

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí



**Zhodnocení hydrologické situace na Rakovnicku
včetně analýzy dopadů na životní prostředí**

**Evaluation of the hydrological situation in the
Rakovnicko**

Including analysis of environmental impacts

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce : Ing. Pavel Richter, Ph.D.

Bakalant : Petra Šimrová

2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA

V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Petra Šimrová

Územně technická a správní služba

Název práce

Zhodnocení hydrologické situace na Rakovnicku včetně analýzy dopadů na životní prostředí.

Název anglicky

Evaluation of the hydrological situation in the Rakovnicko including analysis of environmental impacts.

Cíle práce

Zhodnocení situace hydrologického sucha na Rakovnicku, změny krajiny v různých časových obdobích a analýza dopadů změn na současné životní prostředí.

Metodika

1. Vysvětlení pojmu hydrologické sucho.
2. Geografický a hydrologický popis Rakovnicka.
3. Analýza krajinných změn v různých časových obdobích, za pomoci historických map a dokumentů. Vliv změn na klimatickou situaci daného území.
4. Stav krajiny na Rakovnicku v porovnání s minulostí. Připravované vodohospodářské projekty a zhodnocení opatření ke zmírnění negativních vlivů sucha na krajinu.

Doporučený rozsah práce

Standardní bakalářská práce cca 30 stran

Klíčová slova

Sucho, klimatické změny, voda v krajině, hydrologie, Rakovnícko

Doporučené zdroje informací

1. BRÁZDIL, R. TRNKA, M. *Historie počasí a podnebí v Českých zemích. Svazek XI, Sucho v Českých zemích: minulost, současnost, budoucnost.* Brno: Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, v.v.i., 2015. ISBN 978-80-87902-11-0.
 2. KUPKA, J. *Krajiny kulturní a historické: vliv hodnot kulturní a historické charakteristiky na krajinný ráz naší krajiny.* Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2010. ISBN 978-80-01-04653-1.
 3. LOŽEK, V. CÍLEK, V. LISÁ, L. BAJER, A. ,Geodiverzita a hydrodiverzita, Dokořán, 2020, 232 str., ISBN 978-80-7363-961-7
 4. LOŽEK, V. *Zrcadlo minulosti: česká a slovenská krajina v kvartéru.* Praha: Dokořán, 2011. ISBN 978-80-7363-340-0.
 5. SKLENÍČKA, P. *Pronajatá krajina.* Praha: Centrum pro krajinu, 2011. ISBN 978-80-87199-01-5.
 6. TOLASZ, R. *Atlas podnebí Česka = Climate atlas of Czechia.* Praha: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-86690-26-1.
 7. LIPSKÝ, Z. *Sledování změn v kulturní krajině,* Kostelec nad Černými lesy: ČZU Praha, 2000. ISBN 80-213-0643-2
-

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Pavel Richter, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Pavla Richtera Ph.D. a že jsem uvedla všechny literární zdroje, ze kterých jsem čerpala.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze:

Petra Šimrová

Poděkování

Chtěla bych tímto poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, Ing. Pavlu Richterovi Ph.D, který mi svým vedením a připomínkami v průběhu tvorby výrazně pomohl tuto práci dokončit. Děkuji i své rodině za trpělivost, kterou se mnou měly a za kterou jsem jim také velice vděčná.

V Praze:

Petra Šimrová

Abstrakt

Tato práce je zaměřena na příčiny a projevy sucha ve vybrané zájmové oblasti Rakovnicko.

První část bude ve formě rešerše vysvětlovat základní pojmy spojené se suchem, jeho možnými příčinami a důsledky v České republice. Za pomoci dokumentárních zdrojů, map a odborných publikací bude popsána hydrologická a geografická situace dané oblasti.

Druhá část se bude zabývat analýzou klimatických a krajinných změn na Rakovnicku, v průběhu různých časových období. Představeny budou také některé připravované nebo již vybudované vodohospodářské projekty určené ke zmírnění negativních vlivů sucha na krajinu a bude zhodnocena jejich účinnost.

Klíčová slova

Sucho, klimatické změny, krajina, hydrologická situace, voda, Rakovnicko

Abstract

This work is focused on the causes and manifestations of drought in a selected area of interest Rakovnicko.

The teoretical part will explain in the form of research the basic concepts associated with drought in the Czech Republic. The hydrological and geographical situation of the area will be described with the help of documentary sources, maps and professional publications.

The practical part will deal with the analysis of climate and landscape changes in the Rakovnicko region, during different time periods and the results will be compared with other areas of the Czech Republic. Some planned or already built water management projects will be presented to mitigate the negative effects of drought on the landscape and their effectiveness will be evaluated.

Keywords: Drought, climate change, landscape, hydrological situation, water, Rakovnicko

Obsah:

Obsah

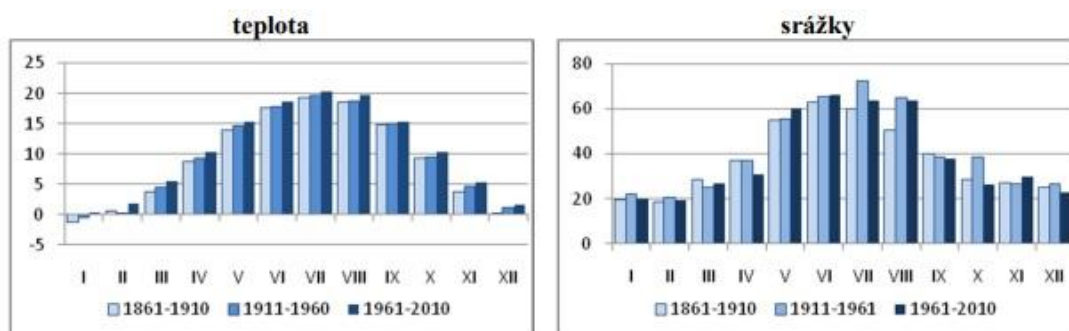
1. ÚVOD	1
2. CÍL PRÁCE	2
3. METODIKA	2
4. SUCHO	2
4.1. Vznik a příčiny sucha	2
4.2. Dělení sucha	6
4.3. Dopady sucha	7
4.4. Sucho v historii ČR	9
5. ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ RAKOVNICKO	11
5.1. Popis zájmového území	11
5.2. Přírodní podmínky	13
5.2.1. Morfologie území	13
5.2.2. Geologie a hydrogeologie území	14
5.2.3. Pedologie území	15
5.2.4. Hydrologie území	16
5.2.5. Klimatické podmínky území	18
5.2.6. Krajinový pokryv území	19
5.2.7. Stav životního prostředí	20
5.3. Významná území	22
5.3.1. Křivoklátsko	22
5.3.2. Džbán	23
5.3.3. Jesenice	24
5.4. Historie a vývoj krajiny	24
5.5. Analýza klimatu na Rakovnicku a jeho změny v času	28
5.6. Klíčové problémy související se změnou klimatu	30
6. OPATŘENÍ PRO ŘEŠENÍ SUCHA NA RAKOVNICKU	33
6.1. MVN Senomaty a MVN Šanov	33
6.1.1. MVN Senomaty	35
6.1.2. MVN Šanov	36
6.2. VD Kryry	38

6.3. Chytrá krajina – Amálie	41
6.4. Další adaptační opatření	41
7. DISKUZE	43
8. ZÁVĚR	46
POUŽITÉ ZKRATKY:	47
9. SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	48
11. PŘÍLOHY	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.

1. ÚVOD

Naše země si epizodami sucha i povodněmi prošla v nedávné minulosti již mnohokrát. Ale současná zvyšující se koncentrace meteorologických extrémů poukazuje na rychle rostoucí změny klimatu. Různé klimatické odhady se shodují, že sucha by se měla objevovat častěji a s větší intenzitou. Se stoupající teplotou vzduchu stoupá i evaporace a evapotranspirace. Současně se mění variabilita srážek a roste jejich extremita. Voda se nestačí vsakovat, vzniká rychlý, přímý odtok a vytváří se tak dlouhodobější sucho spojené s negativními změnami v krajině.

Průměrná roční teplota se v ČR za posledních 200 let zvýšila o 1,1°C. I přes pokles srážek je jejich množství přibližně stejné. Jsou ale intenzivnější a dochází mezi nimi k delšímu časovému odstupu. Klesá hladina podzemní vody, průtoky v řekách, množství vody v nádržích a přehradách. Podle Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy je až polovina půd ohrožena erozí, 45% půdy je utuženo těžkou technikou a takováto krajina pak není schopna vodu zadržet. Protože ČR je z pohledu vodních zdrojů odkázána hlavně na srážky, je nutné preferovat opatření na ochranu půdy a vody (AV ČR, 2019). V ČR prakticky nemáme funkční systém k zadržení srážkové vody. Všechna voda z našich řek odtéká do sousedních států a končí v některém z moří. My moře nemáme a ze sousedních států žádný významný tok nepřitéká. Naší jedinou možností je vodu zadržet retenčními opatřeními, podpořit její zasakování i umělou infiltraci a tím tak vytvořit větší akumulaci vody pod terénem.



Obr. 1: Vývoj průměrných teplot a srážek v ČR za posledních 150 let (Zdroj: MZP, 2015)

Také Rakovnicko se dlouhodobě potýká s nedostatkem vody a suchem. Uschlé plodiny na polích, nízké výnosy nebo nedostatek pitné vody ve studních v celé řadě obcí. I takhle může vypadat léto na Rakovnicku. Moje práce má představit Rakovnický region jako jeden z nejvíce postižených suchem ve Středočeském kraji a ukázat, jaké projekty a opatření se proti tomuto stavu připravují.

2. CÍL PRÁCE

Cílem práce je analýza oblasti Rakovnicka, krajinné změny a případný vliv těchto změn na klimatickou a hydrologickou situaci území. Zmapování a zhodnocení staveb a projektů vodohospodářského významu na Rakovnicku, postavených ke zmírnění negativních vlivů sucha a další možná adaptační opatření.

3. METODIKA

V úvodu bakalářské práce bude zpracována rešerše na téma sucho, jeho druhy, příčiny i dopady. Představí se řešená oblast Rakovnicko. Bude popsána hydrologická a geografická situace na tomto území a bude charakterizováno klima, které se zde nachází. Dále se zhodnotí historické změny krajiny, které nastaly za určitý časový úsek a vliv těchto změn na klimatickou situaci oblasti. Data a informace se získají z české i zahraniční odborné literatury, článků a webových stránek. Získáme je také na různých úřadech, např. úřad životního prostředí v Rakovníku. Historické informace se budou čerpat z ČHMÚ, dobových map a dokumentů. V závěru práce bude zmapováno v zájmové oblasti několik vodohospodářských projektů nebo staveb a bude zhodnocena jejich účelnost a přínos pro krajinu.

4. SUCHO

4.1. Vznik a příčiny sucha

Sucha jsou nejnákladnějšími přírodními katastrofami na světě a postihují více lidí, než jiné formy přírodních katastrof. Nedávná analýza výskytu sucha v Národním středisku pro zmírňování sucha (NDMC) v Nebrasce prokázala, že velká a extrémní

sucha zasáhla už 25% Země, to představuje plochu kolem 1 942 500 km² i více (Wilhite, 2000).

Wilhite a Glanz (1985) přišli se sto padesáti definicemi sucha, které byly publikovány různými autory. Jakkoliv je sucho definováno, může se říci, že je to přírodní úkaz, který má pomalý vznik i vývoj a znamená vlastně nedostatečné množství vody v atmosféře, půdě a rostlinách. V dnešní době je jednou z nejčastějších příčin sucha změna klimatu a globální oteplování a tento stav ohrožuje všechny ekosystémy na světě i celou naši společnost. Za změnou klimatu stojí hlavně výrazný zásah člověka do koloběhu uhlíku. Dochází ke zvyšování koncentrace tzv. skleníkových plynů v atmosféře a nejzávažnějším dopadem je právě sucho.

Wilhite (2000) uvádí, že meteorologické sucho je dnes vyjádřeno pouze na základě stupně suchosti (často je srovnáváno s nějakým běžným nebo průměrným suchem) a trváním období sucha. Hlavními charakteristikami jsou tedy intenzita, trvání a prostorové pokrytí. Ale definice meteorologického sucha by měly mít specifika vždy pro daný region, protože atmosférické podmínky, které vedou k nedostatku srážek, jsou závislé jen na režimu dané oblasti. Některé definice rozlišují sucho na základě počtu dní se srážkami menšími než je určitá stanovená hodnota spíše než velikost nedostatku vody za určité časové období. Tato definice je ale nereálná tam, kde je rozložení srážek sezónní a delší doba sucha je běžná. V odlišných klimatických podmínkách má i pojem sucho rozdílný význam. V oblasti tropických deštných lesů je samozřejmě jiné, než sucho v pouštních oblastech. Wilhite (2000) dále uvádí, že jeden z hlavních problémů je volba prahu, pod který nedostatek srážek musí klesnout (např. 75% normálu), aby se definoval nástup sucha. Neexistuje totiž dosud žádná všeobecně uznávaná definice sucha, a proto nemůžeme s jistotou říci, jestli sucho již probíhá, kdy nastalo, ani jaký je stupeň jeho závažnosti. Prahové hodnoty jsou obvykle libovolně zvolené. Kombinací teplot a srážek lze definovat sucho různými indexy. Dle Brázdila a kol. (2015) se v ČR v současnosti využívají hlavně tyto:

Meteorologické indexy sucha:

- 1. Standardizovaný srážkový index (SPI)** – hodnocení sucha s použitím týdenních a měsíčních úhrnů srážek, hodnocení sucha krátkodobého, střednědobého i dlouhodobého; méně komplexní
- 2. Palmerův index intenzity sucha (PDSI)** – velmi rozšířený, hodnotí vodní bilanci v dané oblasti, do výpočtů zahrnuje i množství vody v půdě, evapotranspiraci aj.; vhodný pro hodnocení dlouhodobého sucha
- 3. Z – index** – hodnota je odvozena od klimatologického optima v dané oblasti, které je porovnáno s daty dalších stanic v jiných časových úsecích; vhodný pro klasifikaci krátkodobého sucha
- 4. Souhrnný indikátor sucha (SIS)** – v procentech udává podíl měsíců, patřících do epizod sucha v letech 1961– 2000; sjednocuje několik indexů sucha dohromady

Hydrologické indexy sucha:

- 1. Sucho dle WMO** – stanovení sucha dle definice WMO o nízkém průtoku v daném profilu toku
- 2. Metoda nedostatkových objemů** – definice dle prahové hladiny a prahové hodnoty průtoků, sucho začíná poklesem hladiny pod danou úroveň
- 3. Odtokový index sucha a standardizovaný index odtoku** - sucho je určeno podle měsíčních hodnot odtoků,
- 4. Standardizovaný index úrovně hladiny a index zdrojů podzemní vody** – využití ke stanovení deficitu podzemní vody, vodní bilance a prognózy sucha v letních měsících

Příčiny sucha lze rozdělit do dvou skupin. - přirozené a antropogenní. Mezi přirozené příčiny se řadí např.: přirozené období sucha v přírodě nebo jev El Niño. Antropogenní jsou vyvolané zásahem člověka do krajiny a dělí se na lokální a globální. Lokální zahrnují vysoušení jezer a mokřadů, meliorace, narovnávání vodních toků, budování různých nádrží a přehrad, ale i zřizování provozů náročných

na vodu. Lze uvést i nevhodné lesní a krajinné hospodaření, které způsobuje odvodňování lesů, zemědělské půdy a nadměrně omezuje okolí vodních toků. Průmyslová a zemědělská činnost člověka v krajině nemusí být sice přímou a okamžitou příčinou sucha, ale pokud tato činnost trvá dlouhodobě a svými účinky překračuje trvalou udržitelnost obnovy prostředí, pak se naplno projeví důsledky této činnosti. Jedním z nich je dlouhodobý trend vysušování krajiny (Maedows,1992). Sucho vzniká často neschopností retence vody v půdě. Například na zemědělských plochách vlivem eroze, zhutnění půdy těžkou technikou nebo dlouhodobému pěstování špatných plodin dochází k utužování půdy a snižování její schopnosti zadržet vodu.

Přírozenou příčinou sucha jsou běžné meteorologické jevy. Tyto jevy se dají pozorovat ve změnách celkového množství srážek a jejich rozprostření v čase a prostoru. Patří mezi ně délka slunečního svitu a jeho intenzita, teplota vzduchu nebo rychlost větru. V současnosti lze také v České republice pozorovat velký úbytek sněhové pokrývky, nárůst tropických dnů i nocí, vlny veder a vyšší výskyt meteorologických extrémů (klimatickazmena.cz, 2021).

Sucho by v žádném případě nemělo být zaměňováno s ariditou, která charakterizuje rys určité oblasti se suchým podnebím (Wilhite, 1993). Pokud nejsou dostatečné vodní zdroje k uspokojení lidských potřeb, nejde o ariditu, ale o nedostatek vody.

Mělo by se také rozlišovat, jestli je sucho v zimě (říjen-únor) nebo v létě (březen-září). Rozdíl lze nalézt v příčinách i dopadech sucha. V oblastech s nízkou teplotou je voda uchovávána v podobě ledu a sněhu. I v zimě je ale vody v kapalném stavu ve vodních korytech nedostatek, což má velký dopad na podzemní vodu a vodu v půdě. V Evropě se toto sucho objevuje hlavně v horských a kontinentálních oblastech (Estrela et al., 2001).

Podle Tallaksena a Van Lanena (2004) je naše společnost a všechny ekosystémy přizpůsobené určitému sezónnímu cyklu a sucho se považuje za jakousi odchylku od tohoto cyklu a to znamená, že se vyskytuje i v sezóně vysokého průtoku vody. Sucho se dělí na různé typy související s proměnnými hydrologického cyklu – srážkami, půdní vlhkostí, podzemními vodami a prouděním. S dopady přímo souvisí

i to, jak často se sucho vyskytuje (frekvence) a závažnost (síla) tohoto jevu (Hayes et al., 2010). Ovšem není ještě úplně jasné, jak souvisí trvání hydrologického sucha a deficitu vody s klimatem a charakteristikami povodí a který faktor je dominantní. Tallaksen a Hisdal (1997) si myslí, že délka trvání sucha je primárně řízena klimatem. Očekává se však, že objem deficitu vody bude více souviset s charakteristikami povodí.

4.2. Dělení sucha

Thorntwaiteova klasifikace podnebí (1947) rozlišuje tři druhy sucha: stálé sucho nejsušších klimatických pásem, sezónní sucho některých klimatických pásem a oblastí monzunového podnebí a nahodilé sucho v důsledku nepravidelných a proměnlivých četností a intenzit výskytu srážek.

Wilhite a Glantz (1985) zase rozdělili sucho do čtyř skupin: meteorologické, hydrologické, zemědělské a socioekonomické. První tři skupiny se zabývají fyzikálním měřením sucha, poslední se zabývá sledováním účinků nedostatku vody v průběhu vln sociálně – ekonomických systémů. Ke stejnému názoru na dělení sucha se přiklání i Sobíšek (1993) a klimatolog Brázdil (2016) dodává, že sucho je ucelený pojem, který ale může mít různé stránky. Obecně se jím rozumí nedostatek vláhy či srážek s ohledem na průměr v dané oblasti. Podle toho se rozlišuje sucho meteorologické, což znamená, že spadne menší množství srážek, než je dlouhodobý průměr. To podmiňuje sucho hydrologické, protože je menší množství vody ve vodních tocích a pak je sucho podzemních vod, při němž se hůře doplňují jejich zásoby. Další kategorií je sucho zemědělské, které se projevuje v dopadech na zemědělské plodiny, a mluví se také o suchu socioekonomickém, při němž má nedostatek vláhy závažné ekonomické nebo společensko-politické dopady.

Sucho meteorologické je ovlivněno srážkovou činností. Vzniká jako následek dlouhých nebo často opakujících se suchých období při nedostatečném počtu a velikosti srážek. Musí se ale brát na zřetel i další meteorologické jevy, které se na suchu podílí. Je to hlavně výpar, na který má vliv i teplota vzduchu, rychlost větru nebo vlhkost vzduchu (ČMeS, 2015). Blinka (2004) uvádí, že jako primární příčinu sucha lze uvést právě sucho meteorologické, které se dá obvykle zhodnotit odchylkami srážek od normálních situací po určitou délku období.

Sucho hydrologické je definované hlavně pomocí průtoků vodních toků v porovnání s měsíčními normály. Tímto způsobem se hodnotí i stav vody podzemní, kde může také docházet k výraznému úbytku zásob. Hydrologické sucho vzniká až ke konci sucha meteorologického a pokračuje i po jeho odeznění. Příčinou sucha v zimních měsících může být i promrzání půdy nebo akumulace srážek ve sněhové pokrývce. Zmenšování vlhkosti půdy při vyšších teplotách, hlavně v letních měsících, má za následek sucho agronomické (ČMeS, 2015).

Sucho agronomické vzniká při nedostatku vláhy v půdě, v zemědělství a lesnictví. Na tomto jevu může mít vliv i složení a vlastnosti půdy, potřeba vody jednotlivých druhů rostlin nebo způsob obhospodařování v dané oblasti.

Sucho socio-ekonomické má vliv na kvalitu života. Vzniká, jestliže poptávka po nejrůznějších produktech a službách není kvůli nedostatku vody uspokojována

4.3. Dopady sucha

Určit závažnost sucha není jednoduché. Závisí to na mnoha faktorech, například na délce trvání a intenzitě sucha, geografické poloze, požadavcích společnosti na vodu či zásobování vegetace v dané oblasti. Nedostatek vody ovlivňuje mnohé z oborů a odvětví dnešní doby. Mohou to být škody na životním prostředí, v zemědělství nebo škody ekonomické. Podle Trnky (2015) se mohou dopady sucha rozdělit do tří skupin – environmentální, ekonomické a sociální.

Environmentální dopady sucha jsou dopady na krajinu a životní prostředí. Ohrožují vlastnosti všech živých organismů a jejich stanovišť. Jsou příčinou lesních požárů, znehodnocení krajiny, eroze půdy a poruchy koloběhu vody.

Dopady ekonomické jsou zřejmé. Jsou to především ztráty z výnosů v zemědělství, rybníkářství nebo lesnictví. Nedostatek vody ale pocítí i průmyslová odvětví na vodě závislá. Jde například o výrobu papíru nebo textilní průmysl. Důsledkem těchto dopadů proto může být například zvýšení cen produktů a surovin, nezaměstnanosti nebo snížení cestovního ruchu.

Sociální dopady sucha zahrnují hlavně ochranu zdraví, veřejnou bezpečnost ale i možné konflikty mezi majiteli a uživateli vodních zdrojů.

Jedním z největších zásahů do životního prostředí v minulých letech bylo velkoplošné odvodňování zamokřených půd a rekultivace zemědělsky neplodných půd - například mokřady a rašeliniště (Lipský, 2000). V takto upravené půdě je menší šance na udržení vláhý a může docházet k erozi, desertifikaci půdy nebo snížení schopnosti infiltrace živin. Dalším důsledkem sucha je nepříznivý dopad na faunu a flóru. Rostlinám brání v dostatečném přijímání živin a může poškodit jejich stanoviště. Dopad sucha může být krátkodobý nebo stálý. Ztráta půdní biodiverzity a eroze jsou dva hlavní dopady sucha. Rousk (2013) uvádí, že sucho ovlivňuje nejen fyzikální a chemické parametry úrodnosti půdy, ale také mikrobiologické. Pouze ty půdní systémy, které tento stres vydrží, jsou schopny dlouhodobě odolávat a rozmnožovat se. Díky suchu je nepříznivě ovlivňováno zdraví rostlin a to tím, že se zhoršuje příjem živin kořenovým systémem. Nedostatek vlhkosti dále potlačuje rychlost dodání živin z půdy na povrch kořenů. Ztráty z výnosu plodin způsobené suchem jsou podstatně vyšší než ztráty způsobené jiným přírodním faktorem (Sharma, 2016).

Jak již bylo uvedeno, nedostatek vody může způsobit velké finanční ztráty na úrovni domácností, firem, obcí i na úrovni národního hospodářství. V globálním měřítku sucho způsobuje velké problémy s úrodností půdy, a to má často za následek podvýživu obyvatelstva, výskyt různých nemocí a zdravotních problémů, sociální nepokoje, v extrémních případech i válečný konflikt a z takto postižených zemí často i migraci obyvatel (Stojanov, 2018). Suchá krajina je náchylná ke vzniku požárů, které jsou vytvořeny kombinací suchého období, vysokých teplot, nízké vlhkosti vzduchu a větrného počasí. Zvyšování sucha vyvolává stresové faktory pro les. Hlavně smrk trpí stresem z nedostatku vláhý. Jeho mělký kořenový systém není schopen využívat hladinu dostupné vody a ztrácí obranyschopnost proti podkornímu hmyzu. Nedostatečné srážky během uplynulých let způsobují chřadnutí smrkových lesů. Na vině jsou kůrovci či houbové choroby. Škody na monokulturních jehličnatých porostech jsou především v nížinách obrovské.

Hlavně v chudých rozvojových zemích jsou důsledky sucha fatální. V takových oblastech jde fakticky o samotnou existenci života. Jedná se tu hlavně o procesy

aridizace a desertifikace. Aridizace je proces dlouhodobého nedostatku vody v aridních oblastech, způsobený zejména změnami klimatu. Po většinu roku zde převládá výpar nad srážkami a oblastem tak hrozí přeměna v poušť. V semiaridních oblastech panuje většinou půl roku období sucha a druhá část roku se vyznačuje občasnými srážkami v rozmezí 250 – 500 mm/rok. Téměř 40% povrchu Země je aridizací ohroženo (Trnka, 2021).

Desertifikace je rozšiřování pouští v suchých oblastech polopouštní nebo stepní krajiny. Jsou jí postiženi hlavně obyvatelé nejchudších afrických zemí. Původní vegetační kryt tvořila savana s trnitými keři, využívaná místními obyvateli k pasení dobytka a pěstování méně náročných plodin. Dnes se tato území začínají měnit v poušť.

4.4. Sucho v historii ČR

Před rokem 1500 se zachoval jen omezený počet dokumentárních pramenů, z kterých můžeme čerpat informace o extrémních klimatických změnách. Jako prameny poslouží staré kroniky, deníky a kalendáře nebo církevní prameny či záznamy o počasí. Z těchto informací ale nelze činit jakékoliv závěry o skutečné intenzitě a škodách v suchých obdobích. Zprávy jsou většinou jen stručné a krátké. Díky vynálezu knihtisku po roce 1500 se dokumentární prameny zachovaly ve větším množství a jsou podrobnější (Žalud a kol., 2019).

Jak ve své práci uvádí Žalud a kol. (2019), sucho se objevovalo v naší zemi již od nepaměti. Kosmas ve své kronice píše, že na jaře v roce 1121 bylo velké sucho, které mělo za následek usychání plodin na polích a velkou neúrodu. V roce 1262 zase bylo na jaře a v létě takové horko a sucho, že jařiny i ozimy zašly, byla neúroda ovoce i hroznů. Následovala tuhá zima a v roce 1263 i nárůst cen a hlad. Ve třetí dekádě 16. století již převládal teplý kontinentální charakter počasí. Jako jeden z nejsušších roků za posledních 500 let byl rok 1540. Tehdy sucho zasáhlo nejenom české země, ale i další země v Evropě. Podle historických záznamů Jana z Kunovic přišlo po slunečném a teplém jaru horké a suché léto. Výsledkem byla neúroda obilí a zeleniny, drahé potraviny a hlad (Žalud a kol., 2020). Další zprávy o velkém suchu lze nalézt z historických pramenů z roku 1590 a 1616. Kněz Daniel Philomates

zmiňuje ve svém kázání, že sucho roku 1616 bylo jako stoleté a přirovnává ho k Božímu trestu. Mezi lety 1645-1715 vládlo v českých zemích vlhké a studené počasí, tzv. malá doba ledová s minimem sluneční aktivity. Na počátku 18. století se na problémy sucha nazíralo stejným způsobem a nalezneme i množství dokumentů k suchým letům 1718-1719. Škody byly nejenom na zemědělských plodinách a ve společnosti, ale vyschly i některé větší vodní toky. To vše bylo důvodem pronásledování čarodějnic, nařknutých z vyvolání sucha a konání různých prosebných procesí za déšť. Až v polovině 19. století začali lidé vnímat sucho jako přírodní jev a v roce 1893 napsal první profesor meteorologie, František Augustin, práci „Sucha v Čechách v době od roku 962-1893“, kde popsal vznik srážek a sucha (Žalud a kol., 2019).

Mezi extrémně špatné roky patří i rok 1904. Na začátku se objevilo několik povodňových situací, na konci března ale nastává prudké oteplení, časté intenzivní bouřky a další přívalové povodně. Několikaměsíční suché období vzniklo hlavně rychlým nárůstem vysokých teplot již od dubna a deficitem dalších srážek. Mnoho řek se potýkalo s nízkými vodními stavy a klesajícími průtoky. Na několika místech vystoupily z vody hladové kameny, které jsou vidět pouze při výrazném poklesu hladiny v tocích.

Rok 1921 byl jeden z dalších nadprůměrně teplých roků. Velmi teplým měsícem byl už leden. Sněhu na horách bylo málo. Z hlediska úbytku vody v tocích je tento rok považován za jeden z nejhorších v historii.

V roce 1947 bylo sucho označeno jako pětisetleté. Postihlo celý stát a stejně na tom byly i další národy ve střední Evropě. Většina potoků vyschla a průtoky některých řek byly minimální. Úroda byla nízká a musely být sníženy i příděly potravin. Paradoxně této situace využila komunistická strana ke svým politickým cílům a vyjednala mimořádné dodávky obilí ze Sovětského svazu. Špatná atmosféra této doby ve společnosti vedla v únoru 1948 k státnímu převratu a převzetí moci komunisty (město-bohumin.cz, 2013).

Přelom 40. a 50. let platí za jedno z nejvyprahlejších období Československa. Největší sucho bylo v roce 1953 a trvalo více než 190 dní (Tremel, 2012). Snaha zadržet vodu v krajině bylo jedním z motivů pro masivní výstavbu vodních děl.

V roce 1954 se začalo se stavbou Orlické přehrady, o dva roky dříve začaly stavební práce na přehradě Lipno.

S nedostatkem vláhy se Československo opět potýkalo až na počátku 80.let. Jedním z nejextrémnějších je rok 1983, kdy se k suchu přidaly i vysoké teploty. Hlavně na východě republiky a jižní Moravě klesly průtoky řek na úroveň roku 1947. Hydrologické sucho začalo kolem 15. srpna a trvalo do 25. listopadu.

První sucho v porevoluční době nastalo v roce 1992 a projevilo se poklesem hladin řek i spodních vod. Byla naměřena největší průměrná roční teplota od 50. let a na mnoha místech teploměry přesahovaly hodnoty 37 stupňů (ČT 24,2015). Nejvýznamnější sucho však přišlo až o jedenáct let později. V roce 2003 úbytek srážek a vody postihl hlavně západ Evropy. Horké a suché počasí poškodilo úrodu a klesaly i hladiny českých řek a rybníků (ČT 24,2015). Nadprůměrné teploty trvaly od června do září. Hydrologickým hodnocením sucha se zabývá článek ČHMÚ – Sucho v českých povodích v roce 2003. V roce 2015 a 2018 bylo sucho silné. Vysoké teploty vlivem klimatických změn v roce 2018 byly nejen v ČR, ale i v okolních státech. Klesaly hladiny toků a vlivem neúrody podražily i některé potraviny. Bylo postiženo nejen zemědělství, ale i chov ryb. Květen byl suchý a teplý, ale již v červnu dorazily teploty tropické, silné bouřky a povodně (in-počasí, 2021). Na začátku srpna dochází k rozsáhlému suchu, které pokračuje až do října.

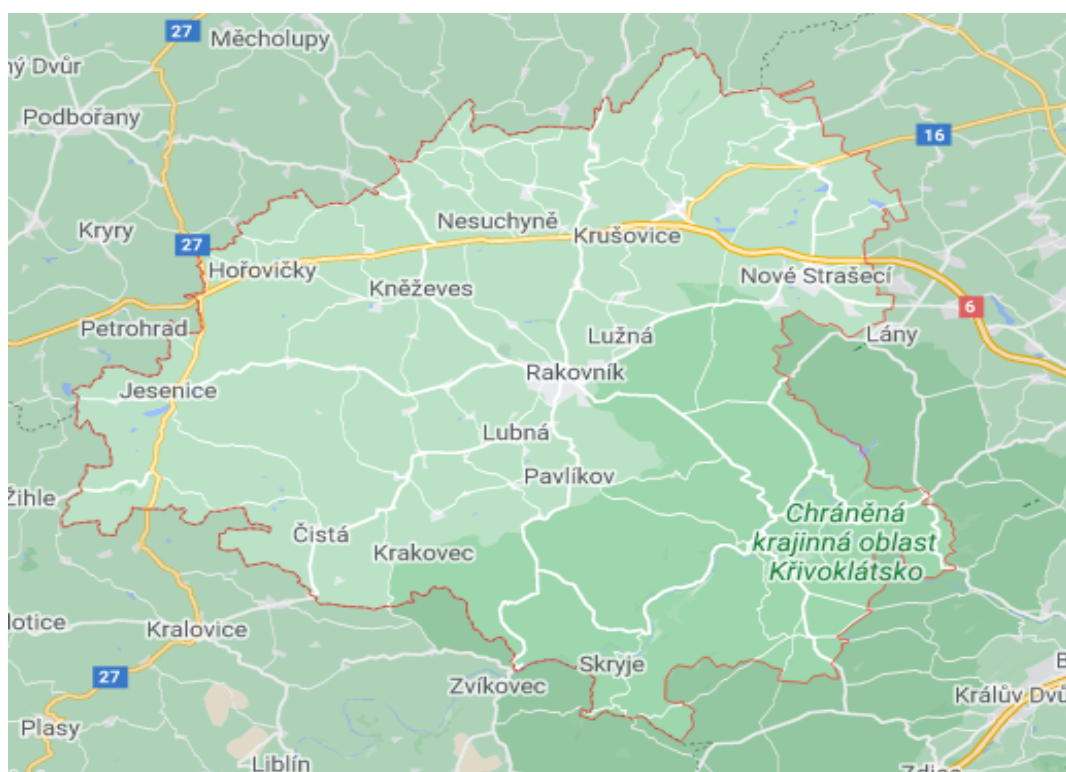
Byly ohroženy spodní vody a do některých vesnic se musela voda dovážet v cisternách. Vyskytlo se dvojnásobné množství požárů a rozrůstala se i kůrovcová kalamita. Česko a Polsko byli jedny z nejvíce zasažených států v Evropě (Wikipedie, 2021). Podle Trnky a kol. (2015) v současnosti dochází k pomalému snižování vlhkosti v půdě a ohrožující riziko sucha je dnes nejvyšší za 130 let.

5. ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ RAKOVNICKO

5.1. Popis zájmového území

Město Rakovník leží v Rakovnické kotlině v nadmořské výšce asi 400 metrů a tvoří ho mírně zvlněné roviny. Má spíše zemědělský ráz a minimální zalidnění. Větší část náleží k povodí Berounky, menší na severu k povodí Ohře. Na jeho východní straně se rozprostírá Křivoklátská vrchovina, na jihu Kralovická pahorkatina,

Jesenická pahorkatina na západě a Džbánské vrchy na severu. Dobré klimatické podmínky, dostatek vody a příznivá skladba půdy přispěli k velkému osídlení tohoto území již v pravěkých dobách. Rakovník se poprvé objevuje v listinách roku 1252 jako soudní sídlo a 1286 byl Václavem II. povýšen na město. Najdeme zde 83 obcí, z toho tři města (Rakovník, Nové Strašecí a Jesenice) a šest městysů (Kněžves, Křivoklát, Mšec, Pavlíkov, Senomaty a Slabce), kde žije více jak 52 000 lidí. Rakovnicko je nejméně obydlený okres Středočeského kraje, protože jeho průměr je pouze 59 obyvatel na 1 km² (Škoudlínová 1999).



Obr.2: Okres Rakovník (Zdroj: Google maps, 2021).

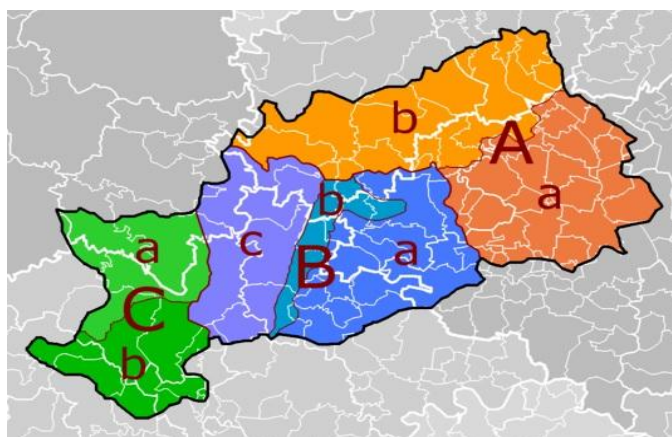
Na Rakovnicku se po dlouhá léta samostatně vyvíjelo pět historických oblastí – Rakovník a několik obcí v jeho těsné blízkosti, Křivoklátsko s městysem Křivoklát, Novostrašecko a druhé město okresu Nové Strašecí, Poddžbánsko s největší obcí Mutějovicemi a Jesenicko s městem Jesenice (Bednařík 2008). Každá z těchto oblastí má svoje specifické vlastnosti a přírodu. Křivoklátsko má členitý povrch a většina území si uchovala svoji druhovou skladbu. Střídají se zde hřebeny kopců s hlubokými údolími a s většinou zachovalou meandrující Berouňkou. Naproti tomu Jesenicko je jen mírně zvlněné a lesy jsou většinou borovicové nebo březové.

Hlavním znakem je množství zatopených lomů a některé z nich byly vyhlášeny přírodními památkami. Významné jsou i zdejší rybníky (Škoudlínová 1999). Rakovnicko má velmi rozmanitou krajinu a pestrou přírodu. Asi jedna třetina území tvoří CHKO Křivoklát, zapsaná jako biosférická rezervace UNESCO. Jsou zde i přírodní parky Jesenícko a Džbán a několik lokalit je součástí soustavy NATURA 2000. Oproti jiným lokalitám je na Rakovnicku vysoký počet rezervací a přírodních památek.

5.2. Přírodní podmínky

5.2.1. Morfologie území

Rakovnicko patří do provincie Česká Vysočina, k subprovincii Poberounská soustava, do území Plzeňská pahorkatina a k celku Rakovnická pahorkatina. S rozlohou 1003 km² patří z větší části k povodí řeky Berounky, jen menší severní část patří do povodí Ohře. Střed zaujímá Rakovnická kotlina, tvořící sníženinu s mírně zvlněným povrchem snižujícím se od severozápadu k jihovýchodu. Jsou zde četná údolí s rozvětvenými sítěmi potoků, okraje kotliny jsou více členité vlivem těžby písku a uhlí. Nejnížší místo kotliny najdeme v bodě mezi Račicemi a Žloutkovicemi, s nadmořskou výškou 250 m.n.m. Nejvyšším místem je kopec Lišák se 677 m.n.m.



Obr. 3: Členění Rakovnické pahorkatiny (Zdroj: Demek a kol., 2006)

Rakovnická pahorkatina: **A**- Kněževeská pahorkatina, **Aa** - Rakovnická kotlina, **Ab** - Kryrská pahorkatina, **B** - Žihelská pahorkatina, **Ba** - Petrohradská pahorkatina, **Bb** - Žihelská brázda, **Bc** - Rabštejská pahorkatina, **C** - Manětínská vrchovina, **Ca** - Manětínská kotlina, **Cb** - Lomská vrchovina

5.2.2. Geologie a hydrogeologie území

Oblast Rakovnicko je zastoupeno třemi hydrogeologickými rajony (HGR), jejichž vymezení je stejné jako u útvarů podzemních vod (VÚ) :

HGR 5131 (VÚ 51310) - Rakovnická pánev

HGR 5140 (VÚ 51400) – Kladenská pánev

HGR 6230 (VÚ 62300) – Kristalinikum, proterozoikum a paleozoikum v povodí Berounky (eAGRI, 2009)

Kolbek (2014) tvrdí, že plošně nejrozšířenějším rajonem je proterozoikum a starší paleozoikum v povodí Berounky a vyznačuje se jednoduchými hydrogeologickými poměry. Vydatnost vodních zdrojů je však závislá na srážkách. Chemické složení podzemních vod je proměnlivé a podléhá horninovému prostředí. Jejich využití je často omezeno nevhodným chemickým složením nebo antropologickým znečištěním.

Území Rakovnicka je z geologického hlediska velmi rozmanité, střídají se zde horniny kvartérního stáří se svahovými hlínami a jsou zde i horniny s významným vlivem na vegetaci. Na západě se nachází masív silikátových hornin, tvořen staršími prvohorními vyvřelinami, žulami, občas rulami a jinými horninami. Na severu vznikl křídový útvar, kde se nachází hlavně jílovce, slíny, opuky a vápnité pískovce. Síla vrstev zde může dosahovat i desítky metrů. Džbán je opukový útvar ohraničený slinitými horninami křídovými a permokarbonskými hlinitojílovitými sedimenty, které nacházíme i na Rakovnicku a Jesenicku. Ve středu oblasti se dochovaly písčité a jílovité karbonské sedimenty a štěrky, jižněji břidlice, paleoandezity a paleoryolity (Kolbek, 2014).

Na řešeném území se rozkládají dva geologické celky – na severozápadě rakovnická permokarbonská pánev a barrandienská proterozoická oblast na jihovýchodě, která je prostoupena žilami vyvřelin, hlavně živcovými porfyry. V severozápadní oblasti se většinou nachází sedimentární horniny. Škoudlínová (1999) uvádí rozdělení usazenin na čtyři pásma: spodní šedé, spodní červené, horní šedé a horní červené, kde jsou zastoupeny hlavně pískovce, jílovce a slepence. Na území povodí Rakovnického potoka se nachází hlavně písky, štěrky a jíly.

Rakovnicko je na nerostné suroviny poměrně bohaté. Těžba lupků ještě probíhá v obci Lubná u Rakovníka. Lze zde najít i kvalitní černé uhlí v lavicích o průměrné mocnosti 1 – 5 m. Důlní činnost zde však skončila v 60. letech minulého století a znovuotevření je nepravděpodobné. Pro lokální potřebu jsou zde dostatečné zásoby cihlářských surovin, štěrkopísku a kamene. Na celém území se nachází pouze sedm aktivních dobývacích prostorů: Třeboc - spongilit, Rynholec - černé uhlí a žáruvzdorné jílovce, Lužná - červeně se pálicí dlaždicové jíly, Lužná I. – štěrkopísek, Lubná II. – žáruvzdorné jílovce, Příčina – kamencový porfyr a Sýkořice – spilit (ÚAP Rakovník, 2020).



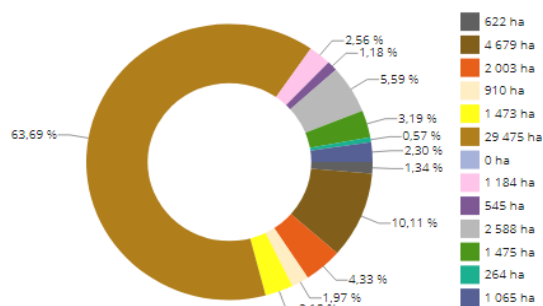
Obr. 4: Geologická mapa Rakovnícka (Zdroj: www.mapy.geology.cz, 2021)

5.2.3. Pedologie území

Na Rakovnicku můžeme najít dvě hlavní třídy půd – kambisol a luvisoly. Třída kambisol, která je na území dominantní, je zastoupena typem kambizem, subtypem kambizem modální s charakteristickou červenou až červenošedou barvou. Tvořena je z pevných a zpevněných hornin. Na jihozápadě se vyskytuje kambizem dystrická, která se váže na kyselé horniny Ústecko - jesenického plutonu. Na ojedinělých místech můžeme najít i kambizem pelickou nebo oglejenou pelickou. V těchto půdách dochází k silnému vnitřnímu zvětrávání a k hnědnutí. Kambizem patří mezi půdy se střední rychlostí infiltrace. Na Rakovnicku převládají hnědé lesní půdy zastoupené různými typy. V nižších polohách se vyskytují luvisoly, které jsou zastoupeny půdním typem hnědozem. Převažuje hnědozem modální, která je hojně zemědělsky využívaná. Luvizem modální je zde zastoupena jen minimálně. V blízkosti vodních toků můžeme najít ještě regosoly s typem regozem. Jsou to slabě

vyvinuté půdy na sypkých sedimentech. Fluvisoly s typem fluvizem se vyskytují hlavně v nivách a lužních porostech (Matoušková 2003)

Skupiny půdních typů	Zastoupení (%)	Výměra (ha)
černozemě	1,34	622,26
hnědozemě	10,11	4 679,23
luzizemě	4,33	2 002,62
rendziny, prararendziny	1,97	910,38
regozemě	3,18	1 472,79
kambizemě	63,69	29 474,80
kambizemě dystrické, podzoly, kryptopodzoly	0,00	0,00
kambizemě, rankery, litozemě	2,56	1 184,06
silně svažitě půdy	1,18	544,62
pseudogleje	5,59	2 587,85
fluvizemě	3,19	1 474,85
černice	0,57	263,65
gleje	2,30	1 064,62
celkem	100,00	46 281,74



Obr. 5: Typy půd na území Rakovníka (Zdroj: www.statistiky.vumop.cz, 2021)

5.2.4. Hydrologie území

Největším vodním tokem v okrese je řeka Berounka, která protéká jižní částí území. Nejdelším je Rakovnický potok s délkou 48,4 km, který pramení na Rakovnické pahorkatině nedaleko obce Jesenice. Je to jeden z našich nejdelších potoků v republice a je levostranným přítokem řeky Berounky, do které se vlévá v obci Roztoky u Křivoklátu. Teče od západu na východ a vlévá se do něj několik dalších toků (obrázek 6). V povodí Rakovnického potoka se nachází kolem 85 menších vodních nádrží, ale většina z nich je retenčně a vodohospodářsky nevýznamná. Za zmínku stojí ale několik rozsáhlejších rybničních soustav: na Loděnici mezi Řevničovem a Mšeckými Žehrovcemi, na Rakovnickém potoce u Jesenice - soustava Velkého Jesenického rybníka se používá k odběru vody pro Jesenici, na Klíčavě v Novém Strašecí a na soutoku Lišanského a Čistického potoka mezi Rakovníkem a Lužnou (ÚAP Rakovník, 2020). Nádrže Hostokryje na Petrovickém potoce, Olešná a Senec mají také funkci závlahovou. Dominantním krajinným pokryvem povodí potoka jsou hlavně zemědělské plochy (63,2%) a lesy

(31,9%). Potok leží v oblasti s nízkými ročními úhrny srážek, které stále mírně klesají. Jde hlavně o srážky jarní, kdy klesl průtok o 40-60%.

Základní charakteristika toku Rakovnický potok:

Prameniště: Jihovýchodně od Drahouše ve výšce 569 m.n.m

Ústí: Zleva do Berounky u městyse Křivoklát ve výšce 235 m.n.m

Délka toku: 48,4 km

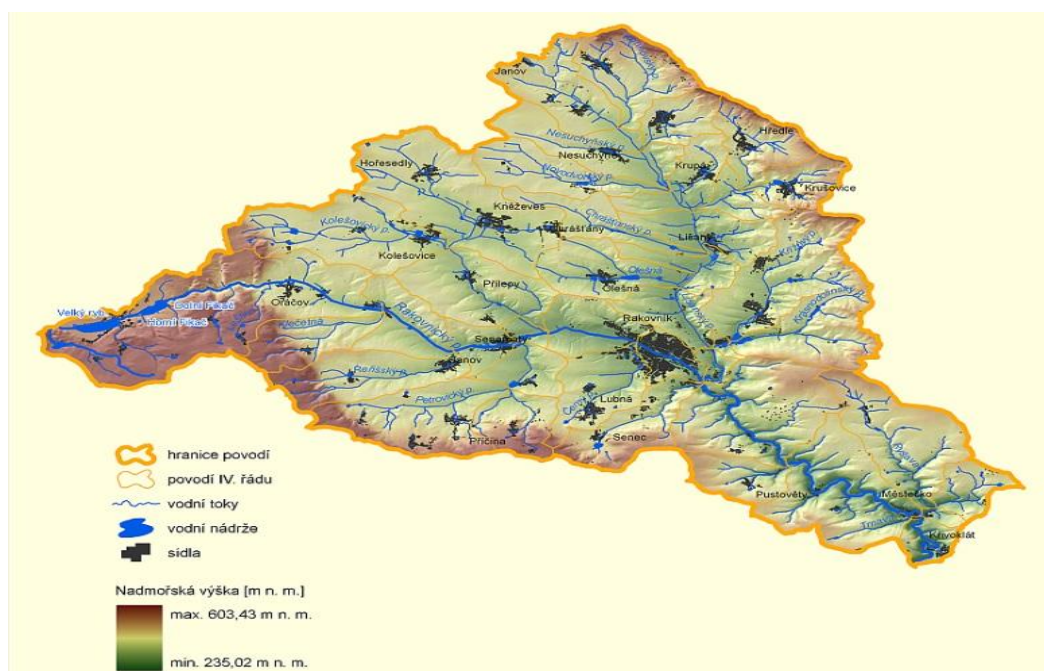
Rozloha povodí: 268,1 km²

Průměrný průtok u ústí: 0,86 m³/s

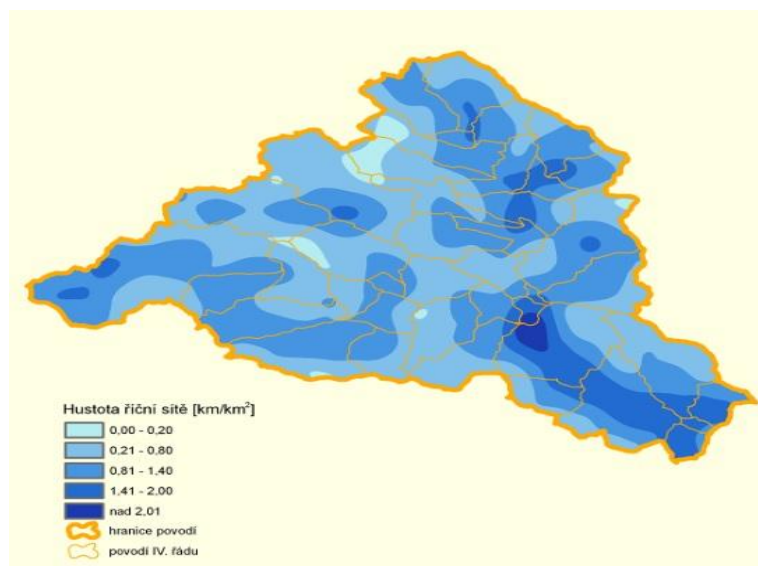
Přítoky Rakovnického potoka:

pravé – Kosobodský potok, Řežišský potok, Petrovický potok, Černý potok, Jalový potok, Lašovický potok, Tmava

levé – Kolečovický potok, Lišanský potok, Teplá stráň, Haná, Hluboký Luh, Matoušův Luh, Pastuší Luh, Panklův Luh, Ryšava



Obr. 6: Povodí Rakovnického potoka (Zdroj: DIBAVOD, 2021)



Obr. 7: Hustota říční sítě v povodí Rakovnického potoka (Zdroj: DIBAVOD, 2021)

5.2.5. Klimatické podmínky území

Rakovnicko leží v mírně teplé oblasti se suchým podnebím (MT 11, Quitt 1971). Průměrná roční teplota je 7- 8°C. Nejteplejším měsícem v roce je červenec se 17°C a nejchladnější je leden s -2°C. Teplota vzduchu od roku 1960 – 2008 stoupla o 1,4°C. Převážná část oteplení přitom nastala až od roku 1980. Mírně klesla i relativní vlhkost vzduchu a to o 0,94%. Rozmezí ročních úhrnů srážek se pohybuje od 484 – 584 mm. Roční úhrny srážek klesají jen mírně. Jejich nedostatek způsobuje poloha území ve srážkovém stínu západočeských Krušných hor.

Klimatické charakteristiky mírně teplé oblasti MT 11 (převzato: E. Quitt 1975)

Klimatická oblast	MT 11
Počet letních dnů	40-50
Počet dnů s průměrnou teplotou 10°C a více	140-160
Počet mrazových dnů	110-130
Počet ledových dnů	30-40
Průměrná teplota v lednu [°C]	-2- -3
Průměrná teplota v červenci [°C]	17-18
Průměrná teplota v dubnu [°C]	7-8
Průměrná teplota v říjnu [°C]	7-8
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	90-100
Srážkový úhrn ve vegetačním období [mm]	350-400
Srážkový úhrn v zimním období [mm]	200-250
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	50-60
Počet dnů zamračených	120-150
Počet dnů jasných	40-50

Tab. 1: Popis oblasti MT 11 (Quitt, 1971)

5.2.6. Krajinový pokryv území

Jak je vidět na obrázku 8, na Rakovnicku se střídá hlavně intenzivně zemědělsky obhospodařovaná krajina s plochami lesů. Ze zemědělských půd dominují v oblasti oraná pole, střídající se s plochami chmelnic, luk a pastvin. Ucelený masív lesa se nachází hlavně na jihu a východě území. Další větší plochy lesů se ještě objevují na Jesenicku a na severu v okolí pohoří Džbán.

V tabulce 2 je vidět vývojové využití ploch ve čtyřech časových horizontech - 1845, 1948, 1990, 2000 na Rakovnicku. Plochy jsou rozděleny do osmi kategorií a data jsou uvedena v hektarech.

Druh plochy	1845 (ha)	1948 (ha)	1990 (ha)	2000 (ha)
ORNA	42 349,2	45 848,9	40 511,1	40 413,6
TRVKUL	1 239,9	1 625,4	4 070,7	4 130,9
LOUKY	4 079,9	3 445,9	1 948,9	1 939,9
PAST	5 747,9	2 373,2	1 397,1	1 361,6
ZPF	53 416,4	53 293,4	47 927,8	47 846,0
LESY	34 788,2	33 915,6	35 579,6	35 528,4
VODY	823,5	691,1	1 158,3	1 155,6
ZASTAV	377,7	906,2	1 232,3	1 281,6
OSTAT	2 040,6	2 619,9	5 508,0	5 587,6
JINE	3 241,8	4 217,2	7 898,6	8 024,8
CELKEM	91 445,4	91 426,2	91 406,0	91 399,2

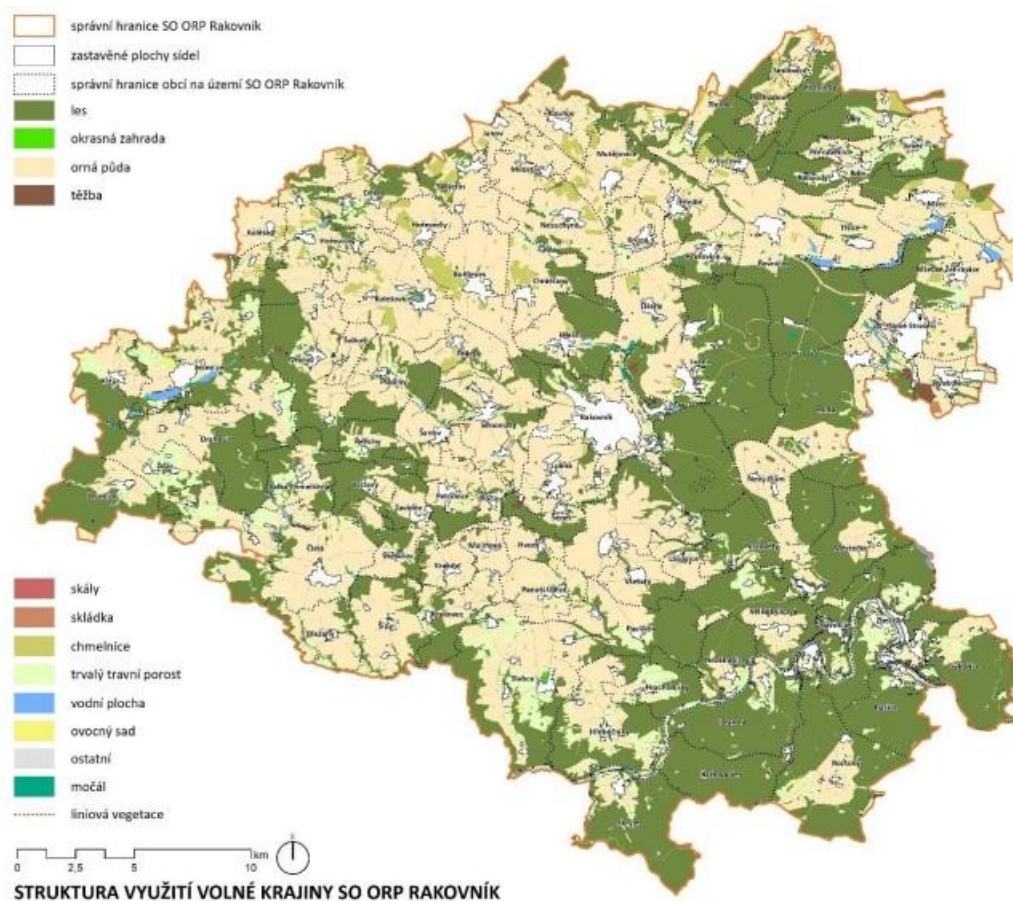
Tab. 2: Databáze dlouhodobých změn využití ploch na Rakovnicku 1845 – 2000 (Zdroj: LUCC CZECHIA, 2021)

Zkratky: ORNA – orná půda, TRVKUL – trvalé kultury (sady, vinice, zahrady, chmelnice), LOUKY – louky, PAST – pastviny, ZPF – zemědělská půda, LESY - lesní plochy, VODY – vodní plochy a toky, ZASTAV – zastavěné plochy, OSTATNI - ostatní plochy (železnice, silnice, hřbitovy, skládky aj.), JINÉ – jiné plochy

Jak je z tabulky patrné, na Rakovnicku se za období 1845 – 2000 velmi snížila plocha luk a pastvin na úkor ostatních a zastavěných ploch, kde rozloha vzrostla téměř čtyřnásobně. Stejně tak vzrostla od roku 1845 i rozloha trvalých kultur (např. chmelnice a zahrady). Plocha orné a zemědělské půdy se zmenšila jen minimálně, ale jsou pozitivní rozrůstající se plochy lesních porostů a vodních ploch. Celková

lesnatost na Rakovnicku je k roku 2020 více než 38%, což je více než ve Středočeském kraji (27,5%) i v celé ČR (33,9%).

V lesích na území Rakovnicka převládá 3. lesní vegetační stupeň – dubobukový, méně je zastoupen 2. Stupeň – bukodubový. Velmi malé zastoupení má stupeň 1. – dubový a 4. – bukový, 0. stupeň (bory) najdeme hlavně na skalních výchozech nebo pískovcovém podloží. Z pohledu druhové skladby převládají hlavně jehličnaté lesy (64%), lesy listnaté se vyskytují pouze na 36% plochy. Nejčastější je zastoupení smrku ztepilého a borovice, které v obou případech představují asi 1/3 jehličnanů, následuje modřín. Z listnatých stromů se nejvíce vyskytuje dub a buk, dále pak habr a bříza (ÚAP Rakovník, 2020).



Obr. 8: Využití volné krajiny na Rakovnicku (Zdroj: www.mesto-rakovnik.cz, 2021)

5.2.7. Stav životního prostředí

Rakovnicko se potýká s nepříliš dobrým životním prostředím. Obyvatelstvo je zásobováno vodou z povodí Rakovnického potoka. Na území okresu je nedostatečný

počet obcí napojených na kanalizační sítě a z toho důvodu se zde zhoršuje i kvalita vody v tocích. Podle ČSN (75 72 21) jsou vodní toky města zařazeny do IV. kategorie jakosti, jako silně znečištěná voda a stav potoka je tedy nevyhovující (Bízek a kol, 2015). Příčina tohoto stavu vody je vyšší hladina celkového fosforu a biochemické spotřeby kyslíku. Chemický stav podzemních vod je také nevyhovující a dále dochází k jeho zhoršování. Oblast v povodí Lišanského a Rakovnického potoka je vystavena riziku kontaminace dusičnany a vyšší kyselostí vodního prostředí, vzhledem k množství hornin s vysokým rizikem acidifikace.

Ekomorfologický stav Rakovnického potoka je na základě Ekohydrologického monitoringu vodních toků z roku 2008 nepříliš uspokojivý, protože 23,5% z celkové délky toku jsou úseky silně antropogenně ovlivněné. Nejvíce znepokojivý stav se nachází v prameništi potoka, kde je koryto napřímené, zpevněné, dochází k intenzivnímu zemědělskému využívání ploch v zóně 100 m od koryta toku a doprovodná vegetace je nevyhovující. Pouze 7,7% z délky potoka bylo klasifikováno jako přírodě blízké a to hlavně v CHKO Křivoklátsko nebo na horním toku u Jesenické rybníční soustavy (Matoušková, 2008). K zhoršení jakosti povrchových vod může docházet hlavně na územích s ornou půdou, která tvoří 58,8% jeho výměry. V důsledku nízkého průtoku ve vodotečích může použití průmyslových hnojiv zhoršit kvalitu vody, hlavně v letních měsících.

Na území Rakovnícka se k dnešnímu dni nachází 10 manuálních srážkoměrných stanic (Karlova Ves, Kounov, Krušovice, Křivoklát, Nové Strašecí, Nový Dům, Oráčov, Rakovník, Slabce, Zbečno) a jedna klimatologická stanice v Kněževsi. Měření kvality ovzduší zde však není prováděno, nejbližší jsou stanice v Kladně a v Podbořanech. Stav ovzduší je podle ČHMÚ celkem dobrý, limity znečištění jsou místy překročeny jen minimálně. Znečišťovatelé ovzduší jsou děleny podle skupin: REZZO 1, REZZO 2 a REZZO 3 (velké, střední a malé stacionární zdroje znečištění) a REZZO 4 (mobilní zdroje provozovny) a REZZO 4 (automobilová doprava). Individuální zdroje vytápění nejsou významnými znečišťovateli ovzduší, protože město je z 90% plynofikováno. REZZO 3 platí pouze pro obce s vysokým podílem domů s lokálním topeništěm a tím i velkým podílem emisí tuhých znečišťujících látek v ovzduší (Zdroj: ÚAP Rakovník).

Problematika odpadů je upravena zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech a vyhláškami č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, č. 294/2005, o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a č. 93/2016, katalog odpadů. Podle Informačního systému ISOH, provozovaného CENIA, se v roce 2015 vyprodukovalo na Rakovnicku 330 772 tun ostatních odpadů a 6 355 tun nebezpečného odpadu. Jako hlavní znečišťovatele zde můžeme určit hlavně stacionární zdroje REZZO 1 a REZZO 2 (jednotlivé průmyslové znečištění). Dle MŽP je na území Rakovnicka evidováno několik kontaminovaných míst a lokality ekologické zátěže:

- 1). Okolí jímacího území Rakovnického potoka na západním okraji města. Identifikováno je vysoké riziko ohrožení zdrojů vody. Není vyloučena ani kontaminace podzemních vod a zeminy.
- 2). Areál čerpací stanice Benzina s.r.o. na jihu města. Zde je identifikováno nízké riziko kontaminace podzemních vod.
- 3). Rakovník – obalovna na jihovýchodě města. Ke dnešnímu dni je mimo provoz, původně výrobní asfaltových směsí. Možný průnik kontaminace do podzemních vod.

Dle systému evidence kontaminovaných míst se tyto oblasti řadí do skupiny s indexem A3.3 – naléhavá kontaminovaná místa (naléhavá sanace).

Dle odboru ŽP MěÚ Rakovník jsou dalšími lokalitami např.: Areál TOS – znečištění chlorovanými uhlovodíky a areál kasáren Rakovník.

5.3. Významná území

5.3.1. Křivoklátsko

Na jihu až jihovýchodě okresu Rakovník se rozkládá Křivoklátsko, které zabírá většinu Křivoklátské vrchoviny a severní část Plaské pahorkatiny. Střed území tvoří údolí řeky Berounky. Je to území známé rozsáhlými lesy s ještě původní skladbou porostů, které zaujímá až 64% plochy oblasti. Na náhorních plošinách můžeme najít kyselé a teplomilné doubravy, na vrcholcích kopců květnaté bučiny nebo suťové lesy

na strmých svazích. Lesy převládají listnaté nebo smíšené. Křivoklátsko je tvořeno vrchovinou na proterozoických břidlicích a kambrických vyvěřelinách. Tuto oblast vytváří jílovité břidlice a droby. Až po oblast Zbyrohu se táhne jihozápadním směrem asi 5 km široké Křivoklátsko – rokycanské pásmo tvořené hlavně porfyry a křemennými porfyry, které vzniklo v kambriu rozsáhlou vulkanickou činností (Kouklíková, 2007).

Dne 24. listopadu 1978 byla zřízena CHKO Křivoklátsko. Celková rozloha území je 62 792 ha. Nízká srážková aktivita spolu se špatným geologickým podložím způsobuje jen malé zásoby podzemních vod. Protéká tudy ale řeka Berounka, která je jednou z posledních toků s přírodním charakterem. Je na tomto území hlavním povrchovým tokem, který odvodňuje většinu podzemních i povrchových vod. Délka toku touto oblastí je 42,5 km. Dlouhodobý průměrný průtok je na Křivoklátsku - 31,8 m³/s a průměrná roční teplota vody je 10°C. Berounka během své cesty tímto územím posbírání sedmnáct levostranných a devatenáct pravostranných přítoků. Celková plocha vod je zde 4 km² a v CHKO najdeme asi 340 vodních nádrží (krivoklatsko.ochranaprirody.cz, 2021). Největší z nich je vodní nádrž Klíčava se 72,5 ha, která je zásobárnou pitné vody. Byla vybudována na potoce Klíčava v letech 1948 – 1955. Díky řece je i v zimních měsících okolní klima teplejší, na rozdíl od hlubokých údolí, kde i v létě převažuje chladné až velmi chladné mikroklima. Na vrcholcích těchto svahů je území vystaveno přímému slunečnímu svitu a klima je zde velmi teplé. Dochází zde tak k typickému Křivoklátskému jevu - inverzi.

5.3.2. Džbán

V roce 1994 vznikl přírodní park Džbán s rozlohou 416 km². Můžeme ho najít na území tří okresů - Louny, Kladno a Rakovník. Džbán je tabulová plošina, která vznikla tektonickými pohyby a vlivem eroze se rozčlenila do několika vrchů a hřbetů. Na první pohled připomíná horské pásmo, i když jeho nadmořská výška je něco málo přes 600 metrů. Oblast tvoří usazeniny druhohorního křídového moře, pískovce, jílovce a opuky, která se používá jako stavební materiál. Oblast je srážkově podprůměrná (400–510 mm), suchá a teplá. Je zde ale vybudováno množství rybníčních soustav, protože Džbán je oblastí s mnoha prameny. Mohutný džbánský hřeben je přirozenou rozvodnicí Vltavy, Berounky a Ohře, které zde odvodňují místní potoky. Lesy pokrývají území z 65%, ale jen malá část tvoří lesy původní,

smíšené. Většina lesů je pozměněna, i tak zde bylo vyhlášeno několik chráněných území, významných krajinných prvků a památných stromů.

5.3.3. Jesenice

Na západ od Rakovníka se nachází Jesenicko, které zasahuje až do okresů Louny a Plzeň. Je to zalesněná pahorkatina s nadmořskou výškou do 600 metrů. Jesenicko je typická žulová oblast, kde se v minulosti různé druhy žuly těžily. Několik zbylých lomů je dnes zatopeno a tvoří významný biotop hlavně pro obojživelníky. Jde o mírně suchou oblast s průměrnými teplotami 6–7°C a nižším průměrným množstvím srážek. Obec tvoří rozvodí mezi povodím řek Ohře a Vltavy. V přírodním parku pramení v nadmořské výšce 570 metrů Rakovnický potok a potok Javornice. Je zde také vybudováno mnoho rybníků a rybníčních soustav. Největším je Velký rybník s rozlohou 45,85 ha, který byl vybudován již v roce 1507. Najdeme zde také množství zatopených lomů, mokřadů, luk i místa, která připomínají tajgu. V minulosti jsme zde mohly vidět luhy, olšiny, květnaté bučiny nebo dubohabrové háje. Většina lesních porostů dnes již ale není původních.

5.4. Historie a vývoj krajiny

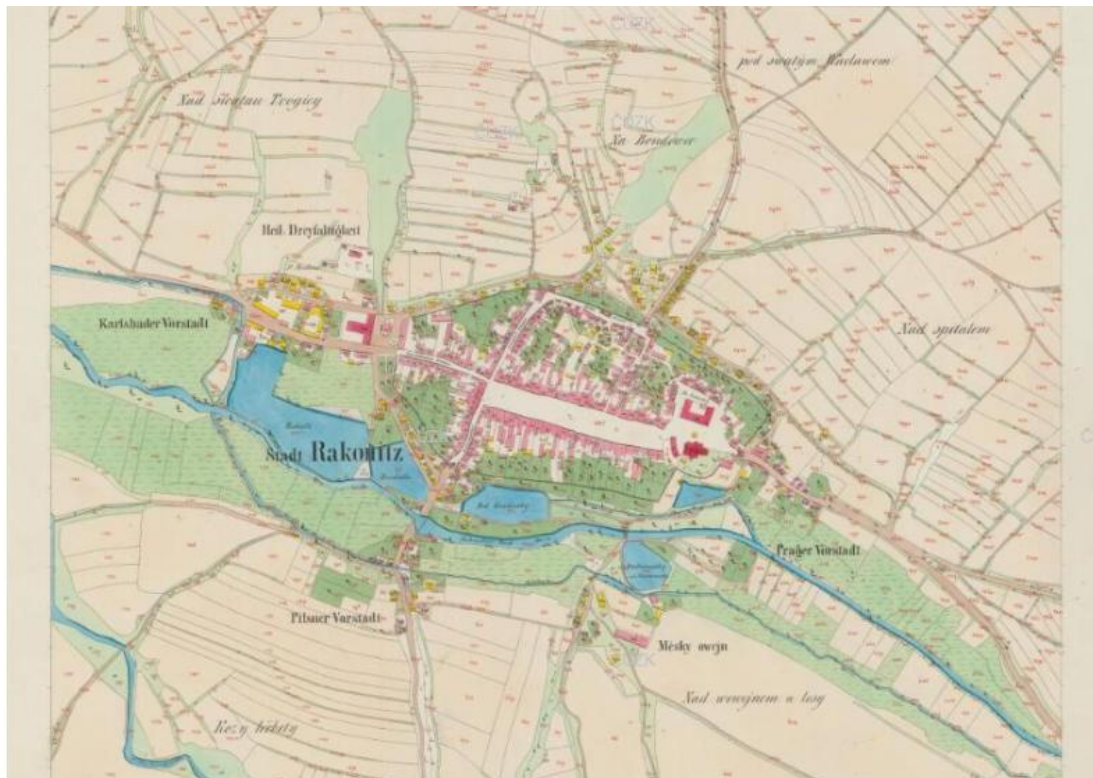
Podle Ložka (2007) se krajina Rakovnicka do dnešní doby vyvíjela asi od konce terciéru, kdy se začal vytvářet současný reliéf. V pozdním pliocénu byla založena dnešní říční síť, ale i nadále bylo Rakovnicko spíše jednotvárnou krajinou a tvořilo jen mírně zvlněnou pahorkatinu. Nynější podobu nabývala krajina až v mladší polovině kvartéru, vlivem půdotvorných procesů a výkyvům podnebí v době ledové a meziledové. Posledních 15 tisíc let, od konce poslední doby ledové do současnosti, se začalo podnebí pomalu podobat dnešnímu a krajinu začal ovlivňovat člověk. Typické pro pleistocén bylo střídání teplejších dob meziledových-interglaciálů a studených dob ledových-glaciálů. V období interglaciálu bylo podnebí teplé a vlhké, odpovídající dnešku. To mělo za následek intenzivní rozvoj lesů a půd. Velmi drsné klima v glaciálu, velké výkyvy teplot a vlhkosti podporovaly spíše zvětrávání a odnos hornin, podmínky nevhodné k půdotvorným procesům (Ložek, 2007).

Současné období-holocén nastává 9tisíc let př.n.l. Začíná postupné oteplování, rozvoj a šíření lesů (hlavně listnatých). Křivoklátsko se vyvíjí nerušeně, ale na Rakovnicku se v mladší době kamenné pomalu usazují první rolníci. Lesní krajina se začíná měnit na pole, pastviny a sídla. Tento vývoj se zintenzivňoval a krajina nabývá kulturní ráz. Stále větší počet obyvatel mělo za následek vysokou spotřebu dřevní hmoty. Hlavně ubývaly listnaté stromy-duby a buky, které byly nahrazovány nepůvodním rychle rostoucím smrkem. Tento trend se používal i v období první republiky a zesílil po 2. světové válce, kdy se přidalo i odvodňování krajiny, používání chemie v zemědělství a rychlé znečišťování životního prostředí. Tento trend pokračuje až do současnosti (Kolbek, 2014).

V 16. a 17. století nastává rozkvět rybníkářství. Hlavní důvod této činnosti byla hlavně ochrana před povodněmi. Rybníky měly vodu zadržet, byly zásobárnou vody k zavlažování v období sucha, pro potřebu hašení požárů nebo k pohonu mlýnských kol a samozřejmě sloužily i k chovu ryb. Jak uvádí Škoudlínová (1999), dochovaly se z roku 1568 informace o dvaceti rybnících nacházejících se v katastru města (obr.9). V severní části od Rakovníka se nacházel největší rybník Prdatka, ležící na Lišanském potoce a vybudován již v roce 1482. V roce 1524 byla na rybníku postavena hráz, aby zachytávala jarní tání z lesů a byl rozdělen na dvě části –Kavan a Velký rybník (obr.10). Od druhé poloviny 15. století byla na trase Kolečovice – Rakovník vybudována kaskáda až čtyř rybníků. Další vznikla mezi Rakovníkem a Olešnou. Byla to tak jedna z největších kaskád začínajících v Jesenici a končící v Rakovníku. Do dnešní doby se dochovalo jen několik rybníků. Po roce 1800 docházelo na Rakovnicku k zanedbávání a rušení většiny rybníků, protože ve městě docházelo k častým povodním a klesal zájem o rybí maso. Zbylo jen několik z nich, např. Žákův rybník, který vznikl v 15. století, Bartoň nebo Nový rybník (obr.11), nynější Tyršovo koupaliště. I Rakovnický potok byl v druhé polovině 19. století upraven, zahlouben a narovnan(Škoudlínová, 1999). Vlivem stavby železnice byl tok posunut, místy až o 100 metrů a na přelomu 19. a 20. století odsunut z historického centra.

V obci Jesenice byla v 16. století na horním toku Rakovnického potoka vytvořena velká rybníční kaskáda, kde jsou ještě dnes dochovány rybníky Kofiler, Krtský rybník, Velký rybník, Horní a Dolní Fikač a Jesenický rybník. Jedním se svojí

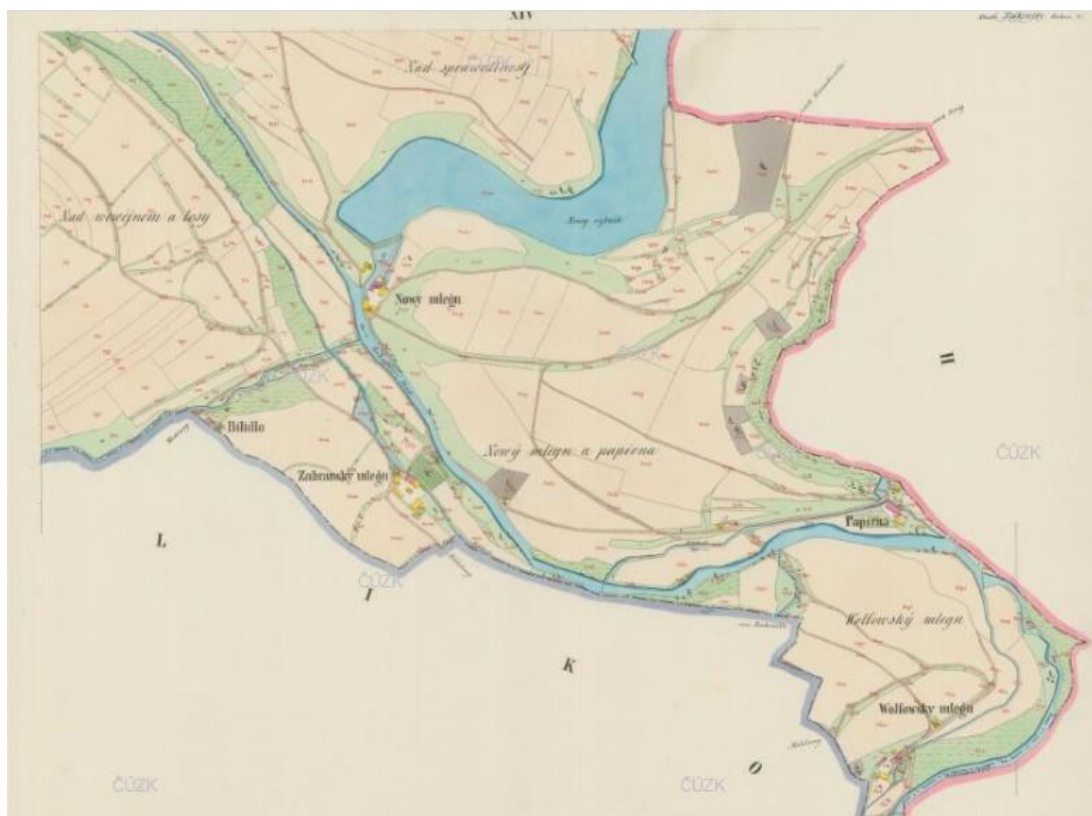
rozlohou největším historickým rybníkem byl rybník u Pustovět. Bohužel samovolně zanikl v 19. století.



Obr. 9: Rakovník 1841- rybníky v okolí centra města (Zdroj: Zeměměřický úřad-archiv, 2021)



Obr. 10: Rakovník 1841- rybník Kavan a Velký rybník (Zdroj: Zeměměřický úřad-archiv, 2021)



Obr. 11: Rakovník 1841- Nový rybník, dnešní Tyršovo koupaliště (Zdroj: Zeměměřický úřad-archiv, 2021)

Středověký vliv člověka na zdejší vývoj lesů můžeme z historických pramenů dohledat pouze na Křivoklátsku. Zdejší území bývalo od nepaměti (prokazatelně již od 11. století) využíváno panovníky a knížaty jako honbiště (Jelínek et al., 2003). Nebylo tedy v zájmu vrchnosti, aby zde docházelo k nějakému většímu osídlování. Až do století dvacátého se účel Křivoklátských lesů skoro nezměnil. Byl to zdroj práce a obživy pro usedlíky, zdroj bohatství a zábavy pro panstvo s pozitivním vlivem na živočišnou složku krajiny.

Od poloviny 18. století byly lesy devastovány těžbou dřeva, které bylo zpracováváno hlavně na hnědé uhlí. Již v roce 1749 bylo na pozemcích křivoklátských lesů vykazováno: 45% holin, 44% mlazin a křovisek a pouze 11% starších lesů. Okolo roku 1807 již začal dovoz nepůvodního smrku a za 30 let je uměle zalesněno až 90% mýtin (Kupka, 2019). V současnosti zde mírně převažují jehličnaté porosty (55%), kde je nečastější dřevinou stále smrk (28%) a borovice (17%).

V dřívějších dobách nebyl na Křivoklátsku ani na většině míst Rakovnicka evidován smrkový porost. Z jehličnanů byla preferovaná více borovice, i když v menší míře než dnes. Následující tabulka č. 3 prezentuje upřednostňování jehličnanů (hlavně smrku) v časových úsecích:

Rok	Jehličnany (ha)	Listnáče (ha)	Směsi (ha)
1794	27	39	34
1869	67	15	18
1920	78	4	18

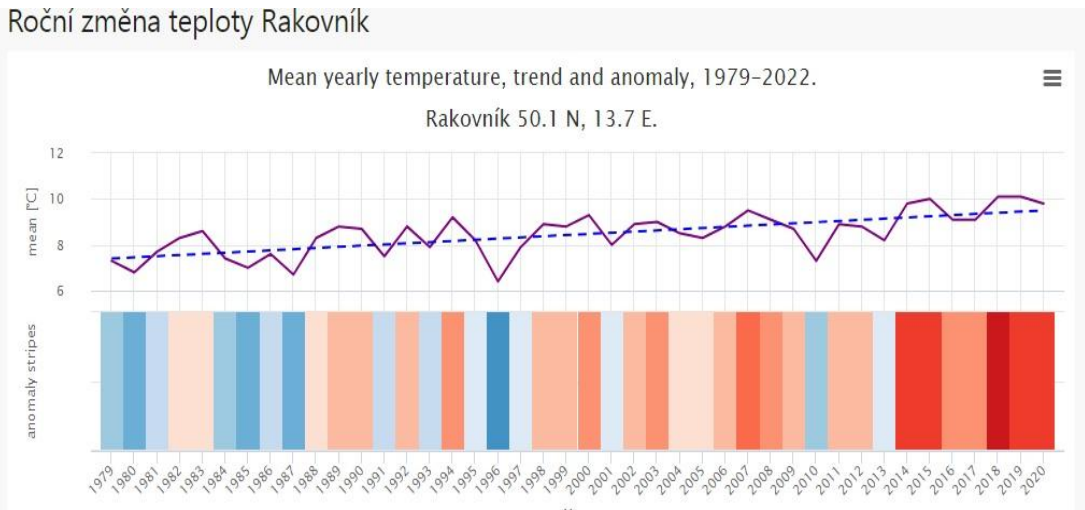
Tab. 3: Druhový přehled porostů na Křivoklátsku v časových etapách. (Zdroj: Jelínek et al.,2003)

Velký vliv na odtokové poměry a změnu krajinného rázu měla důlní činnost. Těžilo se hlavně v 19. století a to hnědé uhlí a lupek, který se zde těží dodnes. Je to jeden z posledních hlubinných dolů v republice. Podle Kašpárka (2011) je důlní voda v dnešní době čerpána na třech jámách dolu RAKO a to do Jalového a Černého potoka. V obdobích sucha může mít tato voda vliv na nadlepšování průtoků rakovnického potoka

I v současné době se stále objevuje špatné hospodaření s krajinou. Vyrůstající zástavba na orné půdě nebo loukách, nepřiměřený růst asfaltových a betonových ploch nebo stále mizející mozaikovitost krajiny. To vše má také za následek nemožnost půdy pojmout dostatek srážkové vody (Kolbek, 2014). Před rokem 1950 byla retenční kapacita půdy o 40% větší než dnes.

5.5. Analýza klimatu na Rakovnicku a jeho změny v čase

Hlavně oddruhé poloviny 20. století můžeme pozorovat pozvolné oteplování vzduchu. Největší nárůst lze pozorovat od roku 2001 – 2016, kdy byla naměřena průměrná teplota 8,4°C. Běžná teplota naměřená v letech 1961 – 1990 byla 7,3°C, což je o 1,1°C méně. Nejvíce se otepluje v zimě a v létě a to hlavně ve velkých městech (Meteoblue, 2022).



Obř. 12: Roční změny teploty na Rakovnicku 1979 - 2022 (Zdroj: Meteoblue, 2022)

Na obrázku 12 lze porovnat změny teploty vzduchu za posledních 40 let na Rakovnicku. Data jsou použita ze zdroje ERA5, pátá generace atmosférické reanalýzy globálního klimatu od ECMWF. Časové období je od roku 1979 – 2022 s prostorovým rozlišením 30 km (Meteoblue, 2022).

Na horním grafu je vidět přibližnou roční teplotu pro Rakovník. Přerušovaná modrá čára má stoupající charakter a to znamená, že se v této oblasti změnou klimatu otepluje. Spodní barevné pruhy ukazují průměrnou teplotu za daný rok. Jak je vidět, začátkem 21. století začínají převládat teplé roky (pruhy červené) a rychle ubývají roky chladnější (pruhy modré). Posledních několik let se tak může řadit k těm nejteplejším za toto období.



Obř. 13: Roční změny srážek na Rakovnicku 1979 – 2022 (Zdroj: Meteoblue, 2022)

Na obrázku 13 je přerušovaná modrá čára téměř vodorovná a to znamená, že i při trendu stoupajících teplot jsou úhrny srážek téměř neměnné. Spodní barevné pruhy označují úhrny srážek v daném roce. Zelené jsou roky vlhčí, hnědé jsou roky sušší. Jak lze vidět, posledních 20 let srážkově bohatších roků spíše ubývá.

Atmosférické srážky jsou důležitou klimatickou veličinou zvláště pro území Rakovnícka. Z hlediska jejich množství dochází v průběhu sledovaných let 1979 – 2020 jen k nepatrně klesajícímu trendu. Rozmezí ročních úhrnů je 484 – 584 mm, což je asi 70 – 80 % průměru ročního úhrnu v Česku. Změna nastala hlavně v četnosti a velikosti srážek, kterých ubylo hlavně v jarních měsících. Vlivem těchto změn a stoupajících teplot dochází ke změnám odtoků vody na povodí Rakovnického potoka. K poklesu průtoků o 40 – 60% dochází hlavně v jarních a letních měsících. Na vině jsou i nedostatečné zásoby spodní vody, způsobené nízkými srážkami a absencí sněhu. Tyto srážky neprosakují půdou, pouze v ní doplní zásobu vody.

5.6. Klíčové problémy související se změnou klimatu

Rakovník se v roce 2015 zapojil do programu KLIMADAPT, který je podporovaný grantem z Islandu, Lichtenštejnska a Norska. Tento projekt má přispět ke zmírnění negativních dopadů změny klimatu pro obce Středočeského kraje. Podle Situační zprávy z roku 2015, byly na základě práce místního adaptačního týmu identifikovány tyto klíčové problémy Rakovnícka, související se změnou klimatu:

- I. Nedostatek a špatné rozložení malých vodních nádrží
- II. Zrychlený odtok povrchových vod z území města
- III. Pokles hladiny podzemní vody
- IV. Nevhodné využití a ohrožení zemědělské půdy
- V. Zástavba a její rozšiřování
- VI. Ostatní znečištění
- VII. Ohrožení zdraví a kvality života obyvatel

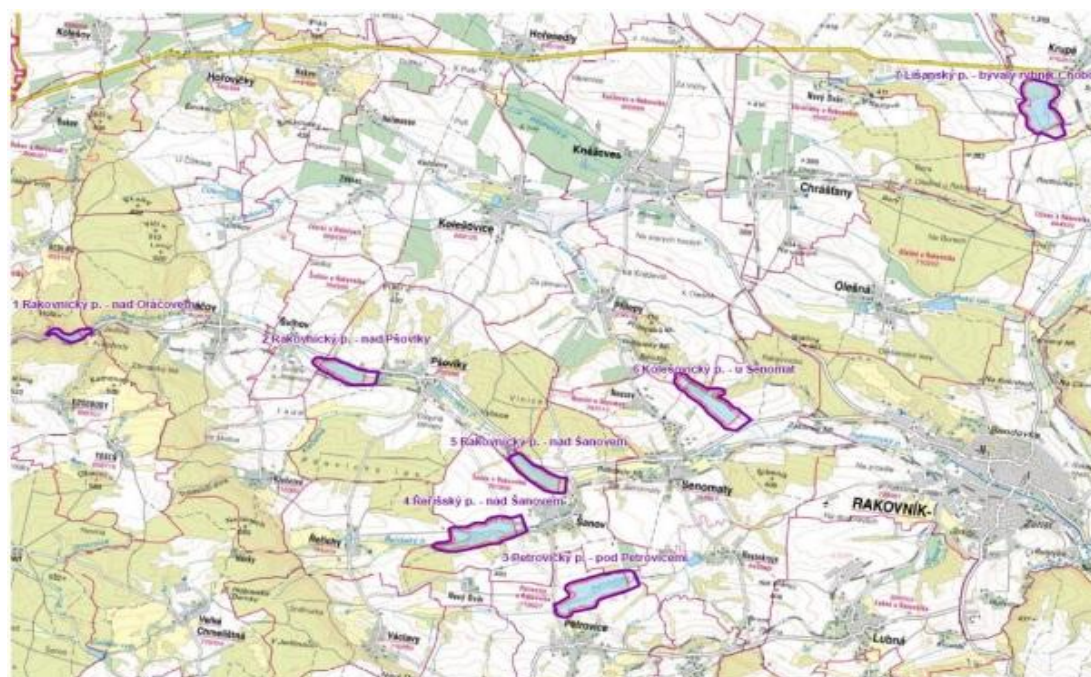
Oblasti ve skupině I. - III. se týkají hlavně povrchových a podzemních vod, což je pro Rakovnícko jeden ze zásadních problémů. Skupina IV. - V. se týká hlavně využití území, a to jak zastavěných částí, tak zemědělské půdy. Ve skupině VI. je jako hlavní problém průmyslové znečištění vod a nakládání s odpadními vodami.

A skupina VII. se zabývá problémy a důsledky spojenými se změnami klimatu a jejich vlivem na život obyvatelstva (Situační zpráva pro Rakovník, 2015).

Udržení vody v krajině je čím dál větší nutností, hlavně na Rakovnicku. Pohled do historie ukazuje, že v našem regionu stále ubývá rybníků a mokřadů. V ročním průměru sice spadne skoro stejné množství srážek, ale ty nejsou během roku rovnoměrně rozložené. Přibývá přívalových dešťů a záplav, kdy hodně naprší, ale většina vody odeče pryč. Pro zlepšení průtoku na Rakovnickém potoce je jedno z nevhodnějších opatření vytvořit a využít akumulaci nádrže. Studie proveditelnosti vodních nádrží na Rakovnickém potoce z roku 2013 uvádí sedm vhodných lokalit k jejich realizaci (tab.4).

lokality	vodní tok	umístění vodní nádrže	správní obvod obce
lokality 1	Rakovnický potok	nad Oráčovem	Jesenice
lokality 2	Rakovnický potok	nad Pšovky	Švihov, Pšovky
lokality 3	Petrovický potok	pod Petrovicemi	Petrovice, Šanov
lokality 4	Řeřišský potok	nad Šanovem	Řeřichy, Šanov
lokality 5	Rakovnický potok	nad Šanovem	Pšovky, Šanov
lokality 6	Kolešovický potok	u Senomat	Přílepy, Senomaty
lokality 7	Lišanský potok	bývalý rybník Chobot	Krupá

Tab. 4: Místa vybrána k výstavbě vodních nádrží na Rakovnicku (Zdroj: Studie proveditelnosti, 2015).



Obr. 14: Místa vybrána k výstavbě vodních nádrží na Rakovnicku (Zdroj: Studie proveditelnosti, 2015).

Podle závěru odborníků dochází k poklesu průtoků o 40 – 60% v důsledku zvyšování teplot, zvýšeného výparu a vlivem změny distribuce srážek. Dle měření od roku 1960 je potvrzen poklesový gradient průtoků. Pokles je 1,85% za rok a odpovídající pokles za 43 let měření je 0,487 m³/s. Nejvíce dochází k poklesu na jaře a v létě, méně na podzim a nejméně klesají v zimě (Studie proveditelnosti, 2015). Další součástí plánu komplexního řešení sucha na Rakovnicku je přehrada mezi Kryry a Černčicemi. Jedním z úkolů přehrady na Podvineckém potoce bude zajištění dostatečných vodních zdrojů pro Rakovnicko. Vodní nádrž bude zásobována vodou z řeky Ohře a bude dopravována do místa zcela novým přivaděčem z jezu Stranná pod Nechranickou přehradou.

Další problémová oblast povodí Rakovnického potoka souvisí se zrychleným odtokem povrchových vod. Jedním ze základních opatření by měla být revitalizace v minulosti špatně provedených vodních toků. Smyslem bude obnova koryt k přírodě blízkému stavu, která by umožňovala rozliv velké vody do říční nivy, která zpomalí rychlost proudění a podpoří akumulaci vody v krajině. S tím souvisí i vznik nivních luk, lužních lesů nebo doprovodných vegetačních pásů. V nedávné době tak byl vhodně revitalizován Lišanský potok, který se nachází jihovýchodně od města Rakovníka. Vzniklo zde několik vodních tůní a dvě vodní nádrže.

Vhodnou změnou ke zvýšení infiltrace vody do půdy je účelný způsob hospodaření na zemědělské půdě. Jsou to hlavně vyhovující oseední postupy, využívání meziplodin a budování zelených mezí, remízků nebo výsadba liniové vegetace, které současně působí jako protierozní opatření. Vlivem změny klimatu dochází také k poklesu zásob podzemní vody. Nevytváří se zásoby ve sněhu a v zimních měsících tak dochází k vysokému územnímu výparu. Také srážky neprosakují do podzemních vod, ale pouze doplňují zásoby vody v půdě. Důsledkem je pokles přírodní zásoby podzemních vod o 23,5%(Situační zpráva pro Rakovník, 2015). Problém nízké infiltrace povrchových vod do půdy způsobuje i rozšiřování zastavěných území a zpevněných ploch, což může mít za následky lokální povodně nebo potenciální nebezpečí kontaminace svého okolí (zvýšení dopravy, odpadní vody). Částečným řešením by mohla být aplikace propustných povrchů na zpevněných plochách např. parkovišť, nádvoří nebo navrhování vhodných ploch pro odolnou zeleň a travnaté propustné plochy. Jak již bylo zmíněno, hrozí také

znečištění vody ze splachů zpevněných ploch chemickým posypem v období zimní aplikace a znečištění z průmyslové výroby.

6. OPATŘENÍ PRO ŘEŠENÍ SUCHA NA RAKOVNICKU

6.1. MVN Senomaty a MVN Šanov

Jak již bylo zmíněno v předešlých kapitolách, Rakovnicko se dlouhodobě potýká s nedostatkem vody. Dle pilotního projektu VÚV TGM v Praze (2011), jehož cílem bylo zkoumání možností zmírnění současných důsledků klimatické změny zlepšením akumulační schopnosti v povodí Rakovnického potoka, byla pro úpravu vodohospodářské bilance navržena jako nejvhodnější opatření stavba akumulačních nádrží. Bylo vytipováno 7 lokalit, kde je možné stavbu zrealizovat (tab. 5).

lokalita	vodní tok	profil	Plocha povodí [km ²]	Objem max. [mil. m ³]	Plocha hladiny [ha]	Výška hráze [m]	Délka hráze [m]
Lokalita 1	Rakovnický p.	nad Oráčovem	18	0,234	5,9	10	140
Lokalita 2	Rakovnický p.	nad Pšovky	35,3	0,371	17,3	6,8	258
Lokalita 3	Petrovický p.	pod Petrovicemi	14	1,613	40,16	9,5	355
Lokalita 4	Řeřišský p.	nad Šanovem	9,6	1,525	36,4	12,5	310
Lokalita 5	Rakovnický p.	nad Šanovem	50,5	0,544	22,2	4,3	263
Lokalita 6	Kolešovický p.	u Senomat	51	0,675	24,7	6,5	325
Lokalita 7	Lišanský p.	býv. rybník Chobot	49,3	0,488	37,5	4	450

Tab. 5: Charakteristika navržených lokalit (Zdroj: Studie proveditelnosti, 2014)

V rámci studie bylo provedeno meteorologické a hydrologické šetření dané oblasti. Výsledky ukázaly, že roční úhrny srážek výrazně nepoklesly, pouze poklesla četnost a velikost srážek, spolu se zvýšením teplot a změnami v odtokových poměrech Rakovnického potoka. Jako nejlépe realizovatelný byl vyhodnocen projekt výstavby akumulačních nádrží. Podle Ing. Horáčka a kol. (2011) je možné využívat jen část objemu navrhovaných nádrží, protože zbylou část celkového objemu bude nutné rezervovat pro případ povodní.

Podkladem k projektu byla Studie proveditelnosti vodních nádrží v povodí Rakovnického potoka, kterou v roce 2014 zpracoval Vodohospodářský rozvoj a výstavba a. s. Studie byla rozdělena do dvou etap – první etapa se zabývala majetkoprávními vztahy, vyhotovením záborového elaborátu, stanoviskem vlastníků

dotčených pozemků, danými limity území a navrhovaným řešením. Druhá etapa se již zabývala projektovou dokumentací stavby.

Studie byla rozdělena do tří skupin:

- 1) Nevhodné lokality se zásadními limity území (nerealizovatelné) – 2, 4, 7
- 2) Vhodné lokality s limity území k projednání (realizovatelné za podmínky) – 3, 5
- 3) Vhodné lokality bez zásadních limitů území doporučené (realizovatelné) – 1, 6

Jako velmi nevhodné lokality, které byly jednoznačně vyloučeny kvůli zásadním střetům se stavbami technické a dopravní infrastruktury a komplikovaným majetkoprávním vztahům jsou: lokalita 2 – Rakovnický potok (nad Pšovlky), lokalita 4 – Řeřišský potok (nad Šanovem) a lokalita 7 – Lišanský potok (bývalý rybník Chobot). Realizace projektu v těchto lokalitách by byla velmi finančně náročná. Jedná se o dotčené pozemky s velkým počtem vlastníků a není zaručen pozitivní výsledek jednání.

Jako vhodné lokality k realizaci za určitých podmínek jsou: lokalita 3 – Petrovický potok (pod Petrovicemi) a lokalita 5 – Rakovnický potok (nad Šanovem). Tyto lokality se doporučují ještě k dalšímu zpracování. Za podmínek vyřešení limitů jsou realizovatelné. Mezi vhodné lokality k realizaci byly vyhodnoceny: lokalita 1 – Rakovnický potok (nad Oráčovem) a lokalita 6 Kolečovický potok (u Senomat). Většina vlastníků dotčených pozemků se stavbou souhlasí a nejsou zde žádné zásadní limity k realizaci stavby. Na závěr první etapy prací na Rakovnickém potoce byly tedy doporučeny ke druhé etapě lokality: 1, 3, 5 a 6. I přes určité limity byla do druhé etapy zařazena i lokalita 4. Při budoucí realizaci všech pěti lokalit by došlo ke zlepšení hydrologických podmínek na Rakovnickém potoce na 116 l/s (Beneš a kol., 2014).

Ve druhé etapě byly pro každou lokalitu provedeny tyto činnosti:

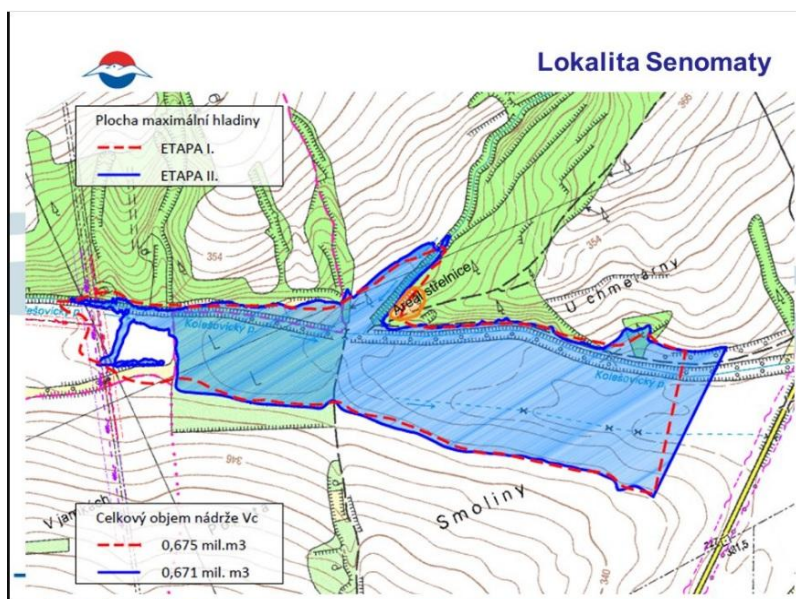
1. Zajištění aktuálních dat ČHMÚ
2. Geodetické zaměření
3. Provedení vodohospodářského řešení nádrží
4. Úpravy navrhovaných parametrů
5. Projednávání s vlastníky

Závěrem druhé etapy prací byly doporučeny pouze dvě lokality: 5 a 6 (tab. 6).

	Objem nádrže [m ³]	Plocha zátopy [m ²]	Max.výška hráze [m]	Délka hráze [m]	Plocha povodí [km ²]	Nadlepšení průtoku [l/s]
Senomaty	670 725	256 332	6,8	352,9	51,8	21,4
Šanov	544 000	222 000	5,2	450	50,5	33

Tab. 6: Charakteristika doporučených lokalit 5 a 6 (Zdroj: Studie proveditelnosti, 2014)

6.1.1. MVN Senomaty



Obr. 15: Navrhovaná MVN Senomaty (Zdroj: Kepřta, 2016)

Vodní dílo Senomaty (obr. 15) bude položeno v zemědělské krajině, v údolí Kolečovického potoka, který je levostranným přítokem Rakovnického potoka. VD není omezeno žádnými limity. V okolí se vyskytuje bujná vegetace a vzrostlé stromy s keřovým patrem. Stavbou bude dotčena nejvíce orná půda (69%) a lesy (14%). Místo není součástí žádné chráněné oblasti ani významné lokality. VD si vyžádá zábor 470 436 m² bez nutnosti zásahu do osídlení. Většina pozemků spadá do majetku obce Senomaty a SPÚ (Naše voda, 2022). Hráz vodního díla bude mít lichoběžníkový tvar a je navržena jako zemní sypaná

MVN Senomaty na Kolečovickém potoce je zařazena v Koncepti rozvoje Povodí Vltavy s. p. 2015 – 2019 a v opatřeních návrhu Plánu dílčího povodí Berounky.

SWOT analýza MVN Senomaty

SILNÉ STRÁNKY	S	W	SLABÉ STRÁNKY
<p>(pohled dovnitř systému)</p> <ul style="list-style-type: none"> • zadržování vody v krajině • nadlepšování průtoku • možnost zavlažování • odběr pro průmysl a služby • protipovodňová ochrana • žádný zásah do intravilánu obcí • nízké investiční náklady 			<p>(pohled dovnitř systému)</p> <ul style="list-style-type: none"> • jako samostatný projekt nepřinese požadovaný efekt • možnost zaplavení objektu střelnice
PŘÍLEŽITOSTI	O	T	HROZBY
<p>(vliv vnějšího prostředí)</p> <ul style="list-style-type: none"> • navýšení přínosu ve vazbě na další projekty • možnost realizace stavby místními firmami (subdodávky) 			<p>(vliv vnějšího prostředí)</p> <ul style="list-style-type: none"> • nedostatek plánovaných financí • nedodržení plánovaného harmonogramu ze strany zhotovitele stavby

Tab. 7: SWOT analýza MVN Senomaty (Zdroj: Krešnerová, 2021)



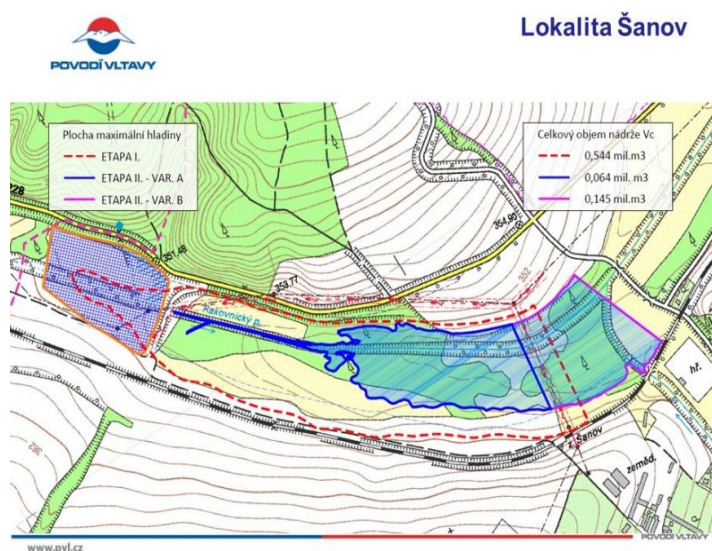
Obr. 16: Vizualizace MVN Senomaty (Zdroj: Krešnerová, 2021)

6.1.2. MVN Šanov

Vodní dílo Šanov (obr. 17) bude umístěno v údolí Rakovnického potoka nad obcí Šanov. Z jižní strany je území ohraničeno železniční tratí a ze severní strany komunikací. Hlavním limitem je nynější vodní nádrž „K Pšovlkům“ na konci plánované zátopy a více než 200 soukromých pozemků, jejichž někteří vlastníci se ke stavbě ještě nevyjádřili. Hráz vodního díla bude mít lichoběžníkový tvar a je navržena jako zemní sypaná (Krešnerová, 2021).

Stavba vodní nádrže zabere 11% orné půdy, 21% trvalého travního porostu a 62% ostatních ploch. Není zde nutnost zásahu do budov a celkového osídlení.

MVN Šanov byla na žádost MZ zařazena v roce 2014 do návrhů opatření pro zmírnění negativních projevů sucha a nedostatku vody v povodí Rakovnického potoka.



Obr. 17: Navrhovaná MVN Šanov (Zdroj: Kepřta, 2016)

SWOT analýza vodního díla Šanov

SILNÉ STRÁNKY	S	W	SLABÉ STRÁNKY
<p>(pohled dovnitř systému)</p> <ul style="list-style-type: none"> zadržování vody v krajině nadlepšování průtoku možnost zavlažování odběr pro průmysl a služby protipovodňová ochrana žádný zásah do intravilánu obcí nízké investiční náklady 			<p>(pohled dovnitř systému)</p> <ul style="list-style-type: none"> jako samostatný projekt nepřinese požadovaný efekt nutnost výkupu soukromých pozemků nutnost přeložky vedení VN
PŘÍLEŽITOSTI	O	T	HROZBY
<p>(vliv vnějšího prostředí)</p> <ul style="list-style-type: none"> navýšení přínosu ve vazbě na další projekty možnost realizace stavby místními firmami (subdodávky) 			<p>(vliv vnějšího prostředí)</p> <ul style="list-style-type: none"> problémy při výkupu soukromých pozemků nedostatek plánovaných financí nedodržení plánovaného harmonogramu ze strany zhotovitele stavby

Tab. 8: SWOT analýza MVN Šanov (Zdroj: Krešnerová, 2021)



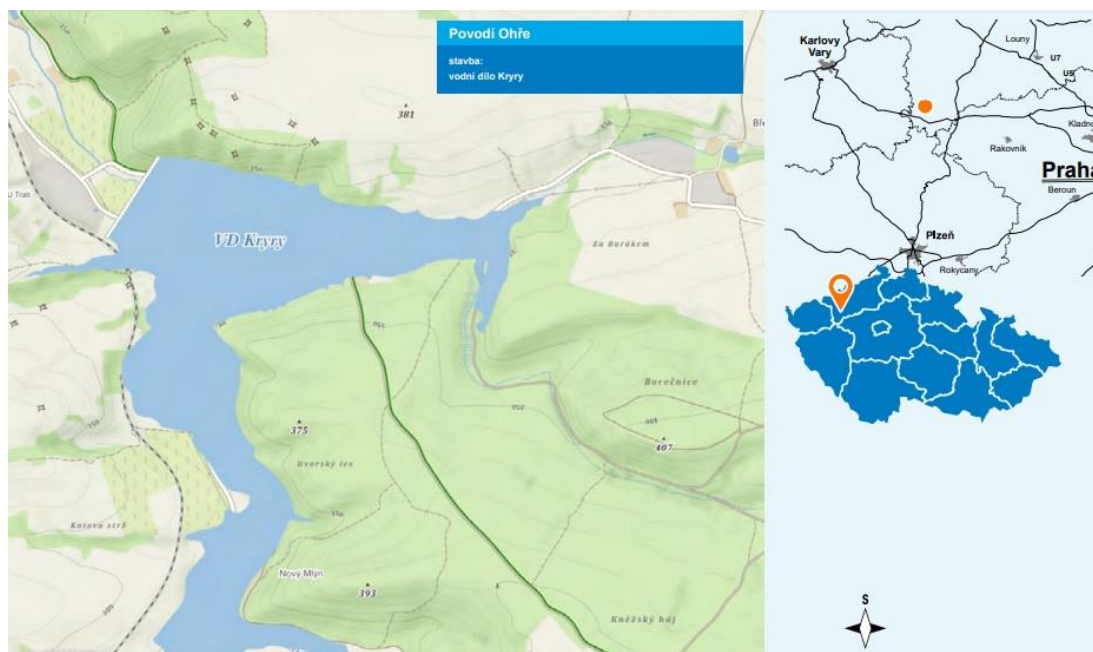
Obr. 18: Vizualizace MVN Šanov (Zdroj: Krešnerová, 2021)

Jak uvádí Keprta (2016) ve svém návrhu MVN Senomaty, Šanov, je nutné zajistit související nápravná opatření v povodí nad nádržemi. Je potřeba důsledné čištění odpadních vod s důrazem na kvalitu vody v nádržích při zamezení znečištění z odlehčovacích vod. Dále je nutné oddělení vod dešťových od splaškových a eliminace fosforu v nádržích. Je naplánována celková úprava okolí s důrazem na protierozní pozemkové úpravy a doplnění zelené infrastruktury. V rámci revitalizace a denaturalizace vodotečí a navrhovaných nádrží je nutné posílení samočisticích procesů a retence vody v krajině.

V průběhu přípravy nádrží Senomaty, Šanov se zjistilo, že tato vodní díla by v suchých letních měsících nedokázala zajistit pro Rakovnicko dostatek vody. Proto byla pro zajištění dostatku vody navržena přehrada Kryry na Lounsku, včetně přivaděčů vody z Ohře, zásobujících obě MVN. Bude zlepšen průtok v povodí Rakovnického potoka a Blšanky a voda bude sloužit i k zavlažování chmelnic a zemědělských oblastí.

6.2. VD Kryry

Mezi jedno z nejsušších míst se řadí i povodí Blšanky, pravostranného přítoku řeky Ohře pod Žatcem. Nedostatek vody má negativní vliv na množství podzemních vod a rozvoj území v oblasti Rakovnicka i Podbořanska.



Obr. 19: Návrh vodní nádrže Kryry (Zdroj: Povodí Ohře, 2020)

Usnesení vlády č. 256 z dubna 2019 ukládá řešení problémů sucha formou technických a přírodě blízkých opatření, která nyní připravují státní podniky Povodí Ohře a Povodí Vltavy.

Hráz vodní nádrže Kryry (obr. 19) bude sypaná, situována na Podvineckém potoce 1,5 km nad soutokem s Blšankou. Z levé strany je limitována železniční tratí a konec plánované zátopy je limitován dálniční komunikací D6.

DATA O STAVBĚ

Vodní tok:

Podvinecký potok (→ Blšanka → Ohře → Labe)
říční km 1,5

Plocha povodí:

84,11 km²

Průměrný roční průtok:

0,185 m³/s

Zabezpečený celkový odběr:

0,144 m³/s

Konstrukce hráze:

hráz zemní, sypaná homogenní, se zemním těsněním a sruženým objektem

Výška hráze:

21,7 m

Délka hráze:

360 m

Koruna hráze:

327,20 m n. m. (preferovaná varianta A)

Víceúčelová nádrž:

zásobní účel (zajištění MZP, nadlepšování průtoků v povodí Blšanky a Rakovnického potoka, závlahy) + retenční účel (ochrana města Kryry a dalších sídel podél Blšanky) + další účely: rybolov, rekreace, výroba elektrické energie

Zásobní prostor:

6,986 mil. m³

Ochranný ovladatelný prostor:

0,773 mil. m³

Celkový objem nádrže:

8,948 mil. m³

Zatopená plocha:

123,6 ha

Obr. 20: Charakteristika vodní nádrže Kryry (Zdroj: Povodí Ohře, 2020)

Spolu s výstavbou VD Kryry je naplánováno i VD Mukodělýna řece Blšance s přivaděčem vody z Ohře do nádrže Vidhostice, odtud do Rakovnického potoka, včetně přípojky z přehrady Kryry, a dále do Kolečovického potoka. Přivaděče budou v regionu dopravovat vodu z oblastí, kde je jí dostatek, do míst, která jsou sušší.

Zajistí také větší průtok v tocích a odběr vody pro závlahu v zemědělství, chmelařství a v průmyslu. Nádrž bude mít celkový objem 920 tisíc m³, její hráze bude sypaná s výškou 11,5 m a délkou 180 m, s korunou hráze na kótě 323,5 m.n.m. VD Mukoděly a VD Kryry budou také sloužit jako protipovodňová ochrana města Kryry a dalších sídel podél Blšanky.



Obr. 21: Vizualizace vodního díla Kryry (Zdroj: Krešnerová, 2021)

SWOT analýza VD Kryry

SILNÉ STRÁNKY	S	W	SLABÉ STRÁNKY
(pohled dovnitř systému)		(pohled dovnitř systému)	
<ul style="list-style-type: none"> • zadržování vody v krajině • nadlepšování průtoku • možnost zavlažování • protipovodňová ochrana • žádný zásah do intravilánu obcí 		<ul style="list-style-type: none"> • jako samostatný projekt nepřinese požadovaný efekt • nutnost výkupu pozemků • nutnost přeložky místních komunikací 	
PŘÍLEŽITOSTI	O	T	HROZBY
(vliv vnějšího prostředí)		(vliv vnějšího prostředí)	
<ul style="list-style-type: none"> • navýšení přínosu ve vazbě na další projekty • možnost realizace stavby místními firmami (subdodávky) 		<ul style="list-style-type: none"> • problémy při výkupu pozemků • nedostatek financí • nedodržení plánovaného harmonogramu stavby 	

Tab. 9: SWOT analýza VD Kryry (Zdroj: Krešnerová, 2021)

6.3. Chytrá krajina – Amálie

Na Rakovnicku v k.ú. Ruda (Nové Strašecí) vzniklo v roce 2019 území, nazvané Amálie. Jeho rozloha je 500 ha a leží mezi dvěma povodími – Karlův Luh a Brejlský potok. Projekt Amálie byl vytvořen ve spolupráci Centra pro vodu, půdu a krajinu při ČZU a VÚ meliorací a ochrany půdy. Nachází se v oblasti, která je v tzv. srážkovém stínu Krušných hor a patří tak k těm nejsušším u nás.

Na Amálii vzniká systém prvků pro adaptaci zemědělské krajiny na klimatické změny. Budou zde budovány retenční nádrže, mokřady, rybníky, moderní zavlažovací systémy a další agrotechnická opatření s využitím moderních technologií. Byly vytvořeny tři pokusné parcely, na kterých se bude ověřovat protierozní účinnost půdy a schopnost vsakování povrchové vody při pěstování čiroku. Na celém území také proběhla analýza drenážních systémů a připraven je také hydrogeologický průzkum a vrty sloužící k monitoringu množství podzemní vody (Sklenička a kol., 2020).

Chytrá krajina Amálie je první z těchto projektů, bude následovat lesní krajina a urbanizovaná. Cílem projektu je vytvořit krajinu, která by se mohla stát vzorem pro konkrétní suché oblasti jak v ČR, tak i v dalších místech Evropy

6.4. Další adaptační opatření

Tato uváděná opatření vychází nejen ze zkušeností odborníků z jiných částí ČR, ale hlavně se opírá o výsledky analýz v rámci projektu Klimadapt. Měla by sloužit nejen pro období sucha, ale i jako prevence větších škod při povodních.

Další opatření s přímým vlivem na odtokový režim v dané oblasti by měla být zaměřena na samotné toky a jejich možnou denaturalizaci. Vodní toky by měly přispět nejen k zadržení vody v krajině, ale hrají také svoji roli při bezpečném odvedení vody povodňových průtoků. Koryta toků by měla být pravidelně udržována, bylo by vhodné jejich rozvlnění, a pokud je to možné, navrácení k přírodě blízkému stavu. Žádoucí je obnova přirozených nivních luk, lužních lesů a mokřadů. V roce 2015 došlo k revitalizaci části Lišanského potoka na Rakovnicku. V nivě potoka vznikly dvě vodní nádrže (2,38 ha a 0,41 ha) a čtyři tůně. Povrch území tvoří plocha původních luk, rákosin a vrbín (mesto-rakovnik.cz, 2022).

Protože Lišanský potok byl v minulosti prakticky celý technicky upraven, bylo by dobré i nadále provádět drobné revitalizační zásahy vhodné, dle pozemkových možností, k rozvolnění, rozčlenění či změlčení koryta.



Obr. 22: Revitalizace v nivě Lišanského potoka (Zdroj: AOPK ČR, 2022)

V roce 2021 začala ve spolupráci Povodí Vltavy úprava dvoukilometrové části Rakovnického potoka, které procházelo i centrem města. Koryto bylo jen mírně upraveno a vloženy do něj kamenné výhony, které zajistí rozvolnění proudnice a úkryt pro drobné živočichy a ryby. V některých úsecích potoka již samovolně dochází k renaturaci, hlavně v údolí pod Rakovníkem. Ústí toku je ale stále vodohospodářsky a hydroekologicky znehodnoceno. Zde by hlavně mělo do budoucna dojít k řádné nápravě a revitalizaci.



Obr. 23: Úpravy Rakovnického potoka (Zdroj: Rakovnický deník, 2021)

V rámci dotací MŽP z „ Programu revitalizace říčních ekosystémů“ lze podpořit obnovu přírodního prostředí, revitalizaci prvků ÚSES vázaných na vodní režim, zakládání umělých mokřadů i obnovu ČOV a zakládání kanalizací.

Zalesněné pozemky také přispívají ke zmírnění důsledků klimatických extrémů v podobě sucha nebo přívalových srážek. Důležitá je obnova přirozených smíšených lesů, jejich pravidelná údržba a zmlazování, podpora přirozené sukcese nebo výstavba malých vodních nádrží či tůní. Opatření na zemědělské půdě by měla mít za úkol zpomalit povodňový odtok a zamezit erozi. Tato opatření mohou působit naopak i jako prevence sucha tím, že zadržují vodu a vlhkost. Problém jsou velké celky polí a těžká mechanizace. Důsledkem je větší rychlost a objem odtoku vody, tím i větší unášecí schopnost a špatné vsakovací podmínky utužené půdy. Vhodné by bylo vytvoření menších úseků polí střídané s plochami luk, znovuoživení zelených mezí a remízků, vytvoření záchytných příkopů nebo suchých nádrží s regulací odtoků vody, ale také ochrana stávajících luk a pastvin. Zásadní je i prevence a ochrana ZPF před nežádoucí suburbanizací a upřednostnění výstavby na území brownfields.

Velké riziko z hlediska odtokových poměrů představují v současnosti také zastavěná území s velkou hustotou zpevněných ploch. Dochází tak ke zrychlenému odtoku z těchto ploch a k minimální infiltraci. Tomu lze zamezit např. výsadbou zeleně a zasakovacích ploch, použitím propustných povrchů a dlažeb, vybudováním

7. DISKUZE

Četnost i intenzita epizod sucha budou pokračovat. Teplota vzduchu se bude zvyšovat a vodní bilance zhoršovat na čím dál větším území. Protože změna klimatu je globální problém, není v silách ČR, aby tento jev jakkoliv zvrátila. Jde jen o to, jak dalece jsme schopni se na ni adaptovat.

Adaptací rozumíme přizpůsobení a příprava měst i krajiny na extrémní počasí jako jsou sucho, letní vedra nebo přívalové deště a povodně. Většina měst připravuje politiku s vhodnými adaptačními opatřeními, která mají pomoci městům problémy

způsobené klimatickou změnou zvládat. Nezbytnou součástí úspěšného zvládnání problematiky sucha je také osvěta a edukace veřejnosti podporované všemi resorty hospodářství.

Klimatická změna se negativně projevuje hlavně na některých povodích v ČR vysycháním toků. Příkladem může být i Rakovnický potok, na kterém se problémy s nedostatkem vody řeší již několik let. Tato bakalářská práce si klade za cíl především představit zájmovou oblast Rakovnicka, kde se stále častěji objevuje sucho se všemi jeho problémy a dopady. Základem práce je popis a zhodnocení vývoje krajiny, podnebí a antropologických změn, včetně změn krajinného pokryvu, který se také podílí na zvýšené rychlosti odtoku vody.

Lidskými zásahy do krajiny dochází ke snížení její retenční schopnosti a snížení doby zadržení vody v půdě, což je důležitým faktorem hlavně v obdobích hydrologického sucha. Rakovnicko je krajina s intenzivně obhospodařovanou půdou, která se střídá s plochami lesů. Od roku 1845 se velikost těchto ploch téměř nezměnila. Velká část krajiny Rakovnicka je poznamenána zemědělskou výrobou a úpravami pozemků (hnojiva, postřiky, meliorace). Rozorání mezí, vodotečí a remízků, meliorace a zhutnění půdy těžkou technikou, zmenšení ploch pastvin a luk nebo monokulturní pěstování plodin. To je jen část problémů, které také přispívají k rychlému odtoku vody. Je nutná změna systému hospodaření na zemědělské půdě, obnova luk a pastvin, změna dotací a pravidel a hlavně zákaz výstavby na těchto pozemcích.

Dalším z dlouhotrvajících problémů jsou upravená, narovnaná koryta vodních toků, jimiž voda také rychle odtéká pryč z povodí. Tento problém se s nastoupením dotačních programů a současného plánování v oblasti životního prostředí daří v posledních letech alespoň částečně řešit. Napomáhají tomu i samovolné renaturace toků v povodí Rakovnického potoka. Je vhodné tyto procesy ve volné krajině podporovat, protože často ušetří čas i finanční prostředky za revitalizační úpravy. Z „Programu revitalizace říčních systémů“ jsou zde také obnovovány drobné vodní nádrže, břehové porosty, ochranné pásy nebo nivní louky. Díky dalšímu „Operačnímu programu Životní prostředí“ je možnost udělení dotací také na výstavbu nových nebo rekonstrukci vodních nádrží.

Pokles hladiny podzemní vody je klíčovým dopadem změny klimatu na hydrologické poměry týkající se území města. Jde o vážnější problém, než je snížení průtoku povrchových vod. Jeho důsledkem je dlouhodobé hydrologické a následně socio-ekonomické sucho. Charakteristika povodí a místní vysoké nároky na odběr podzemní vody jsou výzvou pro co nejrychlejší adaptaci na změnu klimatu. Podle odborné analýzy „Možnosti zmírnění současných důsledků klimatické změny zlepšením akumulační schopnosti v povodí Rakovnického potoka“(2011), lze shrnout důvody snížení podzemní vody do těchto bodů:

- Vytváří se jen malá nebo žádná zásoba vody ze sněhu
- V zimních měsících se zvyšuje územní výpar
- Na konci zimy není půda nasycena vodou
- Srážky neprosakují do podzemí, jen doplňují zásobu vody v půdě

Důsledkem toho je pokles přírodních zásob podzemních vod o 23,5%.

Jak z práce vyplývá, lesní celky si udržují přibližně stejnou rozlohu jako dnes. Došlo však k výrazné změně druhové skladby lesa. V 18. a 19. století byly vysazovány i na nevhodných místech monokultury jehličnanů, hlavně smrků a borovic. Dnes již naštěstí existuje řada místních projektů zaměřených na změnu skladby lesa. Hlavně lesy na Křivoklátsku jsou státním podnikem Lesy ČR rozpracovány projekty, ve kterých je navržena druhová skladba s vysokým podílem cenných listnáčů a jedle bělokoré. Tyto upravené lesy pak dokáží lépe zadržovat vodu v krajině a ochlazovat zemský povrch. Také zde lze čerpat různé dotace na opatření k zadržení vody v krajině – na stavbu menších vodních nádrží, na hrazení toků v lesích, podporu mokřadů a lužních lesů nebo zakládání lesů nových.

V Bakalářské práci jsme zjistili, že na neuspokojivém hydrologickém stavu má příčinu nejenom poloha oblasti (ve srážkovém stínu Krušných hor) a klimatická změna, ale jak již bylo zmíněno, i špatné zacházení lidí s životním prostředím. Důležité je, že jsou zde opět snahy zastavit degradaci krajiny a přistoupit k její postupné obnově, ideálně do původního stavu, nebo alespoň do stavu přírodě blízkého.

8. ZÁVĚR

Rakovnicko je jedním z nejsušších regionů v ČR. Velmi časté je zde vysychání vodních toků, nedostatek pitné vody ve studních nebo uschlé rostliny na polích a nízké výnosy. Krajina je nyní zdecimována nekonečnými lány polí, neexistencí remízků, mokřadů, ale také vybetonovanými a napřímenými koryty potoků a říček. Musíme a je to nutností, vrátit vodu zpátky do krajiny a znovu obnovit malý koloběh vody v přírodě.

V této bakalářské práci je představena klimatická a hydrologická situace na Rakovnicku i hlavní problémy související se změnou klimatu. Jsou popsány postupné negativní změny krajiny, které je nutností navrátit do původního stavu. Jsou zde uvedeny některé příčiny hydrologického sucha a vhodná adaptační opatření k jejich nápravě. Jsou zde představeny projekty dvou nádrží v obcích Senomaty a Šanov s navazujícími závlahami pro chmelnice a projekt vodního díla Kryry k zajištění dostatečného průtoku v povodí Rakovnického potoka v obdobích sucha. Představují se i menší adaptační opatření v krajině ke zlepšení hydrologické situace, která se opírá hlavně o výsledky analýz projektu KLIMADAPT. Na výsledky těchto opatření však můžeme čekat třeba i dalších sto let. Začít proto musíme co nejdříve a to třeba revitalizací vodních toků. A to už se leckde úspěšně daří.

Použité zkratky:

ČR – Česká republika

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav

AV ČR – Akademie věd České republiky

WMO – Světová meteorologická organizace (World Meteorological Organization)

UNESCO – Organizace pro vzdělávání, vědu a kulturu (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization)

NATURA 2000 – Soustava chráněných území v EU

HGR – hydrogeologický region

VÚ – vodní útvar

NDMC – Národní středisko pro zmírňování sucha v Nebrasce, USA (National Drought Mitigation Center)

MT 11 – mírně teplé klima - 11

ČSN – česká technická norma

REZZO – Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší

ÚAP – Územně analytické podklady

ISOH – Informační systém odpadového hospodářství

CENIA – Česká informační agentura životního prostředí

CHKO – Chráněná krajinná oblast

RAKO – výrobce keramických obkladů a dlažeb v Rakovníku, nyní LASSELSBERGER

ERA5 – zdroj dat, pátá generace atmosférické reanalýzy globálního klimatu

KLIMADAPT – projekt, který přispívá ke zmírnění negativních dopadů změny klimatu na obce v České republice

ECMWF – Evropské centrum pro střednědobé předpovědi počasí (European Centre for Medium – Range Weather Forecasts)

VÚV – Výzkumný ústav vodohospodářský

TGM – Tomáš Garrigue Masaryk

MVN – malá vodní nádrž

MZ – Ministerstvo zemědělství

VD – vodní dílo

SPÚ – Státní pozemkový úřad

SWOT – strategická analýza – Silné stránky, Slabé stránky, Příležitost, Hrozby (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats)

ÚSES – Územní systém ekologické stability

ČZU – Česká zemědělská univerzita

ZPF – zemědělský půdní fond

9. Seznam literatury a použitých zdrojů

Literatura

AKADEMIE VĚD ČR. *Současný problém sucha v ČR: expertní stanovisko*. Praha: AV ČR, 2019.

BENEŠ A KOL., J. *Studie proveditelnosti vodních nádrží v povodí Rakovnického potoka*. Praha: Povodí Vltavy s. p., 2014.

BEDNAŘÍK, T. *Rakovnicko*. Litomyšl: Paseka, 2008, 98 s. ISBN 978-80-7185-908-6.

BÍZEK, V. a kol. *Situační zpráva: Východiska a možnosti adaptace na změnu klimatu pro Rakovník*. Praha: TIMUR, 2015.

BRÁZDIL, R. a kol. *Sucho v českých zemích: minulost, současnost a budoucnost: Historie počasí a podnebí v českých zemích, svazek XI*. 2015. Brno: Akademie věd ČR, 2015. ISBN 978-80-87902-11-0.

COOK, B. *Drought: An interdisciplinary perspective* [online]. New York: Columbia Univerzity Press, 2019 [cit. 2022-03-26].

DEMEK, J. a kol. *Hory a nížiny: Zeměpisný lexikon ČR*. Brno: AOPK ČR, 2006. ISBN 80-86064-99-9.

ESTRELA, T. et al. *Extreme hydrological events: floods and droughts.: Environmental issue report No. 21: Sustainable water use in Europe, Part 3*. Denmark: European Environment Agency, 2001.

GUSTART, A. et al. *Low flows and droughts in northern Europe: Flow regimes from international experimental and network data (FRIEND)*. Third report: 1994-97. Unesco/Cemagref, 1997.

HLAVINKA, P. et al. *Effect of drought on yield variability of key crops in Czech Republic*,. 2009 : [Oxford]: Elsevier Science Ltd. - Agricultural and forest meteorology. ISSN 0168-1923.

HORÁČEK, S. a KAŠPÁREK, L.a kol. *Možnosti zmírnění současných důsledků klimatické změny zlepšením akumulční schopnosti v povodí Rakovnického potoka*. Praha: VÚV TGM Praha, 2011.

KEPRTA, M. *Příprava realizace malých vodních nádrží na Rakovnicku*. Praha: Povodí Vltavy s.p., 2016.

KREŠNEROVÁ, M. *Analýza projektů řešících problematiku dlouhodobého sucha ve Středočeském kraji* [online]. Kladno, 2021. Diplomová práce. ČVUT Praha. Vedoucí práce Ing. Kolečák I.

LOŽEK, V. *Zrcadlo minulosti: česká a slovenská krajina v kvartéru*. Praha: Dokořán, 2007. ISBN 978-80-7363-095-9.

MARSCHNER,P. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*.3.London: Academic Press, 2012. ISBN 978-0-12-384905-2.

MATOUŠKOVÁ, M. *Ekohydrologický monitoring vodních toků: v kontextu evropské Rámcové směrnice o vodní politice 2000/60/ES*. 1. Praha: Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, 2008. ISBN 978-80-86561-54-7.

MAROUŠKOVÁ, K. *Projevy a dopady hydrologického sucha v povodí Rakovnického potoka*. Praha, 2006. Diplomová práce. UK Praha. Vedoucí práce RNDr. M. Matoušková Ph.D.

QUITT, E. *Klimatické oblasti Československa*. Studia Geographica. Brno: Geografický ústav ČSAV, 1971.

SHARMA, S.B. a T.K. GOBI. Impact of Drought on Soil and Microbial Diversity in Different Agroecosystems of the Semiarid Zones. *Plant, Soil and Microbes*. 1. Switzerland: Springer, 2016, s. 149-162. ISBN 987-3-319-27453-9.

ŠKOUDLÍNOVÁ, A. *Příroda Rakovníka a jeho okolí*. 1999. Rakovník: město Rakovník, 1999. ISBN 80-858618-27-X.

SKLENIČKA, P. a kol. *Chytrá zemědělská krajina proti suchu a povodním: Plán krajinného systému*. Česká zemědělská univerzita v Praze, VÚMOP Praha, Volcani Center Izrael, CS-PROJECT, spol. s r.o., Centrum pro krajinu, 2020.

SOBÍŠEK, B. a kol. *Meteorologický slovník výkladový a terminologický*. 1. Praha: Academia, MŽP ČR, 1993, 594 s. ISBN 80-85368-45-5.

TALLAKSEN, L.M. a HISDAL, H. Regional analysis of extreme streamflow drought duration and deficit volume. *FRIEND '97 – regional hydrology: concepts and models for sustainable water resource management: Proc. International Conference - Postojna*. 1997.

TALLAKSEN, L.M. a VAN LANEN, H.A. *Hydrological Drought: Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater*. Amsterdam: Elsevier, 2004, (48).

TREML, P. *Největší hydrologická sucha 20. století: Workshop Adolfa Patery 2012 – Extrémní hydrologické jevy v povodích*. 2012.

WILHITE, D.A. *Drought as a Natural Hazard: Concepts and Definitions*. University of Nebraska - Lincoln, 2000.

WILHITE, D.A. *Drought Assessment, Management, and Planning: Theory and Case Studies*. New York: Springer-Verlag, 1993. ISBN 978-1-4613-6416-0.

ŽALUD A KOL., *Z. ZEMĚDĚLSKÉ SUCHO V ČESKÉ REPUBLICE – vývoj, dopady a adaptace*. Praha: Agrární komora České republiky a Ministerstvo zemědělství, 2019. ISBN 978-80-88351-02-3.

Internetové zdroje

BLÁHOVÁ, K. a PETROVIČ F. *Mapování a analýza území zaniklých rybníků v severní části povodí Rakovnického potoka*. [online]. Technická Univerzita v Liberci, 2014, [cit.2020-11-21].

Dostupné z: https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/14878/BP_Kate%C5%99in_a_BI%C3%A1hov%C3%A1.pdf?sequence=1

BRÁZDIL, R. *Jak vzniká sucho?* [online]. 2016 [cit. 2020-11-21]. ISSN 2571-4198. Dostupné z: <https://www.em.muni.cz/vite/8528-jak-vznika-sucho-a-bude-ve-stredni-evrope-casteji>

ČT24. *Nejvyprahlejší české roky. Sucho posloužilo i Stalinovi* [online]. 2015 [cit. 2022-02-12]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/1563832-nejvyprahlejsi-ceske-roky-sucho-poslouzilo-i-stalinovi>

JELÍNEK, J. et. al. *Historický průzkum vývoje lesů CHKO Křivoklátsko* [online]. 2003 [cit. 2021-12-27]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/119394538-Rakovnický-historicky-sbornik.html>

KEPRTOVÁ Z. a kol., *Zpráva o hodnocení množství a jakosti podzemních vod v dílčím povodí Berounky za rok 2017*. [online]. Praha: Povodí Vltavy s.p., 2018. [cit. 2021-12-27]. Dostupné z: <https://www.pvl.cz>.

KUCHYŇOVÁ, Z. *Sucho se může podle vědců v budoucnu odrazit v poklesu ekonomiky* [online]. In: . Praha: Radio Prague International, 2019 [cit. 2020-11-26]. Dostupné z: <https://cesky.radio.cz>

KUPKA, J. a VONDRÁČKOVÁ S. *Lesní krajina Křivoklátska* [online]. Praha, 2019 [cit. 2021-12-27]. ČVUT Praha. Dostupné z: www.hikk-naki.cz.

HAYES M. et al. The Lincoln Declaration on Drought Indices: Universal Meteorological Drought Index Recommended. [online]. *National Drought Mitigation Center, University of Nebraska–Lincoln*. 2010. [cit. 2021-02-07]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1175/2010BAMS3103.1>

MZP. *Sucho a nedostatek vody* [online]. In: . 2020 [cit. 2020-11-21]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/sucho_a_nedostatek_vody

OSN. *Úmluva OSN o boji proti desertifikaci v zemích postižených velkým suchem nebo desertifikací, zvláště v Africe* [online]. Paříž, 1994 [cit. 2020-11-23]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/A115D336158C93B2C1256FC8004048EC/\\$file/zprav203.htm](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/A115D336158C93B2C1256FC8004048EC/$file/zprav203.htm)

POSPÍŠIL, T. *Dopad klimatické změny: Klimatická změna a kůrovec* [online]. In: . Lesy ČR, 2021 [cit. 2021-10-28]. Dostupné z: <https://lesy-cr.cz>

ROUSK, J., SMITH, A.R., JONES, D.L. *Investigating the long-term legacy of drought and warming on the soil microbial community across five European shrubland ecosystems* [online]. 2013 [cit. 2020-11-25]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com>

ŘIČICOVÁ, P. a kol. *Sucho v českých povodích v roce 2003*. [online]. ČHMÚ, 2003 [cit. 2021-11-08]. Dostupné z: <http://voda.chmi.cz>

STOJANOV, R. *Stane se Česká republika suchou zemí* [online]. 2018 [cit. 2021-10-25]. Dostupné z: <https://www.politikaspolecnost.cz>

TRNKA, P. *Možné důsledky déletrvajícího sucha v naší krajině a ve světě* [online]. Brno [cit. 2022-01-21]. AF Mendelu - Ústav aplikované a krajinné ekologie. Dostupné z: http://user.mendelu.cz/xvlcek1/rrc/sucho/TRNKA_3.pdf.

WILHITE, D.A. *Drought as a Natural Hazard: Concepts and Definitions* [online]. University of Nebraska - Lincoln, 2000 [cit. 2022-03-26]. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/978b/179885ad9cd08da8ef466ca717425a4eb82c.pdf>

Schéma sucha v jednotlivých částech hydrologického roku. *Testovací plán sucho - Povodňový plán obce* [online]. Brno, 2010 [cit. 2021-08-26]. Dostupné z: https://www.edpp.cz/vils_vysvetleni-pojmu-sucho-/

Monitoring sucha, ČHMÚ [online]. Praha, 2020 [cit. 2020-11-10]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/>

LUCC CZECHIA: Databáze dlouhodobých změn využití ploch Česka (1845-2000) [online]. Praha: PF UK, 2021 [cit. 2021-11-22]. Dostupné z: <https://www.lucccz.cz/databaze>

VÚV TGM: DIBAVOD [online]. Praha [cit. 2021-10-14]. Dostupné z: <http://www.dibavod.cz>

Ekolist.cz [online]. Praha, 2018 [cit. 2022-02-25]. Dostupné z: <https://ekolist.cz>

In-pocasi.cz [online]. Plzeň, 2021 [cit. 2022-02-25]. Dostupné z: <https://www.in-pocasi.cz>

Bohumín [online]. Karviná, 2013 [cit. 2022-02-25]. Dostupné z: <https://www.mesto-bohumin.cz>

ČT 24 [online]. Praha, 2015 [cit. 2022-02-25]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz>

Rakovnický potok: projekt Vltava.[online]. Tábor, 2012 [cit. 2022-02-25]. Dostupné z: <https://www.kct-tabor.cz/gymta/Vltava/Berounka/RakovnickýPotok/index.htm>

Meteorologický slovník [online]. Praha: ČMeS, 2015 [cit. 2020-11-10]. Dostupné z: <http://slovník.cmes.cz/>

EAGRI [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2009 [cit. 2022-02-25]. Dostupné z: <https://eagri.cz>

Územně analytické podklady ORP Rakovník. [online]. In: . Rakovník, 2020. [cit. 2021-02-25]. Dostupné také z: <https://www.mesto-rakovnik.cz/mesto-1/rozvoj-mesta/uzemne-analyticke-podklady/>

Klimatická změna.cz [online]. Ústav výzkumu globální změny AV ČR, 2021 [cit. 2021-10-22]. Dostupné z: <https://www.klimatickazmena.cz>

Povodí Ohře: Vodní dílo Kryry [online]. Chomutov, 2022 [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <https://www.poh.cz>

Koryto Rakovnického potoka brázdí bagr. Upravuje původní opevnění. *Rakovnický denník* [online]. Praha, 2021 [cit. 2022-03-26]. Dostupné z: <https://rakovnický.denik.cz/zpravy>

AOPK ČR [online]. Praha [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz>

ČÚZK: Zeměměřičský úřad [online]. Praha [cit. 2022-03-24]. Dostupné z: <https://www.cuzk.cz>

Správa CHKO Křivoklátsko [online]. [cit. 2021-10-08]. Dostupné z: <https://krivoklatsko.ochranaprirody.cz>

Meteoblue [online]. [cit. 2021-09-29]. Dostupné z: <https://www.meteoblue.com/>

Půda v číslech [online]. [cit. 2021-09-27]. Dostupné z: <https://statistiky.vumop.cz>

Český hydrometeorologický ústav [online]. Praha, 2020 [cit. 2020-11-23]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/>

Geologická mapa Rakovnicka. *Česká geologická služba: Geovědní mapy* [online]. [cit. 2021-09-19]. Dostupné z: www.mapy.geology.cz

Okres Rakovník. *Mapy Google* [online]. [cit. 2021-09-19]. Dostupné z: www.google.com/maps

Povodí Ohře. *Vodní dílo Kryry: informační leták* [online]. In: . 2020 [cit. 2022-01-29]. Dostupné z: <https://www.poh.cz>

Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. [online]. In: *861 / 2015.MŽP,2015.* [cit.2022-09-19]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie