

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4106 Zemědělská specializace
Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí
Katedra: Krajinného managementu
Vedoucí katedry: prof. Ing. Tomáš Kvítek, Csc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vliv drenážních systémů na vodní režim povodí

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Václav Bystřický

Autor: Hana Nocarová

České Budějovice, 2012

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Hana NOCAROVÁ**
Osobní číslo: **Z09519**
Studijní program: **B4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**
Název tématu: **Vliv drenážních systémů na vodní režim povodí.**
Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Práce bude mít charakter literární rešerše týkající se vlivu drenážních systémů na vodní režim povodí a retenci vody v krajině. Drenážní systémy byly vybudovány plošně na velkém území ČR a jejich existence má pozitivní i negativní dopady na koloběh vody v krajině. Rešerše bude zpracována tak, aby sloužila jako podklad pro případné zpracování diplomové práce zabývající se touto problematikou.

Rámcový obsah literární rešerše:

- příčiny budování odvodnění v ČR
- vývoj budování odvodnění v ČR i ve světě
- dopady vybudování drenážního systému na vodní režim povodí
- kvantifikace změn odtokového režimu povodí vlivem drenážních systémů
- ovlivnění koloběhu vody v krajině drenážními systémy

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **35 - 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Štibinger, J., Kulhavý, Z. Úpravy vodního režimu půd odvodněním. ČZU v Praze, VÚMOP, v.v.i., 2010, 110 s.
Kulhavý, Z., Soukup, M., Doležal, F., Čmelík, M. Zemědělské odvodnění drenáží. VÚMOP Praha, 2007, 86 s.
Maidment, D.R. (ed.). Handbook of hydrology. McGraw-Hill, New York, 1993, 1424 s.

časopisy: Journal of hydrology, Physics and chemistry of the earth, Water science and technology, Soil and water research, atd.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Václav Bystřický**
Katedra krajinného managementu

Datum zadání bakalářské práce: **14. března 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2012**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení ④
Studentská 13
370 05 České Budějovice

V. Š.

prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

L.S.

prof. Ing. Tomáš Kvítek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 14. března 2011

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne

.....

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu své bakalářské práce Ing. Václavu Bystřickému za cenné rady, připomínky a důsledné vedení práce. Dále bych ráda poděkovala mým rodičům, díky jejichž podpoře a trpělivosti jsem mohla studovat a pracovat na této bakalářské práci.

Abstrakt

V této práci se celkově zabývám drenážními systémy a jejich vlivy na vodní režim povodí. V první části popisuji historii od nejstarších dob až po současnost, vývoj ve světě i v ČR, v rozmezí 2000 let před naším letopočtem až po současné systémy. Dále jsou zde vysvětleny základní pojmy, jako obsah zemědělských meliorací, a pojmy, týkající se vlastního odvodnění, účely a rozdělení drenážních systémů, způsoby odvodňovacích zásahů, vlivy zamokření a jejich důsledky. A na závěr dopady vybudování drenáží na odtok, odvodnění a povodně a také vliv na životní prostředí. Cílem práce je popsat dopady a vlivy drenáží na vodní režim povodí, a s tím související problémy.

Klíčová slova: meliorace, drenáž, drenážní systémy, odvodnění

Abstract

In this thesis I generally address draining systems and their influences on the water regime of a river basin. In the first part I describe the history from ancient times to the present, development in the world and in the Czech Republic at the range from 2000 years before Christ to the current systems. The thesis also explains basic terms, such as the content of agricultural ameliorations, terms relating to dewatering, purposes and division of draining systems, methods of dewatering actions, effects of water-logging and their consequences. At the end the thesis describes the impacts of building drains for draining off, dewatering and floods and the impact on the environment. The objective of the thesis is to describe the impacts and influences of drainage on the water regime of a river basin and the associated problems.

Keywords: amelioration, drainage, draining systems, dewatering

OBSAH

Úvod.....	8
1. Vývoj budování odvodnění v ČR i ve světě.....	8
1.1 Historie odvodnění od nejstarších dob.....	8
1.2. Odvodnění ve světě.....	9
1.2.1 Odvodnění ve staré Číně.....	9
1.2.2 Evropa.....	9
1.3 Odvodnění v Čechách.....	11
1.3.1 Čechy.....	11
1.3.2 Vývoj po roce 1948.....	13
1.4 Právní podklady pro meliorace.....	14
1.5 Historické způsoby podzemního odvodnění.....	15
1.5.1 Onomaziologická a onomastická svědectví.....	15
2. Obsah, základní pojmy, účel odvodňování půd.....	16
2.1 Obsah zemědělských meliorací.....	16
2.2 Obsahová a pojmová deformace oboru.....	18
3. Způsoby odvodňovacích zásahů.....	18
3.1 Biologické způsoby odvodnění (zemědělsko-lesnické způsoby odvodnění)...	19
3.2 Technické způsoby odvodnění.....	20
3.2.1 Hlavní odvodňovací zařízení.....	20
3.2.1.1 Odvodňovací kanály.....	21
3.2.1.2 Ochranná zařízení.....	21
3.2.2 Podrobná odvodňovací zařízení.....	22
3.2.2.1 Odvodnění otevřenými příkopy.....	22
3.2.2.2 Odvodnění drenáží.....	23
4. Odvodňování v ČR.....	26
4.1 Odvodnění v současnosti.....	27
4.2 Stávající systémy zemědělského odvodnění.....	29
5. Vliv zamokření.....	30
5.1 Závislost růstu plodin na vlhkosti a převzdušněnosti půdy.....	30
5.2 Příčiny a znaky zamokření zemědělských půd.....	30
5.3 Rostlinná společenstva jako indikátory zamokření.....	31
6. Dopady vybudování drenážního systému na vodní režim povodí.....	32
6.1 Vliv na odtok.....	32
6.1.2 Podíl drenážních vod v celkovém odtoku z povodí.....	33
6.2 Vliv odvodnění na půdu.....	35
6.3 Odvodnění a povodně.....	36
6.4 Význam odvodnění pro tvorbu životního prostředí.....	36
6.4.1 Vliv odvodnění zemědělských půd na životní prostředí.....	36
6.5 Vodní a živinový režim půd.....	39
6.6 Funkce drenážních systémů, jejich „užitečnost či škodlivost“.....	40
6.7 Argumenty v neprospěch odvodnění.....	41
7. Posouzení vlivu odvodňovacích systémů v Krystaliniku ČR.....	41
Závěr.....	44
8. Literatura.....	45

Úvod

Intenzivní hospodaření na zemědělské půdě ovlivňuje všechny složky přírodního prostředí a je tedy zřejmé, že ne všechny půdy lze stejně intenzivně zemědělsky využívat. Pro návrh odvodnění i pro posouzení stávající účinnosti odvodnění je nutné věnovat pozornost přírodním a technickým podmínkám, za kterých odvodnění bude působit. České země patří historicky k oblastem, v nichž stavby odvodnění plnily a nadále plní významnou úlohu při zkulturnění zemědělské krajiny. Odvodnění souhrnně reprezentuje veškerá opatření, která mají za cíl odvádět vodu z území, proto se úzce dotýkají oběhu vody v povodí, a je tak otázkou, kdy jsou odvodňovací procesy potřebné a kdy jsou z hlediska hospodaření s vodou a z hlediska ochrany životního prostředí nežádoucí.

1. Vývoj budování odvodnění v ČR i ve světě

Historie odvodnění je zachycena již od období 2000 let před naším letopočtem, a až do současnosti se tomuto tématu věnuje řada autorů. Z nejnámějších autorů jsou to: Jiří Fídl (1975), Zdeněk Vašků (2011) a Karel Jůva (1968, 1957).

1.1 Historie odvodnění od nejstarších dob

Odvodňovací práce jsou starým odvětvím inženýrské činnosti, které lidstvu zajišťovala možnost využívat bažinaté a zamokřené plochy. Protože střediska starých civilizací byla situována v blízkosti velkých řek, vznikla velmi brzy potřeba ochrany sídlišť i okolních zemědělsky využívaných ploch před záplavami při povodních na řekách. S rostoucími nároky vznikla potřeba vysušit bažinaté plochy v nivních polohách v okolí sídlišť. Velmi často na odvodňovací funkci budovaných zařízení, zvláště kanálů, navazovala i funkce závlahová, popřípadě plavební. Nálezy nejstarších detailních odvodňovacích prvků pocházejí z Mezopotámie, z doby 2000 let před naším letopočtem. V podstatě šlo o vertikální drenážní studny s upravenými vtoky pro povrchovou vodu a perforovanou horní částí pro odvádění podzemní vody. Shromážděná voda vsakovala do hlubších vrstev (JŮVA, 1957). Budovaly se

i kanálové stavby, zvláště za krále Chamurapiho v roce 2000 před naším letopočtem, který dal zpracovat první vodní zákon, platný především pro využívání vody pro závlahy. V 6. století před naším letopočtem byly budovány hrázové stavby a kanál Pallakopas, dlouhý až 600 km, který kromě odvodňovací funkce sloužil i pro plavbu a závlahy. Nejstarší ochranné hráze v Babylónii byly však budovány již 4500 let před naším letopočtem. Stará zařízení postupně ničili Peršané, Římané a nakonec ve 13. století našeho letopočtu Mongolové, takže dnes jsou tyto oblasti pouštěmi (BENETIN a kol., 1987). V Evropě první meliorační stavby prováděli Řekové a Římané. Do starověkého Řecka byly přeneseny poznatky o terasování a jiných melioračních způsobech z Fenicie a Sýrie. Římané prováděli odvodňovací stavby velkého rozsahu (odvodňování Pontinských močálů v Latio, odvodňování jezera Fucino aj.) (SANETRNIK a FILIP, 1991).

1.2. Odvodnění ve světě

1.2.1 Odvodnění ve staré Číně

Ve staré Číně se budovaly především ochranné hráze, které chránily rozsáhlé území kolem veletoků Jang-c-ťiang a Chu-ang-che, od roku 4000 př. n. l. Kolem 2300 př. n. l. byl dokonce úspěšný stavitel hrází a odvodnění močálů, původem vesničan, jmenován císařem. Bezpečnost hrází je v Číně i v současné době nezbytná, jinak by vznikaly obrovské škody a ztráty na životech (JŮVA, 1957).

1.2.2 Evropa

V Evropě převzali znalosti z Fenicie, Sýrie a Egypta Řekové a Etruskové. Ve starověkém Řecku bylo v roce 1000 před naším letopočtem vysušováno Kopaiské jezero nedaleko Athén. Velké kultivační práce, hlavně odvodňovací, prováděli na území střední Itálie Etruskové. V Etrusii byly „fakulty“ vodního stavitelství a práce, které staří Etruskové provedli, umožnili proměnit střední Itálii v oblast s vysoce rozvinutým zemědělstvím. Ostatně známá Cloaca maxima ve starém Římě odvodňující bažinaté území mezi římskými pahorky, která je dílem Etrusků, funguje dodnes (KESSLER, 1973). Při stavbě Tagliata Etruska, vybudované před 2200 lety, využili etruští stavitelé zákonitosti proudění vody v kanálech k tomu, že nedovolili

zanášení kanálu pískem. Geniální je i odvodňovací soustava na jezeře Nemí u Říma. Etruskové vysušili a zúrodnili i další rozsáhlá území, původně pokrytá bažinami a močály, v dnešní Kampánii. Zároveň dovedli hospodařit s vodou a využívat ji k důmyslným závlahám a dosáhli vysoké úrovně zemědělské produkce. Po podmanění Etrusků Římany nebyla meliorační zařízení udržována, protože Římané jejich systémy neznali, a tak některé oblasti pustly, takže se znovu objevily bažiny a s nimi malárie. Tyto oblasti staré Etrusie se znovu staly neobyvatelnými až do roku 1828, kdy byly znovu zahájeny meliorační úpravy, ale dokončeny byly až v posledních letech. Postupně se i Římané naučili odvodňovat zamokřené půdy, jak to dokazují stavby v údolí řeky Sávy u Bělehradu v Jugoslávii (BENETIN, a kol., 1987).

Na území Holandska byly stavěny hráze proti mořskému přílivu již ve 13. století před naším letopočtem a po příchodu Římanů se v jejich stavbě pokračovalo, a to prakticky dodnes. Plinius v 1. století našeho letopočtu popisuje odvodňování půdy v holandské provincii Friesland. V době válek Římanů s Germány byly zjištěny stavby hrází na Labi. Ze stejného období jsou zprávy o stavbě kanálu mezi Rýnem a Isselou v Holandsku, kanálu mezi řekami Ness a Vitham v Británii a o odvodňovacích stavbách ve Španělsku (KESSLER, 1973).

Úplně samostatně se vyvíjela kultura amerických Indiánů. Jak popisuje Jůva (1957), tak ve stavbě odvodňovacích zařízení vynikli především Mayové, kteří ve 3. až 10. století našeho letopočtu vybudovali rozsáhlé soustavy odvodňovacích kanálů na ploše téměř 80000 km². Ještě nyní jsou 0,5 m hluboké a 3 m široké. Tyto systémy byly objeveny až speciální fotografickou technikou z družic. Středověk k rozvoji odvodňovacích prací podstatněji nepřispěl. Ve Španělsku byla udržována starší římská zařízení, jen Maurové zakládali nové kanály, které přispěly k zúrodnění jimi ovládaných území. Těžiště prací bylo v Holandsku, kde rozvinuli stavby ochranných uzavřených hrází – poldrů s dokonalým kanálovým odvodněním a počínaje rokem 1408 i složitými soustavami přečerpávání vody větrnými mlýny, protože půdy v poldrech ležely pod úrovní mořské hladiny. Stejně byly prováděny odvodňovací práce v okolí Brug počínaje rokem 863 až do roku 1160. Zúrodnění bažin a rašelinišť v Británii se provádělo již v 8. století a od roku 1220 na podkladě vydaných právních předpisů.

1.3 Odvodnění v Čechách

1.3.1 Čechy

Také na území Čech byly uskutečněny významné odvodňovací práce v souvislosti s Majestátem stavům a městům, ve kterém Karel IV. ukládal svádět v močálech vodu do nejnižších míst a v nich zakládat rybníky. Byl to začátek rozsáhlých prací zvláště v jižních Čechách, ale i v ostatních oblastech, které znamenaly kultivaci dříve nevyužívaných ploch močálů (BENETIN, a kol., 1987),

Dnes nejčastější způsob odvodnění zemědělských pozemků – trubková drenáž – se u nás poprvé začal používat až na konci čtyřicátých let 19. století. Pro rozšíření tohoto novodobého způsobu odvodnění mělo však rozhodující význam až vynalezení stroje na výrobu drenážních trubek. Uskutečnil jej v roce 1843 J. R. Reed v Anglii, kde se ovšem ručně vyráběné drenážní trubky z pálené hlíny začaly pro odvodňovací účely používat již r. 1810 (JÚVA, 1968). Prvé jednoduché odvodňovací práce byly prováděny v Polabí v letech 1835 -1840, ve větším rozsahu pak po roku 1847 na Roudnicku, Žamberecku, Náchodsku, u Chocně i jinde. Drenážní práce s použitím pálených keramických trubek byly prováděny na Třeboňsku již v roce 1848, jak o tom svědčí projekty z té doby, uložené v Třeboňském archivu. Až v roce 1851 byly poprvé na světové výstavě v Londýně předváděny plodiny vypěstované na plochách odvodněných drenáží v Anglii, což je obecně považováno za začátek drenáží. Prvé trubkové drenáže v Anglii jsou datovány do roku 1764 (FÍDLER, 1975).

K pokusnému odvodňování zemědělských pozemků trubkovou drenáží došlo v Českých zemích vůbec poprvé v roce 1847 v jižních Čechách a pravděpodobně téměř současně nebo jen o něco málo později i na západočeských panstvích hraběte Erwina Nostice, držitele Sokolova, Jindřichovic, Řehlovic, Kraslic a Pakoměřic, c. k. tajného rady a předsedy Jednoty přátel umění v Praze. V jižních Čechách se tak stalo zásluhou knížete Jana Adolfa II. ze Schwarzenbergu (1799 – 1888), spravujícího rozsáhlé majetky nejenom v Čechách, ale i v Dolních Rakousích, Horních Rakousích, ve Štýrsku a v Solnohradsku, který na svých panstvích soustřeďoval přední hospodářské odborníky své doby, jakými byli např. Antonín Widtmann, František Horský, Emanuel Hanuš, Jan Heyrovský, Karel Heyrovský, Theodor Heinrich Rehder, Jan Spiess, Jan Bártil, Josef Šusta, Jan Šlechta a další, což mělo mimořádný význam pro zavádění nejnovějších osvědčených progresivních

hospodářských opatření na celém našem území jak v polním hospodářství, tak v lesnictví, rybníkářství, v rozvíjejícím se průmyslu, ale např. i v zavádění důmyslných krajinářských kompozic podle anglických předloh. Jan Adolf II. ze Schwarzenbergu se s trubkovou drenáží seznámil na svých opakovaných, někdy i déletrvajících studijních cestách v průmyslově a zemědělsky vyspělé Velké Británii, především v Anglii a ve Skotsku. Tímto způsobem odvodnění zemědělských pozemků byl tehdy doslova nadšen. To, že pokusy s drenážováním na schwarzenberském panství vstoupily ve větší známost nežli experimenty financované E. Nosticem v západních Čechách, ovlivnilo hlavně to, že všichni tehdejší hlavní aktéři třeboňských drenážních experimentů (např. J. Bártl a E. Hanuš) byli činnými členy Vlastenecko-hospodářské společnosti v Království českém, že ústřední tajemník této společnosti F. X. Assenbaum byl jako třeboňský rodák s prováděnými pokusy zevrubně seznámen (viz např. publikaci Františka Xavera Assenbauma Umělé vzdělávání luk a vysušování půdy – drenáže z r. 1859) a v neposlední řadě, že kníže Jan Adolf II. ze Schwarzenbergu byl předsedou pražské c. k. Vlastenské hospodářské společnosti pro Čechy a zároveň i prezidentem vídeňské Hospodářské společnosti (VAŠKŮ, 2011).

Provádění drenáží záviselo v tomto období výlučně na ruční práci. Avšak již roku 1848 byl v USA sestroyen první stroj pro výkop drenážních rýh, který značně zvýšil produktivitu prací na východním pobřeží Spojených států v té době (BENETIN a kol., 1976). Nesporné technologické, ekonomické a agrotechnické přednosti odvodnění drenáží z keramických trubek způsobily, že pod vlivem Reedova objevu se obdobné stroje (tzv. drenážní lisy) záhy začaly používat i jinde: již v roce 1846 v Německu, roku 1848 v USA a k roku 1850 nalézáme v technické literatuře informaci o postavení a používání drenážního lisu i v Rakousku. To když lisovací stroj na výrobu drenážních trubek v Třeboni postavil schwarzenberský konstruktér Jan Spiess. Tento lis, který si dal mimochodem J. Spiess patentovat, vyrobil již v roce 1851, od 1. dubna do 15. října, 183 000 trubek 14 palců dlouhých (= 36,9 cm), o světlosti 5/4 palce (= 3,3 cm) a 155 930 (tehdy používaných) drenážních spojovacích prstenců (VAŠKŮ, 2011).

Zpočátku byly meliorovány převážně pozemky šlechtických statků, brzy však také selská půda, neboť se rychle vžil názor o prospěšnosti meliorací. Poněvadž meliorace, zejména na větších rozlohách, nemohli provádět z finančních důvodů

jednotlivci, počali se zemědělci sdružovat v tzv. vodní družstva, z nichž první vzniklo na našem území již v roce 1848 v povodí řeky Ondavy (SANETRŇÍK a FILIP, 1991). Používání trubkové drenáže se rychle rozšířilo. Již roku 1863 vydává F. Václavík svůj spisek „o rýhování“ a roku 1867 spisek „Meliorace“. Některá jeho tvrzení založená na pečlivém pozorování jsou nyní potvrzována výzkumem (FÍDLER, 1975). Již osm let po zahájení třeboňských, ve střední Evropě vůbec prvních úspěšných a do důsledku dovedených pokusů s drenážemi mohlo být již 24. ledna 1855 na valné hromadě c. k. Hospodářské společnosti ve Vídni konstatováno, že *provádění trativodů z pálené hlíny u nás lze již přijmout a uznat jako opatření ve své převeliké užitečnosti ověřené, podobně jako tomu je v Anglii a Belgii...*Třeboňské pokusy s odvodněním pomocí „anglické drenáže“ doznaly významu a dosáhly úspěchu především, když se na nich odborně začali bezprostředně podílet vedle Jana Spiesse i Emanuel Hanuš a Jan Bártil. Drenáže prováděné na Třeboňsku sloužily za vzor pro celé tehdejší Rakousko. Např. na pozemcích dvora Švamberk, které byly odvodněny drenáží v roce 1851, bylo dosaženo na tehdejší dobu mimořádně vysokého zvýšení výnosů obilí v zrně – o 4 až 5 hektolitřů na jitra (to je o 0,49 až 0,61 t/ha). Na tyto zdařilé pokusy velkého národohospodářského významu reagoval i tehdejší rakouský ministr orby Ferdinand Thienfeld, který zaslal do Třeboně své písemné uznání (VAŠKŮ, 2011). K velkému rozkvětu odvodňovacích prací došlo po roce 1900 až do 1. světové války. Velký rozmach drenážních prací byl pak v 30. letech. V letech 2. světové války došlo ke stagnaci a až koncem padesátých let nastává opět prudký růst, který má již trvalou tendenci (FÍDLER, 1975).

1.3.2 Vývoj po roce 1948

Po roce 1948 a hlavně pak v období budování socialistické velkovýroby u nás, došlo ke kvalitativnímu a kvantitativnímu zvratu i na úseku melioračních opatření. Zatím co v podmínkách soukromé držby mohly být práce prováděny nekomplexně a narážely na rozdílné zájmy vlastníků půdy, po scelení pozemků v JZD a Státních statcích se komplexní pojetí melioračních opatření stává nutností, právě tak jako plánovací a studijní příprava. Jedním z prvních opatření na úseku celého hospodaření s vodou v našem státě, včetně odvodnění, závlah a úprav toků, bylo zpracování státního vodohospodářského plánu (SVP) v letech 1949 – 1953 – jako prvního

takového plánu na světě. Vytyčoval potřebu odvodnění na celém území republiky na dalších 790 000 ha, závlah, 547 000 ha, úprav toků v délce 10 000 km, zajistit v nádržích 2,36 miliardy m³ vody. V roce 1953 došlo současně ke zpracování plánu zvelebení zemědělského, lesního a vodního hospodářství ČSSR, který byl ukončen v roce 1961. Oběma plány byl dán základ plánovitého rozvoje socialistického zemědělství (JÚVA, 1968).

1.4 Právní podklady pro meliorace

Právní podklad pro provádění meliorací v českých zemích vytvářel tzv. říšský vodní zákon Rakouska-Uherska z roku 1869, v podrobnostech pak český a moravský vodní zákon z roku 1869. Tyto zákony byly převzaty i po roce 1918 a platily až do roku 1955. O odbornou úroveň melioračních prací, které byly prováděny na vysoké úrovni, se zasloužila Technická kancelář Zemědělské rady pro Čechy, která působila až do roku 1928. Po tomto roce převzalo její činnost Technické oddělení ministerstva zemědělství. Při tomto oddělení byl také zřízen tzv. Poradní sbor pro výzkumnictví v oboru zemědělské techniky, kam patřila i meliorační činnost. V roce 1952 až 1954 byla vytvořena i základní struktura melioračního výzkumu. V roce 1961 byl z dosavadního výzkumného ústavu zemědělských a lesnických meliorací vytvořen výzkumný ústav meliorací, nyní se sídlem ve Zbraslavi, který zahrnuje problematiku všech melioračních opatření, mimo závlahy. Ty jsou náplní práce Výzkumného ústavu závlahového hospodářství v Bratislavě (FÍDLER, 1975). Výzkumem byly značně prohloubeny vědecké znalosti o jednotlivých způsobech meliorací a jejich použití. Důkazem rozvoje meliorací v našem státě je, že bylo odvodněno 1 501 000 ha zemědělských půd, a vybudováno 489 000 ha závlah. Je zvažována výstavba malých vodních nádrží s celkovým objemem 120 mil. m³ vody. Historickým vývojem dosáhly meliorace v našem státě postupně vysoké úrovně a přispěly ke zvýšení úrodnosti zemědělských půd (SANETRŇÍK a FILIP, 1991).

Hlavním znakem prací v podmínkách socialistického zřízení je komplexnost a soustavnost. Část investic je proto vždy věnována na doplnění dříve provedených odvodňovacích a jiných zásahů, kdy v důsledku soukromé držby byly vynechány některé plochy bez zásahu a na obnovu a náhradu poškozených prací nebo rekonstrukce neodborně provedených prací v podmínkách kapitalistického zřízení.

Objem prací tohoto druhu je veliký. Druhá část investic je věnována na nové meliorační soustavy, jak odvodňovací, tak závlahové, kde bylo zvláště výrazné zaostávání za potřebou a navíc omezenost zdrojů závlahové vody si takové řešení vyžaduje. Z odvodňovacích prací většího rozsahu na území Čech je soustava Opočenská kotlina, Poděbradská blata, Třeboňská pánev, které byly dokončeny v minulých letech a Chebská pánev, která je ve výstavbě (FÍDLER, 1975).

1.5 Historické způsoby podzemního odvodnění

I pro pěstování náročných zemědělských kultur a plodin bylo možno dosáhnout postačujícího odvodňovacího efektu nezřídka pouze provedením ojedinělých prvků podzemního odvodnění, např. pomocí jednoduchých trativodů (= zařízení podzemního odvodnění, jehož funkcí je sbírání, zachycování a odvádění vody), to je sporadickým drénováním menších zamokřených ploch nebo odvodem vody z povrchových vývěrů. Se svědectvími o používání různých typů trativodů a jejich rozdílného provedení se lze u nás prokazatelně setkat již v řadě středověkých osad. Byly odkryty např. i při archeologickém průzkumu zaniklé středověké vesnice Mstěnice u Hrotovic na Třebíčsku nebo při archeologických odkryvech předhusitského Sezimova Ústí na Tábořsku. Zejména však v 18. a především v první polovině 19. století na celém našem území dochází k častému zřizování podzemního odvodnění pomocí tzv. kamenných trativodů (=kamenných drénů). Kamenné drény vykazovaly poměrně dobrý odvodňovací účinek, ale jejich nevýhodou byla mimořádná pracnost a značné náklady na zřizování (VAŠKŮ, 2011).

1.5.1 Onomaziologická a onomastická svědectví

Onomaziologie pochází z řečtiny, a je to jazykovědná nauka o pojmenování jevů, věcí atd. jazykovými znaky (slovy). Vychází od pojmu jakožto odrazu jevu skutečnosti a zkoumá, jakými jazykovými znaky je vyjádřen. Onomatologie je jazykovědná nauka o povaze, tvoření, vzniku a rozšíření vlastních jmen. Jen pro zajímavost jsou tu uvedeny názvy a názvosloví z dřívějších dob.

O širokém rozšíření různých typů podzemního odvodnění na našem území svědčí mimo jiné i velice pestré lidové názvosloví pro tato hydrotechnická zařízení: podzemní rýhy, podzemní struhy, kryté rýhy (Jungmann, 1836, 1838), kryté odtoky

(Šwippl, 1840), zavřené svodotoky (Kodym, 1857), hejcuky, hejcochy (Jungmann, 1835), hejcuchy (Fídlér, 1987), klusy, klůsy (Jungmann, 1836), kluzy (Šantrůček, 1906), trativody (Jungmann, 1838), průlivy (Ronovský, 1863), vastržeje (Manuskript z r. 1484), vastrže (Jungmann, 1839), vostrže (Spirhanzl – Ďuriš, 1938), vostrřejže, nonstržeje (Fídlér, 1987), stoky (Jungmann, 1838), štěky (Jůva, 1957), splavy (Assenbaum, 1860), štůly (Jungmann, 1838), platice (Lambl, 1860), járky (Kott, 1884), prolivy, kamence, kamenice, lasy, lázy, štůlky ap. Obdobně i původ některých jmen pozemkových tratí a vlastní jména pozemků, jako jsou např. Vostřejže, Na vostržích, Na klůzech, Štůly, Lasy atd., lze dovozovat od těchto typů podzemního odvodnění. Poměrně dlouho byl etymologický původ této skupiny pomístních jmen neznámý. Ještě v monografii *Pomístní jména v Čechách (O čem vypovídají jména luk, lesů, hor, vod a cest)*, kterou vydala v roce 1995 Akademie věd České republiky *Jména nejasná: Vostřejže a nebo: ...pomístní jméno motivované nejasně – např. pole Vostřejže...* (VAŠKŮ, 2011).

2. Obsah, základní pojmy, účel odvodňování půd

2.1 Obsah zemědělských meliorací

Pouze asi 11 % z celkové plochy půdy ve světě nemá vážná omezení produkční schopnosti pro zemědělství. Všechny další pozemky trpí nějakým defektem, např. suchem, minerálním stresem (výživa, toxicita), nepatrnou hloubkou, přebytkem vody a podobně. Tyto všechny závažné jevy spadají do pracovní sféry meliorací (SANETRŇÍK a FILIP, 1991). Odvodnění plní významnou úlohu při zkulturnění zemědělské krajiny. Souhrnně reprezentuje všechna opatření, která mají za úkol odvádět vodu z území a tím zlepšovat podmínky pro zemědělskou činnost.

Půda je základní výrobní prostředek zemědělství a od ní se odvíjí množství a jakost zemědělské produkce a proto by neměla být v současnosti, ani v budoucnu poškozována. Proto je velmi důležité poznat výnosové schopnosti půd v různých klimatických podmínkách, umět ohodnotit, které půdy jsou vhodné pro intenzivní zemědělství a které mohou a musí plnit mimoprodukční funkce. Aby byla zemědělská výroba na půdách vůbec efektivní, je nutné méně výnosné nebo poškozované půdy trvale chránit a zlepšovat – meliorovat – odstraněním nebo alespoň omezením příčin, které ji znehodnocují nebo poškozují. Latinské slovo melior =

zlepšení. Zlepšení by nikdy nemělo být jednostranné, vždy by mělo zhodnocovat většinu složek přírodního prostředí, ne toto prostředí poškozovat (KVÍTEK, 2006). V pojetí Kudrny (1979) jsou meliorační opatření regulačními prvky zemědělské soustavy, které svou činností stabilizují především podmínky rostlinné výroby, a tím stabilizují i výnosy pěstovaných plodin. Protože odstraňují i limitující vlivy rozvoje činnosti zemědělské soustavy, jsou meliorační zásahy i intenzifikačním faktorem. Proto i meliorace, pokud jejich opatření budou sloužit pouze ke zvyšování výnosů polních plodin, nemohou zcela naplnit význam tohoto slova, pokud nebudou současně chránit vodu, zvyšovat retenci, chránit půdu. Meliorace v moderním pojetí musí být opatření, které zhodnocuje většinu složek přírodního prostředí a současně zohledňuje výnosnost daného stanoviště (KVÍTEK, 2006). Významným regulačním, stabilizačním a intenzifikačním prvkem zemědělské soustavy jsou meliorační zásahy v podmínkách nadměrného zásobení půdy vodou, tj. odvodnění půdy. Je to soubor opatření ke sbírání a odvádění vody ze zamokřených a zaplavených území a k jejich ochraně před záplavami. Souhrn všech zařízení určených ke sbírání vody ze zamokřeného nebo zaplavovaného území a k jejímu odvádění do recipientu je odvodňovací zařízení (BENETIN a kol., 1987).

Meliorační opatření, které jsou prováděny na půdách zemědělsky využívaných, nazýváme melioracemi zemědělských půd (zkráceně zemědělské meliorace) Podle účelu možno přijmout jejich rozdělení tak, jak je rozdělil Jůva (1956), který rozlišuje tyto druhy zemědělských meliorací:

- a) Odvodňování půdy, které chrání půdu před záplavami a odvedením škodlivého přebytku vody umožňuje její zemědělské využívání.
- b) Závlahy půdy, při kterých zásobíme suché a proto neúrodné půdy vodou.
- c) Protierozní ochranu půdy, kdy chráníme půdu před škodlivými účinky vody a větru.
- d) Zúrodnování půdy, při kterém zlepšujeme půdy méně hodnotné nebo málo úrodné.
- e) Pozemkové úpravy, které jsou zaměřeny na odstranění roztržitosti pozemkové držby.

2.2 Obsahová a pojmová deformace oboru

Cca 30 zúrodňovacích, vodohospodářských a kulturně-technických činností, které se běžně vyskytují v rejstřících prvorepublikových melioračních projekčních a stavebních firem (kromě odvodnění jsou zde uváděny např. závlahy, protierozní ochrana, rekultivace, pozemkové úpravy, stavba rybníků a malých vodních nádrží, úpravy malých vodních toků, odbahňování rybníků a kanálů, terénní úpravy, hrazení bystřin, stabilizace strží, budování polních cest, stavby mostků a propustků, zakládání pastvin a jejich zařízení, zřizování sadů, účelové výsadby dřevin v krajině, přírodně-krajinářské úpravy, stavby studní a vodovodních řadů, stabilizace svahů, konsolidace lavinových drah, stokování, slínování, vylehčování těžkých půd, sádrování, rekonstrukce hydromelioračních zařízení atd.) prakticky zdegradovalo na jednostranné plošné odvodnění trubkovou drenáží. Matoucí ostatně byl i název stálé rubriky *Meliorace a závlahy* odborného časopisu Úroda, který vydávalo tehdejší ministerstvo zemědělství a výživy ve Státním zemědělském nakladatelství v Praze (VAŠKŮ, 2011). Nesprávné jsou představy, že meliorace představují jenom technické zásahy a melioracím bývá vytýkáno, že se při jejich navrhování nepřihlíží nebo přihlíží nedostatečně ke stanovištním požadavkům rostlin. Ve skutečnosti u správně navržených, vybudovaných a využívaných meliorací se jedná o soubor opatření (technických, biologických a hospodářsko-organizačních), jejichž řešení vychází z poznatků teoretické i aplikované ekologie. Meliorace můžeme obdobně považovat za vědní obor a prostředek k vytváření zemědělsko-průmyslové krajiny, jako jsou architektura a urbanismus prostředky pro vytváření prostředí městského, neboť v obou případech záleží na způsobu a úrovni použití i komplexnosti řešení (STEHLÍK, 1985). V kulturní krajině se hospodářská činnost člověka rozvíjí v souladu s přírodními zdroji bez podstatnějšího narušení biologické rovnováhy. K narušení krajiny dochází neracionálním využíváním přírodních zdrojů, kdy činnost člověka negativně ovlivňuje přírodní podmínky (SANETRŇÍK a FILIP, 1991)

3. Způsoby odvodňovacích zásahů

Odvodňování zamokřených ploch je vážným zásahem do dosavadního vláhového režimu půd v dané oblasti. Proto intenzita odvodňovacího zásahu by měla

odpovídat potřebě plynoucí z nutnosti odvedení přebytku vláhy, jak plyne ze základní bilanční rovnice pro zamokřené půdy:

$$S > O + V$$

Jestliže provedeme na zájmové ploše odvodňovací soustavu složenou z otevřených příkopů, nebo drenáže, urychlíme a také zvětšíme složku odtoku z plochy a zvětšíme tak hodnotu pravé strany rovnice až do vyrovnání obou stran rovnice. Tento technický zásah je velmi rázný a mnohdy se při použití ve větších rozsazích a v jiných druzích technických opatření, jako jsou úpravy velkých toků apod., vymkne možnostem přírody takový zásah organicky začlenit do dalšího přirozeného vývoje půdy nebo i krajiny (FÍDLER, 1975). Provedením zásahu měníme podmínky se snahou o vyrovnání bilance. Srážky S nelze ovlivnit, lze však ovlivnit a změnit odtok O a výpar V . Způsoby, jakým ovlivnění provedeme, Fídlér (1975) rozdělil na:

- a) zemědělsko-lesnické způsoby
- b) technické způsoby

3.1 Biologické způsoby odvodnění (zemědělsko-lesnické způsoby odvodnění)

Způsoby biologického odvodnění se zpravidla používají u méně zamokřených půd. Mezi výhody patří především nižší realizační i ekonomická náročnost. Spočívají zejména v úpravě struktury půdy a ve výsadbě porostů s vysokou transpirací. Úprava struktury půdy se doporučuje v případech jejího špatného strukturního stavu. Strukturní půdy při vhodném poměru kapilárních a nekapilárních pórů dobře hospodaří s vodou a brání zamokření. Výsadbou porostů dochází k odvodnění tak, že kořenovým systémem (zejména stromů) je odebírána voda z mocnějšího půdního horizontu, který se tím vysouší. Pro představu vzrostlá bříza vypaří cca 30 l za den (KVÍTEK, 2006). Je třeba zdůraznit, že odvodňovací zásahy jsou v převážné většině řešeny technickými způsoby, aniž je brán zřetel na možnosti odstranění příčin zamokření zemědělsko-lesnickými způsoby, které jsou však často nevýhodné pro pomalý a celkem nejistý účinek. Jsou také podstatně méně propracovány, než zásahy technické (FÍDLER, 1975).

3.2 Technické způsoby odvodnění

Technické způsoby odvodnění zemědělských půd jsou zpravidla využívány na silně zamokřených půdách. Jsou zaměřeny na zvětšení odtoku přebytečné vody z půdního profilu (KVÍTEK, 2006). V podmínkách silného zamokření jsou jediným účinným odvodňovacím prostředkem. Jsou zaměřeny na zvětšení odtoku přebytečné vody z půdního profilu (SANETRŇÍK a FILIP, 1991).

Souhrn všech zařízení určených ke sbírání vody ze zamokřeného nebo zaplavovaného území a k jejímu odvádění do recipientu se nazývá odvodňovací zařízení. Dle Kvítka (2006) se člení podle funkce na:

- a) odvodňovací zařízení podrobné (odvodňovací detail)
- b) odvodňovací zařízení hlavní (odvodňovací kostra)

Hlavní odvodňovací zařízení tvoří základ odvodnění. Hlavním jejich posláním je:

- a) ochrana odvodňovaného území před cizími vodami
- b) vytvoření odvodňovacího odpadu
- c) odvodnění vody z odvodňovaného území

3.2.1 Hlavní odvodňovací zařízení

Cizí vody jsou ty, které na zájmovou plochu přitékají z jiného, většinou výše položeného území. Účinek cizí vody doplňuje vliv vody ze srážek, kterou u velkých ploch nazýváme vodou vnitřní. Sanetrník a Filip (1991) hlavní odvodňovací zařízení rozdělují:

- a) odvodňovací kanály (odpady, odpadové kanály podrobného odvodnění, hlavní odvodňovací kanály)
- b) ochranná zařízení (ochranné kanály obvodové, odlehčovací, úpravy toků, ohrázování toků a ochranné nádrže)

Hlavní a podrobná odvodňovací zařízení k odvodnění území tvoří odvodňovací soustavu. Odvodnění souvisle zamokřené plochy je systematické neboli

plošné odvodnění. Naopak místní odvodnění je odvodnění místně zamokřené části zájmového území. Odvodnění zamokřeného nebo zaplaveného území soustavou otevřených odvodňovacích příkopů nebo kanálů je povrchové odvodnění. Odvodnění uskutečňované ve dvou nebo více etapách po zjištění odvodňovacího účinku předchozí etapy odvodnění je postupné nebo etapové odvodnění (BENETIN a kol., 1987).

3.2.1.1 Odvodňovací kanály

Jsou budovány jako recipienty velkoplošných odvodnění pro odvádění vnitřních vod. Jsou to hlavní kanály, které tvoří páteř odvodňovací soustavy. Na tyto navazují kanály druhého řádu a odpady vedené od svodných drénů nebo příkopů, případně jsou do nich zaústěny kanály podrobného odvodnění (SANETRNIK a FILIP, 1991). Tuto funkci mohou plnit buď samostatně, nebo jako soustava, skládající se z odvodňovacích kanálů hlavních a vedlejších. Odvodňovací kanály se navrhují převážně jako otevřené, ve zdůvodněných případech jako kryté. Kryté kanály je možno navrhovat pouze výjimečně k lokálnímu převádění vody tam, kde se má zachovat celistvost pozemků a kde není nebezpečí vzniku eroze. Návrh odvodňovacích kanálů vyžaduje komplexní řešení zejména s ohledem na územní a zemědělsko-výrobní poměry, na požadavky ochrany krajiny a tvorby životního prostředí, na řešení podrobných odvodňovacích zařízení a protierozní ochrany půdy (KVÍTEK, 2006).

3.2.1.2 Ochranná zařízení

Ochranná zařízení jsou budována proto, aby chránila zájmovou plochu před vnikáním cizích vod jak povrchových, tak podzemních. Např. při povodních na tocích s nedostatečným průtočným profilem dochází k vybřežování vody, nebo stékání vody podzemní a výše položených ploch a na zájmovém území dochází k zamokřování. Často dochází k zamokření i vnikání cizí vody za vzduté hladiny vodohospodářských staveb (např. z přiváděcích kanálů k elektrárnám, u jezů, nádrží apod.) průsakem (SANETRNIK a FILIP, 1991). Ochranu před vnějšími vodami je možno řešit úpravou toku, ochrannými hrázemi, kanály, nádržemi a zemědělsko-lesnickými opatřeními v povodí. Odlehčovací kanály či odlehčovací drény se

používají k odlehčení toku se sníženou průtočnou kapacitou v zájmovém území, kdy by za zvýšených vodních stavů docházelo k vybředení toku a zaplavování zájmového území (KVÍTEK, 2006). Jejich funkce bezprostředně ovlivňuje vláhový režim půdy a tedy také bilanci vody na odvodňované ploše. Odvodňovací zařízení hlavní pak navazuje na odvodňovací zařízení podrobná, přijímá a odvádí shromážděnou vodu z odvodňovacího zařízení podrobného, případně odvodňovanou plochu chrání před zamokřením nebo zaplavením cizí vodou jak podzemní, tak povrchovou, přitékající z výše položených ploch nebo v důsledku rozlivu vody z toků při povodních (FÍDLER, 1975).

3.2.2 Podrobná odvodňovací zařízení

Podrobná odvodňovací zařízení bezprostředně odvodňují půdní profil, neboť jsou provedena tak, aby do odvodňovacích prvků odtékala voda z gravitačních pórů půdního profilu. Dělí se na odvodnění povrchové, které odvodňuje půdu otevřenými kanály a příkopy a odvodnění podzemní neboli drenáž, která odvodňuje půdu pomocí podzemních potrubí nebo jinak upravených vedení – drénů (SANETRŇÍK a FILIP, 1991). Podzemní odvodnění je odvodnění soustavou krytých drénů včetně drenážních objektů. Technické způsoby odvodnění tedy můžeme rozdělit podle způsobu odvodu nadbytečné vody z půdního profilu, dle Kvítka (2006) na:

- a) odvodnění otevřenými příkopy
- b) odvodnění podzemní odvodňovací sítí potrubí (drenáží).
- c) kombinované odvodnění (např. odvodňovací kostra tvořená otevřenými příkopy, odvodňovací detail tvořený drenáží)

3.2.2.1 Odvodnění otevřenými příkopy

Odvodnění příkopy se navrhuje tam, kde je třeba především rychle odvést povrchové vody místní i cizí, v méně případech pro odvodnění ploch zamokřených vodou podzemní, není-li tento způsob odvodnění na závalu racionálnímu obdělávání půdy. Oproti odvodnění podpovrchovou drenáží má řadu nevýhod, z nichž hlavní je roztržštění plochy na dílce mezi trasami sběrných příkopů, což znemožňuje racionální využití mechanizace při obdělávání a sklizni. Navíc plocha odvodňovacích příkopů

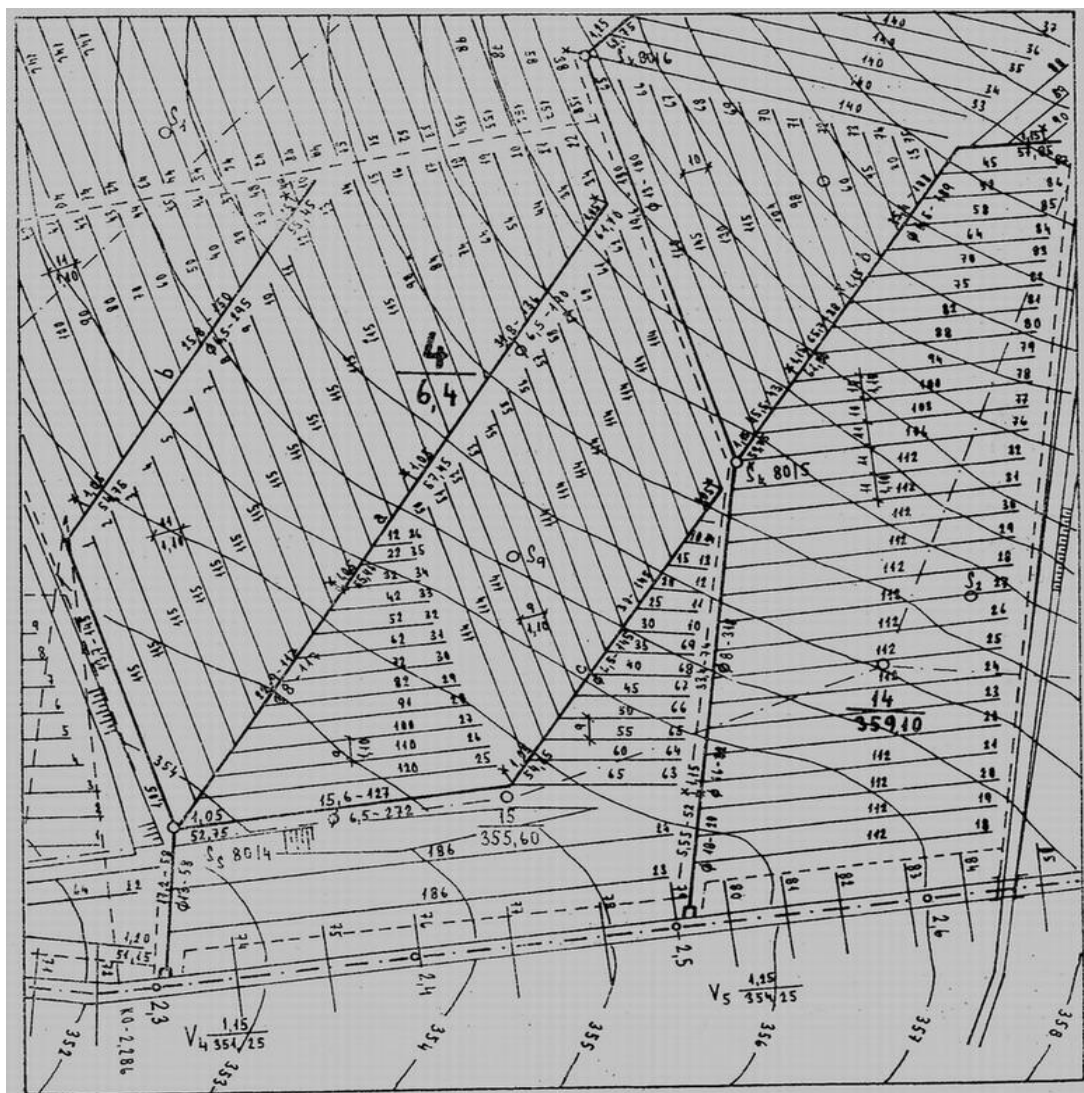
zabírá až 20 %, běžně 10 % z celkové zájmové plochy. Rozchod příkopů je v našich podmínkách, pokud se takový způsob odvodnění navrhuje, volen zpravidla podle empirických zkušeností, obecně (ON 73 6931): (FÍDLER, 1975)

- v polích 30 – 40 m,
- v lukách 40 – 60 m,
- v pastvinách 30 – 50 m,
- v lesích 50 – 100 m.

Speciálním případem použití odvodňovacích příkopů je jejich uplatnění u regulačních drenážních systémů, kde slouží k odvádění vody při odvodňovací fázi a k přívodu vody při navlažovací fázi trubkové drenáže. Rozchod sběrných příkopů se stanovuje na základě hydraulických výpočtů, jejich návrh se řeší v souladu s pozemkovými úpravami (KVÍTEK, 2006). Hloubka sběrných příkopů je určována podle funkce a podle druhu zamokření. Pro odvedení povrchové vody postačí mělké příkopy s hloubkou 0,4 m. Jestliže požadujeme odvodnění podzemní vody z profilu půdy mezi sběrnými příkopy, volíme hloubku větší, řádově do 1,0 – 1,2 m, abychom docílili potřebné snížení hladiny podzemní vody (FÍDLER, 1975).

3.2.2.2 Odvodnění drenáží

Nejpoužívanější způsob podzemního odvodnění je horizontální trubková drenáž, která sestává z drénů položených do drenážních rýh zhruba rovnoběžně s povrchem odvodňovaného území (SANETRŇÍK a FILIP, 1991). Tento druh odvodnění je v současné době prováděn téměř výlučně. Na druhé straně vyvolává monopolní uplatňování při nevhodné aplikaci v některých případech neúspěchy. Jeho výhody spočívají v tom, že celá síť odvodňovacích prvků je podzemní, nenarušuje celistvost pozemků a současně nevyžaduje tak náročnou údržbu, jako odvodnění příkopové. Nevýhodou je, že v zakrytém potrubí jsou poruchy, hlavně ucpáním nebo poškozením trubek, nepřehledné a těžko se hledají. Jinak má odvodnění trubkovou drenáží předpoklady uplatnění ve velkovýrobě, při používání mechanizace, neboť netříští plochy, pracuje vlastně automaticky. Není náročné na údržbu, která se člení na výustí trati, kontrolní objekty a potrubí a byla pro ni v poslední době vyvinuta účinná mechanizace (FÍDLER, 1975).



Obr. č. 1 Příklad řešení drenážní sítě

Zdroj: <http://www.hydomeliorace.cz/kl/oks.php?id=2025>

Podle toho, zda drenážním potrubím odvádíme vodu z místních vývěřů, nebo odvodňujeme soustavou paralelních drénů větší plochy, odlišujeme odvodnění

- a) sporadickou drenáží
- b) systematickou (plošnou) drenáží

Ojedinelá (sporadická) drenáž

Ojedinelá drenáž se navrhuje k odvedení nadbytečné vody z místních zamokření v zájmovém území. Použije se zejména k podchycení a odvedení vody z lokálních mokřin a pramenišť, k odvodnění místních depresí, průlehub a dalších, plošně omezených zamokřených míst v kombinaci se zasakovacími drény případně zasakovacími jímkami. Konstrukční řešení ojedinelé drenáže je shodné s řešením trubkové drenáže (KVÍTEK, 2006). Základním prvkem podzemního odvodnění je drén, který sbírá a odvádí vodu. U drenáže rozeznáváme drény sběrné a svodné. Několik sběrných drénů založených vždy navzájem rovnoběžně ve vzdálenosti rozchodu vytváří drenážní souřad. Svodné a sběrné drény patřící jedné drenážní výusti tvoří drenážní skupinu. Poloha sběrných drénů je odvislá od konfigurace území a jeho sklonitostních poměrů. Drény sběrné vedené napříč územního sklonu vytváří drenáž příčnou. Je-li to nemožné pro nepříznivé sklonitostní poměry jsou sběrné drény zakládány dokonce až ve směru největšího sklonu a pak mluvíme o podélné drenáži (SANETRNÍK a FILIP, 1991). Potrubí je vedeno co nejúčelnějším způsobem. Je provedeno buď bez rozvětvení, a pak zpravidla navazuje na pramennou jímku, která jímá soustředěný pramenný vývěr, který způsoboval zamokření přilehlé plochy, případně záchytný drén při vývěru vody pod svahe apod. Nebo je na konci rozvětveno do několika sběrných drénů, různých směrů, nebo rovnoběžných, jedná-li se o plošný výron podzemní vody. Hloubka této drenáže je volena tak, aby byla pokud možno pod zámraznou hloubkou, tedy alespoň 1 m (FÍDLER, 1975).

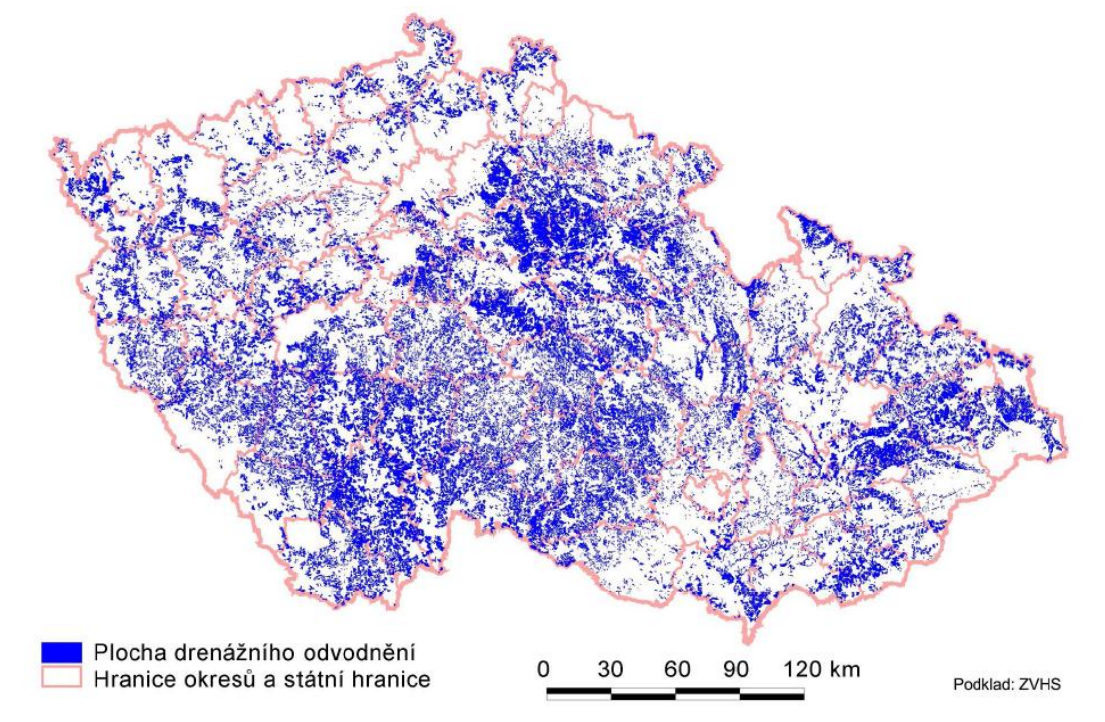
Plošná systematická trubková drenáž

Plošná drenáž je tvořena sběrnými a svodnými drény s drenážními objekty (šachticemi a výustěmi), které vytváří pravidelné i nepravidelné drenážní souřady a skupiny. Plošná drenáž trubková se navrhuje k úpravě nepříznivého vodního režimu souvisle zamokřené půdy tam, kde nepostačí jiná jednodušší odvodňovací opatření. Plošnou drenáž trubkovou je možno kombinovat s dalšími odvodňovacími prvky – záchytnými drény, záchytnými příkopy, pramennými jímkami a v případě potřeby s fyzikální, chemickou a biologickou meliorací (KVÍTEK, 2006). V plochých územích některých států jsou svodné drény nahrazeny svodnými příkopy. Svodné drény se buď spojují z několika ploch do drénu jednoho, který je

vyústěn do recipientu (odpadního příkopu), nebo jsou ve vhodných podmínkách vyústěny samostatně (FÍDLER, 1975). Materiál a konstrukce drénů v podmínkách odvodnění zemědělských půd se převážně užívá trubek z pálené hlíny nebo z plastů. Drenážní trubky z pálené hlíny se u nás vyrábějí v délce 333 mm a o průměrech 50, 65, 80, 100, 130, 160 mm, jejich vlastnosti a kvalitu určuje ČSN- 72 2699. Voda vzniká do drénu spárami mezi trubkami. Drenážní trubky z plastů jsou vyráběny z PVC a polyetylénu (SANETRŇÍK a FILIP, 1991).

4. Odvodňování v ČR

V České republice je drenáží odvodněna zhruba čtvrtina výměry zemědělských půd. Přítomnost drenážních systémů v krajině a jejich účinky jsou však většinou skryty oku běžného pozorovatele. Ten vnímá jen otevřené odvodňovací kanály a upravené drobné vodní toky, nanejvýš ještě občasné nadzemní kontrolní šachtice na svodných drénech a zatrubněných kanálech. Příkopové odvodnění zemědělských půd se v Česku vyskytuje zřídka. Výustí drenáží do otevřených odvodňovacích kanálů, vodních toků, rybníků, strží a jiných typů recipientů jsou většinou skryty v husté vegetaci a někdy bývají i zaneseny, zatopeny nebo zničeny břehovou erozí. Vlastní drenážní potrubí a objekty uložené pod zemí nejsou vůbec vidět. Místně se projevují jejich závady jako zamokřená místa a vývěry na povrchu půdy, někdy i na netypických a nečekaných místech (KULHAVÝ a kol., 2005).



Obr. č. 2 Plošné zastoupení staveb zemědělského odvodnění podle evidence územní databáze ZVHS

Zdroj: <http://www.cbks.cz/Sbornik10a/KulhavySoukup.pdf>

4.1 Odvodnění v současnosti

V současné době budou i nadále meliorace představovat významné opatření, které se bude zejména projevovat:

- 1) V údržbě, modernizaci, rekonstrukci a racionálním zhodnocování melioračních děl, při dosahování požadované ekonomické návratnosti,
- 2) v komplexním hodnocení a řešení optimalizace zemědělsky využívané krajiny při respektování ekologických aspektů prostředí,
- 3) úpravou všech faktorů, které nepříznivě ovlivňují produkční schopnost zemědělských půd.

Meliorace prováděné na základě současných poznatků je možno považovat za základ pro ekologickou stabilitu krajiny (SANETRŇÍK a FILIP, 1991).

V současnosti je v České republice evidováno 1 084 800 ha pozemků odvodněných trubkovou drenáží (z toho plných 1 065 000 ha připadá na plošné odvodnění trubkovou drenáží), 14 166,555 km upravených malých vodních toků a 11 712,403 km odvodňovacích kanálů (z toho je 7203,541 km kanálů otevřených a 4508,862 km kanálů krytých – to je zatrubněných). V tomto úředním seznamu jsou však z velké části přesněji zahrnuty jen výsledky stavební činnosti z let 1959 až 1989. Zatímco v roce 1955 v Československu došlo k odvodnění 12 197 ha, v roce 1975 to bylo již 72 855 ha. Hydromeliorační odborníci se shodují, že vedle výše evidenčně vykazovaného rozsahu odvodnění trubkovou drenáží u nás existuje nejméně dalších 450 000 ha drenážovaných zemědělských pozemků, které se do evidence z nějakých příčin nedostaly. Je např. známou skutečností, že v žádném případě se projektovaný rozsah jednotlivých odvodňovacích staveb neshodoval s rozsahem jejich skutečného provedení, to je s tzv. kolaudačním paré. Současná evidence ale především zdaleka neobsahuje výměry ploch zemědělských pozemků, které byly drénované před rokem 1955 a přirozeně zcela postrádá zejména výměry tzv. sporadického odvodnění trubkovou drenáží (odvodnění jednotlivými drény a drobnějších zamokřených lokalit), které doznalo mimořádného rozšíření zejména v první polovině minulého století (VAŠKŮ, 2011). Většina těchto podzemních odvodňovacích systémů, pro která se používá též označení „podrobná odvodňovací zařízení“, má už svého konkrétního soukromého vlastníka. Je jím vlastník pozemku, na kterém se nacházejí. Jen výjimkami jsou situace, kdy vlastníci pozemků odmítli převzít do své péče odvodňovací systémy na privatizovaných pozemcích. Významnější skupinou případů jsou odvodňovací systémy na zbývajících státních zemědělských půdách, popř. na půdách obcí. Mnozí vlastníci ani nevědí, zda na svých pozemcích drenáž mají, tím méně pak mají představu o tom, kde se drenážní potrubí a objekty nacházejí. Stavební dokumentace odvodňovacích systémů ve většině případů nebyla novým vlastníkům předána, pokud o to sami nepožádali dosavadního správce těchto systémů, kterým byla zpravidla Zemědělská vodohospodářská správa. Bohužel, v řadě případů již tato dokumentace neexistuje nebo je neúplná. Velice často projektové výkresy neodpovídají skutečnému provedení stavby (KULHAVÝ a kol., 2005).

4.2 Stávající systémy zemědělského odvodnění

České země patří historicky k oblastem, v nichž stavby odvodnění plnily a nadále plní významnou úlohu při zkulturnění zemědělské krajiny. Přírodní podmínky oblasti a požadavky minimálního omezení provozu na pozemcích upřednostnily při úpravě vodního režimu zamokřených lokalit systémy podzemní trubkové drenáže. Prakticky od 80. let minulého století však praxe nevěnovala odpovídající pozornost údržbě těchto staveb a proto docházelo často nepozorovaně k jejich poškozování i destrukci, v jiných případech změna uživatelských nároků nerespektovala projektované parametry systému a ten nyní neplní funkci, jaká je od něho očekávána (KULHAVÝ a kol. 2007).

Při diagnostice současné funkce odvodňovací stavby v obecnějším rozsahu je třeba zhodnotit:

- využití území, hospodářské podmínky a vztah vlastníka (uživatele) pozemku k systému odvodnění,
- přírodní podmínky, zejména morfologii terénu, vodní režim a vlastnosti půd, příčiny prvotního zamokření a současnou účinnost odvodnění,
- stav technických zařízení a objektů odvodnění, zejména s ohledem na jejich hydraulické parametry.

Mezi základní měřené prvky pro posouzení účinnosti odvodnění (s definovanou plochou a geografickou polohou) patří:

- srážky,
- hladina podzemní vody,
- hydraulická vodivost nasycená, nenasycená,
- vlhkost a únosnost půdy (zejména v kritických jarních obdobích),
- odtok z odvodňované plochy,
- územní výpar.

Podrobnosti provádění průzkumu uvádí TNV 75 4102 – Pedologický průzkum pro meliorační opatření na zemědělských půdách. Nově je doporučeno využívat techniky DPZ (dálkového průzkumu Země) pro vymezení rozsahu

a pravděpodobných příčin zamokření, resp. pro identifikaci stávajících podzemních odvodňovacích prvků (KULHAVÝ a kol. 2007).

5. Vliv zamokření

5.1 Závislost růstu plodin na vlhkosti a převzdušněnosti půdy

Regulací vodního režimu půd odvodňováním a zavlažováním se upravuje vlhkostní stav půdy směrem k optimu. Tím se současně působí na mikroklima a na všechny transformační procesy rostlinného společenstva pěstovaných plodin (BENETIN a kol., 1987). Vliv zamokření a zaplavení půdy na růst rostlin se projevuje ve všech důsledcích zapříčiněných nedostatkem kyslíku v půdě vznikem anaerobních podmínek. Procesy, které vznikají v důsledku zamokření nebo zaplavení půdy, narušují vodní režim, dýchání, minerální výživu, a tím i celou fotosyntetickou a metabolickou činnost. Základní změny, které nastávají v půdě vlivem dlouhodobého zamokření nebo zaplavení a výrazně zhoršují fyziologické procesy v rostlinách, jsou vznik půdní aerobiózy a nadměrné zvyšování kyseliny uhličité v rizosféře (FILIP, 1973).

5.2 Příčiny a znaky zamokření zemědělských půd

Příčiny zamokření a jejich znalost jsou základním podkladem pro návrh odvodnění půdy a její využití po odvodnění. Správné určení příčin zamokření je předpokladem pro určení nejvhodnějšího odvodňovacího zásahu a vede často ke značným ekonomickým úsporám. Je rozhodující pro návrh technických parametrů odvodňovacích zařízení (způsob a druh odvodnění, rozchody, hloubky, uložení drénů ap.). Sanetrník a Filip (1991) udávají, že je možno posuzovat zamokřenost podle vnějších znaků na porostech, které se projevují:

- a) nezdravým zbarvením porostu, které ze sytě zelené přechází v tón zelenožlutý až běložlutý,
- b) na půdě tmavší barvou zamokřeného povrchu zejména zjara, déle ležící sněh nad zamokřenými místy, obtížné zpracování půdy, nápadné zbarvení půdního profilu.

5.3 Rostlinná společenstva jako indikátory zamokření

Půdní podmínky a vodní režim půd jsou základními prvky stanovištních podmínek. Význačným indikátorem zamokření půd tedy budou rostlinná společenstva vlhkomilných rostlin. Tak pro luční půdy s trvale vysokou hladinou podzemní vody budou takovými indikátory ostřice štíhlá, ostřice pobřežní, pryskyřných plamének, bahnička mokřední, blatouch bahenní, skřipina lesní a sítina nitkovitá. Půdy s kolísající hladinou podzemní vody, která však je z jara dlouho při povrchu půdy indikuje metlice trnatá, ostřice ježatá, všivec bahenní, suchopýr širokolistý, upolín evropský, tužebník jilmový aj. (FÍDLER, 1975). Hron a Kohout (1972) uvádějí jako důležité indikátory na orných půdách plevel. I když je situace obtížnější než u trvalých luk, lze při určité geobotanické praxi podle výskytu jednotlivých druhů v dané fytoocenose usuzovat na vláhové poměry. Převažující režim v půdě má výrazný vliv na rozdílné zastoupení plevelů na stanovištích. Potřebu odvodnění půd budou indikovat především druhy hydrofytní.

Podle Petersona (1998) lze podle nároků na vláhový režim rozdělit plevely do těchto skupin:

1. Zamokření spodiny indikují víceleté plevely výběžkaté, jako přeslička rolní, rákos obecný, podběl obecný, rdesno obojživelné.
2. Mělké půdy, vyžadující odvodnění, se zamokřenou ornici ukazují víceleté výběžkaté plevely, jako máta rolní a čistec bahenní. Protože mají uloženy výběžky výlučně v ornici, jsou důležitými bonitačními druhy.
3. Na zamokření podorniční vrstvy ukazují víceleté výběžkaté plevely, které neindikují současně ulehlé podloží v půdním profilu, ale zamořenost ve výšce podloží, které může být vyvoláno i ztvrdnutím a ulehnutím podorniční vrstvy: pcháč oset, mlěč rolní.
4. Povrchové zamokření půdy indikuje psineček výběžkatý a pryskyřník plazivý, protože se rozmnožuje nadzemními výběžky.
5. Zamokření půdy prozrazují jednoleté plevely sítina žabí a rdesno paprtník.

6. Dopady vybudování drenážního systému na vodní režim povodí

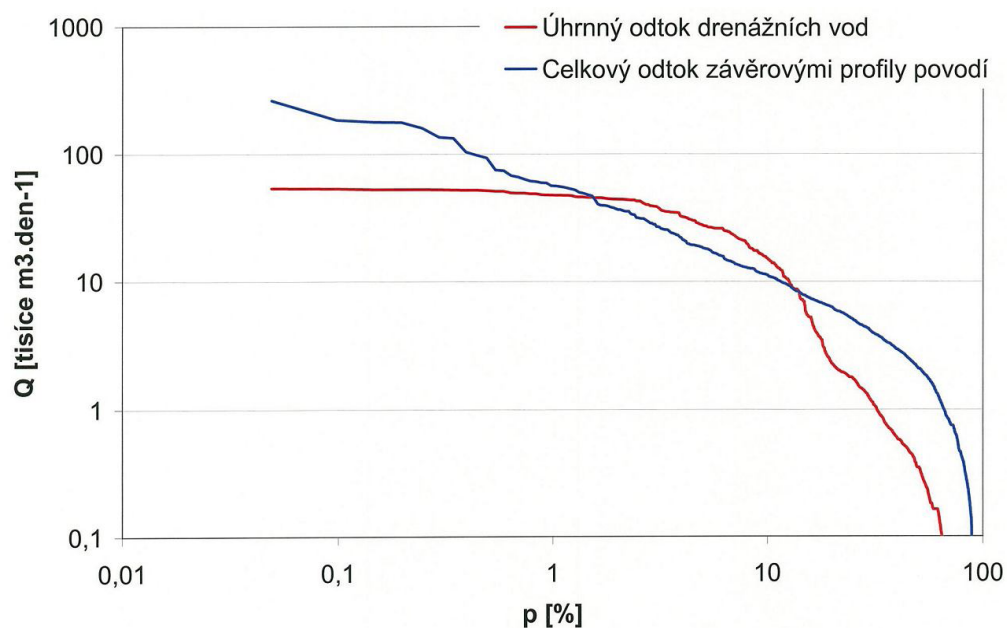
6.1 Vliv na odtok

Z hlediska praxe lze úrodnost půdy, její bioenergetický potenciál, zlepšit buď agrotechnickými zásahy, nebo zásahy melioračními. Zatímco agrotechnické zásahy mají krátkodobý, nejvýše několikaletý účinek, meliorační opatření mají účinek vyjadřovaný desítkami let, navíc u odvodnění působící bez vkladů další energie, pomíneme-li nutnou údržbu jeho funkce (BENETIN a kol., 1987). Skutečností je, že drenážní systémy i po dalších 25 letech nadále více či méně plní odvodňovací funkci, což se projevuje při transformaci odtoku srážek z pozemku ve formě soustředěného drenážního odtoku. Vyskytuje se sice stále větší počet lokálních závad funkčnosti, zejména v souvislosti s poškozováním odvodnění křížením liniovými stavbami pozemního stavitelství či telekomunikacemi a energetikou, předpokládaný rychlý trend samovolného vyřazování systémů z funkce se však nepotvrdil. Drenáž se jako hydrologicky účinný prvek uplatňuje také při transportu chemických látek z pozemku (živiny, znečištění atd.) a je proto postupně zakomponována do směrnic, souvisejících s ochranou vodní komponenty krajiny. Odvodnění ovlivňuje režim povrchového, mělkého podpovrchového i podzemního odtoku, vodní bilanci saturované i nesaturované zóny a následně všechny další složky životního prostředí. Zjevné je ovlivnění režimu recipientu drenážních vod, zpravidla vodoteče. Plošné velmi významné je ovlivnění vodního režimu zemědělsky využívaných pozemků s vybudovanými systémy odvodnění, které se dotýká kolem čtvrtiny výměry zemědělských půd ČR asi kolem 13% celé rozlohy ČR. Významné je uplatnění systémů odvodnění v rámci realizace a provozu pozemních staveb, parků, skládek i průmyslových a sportovních objektů (ŠTIBINGER a KULHAVÝ, 2010).

Realizace odvodnění je hlubokým zásahem do vlastností vývoje půdního profilu a ekologických podmínek. Aby byl zajištěn účinek odvodnění, musí být realizovány agrotechnické zásahy a zavedena přiměřená struktura rostlinné výroby. Provedení drenážních i kanálových systémů odvodnění se neobejde při současné stavební technologii bez vnesení zeminy z podorničních vrstev, způsobujících značnou heterogenitu povrchové orniční vrstvy půdy (KVĚCH a ŠKODA, 1972).

6.1.2 Podíl drenážních vod v celkovém odtoku z povodí

Ve vodných obdobích odvodnění snižuje hladinu podzemní vody a zvyšuje intenzitu odtoku - podíl drenážních vod na celkovém odtoku však bývá nižší. Za běžných odtokových situací a v období sucha vyrovnává odvodnění odtokový režim vodoteče. Odvádění vody z povodí však může být z hlediska vodního hospodářství i zemědělství hodnoceno jako nadbytečné. Podíl drenážních vod na celkovém odtoku se zvyšuje a v období sucha mohou být při vysoké plošné intenzitě odvodnění vody ve vodoteči převážně jen vodami drenážními. Tento fakt neznámá, že by voda neodtékala i v případě, pokud by odvodnění vybudováno nebylo. Je žádoucí drenážní odtok v maximální míře regulovat či zcela eliminovat. Přitom jiné účinky má regulace provedená v horní části povodí, jiné regulace provedená v části dolní. Kulhavý a kolektiv (2010) navrhl metodu experimentálního stanovení podílu drenážních vod v podmínkách malých povodí Českomoravské vrchoviny. Výsledky jsou interpretovány například pomocí grafu, ze kterého vyplývá, že v rámci roku existuje období, kdy celkový odtok závěrovým profilem povodí reprezentují převážně vody drenážní. Tento výsledek dokumentuje skutečnost, že drenážní vody jsou v dlouhodobé bilanci významným zdrojem vod ve vodotečích a prokazatelně ovlivňují jejich vodní režim.



Obr. č. 3 Podíl drenážních vod v celkovém odtoku z povodí

Čáry překročení celkových objemů denního odtoku pro období 1. 1. 2002 - 31. 7. 2007 v oblasti Dolského a Kotelského potoka.

zdroj: <http://www.cbks.cz/Sbornik10a/KulhavySoukup.pdf>

Drenážní systémy působí v půdě jako spojitě horizontální preferenční cesty, které jsou záměrně dimenzovány na odvádění velkého množství vody z odvodněné plochy. Z důvodů zanedbávání údržby jsou systémy ve špatném technickém stavu, částečně zanesené a proto již nedosahují návrhových hydraulických parametrů. To však neznamená, že v krajině svým hydrologickým účinkem nepůsobí. Ovlivňují místně, nebo celoplošně režim odtoku za běžných až suchých období. Tím mohou přispívat k prohlubování dopadů sucha. Z těchto důvodů je tematika odvodnění stále aktuální a na základě různých podnětů je dosud zatím pouze dílčím způsobem řešena. Ať již jde o cíle efektivity a udržitelnosti zemědělství (KULHAVÝ a kol., 2007), ochrany množství a jakosti vod (FUČÍK a kol., 2010) až po záměry eliminovat negativní funkce odvodnění např. v rámci operačního programu životního prostředí. Nemalý význam mají i další aspekty odvodnění, např. zvyšování potenciálu retence srážek v půdních pórech, ovlivnění tepelného režimu půd, proces promývání půdního profilu a odvádění živin či znečišťujících látek drenážními vodami, ovlivnění vodního režimu půd a s tím související chemické oxidačně-redukční procesy (železo, humus) (KULHAVÝ a SOUKUP, 2007).

Vodohospodářská hlediska

Drenážní odtok je zvláštním případem mělkého podpovrchového odtoku. Pokud je podíl odvodnění povodí vysoký, znamená to za určitých odtokových podmínek také zvýšení podílu drenážního odtoku na odtoku celkovém. Eliminovat intenzitu odtoku lze jeho regulací. Retardační drenáž se uplatňuje v podmínkách středních a těžkých půd. Dle Štibingera a Kulhavého (2010) se vodohospodářský účinek regulace projevuje:

- zvýšením zásob mělkých podzemních vod (půdní voda),
- zvýšením dotace zásob podzemních vod v hlubších zvodních,
- zlepšením jakosti odtékající vody,
- zvýšením evapotranspirace (nepřímé ovlivnění) a
- snížením drenážních odtoků.

6.2 Vliv odvodnění na půdu

Odvodňování půdy je v podmínkách naší republiky nejčastěji používané meliorační opatření. Je také jedním z nejstarších a nejspolehlivějších opatření zúrodnování půdy. Vláhové poměry půdy zásadním způsobem ovlivňují její úrodnost a výnosy všech pěstovaných plodin. V našich podmínkách dochází ke střídání vlhkých a suchých let, přičemž v desetiletých obdobích jsou nejčastěji 2 až 3 roky srážkově chudí, 4 až 5 roků je srážkově normálních a 3 roky jsou srážkově bohaté. V srážkově extrémních letech je suchem postihováno asi 20% z celkové rozlohy zemědělské půdy a asi 25 % zamokřením. Stabilita v půdní úrodnosti vyžaduje úpravu závlahového režimu buď závlahou, nebo odvodněním (SANETRNÍK a FILIP, 1991). Po odvodnění nastává mnoho problémů. Boj proti plevelům, jak uvádí Hron a Kohout (1972), po odvodnění je složitý pro nedostatek údajů o tom, jak se rostlinné společenství mění radikální změnou vodního režimu půdy. Z hlediska řádné funkce odvodnění se nedoporučuje alespoň v prvním roce po realizaci na odvodněném pozemku pěstovat hlubokokořenicí rostliny, aby se zamezilo zarůstání drenážního potrubí pronikání kořenů v nestabilizovaném zásypu drenážních rýh. Sled plodin je po odvodnění nutno naléhavě změnit, neboť mnohé z polních plodin nemohou bezprostředně po odvodnění poskytnout uspokojivý výnos. Jako první

následná plodina jsou zpravidla vhodné luskovinoobilní směsky pěstované na hmotu při možnosti použití vyššího výsevu, zmírňující nebezpečí nerovnoměrného vzcházení (BENETIN a kol., 1987).

6.3 Odvodnění a povodně

Extrémní povodně, které postihly východní část České republiky v roce 1997, byly podnětem k rozsáhlé syntéze, ve které se mj. objevilo souhrnné konstatování o vlivu odvodňovacích systémů na zemědělských půdách na povodně, které v nejstručnější podobě zní takto: "Z provedené analýzy vyplývá, že drenážní odtok může činit 2-5 % kulminačních povodňových průtoků v recipientech odvodnění. Za mimořádné povodňové situace systematické odvodnění nepřispělo v podstatné míře ke kulminaci celkového odtoku v hydrografické síti. Rovněž síť odvodňovacích kanálů neměla na kulminaci velkých vod v hydrografické síti podstatný vliv. Zvětšení průtoků se projeví v počáteční fázi povodňové vlny, při kulminaci již nepřichází v úvahu" (HLADNÝ a kol., 1998).

6.4 Význam odvodnění pro tvorbu životního prostředí

Holý (1980) definuje životní prostředí jako historicky se utvářející otevřený systém, formovaný jako produkt oboustranných vztahů člověka a zdrojů přírody a vzájemných vztahů uvnitř společnosti.

6.4.1 Vliv odvodnění zemědělských půd na životní prostředí

a) pozitivní vlivy:

- U nás - zvýšení a stabilizace výnosu zemědělských plodin – snížení kyslíkového stresu rostlin v době zamokření, zlepšení přístupnosti a obdělávatelnosti pozemků,
- ve světě – odstranění rizika zasolení a zamokření zavlažovaných půd,
- vyrovnání odtoku m-denních vod ve vodotečích – zvýšení minimálních (90ti až 365ti denní) a snížení (20ti až 90ti) větších průtoků, při

povodňových situacích dochází k transformaci odtoku – zploštění vlny a odsunutí času kulminace.

b) negativní vlivy:

- Urychlení odtoku za specifických podmínek, kdy je podpovrchový odtok nahrazen odtokem drenážními trubkami,
- zvýšení celkového odtoku, zejména v době sucha – snížení výparu, vyšší teplota půdy, snížení objemu podzemní vody, zvyšuje se riziko sucha,
- vyplavování živin (dusičnanů) do vodních toků,
- zornění zamokřených míst – vyšší náchylnost orné půdy k erozi oproti travním či neobdělávaným pozemkům,
- pokles biodiverzity krajiny v důsledku likvidace stanovišť některých živočišných a rostlinných druhů.

Podle Slepíčky (1974) patří k současným problémům tvorby a ochrany životního prostředí opatření nezbytná pro jeho důstojnou existenci, k ochraně přírody před nežádoucími lidskými zásahy a konečně prozíravé zásahy k využívání jakosti prostředí. V zemědělské krajině navrhuje taková opatření, která vedou k všestranné optimální produkční výkonnosti krajiny při maximálním udržení rovnováhy jak celé krajiny, tak i jednotlivých ekosystémů, tj. agroekosystémů i přirozených ekosystémů (KULHAVÝ, 1979). Vzhledem ke klimatickým a půdním podmínkám ČR převládají mezi melioračními opatřeními odvodňovací zásahy, a tedy správně uskutečněné odvodnění půd se výrazně podílí na stabilizační funkci agroekosystémů a stabilitě životního prostředí (BENETIN a kol., 1987). Systémy odvodnění jsou kromě své stabilizační funkce agroekosystému významným krajinnotvorným faktorem. Také malé toky jako součást odvodňovacích opatření jsou významnou složkou tvorby krajiny a životního prostředí. Je nutno zabránit neodůvodněnému odstraňování zeleně z krajiny již vhodnou volbou technického řešení odvodnění (ZUNA, 1979). Odvodňováním půdy se odstraňuje škodlivý přebytek vody z povrchu zaplavované půdy a ze zamokřeného půdního profilu. Základní podmínkou je, aby voda nezamokřovala kulturní půdní profil, ale byla

ustálena v přípustné hloubce pod terénem. U zemědělských půd se tato hloubka řídí druhem pěstovaných plodin, případně hloubkou jejich zakořenění, neboť do kořenového profilu nesmí trvale zasakovat podzemní voda. Další důležitou podmínkou je obsah půdního vzduchu, který by neměl klesnout pod minimální mez (SANETRNIK a FILIP, 1991). Součástí životního prostředí člověka jsou i hygienické podmínky a zdravé prostředí. Vystupují do popředí v rozsáhlých zamokřených plochách. Jejich odvodňováním se omezuje vývoj hmyzu a živočichů, kteří bezprostředně ohrožují zdraví lidí a zvířat. Znamé je v této souvislosti nebezpečí malárie, vyvolané prvokem, žijícím v teplých zamokřených močálovitých lokalitách. Na stejné podmínky je vázán výskyt měkkýšů přenášejících nebezpečnou schistozomiázu, kterou trpí ústí Nilu a nebezpečné bilharziózy, která může být potlačena pouze odvodněním (DORST, 1974). U velmi těžkých půd může dojít k přemokření půdy i v podmínkách nevysokých srážek v důsledku malých rozměrů pórů. O škodlivosti zamokření rozhoduje však nejen jeho intenzita, ale také doba trvání. Je-li půda zamokřena jen přechodně a krátkodobě, nemusí být zamokření závadné. Velmi nepříznivě se však projevuje dlouhotrvající nebo dokonce trvalé zamokření, zvláště je-li půda zaplavena povrchově, jak tomu bývá v inundačních územích. Částečné a přechodné zamokření nemusí způsobovat snížení výnosů zemědělských plodin, přesto však je pro zemědělský provoz škodlivé, neboť znemožňuje obdělávání pozemků v jarním období a zvyšuje jeho náklady (SANETRNIK a FILIP, 1991).

Při odvodňování, zvláště u rozsáhlých systémů ve velkých územích, je třeba pečlivě vážít jejich vliv na hydrologickou bilanci, klimatické podmínky okolního území apod. Neuvážené zásahy mohou vyvolat nenapravitelné škody v oblasti ekologických vztahů a mohou znamenat i zánik rostlinných a živočišných druhů, způsobit rozkolísání průtoků v řekách a vyvolat řadu záporných vlivů (BENETIN a kol., 1987). Účinky odvodnění spočívají v odvedení volně pohyblivé vody v půdním profilu v gravitačních a semigravitačních pórech a v přivedení vzduchu do půdy, případně v jeho rychlejší výměně. Tím se vytváří podmínky pro zvýšenou biologickou aktivitu půdy. Odvodněním půdy s jejím provzdušněním se také zlepšuje teplotní režim půdy (ve srovnání se zamokřenými půdami je u odvodněných průměrná suma ročních teplot v hloubce 0,2 m asi o 300 až 500 °C vyšší). Odvodnění urychluje koloběh vody v systému: Srážky – vsakování – průsak vodou –

podzemní voda – recipient. Tuto skutečnost je možno využít k odstranění přebytečných solí z půdy. V obdělávaných úrodných půdách se však zvyšuje vyplavování živin, zejména dusíku (SANETRŇÍK a FILIP, 1991).

6.5 Vodní a živinový režim půd

Vliv odvodnění na živinový režim půd souvisí s oběhem a přeměnou látek v půdním profilu. Voda v půdě je rozhodujícím transportérem, prostředím tohoto oběhu a přeměny látek. Všeobecně odvodněním zamokřených půd se zvyšuje množství pro rostliny přístupného dusíku v půdě z přirozených zdrojů. Současně se vytvářejí podmínky na efektivní využívání průmyslových dusíkatých hnojiv. Je třeba však pamatovat na to, aby se nadměrným přesušením půdy nevyvolal intenzivní proces transformace organického dusíku na minerální a aby se nepodpořilo nežádoucí splachování dusíku do podzemní vody (BENETIN a kol., 1987). Nedostatek kyslíku v půdě omezuje činnost aerobních bakterií, která je důležitá pro vývoj živinového režimu půd. Podle Kubisty (1980) se životní aktivita aerobních mikroorganismů začíná snižovat, když zaplnění půdních pórů vodou je vyšší než 60 % jejich objemu. Intenzivní provzdušnění zamokřených půd po jejich odvodnění zvyšuje aktivitu půdních mikroorganismů. Už po 14 denní aeraci přechodně zamokřené půdy se objevují látky, které příznivě ovlivňují růst kořínků. Voda ze zemědělských drenážních systémů může být kromě dusičnanového dusíku zatížená dalšími významnými polutanty (znečišťující látky), které se podílejí na zhoršování jakosti povrchových vod v povodích se zastoupenými odvodňovacími systémy. Jedná se zejména o látky skupiny fosforu, dále nerozpuštěné látky a potom také pesticidy a herbicidy (FUČÍK a kol., 2010). Donedávna byly ztráty fosforu podpovrchovým odtokem považovány za zanedbatelné ve srovnání s odnosem fosforu povrchovým odtokem během hydrologicky významných událostí (SAMPLE a kol., 1980). Během posledních přibližně 15 let bylo zjištěno, že drenážní vody, pocházející z klasické trubkové drenáže nebo drenáže krtčí, mohou obsahovat koncentrace různých forem fosforu, které mohou několikanásobně překračovat závazné limity a způsobovat závažné eutrofizační problémy v povrchových vodách (TUNNEY a kol., 1997). Obdobně erozní procesy byly považovány za jev vyskytující se většinou na povrchu půdy, rozrušování, uvolňování a transport půdních partikulí se ovšem může odehrávat také rychlým podpovrchovým a/nebo

drenážním odtokem, kdy dochází k erozi částeczek z okrajů a bází makropórů, prasklin a trhlin různých velikostí a původu, což může způsobovat vysoké koncentrace m. j. nerozpuštěných látek a různých forem fosforu v drenážních vodách (BUCZKO a kol., 2007).

6.6 Funkce drenážních systémů, jejich „užitečnost či škodlivost“

Dle Doležala (2005) mezi užitečné funkce drenážních systémů patří:

1. U nás je hlavní funkcí zvýšení a stabilizace výnosu zemědělských plodin. Někteří zemědělci ani nevědí, že na svých polích drenáže mají, ale ony přesto fungují a přesto jim pomáhají stabilizovat výnosy. Děje se to dvěma mechanismy:
 - a. Snížením kyslíkového stresu rostlin v době zamokření a
 - b. zlepšením přístupnosti a obdělávatelnosti pozemků.
2. Odstranění rizika zasolení a zamokření zavlažovaných půd – pouze ve světě, v takových zemích jako Egypt, USA, Čína, Indie, Bangladéš, je to hlavní účel drenáží.

Mezi spíše škodlivé, i když ne vždy jednoznačně patří:

3. Urychlení odtoku tím, že se podpovrchový odtok půdou, respektive různě propustnými vrstvami půdy nahrazuje odtokem drenážními trubkami. Tím se odtok urychluje a dochází k mírnému zvýšení kulminačních průtoků, zejména za menších povodní. Není to kritické, aspoň podle všech dosavadních výzkumů.
4. Dále dochází ke zvýšení celkového odtoku. Zvyšuje se odtok zejména v době sucha, a to už znamená změnu hydrologické bilance, tedy snížení výparu z povodí, a poněvadž se snižuje hladina podzemní vody, tak se snižuje objem zvodní s volnou hladinou a zásoby podzemní vody v těchto zvodních.

A nakonec mezi chemické a biochemické procesy patří:

5. V důsledku okysličení půdy dochází k urychlení mineralizace půdní organické hmoty a k omezení anaerobních a tudíž také denitrifikačních procesů, což má škodlivý důsledek v podobě vyplavování živin, zejména dusičnanů do vodních toků a na druhé straně to vede ke snížení emise skleníkových plynů – N_2O , CH_4 , H_2S .
6. Existuje i socioekonomický efekt, resp. socioekonomický zprostředkovaný. Drenáž totiž umožňuje zornění vlhčích míst – a mnohdy byla právě za tímto účelem budována. Orná půda znamená oproti travním porostům a ladem ležícím pozemkům zvýšené riziko eroze půdy, jak vodní, tak někdy i větrné.

6.7 Argumenty v neprospěch odvodnění

Odvodněné pozemky jsou sušší, a proto se na nich půda snadněji ohřívá. Tím se také krajina stává celkově sušší a méně odolnou vůči projevům sucha a větrné eroze. Krajina se proto přehřívá a atmosférická konvekce se zesiluje. V některých případech odvodňovací systémy také odtok urychlují a přispívají, i když ne v rozhodující míře, ke kulminačním průtokům povodní. Dále se tomuto tématu věnují autoři Zbyněk Kulhavý a kolektiv (2005). Odvodněním se zvyšuje celkový odtok vody z krajiny. Zásoby podzemní vody jsou sníženy. Kapacita zdrojů podzemní vody je snížena, některé studně mohou být zcela vyřazeny z funkce. Odvodnění, zejména drenáž, posunuje půdní procesy od anaerobiózy k aerobnímu prostředí. Půdní organická hmota vytvořená v podmínkách zamokření se v důsledku toho urychleně rozkládá. Obsah surového humusu v půdě se snižuje, zrašelinělý horizont se ztenčuje a mizí. Tento úbytek není v historicky krátké době nahraditelný spontánní tvorbou vysoce kondenzovaného humusu typického pro nezamokřené půdy mírného pásu (KULHAVÝ a kol., 2005).

7. Posouzení vlivu odvodňovacích systémů v Krystaliniku ČR

České a moravské vrchoviny na starých, převážně kyselých krystalických horninách jsou svou geomorfologií specifické. Vrchovinný a pahorkatinný reliéf vytvářejí převážně „neklidný“ půdní profil. Vodní režim krystalinika je výrazně

diferencovaný podle geomorfologických oblastí. Hladina podzemní vody zde obvykle leží několik metrů pod povrchem a postupně s poklesem nadmořské výšky se přibližuje k terénu. Ve vlhkých obdobích stoupá hladina podzemní vody v typických středních svahových polohách až do půdního profilu a způsobuje dočasné plošné zamokření půdy (KVÍTEK a DOLEŽAL, 2003).

Hydromorfismus půd je podmíněn stanovištně. V podmínkách ČR podléhají hydromorfnímu vývoji půdy v rovinách, v inundačních polohách v bezodtokových depresích a terénních sníženinách. Zamokřování půd v těchto polohách je způsobeno mělkými podzemními vodami zvětralinového pláště, infiltrací z okolních recipientů, způsobeno též vodami pramennými i artéskými, který ve formě plošně soustředěných pramenů vyvěrají porušeným, nebo lokálně méně mocným podložím, nebo ve zlomovém a poruchovém pásmu podložních hornin (NOVÁK, 1994).

Mezi hlavní faktory, které ovlivňují tvorbu odtoku v typicky malých povodích krystalinika, patří střední až vyšší infiltrační kapacita a propustnost půd v ornici a podorničí, většinou mělce uložené nepropustné skalní horniny a reliéf terénu (široká temena, poměrně strmé svahy a úzká údolí.) Z toho vyplývá, že pravý povrchový odtok hortonovského typu a s ním spojené erozní jevy se vyskytují po extrémních deštích na některých lokalitách jen vzácně. Daleko častější a významnější je odtok půdním profilem, probíhající nehluboko pod povrchem, často jen v ornici a podorničí, resp. v drnových a humusových horizontech lučních a lesních půd, ve kterých se vytvořila dočasná hladina podzemní vody, často jen v makropórech. Tento odtok je také velmi rychlý. Pokud je v jeho důsledku celý půdní profil nasycen a dochází k vývěru nebo stagnaci podzemní vody, ej přes tento mělký podpovrchový odtok superponován ještě povrchový odtok nasyceného typu, způsobený fyzickou nemožností vsaku srážkové vody do půdy. Všechny tři uvedené mechanismy tvoří povodňový, tzv. přímý odtok (KVÍTEK, 2002; McGuire, a kol., 2005). Mělký podpovrchový odtok, pokud přitéká ze vzdálenějších míst povodí, a odtok obyčejné podzemní vody z míst bližších recipientu tvoří středně rychlou složku odtoku, kterou lze označit jako hypodermický odtok, přičemž je přihlíženo spíše k rychlosti procesu než k cestám, kudy voda protéká. Odtok podzemní vody ze vzdálenějších, hlubších a méně propustných zvodní se pak projevuje ve vodním toku jako poměrně stálý, málo proměnlivý základní odtok. Procesy odtoku jsou ovšem modifikovány přítomností vodohospodářských staveb v povodí. Trubková nebo jiná drenáž stahuje

povrchový a mělký podpovrchový odtok do podzemí a naopak usnadňuje odtok podzemní vody, zatímco malé vodní nádrže, např. rybníky, zadržují rychlý odtok a uvolňují jej se zpožděním (DOLEŽAL a kol., 2003). Ze separace tří hlavních složek odtoku (přímého, hypodermického a základního pro několik malých zemědělsko-lesních povodí v oblasti krystalinika České republiky vyplynulo, že přímý odtok činil v průměru všech povodí cca 30 %, hypodermický cca 40 % a základní cca 30 % z celkového odtoku (KULHAVÝ a kol., 2001). Nízké hodnoty přímého odtoku, resp. vysoké hodnoty základního a hypodermického odtoku, znamenají, že převážná část celkového objemu odtoku pochází z preferovaných cest, drenážních systémů a z trvalých zvodní. Nebyl shledán výrazný rozdíl ve složení odtoku v malých povrchových tocích a drenážního odtoku. To naznačuje, že mechanismy tvorby odtoku a jakosti vody v malých povrchových tocích a v drenážním odtoku jsou podobné. Na odtocích z drenážních systémů se vedle hypodermické složky odtoku podílí i odtok přímý a základní. Výrazný podíl hypodermického odtoku na celkovém odtoku je významným faktem naznačujícím, že tento odtok nejvíce přispívá k znečišťování vodních toků a nádrží (DOLEŽAL a kol., 2003).

Vybudováním drenážních systémů je tedy způsobeno snížení hladiny podzemní vody. Zkracuje období, po které je voda v zimě převlhčená, zvyšuje mineralizaci organické půdní hmoty a zvyšuje vyplavení dusičnanů.

Závěr

Podle údajů ústředního pozemkového úřadu z roku 2011 bylo v ČR v průzkumech terénu zjištěno 235 286 hektarů trvalého zamokření půd a 608 495 hektarů periodického zamokření půd. Celkem šlo o 19 procent zemědělské půdy, tedy o 843 781 hektarů. Podle evidence z roku 2002 bylo ale v ČR odvodněno 1 084 400 hektarů půd, tedy 25,3 % ploch zemědělských půd. Zbytečně tak bylo odvodněno 249 617 hektarů půd. Proces odvodňování eskaloval mezi lety 1980 až 1986, přičemž životnost potrubí je 40 až 50 let. Skutečností je, že drenážní systémy i po dalších 25 letech i nadále více či méně plní funkci odvodnění, což se projevuje při transformaci odtoku srážek z pozemku ve formě soustředěného drenážního odtoku. Vyskytuje se sice stále větší počet lokálních závad funkčnosti, předpokládaný rychlý trend samovolného vyřazování systémů z funkce se však nepotvrdil. V praxi toto znamená, že v drtivé většině životnost odvodňovacích zařízení v současné době nebo v nejbližší budoucnosti skončí. Samotná odvodňovací zařízení přitom podle Ústředního pozemkového úřadu v zemědělsky produkčních oblastech představují významný stabilizační prvek zemědělství. I díky končící životnosti odvodňovacích potrubí jde podle ústředního pozemkového úřadu o „velmi aktuální a citlivé téma“, jehož řešení se přes průběžné varování Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy stále odkládá, což postupně vede ke škodám stále většího rozsahu.

8. Literatura

Benetin, J.; Dvořák, J.; Fídl, J.; Kabina, P. *Odvodňovanie*, 1st ed.; vydavateľstvo kníh a časopisov: Bratislava, 1987.

Buczko, U.; and Kuchenbuch, R. O.. *Phosphorus indices as risk-assessment tools in the USA and Europe – a review*. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 170: 445-460, 2007.

Doležal, F.; Soukup, M.; Kulhavý, Z. *Poznámky k hydrologii drenážního odtoku*; Vědecké práce VÚMOP Praha: Praha, 2000.

Doležal, F.; Soukup, M., Kulhavý, Z.; *Bilanční odhady příspěvku odvodňovacích soustav k průběhu povodní*; Soil and Water, č.2; VÚMOP: Praha, 2003.

Dorst, J.: *Avant que nature muere Neuchatel* (č. překlad), Ortis, 1974, Ohrožená příroda, 1971.

Fídl, J. *Meliorace*, 1st ed.; Státní pedagogické nakladatelství: Praha, 1975.

Filip, J. *Vliv zaplavení půdy na vegetaci v melioračních soustavách.*; Vysoká škola zemědělská: Brno, 1973

Fučík, P. *Posuzování vlivu odvodňovacích systémů a ochranných opatření na jakost vody v zemědělsky obhospodařovaných povodích drobných vodních toků*, 1st ed.; Praha, 2010.

Holý, M. *Úpravy vodného režimu územných celkov hydromelioračnými opatreniam*; ČSVTS: Bratislava, 1980.

Hladný, J.; Blažek, V.; Dvořák, V.; Švihla, V.; Kubát, J. *Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997*; Ministerstvo životního prostředí ČR: Praha, 1998.

Hron, F., Kohout, V., *Změny v zaplevelení způsobené odvodněním půdy*, Biologické a technické problémy využívání odvodňovacích soustav; Eds.; Praha, 1972.

Jůva, K.: *Odvodňování půdy*, Praha, SZN 1957.

Jůva, K. *Dějiny meliorací*; ES VŠZ: Praha, 1968.

Kessler, J.: *Field drainage criteria. Drainage principles and application*. Vol. II. Wageningen, 1973.

- Kubista, K.: *Změny mikrobiálních procesů v půdním profilu po závlahách a odvodnění*. Agromelio, Brno, ČSVTS 3.-4. 9., 1980.
- Kudrna, K.: *Zemědělské soustavy*. Praha, SZN, 1979.
- Kulhavý, Z.; Doležal, F.; Soukup, M., *Separace složek drenážního odtoku a její využití při klasifikaci existujících drenážních systémů*; Vědecké práce VÚMOP: Praha, 2001.
- Kulhavý, Z., Soukup, M., Doležal, F. a Čmelík, M., *Zemědělské odvodnění v kulturní krajině*, 2005.
- Kulhavý, Z.; Soukup, M.; Doležal, F.; Čmelík, M. *Zemědělské odvodnění drenáží*, 1st ed.; uživatelský výstup projektu QF3095 Národního programu výzkumu TP3-DP6 priority 6: Praha, 2007.
- Kulhavý, Z., Tlapáková, L., Čmelík, F., Doležal, F., *Podíl drenážního odtoku na celkovém odtoku z povodí*. Předáno do tisku – VH, 2010.
- Kvítek, T. *Vytvoření systému diferencované ochrany půdy a vody před plošnými zdroji znečištění při preferenci trvalých travních porostů*. Odnos dusíku z povodí Kopaninského toku. Etapa výzkumného záměru Mze-M07-99-01-09; VÚMOP: Praha, 2002.
- Kvítek, T.; Doležal, F. *Vodní a živinný režim povodí Kopaninského toku na Českomoravské vrchovině*. In *Acta Hydrologica Slovaca*, 2nd ed.; Ed.; pp 255–264, 2003.
- Kvítek, T.; Gergel, J.; Ondr, P.; Zámešková, K., *Zemědělské meliorace*, 1st ed.; Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta: České Budějovice, 2006.
- McGuire, K. J. et al., *The role of topography on catchment – scale water residence time*. *Water Resources Research*, vol. 41, 2005.
- Novák, P. *Půda a voda po provedeném odvodnění*. In *Problematika vodního hospodářství v zemědělství a lesnictví*; Ed.; pp 125–128. 1994.
- Peterson, T. C.: *Homogeneity adjustments of in situ atmospheric climate data: A review*. 1998.

Sample, E. C.; Soper, R. J.; Racz, G. J.. Reactions of Phosphate Fertilisers in Soils In Khasawneh, F.E. et al. (eds.) *The Role of Phosphorus in Agriculture*. ASA, Madison, Wisconsin, pp. 263 – 310, 1980.

Sanetník, J.; Filip, J. *Meliorace*, 1st ed.; Vysoká škola zemědělská v Brně: Brno, 1991.

Slepička, A. Některé aktuální otázky životního prostředí v ČSSR. In *Plánování hospodářství*; Ed.; 1974.

Stehlík, K. *Meliorace a formy hospodaření v krajině*, 2nd ed.; ÚVTIZ, 1985.

Štibinger, J.; Kulhavý, Z. *Úpravy vodního režimu půd odvodněním*, 1st ed.; VÚMOP: Praha, 2010.

Tunney, H.; Carton, O. T.; Brookes, P. C. and Johnston, A. E (eds) *Phosphorus Loss from Soil to Water*. CAB International, Wallingford, UK, 1997.

Vašků, Z. *Zlo zvané meliorace*. *Vesmír* 2011, (7), 2011.

Zuna, J. *Úpravy malých vodních toků s ohledem na požadavky životního prostředí*; VÚMOP: Praha-Zbraslav, 1979.

Zdroje obrázků

Obr. č. 1 - <http://www.hydromeliorace.cz/kl/oks.php?id=2025>

Obr. č. 2 - <http://www.cbks.cz/Sbornik10a/KulhavySoukup.pdf>

Obr. č. 3 - <http://www.cbks.cz/Sbornik10a/KulhavySoukup.pdf>