a mezi lety 1919 až 1938 jsou vzájemně velmi silně korelovány ($r = 0,832$). Odvodnění v těchto obdobích v okresech charakteristických KR3 ($r = 0,568$ pro do1918 a $r = 0,571$ pro 1919-1938), černicemi ($r = 0,413$ a $0,524$) a regozeměmi ($r = 0,462$ a $0,441$). Proměnná odvodnění mezi lety 1939 až 1950 je, jak je zřejmé na grafu, nejvíce korelována s odvodněním mezi lety 1951 – 1960 ($r = 0,425$) a hloubkou půd nad 60 cm ($r = 0,333$), ornou půdou ($r = 0,386$) a sklony do 3 stupňů ($r = 0,416$). Okresy odvodněné v 50. letech mohou být charakterizovány větší rozlohou orné půdy ($r = 0,379$) a půdami s hloubkou nad 60cm ($r = 0,305$). Odvodnění let šedesátých je silně korelováno s lety sedmdesátými ($r = 0,775$), o něco méně s lety osmdesátými ($r = 0,522$) a téměř vůbec po roce 1991 ($r = 0,043$). Souvislost odvodnění s okresy s vyšší mírou zornění též v průběhu času klesá, a to hodnoty 0,329 v 60. letech až k „nule“ po roce 1980 ($r = 0,020$) mírně negativní hodnotě po roce 1991. Vzrůstají

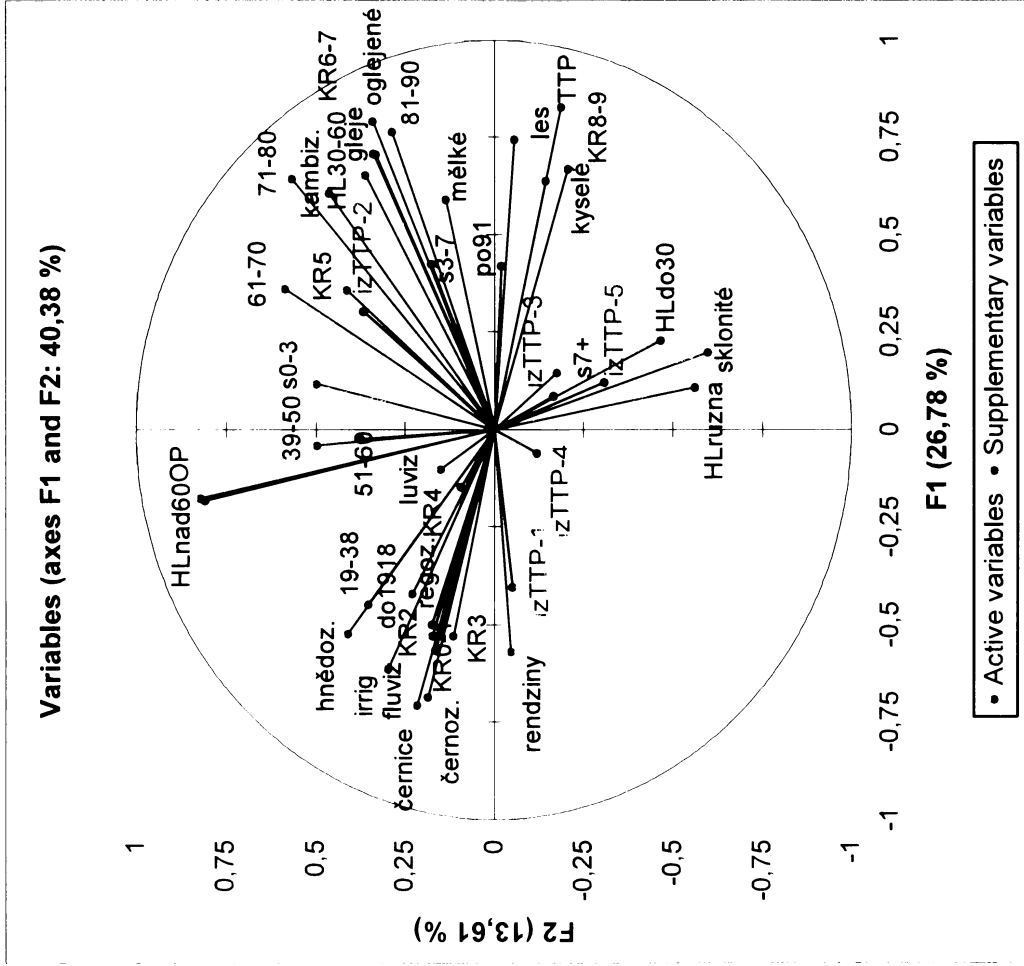
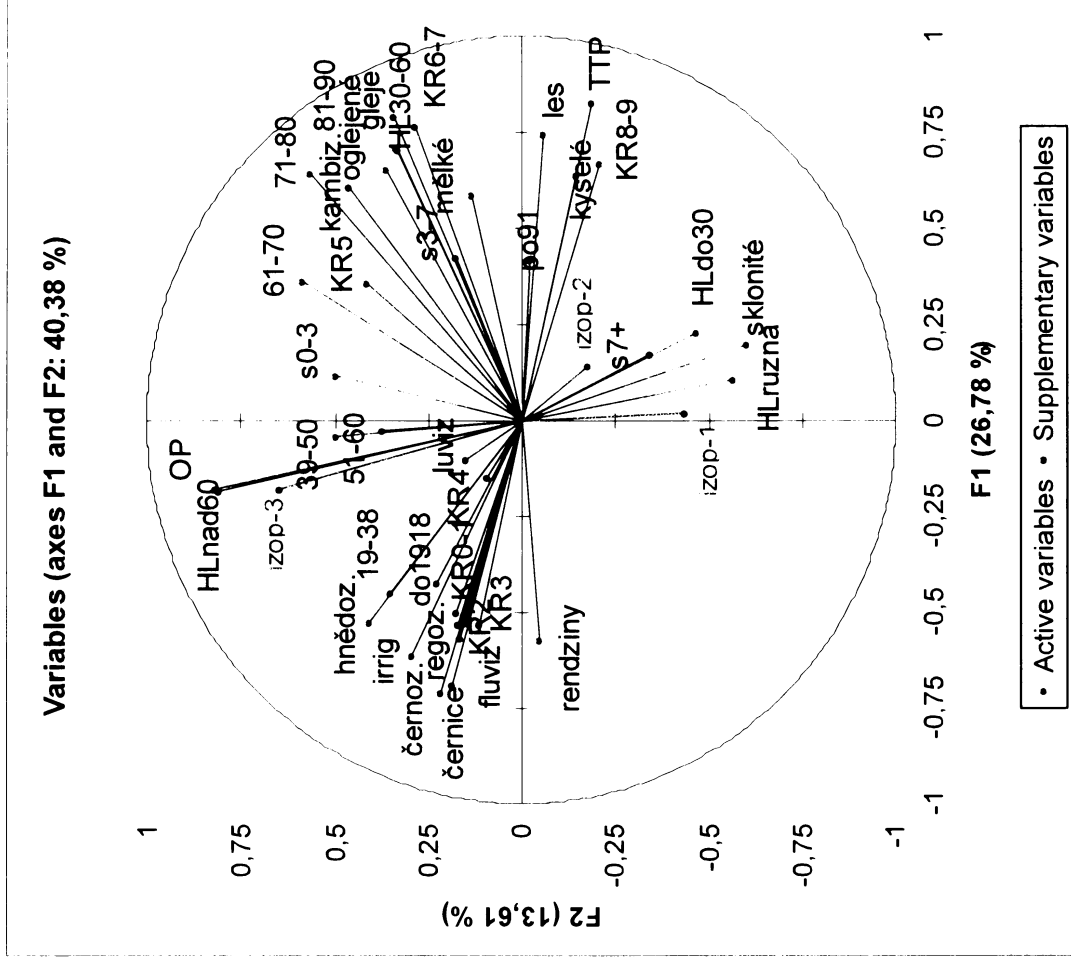
však plochy odvodněné v klimatické oblasti 6 a 7 ($r = 0,560$). Po roce 1970 se odvodněné plochy přesouvají do okresů s větší rozlohou lesa ($r = 0,42$) a trvalých travních porostů ($r = 0,421$), méně příhodných podmínek klimatických regionů 6 a 7 ($r = 0,763$), s větším podílem oglejených ($r = 0,814$) a glejových ($r = 0,699$) půd a kambizemí ($r = 0,494$). Hloubka půdy okresů odvodňovaných v 70. letech se pohybuje převážně mezi 30 až 60 cm. V osmdesátých letech jsou odvodňovány okresy s větším podílem TTP ($r = 0,599$) a lesů ($r = 0,532$), oglejených ($r = 0,780$), glejových ($r = 0,704$) a kyselých půd ($r = 0,424$) a v klimatických regionech 8 a 9. Oproti ostatním periodám je tato více korelována s okresy s větší plochou o sklonech 3 až 7 ($r = 0,360$). Po roce 1991 bylo vybudováno jen velmi málo drenážních systémů. Opět je znatelná korelace s okresy více zatravněnými ($r = 0,490$), zalesněnými ($r = 0,461$) a s vyšším podílem mělkých půd, tedy v horských produkčních podmínkách ($r = 0,369$).

Předpokládá se, že většina odvodněných trvalých travních porostů byla několik let poté zorněna. Od 50. do počátku let 90. docházelo k poklesu TTP a současně nárůstu odvodněných ploch. Oba tyto jevy byly patrné zvláště na plochách odvodněných koncem 70. a v 80. let. (Obr. 10 a).

Pro zobrazení souvislosti drenáže a ztráty TTP byly hodnoty indexu vývoje kategorie TTP mezi lety 1948 až 1990 jako doplňkové proměnné, zakomponovány do PCA. Pozorována byla však spíše souvislost změny plochy TTP s přírodními podmínkami okresů, než se samotnými odvodněnými plochami. Značný nárůst TTP (index změny 131 až 254) je mírně korelován s okresy s vyšším podílem sklonitých ($r = 0,379$), kyselých ($r = 0,298$) půd, s hloubkou různou ($r = 0,286$) a do 30 cm ($r = 0,298$). Nárůst TTP o hodnotách indexu změny 105 – 130 je mírně korelován s výskytem rendzin ($r = 0,330$) a luvisolů ($r = 0,259$). Sklony od 3 do 7 stupňů jsou mírně korelovány ($r = 0,307$) s okresy, v nichž se rozloha TTP výrazně nezměnila (index změny 95 – 105). S mírnou ztrátou TTP (index změny 95 – 63) jsou pozitivně korelovány proměnné odvodnění 70. a 80. let ($r = 0,485$ a $0,408$), klimatických regionů 6 a 7 ($r = 0,422$), oglejených ($r = 0,432$) a glejových ($r = 0,361$) půd. K největším úbytkům TTP došlo zřejmě v okresech s teplejším a sušším klimatem (KR0-1 korelace 0,356; KR 2 korelace 0,52). Největší úbytek TTP je negativně korelován s odvodněním 60., 70. až 80. let ($r = -0,242$, $-0,338$, $-0,283$), KR 6-7 ($r = -0,479$) a oglejených půd ($r = -0,417$). Naopak je pozitivně korelován s černicemi ($r = 0,414$) a černozeměmi ($r = 0,538$).



Obr. 9: PCA a) korelační kruh, zkratky: HL – hloubka půdy, KR – klimatický region, irrig – závlahy, fluviz. – fluvizemě, fluviz. – regozemě, luviz. – luvizemě, kambiz. – kambizemě, PR – produkční oblast 1- nejvyšší produktivita, 2 – vysoká, 3 – horská, 4 – ostatní, 5 – specifické zátěže (ZVHS, VÚMOP, ČSÚ, LUC) (ročenka Půda, 1999) b) okresy Zkratky okresy viz Příloha C 1



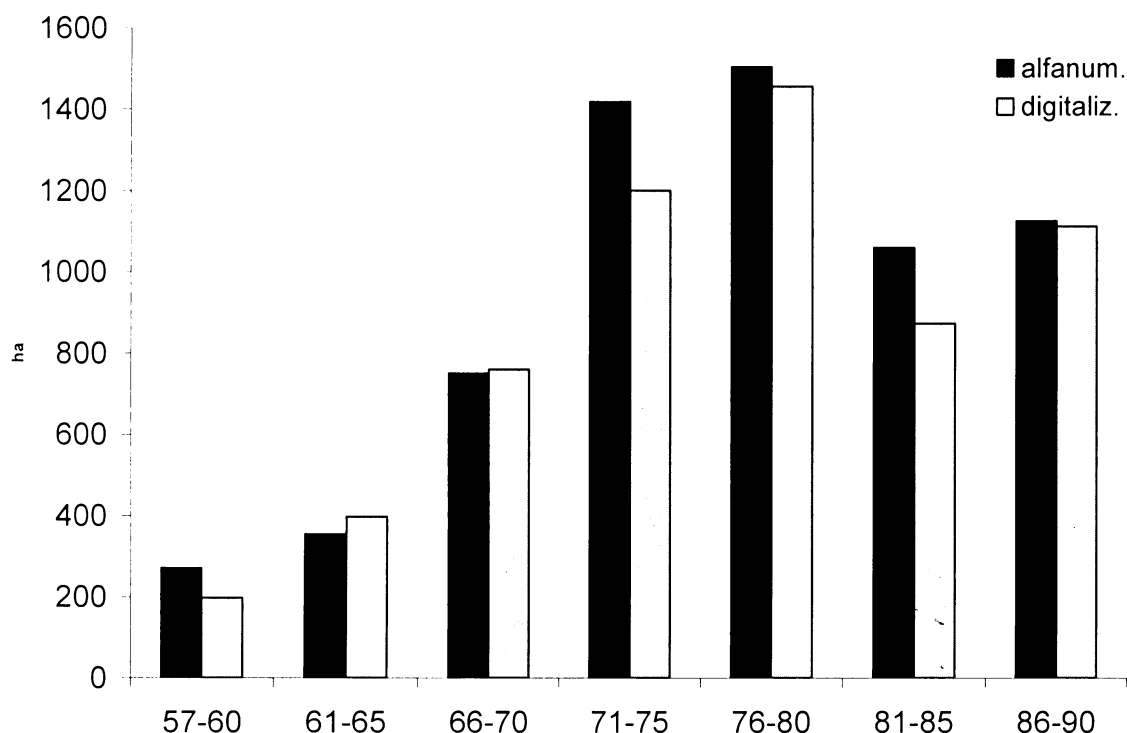
Obr. 11 : PCA a) korelační kruh, zkratky: HL – hloubka půdy, KR – klimatický region, irrig – závlahy, fluviz. – fluvizemě, regoz. – regozemě, luviz. – luvizemě, kambiz. – kambizemě, doplňkové proměnné – izTTP – index vývoje ploch TTP, izTTP1- 33 – 63, izTTP2 – 64 – 95, izTTP3 – 95 – 105, izTTP4 -106 – 130, izTTP5 – 131 – 254 (ZVHS, VÚMOP, ČSÚ, LUCC))b) idem, zip – index vývoje ploch orné půdy 1948 – 1990, izop1 – 42 – 63, izop2 – 64 – 85, izop3 – 86-98 Zkratky okresy viz Příloha C I

C. 2. Vývoj odvodnění modelového území

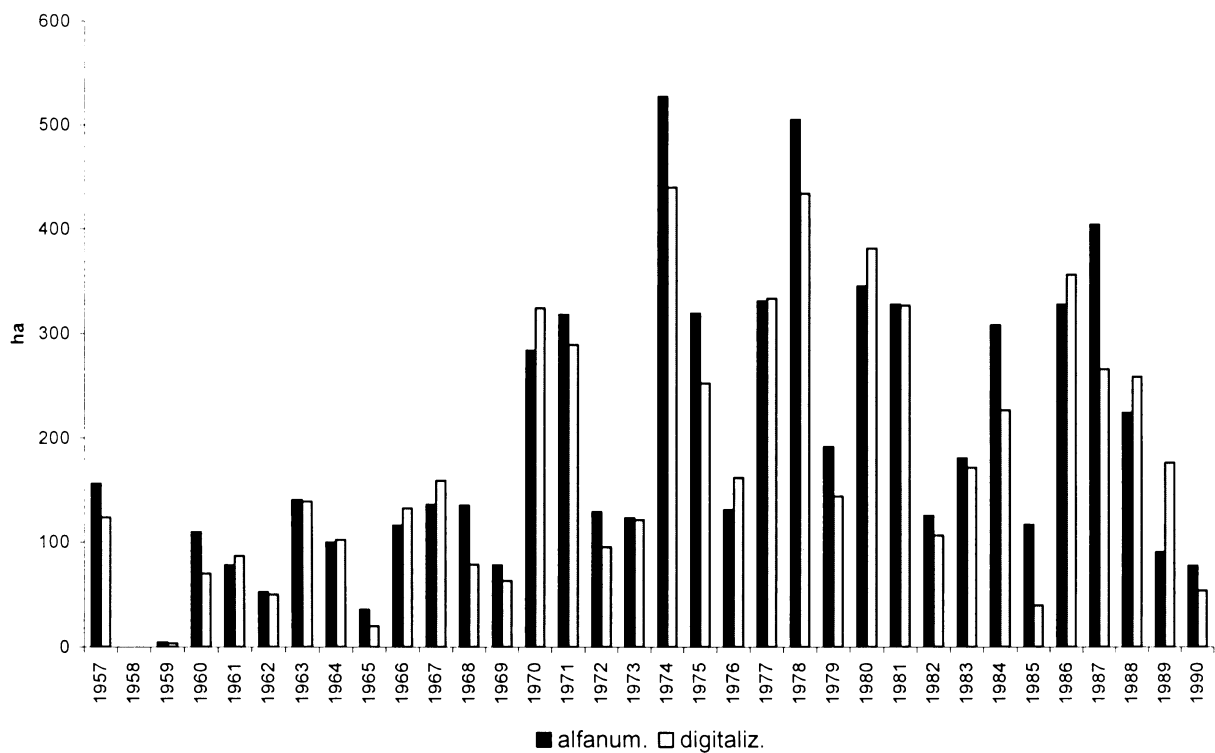
Celková rozloha modelového území je 45 245 ha. Více než polovina území je tvořena lesy a polopřirodními oblastmi (23 616 ha) a o něco méně (20 742 ha) zemědělskými plochami (CLC, 2000) (Obr. 15).

Podle alfanumerické databáze ZVHS bylo na sledovaném území odvodněno 6 483 ha, podle digitálních mapových podkladů 5 944 ha. Do našich dalších analýz bylo zahrnuto 5 709 ha, které odpovídaly vymezení rozvodnicí a hranicí okresu a pro něž byly k dispozici všechny údaje.

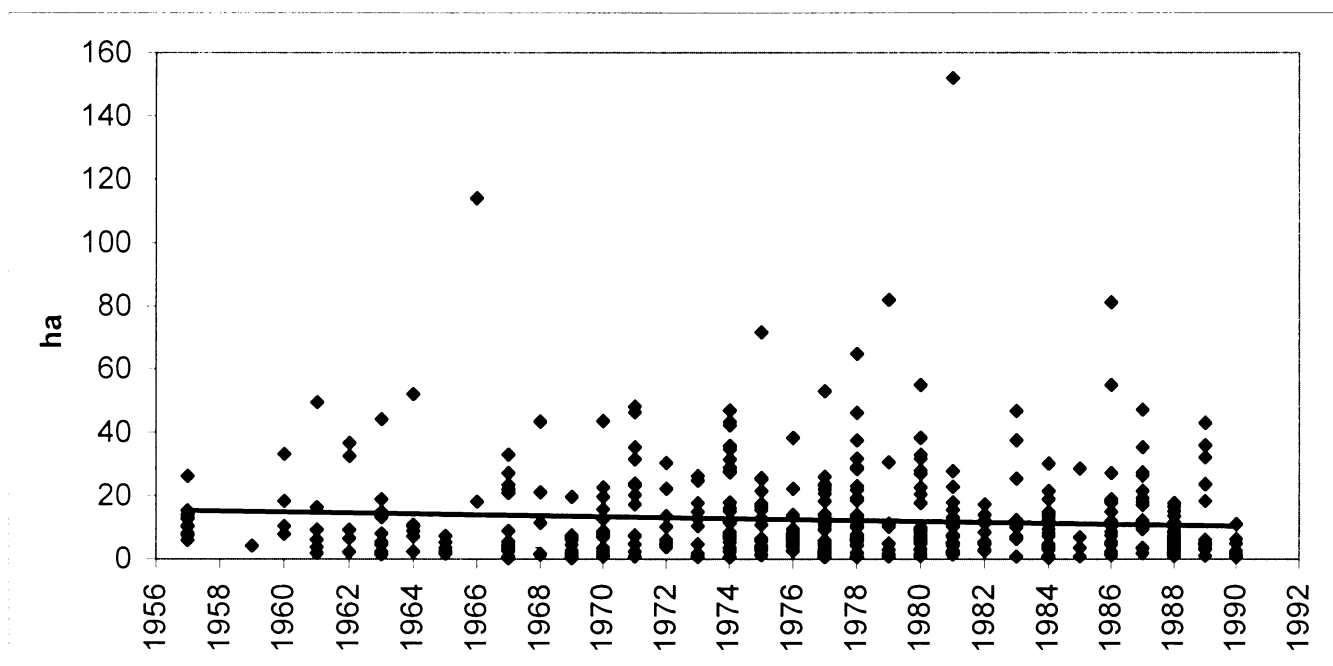
Průběh odvodňovacích akcí ukazují obě databáze obdobně. (Obr. 12, 13) Významný nárůst odvodňovacích aktivit v polovině 70. let koresponduje, s výjimkou některých okresů jižních Čech a středu Moravy, s celorepublikovým trendem. Intenzita odvodňovacích prací v 80. letech (32% odv. ploch) je obdobná jako v celém okrese Prachatice a okresech Český Krumlov, Strakonice, Domažlice. Vrcholnými lety výstavby byly roky 1974, 1978, 1980, 1986. Rozloha jednotlivých drenážních systémů se s průběhem času velmi mírně zmenšovala, ačkoliv v 70. a 80. letech bylo zbudováno několik soustav s rozlohou nad 60 ha. (Obr. 14) Odvodnění bylo zbudováno na 27, 5% zemědělské půdy (CLC 2000). Při výpočtu charakteristik celého území byly používány údaje z BPEJ. Z celého území bylo bonitováno 51,4% celkové rozlohy.



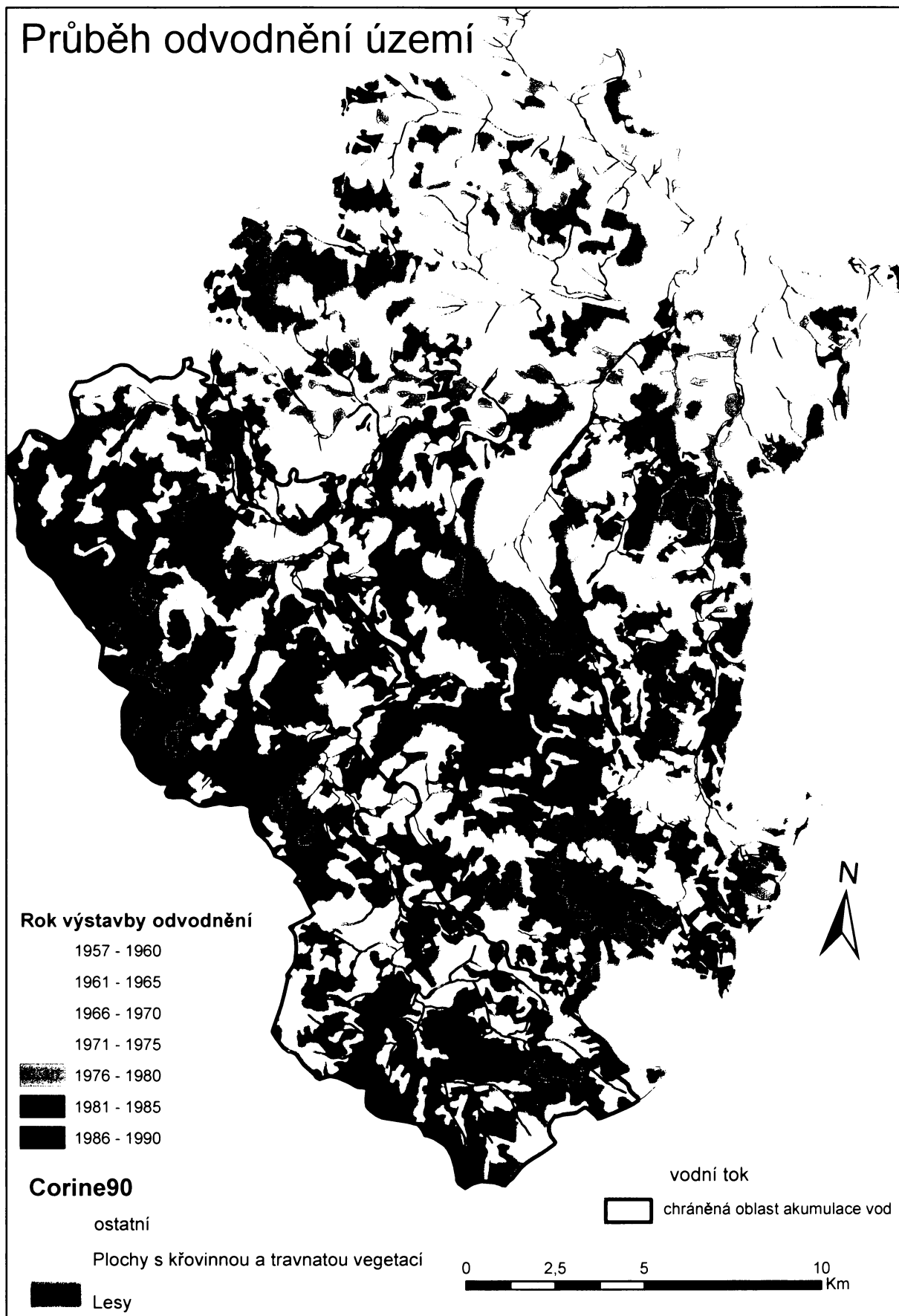
Obr. 12: Časový průběh odvodnění sledovaného území - odvodnění půdy v pětiletkách (ha) podle alfanumerické databáze (ZVHS) a digitalizovaných mapových podkladů (ZVHS)



Obr. 13: Časový průběh odvodnění sledovaného území - odvodnění půdy v jednotlivých letech (ha) podle alfanumerické databáze (ZVHS) a digitalizovaných mapových podkladů (ZVHS)



Obr. 14: Časový průběh odvodnění sledovaného území (ha), digitalizované mapové podklady (ZVHS)



Obr. 15: Průběh odvodnění území a ohraničení CHKO Šumava a Chráněné oblasti akumulace vod Šumava (ZVHS, Cenia, VÚV)

Průběh odvodnění vzhledem k nadmořské výšce

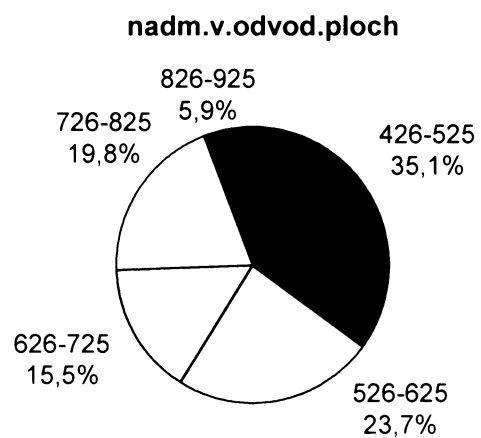
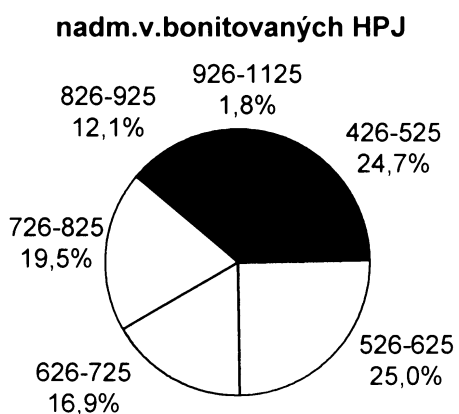
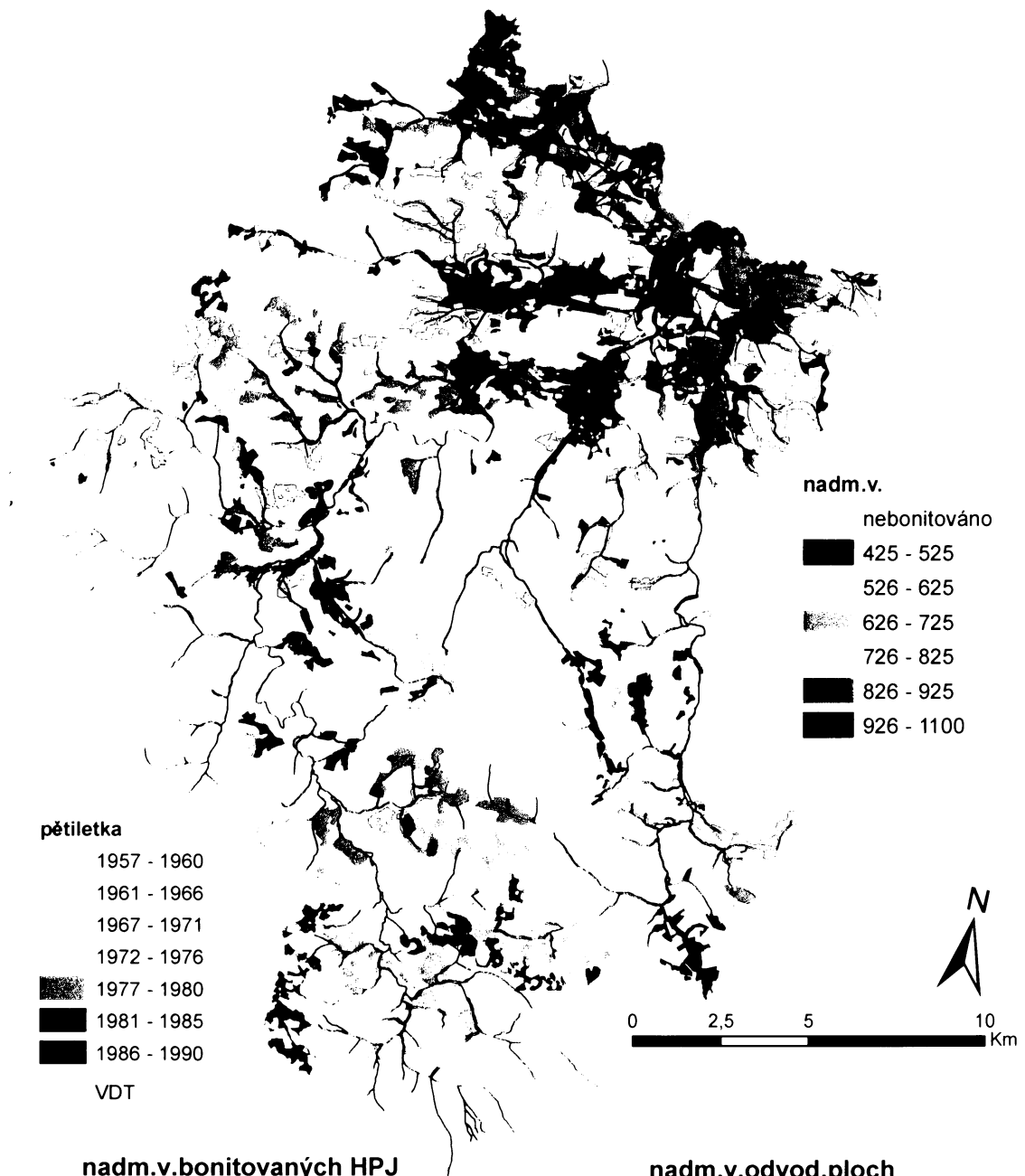
Území se nachází v nadm.v. od 425 do 1100 m.n.m. (Obr. 16) Polovina bonitovaných půd leží v nadm.v. do 625 m.n.m. První drenážní zásahy zaznamenané ZVHS byly provedeny mezi lety 1956 až 1960, kdy bylo odvodněno pouze 198 ha, z nichž 85% se nachází v nadm.v 626 až 725 m.n.m. v jihovýchodní části území. V 60. letech byly drenážní aktivity z 60 % soustředěny převážně do poloh pod 525 m.n.m. (Obr. 19 a, b) Mezi 425 a 525 a m.n.m., kde se nachází 24,7% bonitovaných půd sledovaného území, bylo uskutečněno 35,1% z celkové rozlohy odvodňovacích prací, a to zvláště mezi lety 1961 až 1985. Po roce 1971 můžeme sledovat přesun do vyšších nadmořských výšek, a to zvláště v období intenzivních odvodňovacích akcí, v letech 1976 až 1990 (Obr. 21 b). Právě v tomto posledním období převažovala velmi výrazně rozloha odvodnění provedeného nad úrovní 726 m.n.m. nad rozlohou odvodnění vybudovaného do 525 m.n.m. Téměř polovina rozlohy odvodnění vybudovaného v nadm. výškách nad 726 m.n.m pochází z 80. let. (Obr. 19 a,b, 24 a)

Průběh odvodnění vzhledem ke sklonitosti terénu

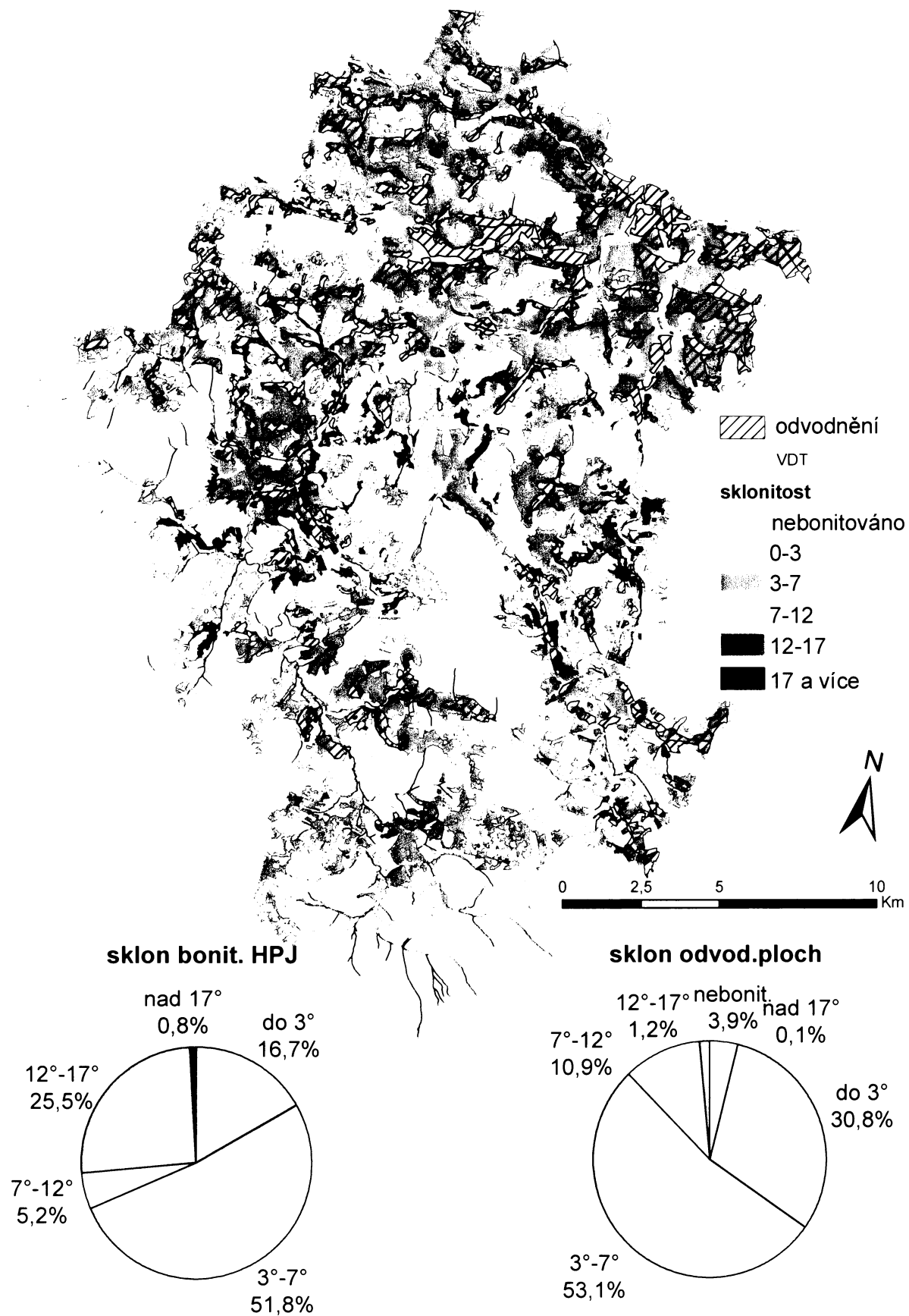
Z bonitovaných půd modelového území má pouze 16,7% sklon menší než 3 stupně, přičemž polovina jich byla odvodněna (Obr. 18). Čtvrtina bonitovaných půd má sklon od 12 do 17 stupňů. Tyto půdy byly však odvodněny jen velmi málo (1,2%), a to převážně v 80. letech. Na sklonech 3 až 7 stupňů se nachází více než polovina půd (53,8%) a na těchto sklonech bylo provedeno i 53,1% drenáží. Tyto byly půdy v průběhu času odvodňovány s poměrně stejnou intenzitou, s mírným maximem v 70. letech a následným poklesem (Obr. 18, 19 a). Drénována byla polovina všech půd o sklonech mezi 7 a 12 stupni, a to zvláště koncem 70. a v 80. let. S výjimkou první pětiletky (1956 - 1960) je jejich podíl na odvodněné ploše postupně vzrůstající. Svahy nad 17 stupňů byly odvodněny zejména v první a poslední pětiletce. Výstavba drenážních systémů na sklonech do 7 stupňů postupně vzrůstala až do konce 80. let a poté došlo k jejímu poklesu. Svahy nad 7 stupňů byly odvodňovány spíše od druhé poloviny 70. let (Obr. 20 a, b).

Průběh odvodnění vzhledem ke skeletovitosti půd

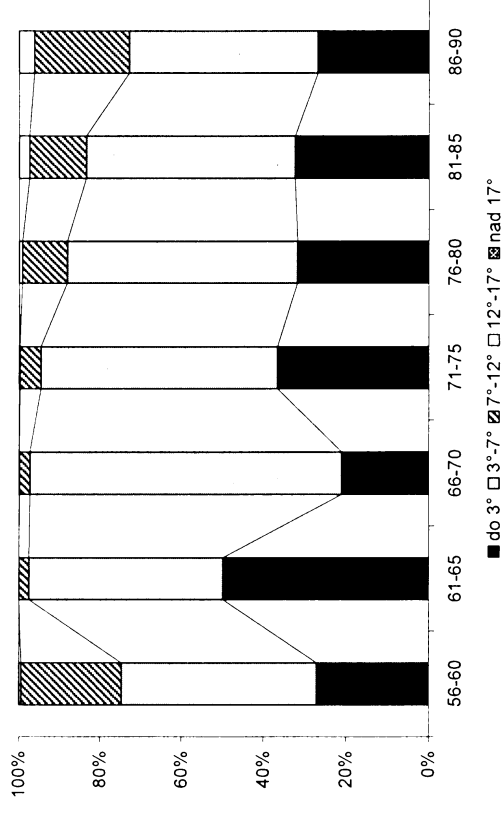
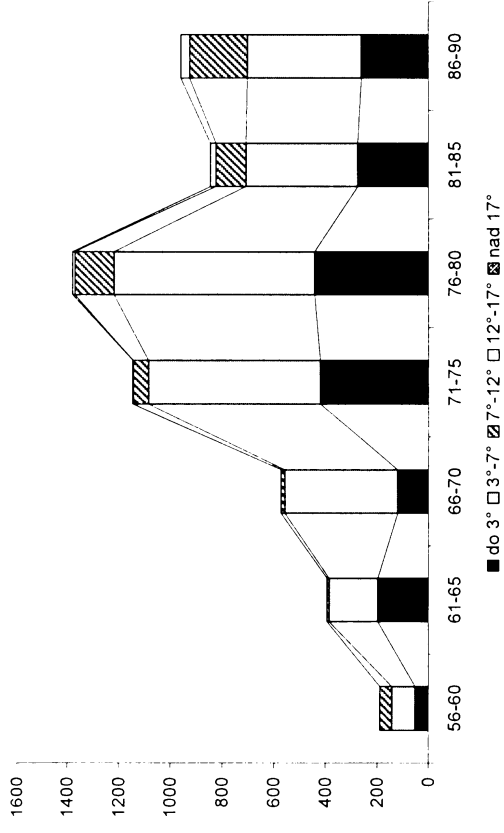
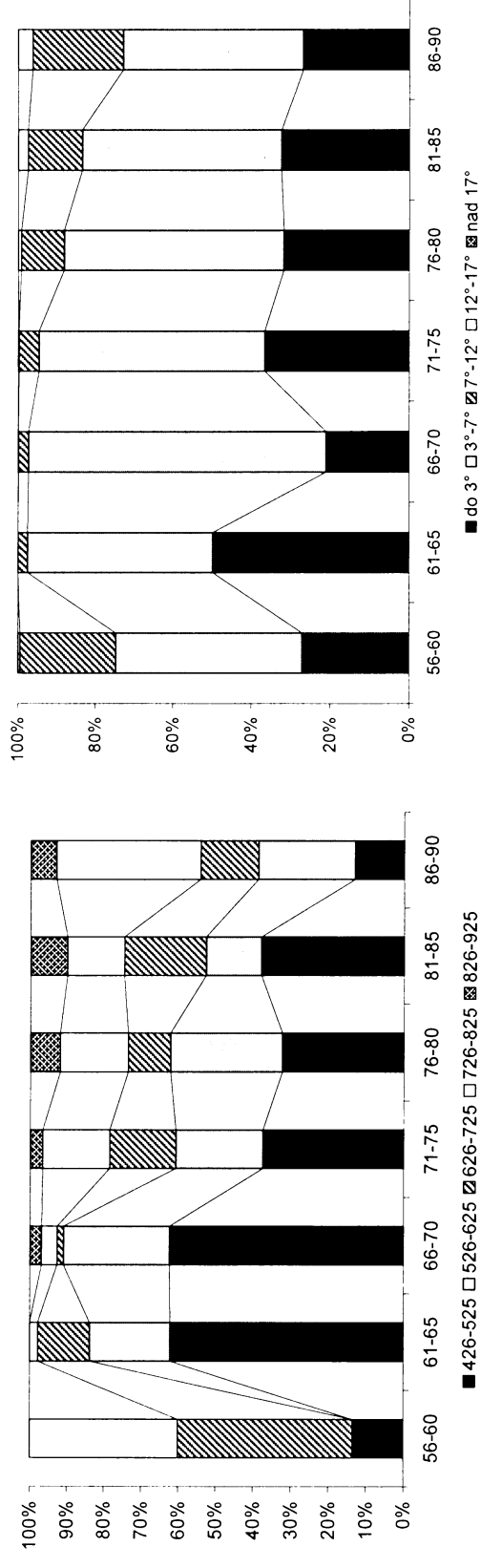
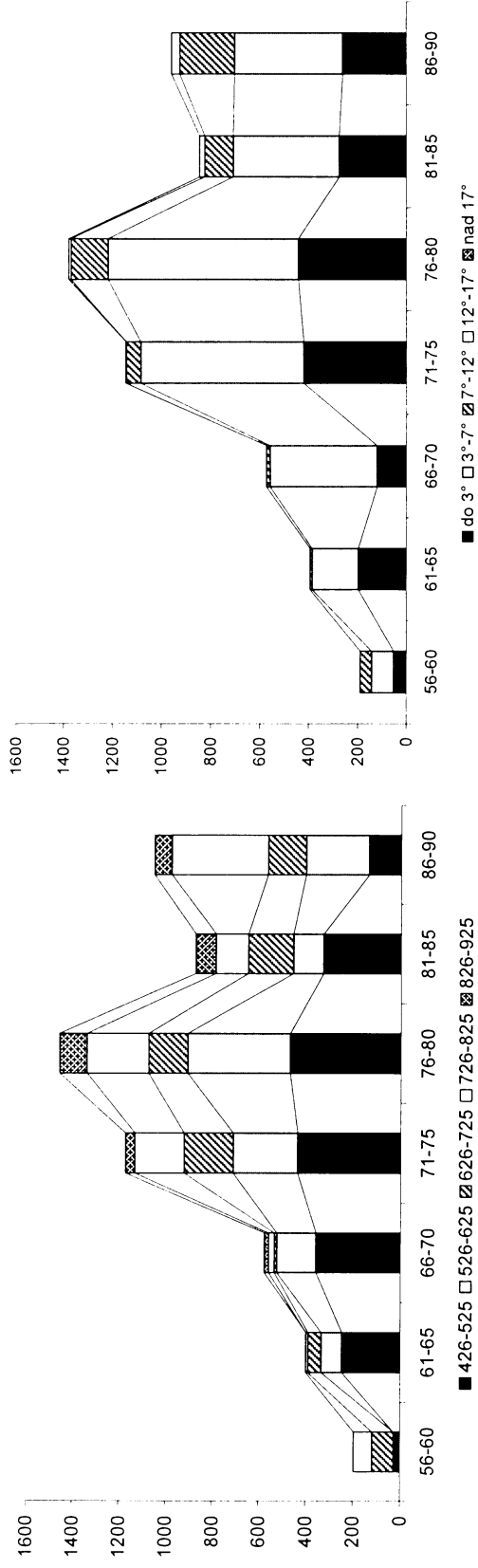
Slabě skeletovité půdy tvoří 57% bonitovaného území (Obr. 20). Jsou rozšířeny převážně v severní části území (tedy v nižší nadmořské výšce a na méně sklonitých pozemcích) a v okolí vodních toků. Směrem na jih území potom narůstá poměr středně skeletovitých půd (36,8%) a poměrně málo zastoupených silně skeletovitých půd (6,2%). Odvodňovány byly přednostně slabě skeletovité půdy (tvoří 77% odv. ploch), a to s přibližně stejnou intenzitou. U půd silně skeletovitých je viditelný nárůst drénovaných ploch v 80. letech, jejich zastoupení na odvodněné ploše je však nepatrné (1,3%) (Obr. 21).



Obr. 16 : Mapa výskytu použitých intervalů nadmořských výšek na modelovém území a grafy zastoupení nadm.v. na bonitovaných půdách území a odvodněných plochách (nebonitované plochy nezahrnuty) (ZVHS, VŮV, Cenia)

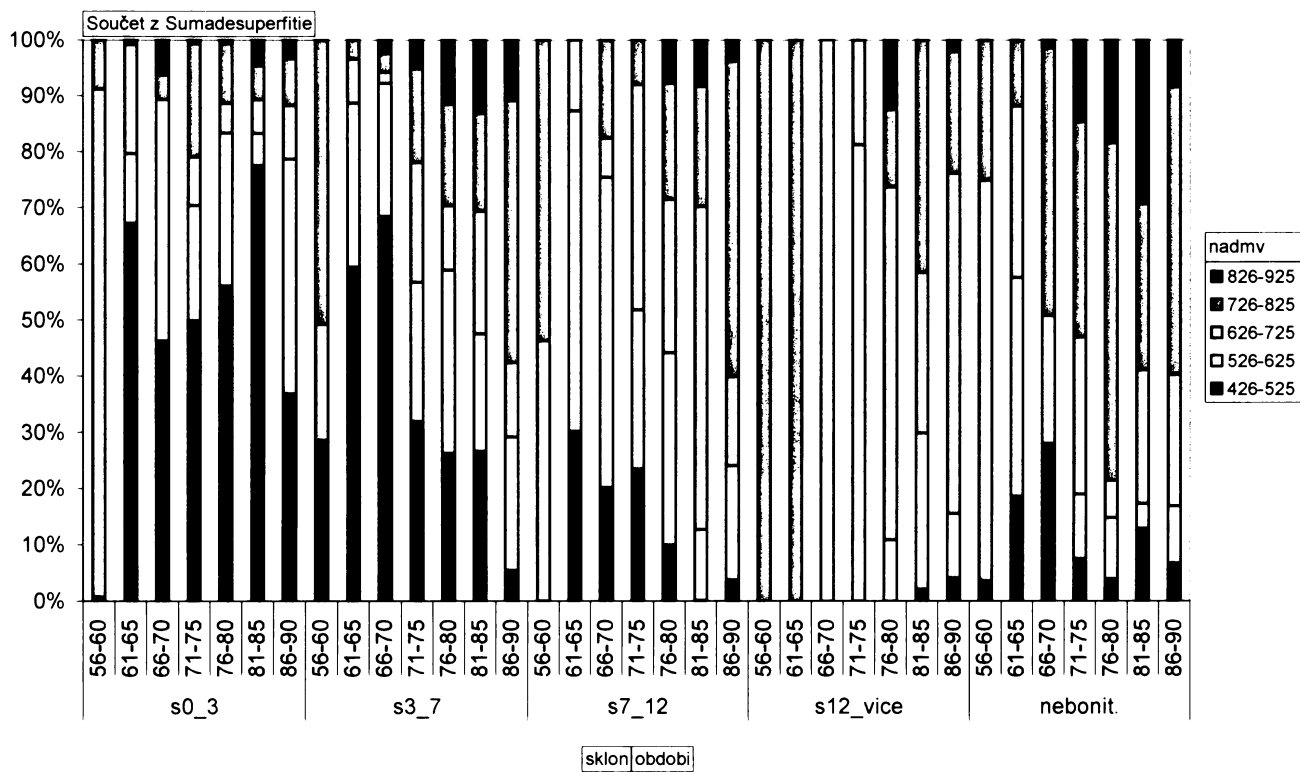
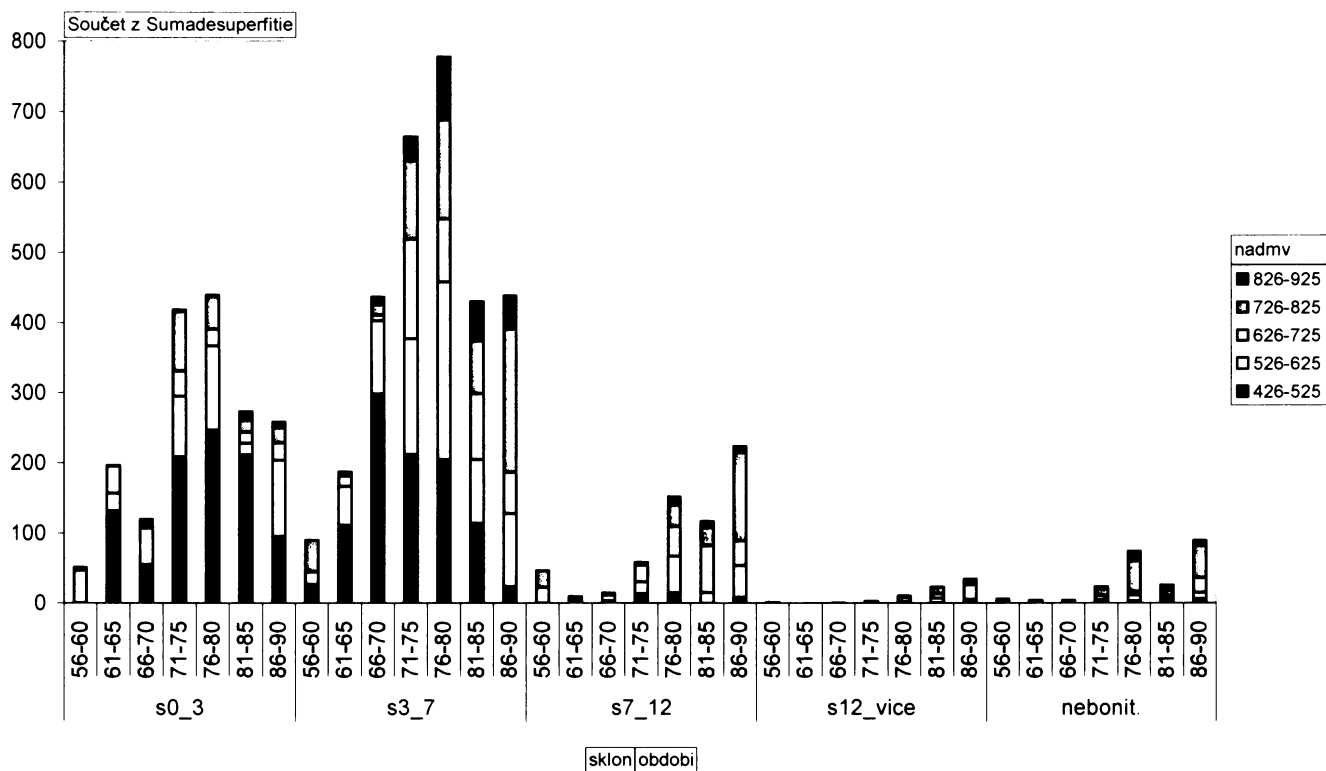


Obr. 18: Mapa sklonitostních poměrů modelového území a grafy zastoupení použitých sklonitostech kategorií bonitovaných půdách území a odvodněných plochách (ZVHS, VÚV, Cenia)

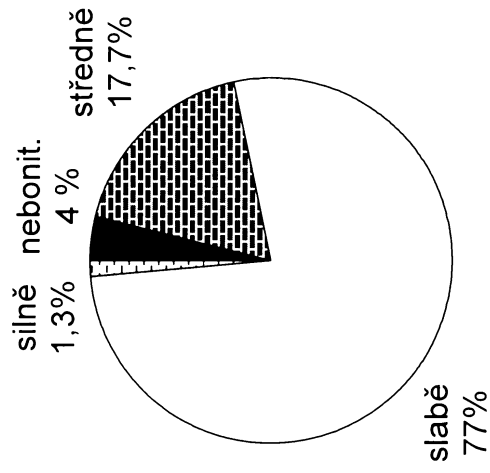
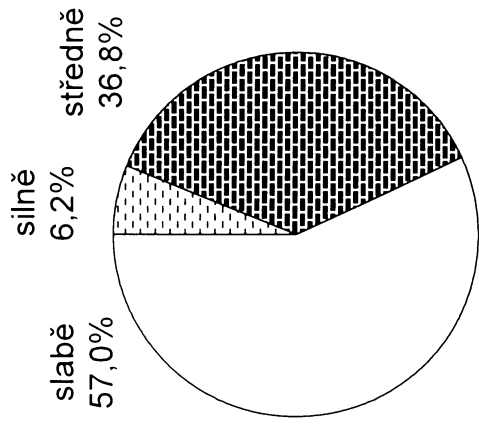


Obr. 19: Průběh odvodnění (ha) vzhledem k nadmořským výškám a) absolutní hodnoty, b) relativní hodnoty (ZVHS, Cenia)

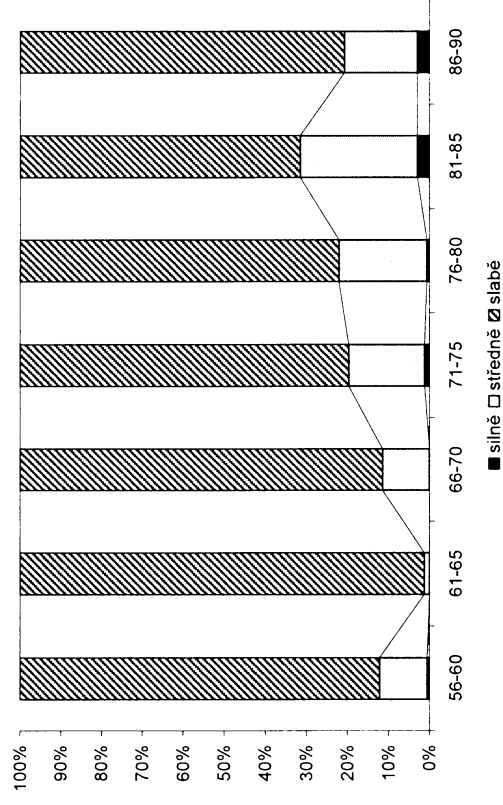
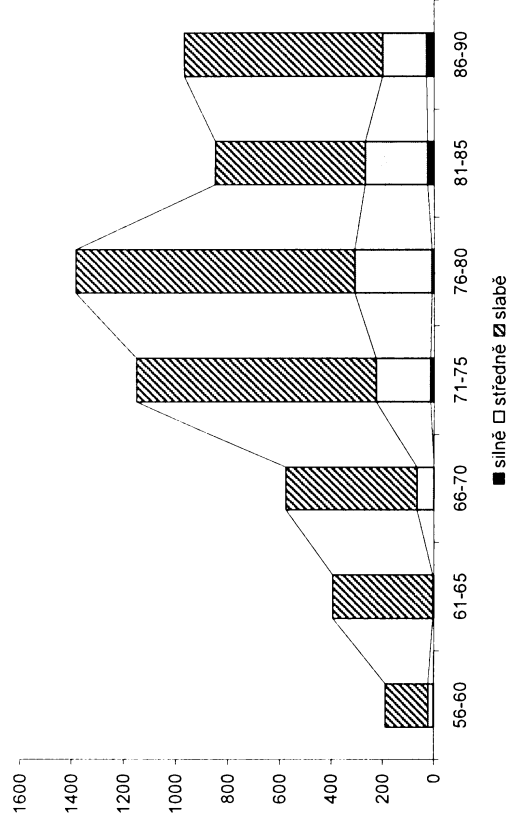
Obr. 20: Průběh odvodnění (ha) vzhledem ke sklonu a) absolutní hodnoty, b) relativní hodnoty (ZVHS, Cenia)



Obr. 21: Průběh odvodnění vzhledem ke sklonu, periodě odvodnění a nadm.v. a) absolutní hodnoty, b) relativní hodnoty



Obr. 22: Výskyt kategorií skeletovitosti půd a) celé území b) odvodněné plochy



Obr. 23: Průběh odvodnění (ha) v pětiletkách, vzhledem ke skeletovitosti a) absolutní hodnoty, b) relativní hodnoty

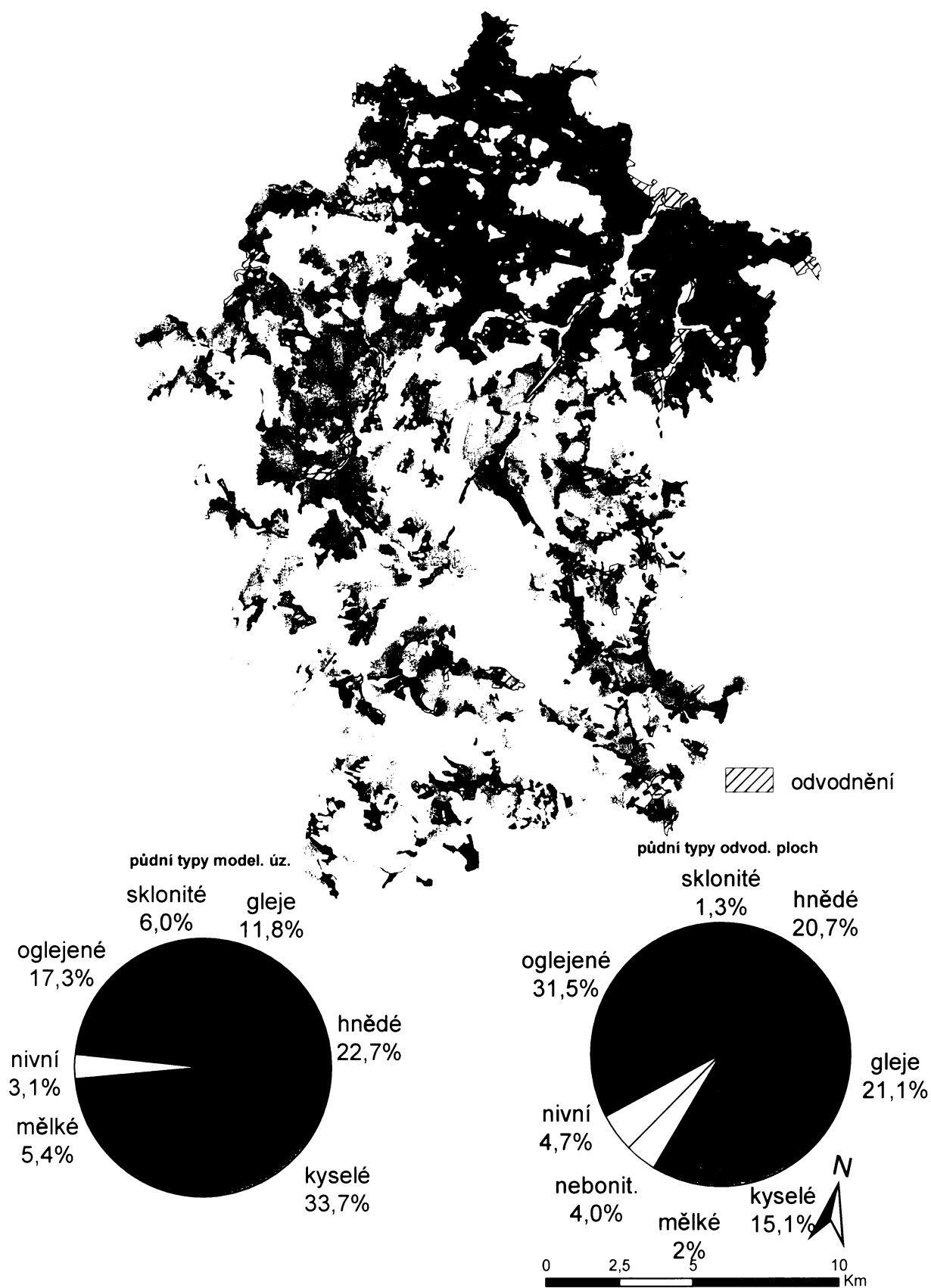
Průběh odvodnění vzhledem k typům půd

Nejčastějším půdním typem modelového povodí jsou půdy kyselé hnědé a rezivé (33,7%), vyskytující se spíše ve vyšších nadmořských výškách, dále půdy hnědé (22,7%), nacházející se zvláště ve nadmořských výškách okolo 425 – 526 m.n.m. a oglejené půdy (17,3%), rozšířené hojně v okolí vodních toků (Obr. 24). Více než čtvrtina odvodněných ploch (31,5%) je tvořena právě půdami oglejenými a dále půdami glejovými (21,1%) a hnědými (20,7%). Tyto tři půdní typy byly v 60. a 70. letech drénovány se vzrůstající intenzitou. Po maximum koncem 70. let došlo k poklesu. (Obr. 26 a, 28) Podíl odvodněných oglejených půd se v průběhu času snižoval a byl nahrazován půdami glejovými. V 70. a v 80. letech můžeme zaznamenat v nižších nadmořských výškách nárůst odvodněných půd nivních, nebonitovaných, mělkých a sklonitých. Současně s nadmořskou výškou se zvyšuje podíl odvodněných půd kyselých, mělkých a nebonitovaných, zřetelný zvláště na konci 70. a v 80. letech (Obr. 28, a, b).

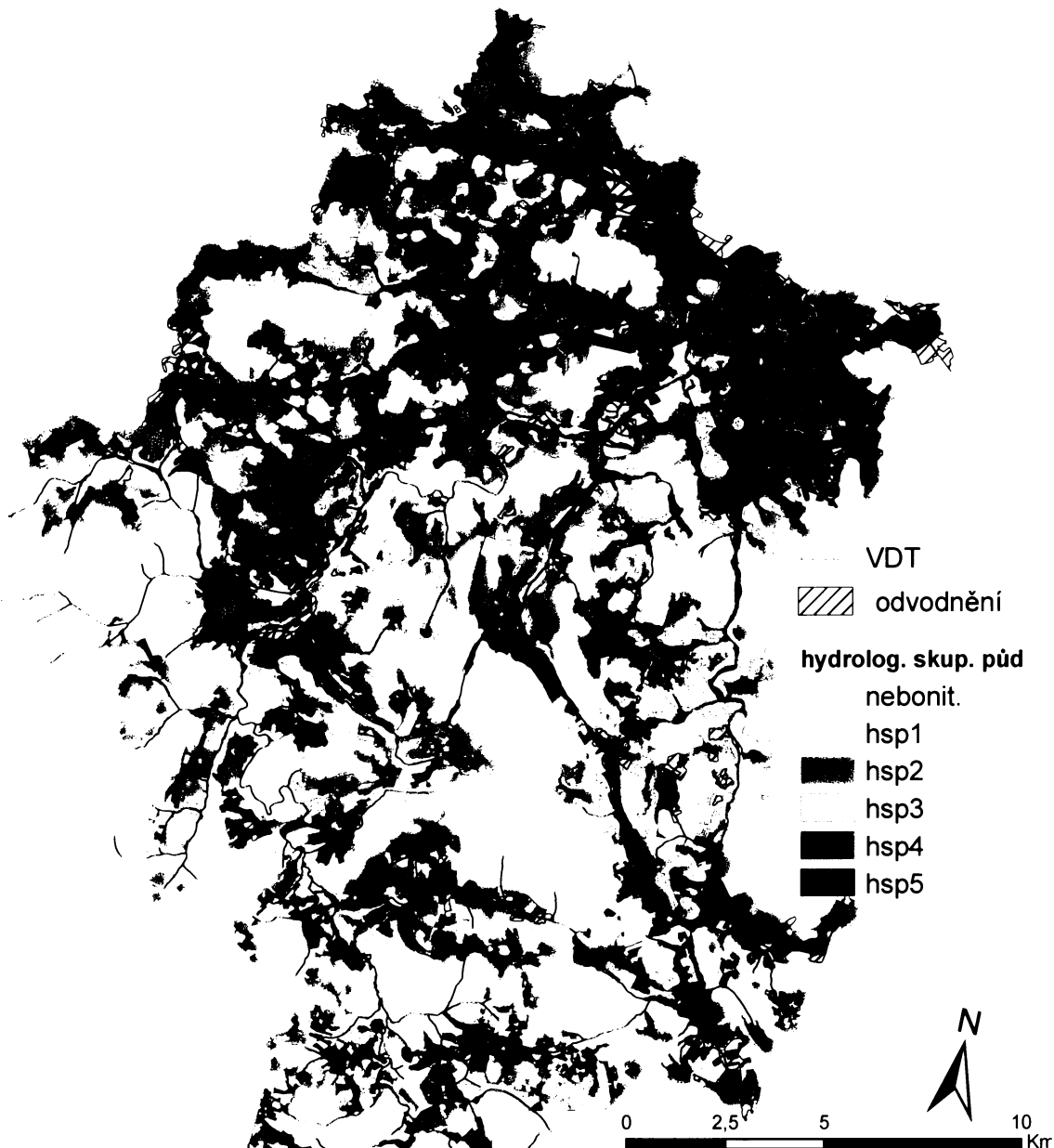
Výskyt a odvodnění hydrologických skupin půd

Z bonitovaných půd je nejvíce zastoupena hydrologická skupina půd 2, tedy s vyšší rychlostí infiltrace (56,6%) a HSP 4 (22,3%), s nižší rychlostí infiltrace. HSP4 a HSP5 se vyskytují především podél vodních toků (Obr. 25). Půdy hydrologické skupiny půd 1 s nejrychlejší infiltrací se vyskytují spíše v nadm. výškách nad 626 m.n.m. a ve větších sklonech. Půdy se střední rychlostí infiltrace, HSP3, jsou na území zastoupeny pouze 94,7 ha.

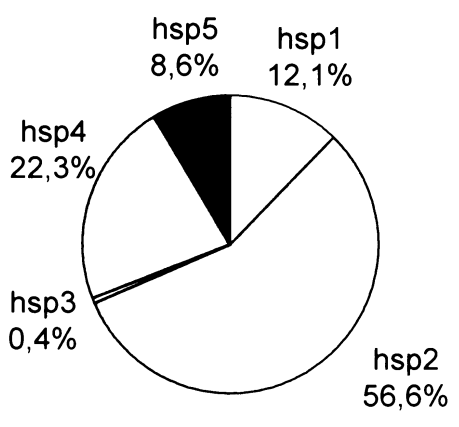
Na odvodněných plochách převládají HSP 4 (41,6%), HSP 2 (36,2%) a HSP 5 (13,3%) (Obr. 27). Odvodňovány byly přednostně půdy nízkou a nejnižší kapacitou infiltrace (HSP 4 a HSP 5), rozšířené v okolí vodních toků. Polovina jejich celkového výskytu na území byla odvodněna. HSP 2, kategorie půd s vyšší infiltrační kapacitou byla, jakožto nejrozšířenější hydrologická půdní skupina v území, odvodňována v průběhu času s přibližně stejnou intenzitou. Podíl drénovaných HSK 4 se v 80. letech lehce snižoval. Naopak, se po roce 1976, a to zvláště v poslední pětiletce, zvyšovala plocha odvodněných nebonitovaných půd a půd s vysokou rychlostí infiltrace.



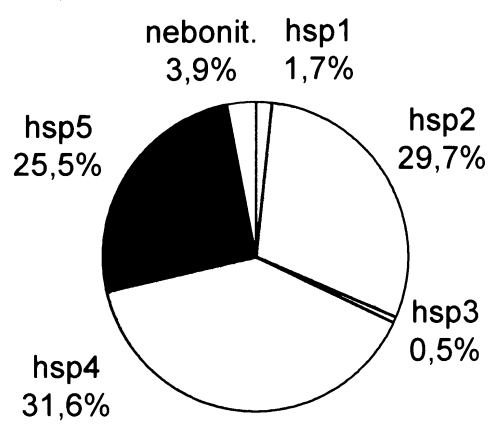
Obr. 24: Mapa výskytu půdních typů na modelovém území a grafy zastoupení půdních typů na bonitovaných půdních územích a odvodněných plochách (ZVHS, VŮV, Cenia)



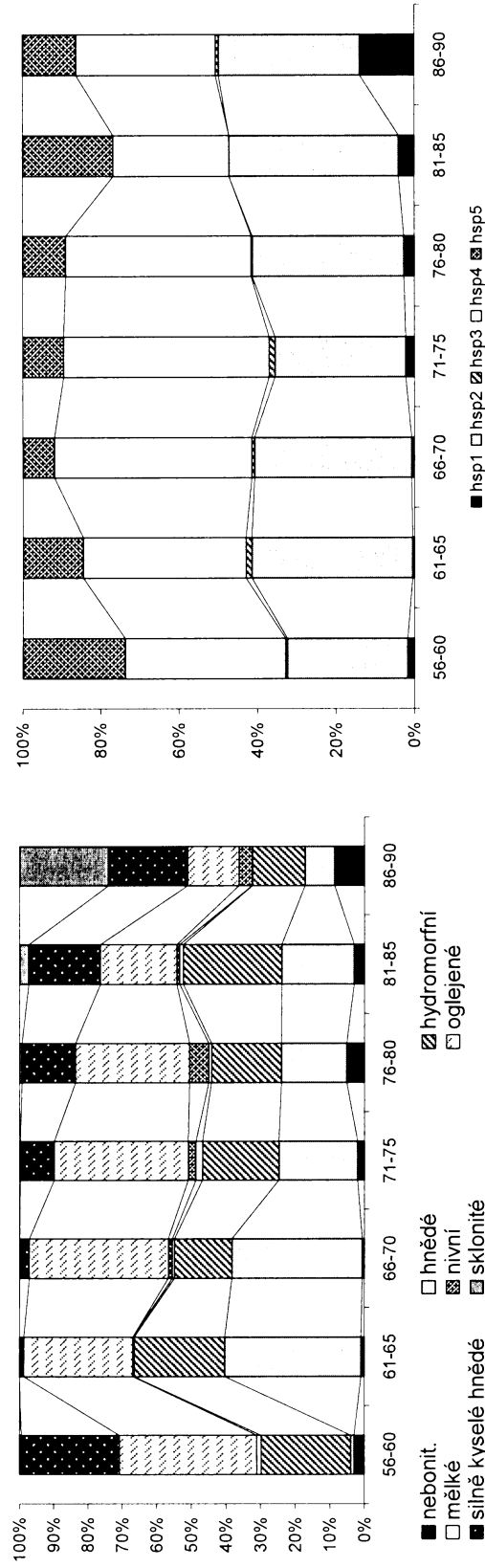
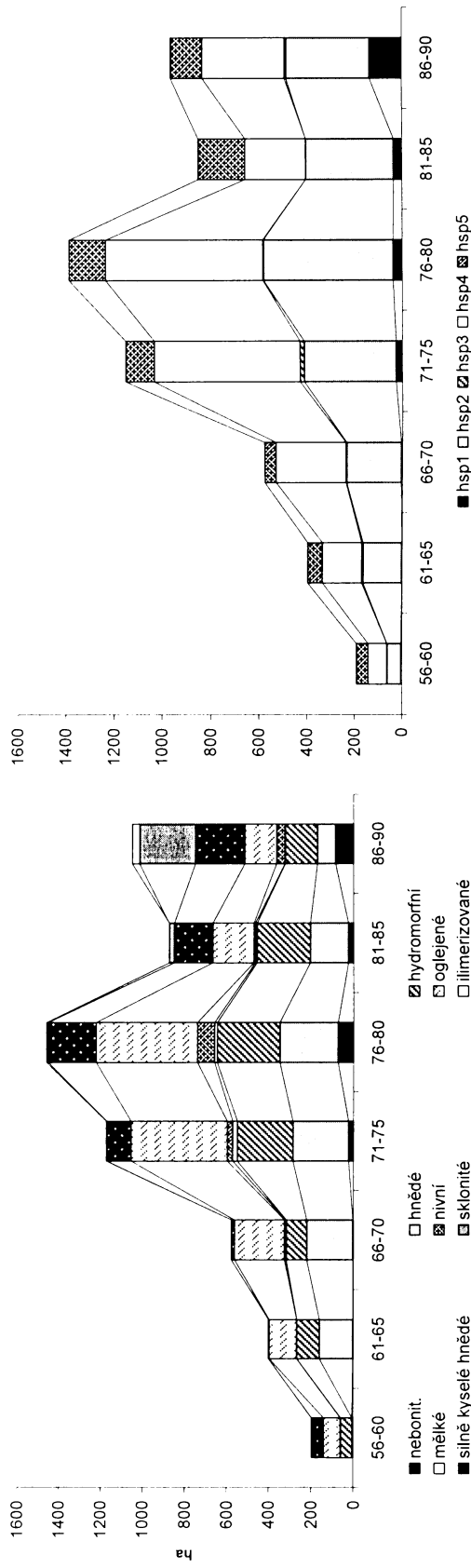
hsp - bonit.HPJ



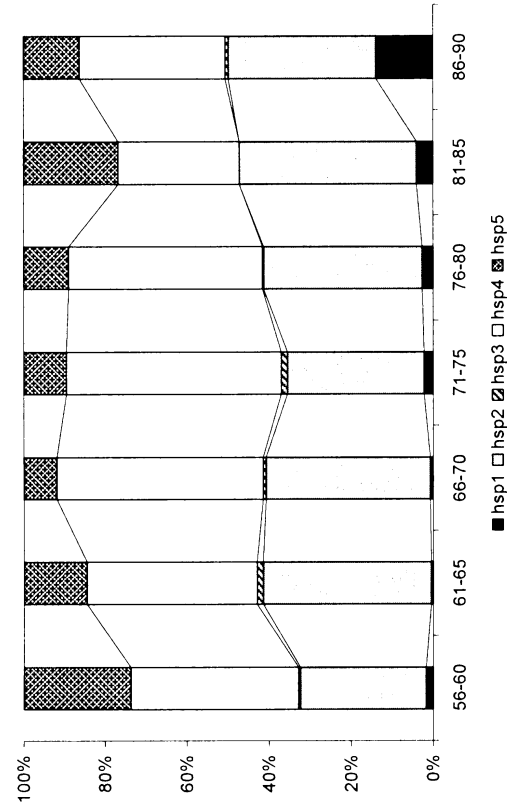
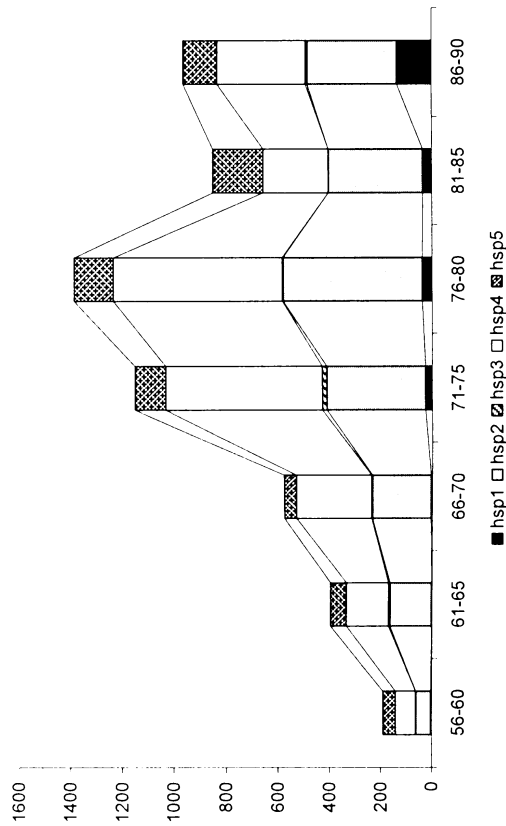
hsp odvod.ploch



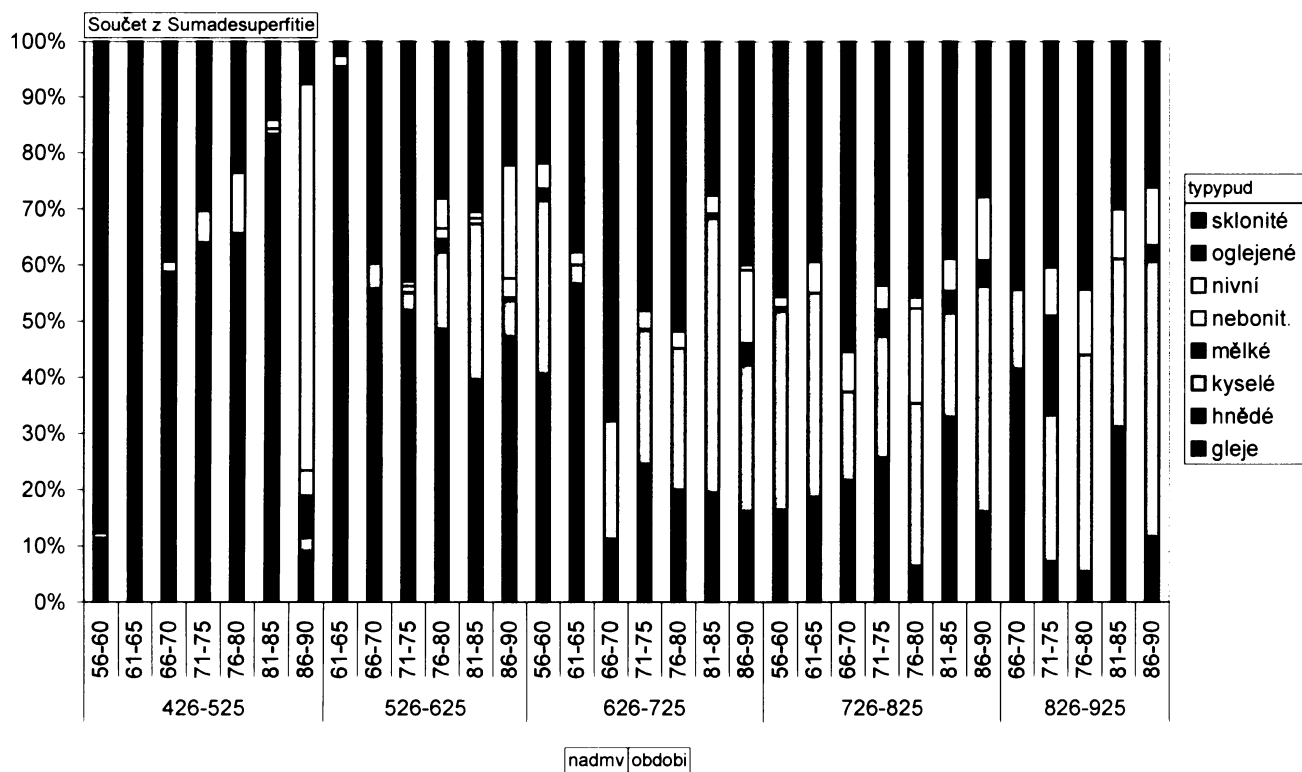
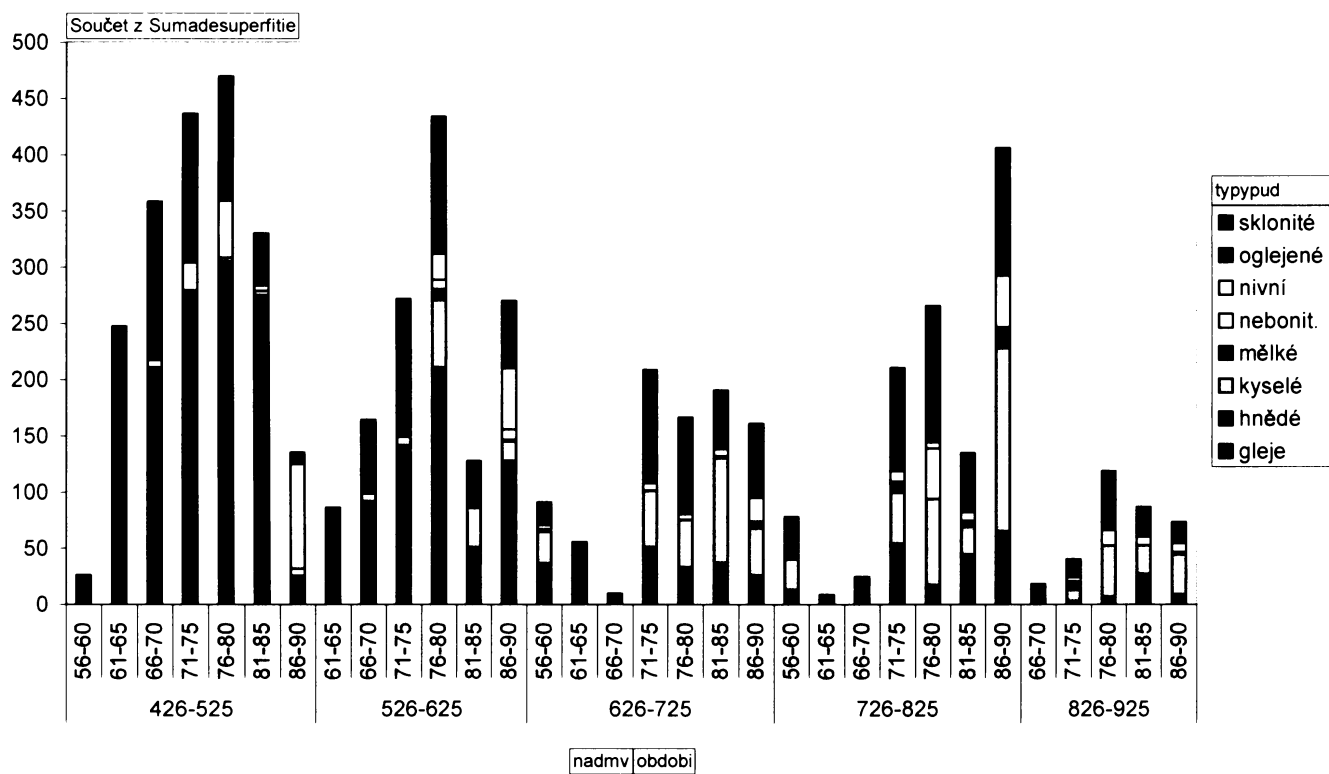
Obr. 25: Mapa výskytu hydrologických půdních skupin na modelovém území a grafy zastoupení HSP na bonitovaných půdách území a odvodněných plochách (ZVHS, VŮV, Cenia)



Obr. 26: Průběh odvodnění jednotlivých hydrologických půdních skupin (v ha) v pětiletkách (osa x) (VÚMOP, ZVHS) Průběh odvodnění vzhledem ke sklonu a) absolutní hodnoty, b) relativní hodnoty (ZVHS, Cenia)



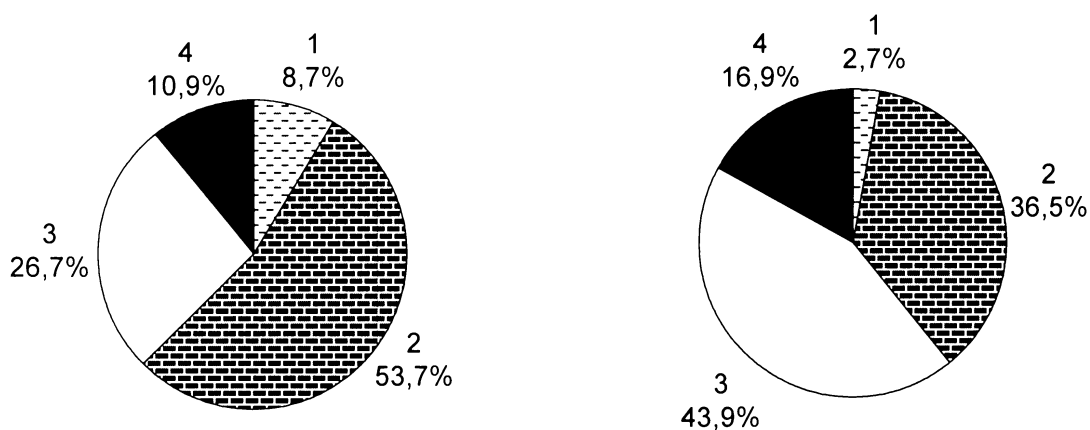
Obr. 27: Průběh odvodnění jednotlivých hydrologických půdních skupin (v ha) v pětiletkách (osa x) (VÚMOP, ZVHS) Průběh odvodnění vzhledem ke sklonu a) absolutní hodnoty, b) relativní hodnoty (ZVHS, Cenia)



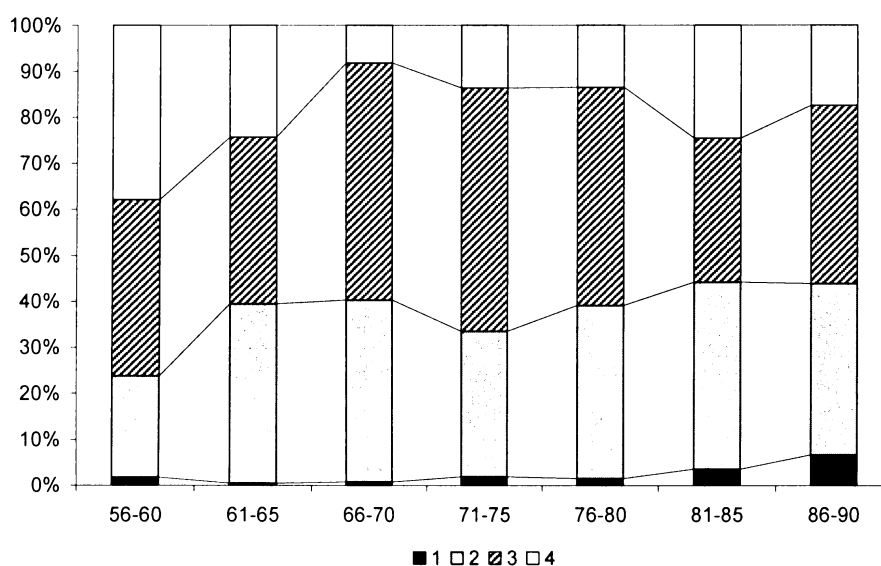
Obr. 28: Průběh odvodnění vzhledem k nadm.v., periodě odvodnění a půdnímu typu a) absolutní hodnoty b) relativní hodnoty

Infiltrační kapacita

Rozšíření půd s nízkou infiltrační kapacitou je obdobné jako rozšíření hydrologických skupin půd 5 a 4 a rozšíření půd s vyšší infiltrační kapacitou je obdobné jako u hydrologických skupin 2 a 1, jelikož informace o zařazení do hydrologické skupiny má ve výpočtu infiltrační kapacity velkou váhu. (Obr. 25) Nejvyšší dosažený koeficient infiltrační kapacity je 9, 23. Více než polovina (53,7%) území má infiltrační kapacitu v intervalu 2, tedy vysokou a v intervalu 3 – střední. (Obr. 29) Podíl IK 4 na odvodněných plochách je vyšší (16,9%) než v celém území (10,9%). IK 2 byly v průběhu času odvodňovány s poměrně stejnou intenzitou. (Obr. 30) V posledních dvou pětiletkách je znatelný nárůst odvodněných ploch IK1. Můžeme tedy usuzovat, že drenážní aktivity byly zaměřeny převážně na skupiny půd s nízkou až střední infiltrační kapacitou, tedy IK4 a IK5.



Obr. 29: Zastoupení kategorií infiltrační kapacity půd 1 – nejvyšší infiltrační kapacita, 2 – vysoká infiltrační kapacita, 3 – střední infiltrační kapacita, 4 – nižší infiltrační kapacita, a) na bonitovaných půdách modelového území b) na odvodněných plochách.

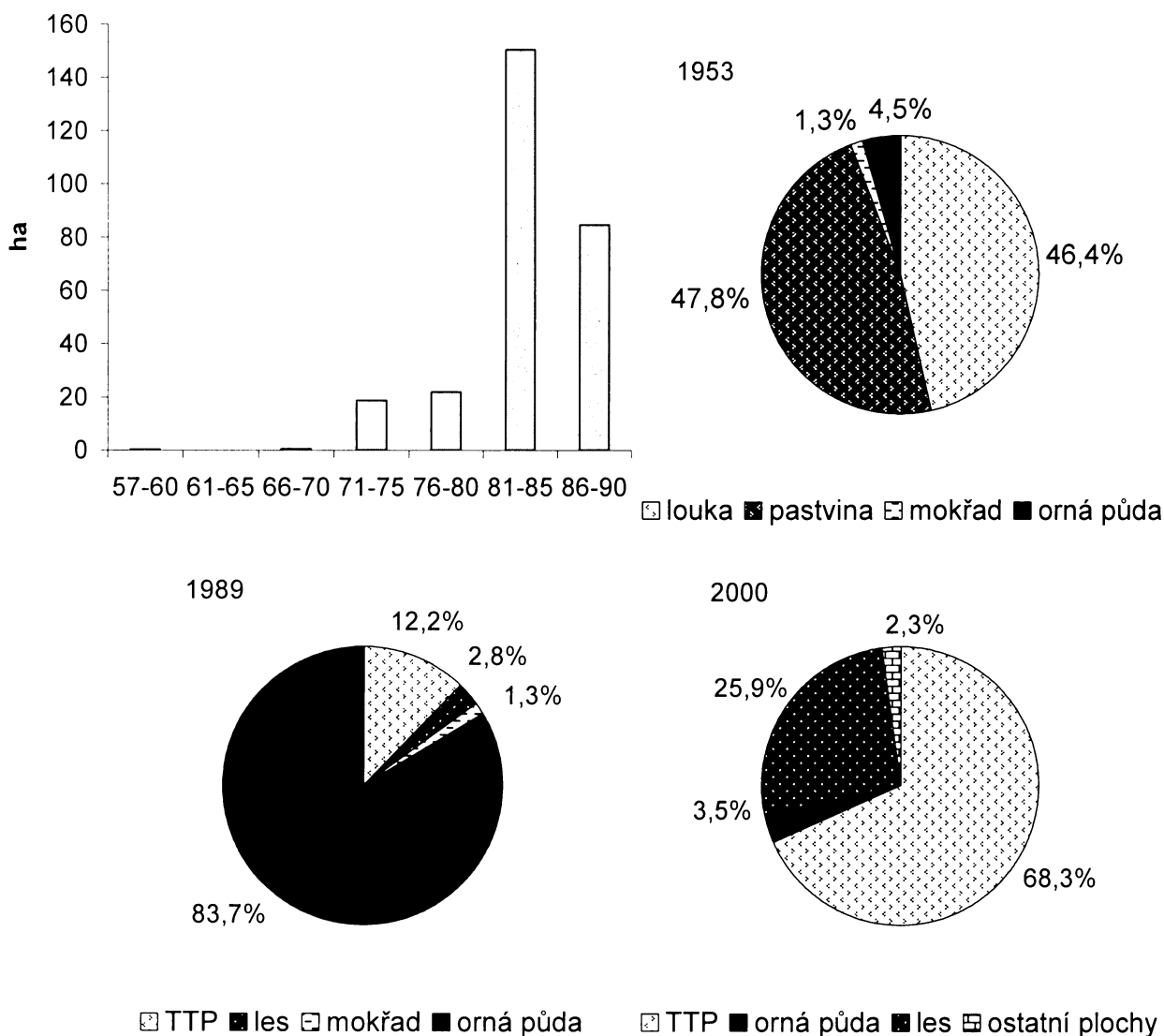


Obr. 30: Průběh odvodnění (ha) kategorií infiltrační kapacity v pětiletkách - relativní hodnoty

Půdy s výskytem svahových pramenišť

Bonitované půdy s výskytem svahových pramenišť (HPJ 73, 74) zaujímají pouze 1% celého sledovaného území (475,6 ha). Více než polovina (58%, 276,1 ha) těchto půd byla odvodněna, a to převážně v 80. letech (85%, 243,6 ha) (Obr. 31 a).

Využití těchto půd v letech 1953, 1990 a 2000 bylo značně rozdílné (Obr. 31 b, c, d). V roce 1953 se na 94,2% (260,5 ha) jejich rozlohy nacházely louky a pastviny a na pouhých 4,5 % (12,5 ha) byla orná půda. V roce 1990 tvořila orná půda 83,7% (231,4 ha) a trvalé travní porosty jen 12,2% (33,80 ha). V průběhu času můžeme zaznamenat nárůst lesů, které podle CLC 2000 činí až 25,9% (71,6 ha). Vlivem změny agrární politiky a podpory zatravnění byla orná půda přeměněna zpět na louky a pastviny, pokrývající podle CLC 2000 až 68,3% (188,9 ha) odvodněných půd s výskytem pramenišť.

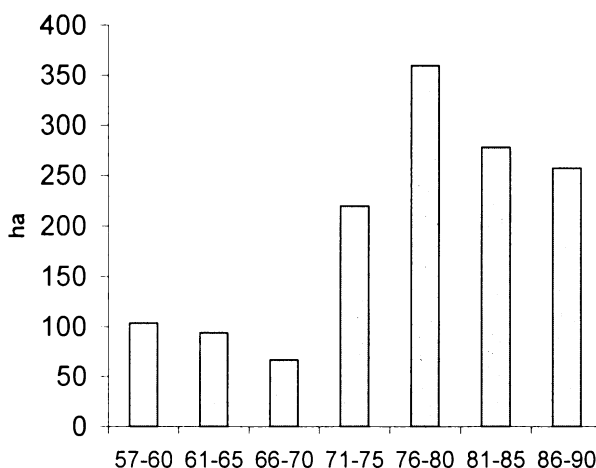


Obr. 31: a) Průběh odvodnění (ha) půd s výskytem svahových pramenišť (HPJ 73,74)

Využití odvodněných půd s výskytem svahových pramenišť b) v roce 1953 c) 1990 d) 2000

Nepříznivé půdy při vodních tocích

Bonitované nepříznivé půdy při vodních tocích a půdy často trpící záplavami se vyskytují na 4% (1812 ha) sledovaného území. Odvodněno bylo 75,5% jejich známé rozlohy (1380 ha), a to převážně po roce 1971. (Obr. 32) Využití těchto odvodněných ploch nebylo možné kvůli jejich úzkému profilu na základě dostupných podkladů specifikovat.

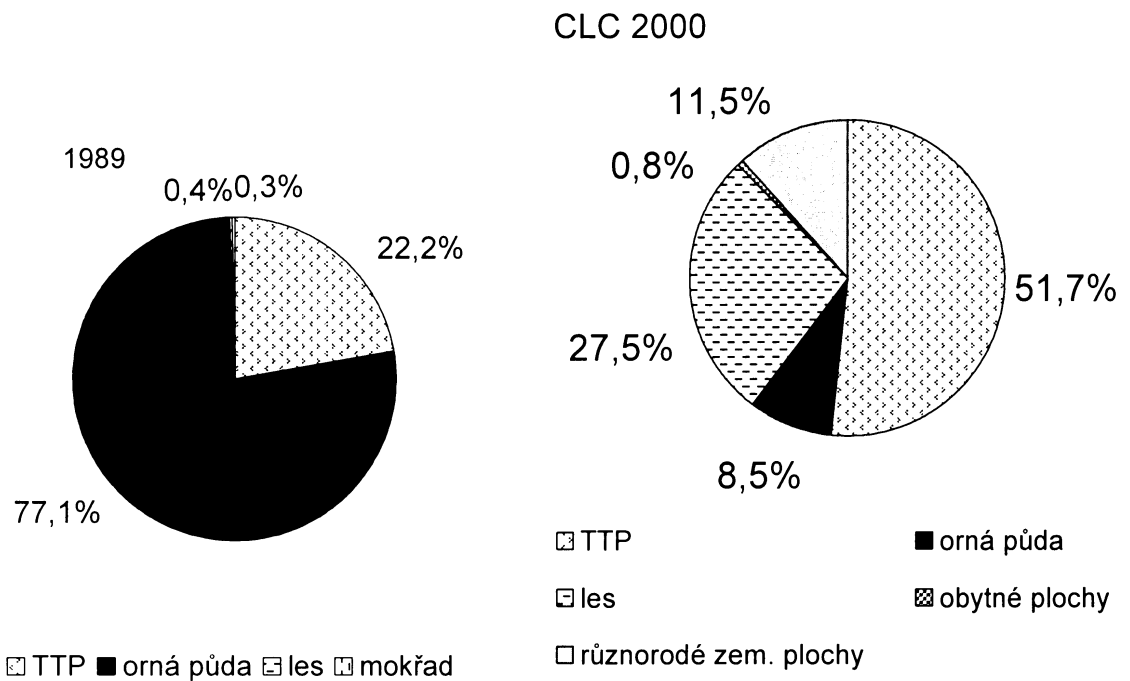
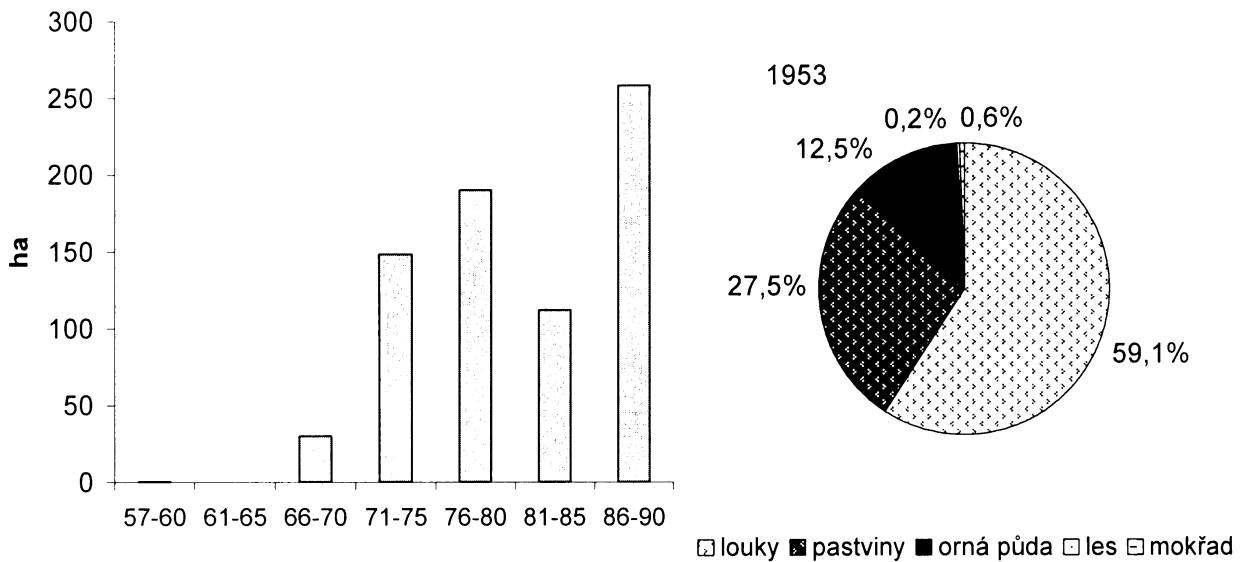


Obr. 32: Průběh odvodnění (ha) nepříznivých půd při vodních tocích nebo půd často trpících záplavami (HPJ 58, 67, 68, 69, 71, 72)

Chráněná oblast akumulace vod – Šumava, CHKO Šumava, ÚSES

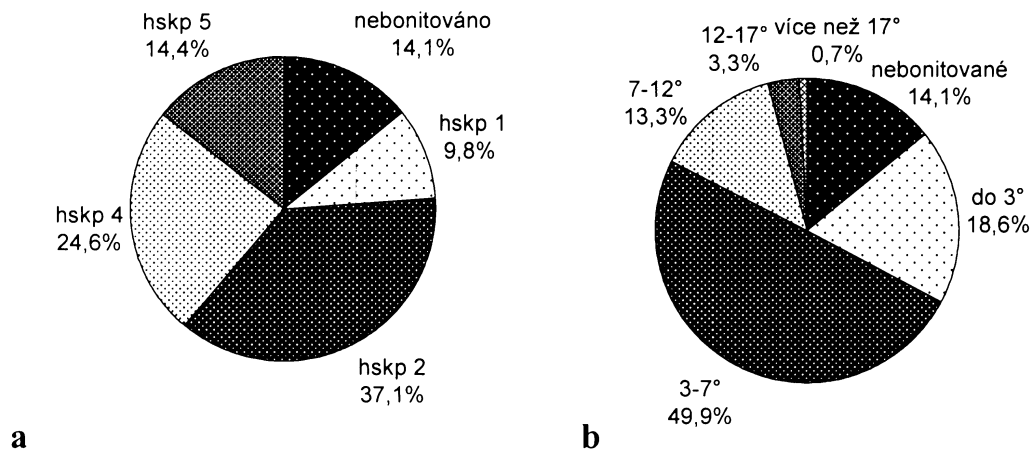
Chráněná oblast akumulace vod – Šumava a CHKO Šumava zabírají na povodí Blanice zcela identické území, rozkládající se na 14 421 ha jihozápadní části povodí Blanice, v nadmořské výšce 600 až 1300 m.n.m. Podle CLC 2000 je tato oblast pokryta ze 77,5% (11 176,2 ha) lesy a křovinnou a travnatou vegetací. Téměř polovina (739 ha) zbylých ploch byla odvodněna podzemní drenáží, a to v nadmořských výškách 650- 900 m.n.m. Téměř většina odvodnění v CHKO Šumava byla provedena po roce 1971. Více než jedna třetina těchto drenáží 34,9% (258,5 ha) drenáží byla provedena v letech 1986 až 1989. O něco méně (25,2%, 190,2 ha) bylo provedeno v druhé polovině 70. let (Obr. 33 a).

Na odvodněném území došlo k výrazným změnám využití. Kategorie orné půdy vzrostla z 12,5% v roce 1953 na 77,1% v roce 1990. Podle CLC 2000 je její zastoupení jen 8,5%, ale lze předpokládat, že vzhledem k tendencím zatravňování je nyní minimální (Obr. 33 b, c, d).



Obr. 33: a) Průběh odvodnění CHKO a CHKOV Šumava (ha)
 Využití odvodněných půd CHKO a CHKOV Šumava b) v roce 1953 c) 1990 d) 2000

Na nebonitovaných půdách CHKO bylo provedeno 14% drenáže (ve srovnání se 4% pro všechny odvodněné plochy). Půdy s nízkou retenční kapacitou - hydrologická skupina půd 1 - představují 4,2% těchto odvodněných ploch (ve srovnání s 1,2% pro všechny odvodněné plochy) (Obr. 34 b). Asi 16% drénovaných půd bylo ve svazích větších než 7 stupňů (Obr. 34 b).



Obr. 34: Odvodnění půd v CHOAV podle a) hydrologické půdní skupiny b) sklonitosti.

V okolí obce Zbytiny se nachází Národní přírodní památka Blanice, z níž je odvodněno 15,4 ha. Dalšími maloplošnými chráněnými územími, na kterých se alespoň částečně nachází drenáž, jsou Přírodní památka Pod Farským lesem a Miletínky (celkem odvodněno 4,8 ha).

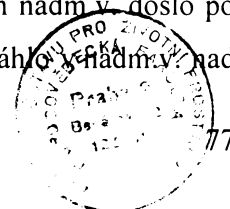
Modelovým územím prochází také regionální a nadregionální biokoridor ÚSESu a je zde i několik regionálních biocenter. Odvodněno bylo 56,24 ha regionálních biocenter, 121 ha regionálních biokoridorů a 964 ha nadregionálního koridoru.

Změna využití půdy

Podle Vojenského topografického mapování bylo v roce 1953 využito 65,9% později odvodněných ploch jako trvalé travní porosty a 28,6 % jako orná půda (Obr. 37). V roce 1989 bylo 92% odvodněných ploch využito jako OP. Jelikož byly nejvíce zastoupeny TTP, byly také nejvíce odvodňovány (Obr. 38). Ve druhé a třetí pětiletce bylo odvodněno poměrně více ploch využitých v roce 1953 jako orná půda, než v pětiletkách následujících (Obr. 36 a). To souviselo s výskytem orné půdy především v nižších partiích území a na půdách s nižším sklonem, které byly drénovány mezi prvními. Po roce 1971 byla odvodněna poměrně větší plocha půd využitých v roce 1953 jako trvalé travní porosty. Podle CLC 2000 tvořily TTP 45,9% odvodněných ploch a můžeme předpokládat, že v současnosti je ještě více (Obr. 39).

Použijeme-li dělení odvodněných ploch podle pětiletok, kdy byly drénovány, vidíme, že ve všech těchto skupinách, kromě let 1956 – 1960 a 1986-1990, převažuje plocha OP 1989 a OP 2000 nad plochou OP v roce 1953, a to zvláště na územích odvodněných v 60. a 70. letech (Obr. 36 a).

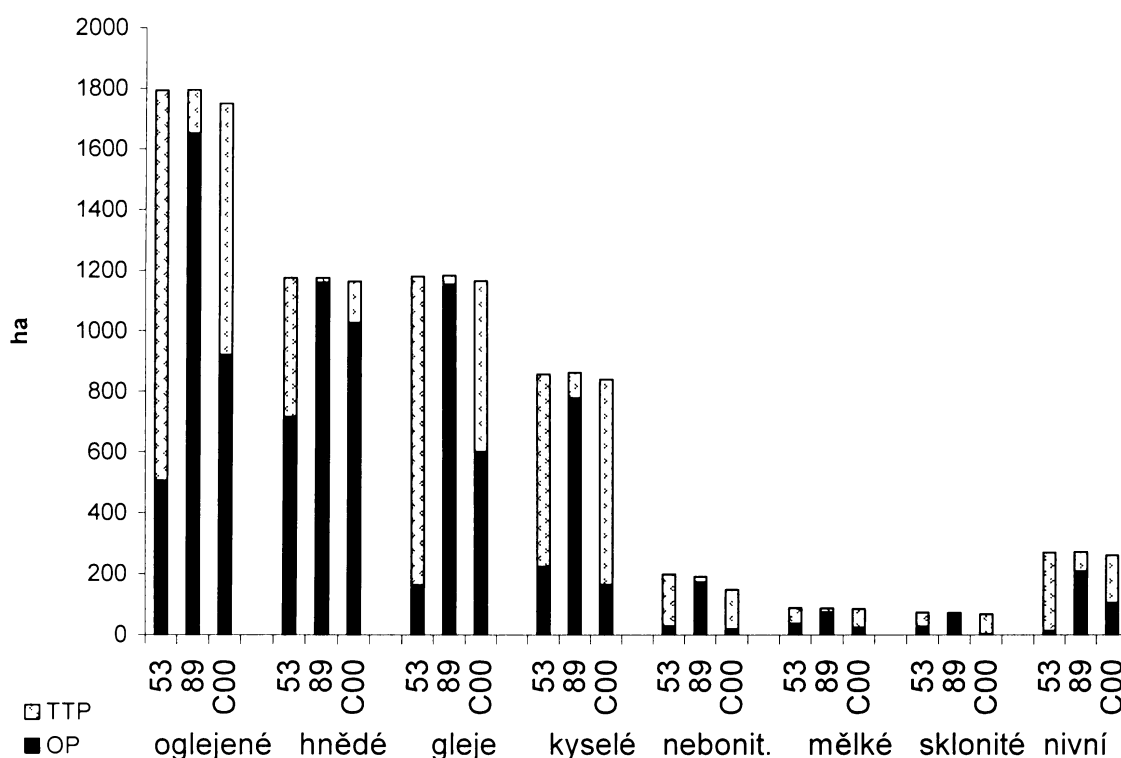
Změny využití půdy jsou také patrné v závislosti na nadmořské výšce. Ve všech nadm.v. došlo po roce 1953 k výraznému úbytku TTP, zvláště v nižších nadm.v. V roce 2000 dosáhlo



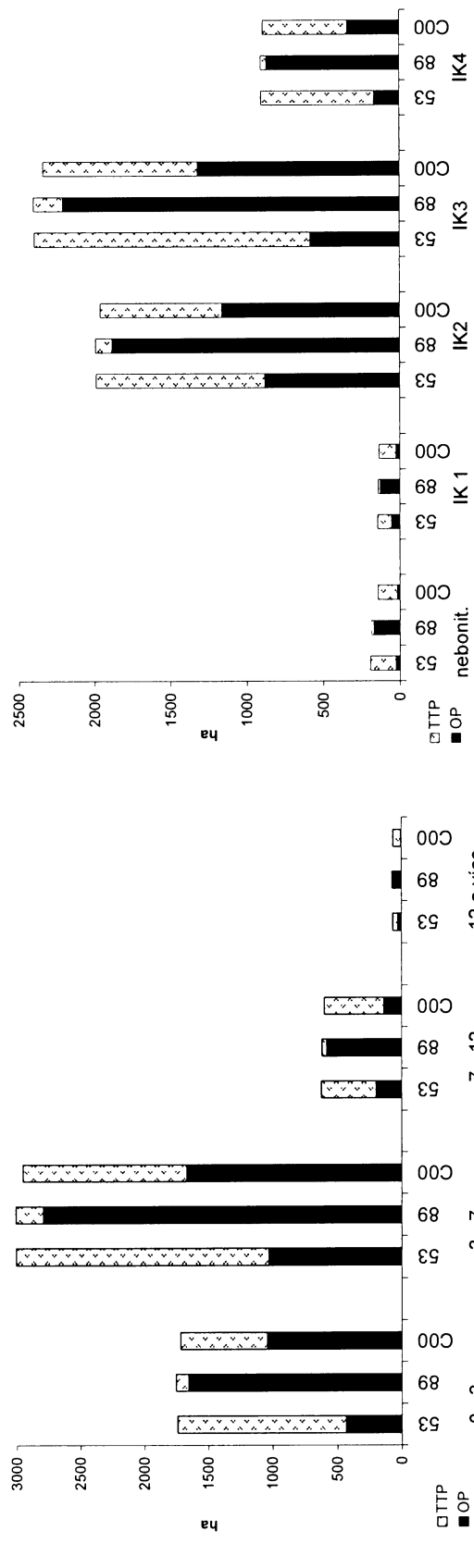
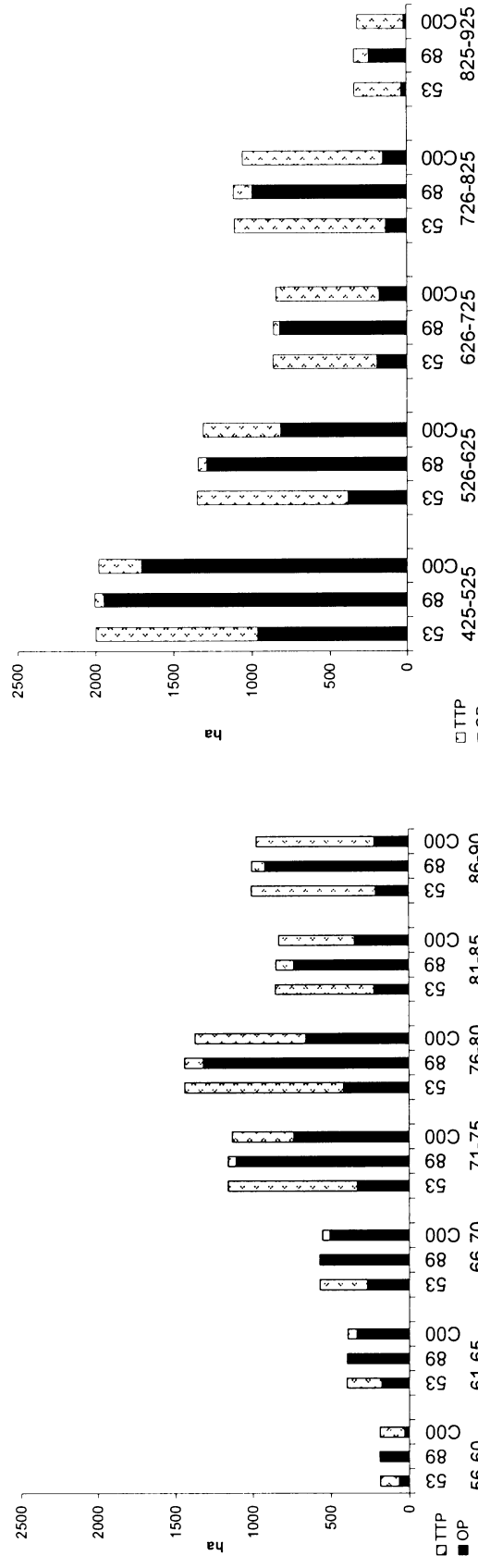
626 m.n.m. zatravnění hodnot z roku 1953. Nad 825 m.n.m. je dokonce poměr TTP nepatrně vyšší než byl v roce 1953. Mezi 425 až 625 m.n.m, kde byl úbytek nejvýraznější, převažuje i v současnosti velkou měrou orná půda. (Obr. 36 b)

V potaz byly vzaty i změny využití v závislosti na sklonitosti terénu (Obr. 36 c). Je patrné, že i sklony nad 7 stupňů byly v roce 1989 zorněny ve větší míře než v roce 1953. V roce 2000 byla však plocha OP na těchto drénovaných plochách ještě menší než v roce 1953. Plochy se sklonitostí do 7 stupňů jsou stále více zorněny než v roce 1953.

Plochy s velmi vysokou infiltrační kapacitou (1), využívané v roce 1953 jako TTP, byly v roce 1989 zorněny (Obr. 36 d). V současnosti jsou však převážně zatravněny. Půdy s vysokou infiltrační kapacitou (2), střední IK (3) a nižší IK (4) jsou v současnosti zorněny více, než byly v roce 1953. Nebonitované plochy byly využívány převážně jako TTP, zorněny po drénování a posléze opět zatravněny. Kromě půd hnědých převažovaly na všech drénovaných typech půd v roce 1953 louky a pastviny. V roce 1989 je zaznamenán významný pokles podílu TTP na všech typech půd, zvláště na půdách oglejených, hydromorfních (glejích) a hnědých (Obr. 35). V roce 2000 bylo zastoupení TTP vyšší než v roce 1953 na odvodněných půdách kyselých, nebonitovaných, mělkých a sklonitých. Půdy oglejené, glejové, hnědé a nivní zůstaly zorněny ve větší míře.

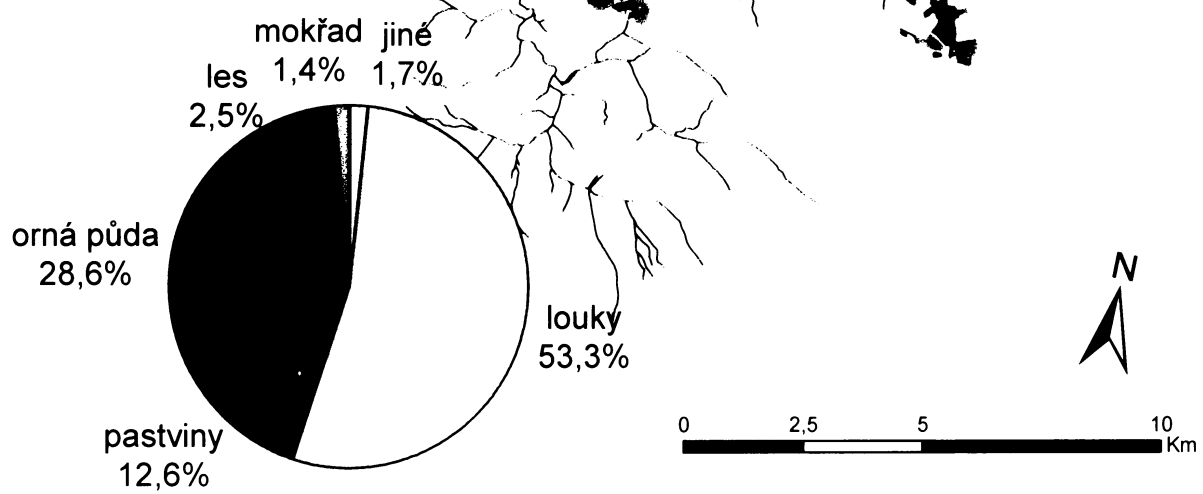


Obr. 35: Poměr trvalých travních porostů a orné půdy na odvodněných půdách - podle půdních typů v roce 1953, 1989, 2000 (VÚMOP, ZVHS)



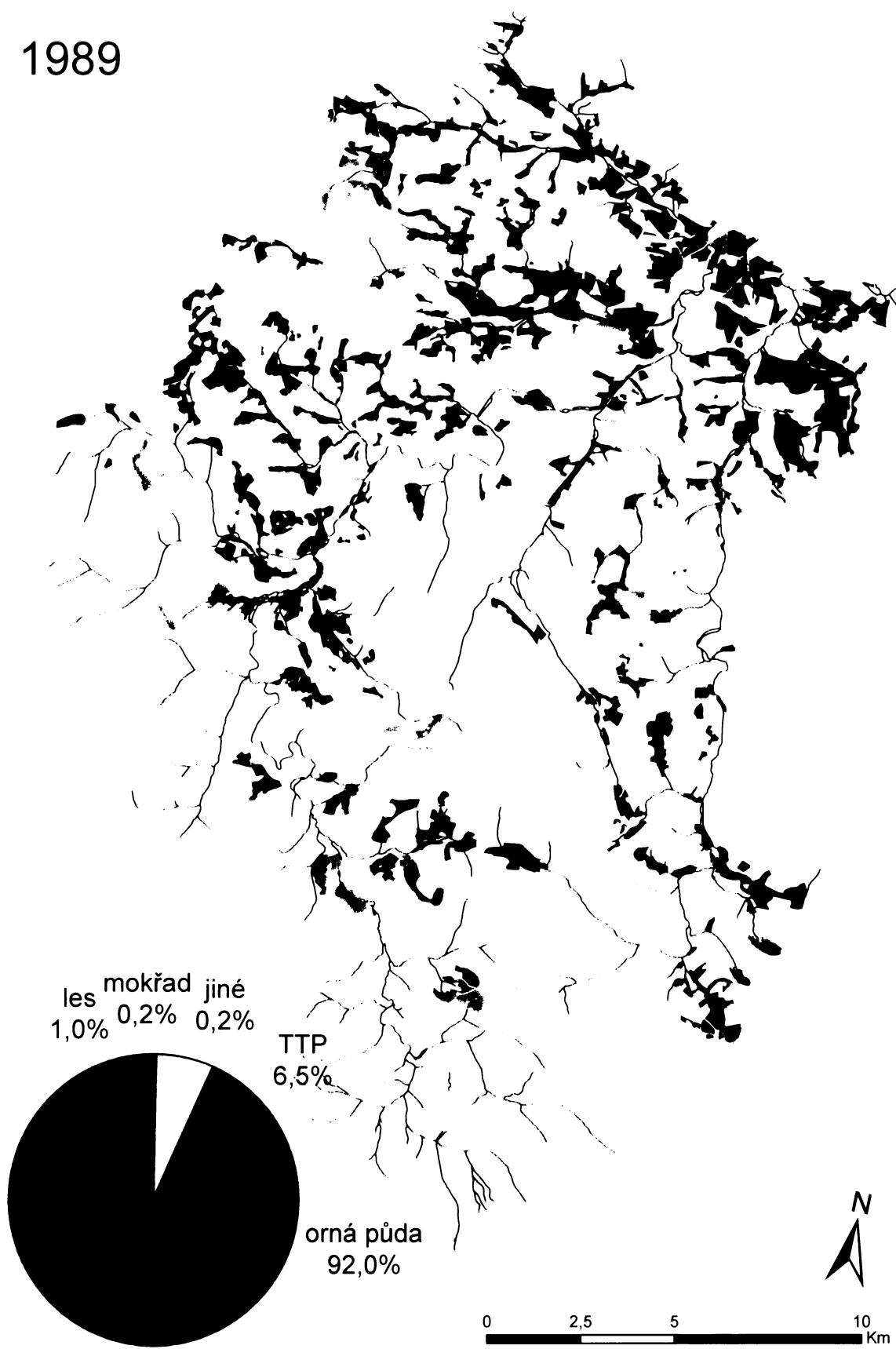
Obr. 36: Poměr trvalých travních porostů a orné půdy na odvodněných půdách v roce 1953, 1989, 2000 podle a) periody odvodnění b) nadmořské výšky, c) sklonu, d) infiltrační kapacity půd (VÚMOP, ZVHS)

1953



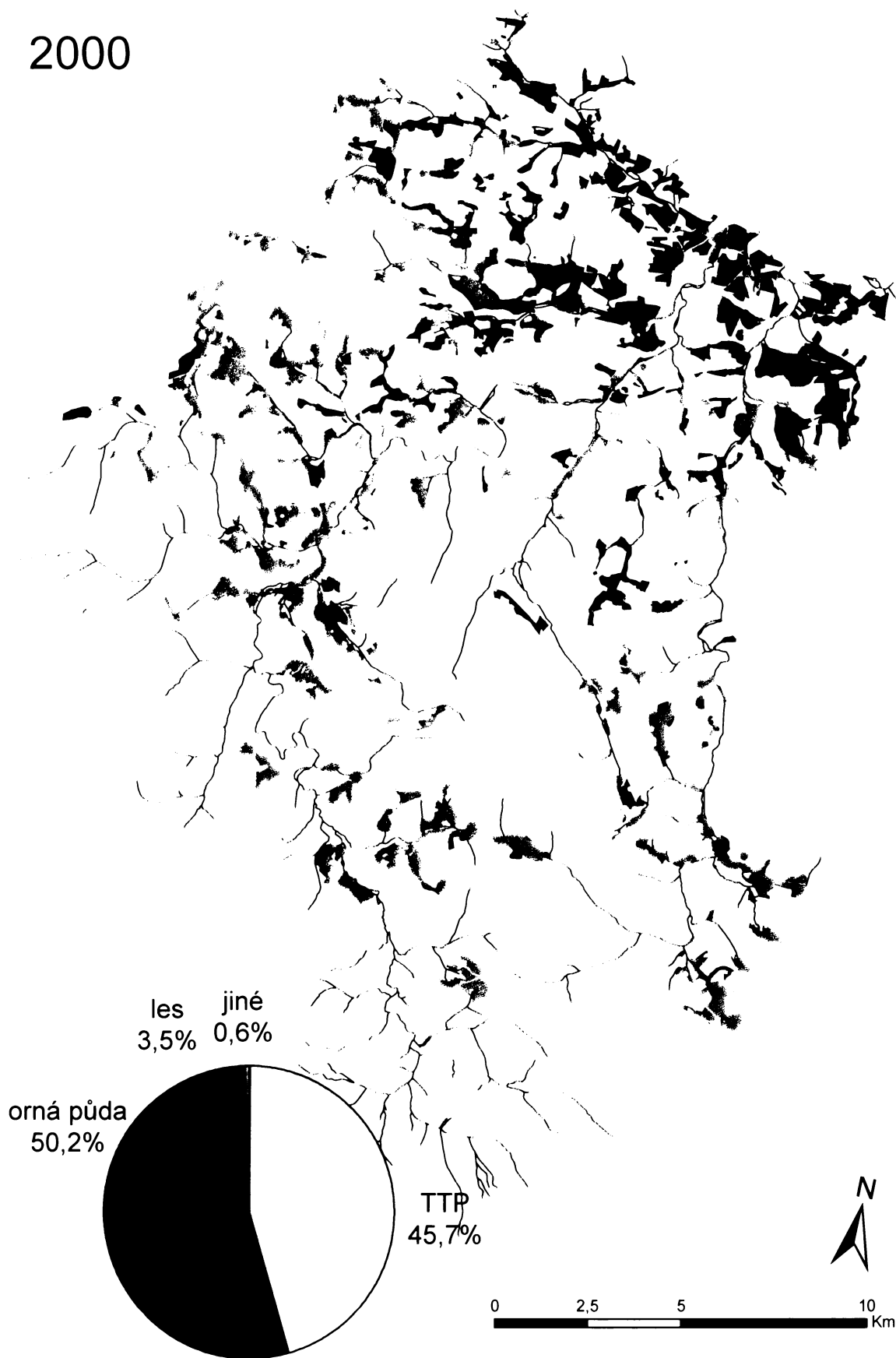
Obr. 37: Mapa a graf využití odvodněných ploch v roce 1953 (VTM 1953, ZVHS, VÚV)

1989



Obr. 38: Mapa a graf využití odvodněných ploch v roce 1989 (VTM 1989, ZVHS, VÚV)

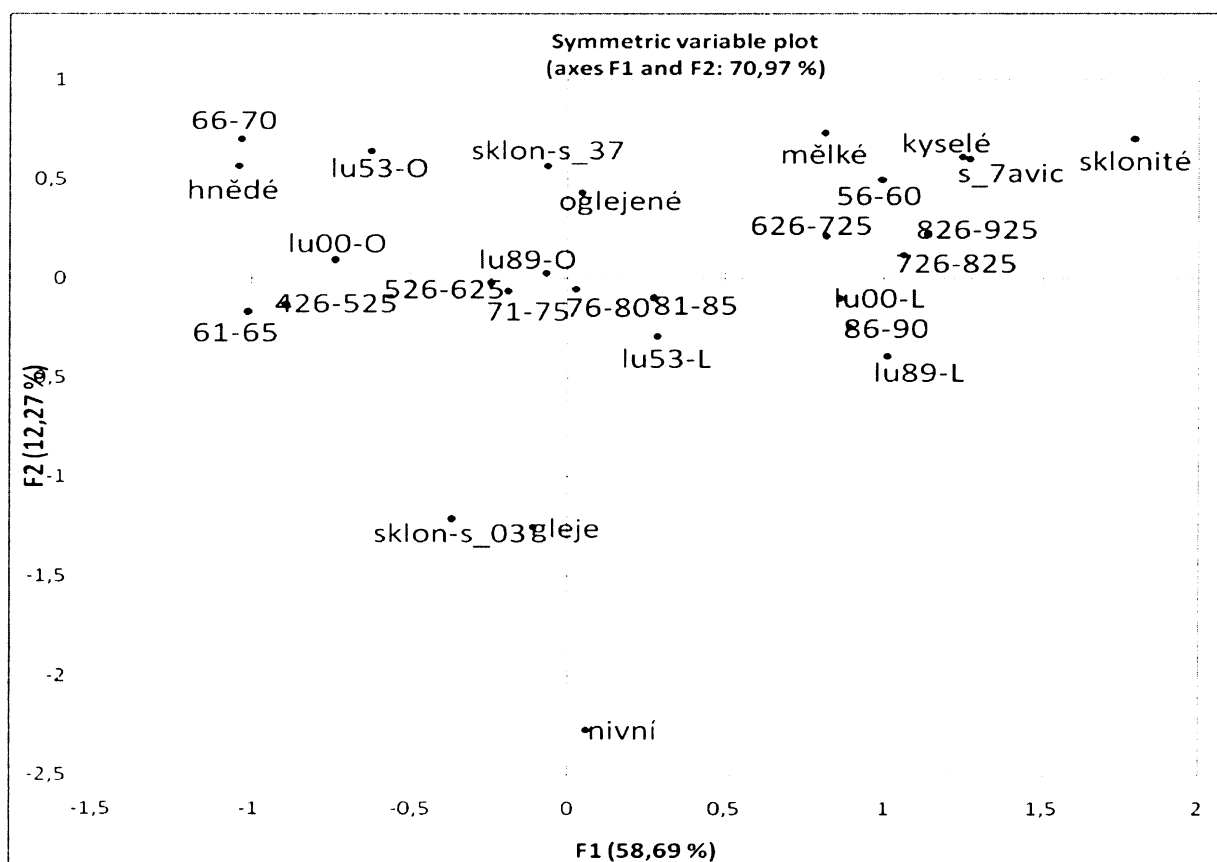
2000



Obr. 38: Mapa a graf využití odvodněných ploch v roce 2000 (Corine Land Cover 2000, ZVHS, VÚV)

Na charakteristikách odvodněných ploch byla provedena MCA (*Multiple correspondence analysis*) (Obr. 39). Jelikož vstupní datová matice obsahovala 863 řádků, nebyly jednotlivé jevy v MCA nezobrazeny. První a druhá osa vyjadřují 70,2% variability souboru. Osa x (první osa) postihuje 58,7% variability a nejvíce je s ní korelována nadmořská výška odvodňovacích systémů ($r = 0,248$) a využití půd v roce 2000 (lu00). Osa y vyjadřuje 12,2% variability souboru a nejvíce jsou s ní korelovány typy půd ($r = 0,443$).

Z Obr. 39 je zřejmé, že s výjimkou roku 1956 až 1960 bylo odvodnění zpočátku prováděno na hnědozemích a půdách nižších nadmořských výšek a sklonů, které byly v roce 1953 využívány jako orná půda. Odvodňovací zásahy se posouvaly v průběhu času do vyšších nadmořských výšek. Tento posun je zvláště patrný na konci 80. let, kdy byly také výrazněji drénovány půdy větších sklonů a půdy méně vhodné pro zemědělství, jako jsou půdy mělké, sklonité a kyselé. Patrný je také určitý posun zorněných ploch do vyšších nadmořských výšek, související s úbytkem TTP, které zůstaly zachovány v horních partiích modelového území ve výškách nad 725 m.n.m. V současnosti je podíl orné půdy ve vyšších nadm. výškách nižší než byl v roce 1953. Naopak jsou však TTP v porovnání s rokem 1953 méně zastoupeny v nižších nadmořských výškách, kde jsou hnědozemní půdy zorněny více, než tomu bylo v roce 1953.



Obr. 39: MCA na zvolených charakteristikách odvodněných ploch. lu – land use, 53, 89, 00 – rok pozorování, O – orná půda, L – trvalé travní porosty, s_03 – sklon od 0 do 3 stupňů, s_37 – sklon od 3 do 7 stupňů, s_7avic – sklon nad 7 stupňů, 56 – 60 atd. perioda průběhu odvodnění ploch, 425 – 525 atd. nadmořská výška

Antropogenní ovlivnění vodních toků

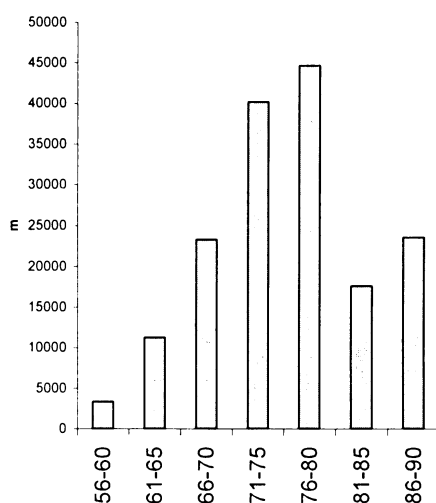
Celková délka říční sítě sledovaného území je 446,6 km. Celková délka všech provedených úprav spojených s úpravou toků odvodněním (HMZ) nebo úpravou toku je 193,7 km. (Tab. 8) Zásahy byly provedeny převážně na tocích severní části sledovaného území, tedy v nižší nadmořské výšce, která byla také více odvodněna (Obr. 40). Toky byly přímo ovlivněny na 31,2%, tedy 139,4 km. Z toho úpravy toku evidované ZVHS a VÚV tvoří 71,1 km a hlavní meliorační zařízení 68,2 km. Délka všech vybudovaných zatrubněných nebo otevřených HMZ je 107,6 km. HMZ jsou tedy buď přímou součástí úprav toku, nebo na toky navazují a vyúsťují do nich.

Z Obr. 43 je zřejmé, že většina úprav toků HMZ byla provedena ve stejném období (pětiletce), jako přiléhající plošná drenáž.

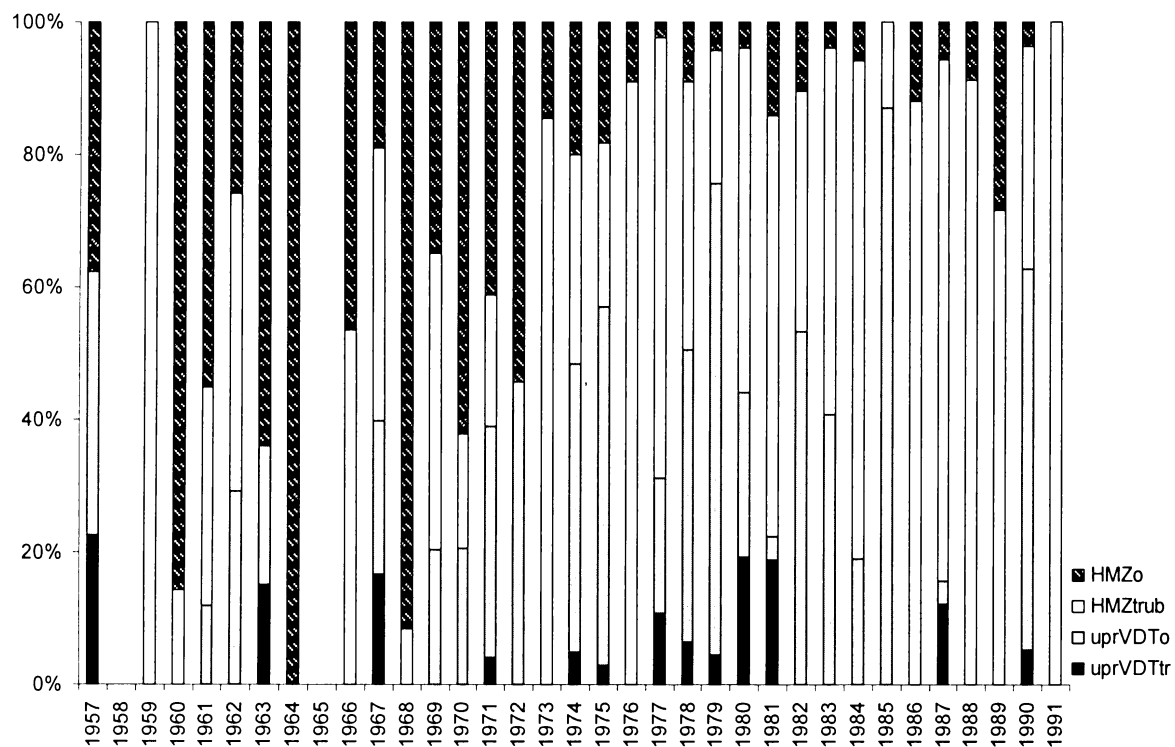
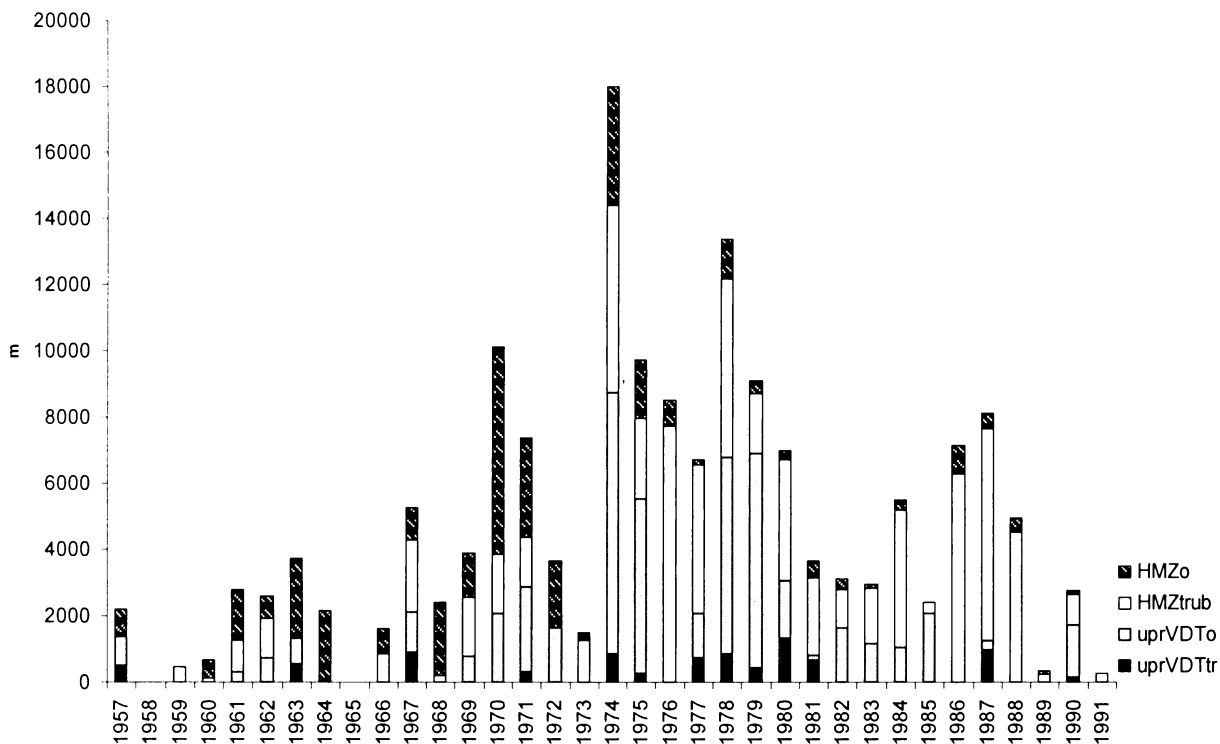
Tab. 8: Přehled délek vodních toků (VDT) a jejich úprav (ZVHS, VÚV)

	Celkem (km)	Součást vodních toků (km)
<i>Vodní toky</i>	446,6	446,6
Otevřené úpravy toků	52,9	52,9
Trubní úpravy toků	8,6	8,6
Otevřená HMZ	36,4	29,5
Zatrubněná HMZ	71,3	38,8
Meliorace	33,1	9,6
Všechny úpravy toků	193,6	139,4

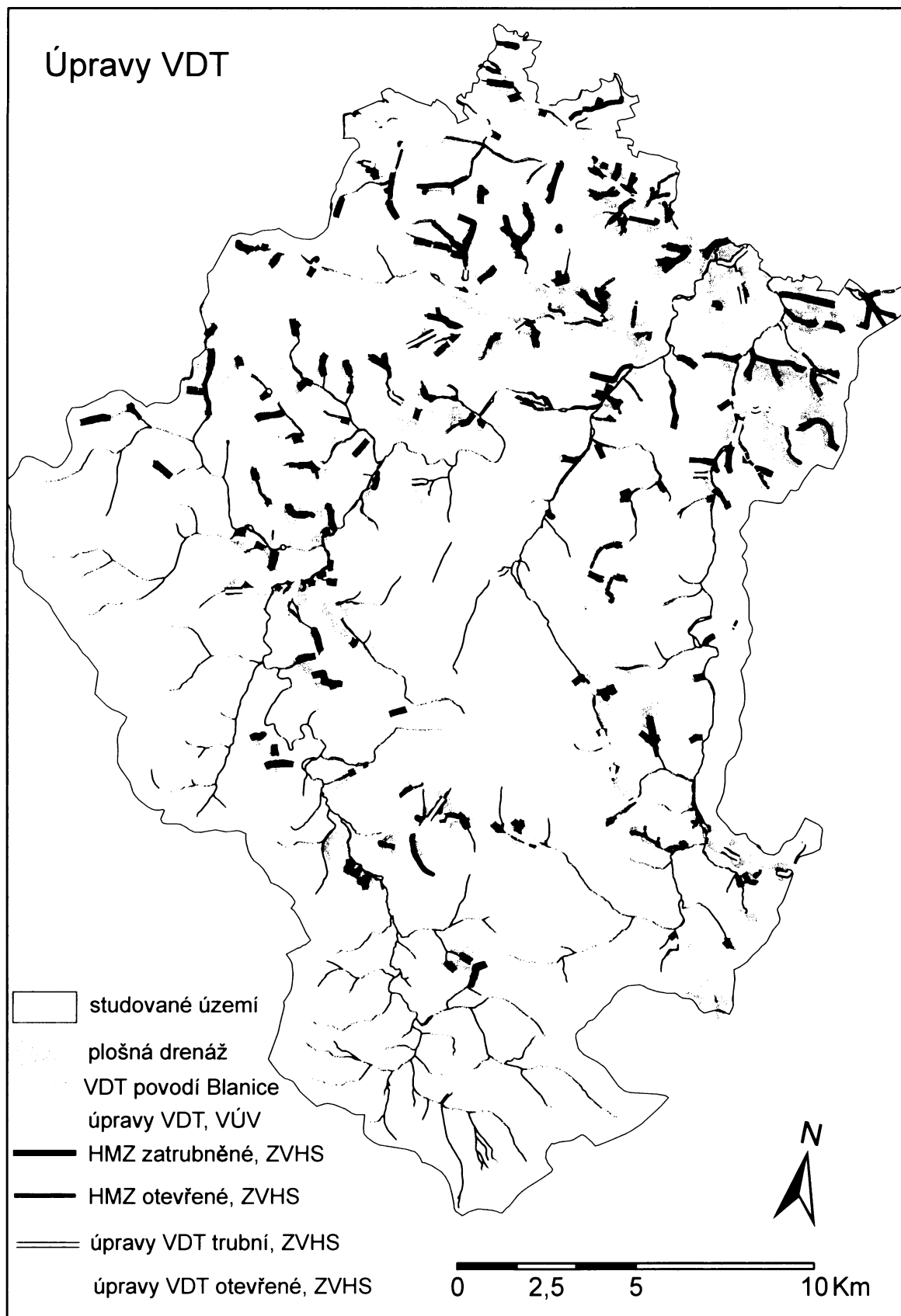
Nejvíce úprav toků a hlavních melioračních zařízení bylo provedeno v letech 1974, 1978, kdy bylo také odvodněno nejvíce půdy (Obr. 41 a). Některá minima, jako rok 1958, 1959, 1968, souhlasí s minimy odvodňovací výstavby. Asi čtvrtina celkové délky úprav vodních toků a HMZ pochází z let 1976 až 1980. Průběh odvodnění v pětiletkách a průběh zásahů do vodních toků jsou velmi obdobné. (Obr. 12, 40). Až do počátku 70. let byla budována spíše otevřená hlavní meliorační zařízení. V 70. letech byla otevřená HMZ nahrazena zatrubněnými (Obr. 41 a).



Obr. 40: Průběh úprav toků a výstavby hlavních melioračních zařízení (m) v pětiletkách (ZVHS)



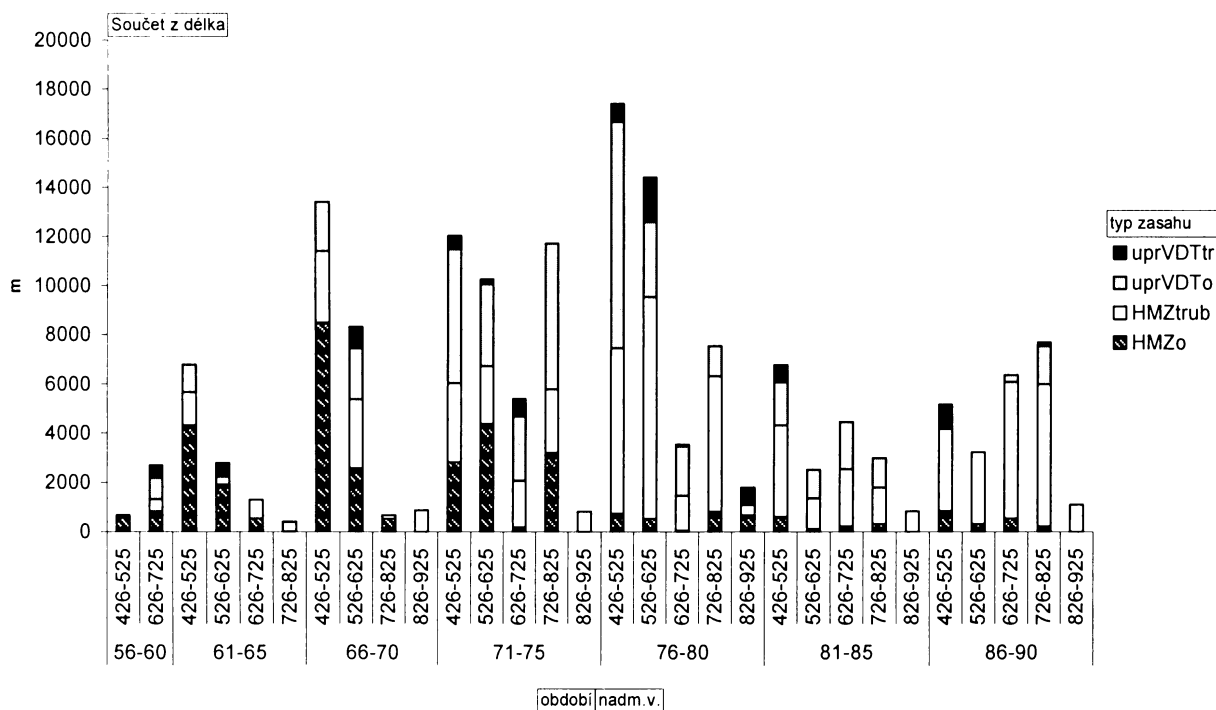
Obr. 41: Průběh úprav vodních toků a výstavby hlavních melioračních zařízení (ZVHS) a) absolutní hodnoty (m), b) relativní hodnoty



Obr. 42: Úpravy vodních toků, hlavní meliorační zařízení (ZVHS, VÚV)



Obr. 43: Průběh úprav vodních toků, výstavby hlavních melioračních zařízení a plošné drenáže (ZVHS, VÚV)



Obr. 44: Průběh úprav vodních toků a hlavních melioračních zařízení vzhledem k pětiletce a nadmořské výšce (ZVHS)

Nejvíce úprav vodních toků a hlavních melioračních zařízení bylo uskutečněno v 70. letech, a to převážně v nižších nadmořských výškách. Do počátku 70. let byly toky upravovány a budována HMZ spíše v nižších polohách modelového území. Jednalo se spíše o otevřené úpravy toků a otevřená HMZ. Po maximu v druhé polovině 70. let došlo k poklesu celkové délky úprav v nižších nadm. výškách. Od roku 1970 byly větší měrou upravovány toky v nadm.v. nad 626 m.n.m. a začala převažovat zatrubněná hlavní meliorační zařízení. Po roce 1986 bylo nejvíce úprav toků a HMZ provedeno v nadm. v. nad 626 m. Tyto úpravy a HMZ byly převážně trubního charakteru. V nadm. v. nad 825 převažuje trubní charakter všech zásahů.

D. Diskuse

Odvodnění zemědělských půd v České republice neprobíhalo rovnoměrně v čase ani prostoru. Úprava vodního režimu půd byla prováděna již od Středověku, novodobé drenážní systémy se však datují od poloviny 19. století. Do roku 1938 bylo podle evidence Zemědělské vodohospodářské správy odvodněno 148 775 ha, tedy 13,5% celkové rozlohy odvodnění. Po recesi drenážních aktivit, způsobené 2. sv. válkou se odvodňování dále do roku 1989 rozvíjelo v podmínkách socialistického zemědělství. Podle Jůvy et al. (1984) mělo být do roku 1939 odvodněno 510 000 ha. Tyto zanedbané a válkou poškozené soustavy však podle Jůvy et al. (1984) nevyhovovaly potřebám socialisticky organizovaného zemědělství a nebyly ani řešeny v komplexním souboru celostátních vodohospodářských úkolů a potřeb, což by mohlo být důvodem, proč nebyly zaznamenány v dokumentaci Státní meliorační správy, nynější ZVHS. Několik málo drenážních soustav bylo vybudováno i po roce 1991, toto však může být způsobeno realizací již naplánovaných staveb, tedy jakousi setrvačností. Ke konci roku 2005 bylo evidováno 1 079 433 ha odvodněných zemědělských půd, z toho 98% bylo odvodněno formou podzemní drenáže (Soukup, 2001). Drénováno je asi 25% zemědělské půdy. Podle Doležala (2005) jsou v ČR a ostatních východoevropských zemích, narozdíl od zemí západoevropských, drenážní soustavy centrálně evidovány. Názory na skutečnou evidovanou rozlohu drenážních systémů se však různí. Podle Šefrny (2004) může být skutečná odvodněná plocha menší, protože některé drénované plochy ze 70. a 80. let překrývají starší odvodnění. Soukup (2006) uvádí, že skutečná plocha odvodnění může být vyšší, než uvádí ZVHS. Průběh odvodnění zemědělské půdy byl obdobný například i v bývalém Východním Německu a Litvě. Hirt et al. (2005) uvádí, že ačkoliv bylo odvodnění podzemní drenáží ve Východním Německu prováděno v již od 19. století, většina drenážních systémů byla zbudována v 70. letech 20. stol., a to v souvislosti s intenzifikací centrálně plánovaného zemědělství. Po sjednocení Německa byly drenážní aktivity zastaveny. Materiály dokumentující stavby však měly být podle Hirt et al. (2005) zlikvidovány nebo ztraceny. I v Litvě, kde je podzemní drenáží odvodněno 87,2% zemědělské půdy, proběhla naprostá většina drenážních prací mezi roky 1956 a 1990. Podle Smedema et Ochs (1995 in Smedema 2000) by mělo být v rozvinutých zemích odvodněno asi 25 – 30% orné půdy a v současnosti nedochází k dalšímu nárůstu drénovaných ploch.

Pokusila jsem o nalezení souvislosti mezi průběhem odvodnění a přírodními charakteristikami jednotlivých okresů. Účelem tedy nebylo zjistit, které půdní typy byly přednostně odvodňovány. K tomuto jsem neměla k dispozici ani dostatečné podklady, neboť digitalizace drenážních systémů je právě zpracovávána Zemědělskou vodohospodářskou správou. Výsledek analýzy hlavních komponenta a clusterové analýzy tedy pouze naznačuje, že okresy, ve kterých bylo v první polovině 20. století vybudováno nejvíce drenážních soustav, je možné převážně charakterizovat teplým, mírně

vlhkým klimatem (klimatický region 3), výskytem nivních půd a hnědozemí. To by odpovídalo tvrzení, že první drenážní systémy byly budovány především v úrodných řepařských oblastech (Kutílek, 1978, Kulhavý et al., 2005). Řepa je velmi citlivá na zamokření. Naopak, okresy odvodňované významně v 70. a 80. letech jsou charakteristické vyšším výskytem oglejených půd a mírně teplým vlhkým až vlhčím klimatem a vyšším podílem lesů a travních porostů. Dalo by se tedy říci, že jde o okresy s méně příhodnými podmínkami pro intenzivní zemědělství. Podle Bičíka et al. (2001) docházelo s rozvojem průmyslu a výstavby k záboru půdy v úrodných nížinách. Podle Němce (ústní sdělení) byla ztráta výnosných půd v nížinách v 70. až 80. letech kompenzována hledáním rezerv pro rozšíření orné půdy v horských a podhorských oblastech.

Odvodnění zemědělských půd modelového povodí bylo situováno převážně do blízkosti vodních toků, kam byly vyústěny svodné kanály v blízkosti vodních toků. Pozornost byla zaměřena především na půdy oglejené a hnědé, tedy kambisoly. Kambisoly nejsou podle Kutílka (ústní sdělení) příliš vhodné k odvodnění. Kromě jedné z prvních drenážních soustav, vybudované v nadmořské výšce nad 725 m.n.m., byly zpočátku odvodňovány spíše půdy v nadm.v. do 625 m.n.m. a na sklonech do 7 stupňů. Od druhé poloviny 70. let narůstal podíl odvodněných půd ve vyšších nadmořských výškách, strmějších svazích, zvyšoval se také podíl drénovaných půd nebonitovaných, mělkých, sklonitých a kyselých a glejů. V nižších polohách bylo na konci 80. let odvodněno výrazně více nivních půd. Z druhé poloviny 70. z 80. let také pochází většina odvodnění půd s pramennými vývěry a Chráněné oblasti akumulace vod Šumava, kryjící se s CHKO Šumava, vyhlášenou v roce 1963. I Jůva (1987) uvádí, že nová odvodnění, tedy po roce 1984, se mají, za masivní finanční i politické pomoci státu (Kulhavý et al., 2005), přesunout do technicky obtížnějších a méně vhodných horských a podhorských oblastí a zasáhnout do chráněných oblastí akumulace vod. Cena jednoho drénovaného hektaru tak měla stoupnout z 20 na 25 tisíc Kčs. Jůva et al. (1987) předpokládali návratnost investic asi 10 až 13 let, a to díky až 120% zvýšení hrubých výnosů. Výstavba drenážních soustav v 80. letech měla být podle Soukupa (2006) spojena s rozsáhlým zorněním travních porostů a neplodných půd, což odpovídá nárůstu odvodnění nebonitovaných, mělkých a sklonitých půd na modelovém území, v 80. letech. Většina odvodněných trvalých travních porostů byla v roce 1990 zorněna. Výjimkou zůstaly některé plochy odvodněné v posledních třech pětiletkách, což může být tím, že se nachází v opravdu nepříhodných podmínkách nebo by k jejich zornění došlo později. Haken (1977) odhaduje, že zornění odvodněných luk a pastvin se pohybuje okolo 20-30%, v horských a podhorských oblastech až okolo 80-90%, což znamenalo i zornění svažitých a erozně ohrožených půd, půd mělkých a kamenitých se ztíženou a nákladnou zemědělskou výrobou. Podle Kulhavého et al. (2005) docházelo ke zornění trvalých travních porostů bezprostředně po odvodnění. Podle Prudkého a Spitze (2003) faktory ovlivnitelné lidskou činností, jako je třeba zastoupení trvalých travních porostů, největší význam pro zvýšení dlouhodobé retence povodí. Změnou režimu, majetkových poměrů a nároků na zemědělství dochází

od konce 90. let k zatravňování orné půdy, a to zvláště ve vyšších nadmořských výškách, a tedy i k zatravnění pozemků drénovaných.

Podle Soukupa (2006) se od začátku 70. let začaly budovat velké a hydraulicky složité drenážní systémy. Ačkoli se pouhým pohledem na graf odvodněných ploch (Obr. 14) zdá, že tomu tak mohlo být, spojnice trendu zůstává vodorovná s osou x a nedošlo tedy podle ní k výrazné změně rozlohy budovaných systémů. Toto také zřejmě souvisí s členitostí reliéfu modelového území, který umožňuje tvorbu rozsáhlých systémů spíše v nižších nadm.výškách, které byly odvodňovány dříve.

Na asi 32% délky toků modelového území došlo k úpravě koryta. Podle Klimenta a Matouškové (2005) docházelo k výraznějším zásahům do vodních toků v povodí horní Blanice zejména v souvislosti s protipovodňovou ochranou, urbanizací krajiny a odvodněním zemědělské půdy. Asi polovina zásahů do vodních toků modelového území byla provedena v bezprostřední souvislosti s plošnou drenáží. Hlavní meliorační zařízení – tedy hlavní odvodňovací kanály, byla v mnohých případech původně přirozenými drobnými vodními toky. Nadpoloviční většina hlavních melioračních zařízení zbudovaných na modelovém území byla zatrubněna. Na úrovni celé České republiky je však tento poměr opačný, vybudováno bylo přes osm tisíc kanálů otevřených a necelých pět tisíc kanálů zatrubněných. V letech 1958 a 1965, kdy bylo vybudováno nejméně plošného odvodnění, bylo také provedeno nejméně zásahů do vodních toků. Z počátku byly budovány spíše hlavní odvodňovací kanály otevřené. Podle SMS (1994) bylo v podmínkách socialistického zemědělství, vzhledem ke specifickým podmínkám pohorských a horských oblastí jižních Čech, nutno nalézt nové způsoby zpevnění koryt upravených malých vodních toků, které by více vyhovovaly hospodářským a ekologickým požadavkům. Od poloviny 70. let však převažovaly kanály uzavřené a častější byly i trubní úpravy toků. Zatrubněna je většina odvodňovacích kanálů v nadmořských výškách nad 725 m.n.m. a tedy i v Chráněné oblasti akumulace vod Šumava a Chráněné krajinné oblasti Šumava. Pro zemědělce je výhoda zatrubněného hlavního kanálu obdobná jako výhoda podzemní drenáže – dá se přes něj přejíždět a obdělávání pole je tak snadnější. Oproti tomu, otevřený kanál je jedním z biokoridorů v zemědělské krajině. Odtok otevřeným kanálem je, ve srovnání s kanálem zatrubněným, zpomalen, drenážní voda zde může zpětně zasakovat a usnadněno je i odbourávání chemikálií a živin v ní obsažených. Podle Klimenta a Matouškové (2005) odpovídal nárůst odtoku z horní části povodí Blanice období nejintenzivnějšího budování plošných drenáží.

Ačkoliv považuje Šefrna (2004) použití údajů o sklonu a klimatickém regionu, obsažených v bonitačních půdně – ekologických, za méně vhodné, bylo s těmito v této práci počítáno. V případě sklonitosti byly použity intervaly odpovídající intervalům sklonitosti obsažených v BPEJ. I v případě výpočtu sklonitosti jednotlivých plošek z digitálního modelu terénu (grid 250x250 m) by nebyl tento údaj zcela odpovídající skutečnosti a dále bylo nutno přistoupit k určité generalizaci vytvořením intervalů sklonitosti.

V této diplomové práci byla zřejmě poprvé v praxi využita část připravované databáze digitalizovaných drenážních soustav. V průběhu zpracování dat byla v této databázi odhalena chyba. Některé polohou a rozměrem identické polygony odvodnění se ve vrstvě vyskytly až pětkrát, avšak s různými popisnými atributy, jako byl rok zbudování. Tato závada byla pracovníkem ZVHS vysvětlena jako chyba konverze datových formátů, prováděné soukromou firmou. Oprava dat touto firmou si vyžádala tři měsíce.

Až bude digitalizace všech odvodněných ploch ČR dokončena, bude možné přesně zjistit, na kterých půdách, sklonech, atd. bylo odvodnění budováno. Bude možné vytipovat například odvodnění půd s vysokou infiltrací a případně je navrhnout k zatravnění a vyřazení drenážního systému z funkce. Toto by si však zajisté vyžadovalo účast státu.

Použitá literatura :

- Anděra, M. (2003):** Obživa. Šumava. Příroda – historie – život. Baset, Praha. str. 561 – 566
- Burgess Roe, H. (1954):** Engineering for agricultural drainage. *McGraw-Hill Company*, New York. Str. 501
- Balatka, B., Sládek, J. (1962):** Říční terasy v českých zemích. *NČSAV*. Praha. str. 580
- Bičík, I., Jančák, V. (2005):** Změny rurálního prostoru Česka v období transformace 1990–2015. Příspěvek k výzkumnému záměru „Geografická struktura a vývoj interakcí přírodního prostředí a společnosti“ MSM 113100007 – č. VZ-23-313007.
- Bičík, I., Jeleček, L., Štěpánek, V., (2001):** Land-use changes and their social driving forces in Czechia in the 19th and 20th centuries. *Land Use Policy 18*, str. 65 – 73.
- Bičík, I., Kabrda, J., Šefrna, L. (2006):** Půdní typy a dlouhodobé změny využití ploch Česka, Geografia, SAV Bratislava (v tisku).
- Bičík, I., Kupková, L. (2004):** Vývoj struktury ploch v povodí Otavy v letech 1845 – 2000. Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodní. Sborník příspěvků semináře grantu GAČR 205/Z052/03, Praha, str. 170 -179.
- Bičík, I., Kupková, L., Štych, P. (2004):** Development of Landuse Structure in the Otava River Basin in 1845-1948-1990. Příspěvek ke grantu GAČR 205/Z052/03, Praha.
- Bouldin, J.L., Farris, J.L., Moore, M.T., Cooper, C. M.(2004):** Vegetative and structural characteristics of agricultural drainage in the Mississippi Delta landscape. *Environmental Pollution 132*. 403-411.
- Culek, M. (ed.) a kol. (1996):** Biogeografické členění České republiky. Enigma, Praha, str. 347.
- ČSN 75 01 40**
- ČÚZK (2007):** Statistická ročenka půdního fondu České republiky. ČÚZK, Praha. str. 48.
- Demek, J. (ed.) a kol. (1987):** Hory a nížiny, Akademia, Praha. Str. 584.
- Doležal, Fr., Soukup, M., Kulhavý, Z. (2003):** Bilanční odhady příspěvků odvodňovacích soustav k průběhu povodní. I. Teorie. *Soil and Water 2/2003*, VÚMOP, Praha, str. 7 – 20.
- Doležal, Fr., Soukup, M., Kulhavý, Z., Kodešová, R. (2003):** Semikvantitativní odhad příspěvku odvodňovacích systémů na zemědělských půdách k průběhu povodní. Workshop 2001 – grantový projekt reg. č. 103/99/1470: Extrémní hydrologické jevy v povodích.
- Doležal, Fr., Soukup, M., Kulhavý, Z. (2004):** Bilanční odhady příspěvků odvodňovacích soustav k průběhu povodní. I. Aplikace. *Soil and Water 3/2004*, VÚMOP, Praha, str. 93 -108.
- Doležal, Fr., Kvítek, T. (2004):** The role of recharge zones, discharge zones, springs and tile drainage systems in peneplains of Central European highlands with regard to water duality generation processes. *Physics and Chemistry of the Earth 29*, 775 – 785.

- Flaure, L. (1903):** Drainage et assainissement agricole des terres. Béranger. Paris. Str. 279
- Haken, D. (1977):** Argomeliorace lučních půd. VÚM, Praha – Zbraslav. str. 196
- Hasík, O. (1974):** Vodohospodářská výstavba a životní prostředí člověka. Academia, Praha, str. 348
- Hirt, U., Hammann, T., Meyer, B. C. (2005):** Mesoscalic estimation of nitrogen discharge via drainage systems. *Limnologia* 35, 206-219.
- Horizontální plán rozvoje venkova ČR, 2004 - 2006, MZe, Praha. str. 136.
- Janglová, R., Kvítek, T., Novák, P. (2003):** Kategorizace infiltrační kapacity půd na základě geoinformatického zpracování dat půdních průzkumů. *Soil and Water* 2/2003, VÚMOP, Praha, str. 61 – 82.
- Jůva, K., Rýznar, J. (1967):** Výstavba a údržba melioračních zařízení. SZN Praha. str. 402
- Jůva, K., Dvořák, J., Tlapák, V.(1987):** Odvodňování zemědělské půdy. SZN, Praha. str. 318.
- Jůva, K., Pflug, J., Tlapák, V.(1984):** Meliorační kultivace a rekultivace zemědělské půdy. SZN, Praha. str. 304.
- Kliment, Z., Matoušková, M. (2005):** Změny ve vývoji odtoku ve vybraných povodích horské a podhorské části Šumavy. Sborník VI. Česko-slovenské konference Hydrologické dny 2005. CD-ROM, s. 370-388, ISBN 80-88907-53-5, Bratislava.
- Kulhavý, Fr (1980):** Meliorační stavby a životní prostředí. ČÚV Zemědělské společnosti při ČSVTS, str. 136.
- Kulhavý, F., Kulhavý, Z.(2000):** Evaluation of multi-purpose utilization possibilities of updated drainage structures. International Conference on the Challenges Facing Irrigation and Drainage in the New Millenium. June 20-24, 2000 - Fort Collins, Colorado, USA U.S.Committee on Irrigation and Drainage.
- Kulhavý, Z., Soukup, M., Čmelík, M., Doležal, Fr. (2005):** K současné a budoucí funkci odvodňovacích, zejména drenážních systémů v zemědělské kulturní krajině. Úvodní text k workshopu „Zemědělské odvodnění v kulturní krajině“. Sborník. VÚMOP, Praha. 7-18.
- Kupec, K. (2005)** poznámka k diskusi. In Sborník k workshopu „Zemědělské odvodnění v kulturní krajině“. Sborník. VÚMOP, Praha
- Kutílek, M. (1974):** Vodohospodářská pedologie. SNTL. Praha. Str. 296.
- Langhammer, J. (2003):** Upravenost říční sítě v povodí Otavy. Příspěvek ke grantu GAČR 205/Z052/03, Praha, str. 8.
- Langhammer, J., Vilímek, V. (2004):** Vliv antropogenních změn v krajině na průběh a následky povodní. In: Herber V (eds.): Fyzickogeografický sborník 2 - Kulturní krajina. Masarykova Univerzita v Brně, Brno, p. 165-172.
- Lexa, M., Kvítek, T. (2003):** Analysis of concentrations of nitrate in streams of catchment of drinking water reservoir Zelivka in The Czech Republic. EGS - AGU - EUG Joint Assembly, Abstracts from the meeting held in Nice, France, 6 - 11 April 2003, abstract #10649

- Lexa, M., Kvítek, T. (2004):** Nitrate in small streams of the Želivka river basin in the Czech republic. *Geophysical Research Abstracts*. Vol. 6, 03822.
- Lipský, Z. (1995):** The changing face of the Czech rural landscape. *Landscape and Urban Planning* 31, 39–45.
- Mareš, P., Štych P. (2005):** Historical Changes of Czech Landscapes in 1845-2000 and their Natural and Social Driving Forces Studied at Different Spatial Levels. In: Milanova, E. at all (ed.): *Understanding Land-Use and Land-Change in Global and Regional Context*, Science Publisher, New Hampshire, pp. 120-142.
- Matoušková, M., Šobr, M. (2004):** Upravenost hydrografické sítě a protipovodňová opatření v povodí Otavy. Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodní. Grant GAČR 205/03/204.s. 170 -179.
- Maxová, J., Soukup, M. (2004):** Hodnocení vybraných hydrologických veličin ve dvou experimentálních povodních v roce 2002 s důrazem na srpnovou povodeň. *Soil and Water* 3/2004, VÚMOP, Praha, str. 133 – 140.
- Podhrázká, J. (2002):** Vliv změn hospodaření na retenční schopnost povodí. *Soil and Water* 1/2002, VÚMOP, Praha, str. 81 – 88.
- Podhrázká, J. (2004):** Vliv hospodaření v povodí na změny odtokových poměrů. *Soil and Water* 3/2004, VÚMOP, Praha, str. 155-162.
- Pokorný, J. (2001):** Dissipation of solar energy in landscape controlled by management of water and vegetation. *Renewable Energy* 24, 641-645.
- Prudký, J., Spitz, P. (2003):** Poznatky získané analýzou faktorů ovlivňujících přirozenou retenci povodí. Sborník z mezinárodní konference Protipovodňová prevence a krajinné plánování., Pardubice. Str. 136- 141.
- Rimidis, A., Dierickx, W.(2003):** Evaluation of subsurface drainage performance in Lithuania. *Agricultural Water Management* 59, 15-31.
- Rimidis, A., Dierickx, W.(2004):** Field research on the performance of various drainage materials in Lithuania. *Agricultural Water Management* 68, 151-175.
- Risler, E., Wery, G.(1904):** Irrigation et drainages, l'eau dans les améliorations agricoles. Librairie J.-B. Baillière et Fils, Paris. Str. 516
- Risler, E., Wery, G.(1922):** Drainage et assainissement des terres. Librairie J.-B. Baillière et Fils, Paris. Str. 384
- Ritzema, H. P., Nijland, H. J., Croon, F. W.(2006):** Subsurface drainage practices: From manual installation to large-scale implementation. *Agricultural Water Management* 86, 60-71.
- Robinson, M. (1990):** Impact of improved land drainage on river flows. Institute of Hydrology, IH Report No. 113, Oxon. str. 233
- Sedlák, L., Sanetrník, J. (1985):** Meliorace. VŠZ, Brno, str. 228.
- Sklenička, P. (2006):** Applying evaluation criteria for the land consolidation effect to three contrasting study areas in the Czech Republic. *Land Use Policy* 23, 502 – 510.

- Smedema, L. K. (2000)** : Global drainage needs and challenges the role of drainage in today's world. 8th ICID International Drainage Workshop 31thJan.-4thFeb., 2000, New Delhi, India, str. 17
- Soukup, M., Hrádek, F.(1999)**: Optimální regulace povrchového odtoku z povodí. VÚMOP, Praha, str. 98.
- Soukup, M., Kyzliková, J., Pilná, E.(2001)**: Vodní režim odvodňených půd při retardaci drenážního odtoku. Soil and Water 1/2001, VÚMOP, Praha, str. 103 – 114.
- Soukup, M., Kulhavý, Z.(2000)**: Metodika 24/2000 – Způsoby regulace odtoku z odvodňovacích systémů. VÚMOP, Praha, str. 54.
- Soukup, M. Kulhavý, Z., Pilná, E., Mimrová, K., Eichler, J. (2001)**: Opatření pro regulaci odtoku v zemědělsky používaném povodí. Metodika 26/2001.VÚMOP, Praha, str. 51
- Soukup, M a kol. (2006)**: Opatření v zemědělské krajině pro zlepšení vodních útvarů. VÚMOP, Praha, str. 108.
- Spaling,H., Smit, B.(1995)**: A conceptual model of cumulative environmental effects of agricultural land drainage.Agriculture, Ecosystems and Environment 53, 99 -108.
- Spaling,H. (1995)**: Analyzing cumulative environmental effects of agricultural land drainage in southern Ontario, Canada. Agriculture, Ecosystems and Environment. 53, 279-292.
- Státní meliorační správa – 25 let činnosti organizace (1994)**, SMS, Praha, str. 57
- Stuyt, L. C. P. M., Dierickx, W. (2006)**: Design and performance of materials for subsurface drainage systéme in agriculture. Agricultural water management 86. 50 – 57.
- Šamánková, L (1999)**: Obnova břehových porostů vodních toků ve správě. In Sborník Krajina, meliorace a vodní hospodářství na přelomu tisíciletí. SMS, Praha. 1999.
- Šefrna, L. (2004)**: Analýza rozsahu intenzity plošného odvodnění v povodí Otavy. Příspěvek ke grantu GAČR 205/Z052/03, Praha.
- Šefrna, L. (2004)**: Pedologická charakteristika povodí Otavy ve vztahu k povodním. Sborník příspěvků semináře grantu GAČR 205/Z052/03, Praha, str. 196 -212.
- Šefrna, L., Šobr, M. (2003)**: Analýza rozsahu a intenzity plošného odvodnění v povodí Otavy, s. 190-193. In: Langhammer, J. a kol. (2003): Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodní. Sborník výstupů z dílčích úkolů projektu GAČR 205/03/Z046, Přf UK, Praha, str. 200.
- Uhliřová, J., Mazín, V., Pražan, J., Koutná, K., Kvítek, T. (2005)**: Metodika studie širších územních vazeb ochrany půdy a vody v komplexních pozemkových úpravách. VÚMOP, Praha, str. 31
- Van Rompaey, A., Krása, J., Dostál, T. (2006)**: Modelling the impact of land cover changes in the Czech Republic on sediment delivery.LandUse Policy, Elsevier.
- VÚZE – Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky (1984)** Zemědělské výrobní oblasti a podoblasti podle výsledků bonitace zemědělských půd -nástěnná mapa v kanceláři Ing. Němce, CSc.

Tiemeyer, B., Kahle, P., Lennartz, B.(2006): Nutrient losses from artificially drained catchments in North-Eastern Germany at different scales. *Agricultural water management* 85, 47 – 57.

Vondra, F. (2006): Ekomorfologický monitoring v povodí horní Blanice. Diplomová práce, KFGG, PřF UK, Praha, Praha, str. 102

Zimmer, D. (2000): Drainage in western Europe. 8th ICID International Drainage Workshop 31thJan.-4thFeb., 2000, New Delhi, India, str. 18.

Půda - Situační a výhledová zpráva – Půda (1995), MZe ČR, Praha, str. 54.

Půda - Situační a výhledová zpráva – Půda (1999), MZe ČR, Praha, str. 59.

Internet 1: <http://fr.wikipedia.org/wiki/Drainage>

Internet 2: http://www.stoomgemaalnijkerk.nl/history_of_drainage.htm

Internet 3: http://ohioline.osu.edu/b871/b871_5.html - **Agricultural Drainage, Bulletin 871 – 98,** Beneficial and Adverse water quality impacts of Drainage

Internet 4: www.cenia.cz

Internet 5: <http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C4%9Btiletka>

Internet 6: <http://www.npsumava.cz/priroda.php?idc=1047>

Ústní sdělení:

Ing. Jiří Němec, CSc. - VÚZE

Doc. Ing. Tomáš Kvítek, CSc. - VÚMOP

Prof. Ing. Miroslav Kutílek, DrSc.

Použité zkratky

AHC – Agglomerative Hierarchical Clustering

BPEJ – Bonitační půdně-ekologická jednotka

CLC 2000 – Corine Land Cover 2000

ČÚZK – Český úřad zeměměřičský a katastrální

ČSÚ – Český statistický úřad

fluviz. - fluvizemě – nivní půdy

gleje – hydromorfní

HL - hloubka půd

- HL nad 60 (hloubka půdy nad 60 cm)

- HL30-60 (hloubka půdy 30 až 60 cm)

- HLdo30 (hloubka půdy do 30 cm)

- HLrůzná (různá hloubka půd)

HMZ – hlavní meliorační zařízení

HMZo – hlavní meliorační zařízení otevřené

HMZtrub – hlavní meliorační zařízení trubní – zatrubněné

hnědoz. – hnědozemě

HPJ – hlavní půdní jednotka

HSP – hydrologické skupiny půd

HSK - hydrologické skupiny půd

CHOAV – chráněná oblast akumulace vod

CHKO – chráněná krajinná oblast

ICID – International Commission on Irrigation and Drainage

izOP - indexu vývoje plochy kategorie – orná půda (viz B.1.2)

izTTP - indexu vývoje plochy kategorie – trvalé travní porosty (viz B.1.2)

JZD – jednotné zemědělské družstvo

kambiz. - kambizemě – hnědé půdy

KR - klimatický region - KR 0–1, KR 2, KR 3, KR 4, KR 5, KR 6-7, KR 8, KR 9.

kyselé - silně kyselá hnědá a rezivá půdy

k.ú. – katastrální území

LFA - Less Favourable Areas

LPIS – Land Parcel Identification System – registr uživatelů půdy

LUCC – Land Use and Land Cover Changes

databáze vytvořená mezi lety 1995 až 2000 Katedrou sociální geografie a regionálního rozvoje Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze. Vychází z údajů o využití ploch všech

katastrálních území ČR za roky 1845, 1948, 1990 a 2000. Tyto roky jsou současně významnými milníky českých i středoevropských dějin ve smyslu politickém, společenském i hospodářském. (Kabrda, Bičík, Šefrna 2006)

luviz. - luvizemě – ilimerizované

MCA – multiple correspondence analysis

OP- orná půda

PCA – principal component analysis

PR – rozdělení oblastí podle produkčního potenciálu

- **PR1** - oblasti s nejvyšší produktivností
- **PR2** - oblasti s vysokou produktivností
- **PR3** - LFA - horské oblasti
- **PR4** - LFA - ostatní oblasti
- **PR5** - LFA – oblasti se specifickými překážkami

regoz. – regozemě

sklon : - **s0-3** (sklon do 3 stupňů)

- **s3-7** (sklon od 3 do 7 stupňů)

- **s7+** (sklon 7 a více stupňů)

SMS – Státní meliorační správa

StS - TTP- trvalé travní porosty

ÚSES – územní systém ekologické stability

VDT – vodní tok

uprVDT_o – úprava vodního toku– otevřená

uprVDT_{trub} – úprava vodního toku - trubní

VÚV – Výzkumný ústav vodohospodářský

VÚMOP- Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd

ZP – zemědělská půda

ZPF – zemědělský půdní fond

ZÚJ – základní územní jednotka

ZVHS – Zemědělskovodohospodářská správa

Použité datové zdroje

CENIA - Česká ekologická informační agentura
(.shp)

Corine Land Cover 90

Corine Land Cover 2000

Obce

Lesy

ÚSES

CHKO

Maloplošná chráněná území

Okresy

Klad mapových listů 1: 25 000

ČÚZK – Český úřad zeměměřičský a katastrální

Topografické mapy vojenského mapování 1: 25 000, 1953

Mapové listy

LUCC – Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha

Mapová sbírka PŘF UK

Topografické mapy vojenského mapování 1: 25 000, 1989

Mapové listy

M-33-101-C-a

M-33-113-A-c

M-33-100-D-b

M-33-100-D-d

M-33-113-A-a

M-33-101-C-c

M-33-112-B-b

M-33-100-D-b

VÚMOP – (.shp) – Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd

Mapa BPEJ (povodí Blanice) (.shp)

Půdní mapy – 1:50 000 a jejich průmět do katastrů – data o rozloze typů půd na ZP katastrálních územích ČR, 2001

VÚV - (.shp)

<http://heis.vuv.cz/>

Základní vodohospodářské mapy 1:50 000

- LcrT – vodní toky, jemné úseky
- LcrM – meliorace (odvodňovací a závlahové kanály)
- PcrO - ochranná pásma vodních zdrojů
- PcrR – hydrologické členění
- PcrC - chráněné oblasti přirozené akumulace vod
- PZO1 – prameny používané pro odběr vody
- PZO2 – prameny pozorované
- PZO3 – prameny ostatní evidované

ZVHS – (.shp) 1:10 000

Areál odvodnění (okr. Prachatice)

Otevřené úpravy toků (okr. Prachatice)

Trubní úpravy toků (okr. Prachatice)

Otevřená HMZ (okr. Prachatice)

Zatrubněná HMZ (okr. Prachatice)

HIMS – Blanice (ZVHS České Budějovice)

ÚIS – Stav odvodnění a zavlažení půdy v České republice (7.9.2005) (ZVHS Praha)

Příloha A 1

Modelové území a JZD a StS na něm hospodařící.

