

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

CENTRUM BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY

**Zhodnocení jakosti koupacích vod v Plzeňském
kraji**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Václav Kašpárek

Geografie se zaměřením na vzdělání

Vedoucí práce: RNDr. Klára Vočadlová, Ph. D.

Plzeň, 2016

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením. RNDr. Kláry Vočadlové, Ph. D. s použitím uvedené literatury a zdrojů informací

V Plzni, dne

.....

vlastnoruční podpis

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval paní RNDr. Kláře Vočadlové, Ph. D. za odbornou pomoc a cenné rady v průběhu zpracování této bakalářské práce a Mgr. Jiřímu Kvapilovi z CENIA, české informační agentury životního prostředí za poskytnutí dat o jakosti koupacích vod.

Abstrakt

Tato práce se zabývá hodnocením jakosti koupacích vod v Plzeňském kraji v letech 2006 až 2015. V první části práce se nachází rozbor literatury a přehled koupacích lokalit. Rešerše popisuje témata týkající se kategorizace koupacích lokalit, popis jednotlivých ukazatelů jakosti vody a popis hodnocení jakosti vody v České republice a Evropské unii. Hlavním cílem práce je zhodnocení jakosti vody podle vybraných ukazatelů jakosti vody. Dalšími cíly je zjistit, zdali se jakost vody zhoršuje v průběhu koupací sezóny a jestli se jakost vody zhoršuje v povodí s vyšším zastoupením orné půdy, než v povodích s vyšším zastoupením lesů. Hlavním výsledkem této práce je zjištění, že jakost vody v Plzeňském kraji má zlepšující se tendenci a že vliv orné půdy v povodí nemá podstatný vliv na jakost koupací vody.

Abstract

This work is aimed at the assessment of the bathing water quality in Pilsen region in the years 2006 to 2015. The first part of the thesis is focused on an analysis of the literature and an overview of bathing sites. The topics related to categorization of bathing areas, description of individual water quality indicators and assessment of water quality in the Czech Republic and the European Union. Goal of this work is assessment of water quality according to selected indicators of water quality. Other goals are to determine whether water quality deteriorates during the bathing season and generally getting worst in the basin with a higher proportion of arable land than in basin with a higher proportion of forests. Individual results are illustrated by graphs, maps and tables, which are describes in detail. The main result of this thesis is to determine the quality of water in Pilsen region has an improving trend. Influence of arable land in the basin has not a significant effect on the quality of bathing water.

Obsah

1. Úvod	3
2. Cíle práce.....	4
3. Legislativa vztahující se k přírodním koupalištím.....	5
4. Sledování kvality vody využívané ke koupání.....	6
5. Rozdělení povrchových vod využívaných ke koupání	7
5.1. Přírodní koupaliště na povrchových vodách bez pozorovatele (Koupací oblast)	7
5.2. Přírodní koupaliště, ve kterých službu nabízí pozorovatel (Koupaliště ve volné přírodě)	7
5.3. Ostatní vodní plochy	8
5.4. Umělá sezónní koupaliště (Betonové nádrže).....	8
5.5. Biotopy	8
6. Ukazatelé jakosti vody.....	9
6.1. Mikrobiologické ukazatele jakosti vody	9
6.2. Ukazatele jakosti vody se zvýšenou pravděpodobností rozmnožení sinic.....	9
6.3. Vizuální sledování odpadu.....	10
7. Podrobný popis jednotlivých ukazatelů jakosti vody a rizika s nimi spojená.....	11
7.1. Mikrobiologické znečištění vody	11
7.1.1. Escherichia coli	11
7.1.2. Intestinální enterokoky	11
7.2. Sinice	11
7.3. pH	12
8. Popis hodnocení jakosti vody.....	13
8.1. Popis průběžného hodnocení jakosti vody	13
8.1.1. Voda vhodná ke koupání.....	13
8.1.2. Voda vhodná ke koupání s mírně zhoršenými vlastnostmi.....	13
8.1.3. Zhoršení jakost vody.....	14
8.1.4. Voda nevhodná ke koupání.....	14
8.1.5. Voda nebezpečná ke koupání – zákaz koupání	15
8.2. Popis hodnocení celkové jakosti vody.....	15
9. Sledování jakosti vody v Evropské unii.....	17
10. Zdroje znečištění povrchových vod.....	18
11. Rekreace spojená s vodou.....	19
12. Přehled zájmových lokalit koupacích vod	19
13. Metodika	26

13.1.	Datové podklady	26
13.2.	Hodnocení jakosti vody podle jednotlivých ukazatelů jakosti vody.....	26
13.3.	Hodnocení jakosti vody podle celkového hodnocení EEA	29
13.4.	Vývoj jakosti koupacích vod v koupacích sezónách	30
13.5.	Význam orných ploch a lesů v povodí koupacích lokalit	31
13.6.	Zdroje znečištění u lokalit s chronicky zhoršenou jakostí vody	32
14.	Výsledky.....	33
14.1.	Přehled četností koupacích lokalit	33
14.2.	Hodnocení jakosti vody sledované během koupací sezóny	34
14.3.	Vývoj jakosti koupacích vody podle ukazatele sinice.....	34
14.4.	Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele chlorofyl	40
14.5.	Vývoj jakosti koupacích vody podle ukazatele pH	46
14.6.	Celková jakost vody podle EEA.....	52
14.7.	Znázornění celkové průběžné jakosti vody	58
14.8.	Srovnání jakosti mezi přírodními lokalitami a betonovými nádržemi.....	59
14.8.1.	Srovnání podle průběžné jakosti vody	59
14.8.2.	Srovnání podle normalizovaného ordinálního rozptylu.....	61
14.9.	Vývoj jakosti vody v průběhu koupací sezóny.....	62
14.10.	Vliv lesů a orné půdy na jakost vody.....	64
14.11.	Zdroje znečištění u lokalit s chronicky zhoršenou jakostí vody	66
14.11.1.	Přehled zdrojů znečištění u přírodních lokalit.....	66
14.11.2.	Rybník Hnačov (MZe)	67
14.11.3.	Rybník Valcha (MZe).....	69
14.11.4.	Horšovský Týn – Podhájí (MZe).....	70
15.	Diskuse	71
16.	Závěr.....	73
	Seznam použité literatury	74
	Seznam použitých elektronických zdrojů	74
	Seznam použité legislativy	75
	Seznam obrázků	76
	Seznam tabulek	78
	Seznam příloh.....	79
	Přílohy	I

1. Úvod

Problematika týkající se jakosti koupacích vod využívaných k rekreaci je v posledních letech stále sledovanější a to jak z pohledu organického znečištění, kam můžeme zařadit výskyt sinic nebo řas, tak i z pohledu anorganického znečištění, které zahrnuje například chemické postřiky, či hnojiva splavené z polí do vody.

Hlavním důvodem měření jakosti vody u koupacích lokalit je pobyt u vody, který je pro mnoho lidí nedílnou součástí jejich života. Většina lidí navštěvuje tyto prostory za účelem relaxace, ale pro některé lidi jsou koupací vody i součástí jejich živobytí. Jakost vody není důležitá jen pro člověka. Nejdůležitější je pro samotné živočichy, kteří ve vodě žijí, nebo je nutná pro jejich přežití. Jakost vod na místech využívaných pro rekreaci se začala v tehdejší Československu systematicky sledovat již v roce 1953. Jakost se sleduje v takzvané koupací sezóně a je zjišťována pomocí různých ukazatelů. Metodický návod k měření kvality vody určuje legislativa, kterou upravuje Ministerstvo zdravotnictví České republiky, Státní zdravotní úřad a Evropská Unie.

2. Cíle práce

Cílem bakalářské práce je zkoumání a porovnání jakosti koupacích vod (povrchových vod využívaných ke koupání ve volné přírodě) v Plzeňském kraji v letech 2006 až 2015. Bude zhodnocena jakost vody na lokalitách ze seznamu vod, na kterých byl v uvedeném období prováděn monitoring jakosti vody ke koupání. Na vybraných lokalitách bude zjišťováno, jaký vliv mají vybrané charakteristiky povodí (land use, bodové a plošné zdroje znečištění) na jakost koupacích vod.

Byly stanoveny následující hypotézy, které budou ověřeny:

1. Dochází k postupnému zhoršování jakosti vody v průběhu koupací sezóny.
2. Jakost koupacích vod je s postupující sezónou horší v povodích s vyšším zastoupením orné půdy, než v povodích s vyšším zastoupením lesů.
3. U lokalit s chronicky zhoršenou jakostí vody se nachází významný bodový či plošný zdroj znečištění.

3. Legislativa vztahující se k přírodním koupalištím

Na koupací lokality v České Republice se vztahuje několik zákonů. Tyto zákony jsou vytvářeny zákonodárnými orgány České republiky a Evropské unie.

Zákon č. 258/2000., o ochraně veřejného zdraví ve znění pozdějších předpisů (především zákona č. 151/2011 Sb.)

V tomto zákoně můžeme najít povinnosti fyzických a právnických osob, týkající se ochrany veřejného zdraví a jeho podpory. Zákon dále určuje orgány, které chrání veřejné zdraví a určuje pravomoci a působnost těchto orgánů. Nařizuje hygienické požadavky, které musí být dodržovány u koupališť ve volné přírodě, umělých koupališť (betonových nádrží a biotopů), bazénů, saun. V zákoně se také nacházejí povinnosti provozovatelů těchto lokalit. Požadavky jsou upřesněny v prováděcí vyhlášce č. 238/2011 Sb.

Vyhláška č. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity pisku v pískovištích venkovních hracích ploch ve znění vyhlášky č. 97/2014 Sb.

Vyhláška upravuje principy pro testování a hodnocení jakosti vody v přírodních koupalištích. Určuje, jakými způsoby a v jakém rozsahu bude informována veřejnost o jakosti povrchových vod ke koupání. Vyhláška upravuje to, jak se koupací lokality budou členit, jaké má být vybavení a provoz v přírodních koupalištích a stanovuje výši hraničních hodnoty ukazatelů jakosti vody v umělých koupalištích. Dále podrobně popisuje mikroklimatické podmínky, které by měli u umělého koupaliště být. Vybavením, provozem umělých koupališť a hygienickými požadavky na úpravu, obměňování a recirkulaci vody v bazénech umělých koupališť se tato vyhláška také podrobně zabývá.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)(ve znění zákona č. 151/2011 Sb.)

Úkolem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovení podmínek pro úsporné využívání zdrojů a pro udržení, či zlepšení jakosti povrchových i podzemních vod. Dalším úkolem je vytvořit kvalitní podmínky pro snižování negativních vlivů povodní, sucha a zabezpečení vodních děl. Zákon stanovuje profil vody ke koupání a povinnost provádět opatření v případě zhoršené jakosti povrchové vody určené ke koupání.

Vyhláška č. 155/2011 Sb., o profilech povrchových vod využívaných ke koupání.

Vyhláška nařizuje obsah a stanovení profilů povrchových vod využívaných ke koupání, podmínky pro přezkoumání, rozsah a způsob předávání podkladů jednotlivým správcům povodí.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/7/ES ze dne 15. února 2006 o řízení jakosti vod ke koupání a o zrušení směrnice 76/160/EHS.

Směrnice obsahuje pravidla k monitorování a klasifikaci jakosti vod ke koupání, řízení jakosti vod ke koupání a předávání informací o jakosti vod veřejnosti.

Tato směrnice je zařazena do českého právního řádu zákonem č. 258/2000 Sb. (ve znění zákona č. 151/2011 Sb.) a č. 254/2001 Sb. (ve znění zákona č. 151/2011 Sb.) a prováděcích vyhlášek č. 238/2011 Sb. a č. 155/2011 Sb.

4. Sledování kvality vody využívané ke koupání

Podle Krajského hygienického ústavu (KHS) města Plzeň se v České republice od roku 2004 každoročně podává zpráva o kvalitě vybraných vod využívaných ke koupání Komisi Evropských společenství (KHS Plzeň, 2014). Kvalita vody je sledována po dobu koupací sezóny jednotlivými Krajskými hygienickými stanicemi, nebo provozovateli koupališť v souladu se zákonem č. 258/200 Sb. a vyhláškou č. 238/2011 Sb., které stanovují výši hygienických limitů jednotlivých ukazatelů jakosti vody v koupacích oblastech. Dále určují četnost a velikost kontrolních testů a požadavky na vybavení (čištění a úklid koupališť).

Kontrola jakosti vody by měla začít krátce před počátkem koupací sezóny. Během koupací sezóny se předpokládá velký počet osob koupajících se ve vodě. Obvykle se jedná o období od 30. května do 1. září. V průběhu sezóny se voda testuje jednou do měsíce. Na místech, kde lze předpokládat větší četnost sinic, se voda ke koupání kontroluje jednou za 14 dní. V případě, že je kvalita vody velmi špatná, lze četnost odběrů navýšit.

Po dobu koupací sezóny Krajské hygienické stanice zveřejňují informace o kvalitě vody ve sledovaných koupacích oblastech.

5. Rozdělení povrchových vod využívaných ke koupání

Povrchové vody využívané ke koupání osob jsou do pěti kategorií (Vyhláška č. 238/2011 Sb.). Tyto kategorie se liší hlavně v tom, kdo danou koupací lokalitu provozuje a kdo provádí monitoring (stát nebo pozorovatel). Další zásadní rozdíl je v proniknutí okolní vody do koupací lokality (přírodní koupaliště či betonové nádrže)

5.1. Přírodní koupaliště na povrchových vodách bez pozorovatele (Koupací oblast)

Jedná se o přírodní koupaliště, u kterých se k monitorování jakosti vody využívá monitorovací kalendář (KHS Plzeň, 2014). V monitorovacím kalendáři je uveden seznam přírodních koupališť sledovaných Krajskou hygienickou stanicí v dané koupací sezóně. Seznam koupališť a délku koupací sezóny určuje Ministerstvo zdravotnictví České republiky. Vedle seznamu přírodních koupališť se v monitorovacím kalendáři nachází i termíny testování vody a seznam sledovaných indikátorů jakosti vody.

Při překročení limitů sledovaných ukazatelů, kdy je ohroženo lidském zdraví, musí Krajská hygienická stanice vydat zákaz používání této vody, ale není povinna kontrolovat, zdali se tento zákaz dodržuje. Tudiž každý návštěvník se může v koupališti koupat na vlastní zodpovědnost. Krajská hygienická stanice zveřejňuje zákazy koupání na vývěskách umístěných poblíž vstupu do vody určené ke koupání, dále jsou zákazy zveřejněny na webových stránkách Krajského hygienického úřadu a na úřední desce obce s rozšířenou působností (SZÚ).

5.2. Přírodní koupaliště, ve kterých službu nabízí pozorovatel (Koupaliště ve volné přírodě)

Do této kategorie spadají přírodní koupaliště provozovaná fyzickou či právnickou osobou (provozovatel). Zde provozovatel provádí monitorování jakosti vody na vlastní náklady v akreditovaných nebo autorizovaných laboratořích a zajišťuje další služby na koupališti. Povinnosti provozovatelů jsou stanoveny zákonem č. 258/2000 Sb. a vyhláškou č. 238/2011 Sb. Mezi další služby patří úklid a odvoz odpadků, údržba ploch na koupališti, provoz záchodů. Tyto služby většinou provozovatel doplňuje provozem sprch a převlékacích kabin. Za provoz doplňujících služeb se u přírodních koupališť většinou platí vstupné.

Při zhoršení kvality vody je provozovatel povinen informovat veřejnost vyvěšením informace u vstupu na koupaliště (KHS Plzeň, 2014). Výsledky rozboru koupací vody je

pozorovatel povinen zaslat na KHS, která může v případě kritických hodnot přikázat větší počet kontrol vody, nebo nařídit zákaz koupání v dané lokalitě.

Do této skupiny zahrnují nádrže ke koupání (tzv. betonové nádrže) a stavby vybavené systémem přírodního čištění vody (tzv. biotopy), pokud lokalitu spravuje provozovatel.

5.3. Ostatní vodní plochy

Lidé se často koupají i na dalších vodních plochách, kde to není zakázáno. To se nazývá obecné užívání vod. Jakost vody zde není nikým monitorována a koupání na těchto plochách probíhá na vlastní zodpovědnost.

5.4. Umělá sezónní koupaliště (Betonové nádrže)

Nejedná se o přírodní koupaliště, ale jde o venkovní bazény s úpravou vody, které má na starost provozovatel v letních měsících. Jakost vody je zde hodnocena přísněji než na přírodních koupalištích (SZÚ). Provozovatel je povinen upravovat a kontrolovat vodu tak, aby odpovídala vyhlášce č. 238/2011 Sb., dále musí provádět rozbory vody v daném rozsahu a četnosti. KHS provádí kontrolu kvality vody v letních měsících v rámci státního zdravotního dozoru.

5.5. Biotopy

Podle vyhlášky č. 238/2011 Sb. jde o stavby vybudované za účelem koupání a rekreace. Biotop je zvláštní tím, že voda v něm je měněna pomocí řízeného přítoku a odtoku. Další možnost cirkulace vody v biotopu je ta, že do něj trvale proudí i odtéká chemicky neupravovaná povrchová voda. Stěny i dno biotopu jsou zhotoveny z materiálu, který zabraňuje průniku podzemních vod do nádrže.

6. Ukazatelé jakosti vody

Pro hodnocení jakosti vody v přírodních koupalištích se využívají takzvané ukazatele jakosti vody. Vyhláška č. 238/2011 Sb. určuje, jaké ukazatele se budou sledovat a jaké bude hodnocení těchto ukazatelů.

6.1. Mikrobiologické ukazatele jakosti vody

U vody se testuje, zdali se v ní nenacházejí intestinální enterokoky a *Escherichia coli*, tyto ukazatele jsou indikátorem fekálního znečištění (Vyhláška č. 238/2011 Sb.). Podle četnosti výskytu se poté voda rozděluje do 4 kategorií: výborná jakost, dobrá jakost, přijatelná jakost a nevyhovující jakost. Hodnocení se zahrnuje jen do celkové jakosti v dané koupací sezóně, tudíž se nenachází v průběžném hodnocení jakosti vody. Celková jakost se hodnotí v rámci naměřené jakosti v dané koupací sezóně a jakosti ze tří předchozích koupacích sezón.

6.2. Ukazatele jakosti vody se zvýšenou pravděpodobností rozmnožení sinic

Sleduje se průhlednost vody způsobená organickými částicemi, výskyt sinic a chlorofylu na hladině nebo ve vodním sloupci a přítomnost vodního květu. Výsledky rozboru se dále rozdělují do 4 stupňů. (Vyhláška č. 238/2011 Sb.)

Stupeň 0 – Žádný výskyt sinic

U tohoto stupně se nevyskytují žádné okem pozorovatelné sinice.

Stupeň 1 – Pozorovatelný výskyt sinic

Ve vodě jsou zjistitelné ojedinělé zelené vločky, kolonie nebo jednotlivá vlákna.

Stupeň 2 – Hojný výskyt sinic

Ve vodě je hojný výskyt sinic, které při břehu tvoří slabší příhladinové shluky sinic nebo je ve vodním sloupci rozptýleno větší množství kolonií či jednotlivých vláken sinic.

Stupeň 3 – Masový výskyt sinic

U tohoto stupně je výskyt sinic ve velkém množství. Sinice tvoří silné příhladinové květy velkého rozsahu. Na břehu může být naplaveno větší množství zeleného kašovitého materiálu.

6.3. Vizuální sledování odpadu

V přírodních koupalištích se sleduje znečištění antropogenními odpady a přírodním znečištěním. Za odpady se pokládají produkty vytvořené lidskou aktivitou (sklo, plasty, guma apod.). Do přírodního znečištění se zařazují pozůstatky suchozemských organických rostlin (větve, kmeny, listy, posekaná tráva) a makroskopické vodní organismy (řasy, stonky, části vodních rostlin, mrtvé ryby a peří ptáků). Pokud podmínky dovolí, je nutné provádět vizuální sledování podél celého břehu koupaliště. Výsledek vizuální kontroly je vyjádřen pomocí 4 stupňů. (Vyhláška č. 238/2011 Sb.)

Stupeň 0 – Zanedbatelné znečištění

Není přítomné žádné znečištění, nebo jen v zanedbatelné míře.

Stupeň 1 – Mírné znečištění

Výskyt odpadků nebo přírodního znečištění je ojedinělý a nemá významný vliv na rekreační využití koupaliště.

Stupeň 2 – Místy značné znečištění

Na některých místech je znečištění v takovém rozsahu, že značně omezuje nebo znemožňuje rekreační využití postižených částí koupaliště.

Stupeň 3 – Značné znečištění podél celého břehu

Nahromaděný odpad se nachází podél celého břehu a míra znečištění je taková, že to omezuje nebo znemožňuje využití koupaliště.

7. Podrobný popis jednotlivých ukazatelů jakosti vody a rizika s nimi spojená

7.1. Mikrobiologické znečištění vody

Následující popis mikrobiologických ukazatelů jakosti vody je podrobněji rozebrán na stránkách Světové zdravotnické organizace (WHO).

7.1.1. Escherichia coli

Escherichia coli, známé také jako *E. coli* jsou podle Světové zdravotnické organizace bakterie, které se běžně vyskytují ve střevech lidí a teplokrevných živočichů (WHO, 2011). Většina těchto bakterií jsou neškodné, ale některé kmeny mohou způsobovat závažná onemocnění. Největším zdrojem tohoto patogenu jsou přežvýkavci. Mezi hlavní producenty patří ovce, kozy, krávy, ale i jeleni. Tyto bakterie se na člověka přenáší konzumací syrového nebo nedostatečně tepelně upraveného masa a masných výrobků, dále v syrovém mléce a konzumací fekálně znečištěné vody a potravy. Dalším způsobem je rekreace ve vodě, která byla bakterií *E. coli* infikována.

Mezi příznaky onemocnění bakterií *E. coli* patří křeče v břiše a střevní potíže, které se v některých případech mohou rozvinout až do krvavých průjmu. Tyto příznaky mohou doprovázet horečky a zvracení. Inkubační doba se pohybuje od tří do osmi dnů. U malých dětí a starších lidí může infekce ohrozit nakaženého na životě.

7.1.2. Intestinální enterokoky

Tyto bakterie se stejně jako bakterie *E. coli* nacházejí ve střevech lidí a teplokrevných živočichů. Jsou jedním z hlavních indikátorů fekálního znečištění. Enterokoky jsou odolné vůči vnějšímu prostředí. Způsobují infekce močových cest a žlučových cest, infekce ran a gynekologické záněty. Hlavní producenty jsou přežvýkavci a obrovské zásobárny těchto bakterií jsou čistírny odpadních vod a odpadní kanalizace (WHO, 2011). Infekce těmito bakteriemi je většinou způsobena právě únikem vody z čistíren a odpadních kanalizací do vod určených k rekreaci a koupání.

7.2. Sinice

Podle Státního zdravotního ústavu sinice patří do skupiny organismů s názvem fytoplankton a vedle sinic se v této skupině také nacházejí i řasy (SZÚ, 2004). Řasy a sinice mají ve vodě stejnou úlohu, ale sinice jsou z pohledu zdravotního hlediska daleko nebezpečnější. Pokud se ve vodě vyskytuje větší hojnost fytoplanktonu, vznikne takzvaný vegetační zákal. Sinice mají tendenci vystupovat vzhůru ke hladině a hromadit se v podobě zelené kaše nebo drobných, až několik milimetrů velkých částic (částičky se někdy

tvarově podobají jehlicím, někdy připomínají krupici). Nahromaděné částice formují na hladině vody takzvaný vodní květ sinic. Největší rozšíření sinic je obvykle koncem léta v měsíci srpnu, někdy už v červenci.

Sinice mohou díky obsahu některých látek způsobovat alergie. Podle citlivosti člověka se alergie projevují různými příznaky. Od zarudnutí očí, po různě silné vyrážky. Sinice ve velkém množství mohou produkovat toxiny. Intenzita otravy ze sinic se projevuje podle množství toxinů, které pronikly do těla. Lehká otrava, projevující se žaludečními a střevními problémy, nebo akutní otrava, která může způsobit i vážnější jaterní problémy.

7.3. pH

Hodnota pH určuje, zda vodný roztok reaguje kyselě či zásaditě. Stupnice pH nabývá hodnot 1 – 14, přičemž do hodnoty 7 se jedná o roztok kyselý a o roztoku nad hodnotu 7 hovoříme o roztoku zásaditém. V koupacích oblastech překročení hodnoty pH neznámá riziko.

8. Popis hodnocení jakosti vody

8.1. Popis průběžného hodnocení jakosti vody

Pravidla pro hodnocení jakosti vod v přírodních koupalištích provozovaných na povrchových vodách určuje Vyhláška č. 238/2011 Sb., tato vyhláška je k nalezení v příloze č. 6.

Poté co provozovatel odebere vzorky a odešle je na rozbor, tak je každý rozbor vyhodnocen podle následujících pravidel.

8.1.1. Voda vhodná ke koupání

(ukazatel "jakosti vody" = 1)

Jedná se o nezávadnou vodu s nízkým rizikem vzniku zdravotních problémů při koupání a další užíváním této vody. Vyskytují se vyhovující smyslově postižitelné vlastnosti.



Barva značky je modrá.

Této značky se využívá, pokud nastaly všechny z následujících skutečností. Sinice nedosahovaly při posledním odběru 1. stupně. Na konci uplynulé koupací sezóny bylo vyhodnocení mikrobiologických ukazatelů klasifikováno jako výborné. Při posledním odběru nebyly zhoršeny smyslově postižitelné vlastnosti vody. Pokud byla průhlednost větší než 1 m (Vyhláška č. 238/2011 Sb.).

8.1.2. Voda vhodná ke koupání s mírně zhoršenými vlastnostmi

(ukazatel "jakosti vody" = 2)

V přírodním koupališti se nalézá neškodná voda a při koupání v této vodě je malá možnost vzniku zdravotních problémů. Pokud jsou zpozorovány náznaky zhoršující smyslové vlastnosti, doporučuje se po rekreaci v této vodě osprchovat.



Barva značky je zelená.

Stupeň je použit, pokud nastane alespoň jedna z následujících skutečností. Při posledním odběru byla průhlednost způsobená organickými látkami menší než 1 m. Voda ke koupání byla při odběru znečištěna odpady na úrovni 1. stupně. Vyhodnocení mikrobiologických

ukazatelů bylo vyhodnoceno jako dobré a výsledky při posledním odběru nedosáhly 1. stupně (Vyhláška č. 238/2011 Sb.).

8.1.3. Zhoršení jakost vody

(ukazatel “jakosti vody“ = 3)

Při používání takto postižené vody se vyskytuje mírně zvýšená možnost vzniku zdravotních potíží. U některých jedinců je možný výskyt mírné alergie. Po koupání v této vodě je doporučeno se osprchovat.



Barva značky je oranžová.

Značka se použije, nastane-li alespoň jedna z následujících skutečností. Výsledky testů sinic dosáhly hranice 1. stupně. Jakost vody po vyhodnocení mikrobiologických indikátorů byla klasifikována jako přijatelná (Vyhláška č. 238/2011 Sb.).

8.1.4. Voda nevhodná ke koupání

(ukazatel “jakosti vody“ = 4)

Voda nespĺňuje hygienické podmínky a představuje zdravotní riziko. Při koupání je nebezpečná hlavně pro děti, těhotné ženy či osoby mající problémy s alergií nebo s oslabeným imunitním systémem.



Barva značky je červená.

Značka je použita v případě, nastane-li alespoň jedna z následujících skutečností. Nálezy sinic a chlorofyly z posledního rozboru překročily limity 2. stupně. Jakost vody po vyhodnocení mikrobiologických ukazatelů dosáhla úrovně nevyhovující. Voda byla znečištěna odpady na úrovni 2. nebo 3. stupně a byla zaznamenána přítomnost přírodního znečištění. Smyslově postižitelné vlastnosti jako zápach, olejový film, pěna na hladině jsou v takovém rozsahu, že rekreační využití je vyloučeno (Vyhláška č. 238/2011 Sb.).

8.1.5. Voda nebezpečná ke koupání – zákaz koupání

(ukazatel “jakosti vody“ = 5)

Tato voda neodpovídá hygienickým normám a lidem koupajícím se v ní hrozí akutní poškození zdraví. Jakmile se v nějaké koupací lokalitě vyskytne takto postižená voda, vyhlašuje se zákaz koupání.



Barva značky je černá.

Pátý stupeň se použije, pokud nastane přinejmenším jedna z následujících skutečností. Po posledním odběru došlo k překročení 3. stupně pro ukazatele sinic nebo vodního květu a chlorofyly. Mikrobiologické ukazatele dosáhly úrovně nevyhovující. Pokud existuje podezření, že může být vážně ohroženo zdraví koupajících se ve vodě, zejména při nevysvětlitelném masivním úhynu ryb, i když ukazatelé jakosti vody jsou v pořádku (Vyhláška č. 238/2011 Sb.).

8.2. Popis hodnocení celkové jakosti vody

Celkovou jakost povrchových koupacích vod sleduje v rámci evropské unie Evropská agentura pro životní prostředí (European Environment Agency – EEA). Do roku 2008 se hodnocení celkové jakosti vody řídilo podle směrnice 76/160/EEC, od roku 2008 stanovuje pravidla nová směrnice 2006/7/EC.

Směrnice 76/160/ECC určovala limitní hodnoty, kterých musel každý členský stát dosáhnout do deseti let od vydání této směrnice. Na základě naměřených vzorků pro danou koupací sezónu a vzorků, které byly naměřeny ve třech předcházejících koupacích sezónách, kdy muselo být naměřeno minimálně 16 vzorků, se stanoví celková jakost vody. Pokud se v dané koupací oblasti sledovala jakost vody, používaly se tři základní kategorie celkového hodnocení jakosti vody.

CG – Vyhovující limitním i doporučeným hodnotám

CI – Vyhovující pouze limitním hodnotám

NC – nevyhovující limitním hodnotám

U oblastí, kde se v dané koupací sezóně nemonitorovala jakost vody, existují kategorie popisující důvody absence měření.

B – zákaz koupání nebo uzavřeno

NF – nedostatečné vzorkování

NS – nezařazeno do vzorkování

Nyní platná směrnice 2006/7/EC nahradila směrnicí 76/160/ECC a vešla v platnost 24. března 2008. Stejně jako v případě směrnice 2006/7/EC je k úspěšnému zhodnocení celkové jakosti vody potřeba údajů z naměřených vzorků pro danou koupací sezónu a pro tři předcházející koupací sezóny. Soubory údajů musí vždy obsahovat alespoň 16 naměřených vzorků. Na základě naměřených vzorků členské státy klasifikují zjištěné údaje do čtyř kategorií.

1. Výborné
2. Dobré
3. Přijatelné
4. Nevyhovující

U koupacích oblastí, ve kterých se nemohla celková jakost vody změřit, se užívá popisků, které udávají důvod absence hodnocení celkové jakosti vody.

Zavřeno

Permanentně zavřeno

Nedostatečné vzorkování

Nová koupací oblast

Výrazné změny

Členské státy mají dále povinnost informovat širokou veřejnost o celkové jakosti vody.

Tyto informace podává pomocí počtu hvězdiček na stanovených značkách.

Výborná jakost vody



Nevyhovující jakost vody



9. Sledování jakosti vody v Evropské unii

Jednotná pravidla a stanoviska pro sledování jakosti vody v celé Evropské unii se řídí podle směrnice EU Bathing Water Directive 2006/7/EC.

Oficiální počátek měření jakosti vody v Evropské unii sahá k roku 1976, kdy vyšla první směrnice Bathing Water Directive 76/160/EC. Tato směrnice byla v roce 2006 nahrazena novou, která se vztahuje na povrchové vody. Tyto vody jsou využívány ke koupání a patří sem všechny povrchové vody, s výjimkou bazénů, lázeňských oblastí a vod využívaných k léčebným účelům. Nová směrnice je založena na základě vědeckých poznatků z oblasti zdravotnictví a oblasti životního prostředí. Hlavním úkolem směrnice je poskytovat lepší a včasné informace občanům o jakosti vody určené ke koupání. Dále je důležitý přechod z jednoduchého vzorkování a monitorování k propracovanějšímu a více sofistikovanějšímu vzorkování vody. Tato směrnice byla začleněna do všech zemí Evropské unie za účelem kontroly a vytvoření základního přehledu o jakosti vody. Do vod, které evropská unie monitoruje, patří řeky, jezera, podzemní vody a pobřežní vody. Pobřežní vody se v České republice nevyskytují a do těchto vod spadají řeky vyúsťující do moře a voda v blízkosti pobřeží.

Jsou zde dva hlavní parametry, které určují jakost vody. Jeden z nich jsou intestinální enterokoky a druhý *Escherichia coli* (jinak známé jako *E coli*), obě tyto bakterie indikují fekální znečištění. Dále jednotlivé členské státy mohou monitorovat další parametry podle svých potřeb například v České republice sinice a řasy.

Členské státy musí sledovat vody určené ke koupání v průběhu koupací sezóny každý rok. Měření musí být provedeno minimálně čtyřikrát do roka a to maximálně v měsíčním rozestupu. Výjimky jsou dovoleny pouze, když je koupací sezóna v daný rok příliš krátká.

Vody jsou klasifikovány podle úrovně jejich jakosti: špatná, dostatečná, dobrá nebo vynikající. Každá úroveň má svoji značku. Tyto značky se vyvěšují v blízkosti koupací oblasti. Průměrná úroveň jakosti vody měla být u všech členských států v roce 2015 na úrovni „dostatečný“. Pokud je průměrná úroveň v některém členském státu „nevyhovující“, měl by daný stát přijmout určitá opatření například zákaz koupání, nebo zažádat jiné státy o poradenství či poskytnou informaci o dané úrovni.

Každý členský stát měl do roku 2011 připravit dokument, do kterého popíše možné dopady a ohrožení při koupání ve vodě se zhoršenou jakostí, dále by měla být v dokumentu

podrobně popsaná místa se zhoršenou jakostí vody a místa, ve kterých se nacházejí monitorovací stanice.

Každý rok Evropská komise zveřejní souhrnnou zprávu o jakosti vod ke koupání, která je založena na základě zpráv jednotlivých členských států. Dále jsou vytvořeny interaktivní mapy a různé online servery, kam se může běžný občan podívat na průměrnou kvalitu vody jednotlivých členských států i na kvalitu vody své oblíbené koupací lokality.

10. Zdroje znečištění povrchových vod

Zdroje znečištění povrchových vod se člení do několika kategorií. (Langhammer, 2009)

Základní členění podle původu: antropogenní (znečištění vzniklé lidskou činností) a přírodní znečištění (znečištění způsobené přírodními jevy, například geologické podloží, klimatické poměry atd.)

Členění podle prostorové povahy zdroje: plošné, liniové a bodové

Členění zdrojů podle charakteru transportu znečištění: bodové, plošné a difúzní

Zdroje bodového znečištění jsou místa, ve kterých dochází k přímému vypouštění škodlivých látek do vody. Příkladem bodového znečištění je vypouštění odpadních vod z energetických závodů, měst, obcí a průmyslových závodů.

Zdroje difúzního znečištění obsahují rozptýlené malé bodové zdroje znečištění. Nejčastějším difúzním zdrojem znečištění jsou zdroje odpadních vod z živočišné výroby, dále úniky ze silážních a senážních jam a úniky ze skladovacích technických prostor.

Plošné zdroje představují povrchové splachy a smyvy z plochy povodí. Jako jeden z nejvýznamnějších zdrojů plošného znečištění se považuje zemědělská činnost. Splavení umělých (pesticidy, herbicidy,...) a přírodních hnojiv (hnůj, močůvka, kejda,...). Dále zemědělství výrazně urychluje odnos materiálu z polí do povrchových vod. Dalším plošným zdrojem znečištění je například odnos drobných látek (jehličí, šišky atd.) z lesů do blízkých povrchových vod, toto znečištění není však moc nebezpečné. (Langhammer, 2009)

11. Rekreace spojená s vodou

Rekreace u vody je nedílnou součástí lidského života a zařazuje se mezi nejučinnější formu odpočinku (Blažek et al., 2006). Tuto formu odpočinku mohou provozovat lidé každého věku. V současnosti můžeme vodní rekreaci objevit v mnoha různých podobách, jako je například koupání, plavání, slunění, surfování, potápění a mnoho dalších způsobů. Nejvíce rozšířená činnost ve vodní rekreaci je plavání. Plavání pomáhá naší fyzické kondici a hlavně také razantně přispívá k regeneraci našich duševních sil a psychiky, která je v dnešní době čím dál více namáhána. Z některých rekreačních činností prováděných u vody se postupem času vyvinuly vodní sporty. Vodní plochy také velice napomáhají lidem ve městech, kde má populace omezený přístup k přírodě a díky tomu i nedostatek pohybu. Přítomnost rozsáhlé vodní plochy pozitivně působí na obyvatelstvo ve městě. Již jen samotný pohled na vodní hladinu přináší klid do lidského nitra. Voda také svým vypařováním zvlhčuje vzduch, čímž tlumí náhlé výkyvy teplot a poskytuje možnost provádění rekreačních činností. (Blažek et al., 2006)

12. Přehled zájmových lokalit koupacích vod

Jako zájmové lokality byly pro potřeby této práce zvoleny lokality koupacích vod v Plzeňském kraji, na kterých je Krajskou hygienickou stanicí sledována jakost vody. Přehled vyobrazuje všechny koupací lokality z Plzeňského kraje (Tab. 1). Tyto lokality se podle KHS města Plzeň dělí do čtyř základních skupin a to na betonové nádrže, koupací oblasti, koupaliště ve volné přírodě a biotopy. Obecný přehled koupacích lokalit je znázorněn pomocí tabulky s názvy a typy jednotlivých koupacích míst a pomocí map. V přehledové mapě je každému typu přidělen tvarově a barevně specifický symbol.

Tabulka č. 1: Obecný přehled koupacích lokalit a jejich typ (Národní geoportál INSPIRE)

Název	Typ
Babylon	koupaliště ve volné přírodě
lom - Starý Klíčov	koupaliště ve volné přírodě
Horšovský Týn - Podhájí	koupaliště ve volné přírodě
rybník Hnačov	koupací oblast
rybník Valcha	koupací oblast
VN Hracholusky - Na Radosti	koupací oblast
VN Hracholusky – hráz	koupací oblast
lom - jezírko Košutka	koupací oblast
Kamenný rybník	koupací oblast
Senecský rybník	koupací oblast
Šidlovský rybník	koupací oblast
Velký Bolevecký rybník - hráz	koupací oblast
Velký Bolevecký rybník - Ostende	koupací oblast
Velhartice - rybník Bušek	koupací oblast
koupaliště Běšiny	betonová nádrž
koupaliště Chata Povydrří	betonová nádrž
Kamenný Újezd	betonová nádrž
koupaliště Luh	betonová nádrž
nádrž Kdyně - Hájovna	betonová nádrž
nádrž Tachov	betonová nádrž
koupaliště Černíkov - Úžlebce	betonová nádrž
koupaliště Kanice	betonová nádrž
koupaliště Němčice u Kdyně	betonová nádrž
koupaliště Smržovice	betonová nádrž
koupaliště Strážov	betonová nádrž
koupaliště Hnačov - Nad Rybníkem	betonová nádrž
koupaliště Dolany	betonová nádrž
koupaliště Nýrsko	betonová nádrž
koupaliště Janovice nad Úhlavou	betonová nádrž
koupaliště Kolinec	betonová nádrž
koupaliště Rokycany	betonová nádrž
koupaliště Žihobce	betonová nádrž
koupaliště Anín	betonová nádrž
koupaliště Planá	betonová nádrž
přírodní biotop České údolí	Biotop
přírodní biotop Kotynka Dobřany	Biotop

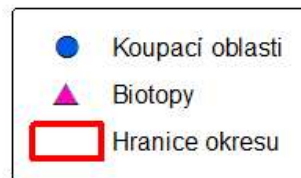
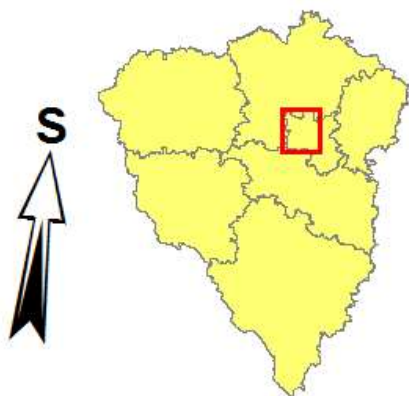
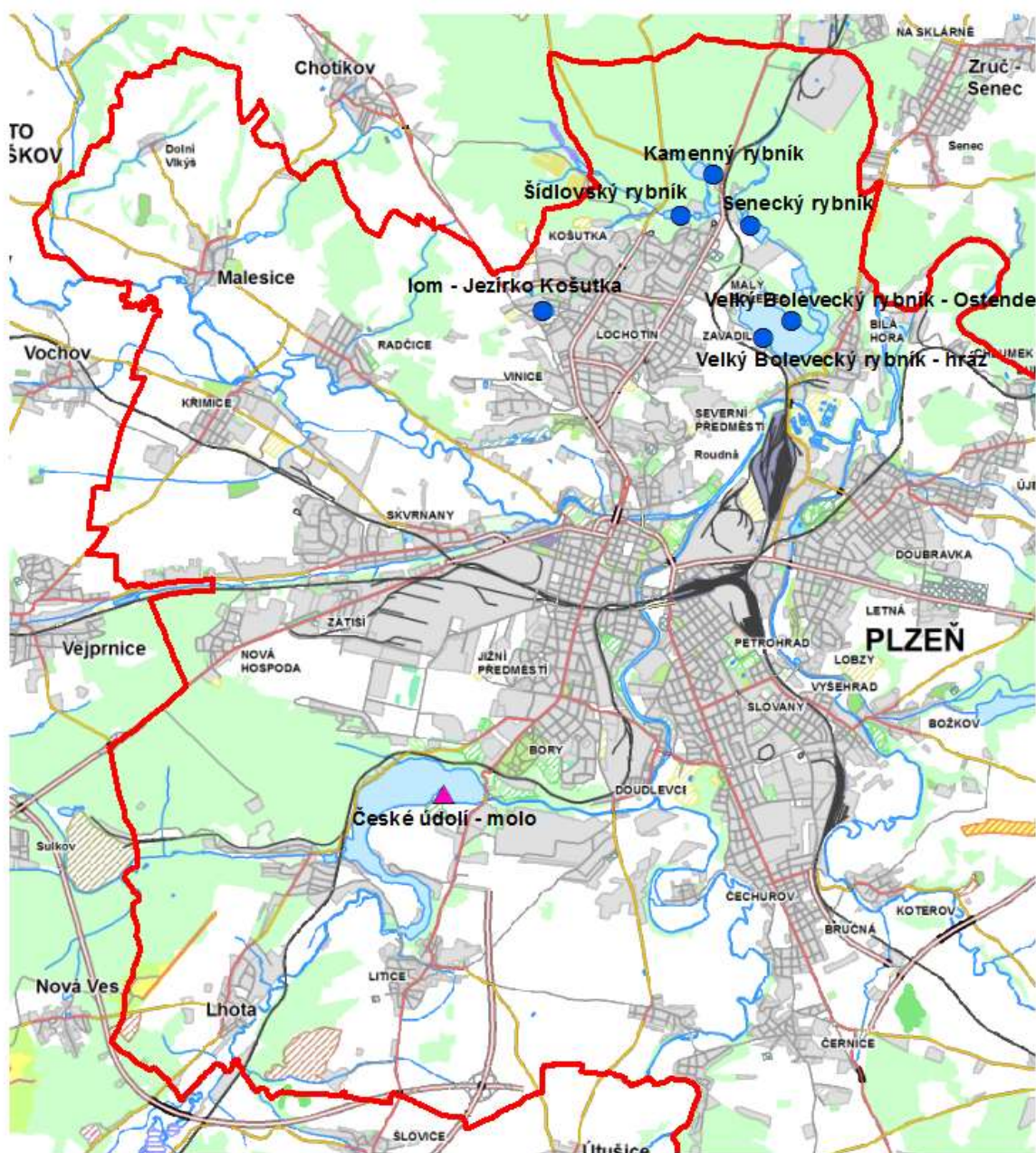
Největší zastoupení koupacích míst v Plzeňském kraji mají betonové nádrže, poté koupací oblasti, koupaliště ve volné přírodě a biotopy jsou zastoupeny v menším množství.



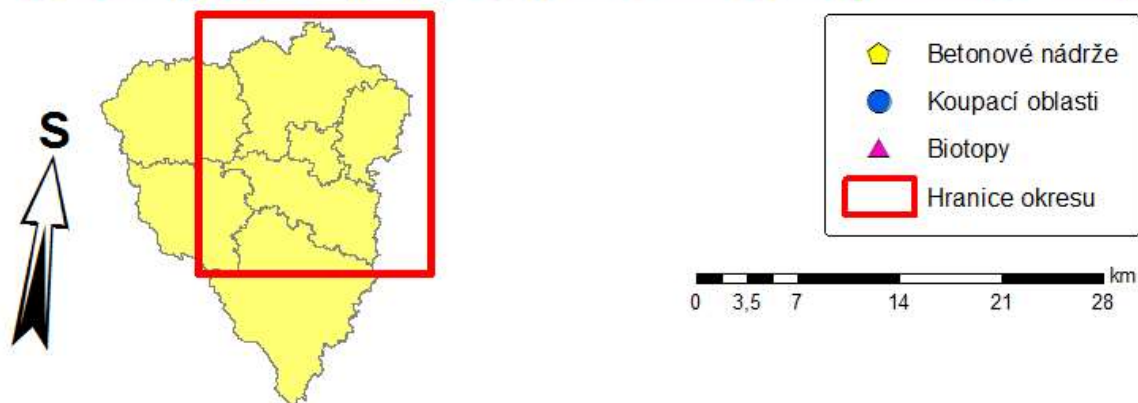
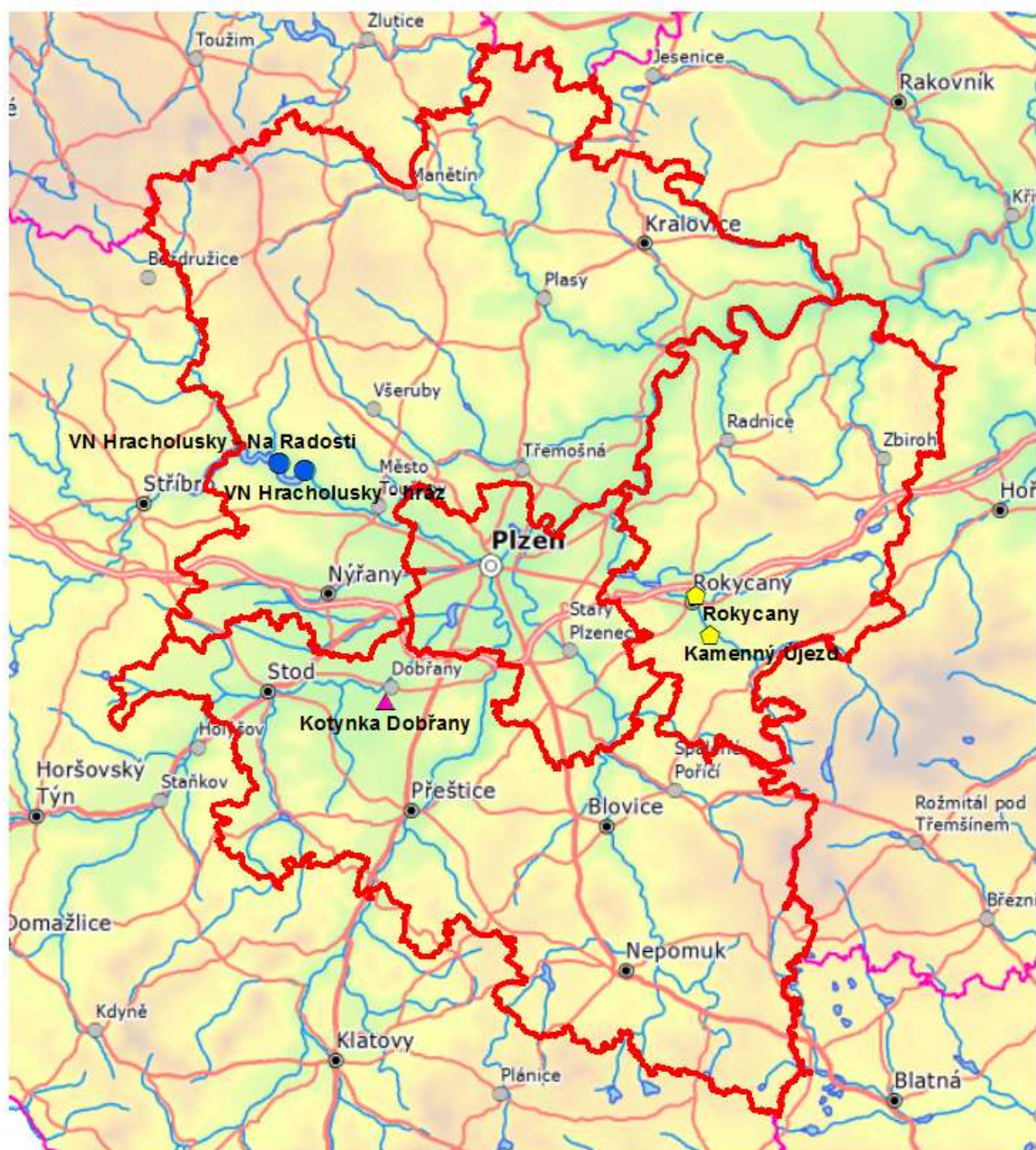
Obrázek č. 1: Obecný přehled koupacích lokalit v okrese Domažlice a Tachov (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚZK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)



Obrázek č. 2: Obecný přehled koupacích lokalit v okrese Klatovy (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚŽK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)



Obrázek č. 3: Obecný přehled koupacích oblastí v lokalitě okresu Plzeň-město (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚZK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)



Obrázek č. 4: Obecný přehled koupacích lokalit v okrese Plzeň-jih, Plzeň-sever a v okrese Rokycany (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚZK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)

Největší koncentrace koupacích lokalit se vyskytuje v okrese Klatovy, většinou to jsou betonové nádrže. Koupaliště ve volné přírodě se v Plzeňském kraji vyskytují pouze v okrese Domažlice. V okrese Tachov, Plzeň-sever, Plzeň-jih a Rokycany je výskyt koupacích lokalit velmi malý, v každém z těchto okresů se vyskytují nanejvýš dvě koupací lokality.

13. Metodika

Hlavními datovými podklady pro zpracování této práce byla databáze jakosti koupacích vod poskytnutá CENIA, českou informační agenturou životního prostředí, dále pak databáze Evropské agentury životního prostředí (EEA), webové stránky Ministerstva zemědělství a Krajských hygienických stanic. Mapové podklady jsou mapy vytvořené ČÚZK (český úřad zeměměřický a katastrální), které byly získány z geopotrálu CENIA.

13.1. Datové podklady





Pro hodnocení povrchových koupacích vod podle jednotlivých ukazatelů jakosti vody bylo zvoleno období deseti let, od roku 2006 do roku 2015. Zájmovým územím je Plzeňský kraj a koupací lokality v něm. Počet je díky otevíráním a rušením těchto lokalit proměnlivý a pohyboval se ve zvoleném časovém období mezi 10 až 31 koupacími lokalitami.

Hlavním zdrojem dat ke znázornění základních ukazatelů jakosti vody (sinice, chlorofyl, pH) a celkové jakosti měřené v průběhu jednotlivých sezón byla databáze CENIA, české agentury životního prostředí (Národní geoportál INSPIRE), zatímco hodnoty týkající se mikrobiologických ukazatelů jsou zahrnuty v celkovém hodnocení jakosti vody za sezónu podle Evropské agentury životního prostředí (European environment agency). Z databáze se vytrídila jen data pro Plzeňský kraj, ze kterých se podle lokality a data měření vytvořily tabulky jednotlivých ukazatelů jakosti vody.

13.2. Hodnocení jakosti vody podle jednotlivých ukazatelů jakosti vody

Ke znázornění základních ukazatelů jakosti koupacích vod (sinice, chlorofyl, pH) bylo využito tabulek zabarvených podle úrovně znečištění a kartodiagramů. Pro vytvoření barevné tabulky znázorňující stav znečištění jednotlivých ukazatelů v sezóně byla pro každou koupací lokalitu vybrána nejhorší naměřená hodnota z každé koupací sezóny, jelikož po skončení koupací sezóny případně dané sezóně nejhorší naměřená hodnota jako celková sezónní hodnota. Konkrétní naměřené hodnoty se roztřídily a zařadily do jednotlivých kategorií určujících stupeň jakosti vody podle vyhlášky č. 238/2011 Sb. Každému stupni byla přiřazena barva znázorňující úroveň jakosti daného ukazatele (Tab. 2, Tab. 3 a Tab. 4).



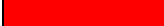
Tabulka č. 2: Barevné znázornění jednotlivých stupňů ukazatele sinice

Stupeň	buňky/ml	
0	0	
1	20 000	
2	100 000	
3	250 000	
Neměřeno		

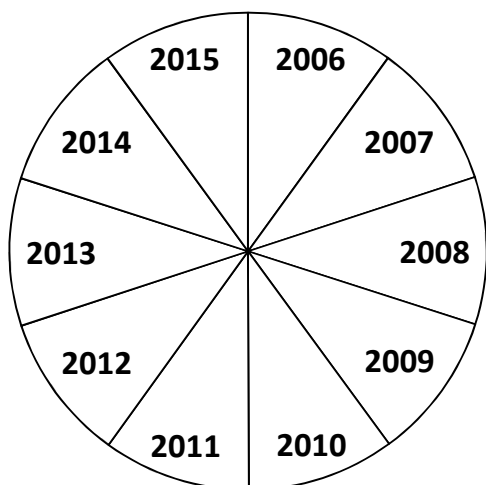
Tabulka č. 3: Barevné znázornění jednotlivých stupňů ukazatele chlorofyl

Stupeň	µg/l	
0	0	
1	10	
2	50	
3	100	
Neměřeno		

Tabulka č. 4: Barevné znázornění jednotlivých stupňů ukazatele chlorofyl

Stupeň	Stav	Hodnota pH	Barva
1	Normální stav	6-9	
2	Zásaditá voda	>9	
3	Kyselá voda	<6	

Pro znázornění jednotlivých map se za účelem větší přehlednosti musel Plzeňský kraj rozdělit na čtyři menší území. Byly vytvořeny mapy znázorňující rozmístění koupacích oblastí v Plzeňském kraji a typ jednotlivých koupacích lokalit, které jsou vyjádřeny pomocí různých barev a tvarů. Dále byly vytvořeny kartodiagramy, které obsahují koláčové grafy rozdělené na deset stejných částí (Obr. 5). Každá část je vybarveny barvou vyjadřující úroveň daného ukazatele jakosti vody ve sledovaných koupacích sezónách.



Obrázek č. 5: Ukázka diagramu použitého v mapách

Tabulka č. 5: Barvená škála vyskytující se v diagramech v kartodiagramech

Stupeň	
0	
1	
2	
3	
Neměřeno	

Diagram je rozdělen na tolik dílků, kolik let bylo sledováno (Obr. 5). Každému dílku byla přiřazena barva, podle toho jaké nejhorší úrovně bylo v daném roce dosaženo (Tab. 5). V kartodiagramech se dále vyskytují menší mapky vyobrazující Plzeňský kraj (tato mapka ohraničuje zkoumaný okres), legenda, směrová růžice a měřítko.

Mírně odlišné jsou kartodiagramy ukazatele pH a to díky tomu, že pH se zaznamenávalo pouze do roku 2011 a tudíž v tabulkách a mapách chybí poslední neměřené roky.

Zhodnocena byla též celková jakost podle kategorií daných vyhláškou č. 238/2011 Sb. (více v kapitole č. 8.1). Pro znázornění četnosti výskytu jednotlivých kategorií průběžné jakosti během sledovaných sezón byl pro každou lokalitu zvlášť vytvořen histogram. Také byl vytvořen histogram, který vyobrazuje absolutní četnost jednotlivých typů lokalit v okresech.

V práci byly také porovnány rozdíly v jakosti vody mezi přírodními lokalitami (koupaliště ve volné přírodě a koupací oblastmi) a betonovými nádržemi. K porovnání byla použita tabulka, do které se zaznamenala pro každý rok a lokalitu nejhorší dosažená hodnota

celkové jakosti v koupací sezóně. Byla zaznamenána nejhorší hodnota z koupací sezóny, protože po skončení koupací sezóny případně dané sezóně nejhorší naměřená hodnota jako celková sezónní hodnota. Z této tabulky vznikly dva histogramy pro přírodní lokality a betonové nádrže. Tyto histogramy znázorňují četnost jednotlivých stupňů kvality pro koupací lokality.

K porovnání variability v jakosti mezi přírodními a betonovými nádržemi bylo použito míry variability, konkrétně normalizovaný ordinální rozptyl, který slouží k určení míry homogenity souboru dat (Anděl, 2008). Jako vstupní data byla použita tabulka znázorňující nejhorší hodnoty průběžné jakosti vody v jednotlivých koupacích sezónách. Normalizovaný ordinální rozptyl se vypočítá pomocí **ordinálního rozptylu**:

$$dorvar = 2 \sum_{i=1}^K P_i(1 - P_i)$$

K = počet kategorií

P_i = kumulativní relativní četnost i -té kategorie

Normalizovaný ordinální rozptyl $\in < 0; 1 >$:

$$norm. dorvar = 2 \times \frac{dorvar}{K - 1}$$

Pro zrychlení výpočtů a větší přesnost byla použita aplikace pro výpočet normalizovaného ordinálního rozptylu (<http://iastat.vse.cz/Ordinalni.html>). Rozptyl může nabývat hodnot od 0 do 1, podle tohoto intervalu byly vytvořeny kategorie: od 0 do 0,25 se jedná o shodné hodnoty, od 0,25 do 0,5 to jsou hodnoty relativně shodné a u neshodných hodnot nabývá rozptyl 0,5 a více. Četnost lokalit v jednotlivých kategoriích rozptylu byla znázorněna histogramem, dále byla použita základní popisná statistika (maximum, minimum a průměr) ke zhodnocení rozdílů v normalizovaném ordinálním rozptylu.

13.3. Hodnocení jakosti vody podle celkového hodnocení EEA

Co se týče celkového hodnocení jakosti vody klasifikované podle EEA a jeho znázornění do tabulek a map, tak je metodika velice podobná metodice znázornění jednotlivých ukazatelů jakosti vody. Zásadní změny jsou, že celkové hodnocení jakosti vody se sleduje pouze u koupacích oblastí a u koupališť ve volené přírodě – stupeň celkové jakosti se uvádí jeden za celou sezónu. Zdroj dat pro hodnocení celkové jakosti je EEA a dostupné jsou data pouze do roku 2014 (European environment agency). Ve sledovaných letech se

používalo dvou různých metod hodnocení. V České republice se do roku 2011 hodnotilo podle směrnice 76/160/EEC a od roku 2012 se hodnotí podle směrnice 2006/7/EC, podrobný popis v kapitole č. 8.2. Pro každou metodiku jsou vytvořeny dvě mapy.

13.4. Vývoj jakosti koupacích vod v koupacích sezónách

Základem pro vytvoření tabulky znázorňující vývoj jakosti koupacích vod byla opět data z databáze poskytnuté CENIA. Využili se data znázorňující průběžnou jakost v koupací sezóně, která se zaznamenala do tabulek. Průběžná jakost je podrobně popsána v kapitole č. 8. 1. a ve vyhlášce č. 238/2011 Sb. Průběžná jakost je rozdělena do 5 stupňů.

Dále bylo nutné vytvořit vlastní kategorizaci, která by hodnotila průběh jakosti během koupací sezóny (Tab. 6). Bylo vytvořeno pět kategorií.

Tabulka č. 6: Znázornění jednotlivých značek pro vývoj jakosti vod v koupacích sezónách

↑	vzestupný vývoj
↓	sestupný vývoj
—	rovnoměrný vývoj
#	nejhorší úroveň jakosti uprostřed koupací sezóny
O	nerovnoměrný vývoj

Pokud se průběžná jakost vody pohybovala po dobu celé koupací sezóny v rozmezí dvou stupňů, byla použita značka znázorňující rovnoměrný vývoj (-). Jestliže se hodnota průběžné jakosti vody pohybovala v rozmezí tří a více stupňů a tyto hodnoty měly stoupající tendenci po dobu více než tří měření, byla použita značka znázorňující vzestupný vývoj (↑). Značka sestupný vývoj (↓) byla použita v případě, pokud se hodnota průběžné jakosti vody pohybovala v rozmezí tří a více stupňů a tyto hodnoty měly klesající tendenci po dobu více, než tří měření. Další vytvořená značka (#) má význam vyjadřující nehorší naměřenou hodnotu uprostřed koupací sezóny a při tom se hodnota musela pohybovat v rozmezí tří a více stupňů. Jako poslední byla vytvořena značka znázorňující nerovnoměrný vývoj (O), ta musí splňovat podmínky pohybu v rozmezí tří a více stupňů a nenabývat žádných z předchozích zmíněných podmínek. Aby se daná koupací sezóna mohla zaznamenat do tabulky vývoje jakosti koupacích vod, muselo být alespoň třikrát za sezónu provedeno měření v minimálním intervalu čtrnácti dnů.

13.5. Význam orných ploch a lesů v povodí koupacích lokalit

Pro zjištění vztahu mezi jakostí vody a podílem orné půdy a lesů v povodí jednotlivých koupacích lokalit bylo nezbytné nejdříve zjistit podíl těchto ploch v celém povodí dané koupací lokality. Byly zahrnuty pouze koupací oblasti a koupaliště ve volné přírodě. Betonová nádrže nebyly vhodné, protože většinou mají regulovaný přítok a odtok pozorovatelem upravené vody. Do betonových nádrží proniká voda z okolí jen v minimálním množství, jelikož mají oddělený koupací prostor od okolního prostoru antropogenními břehy a dnem. Pomocí vektorizace ploch lesů a orné půdy a pomocí podkladových katastrálních map dostupných na portále ČÚZK v prostředí GIS se zjistil podíl těchto ploch v povodí. Spojením jednotlivých ploch lesů a plochy orné půdy bylo možné zjistit rozlohu těchto dvou kategorií v jednotlivých povodích a zjistit jejich podíl na celkové rozloze povodí. Povodí se rozdělila na kategorie podle povodí s převahou lesů a s převahou orné půdy.

Ke zhodnocení vztahu orných ploch a lesů k jakosti vody se využila tabulka vývoje jakosti koupacích vod v průběhu koupacích sezónách, ze které se vytvořily dvě kategorie lokalit se zhoršující se jakostí a kategorie se stálou jakostí vody. Z vytvořených kategorií bylo možné složit kontingenční tabulku s podílem ploch využití půdy v řádku a vývojem jakosti vody ve sloupci. Kontingenční tabulka umožňuje použít chí-kvadrát test ke zjištění, zda mezi dvěma znaky existuje prokazatelný výrazný vztah a to porovnáním pozorovaných a očekávaných četností v jednotlivých kategoriích (Budíková, 2006). Při chí-kvadrát testu se vychází z předpokladu nulové hypotézy. Byla stanovena nulová hypotéza (H_0 – vyjadřuje žádný nebo nulový rozdíl mezi sledovanými soubory dat) a alternativní hypotézu (H_1 – popírá nulovou hypotézu), které byly ověřovány. Vypočítaly se očekávané četnosti, které se poté porovnály se sledovanými hodnotami. Ke zjištění kritické hodnoty bylo nutné určit stupeň volnosti (Budíková, 2006). K potvrzení jedné z hypotéz se použilo porovnání kritické hodnoty a výsledkem z kontingenční tabulky. Analýza byla provedena na hladině významnosti 0,05.

13.6. Zdroje znečištění u lokalit s chronicky zhoršenou jakostí vody

Nejdříve byly identifikovány lokality s chronicky zhoršenou jakostí vody. Pokud lokalita dosáhla alespoň ve dvou letech v celkovém hodnocení jakosti podle EEA stupně B (Banned – zákaz koupání), nebo v jednom z hodnocení jakosti podle ukazatelů dosáhla ve čtyřech letech nejhorší úrovně, tak byla označena jako lokalita s chronicky zhoršenou jakostí vody. Poté se v databázi Ministerstva zemědělství vyhledali jednotlivé zdroje znečištění registrované v dané koupací oblasti, které se zaznamenaly do tabulky podle druhu znečištění (bodové, difuzní). Jednotlivé zdroje znečištění, u lokalit s chronicky zhoršenou jakostí vody, jsou podrobně popsány ve výsledcích.

Přehled všech ukazatelů sloužících jako datový podklad pro zpracování této práce je uveden v Tabulce č. 7

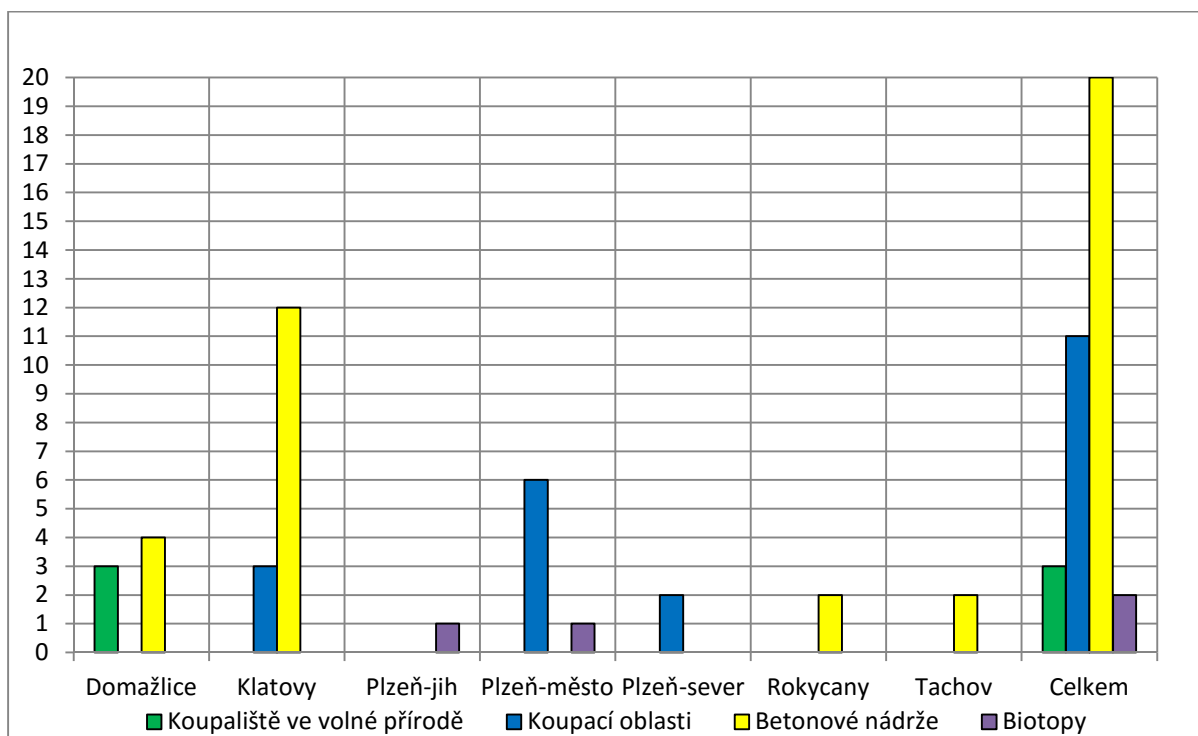
Tabulka č. 7: Sledované ukazatele použité v této práci, sledované období a zdroje dat

Sledované ukazatele	Sinice	Chlorofyl	pH	Celková jakost (podle ČR)	Celková jakost (podle EEA)
Zdroj dat	CENIA	CENIA	CENIA	CENIA	EEA
Období	2006-2015	2006-2015	2006-2011	2006-2015	2006-2014
Četnost měření	v průběhu sezóny	v průběhu sezóny	v průběhu sezóny	v průběhu sezóny	1 x za sezónu

14. Výsledky

14.1. Přehled četností koupacích lokalit

Ke znázornění přehledu koupacích lokalit byl použit histogram, ve kterém jsou zaznamenány počty jednotlivých typů lokalit po okresech.



Obrazek č. 6: Znázornění četnosti koupacích lokalit v jednotlivých okresech podle typu koupacích lokalit

Největší zastoupení koupacích lokalit v Plzeňském kraji mají betonové nádrže, poté koupací oblasti, koupaliště ve volné přírodě a nakonec biotopy. Největší koncentrace koupacích lokalit se nachází v okrese Klatovy a většina těchto lokalit jsou betonové nádrže.

14.2. Hodnocení jakosti vody sledované během koupací sezóny

Pro každou koupací lokalitu byl vytvořen histogram znázorňující četnosti dosažených jakostí pro každé měření v jednotlivých koupacích sezónách od roku 2006 do roku 2015. Vyobrazená je také celková četnost jednotlivých stupňů jakosti vody. Pro velký počet histogramů byly histogramy umístěny do příloh.

14.3. Vývoj jakosti koupacích vody podle ukazatele sinice

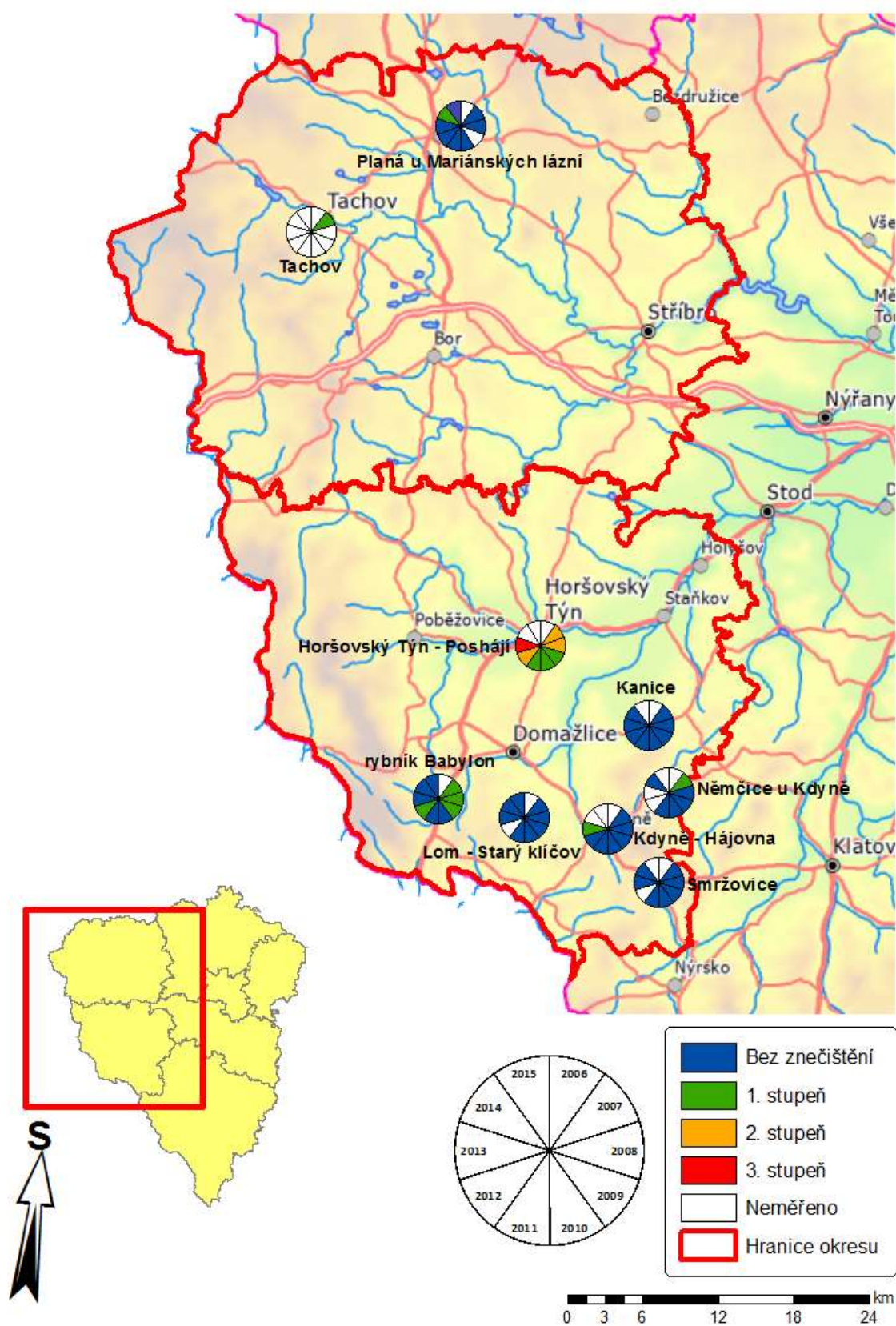
Sinice v Plzeňském kraji u většiny lokalit nebyly naměřeny nebo dosahují prvního stupně. Pouze u rybníku Valcha, rybníku Hnačov a u Horšovského Týna – Podhájí se vyskytuje třetí stupeň znázorňující nejhorší kritickou hodnotu ukazatele sinice. Jako nejhorší rok byl zaznamenán rok 2007, kdy bylo u šesti lokalit ze třiceti šesti dosaženo druhého a u jedné lokality třetího stupně. V roce 2012 byl zaznamenán u pěti lokalit ze třiceti šesti třetí stupeň.

Tabulka č. 8: Vývoj Jakosti koupacích vod v letech 2006 - 2015 podle ukazatele sinice vyjádřený v barvách, podrobný popis jednotlivých stupňů v kapitole 6.2.

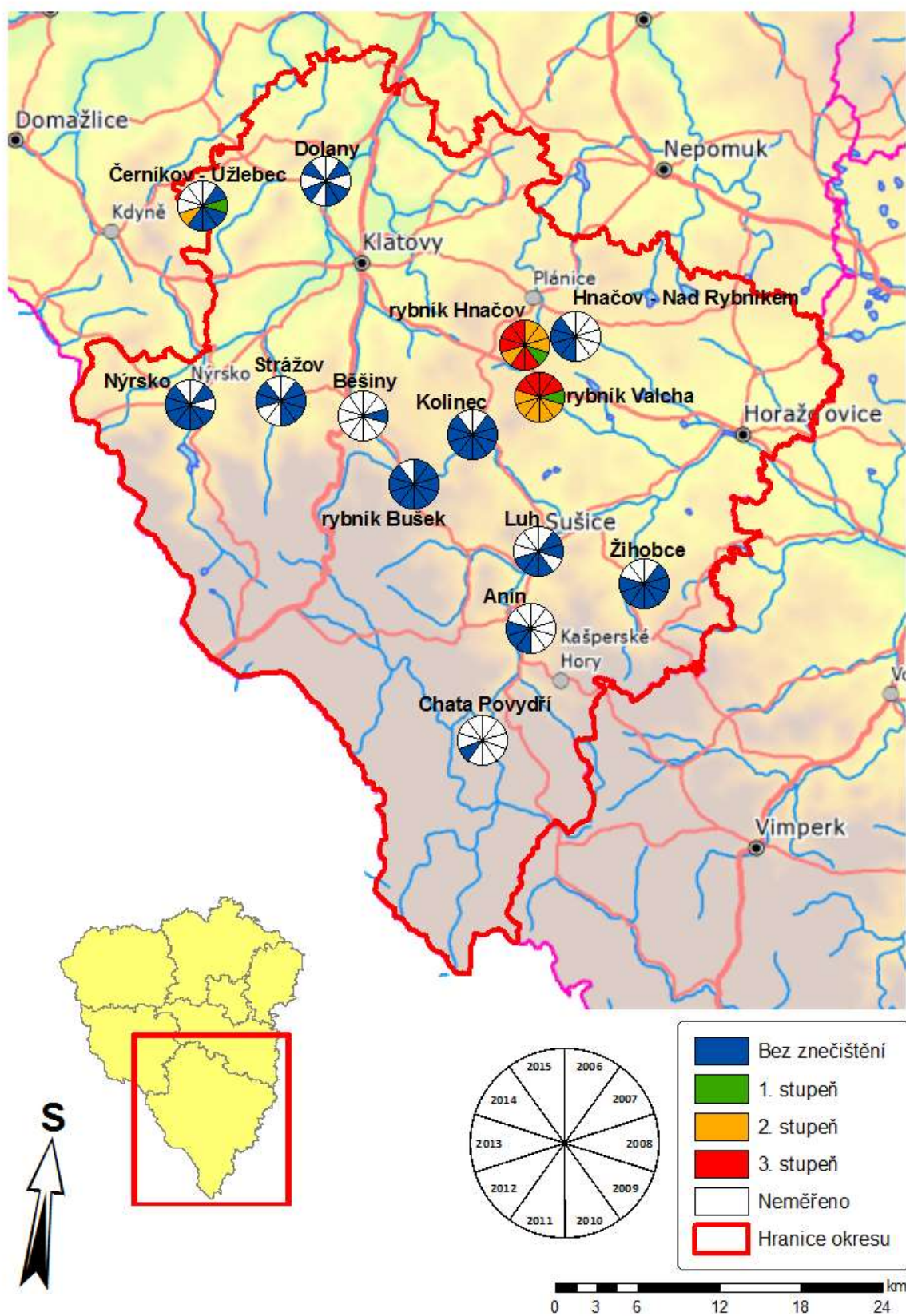
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
rybník Babylon										
lom - Starý Klíčov										
Velhartice - rybník Bušek										
rybník Valcha										
rybník Hnačov										
Horšovský Týn - Podhájí										
Velký Bolevecký rybník - hráz										
Velký Bolevecký rybník - Ostende										
lom - jezírko Košutka										
Senecký rybník										
Šidlovský rybník										
Kamenný rybník										
VN Hracholusky – hráz										
VN Hracholusky - Na Radosti										
koupaliště Běšiny										
koupaliště Luh										
nádrž Kdyně – Hájovna										
nádrž Tachov										
koupaliště Černíkov - Úžlebce										
koupaliště Kanice										
koupaliště Němčice u Kdyně										
koupaliště Smržovice										
koupaliště Strážov										
koupaliště Hnačov - Nad Rybníkem										
koupaliště Dolany										
koupaliště Nýrsko										
koupaliště Kolinec										
koupaliště Rokycany										
koupaliště Žihobce										
koupaliště Anín										
koupaliště Planá										
přírodní biotop České údolí										
přírodní biotop Kotynka Dobřany										

Tabulka č. 9: Popisky k tabulce č. 8

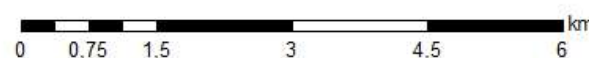
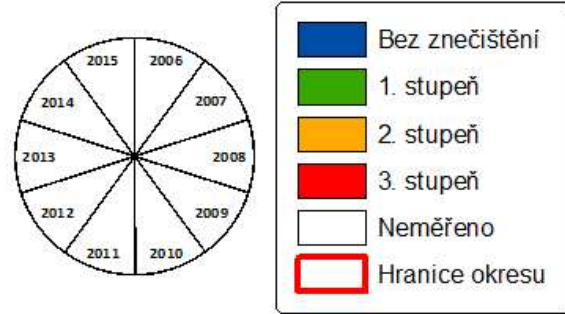
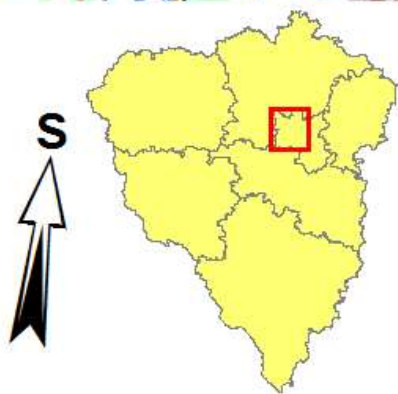
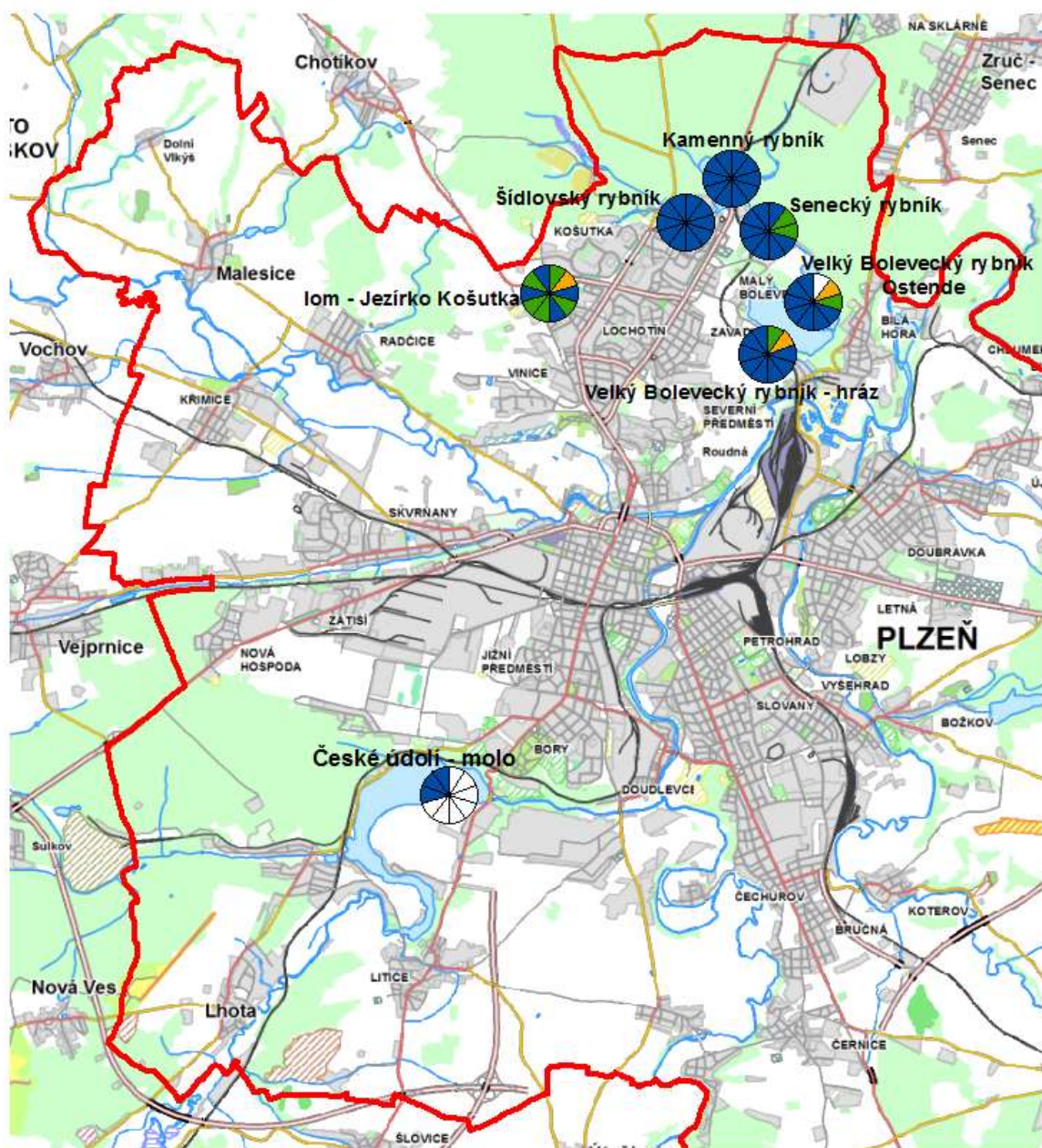
Stupeň	buňky/ml	
0	0	
1	20 000	
2	100 000	
3	250 000	
Neměřeno		



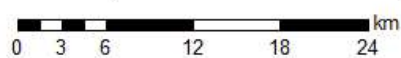
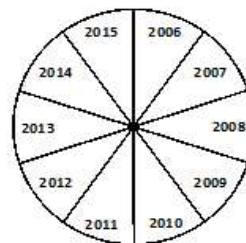
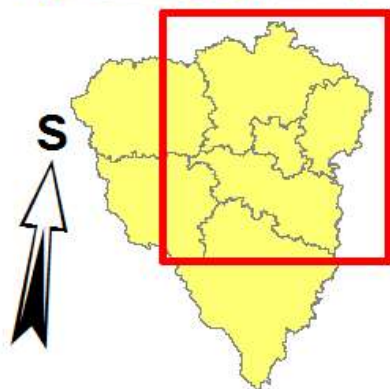
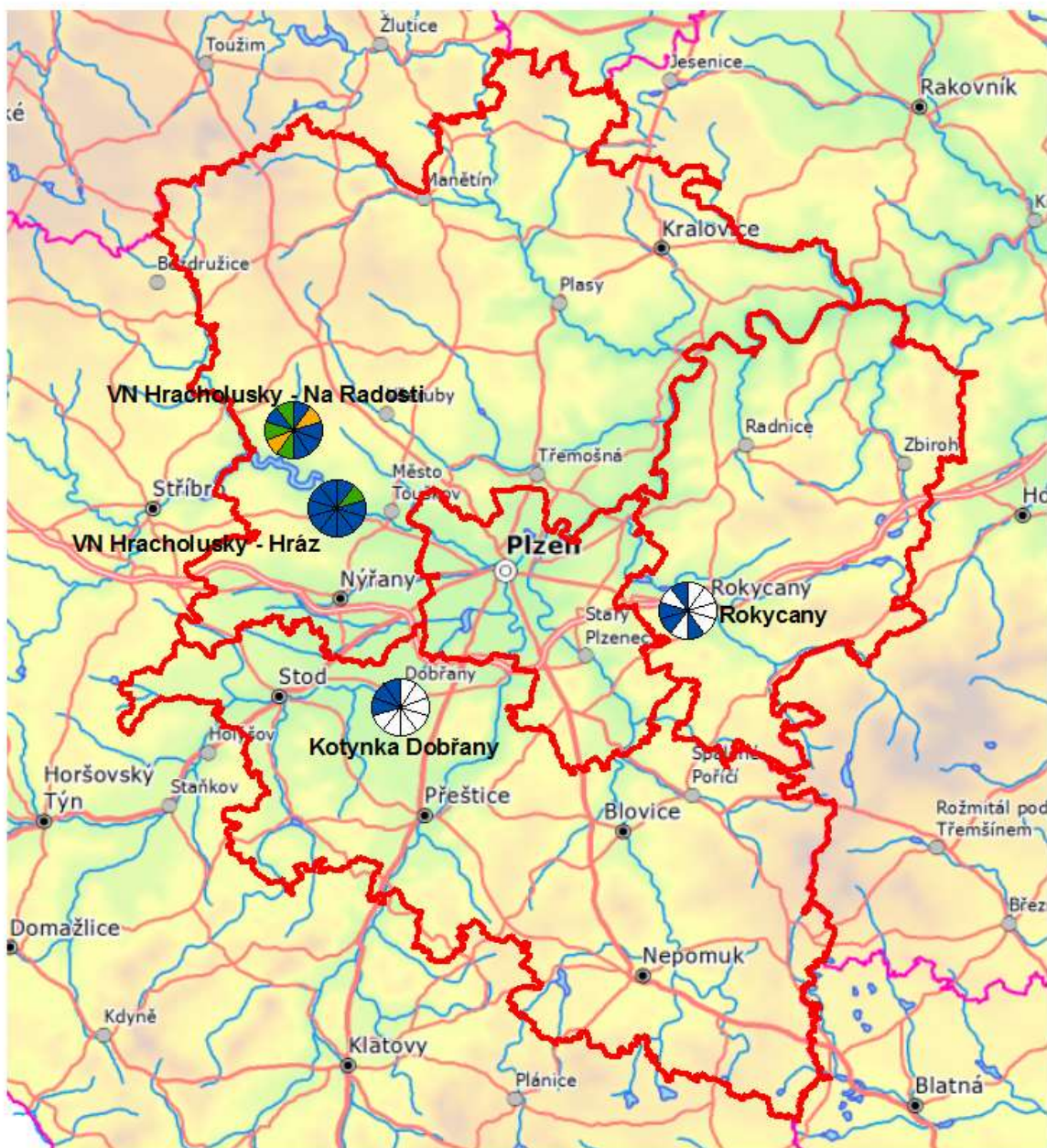
Obrázek č. 7: Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele sinice v okrese Domažlice a Tachov v letech 2006 – 2015, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚZK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)



Obrazek č. 8: Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele sinice v okrese Klatovy v letech 2006 – 2015, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚŽK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)



Obrazek č. 9: Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele sinice v části okresu Plzeň-město v letech 2006 – 2015, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚŽK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)



Obrázek č. 10: Vývoj jakosti koupacích vod na podle ukazatele sinice v okrese Plzeň-jih, Plzeň sever a Rokycany v letech 2006 – 2015, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚŽK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)

14.4. Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele chlorofyl

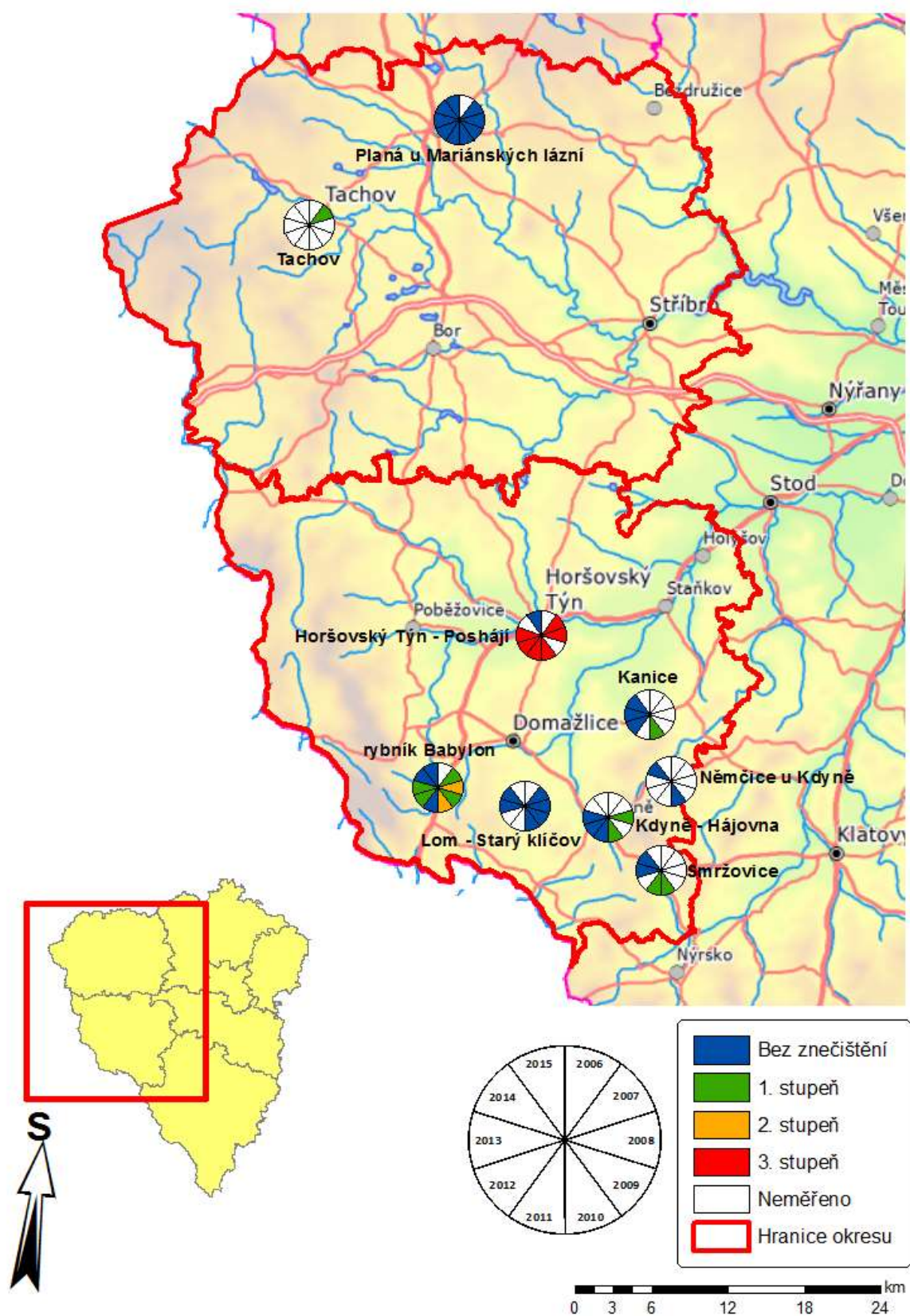
Jakost vody podle ukazatele chlorofyl byla znázorněna pomocí tabulky a čtyř map.

Tabulka č. 10: Vývoj Jakosti koupacích vod v letech 2006 - 2015 podle ukazatele chlorofyl vyjádřený v barvách

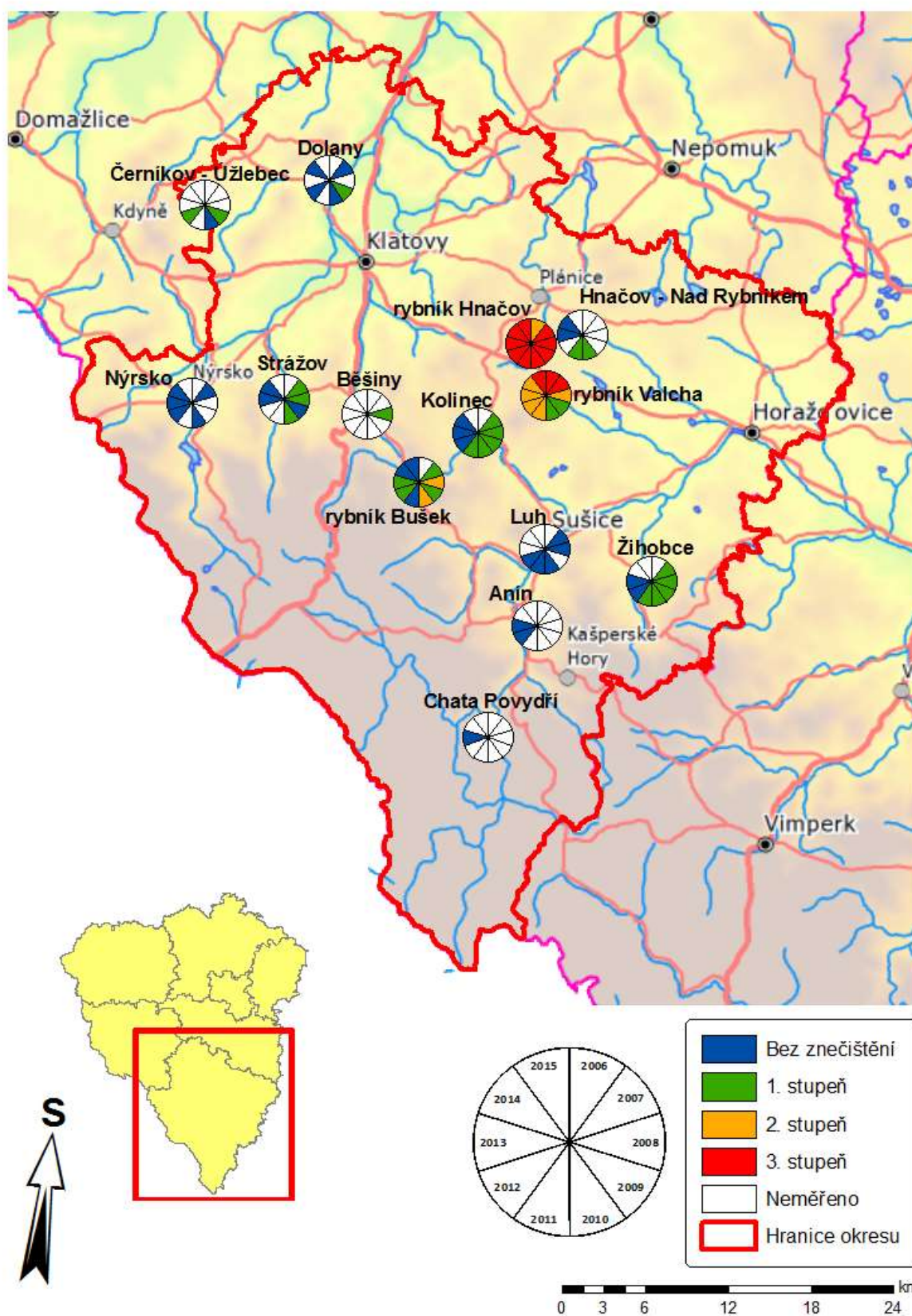
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Babylon		1	2	1	2	0	1	1	0	0
Lom - Starý Klíčov		0	0	0	0			0		
Velhartice rybník Bušek	2	1	2	1	2	1	0	0	1	0
rybník Valcha	3	3	2	1	1	2	2	2	2	3
rybník Hnačov	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Horšovský Týn - Podhájí		3	3		3	3	3	3		0
Velký bolevecký rybník - hráz	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Velký bolevecký rybník - Ostende		1	1	0	0	0	0	0	0	0
lom - jezírko Košutka	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Senecký rybník	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
Šidlovský rybník	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kamenný rybník	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
VN Hracholusky – hráz	1	2	1	1	1	1	0	1	0	0
VN Hracholusky - Na radosti	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1
koupaliště Běšiny			1							
koupaliště Luh		0	0		0	0	0			
nádrž Kdyně – Hájovna			1		1	0	0	0		
nádrž Tachov		1								
koupaliště Černíkov - Úžlebce				1	0		1			
koupaliště Kanice					1		0	0	0	
koupaliště Němčice u Kdyně					0				0	
koupaliště Smržovice					1	1		0	0	
koupaliště Strážov		1	1	0	1			0	0	
koupaliště Hnačov - Nad Rybníkem						0	0	0	0	
koupaliště Dolany		0		1	0		0		0	
koupaliště Nýrsko		0			0		0	0	0	
koupaliště Janovice nad Úhlavou								0		
koupaliště Kolinec		1	1	1	1	1	0	0	0	
koupaliště Rokycany		0	0	0	0	0	0	0		0
koupaliště Žihobce		1	1	1	1	1	0	0		
koupaliště Anín							0	0		
koupaliště Planá		0	0	0	0	0	0	0	0	0
přírodní biotop Česká údolí							1	1	1	1
přírodní biotop Kotynka Dobřany								0	0	0

Tabulka č. 11: Popisky k tabulce č. 10

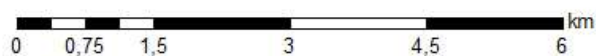
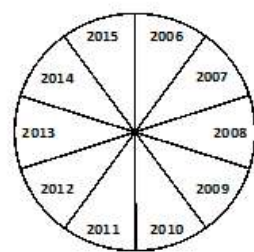
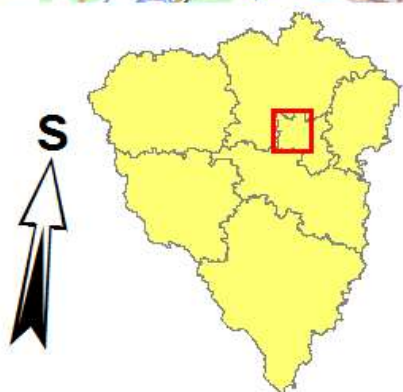
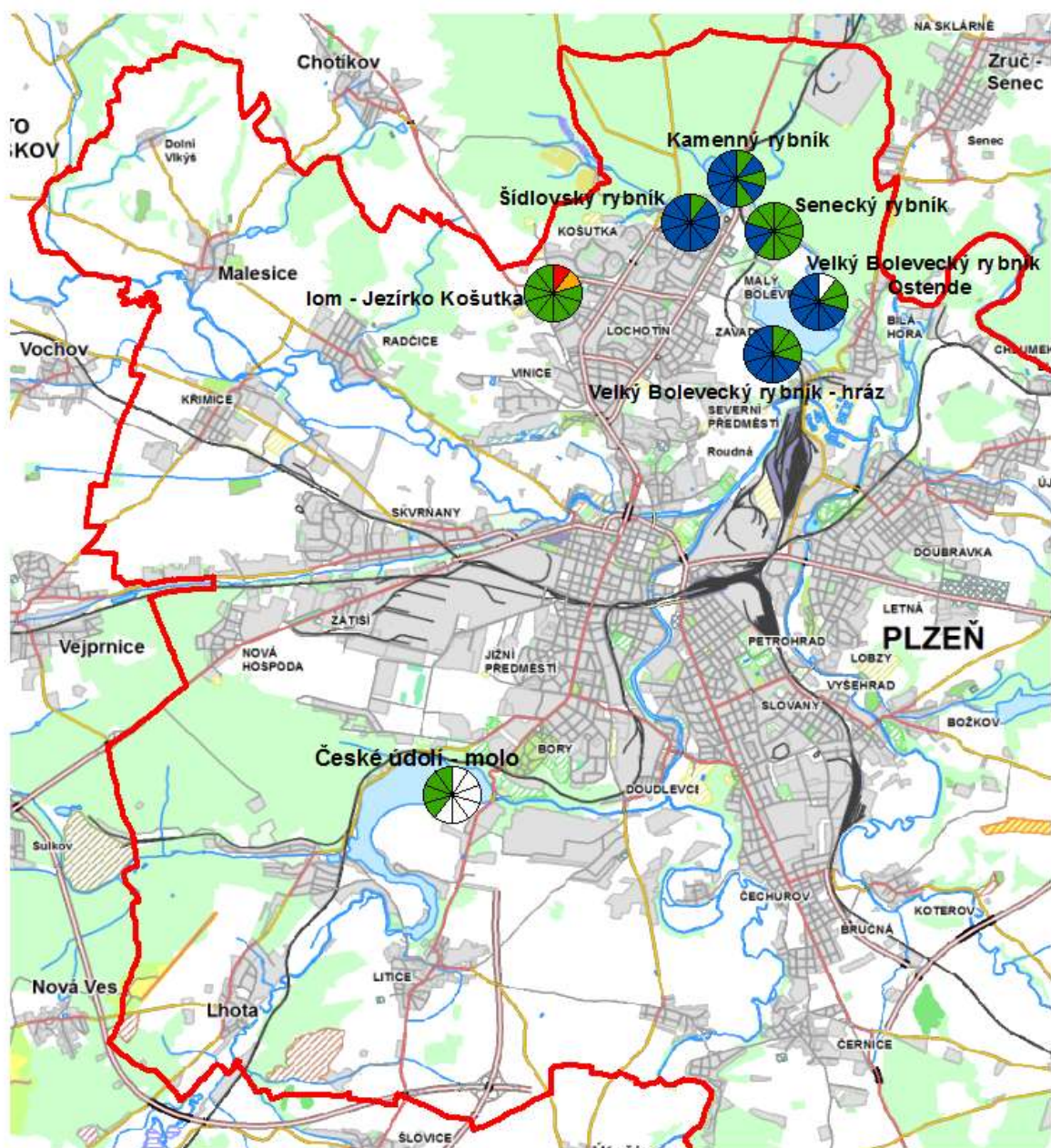
Stupeň	µg/l	
0	0	0
1	10	1
2	50	2
3	100	3
Neměřeno		



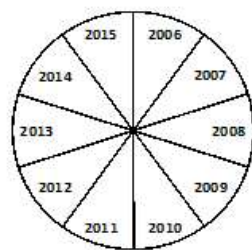
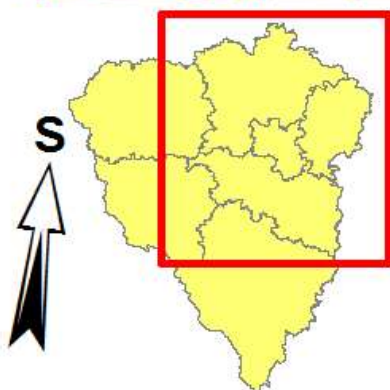
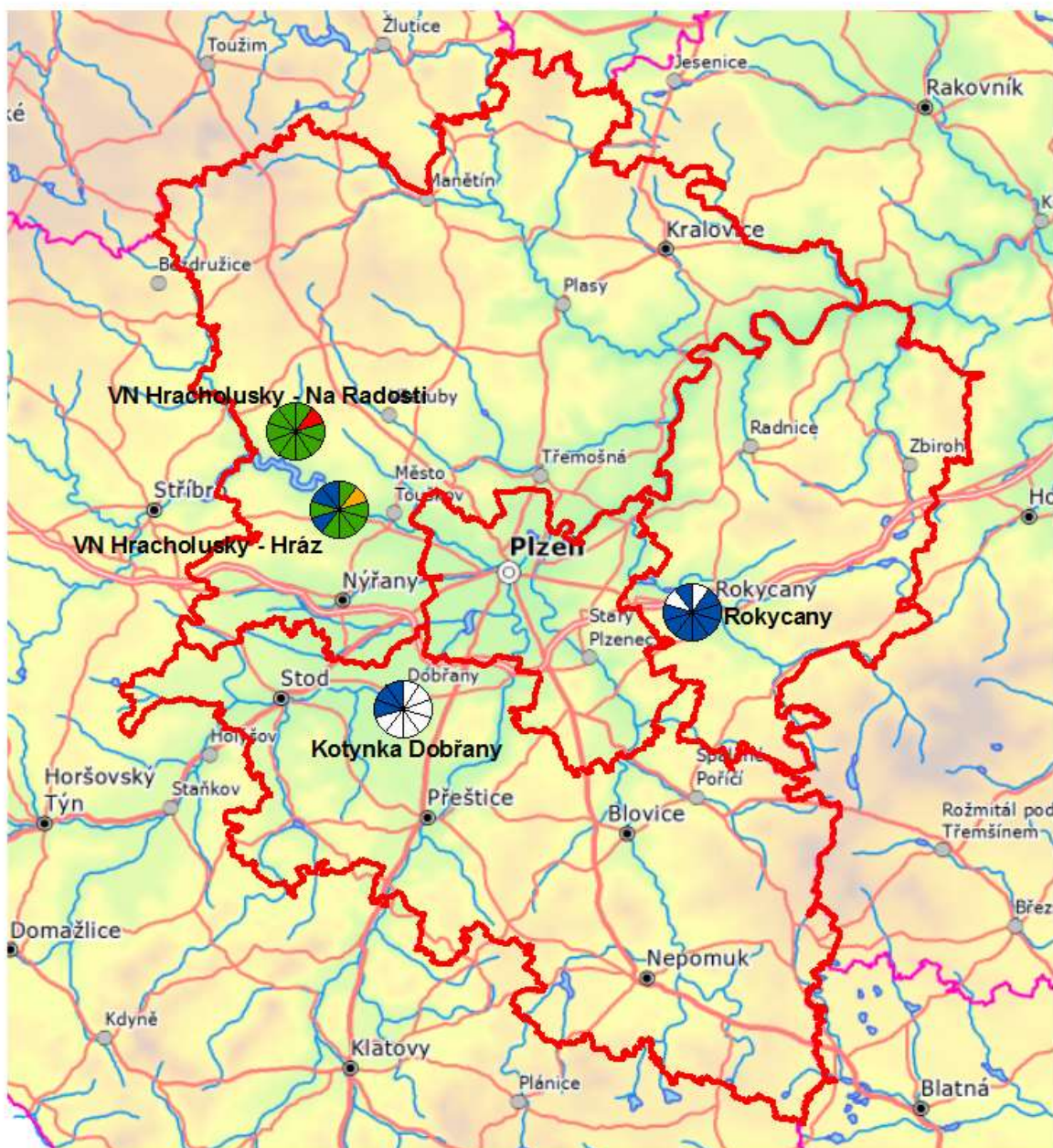
Obrázek č. 11: Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele chlorofyl v okrese Domažlice a Tachov v letech 2006 – 2015, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚZK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)



Obrázek č. 12: Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele chlorofyl v okrese Klatovy v letech 2006 – 2015, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚŽK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)



Obrázek č. 13: Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele chlorofyl v části okresu Plzeň-město v letech 2006 – 2015, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚŽK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)



Obrázek č. 14: Vývoj jakosti koupacích vod na podle ukazatele chlorofyl v okrese Plzeň-jih, Plzeň sever a Rokycany v letech 2006 – 2015, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚŽK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)

Ve většině letech nebylo u lokalit zjištěné žádné znečištění. Nejčtenější je první stupeň. Největší problémy s chlorofylem měly lokality rybník Valcha, rybník Hnačov a Horšovský Týn – Podhájí. Dokonce u rybníka Hnačov byl naměřen třetí stupeň v devíti letech z deseti sledovaných a u jednoho roku byl naměřen druhý stupeň. Podobně u Horšovského Týna bylo v šesti letech ze sedmi měřených dosaženo třetího stupně. Jako nejhorší rok byl zaznamenán rok 2007 s počtem čtyř lokalit se třetím stupněm a dvou lokalit se druhým stupněm.

14.5. Vývoj jakosti koupacích vody podle ukazatele pH

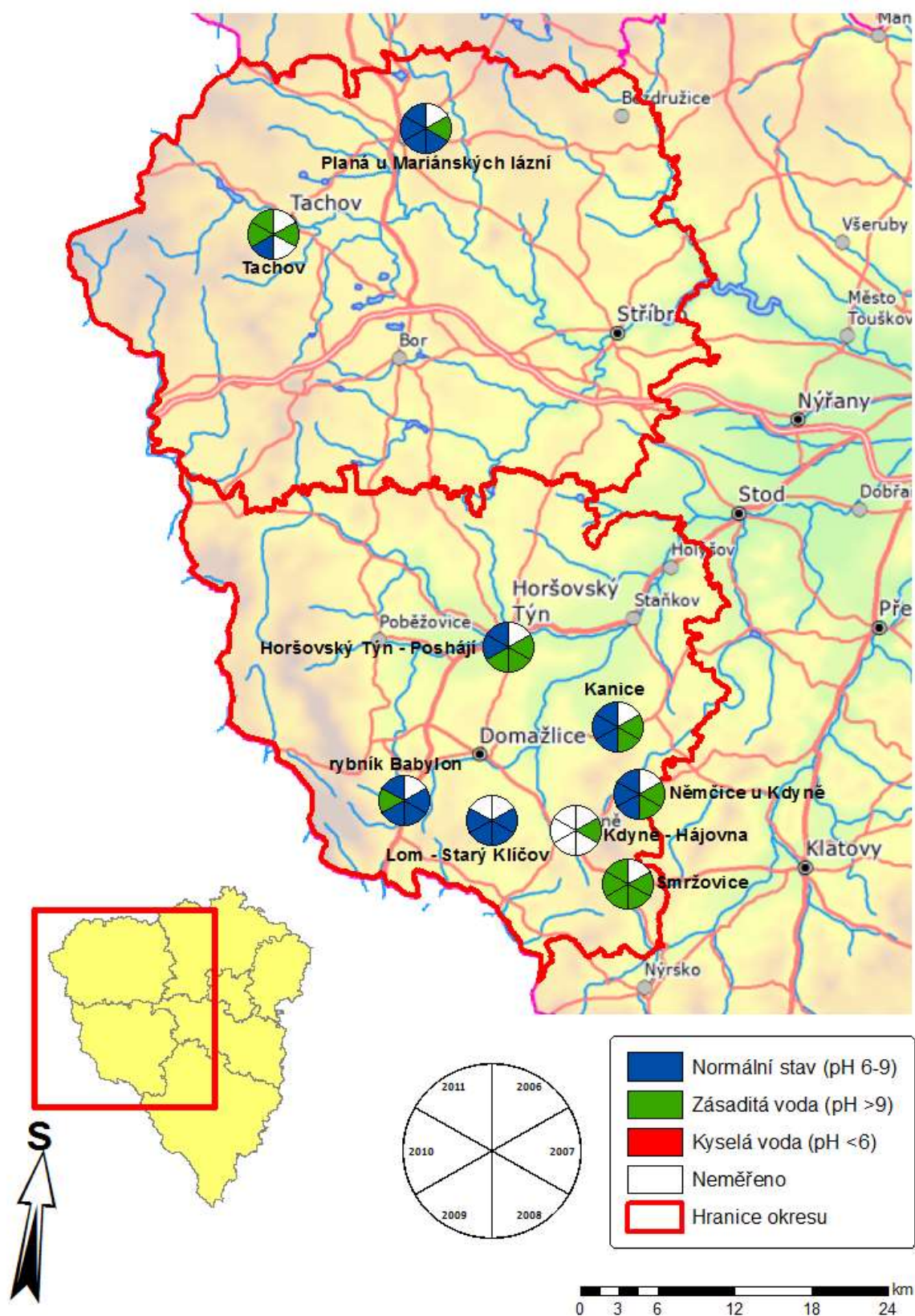
Hodnoty ukazatele pH byly znázorněny pomocí barevné tabulky a čtyř map.

Tabulka č. 12: Vývoj Jakosti koupacích vod v letech 2006 - 2011 podle ukazatele pH vyjádřená v barvách, podrobný popis jednotlivých stupňů v kapitole č. 7.3.

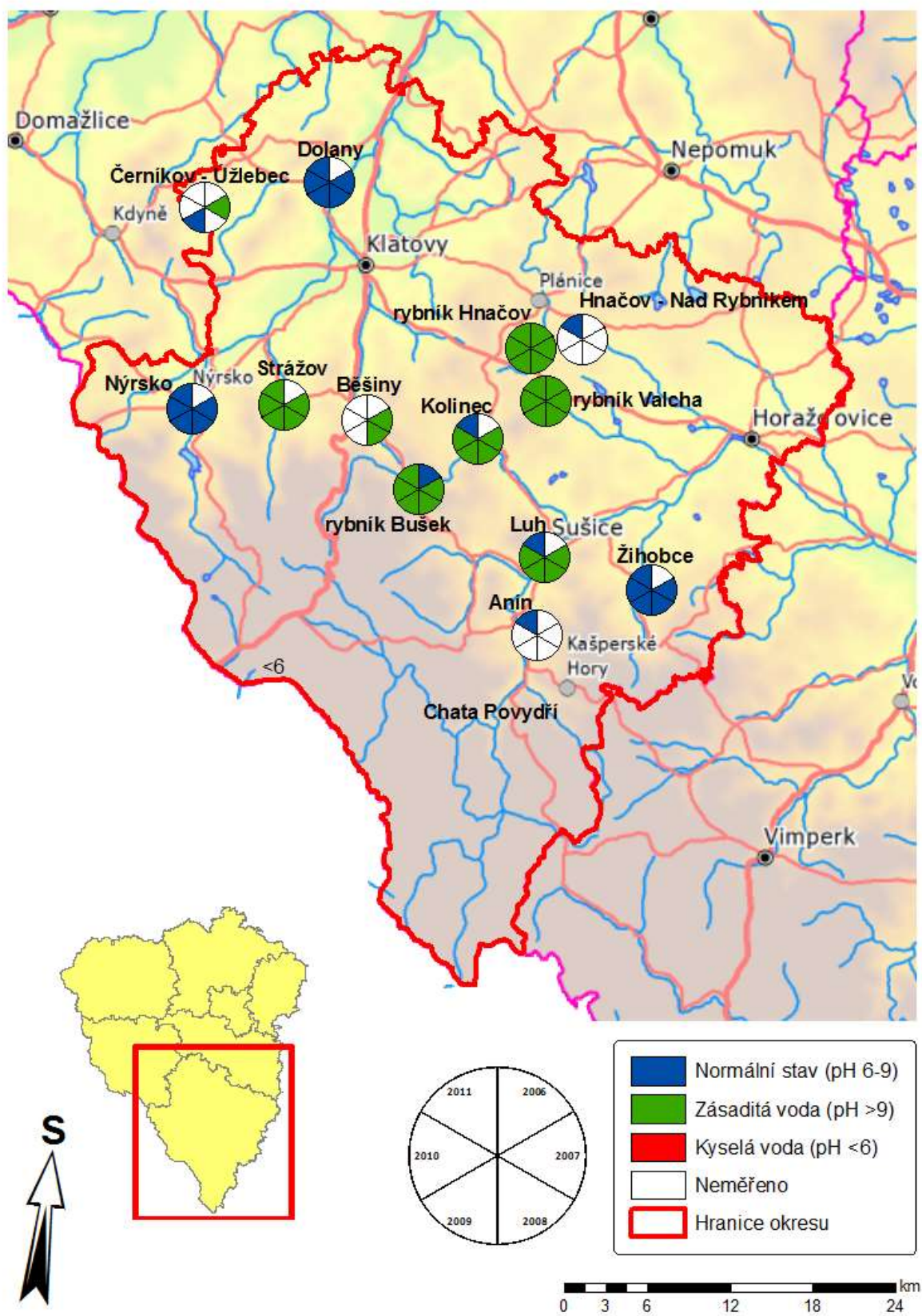
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Babylon						
Lom - Starý Klíčov						
Velhartice rybník Bušek						
rybník Valcha						
rybník Hnačov						
Horšovský Týn – Podhájí						
Velký bolevecký rybník – hráz						
Velký bolevecký rybník – Ostende						
lom - jezírko Košutka						
Senecký rybník						
Šidlovský rybník						
Kamenný rybník						
VN Hracholusky – hráz						
VN Hracholusky - Na radosti						
koupaliště Běšiny						
kamenný újezd						
koupaliště Luh						
nádrž Kdyně – Hájovna						
nádrž Tachov						
koupaliště Černíkov – Úžlebce						
koupaliště Kanice						
koupaliště Němčice u Kdyně						
koupaliště Smržovice						
koupaliště Strážov						
koupaliště Hnačov - Nad Rybníkem						
koupaliště Dolany						
koupaliště Nýrsko						
koupaliště Kolinec						
koupaliště Rokycany						
koupaliště Žihobce						
koupaliště Anín						
koupaliště Planá						

Tabulka č. 13: Popisky k tabulce č. 12

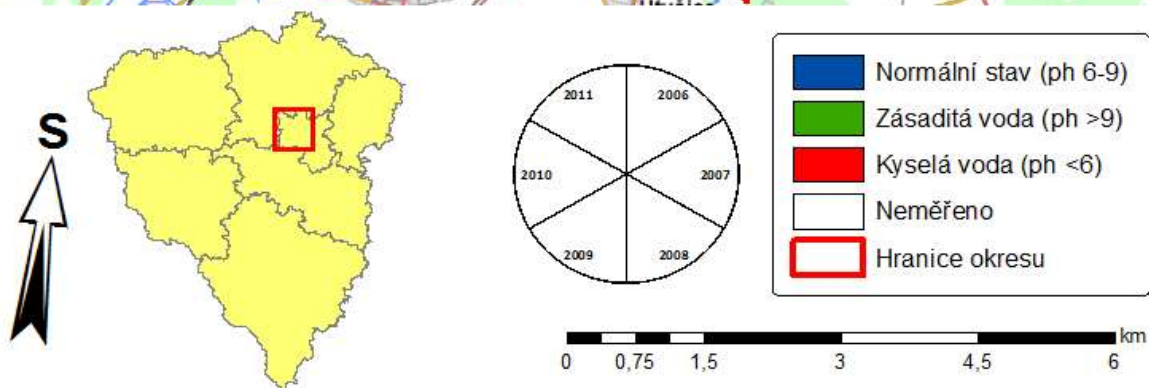
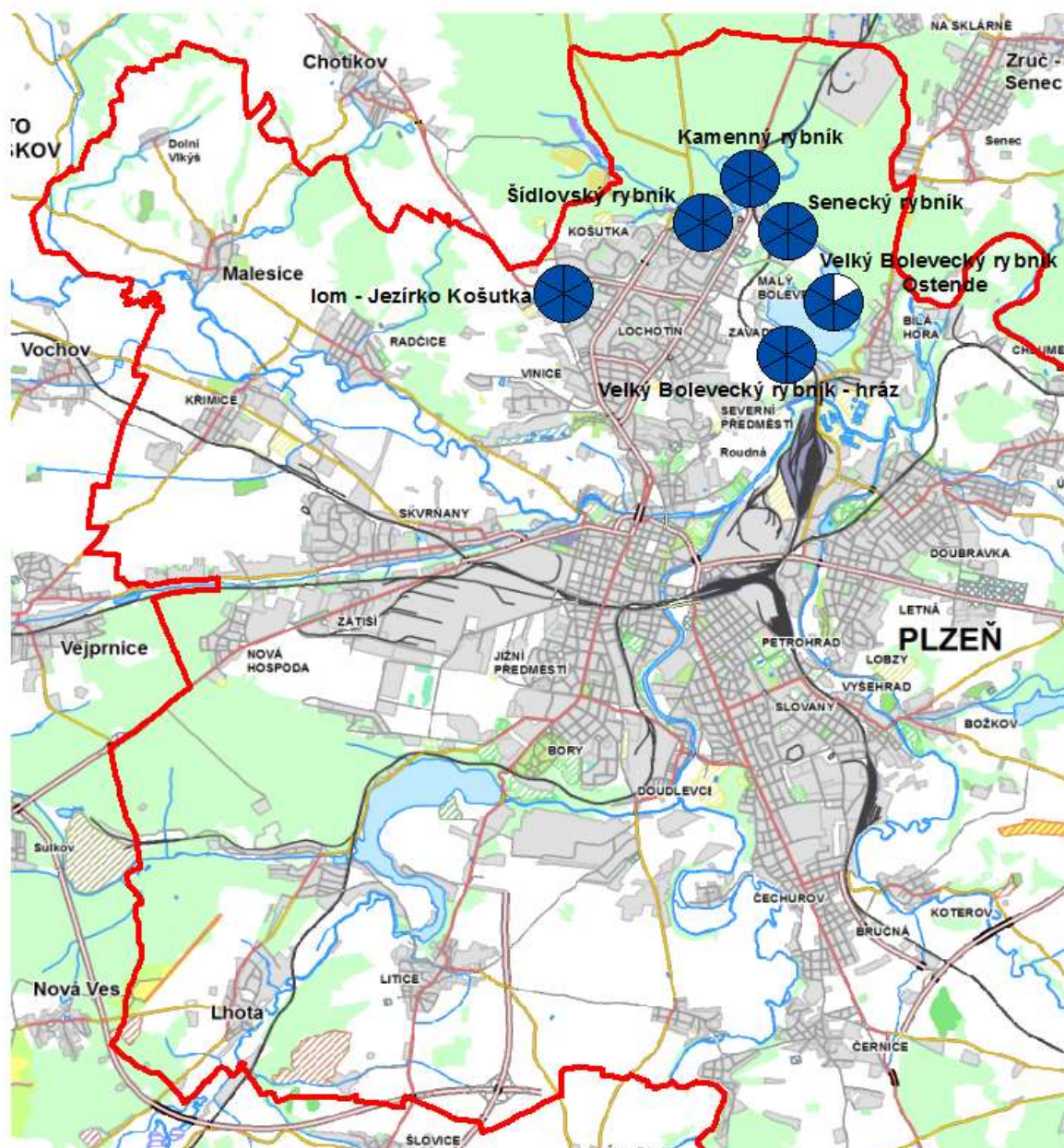
Stupeň	Stav	Hodnota pH	Barva
1	Normální voda	6-9	
2	Zásaditá voda	>9	
3	Kyselá voda	<6	



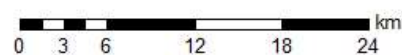
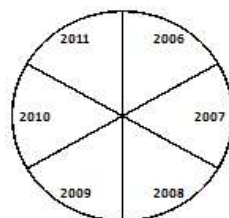
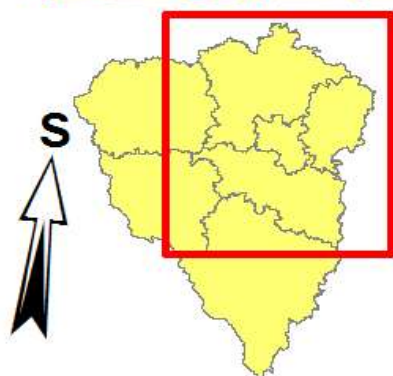
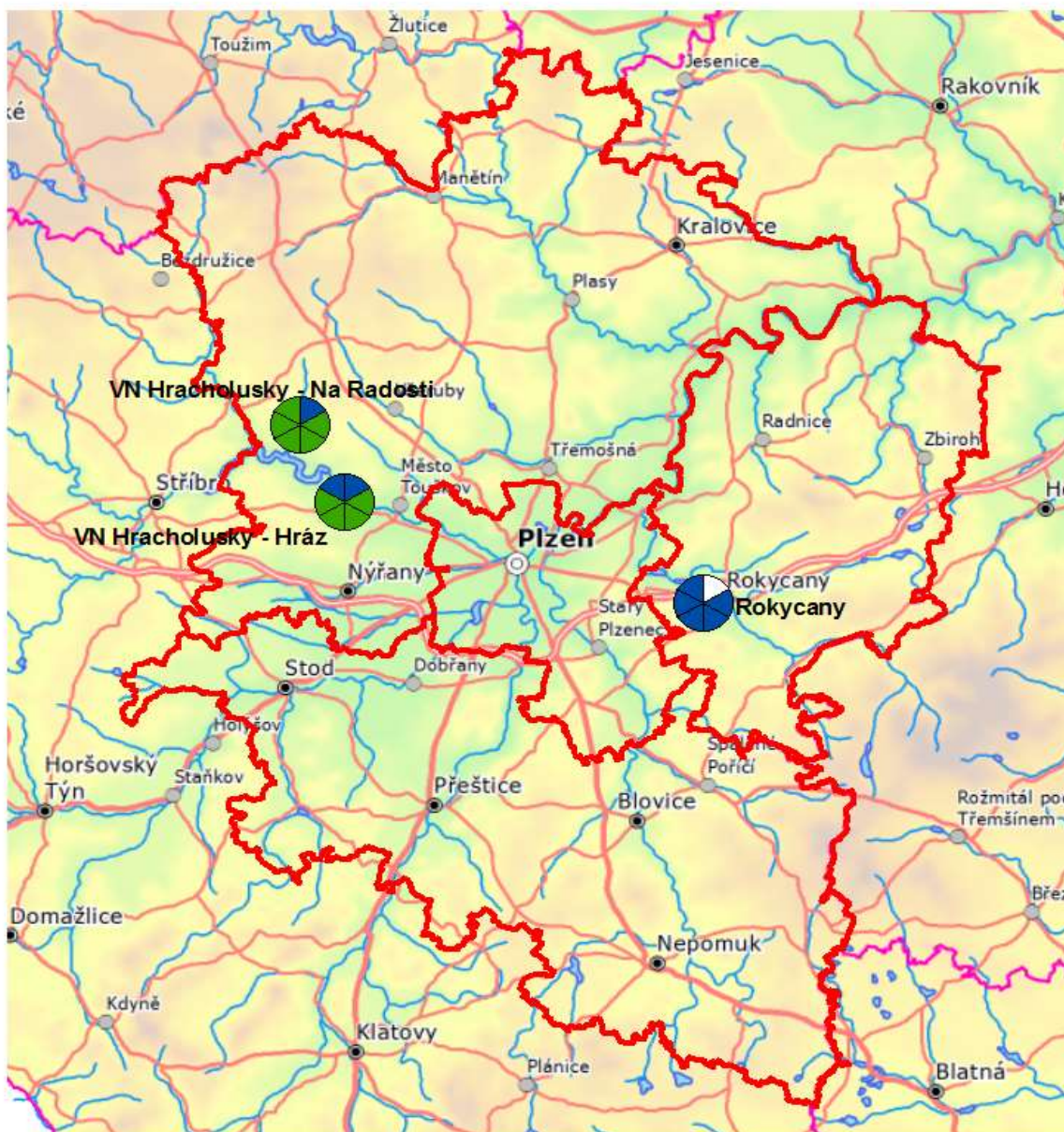
Obrázek č. 15: Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele pH v okrese Domažlice a Tachov v letech 2006 – 2011, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚŽK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)



Obrázek č. 16: Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele pH v okrese Klatovy v letech 2006 – 2011, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚZK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)



Obrázek č. 17: Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele pH v části okresu Plzeň-město v letech 2006 – 2011, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚŽK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)



Obrázek č. 18: Vývoj jakosti koupacích vod na podle ukazatele pH v okrese Plzeň-jih, Plzeň sever a Rokycany v letech 2006 – 2011, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚŽK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)

Hodnoty pH nemají velký proměnlivý charakter. Voda má po většinu doby konstantní pH, to je taky důvod proč se s monitoringem pH v roce 2011 přestalo. U více než poloviny lokalit dosahuje hodnota pH v měřených letech normálního stavu. U zbytku lokalit převažuje voda zásaditá. Kyselá voda se nemá zastoupení ani u jedné lokality za sledované období.

14.6. Celková jakost vody podle EEA

Díky změně metodiky měření jakosti vody napříč Evropskou unií se musela jakost vody znázornit pomocí dvou tabulek a čtyř mapek. První tabulka znázorňuje celkovou jakost vody od roku 2006 do roku 2011 a druhá tabulka vyobrazuje data od roku 2012 do roku 2014. Při hodnocení jakosti podle EEA mají největší váhu mikrobiologičtí ukazatelé, proto oblasti s notoricky zhoršenou jakostí podle ukazatelů chlorofyl a sinice nedosahují nejhorsích stupňů. EEA měří jakost vody pouze u koupališť ve volné přírodě a koupacích oblastí.

U koupacích lokalit byl nejčastěji naměřený stupeň v jednotlivých letech do roku 2012 CI (Vyhovující limitním i doporučeným hodnotám), stupně CG (Vyhovující pouze limitním hodnotám) byl druhý nejčtenější stupeň do roku 2012. Rybník Valcha a rybník Hnačov musely být v letech 2006 až 2011 dvakrát uzavřeny. Rok 2007 byl nejhorší zaznamenaný rok, ve kterém byly uzavřeny tři oblasti ze čtrnácti a šest oblastí dosáhlo stupně NC (nevyhovující limitním hodnotám).

Tabulka č. 14: Celková jakost vody v letech 2006 – 2011 zpracovaná podle EEA a Bathing Water Directive 76/160/EC, podrobný popis jednotlivých stupňů v kapitole č. 8.2.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Babylon	CG	CG	CG	CG	CG	CG
Horšovský Týn – Podhájí	CG	CG	CG	CG	CG	CG
Lom - Starý Klíčov	CG	CG	CG	CG	CG	CG
rybník Hnačov	CG	CG	CG	CG	NC	NC
Velhartice rybník Bušek	CG	CG	CG	CG	CG	CG
rybník Valcha	NC	NC	CG	CG	CG	CG
lom - jezírko Košutka	CG	CG	CG	CG	CG	CG
Kamenný rybník	CG	CG	CG	CG	CG	CG
Senecký rybník	CG	CG	CG	CG	CG	CG
Šidlovský rybník	CG	CG	CG	CG	CG	CG
Velký bolevecký rybník – hráz	CG	CG	CG	CG	CG	CG
Velký bolevecký rybník – Ostende	CG	CG	CG	CG	CG	CG
VN Hracholusky - Na radosti	CG	NC	CG	CG	CG	CG
VN Hracholusky – hráz	CG	NC	CG	CG	CG	CG

Tabulka č. 15: Popisky k tabulce č. 14

CG	1	CG
CI	2	CI
NC	3	NC
B	4	B
NF	5	NF

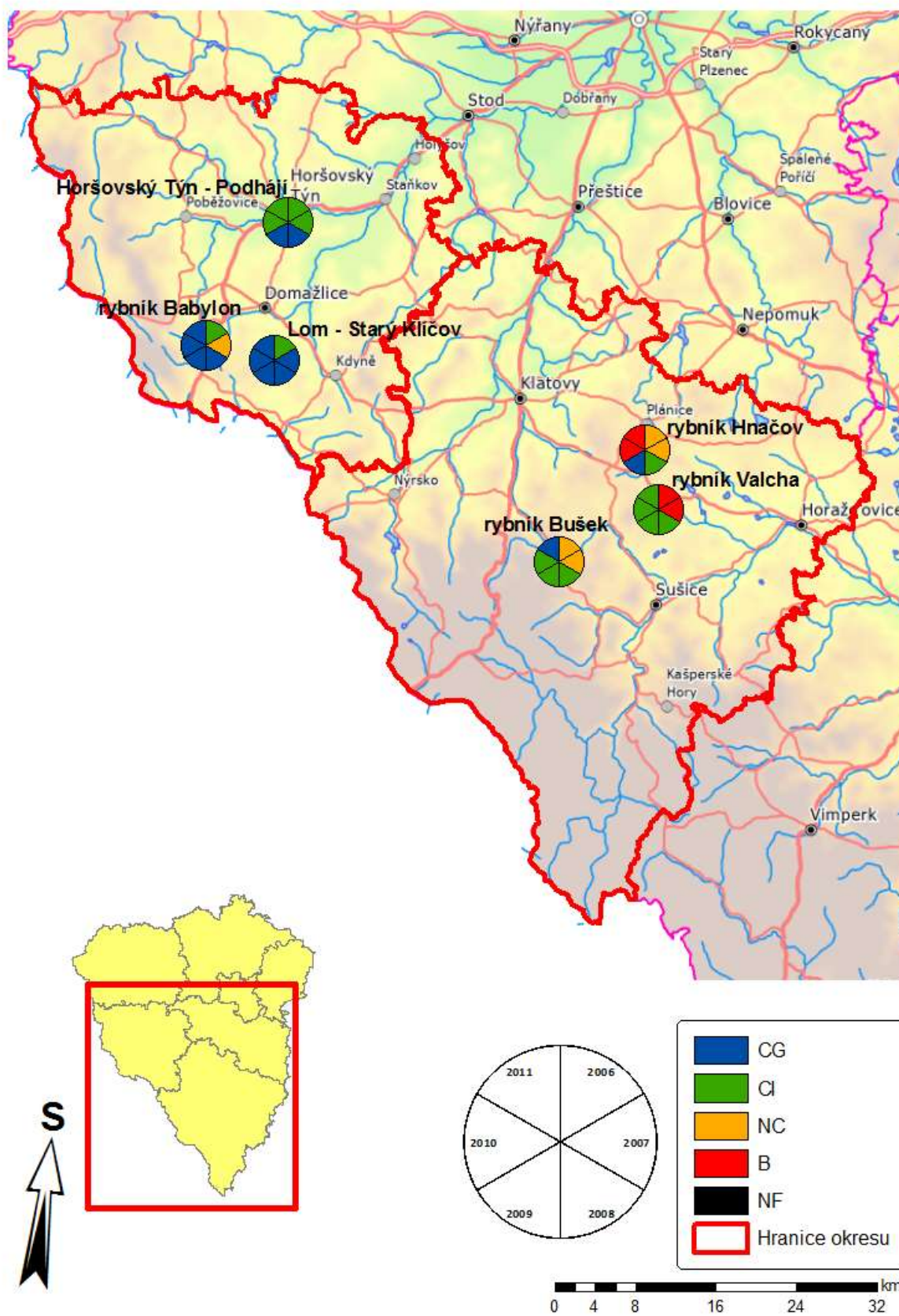
V letech 2012 až 2014 byl nejčtenější stupeň excellent (výborný), stupeň vykazující nejhorší jakost vody byl stupeň sufficient (přijatelný), který byl dosažen ve dvou letech ze tří u lokality lom-jezíčko Košutka. Všechny roky byly v celku vyrovnané.

Tabulka č. 16: Celková jakost vody v letech 2012 – 2014 zpracovaná podle EEA a EU Bathing Water Directive 2006/7/EC, podrobný popis jednotlivých stupňů v kapitole č. 8.2.

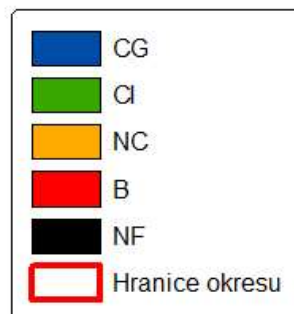
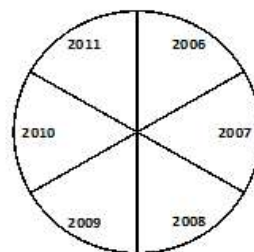
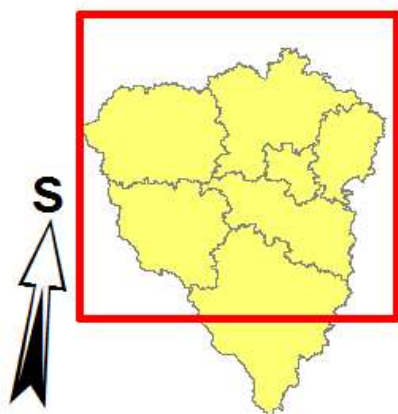
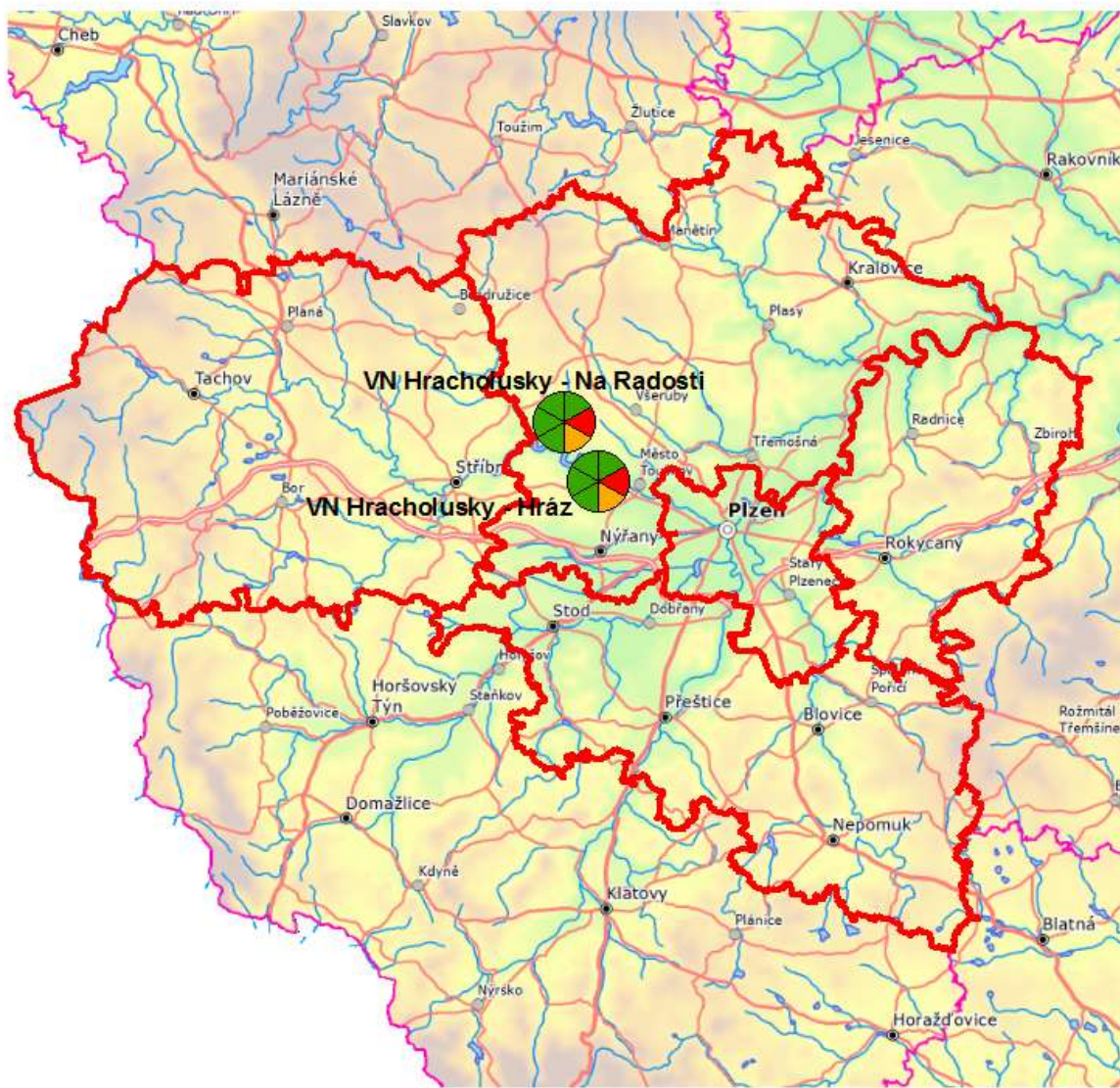
	2012	2013	2014
Babylon	2	1	1
Horšovský Týn – Podhájí	1	1	1
Lom - Starý Klíčov	1	1	1
rybník Hnačov	1	1	1
Velhartice rybník Bušek	1	1	1
rybník Valcha	1	2	2
lom - jezírko Košutka	3	3	2
Kamenný rybník	1	1	1
Senecký rybník	1	1	1
Šidlovský rybník	2	2	1
Velký bolevecký rybník – hráz	1	1	1
Velký bolevecký rybník – Ostende	1	1	1
VN Hracholusky - Na radosti	1	1	1
VN Hracholusky – hráz	1	1	1

Tabulka č. 17: Popisky k tabulce č. 16

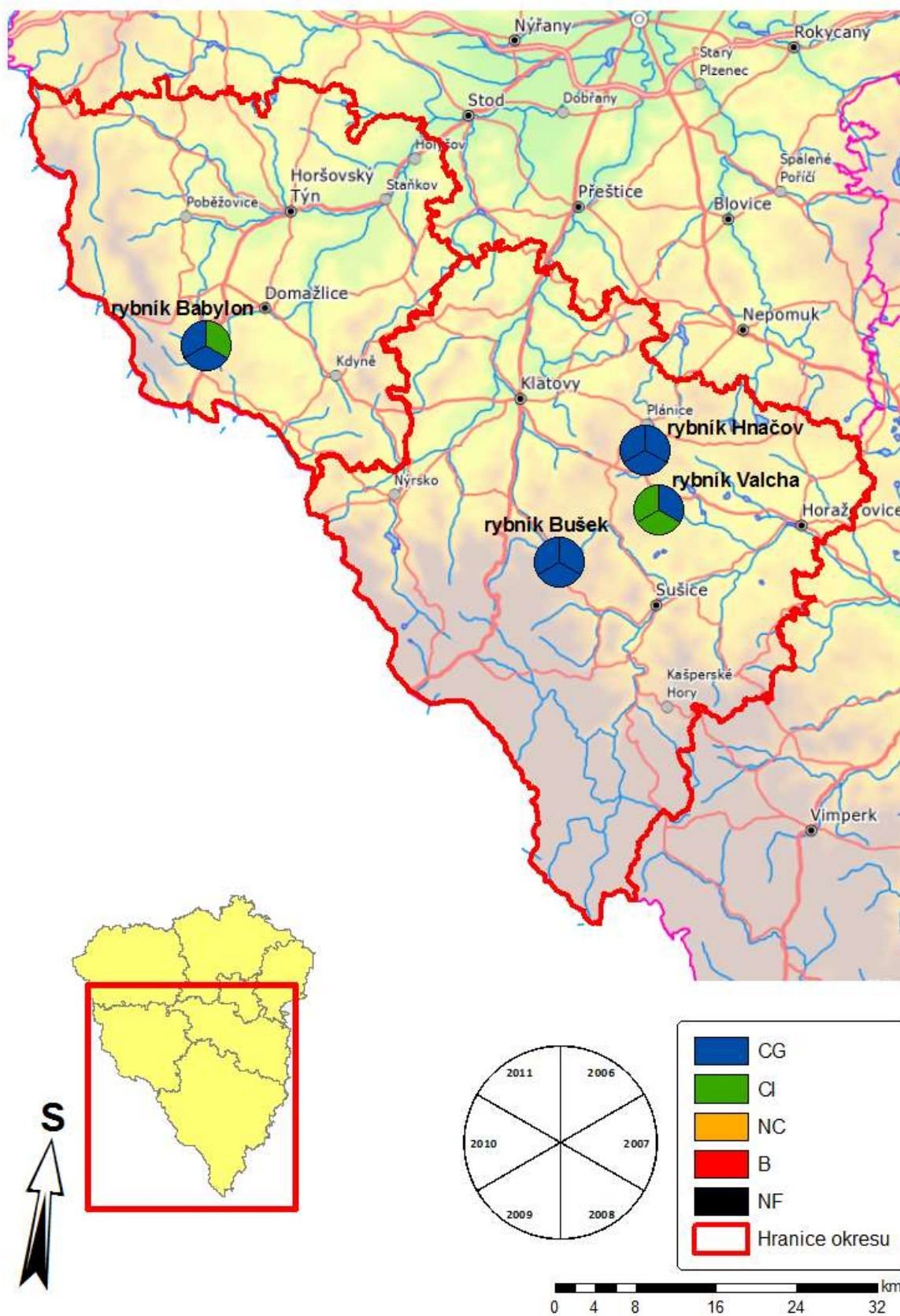
1	Excellent
2	Good
3	Sufficient
4	Poor
5	Banned



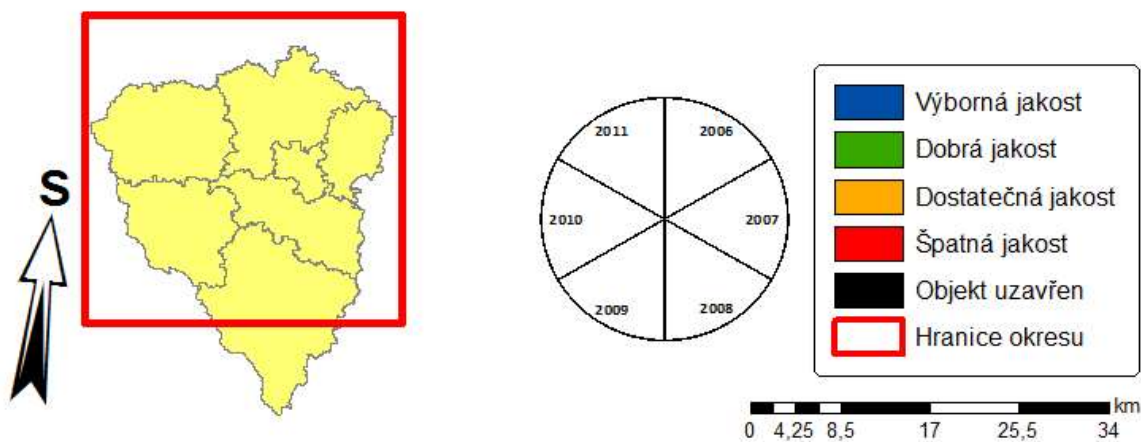
Obrázek č. 19: Celková jakost vody v letech 2006 – 2011 zpracovaná podle EEA a Bathing Water Directive 76/160/EC v okrese Domažlice a Klatovy (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚZK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)



Obrázek č. 20: Celková jakost vody v letech 2006 – 2011 zpracovaná podle EEA a Bathing Water Directive 76/160/EC v okrese Plzeň-jih, Plzeň-sever, Rokycany a Tachov (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚŽK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)



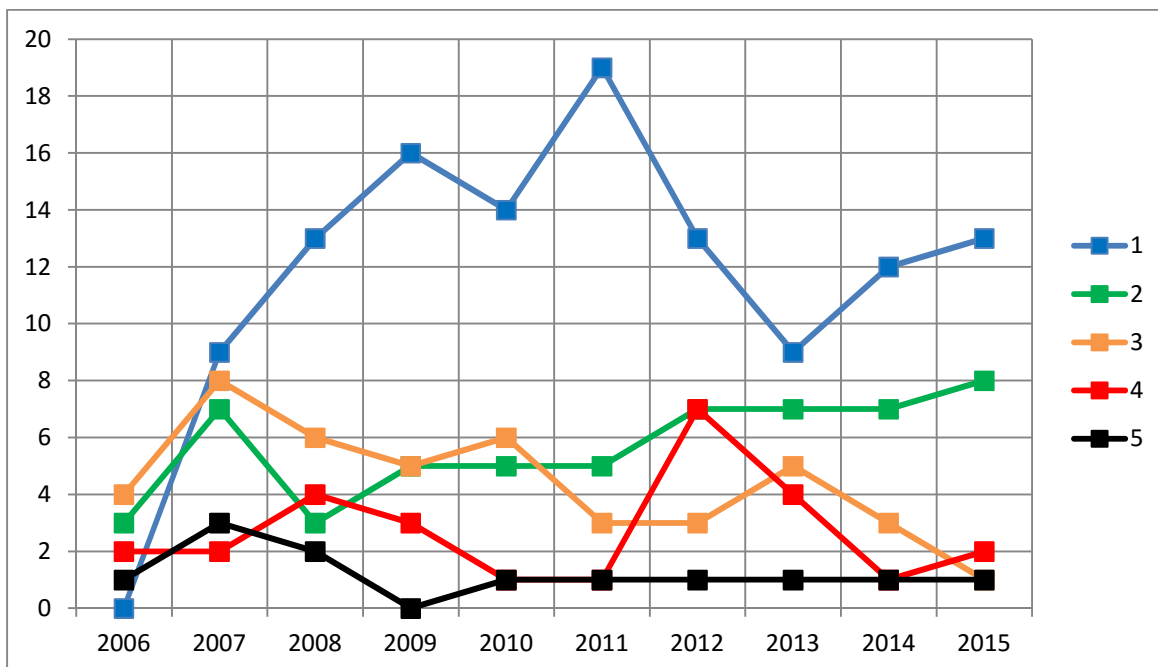
Obrázek č. 21: Celková jakost vody v letech 2012 – 2014 zpracovaná podle EEA a EU Bathing Water Directive 2006/7/EC v okrese Domažlice a Klatovy (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚZK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)



Obrázek č. 22: Celková jakost vody v letech 2012 – 2014 zpracovaná podle EEA a EU Bathing Water Directive 2006/7/EC v okrese Plzeň-jih, Plzeň-sever, Rokycany a Tachov (Podkladová data ZM25, zdrojová služba: © CENIA, česká informační agentura životního prostředí, zdrojová data: © ČÚŽK, dostupné on-line: Národní geoportál INSPIRE <<http://geoportal.gov.cz>>)

14.7. Znázornění celkové průběžné jakosti vody

Ke znázornění celkové průběžné jakosti vody byl použit lineární spojnicový graf znázorňující četnost jednotlivých ukazatelů v celé sezóně a graf znázorňující procentuální zastoupení jednotlivých stupňů.



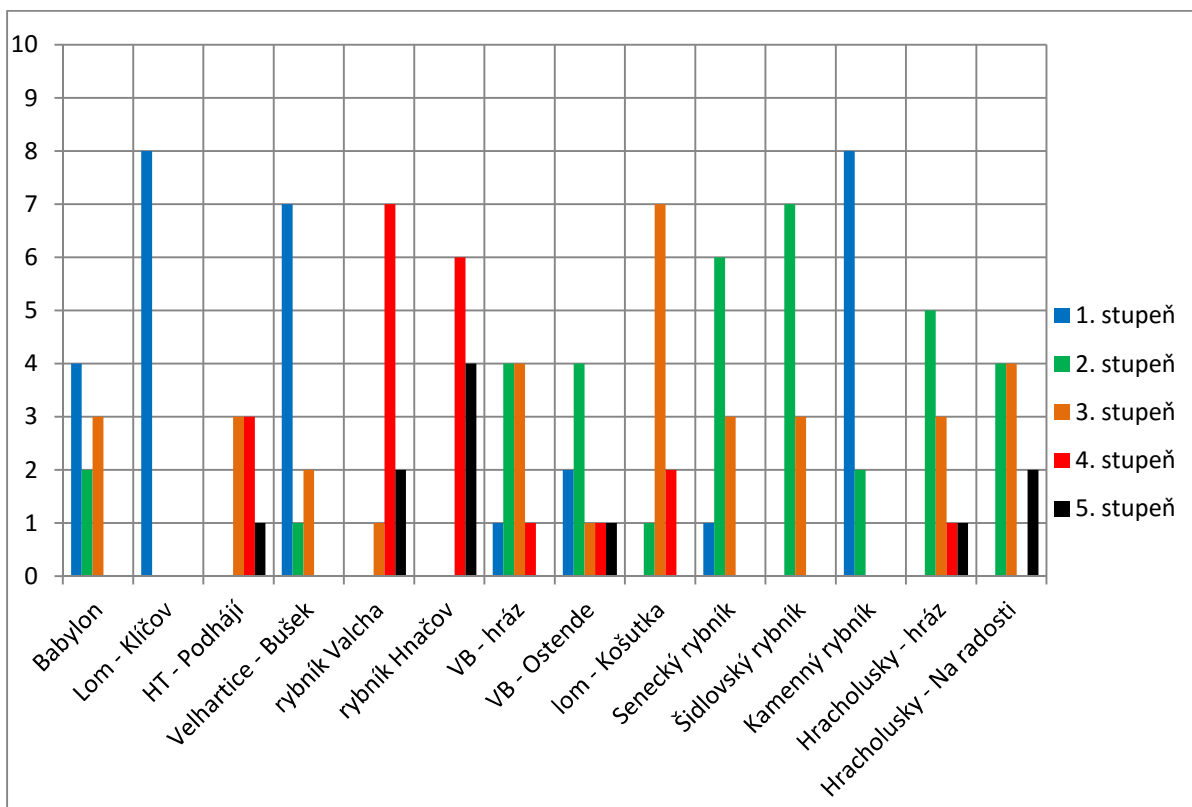
Obrázek č. 23: Vývoj absolutní četnosti celkové průběžné jakosti vody za všechny lokality ve sledovaném období

Z grafů je vidět, že největší zastoupení ve sledovaném období má první stupeň a naopak nejnižší zastoupení má poslední pátý stupeň. Rok 2011 byl zaznamenán jako rok s nejlepší jakostí, četnost prvního stupně je největší ze všech let, zatímco ostatní stupně dosahují nízké četnosti. Od roku 2006 do roku 2011 měla jakost vody zlepšující se trend, ale v roce 2012 a 2013 byl zaznamenán veliký propad v četnosti prvního stupně a naopak u čtvrtého stupně četnost mírně vzrostla. V roce 2014 a 2015 můžeme opět zaznamenat nárůst v četnosti prvního stupně a pokles četnosti u třetího a čtvrtého stupně. Celkově by se dalo říci, že jakost vody v Plzeňském kraji má zlepšující se tendenci.

14.8. Srovnání jakosti mezi přírodními lokalitami a betonovými nádržemi

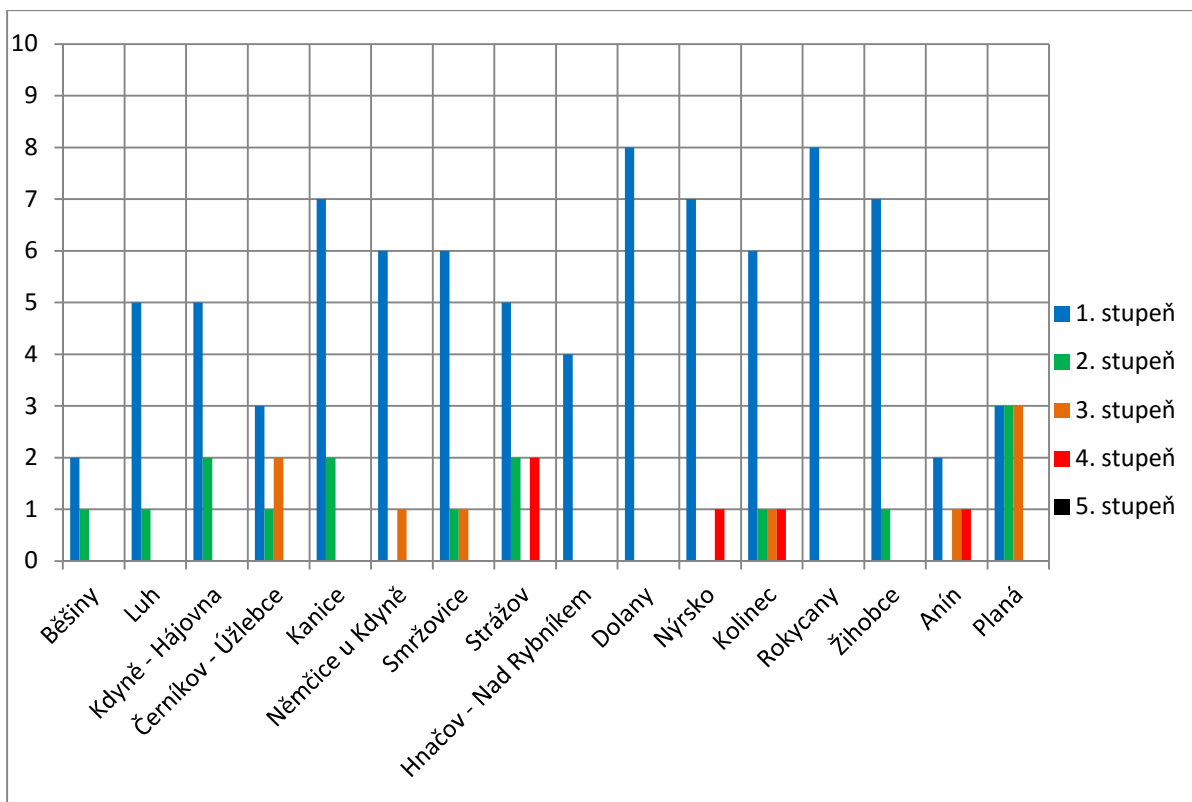
14.8.1. Srovnání podle průběžné jakosti vody

Četnost jednotlivých kategorií z nejhorších naměřených údajů průběžné jakosti vody v letech 2006 – 2015 zobrazený pomocí dvou histogramů. V prvním grafu jsou koupací oblasti a koupaliště ve volné přírodě, ve druhém grafu jsou pouze betonové nádrže.



Obrázek č. 24: Četnost jednotlivých kategorií z nejhorších zaznamenaných údajů průběžné jakosti v jednotlivých letech 2006 - 2015 pro přírodní koupací lokality

Lokality lom – Starý Klíčov, rybník Bušek a Kamenný rybník dosahují vysokého počtu prvního stupně, naopak nejčtenější čtvrtý a pátý stupeň mají lokality rybník Valcha a rybník Hnačov. Ostatní lokality mají velice rozmanité zastoupení jednotlivých stupňů.



Obrázek č. 25: Četnost jednotlivých kategorií z nejhorších zaznamenaných údajů průběžné jakosti v jednotlivých letech 2006 - 2015 pro betonové nádrže

U většiny betonových nádrží je první stupeň dominantní, jen u několika lokalit se objevuje třetí a čtvrtý stupeň. Strážov má největší zastoupení čtvrtého stupně ze všech betonových nádrží a Planá u Mariánských lázní má největší zastoupení třetího stupně.

Na první pohled je vidět, že přírodní lokality mají ve sledovaném období daleko horší jakost vody. Nejhorší stupeň se u betonových nádrží nevyskytuje ani jednou, zatímco u přírodních lokalit je několikrát. Čtvrtý stupeň je u betonových nádrží zastoupen jen v malém množství, naopak první stupeň je u betonových nádrží nejčetnější hodnotou.

14.8.2. Srovnání podle normalizovaného ordinálního rozptylu

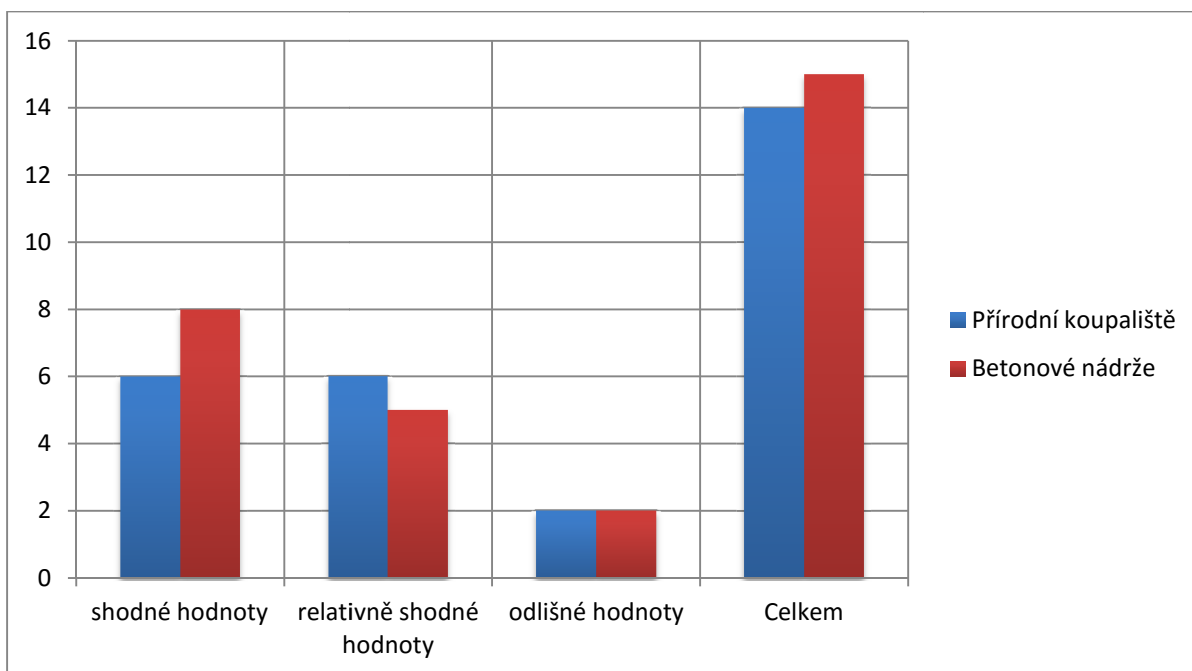
Dalším způsobem porovnání jakosti vody je porovnání míry variability, konkrétně normalizovaného ordinálního rozptylu nejhorších zaznamenaných hodnot průběžné jakosti vody za jednotlivé koupací sezóny. Rozptyl se zjišťoval u betonových nádrží a přírodních lokalit. K porovnání rozptylu jsou použity základní statistické metody a histogram znázorňující četnost rozptylů v jednotlivých kategoriích.

Tabulka č. 18: Srovnání rozptylu pomocí základní statistiky

	Přírodní koupaliště	Betonové nádrže
Maximální rozptyl	0,67	0,69
Minimální rozptyl	0	0
Průměrný rozptyl	0,33	0,30

Tabulka č. 19: Znázorňující zařazení rozptylů jednotlivých lokalit do vytvořených kategorií

Hodnota	Kategorie	Přírodní koupaliště	Betonové nádrže
$\leq 0,25$	shodné hodnoty	6	8
0,26 - 0,5	relativně shodné hodnoty	6	5
$> 0,75$	odlišné hodnoty	2	2
	Celkem	14	15



Obrázek č. 26: Zobrazení četnosti rozptylů lokalit v jednotlivých kategoriích

Ze základních statistických údajů můžeme vypočítat, že maximální, minimální a průměrné hodnoty normalizovaného ordinálního rozptylu jsou vyrovnané, což také naznačuje i výše vyobrazený histogram. Zajímavé je, že i přes to, že jakosti vody u betonových nádrží a přírodních lokalit jsou velmi odlišné, tak hodnoty měř variability uvnitř souboru jsou vyrovnané. Shodné údaje jsou způsobené tím, že i u betonových nádrží se někdy vyskytne období se zhoršenou jakostí vody.

14.9. Vývoj jakosti vody v průběhu koupací sezóny

Vývoj jakosti vody v průběhu koupací sezóny byl vyobrazen pro roky 2006 až 2015. K vytvoření tabulky bylo nutné určit čtyři kategorie, znázorňující průběh jakosti v jednotlivých koupacích sezónách.

Z tabulky je zjevné, že většina koupacích sezón probíhala rovnoměrným vývojem (neměla ani vzrůstající ani klesající tendenci). Hodně zastoupení má též nerovnoměrný vývoj (jakost vody byla velice kolísavá). Pravidelnou stoupající tendencí se vyznačují lokality rybník Valcha a rybník Hnačov.

Tabulka č. 20: Vývoj jakosti koupacích vod v průběhu koupací sezóny

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
rybník Babylon		0	↑	0	—	—	—	—	—	—
Lom - Starý Klíčov		—	—	—	—	—	—	—	—	—
Velhartice rybník Bušek	—	0	—	—	—	—	—	0	—	—
rybník Valcha	#	↑	0	↑	↑	—	↑	↑	—	—
rybník Hnačov	#	0	#	↑	↑	↑	—	0	↑	↑
Horšovský Týn - Podhájí		↑	0		0	—	—	#		
Bolevecký rybník - hráz	0	0	0	—	#	—	—	#	—	—
Bolevecký rybník - Ostende		0	0	—	—	—	—	↓	—	—
lom - jezírko Košutka	#	0	—	0	0	0	—	—	—	—
Senecký rybník	0	—	—	—	0	—	—	—	—	—
Šidlovský rybník	0	0	—	0	0	—	—	—	—	—
Kamenný rybník	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VN Hracholusky - hráz	#	↑	↑	↑	—	0	—	—	—	—
VN Hracholusky - Na radosti	0	0	0	0	—	—	0	—	—	
koupaliště Běšiny		—	—							
koupaliště Chata Povydrí							—			
koupaliště Luh		—	—	—	—	—	—			
nádrž Kdyně - Hájovna		—	—	—	—	—	—	—		
nádrž Tachov		—								
koupaliště Černíkov - Úžlebce		—	#	—	—	—	↑			
koupaliště Kanice		—	—	—	—	—	—	—	—	—
koupaliště Němčice u Kdyně		0	—	—	—	—			—	—
koupaliště Smržovice		—	—	—	—	—		—	0	
koupaliště Strážov		—	0	—	—			—	—	—
Hnačov - Nad Rybníkem						—	—	—	—	
koupaliště Dolany		—	—	—	—		—		—	—
koupaliště Nýrsko		—	—	—	—	—	#		—	—
koupaliště Kolinec		0	—	—	—	—	0	—	—	—
koupaliště Rokycany		—	—	—		—	—	—		—
koupaliště Žihobce		—	—	—	—	—	—	—		—
koupaliště Anín						—	0	0		—
koupaliště Planá		—	—	—	#	—	—	0	0	—
České údolí							0	—	0	0
Kotynka Dobřany								↑	—	—

Tabulka č. 21: Popisky k tabulce č. 20

↑	vzestupný vývoj
↓	sestupný vývoj
—	rovnoměrný vývoj
#	nejhorší úroveň jakosti uprostřed koupací sezóny
0	nerovnoměrný vývoj

14.10. Vliv lesů a orné půdy na jakost vody

Chi-kvadrát test zhodnotil vztah mezi vývojem jakosti vody během sezóny a plošným zastoupením orné půdy a lesů u jednotlivých sledovaných lokalit.

Tabulka č. 22: Plochy použité ke spočítání kontingenční tabulky

Název	Plocha (ha)				Plocha (%)		
	Povodí	Koupací oblast	Lesy	Pole	Koupací oblast	Lesy	Pole
Babylon	789,0	12,0	667,9	5,4	1,5	84,6	0,7
Lom - Starý Klíčov	2,8	0,6	2,2		20,8	79,2	0,0
Horšovský Týn - Podhájí	2668,0	5,9	701,8	1496,0	0,2	26,3	56,1
rybník Hnačov	1215,1	60,0	356,0	247,0	4,9	29,3	20,3
rybník Valcha	381,3	5,6	209,8	18,6	1,5	55,0	4,9
lom - jezírko Košutka	1,6	0,8	0,2	0	51,6	14,2	0
VN Hracholusky - hráz	160931,0	489,7	51497,9	41842,1	0	32,3	26,8
VN Hracholusky - Na Radosti							
Kamenný rybník	332,5	5,2	326,9	0	1,6	98,3	0
Senecký rybník	1082,5	7,4	957,7	0	0,7	88,5	0
Šidlovský rybník	405,8	3,0	368,1	0	0,7	90,7	0
Bolevecký rybník - hráz	1686,1	43,3	1125,1	96,2	2,6	66,7	5,7
Bolevecký rybník - Ostende							
Velhartice rybník Bušek	687,0	1,1	190,4	241,8	0,2	27,7	35,2

Největší rozlohu povodí a vodní plochy má lokalita VN Hracholusky, která má tyto plochy řádově větší než ostatní sledované koupací lokality. Největší zastoupení orné půdy můžeme vyčíst u lokality Horšovský týn – Podhájí, kde více než polovinu povodí zabírá orná půda. Naopak nejmenší plochu povodí i vodní plochu mají lomy. Konkrétně lom – jezírko Košutka a lom Starý Klíčov. Lom – jezírko Košutka, Kamenný rybník, Senecký rybník a Šidlovský rybník nemají ve svém povodí žádnou ornou půdu. Do lokalit s vyšším podílem orné půdy v povodí lze zařadit lokality Horšovský Týn – Podhájí, rybník Hnačov a Hracholusky, tedy povodí s alespoň 20 % podílem orné půdy v povodí.

Tabulka č. 23: Kontingenční tabulka znázorňující počet lokalit zařazených podle vývoje jakosti vody v sezóně a podle převahy lesů či orné půdy

	Převaha lesů	Vyšší podíl orné půdy	Celkem
Zhoršující se jakost	1	2	3
Očekávaná četnost	1,89	1,05	21%
Stálá jakost	8	3	11
Očekávaná četnost	7,11	3,95	79%
Celkem	9	5	14

Tabulka č. 24: Chí-kvadrát test

	Výsledek	Stupeň volnosti	Hladina významnosti α	Kritická hodnota
Chí-kvadrát test	1,62	1	0,05	3,84

H0: Orná půda nemá vliv na jakost vody

H1: Orná půda má vliv na jakost vody

rozptyl > krit. hodnota = H1

rozptyl < krit. hodnota = H0

1,61 < 3,84 = H0

Porovnáním výsledku chí-kvadrát testu se zjištěnou kritickou hodnotou byla potvrzena nulová hypotéza, která vyvrací výrazný vliv orné půdy a lesů na jakost vodních ploch.

14.11. Zdroje znečištění u lokalit s chronicky zhoršenou jakostí vody

Jako lokality s chronicky zhoršenou jakostí vody byly vybrány tři koupací oblasti a to rybník Hnačov, rybník Valcha a Horšovský Týn – Podhájí.

14.11.1. Přehled zdrojů znečištění u přírodních lokalit

Zdroje znečištění jsou zaznamenány pouze u koupališť ve volné přírodě a koupacích oblastí. Pro znázornění zdrojů znečištění byla použita tabulka, ve které se připojili bodové a plošné zdroje znečištění k příslušné lokalitě.

Tabulka č. 25: Zdroje znečištění ve sledovaných oblastech (MZe)

Lokalita	Bodové zdroje	Difúzní zdroje						Celkem
	Odpadní vody	Splachy	Okolní vod. plochy	Sedimenty	Rybí osádka	Odpadní vody	Osídlení	
Babylon			x	x	x	x		4
HT - Podhájí		x	x					2
Lom - Starý Klíčov		x						1
Hnačov	x		x	x	x		x	5
Velhartice - Bušek	x		x					2
Valcha			x			x		2
lom - Košutka		x		x				2
Kamenný rybník		x						1
Senecký rybník		x	x					2
Šidlovský rybník		x						1
Bolevecký rybník		x	x					2
VN Hracholusky	x	x		x	x		x	3
Celkem	3	8	7	4	3	2	2	

Nejčastěji se vyskytující zdroj znečištění jsou splachy z okolí (lesů, polí, silnic apod.). Dalším rozšířeným zdrojem znečištění jsou vodní plochy vyskytující se v povodí nad sledovanou lokalitou. Naopak nejméně rozšířený zdroj znečištění je osídlení v okolí sledované lokality. Lokalita s největším počtem zdrojů znečištění je rybník Hnačov, vyskytuje se zde celkem pět zdrojů znečištění. V povodí rybníku Babylon se vyskytují čtyři zdroje znečištění. V ostatních lokalitách je četnost zdrojů znečištění podobná.

14.11.2. Rybník Hnačov (MZe)

Bodové zdroje znečištění

V povodí rybníka Hnačov se nachází jeden bodový zdroj znečištění. Zdrojem jsou odpadní vody v obci Číhaň. Jedná se o vypouštění odpadních vod z objektu živočišné výroby.

Difúzní zdroje znečištění

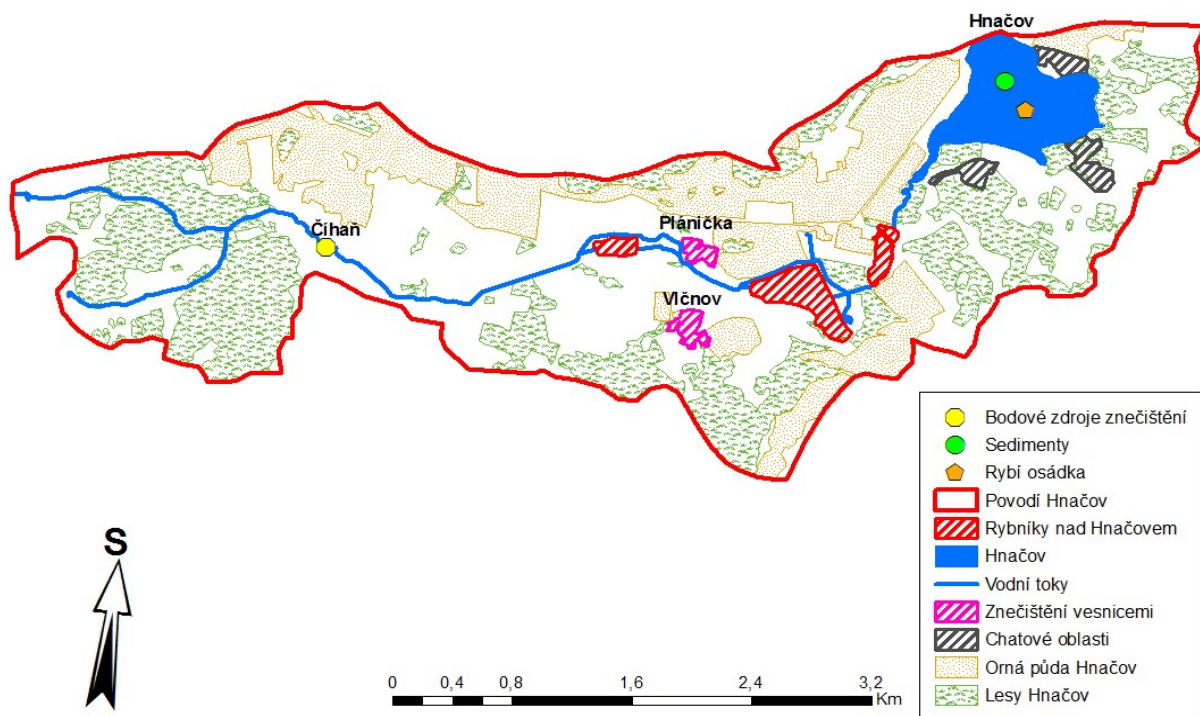
Obec Plánička a Vlčnov je potenciálním zdrojem fosforu a splaškových vod, které pronikají do povodí Hnačovského rybníka.

Soustava rybníků nad Hnačovem je extrémním zdrojem fosforu, jelikož se jedná o eutrofní chovné rybníky. Tyto rybníky silně ovlivňují koncentraci fosforu v řece Úslavě, která vtéká do rybníka Hnačov.

Chatové oblasti v blízkosti rybníka Hnačov jsou pouze potenciálním zdrojem znečištění, jelikož není dokázáno, zdali se z těchto ploch uvolňují nebezpečné látky, pokud ano jedná se o volný odtok odpadních vod do stok a dále do rybníka Hnačov.

Velkým rizikem jsou sedimenty nacházející se na dně rybníka Hnačov a to proto, že během sezóny postupně zachytávají fosfor, který se později začne ve velkém množství uvolňovat zpět do vody, a tím podporovat růst sinic a řas.

Rybí osádka rybníka Hnačov je difúzním zdrojem, protože ryby pomáhají recyklovat fosfor a navíc se do rybníka vnáší poměrně velké množství organických látek z krmných směsí.



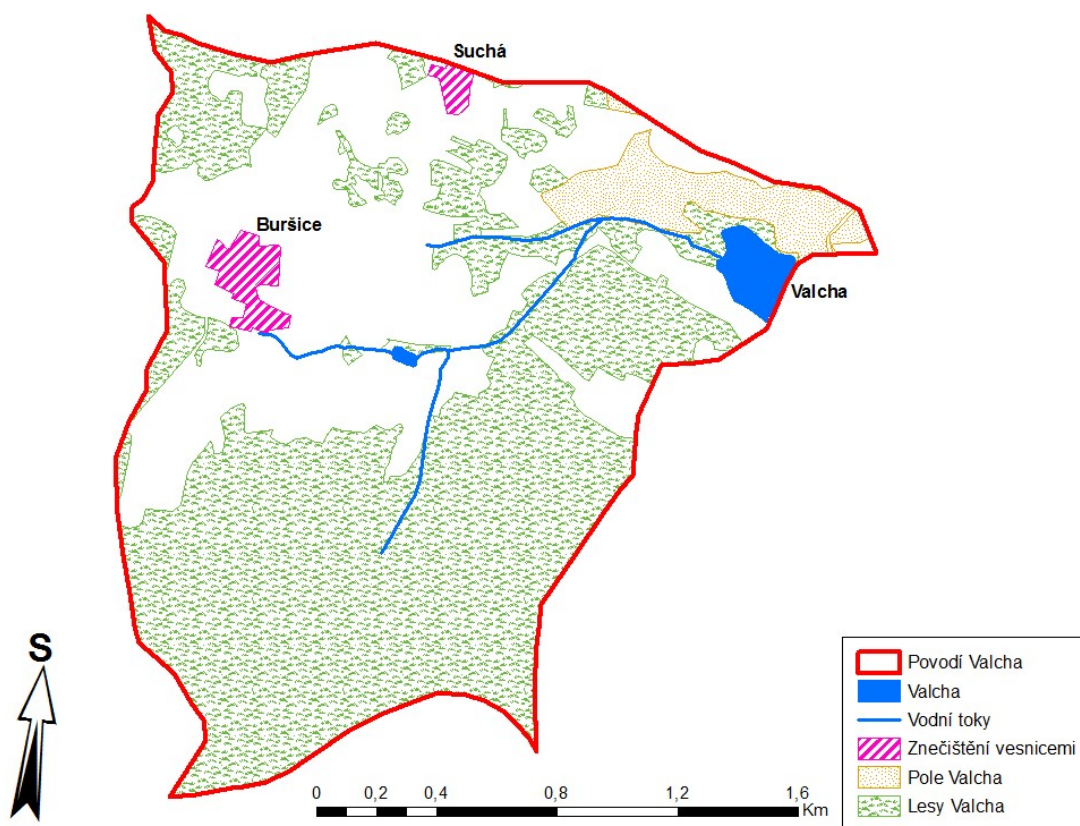
Obrázek č. 27: Zdroje znečištění rybníku Hnačov (Podkladová data ZM25, zdrojová data: © Ministerstvo zemědělství, dostupné on-line: portál eAGRI <<http://eagri.cz/public/web/mze/>>)

14.11.3. Rybník Valcha (MZe) Bodové zdroje znečištění

V povodí rybníku Valcha se nenachází žádné bodové zdroje znečištění.

Difúzní zdroje znečištění

Difúzním zdrojem znečištění jsou obec Suchá a obec Brušice, kde se nachází objekt živočišné výroby. Z tohoto objektu pronikají odpadní vody do vodoteče ústící v Černíčském potoce, který je jediným přítokem rybníku Valcha.



Obrázek č. 28: Zdroje znečištění rybníku Valcha (Podkladová data ZM25, zdrojová data: © Ministerstvo zemědělství, dostupné on-line: portál eAGRI <<http://eagri.cz/public/web/mze/>>)

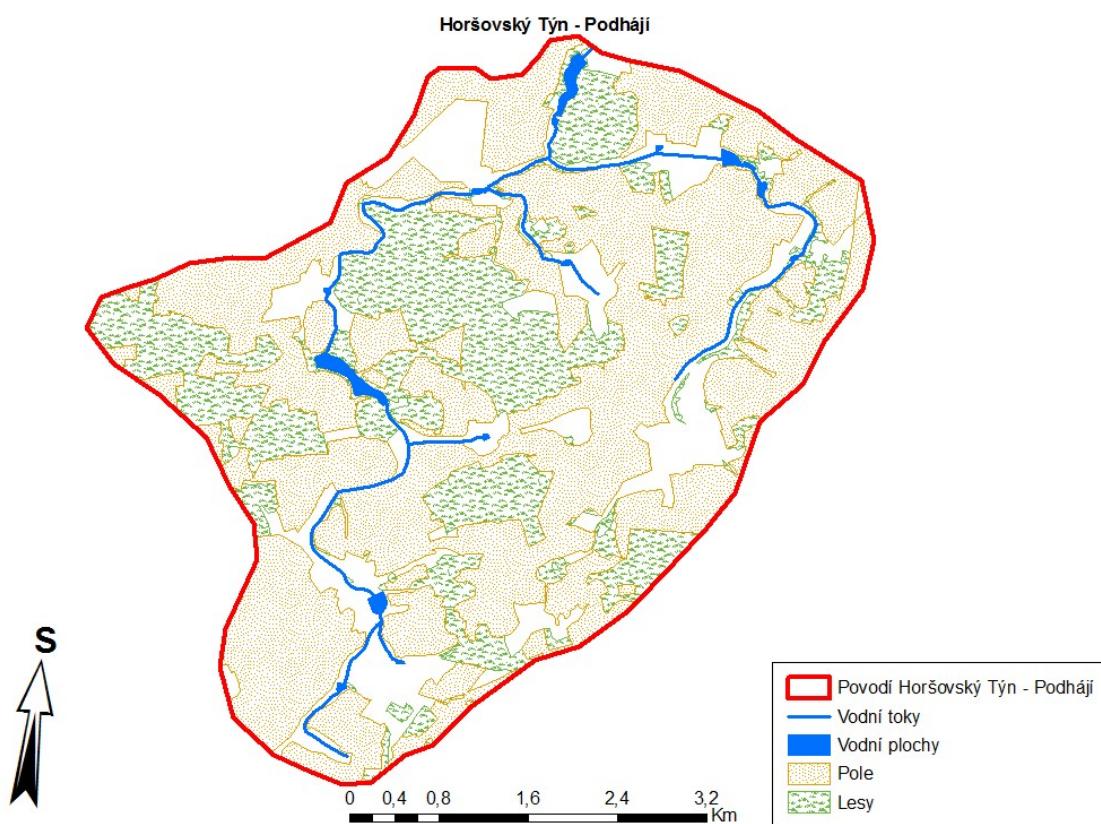
14.11.4. Horšovský Týn – Podhájí (MZe)

Bodové zdroje znečištění

V povodí koupací lokality Horšovský Týn - Podhájí se nenachází žádné bodové zdroje znečištění.

Difúzní zdroje znečištění

Jelikož více jak polovina ploch povodí lokality Horšovský Týn - Podhájí jsou orné půdy, potenciálním zdrojem znečištění jsou hnojiva a pesticidy aplikované na polích.



Obrázek č. 29: Zdroje znečištění rybník Horšovský Týn – Podhájí (Podkladová data ZM25, zdrojová data: © Ministerstvo zemědělství, dostupné on-line: portál eAGRI <<http://eagri.cz/public/web/mze/>>)

15. Diskuse

Vývoj ukazatelů chlorofyl a sinice vykazuje shodné znaky. Podobnost u těchto dvou sledovaných jevů je způsobená tím, že ukazatele sinice a chlorofyl spolu úzce souvisí. Chlorofyl je zelený pigment obsažený v zelených rostlinách, sinicích a řasách, a jakmile se zvýší úroveň sinic ve vodě, zvýší se i úroveň chlorofylu. Chlorofyl může v některých oblastech ovlivňovat hodnoty pH, jelikož, chlorofyl všeobecně působí zásaditě (Hejný, 2000). Pokud se tedy ve vodě vyskytuje ve velkém množství, může způsobit pokles pH až do zásaditých hodnot, což můžeme vyzorovat u sledovaných koupacích lokalit se zvýšeným obsahem chlorofylu. U betonových nádrží tento jev není tak průkazný, jelikož voda na těchto lokalitách je často upravována provozovatelem (řízení přítoku a odtoku, čištění).

Průběžná jakost vody za celé sledované období se pro hodnocené lokality v Plzeňském kraji nevymyká trendu jakosti vody měřené v celé České republice (Chvátalová et al., 2013). V obou porovnaných souborech je nejčtenější první stupeň a nejméně četný je pátý stupeň. Jakost povrchových vod má v České republice zlepšující se tendenci (Ministerstvo zemědělství, 2013). Také jakost vody v Plzeňském kraji má zlepšující se tendenci, to můžeme vyzorovat v tabulce s celkovou jakostí vody podle EEA (Tab. 14 a Tab. 15). Hlavním důvodem zlepšování jakosti povrchových vod je budování čistíren odpadních vod, omezování postřiků (pesticidy) na polích, které jsou škodlivé okolní krajině, omezování hnojení polí v blízkosti vodních ploch a také revitalizace jednotlivých koupacích lokalit.

Betonové nádrže a přírodní koupaliště vykazali relativně podobnou variabilitu průběžné jakosti vody, přičemž přírodní koupaliště mají variabilitu jen nepatrně vyšší. Důvodem je to, že přírodní koupací lokality mohou mít ze začátku koupací sezóny dobrou jakost, která se v průběhu sezóny zhoršuje. Tento trend se u betonových nádrží vyskytuje zřídka a nádrže mají po většinu doby stabilní jakost. Ve většině letech se vyskytuje jakost prvního stupně, mezi kterými se někdy objeví jakost třetího či čtvrtého stupně, což velice navýší míru variability u dané oblasti. Tento fakt souvisí s možnou vyšší regulací vody u betonových nádrží ze strany provozovatele. Hypotéza, že dochází k postupnému zhoršování jakosti vody v průběhu koupací sezóny, byla potvrzena jen z části. Pravidelné postupné zhoršování jakosti vody bylo zpozorováno pouze u dvou přírodních lokalit a to u rybníku Hnačov a rybníku Valcha.

Hypotéza, že jakost koupacích vod je s postupující sezónou horší v povodích s vyšším zastoupením orné půdy, než v povodích s vyšším zastoupením lesů se nepotvrdila. Výrazný vliv orné půdy na jakost vody se ve sledovaném souboru nepotvrdil. Pro vyšší přesnost by bylo však potřeba použít soubor s více koupacími lokalitami. Nedostatečně zastoupeny byly především povodí s převahou orné půdy. Bylo zahrnuto pět koupacích lokalit s převahou orné půdy.

Na znečištění se podílí především plošné zdroje znečištění, jejichž vliv na povrchové vody se hůře odstraňuje. Bodové zdroje (odpadní vody) jsou v současnosti čištěny u naprosté většiny obcí o velikosti nad 2000 ekvivalentních obyvatel (Směrnice 91/271/EEC). U sledovaných lokalit se tak jako nejčastější zdroj znečištění projevují splachy organického materiálu z okolních lesů, vodní plochy v povodí nad danou koupací lokalitou (většinou rybníky s rybí osádkou) a sedimenty uložené v koupací lokalitě.

U každé lokalit s chronicky zhoršenou jakostí vody se vyskytují splachy organického materiálu z okolních lesů jako plošný zdroj znečištění. Další významné plošné zdroje znečištění se vyskytují u lokality rybník Hnačov a rybník Valcha. Jsou to malé vesnice, které jsou zdrojem fosforu a splaškových vody. Jediný bodový zdroj znečištění u lokalit s chronicky zhoršenou jakostí vody se nachází u rybníku Hnačov. Je to vesnice Číhaň, která je zdrojem odpadních vod pronikající do povodí Hnačovského rybníka.

Jako nejhorší oblast byla vybrána lokalita rybník Hnačov. U jakosti podle ukazatele sinice rybník Hnačov dosáhl nejhoršího stupně v pěti z deseti sledovaných let a u ukazatele chlorofyl dosáhl rybník Hnačov nejhoršího stupně v devíti z deseti let. Z pohledu jakosti podle EEA, sledující hlavně fekální bakterie musel být rybník Hnačov dvakrát uzavřen a dvakrát nesplňoval limitní hodnoty směrnice. Průběh koupacích sezón měl u pěti z deseti koupacích sezón u rybníku Hnačov stoupající tendenci. Příčinou špatné jakosti v této lokalitě je velké množství difúzních a jednoho bodového zdroje, které vpravují do rybníka velké množství látek, které podporují růst sinic a řas (například fosfor). Výbornou jakost má většina betonových nádrží, protože do nich neproniká voda z okolí a často je voda v nich upravována pomocí čistících látek provozovatelem.

16. Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo zhodnocení jakosti vody v Plzeňském kraji v letech 2006 až 2015. Jakost byla hodnocena na oficiálně sledovaných lokalitách. Počet těchto lokalit se v jednotlivých letech pohyboval v rozmezí od 10 do 31.

1. Hypotéza, která tvrdí, že dochází k postupnému zhoršování jakosti vody v průběhu koupací sezóny, byla potvrzena jen částečně. K pravidelnému a postupnému zhoršování docházelo jen u dvou přírodních koupacích lokalit a to u rybníku Hnačov a rybníku Valcha
2. K porovnání jakosti vody mezi betonovými nádržemi a přírodními lokalitami bylo využito celkové průběžné jakosti vody, ze které byly vytvořeny histogramy pro každou skupinu lokalit zvlášť. Dále byl pro každou skupinu vytvořen normalizovaný ordinální průměr, který prokázal téměř shodnou míru variability mezi betonovými nádržemi a přírodními lokalitami. Nepatrně vyšší míru variability mají přírodní lokality.
3. Hypotéza, tvrdící že jakost koupacích vod je s postupující sezónou horší v povodích s vyšším zastoupením orné půdy, než v povodích s vyšším zastoupením lesů nebyla potvrzena. Pomocí kontingenční tabulky a chí-kvadrát testu bylo zjištěno, že orné půdy nemají vliv na jakost vody ve sledovaných povodích.
4. U lokalit s chronicky zhoršenou jakostí vody byly nalezeny některé významné zdroje znečištění. U rybníku Hnačov je to bodový zdroj vesnice Číhaň a difúzní zdroje rybníky nad Hnačovem, chatové oblasti a vesnice v povodí. U rybníku Valcha to jsou vesnice v povodí a splachy z okolních lesů. U lokality Horšovský Týn-Podhájí se vyskytuje pouze difúzní znečištění v podobě splachů z okolních lesu a možná díky velkému zastoupení orných ploch splachy pesticidů a hnojiv do koupací lokality.

Zkoumání vlivu klimatu na jakost koupacích vod v Plzeňském by mohlo být další rozšíření této práce, jelikož vlivy klimatu jsou náročnější na zpracování a zkoumání, nebyly do této práce zahrnuty.

Seznam použité literatury

ANDĚL, Jiří. *Základy matematické statistiky*. 2., opr. vyd. Praha: Matfyzpress, 2007. ISBN 978-80-7378-001-2.

BLAŽEK, Vladimír, NĚMEC, Jan a Josef HLADNÝ (eds.). *Voda v České republice*. Praha: Pro Ministerstvo zemědělství vydal Consult, 2006. ISBN 80-903-4821-1.

BUDÍKOVÁ, Marie. *Statistika II: distanční studijní opora*. Brno: Masarykova univerzita Ekonomicko-správní fakulta, 2006.

HEJNÝ, Slavomil. *Rostliny vod a pobřeží*. Praha: East West Publishing Company, 2000. ISBN 80-721-9000-8.

LANGHAMMER, Jakub. *Kvalita povrchových vod a jejich ochrana*. Praha, 2002.

Ministerstvo zemědělství. *Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2012*. Praha, 2013.

Seznam použitých elektronických zdrojů

CENIA: česká informační agentura životního prostředí[online]. Ministerstvo životního prostředí České republiky [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www1.cenia.cz/www/#>

CHVÁTALOVÁ, Martina, Petr PUMANN a František KOŽÍŠEK. *Kvalita rekreačních vod v ČR* [online]. 2013, , 10 [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/info_listy/Kvalita_rekrecni_vody_2013.pdf
Zkopírovat do schránky

European environment agency: Data centre overview [online]. [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.eea.europa.eu/themes/water/dc>

Environment: Bathing water quality. *European Commission* [online]. [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/environment/water/water-bathing/summary.html>

Národní geoportál INSIRE [online]. CENIA [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/home>

Povrchové vody ke koupání: Voda, eAGRI [online]. Ministerstvo zemědělství, [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/povrchove-vody-vyuzivane-ke-koupani/>

World health organization: Enterohaemorrhagic Escherichia coli (EHEC) [online]. [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs125/en/>

SZÚ: Druhy míst ke koupání. *Státní zdravotní ústav* [online]. [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/koupani-ve-volne-prirode/druhy-mist-ke-koupani>

SZÚ: Legislativa vztahující se ke koupalištím. *Státní zdravotní ústav* [online]. [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/koupani-ve-volne-prirode/legislativa-vztahujici-se-ke-koupalitim>

Krajská hygienická stanice Plzeňského kraje se sídlem v Plzni [online]. [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: <http://www.khsplzen.cz/>

Základní statistický popis jedné proměnné: Ordinální proměnná [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://iastat.vse.cz/Ordinalni.html>

Seznam použité legislativy

Vyhláška č. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch. In: *Sbírka zákonů*. 10. 8. 2011.

Council Directive 76/160/EEC of 8 December 1975 concerning the quality of bathing water

Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the Council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC

Council Directive 91/271/EEC of 21 May 1991 concerning urban waste-water treatment

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Obecný přehled koupacích lokalit v okrese Domažlice a Tachov.....	21
Obrázek č. 2: Obecný přehled koupacích lokalit v okrese Klatovy.....	22
Obrázek č. 3: Obecný přehled koupacích oblastí v lokalit okresu Plzeň-město.....	23
Obrázek č. 4: Obecný přehled koupacích lokalit v okrese Plzeň-jih, Plzeň-sever a v okrese Rokycany	24
Obrázek č. 5: Ukázka diagramu použitého v mapách	28
Obrázek č. 6: Znázornění četnosti koupacích lokalit v jednotlivých okresech podle typu koupacích lokalit.....	33
Obrázek č. 7: Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele sinice v okrese Domažlice a Tachov v letech 2006 – 2015, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich.....	36
Obrázek č. 8: Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele sinice v okrese Klatovy v letech 2006 – 2015, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich.....	37
Obrázek č. 9: Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele sinice v části okresu Plzeň-město v letech 2006 – 2015, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich.....	38
Obrázek č. 10: Vývoj jakosti koupacích vod na podle ukazatele sinice v okrese Plzeň-jih, Plzeň sever a Rokycany v letech 2006 – 2015, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich	39
Obrázek č. 11: Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele chlorofyl v okrese Domažlice a Tachov v letech 2006 – 2015, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich	41
Obrázek č. 12: Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele chlorofyl v okrese Klatovy v letech 2006 – 2015, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich.....	42
Obrázek č. 13: Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele chlorofyl v části okresu Plzeň-město v letech 2006 – 2015, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich.....	43
Obrázek č. 14: Vývoj jakosti koupacích vod na podle ukazatele chlorofyl v okrese Plzeň-jih, Plzeň sever a Rokycany v letech 2006 – 2015, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich	44
Obrázek č. 15: Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele pH v okrese Domažlice a Tachov v letech 2006 – 2011, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich.....	47
Obrázek č. 16: Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele pH v okrese Klatovy v letech 2006 – 2011, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich.....	48
Obrázek č. 17: Vývoj jakosti koupacích vod podle ukazatele pH v části okresu Plzeň-město v letech 2006 – 2011, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich.....	49
Obrázek č. 18: Vývoj jakosti koupacích vod na podle ukazatele pH v okrese Plzeň-jih, Plzeň sever a Rokycany v letech 2006 – 2011, která je vyjádřena pomocí kartodiagramů a barev v nich.....	50
Obrázek č. 19: Celková jakost vody v letech 2006 – 2011 zpracovaná podle EEA a Bathing Water Directive 76/160/EC v okrese Domažlice a Klatovy	54
Obrázek č. 20: Celková jakost vody v letech 2006 – 2011 zpracovaná podle EEA a Bathing Water Directive 76/160/EC v okrese Plzeň-jih, Plzeň-sever, Rokycany a Tachov	55
Obrázek č. 21: Celková jakost vody v letech 2012 – 2014 zpracovaná podle EEA a EU Bathing Water Directive 2006/7/EC v okrese Domažlice a Klatovy	56
Obrázek č. 22: Celková jakost vody v letech 2012 – 2014 zpracovaná podle EEA a EU Bathing Water Directive 2006/7/EC v okrese Plzeň-jih, Plzeň-sever, Rokycany a Tachov	57
Obrázek č. 23: Vývoj absolutní četnosti celkové průběžné jakosti vody za všechny lokality ve sledovaném období.....	58

Obrázek č. 24: Četnost jednotlivých kategorií z nejhorších zaznamenaných údajů průběžné jakosti v jednotlivých letech 2006 - 2015 pro přírodní koupací lokality.....	59
Obrázek č. 25: Četnost jednotlivých kategorií z nejhorších zaznamenaných údajů průběžné jakosti v jednotlivých letech 2006 - 2015 pro betonové nádrže	60
Obrázek č. 26: Zobrazení četnosti rozptylů lokalit v jednotlivých kategoriích.....	61
Obrázek č. 27: Zdroje znečištění rybníku Hnačov	68
Obrázek č. 28: Zdroje znečištění rybníku Valcha.....	69
Obrázek č. 29: Zdroje znečištění rybník Horšovský Týn – Podhájí	70

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Obecný přehled koupacích lokalit a jejich typ (Národní geoportál INSPIRE).....	20
Tabulka č. 2: Barevné znázornění jednotlivých stupňů ukazatele sinice	27
Tabulka č. 3: Barevné znázornění jednotlivých stupňů ukazatele chlorofyl	27
Tabulka č. 4: Barevné znázornění jednotlivých stupňů ukazatele chlorofyl	27
Tabulka č. 5: Barvená škála vyskytující se v diagramech v kartodiagramech	28
Tabulka č. 6: Znázornění jednotlivých značek pro vývoj jakosti vod v koupacích sezónách.....	30
Tabulka č. 7: Sledované ukazatele použité v této práci, sledované období a zdroje dat	32
Tabulka č. 8: Vývoj Jakosti koupacích vod v letech 2006 - 2015 podle ukazatele sinice vyjádřený v barvách, podrobný popis jednotlivých stupňů v kapitole 6.2.	35
Tabulka č. 9: Popisky k tabulce č. 8	35
Tabulka č. 10: Vývoj Jakosti koupacích vod v letech 2006 - 2015 podle ukazatele chlorofyl vyjádřený v barvách	40
Tabulka č. 11: Popisky k tabulce č. 10	40
Tabulka č. 12: Vývoj Jakosti koupacích vod v letech 2006 - 2011 podle ukazatele pH vyjádřená v barvách, podrobný popis jednotlivých stupňů v kapitole č. 7.3.....	46
Tabulka č. 13: Popisky k tabulce č. 12	46
Tabulka č. 14: Celková jakost vody v letech 2006 – 2011 zpracovaná podle EEA a Bathing Water Directive 76/160/EC, podrobný popis jednotlivých stupňů v kapitole č. 8.2.....	52
Tabulka č. 15: Popisky k tabulce č. 14	52
Tabulka č. 16: Celková jakost vody v letech 2012 – 2014 zpracovaná podle EEA a EU Bathing Water Directive 2006/7/EC, podrobný popis jednotlivých stupňů v kapitole č. 8.2.....	53
Tabulka č. 17: Popisky k tabulce č. 16	53
Tabulka č. 18: Srovnání rozptylu pomocí základní statistiky.....	61
Tabulka č. 19: Znázorňující zařazení rozptylů jednotlivých lokalit do vytvořených kategorií	61
Tabulka č. 20: Vývoj jakosti koupacích vod v průběhu koupací sezóny	63
Tabulka č. 21: Popisky k tabulce č. 20	63
Tabulka č. 22: Plochy použité ke spočítání kontingenční tabulky.....	64
Tabulka č. 23: Kontingenční tabulka znázorňující počet lokalit zařazených podle vývoje jakosti vody v sezóně a podle převahy lesů či orné půdy	64
Tabulka č. 24: Chí-kvadrát test.....	65
Tabulka č. 25: Zdroje znečištění ve sledovaných oblastech (MZe)	66

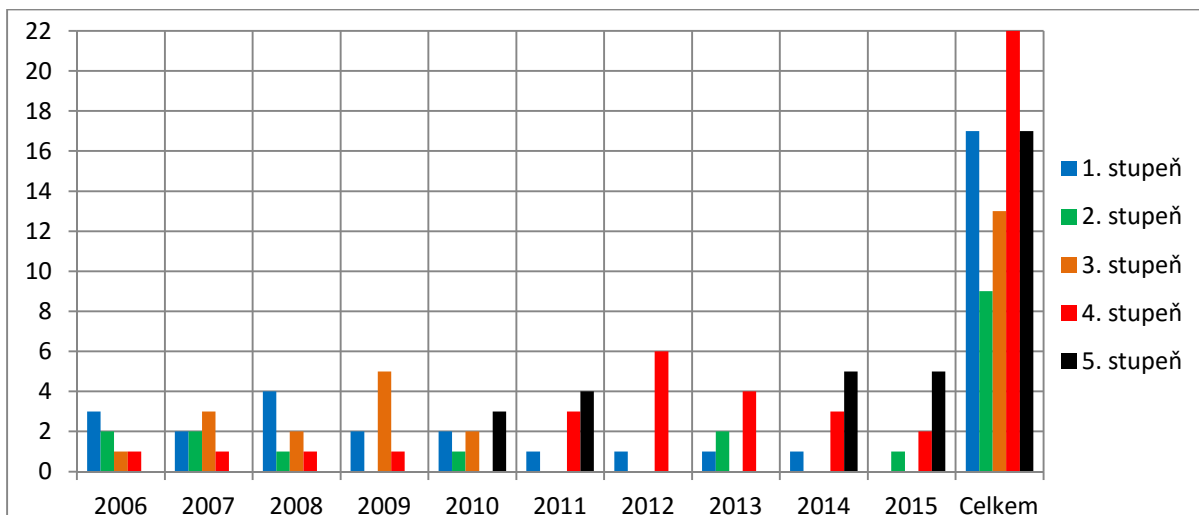
Seznam příloh

Příloha č. 1: rybník Hnačov	I
Příloha č. 2: lom Starý Klíčov	I
Příloha č. 3: rybník Bušek	II
Příloha č. 4: rybník Valcha	II
Příloha č. 5: Horšovský Týn – Podhájí.....	II
Příloha č. 6: Velký Bolevecký rybník - hráz	III
Příloha č. 7: Velký Bolevecký rybník - Ostende	III
Příloha č. 8: lom – jezírko Košutka	III
Příloha č. 9: Senecký rybník.....	IV
Příloha č. 10: Šidlovský rybník	IV
Příloha č. 11: Kamenný rybník.....	IV
Příloha č. 12: VN Hracholusky - hráz	V
Příloha č. 13: VN Hracholusky – Na Radosti	V
Příloha č. 14: koupaliště Běšiny.....	V
Příloha č. 15: koupaliště Chata Povydrří.....	VI
Příloha č. 16: koupaliště Kamenný Újezd	VI
Příloha č. 17: koupaliště Luh	VI
Příloha č. 18: nádrž Kdyně - Hájovna.....	VII
Příloha č. 19: nádrž Tachov	VII
Příloha č. 20: koupaliště Černíkov - Úžlebce	VII
Příloha č. 21: koupaliště Kanice.....	VIII
Příloha č. 22: koupaliště Němčice u Kdyně	VIII
Příloha č. 23: koupaliště Smržovice.....	VIII
Příloha č. 24: koupaliště Strážov	IX
Příloha č. 25: koupaliště Hnačov-Nad Rybníkem	IX
Příloha č. 26: koupaliště Dolany	IX
Příloha č. 27: koupaliště Strážov	X
Příloha č. 28: koupaliště Janovice nad Úhlavou	X
Příloha č. 29: koupaliště Kolinec	X
Příloha č. 30: koupaliště Rokycany.....	XI
Příloha č. 31: koupaliště Žihobce	XI
Příloha č. 32: koupaliště Anín.....	XI
Příloha č. 33: koupaliště Planá	XII
Příloha č. 34: biotop České údolí.....	XII
Příloha č. 35: biotop Dobřany Kotynka	XII

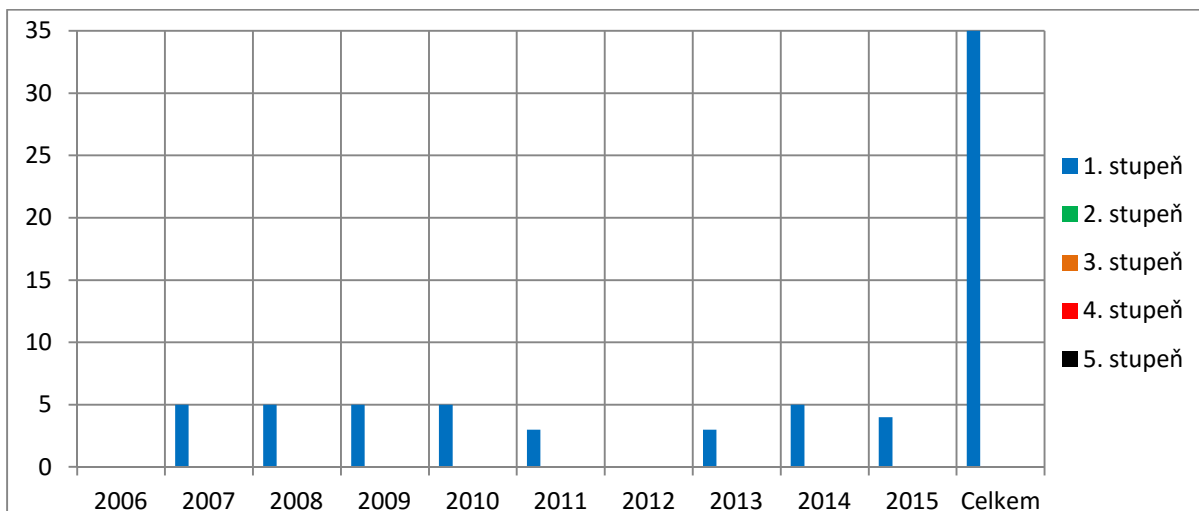
Přílohy

Znázornění zastoupení jednotlivých kategorií jakosti vody v koupacích sezónách na sledovaných lokalitách v Plzeňském kraji

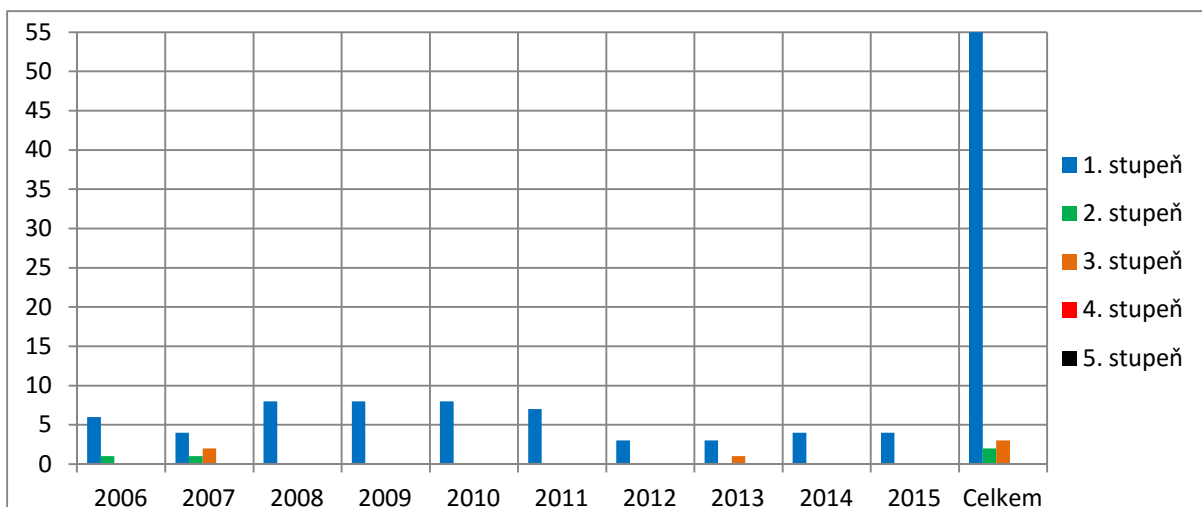
Příloha č. 1: rybník Hnačov



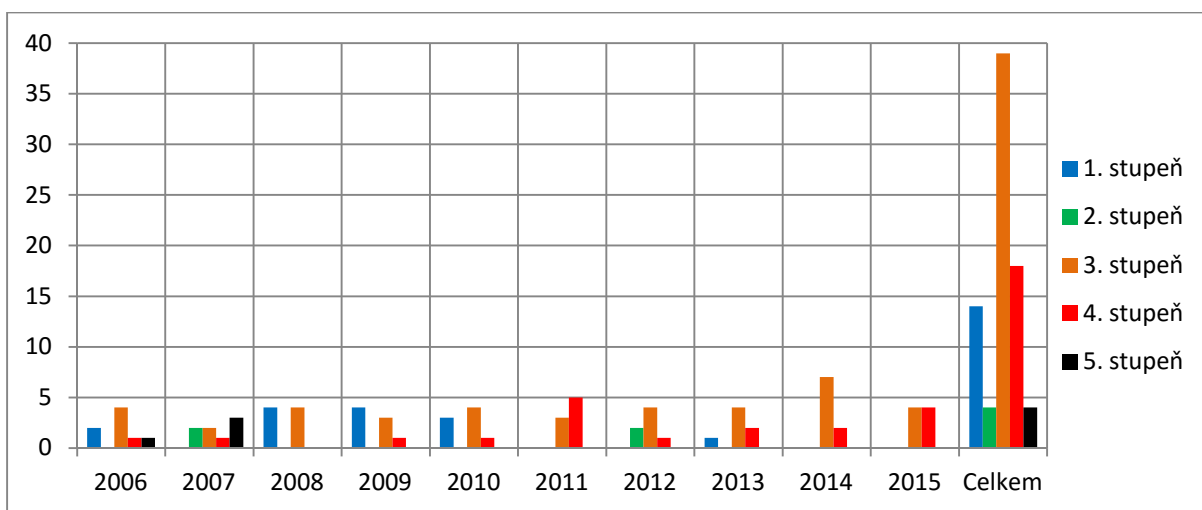
Příloha č. 2: lom Starý Klíčov



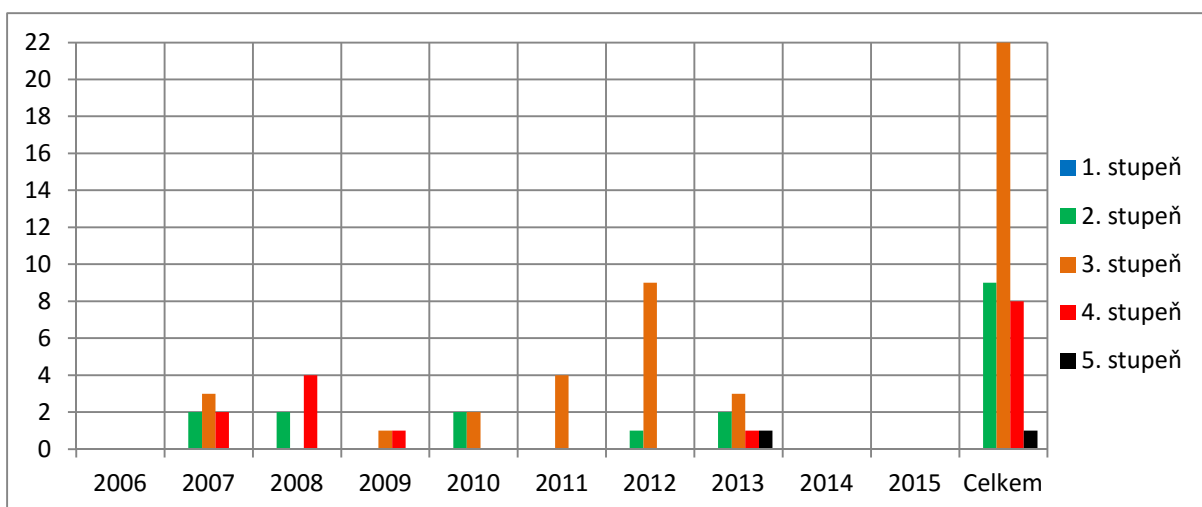
Příloha č. 3: rybník Bušek



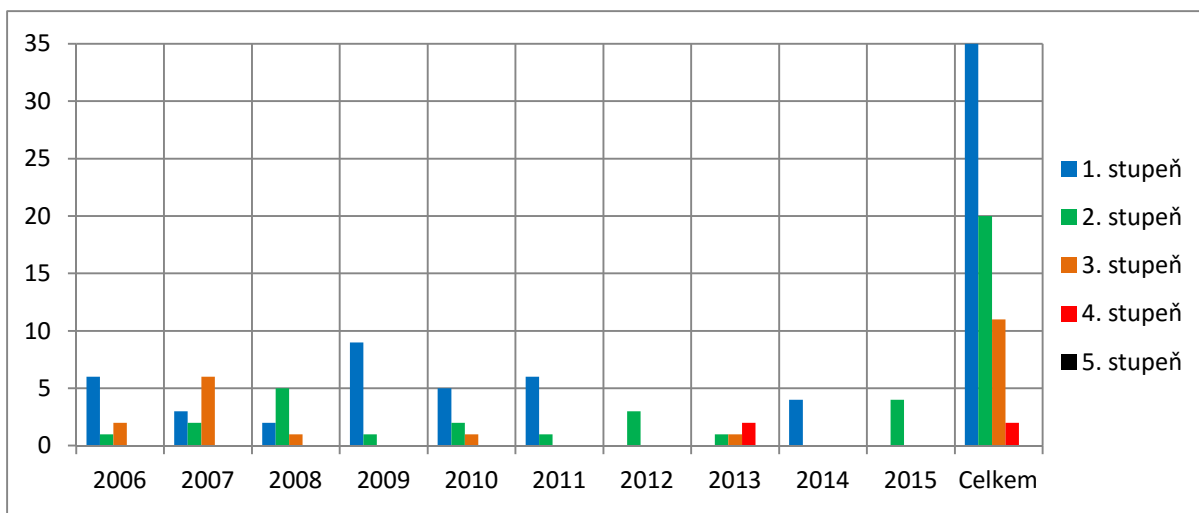
Příloha č. 4: rybník Valcha



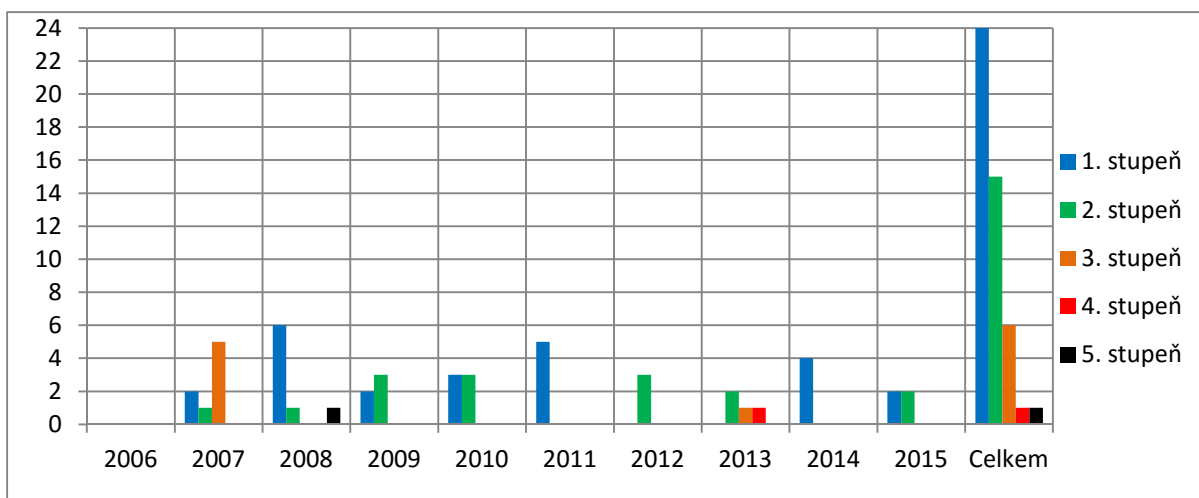
Příloha č. 5: Horšovský Týn – Podhájí



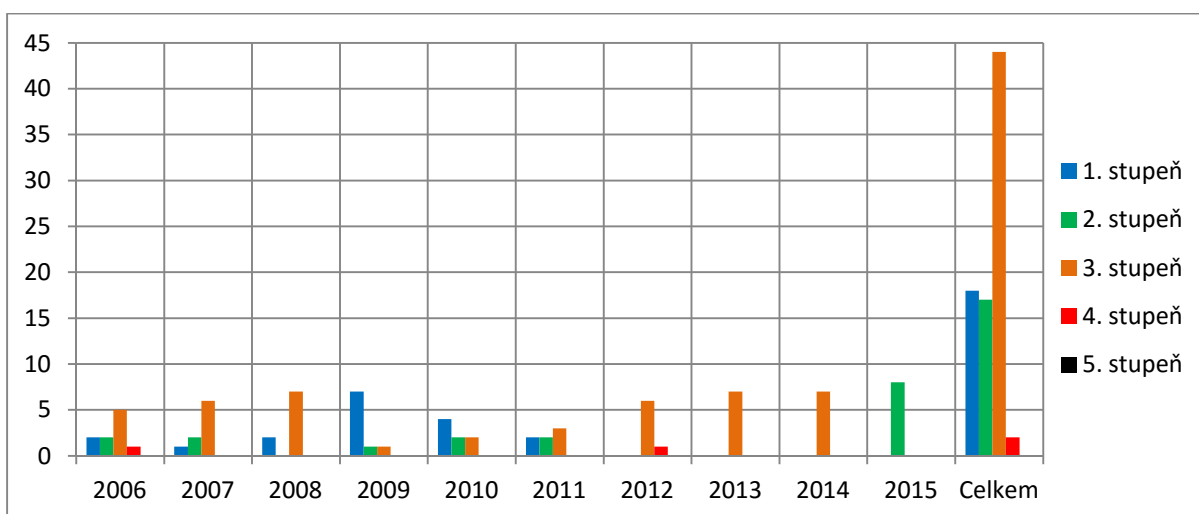
Příloha č. 6: Velký Bolevecký rybník - hráz



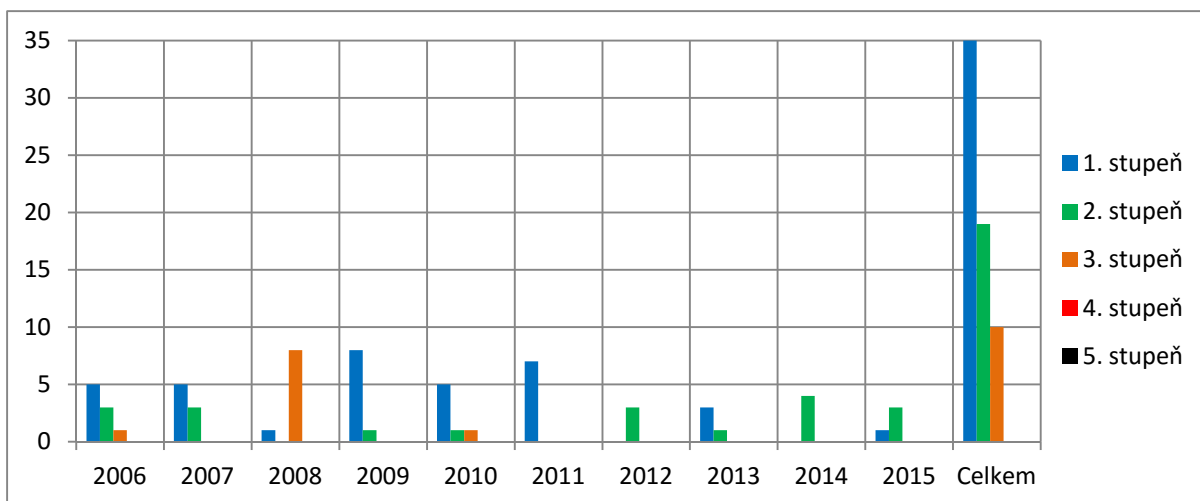
Příloha č. 7: Velký Bolevecký rybník - Ostende



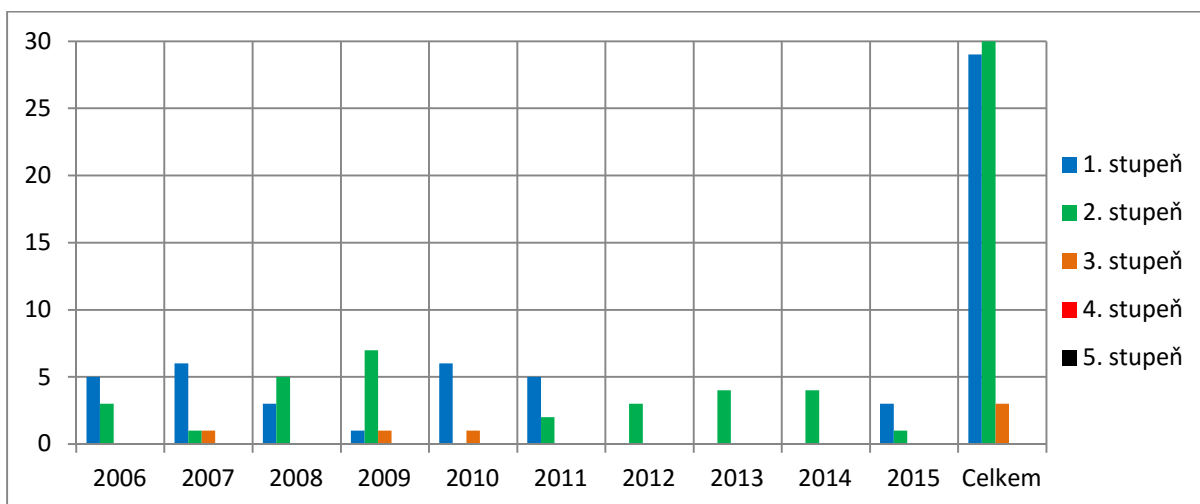
Příloha č. 8: lom – jezírko Košutka



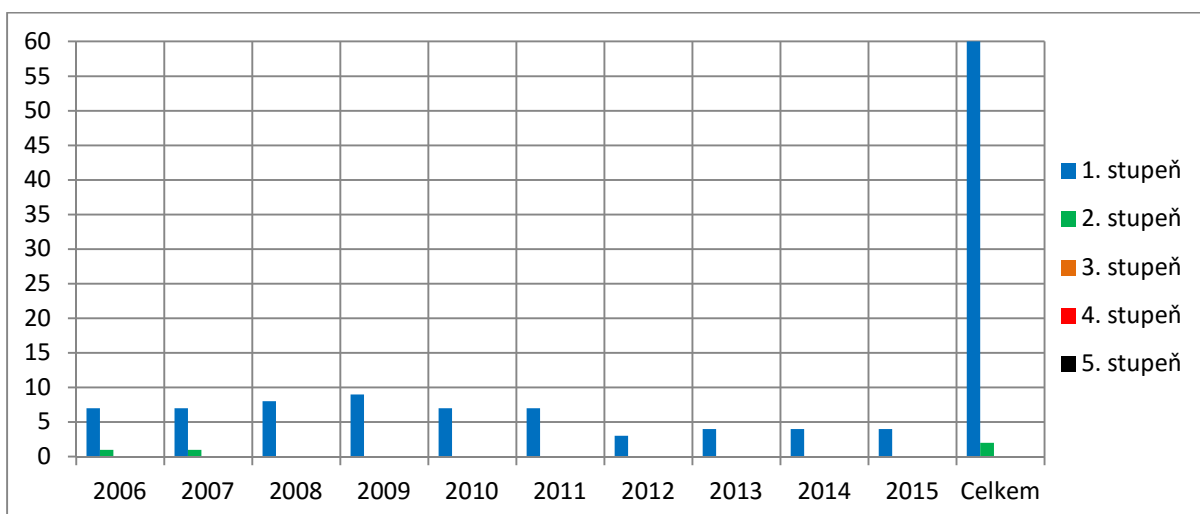
Příloha č. 9: Senecký rybník



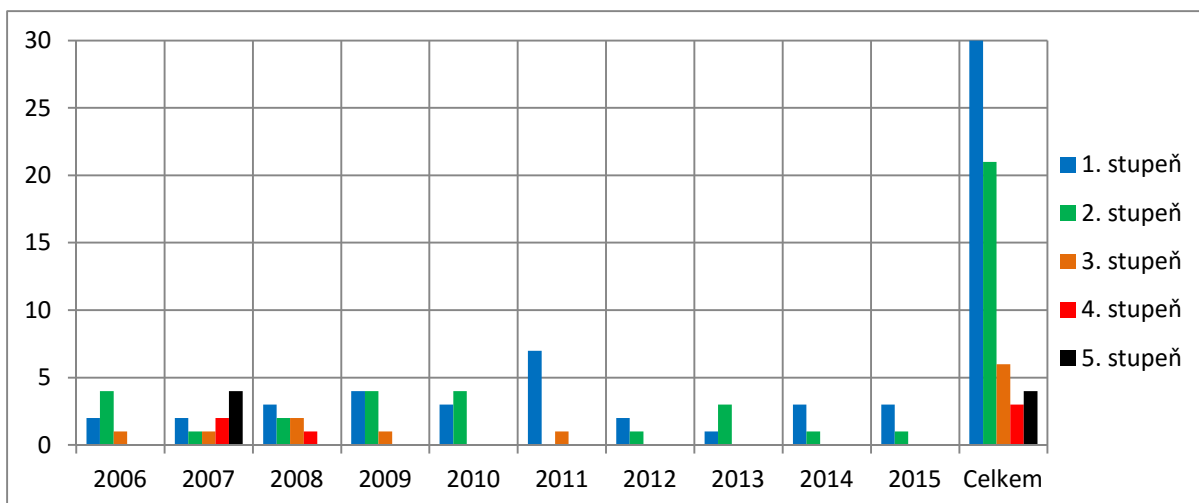
Příloha č. 10: Šidlovský rybník



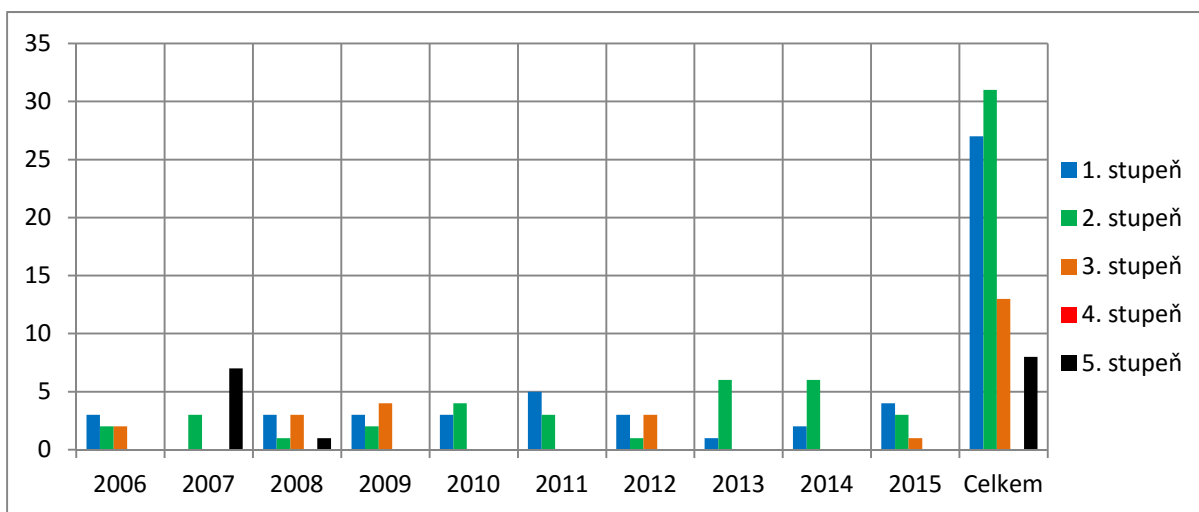
Příloha č. 11: Kamenný rybník



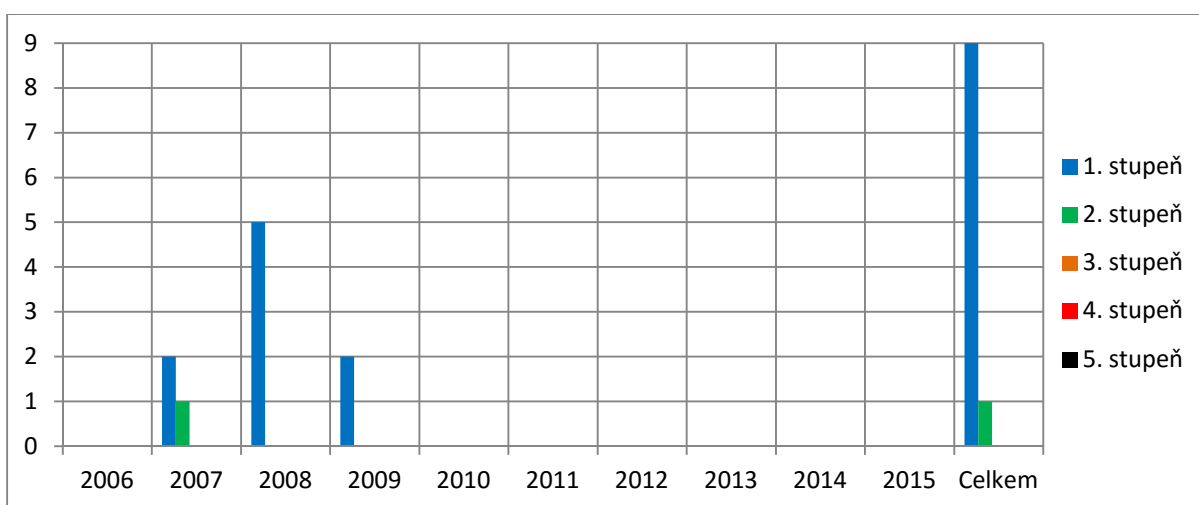
Příloha č. 12: VN Hracholusky - hráz



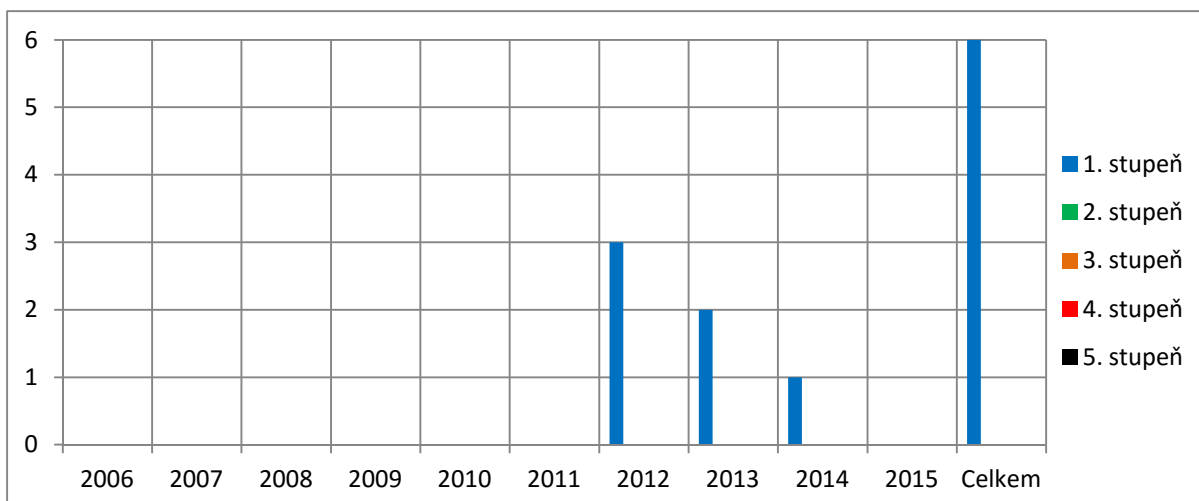
Příloha č. 13: VN Hracholusky – Na Radosti



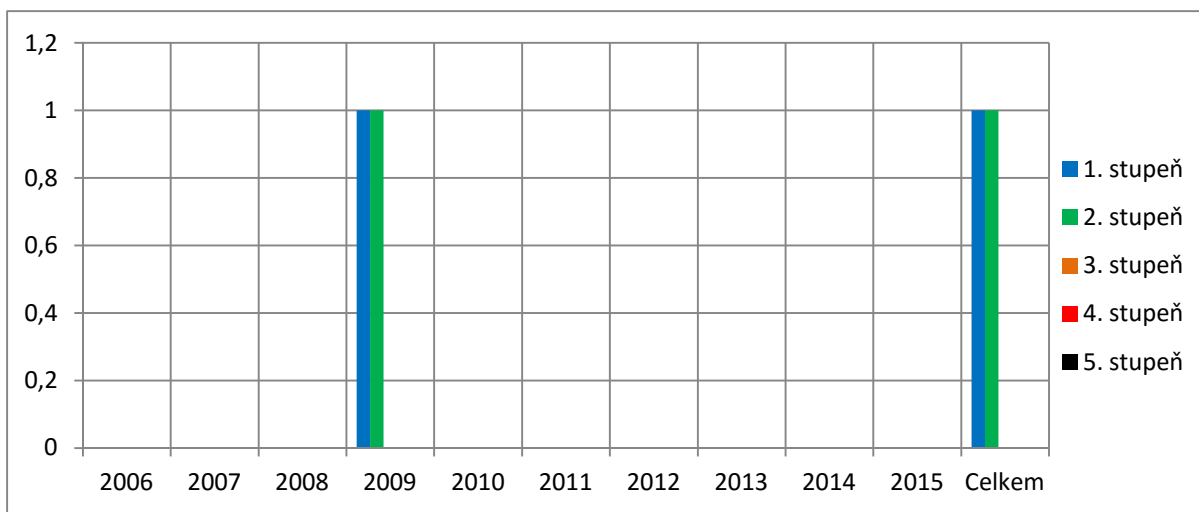
Příloha č. 14: koupaliště Běšiny



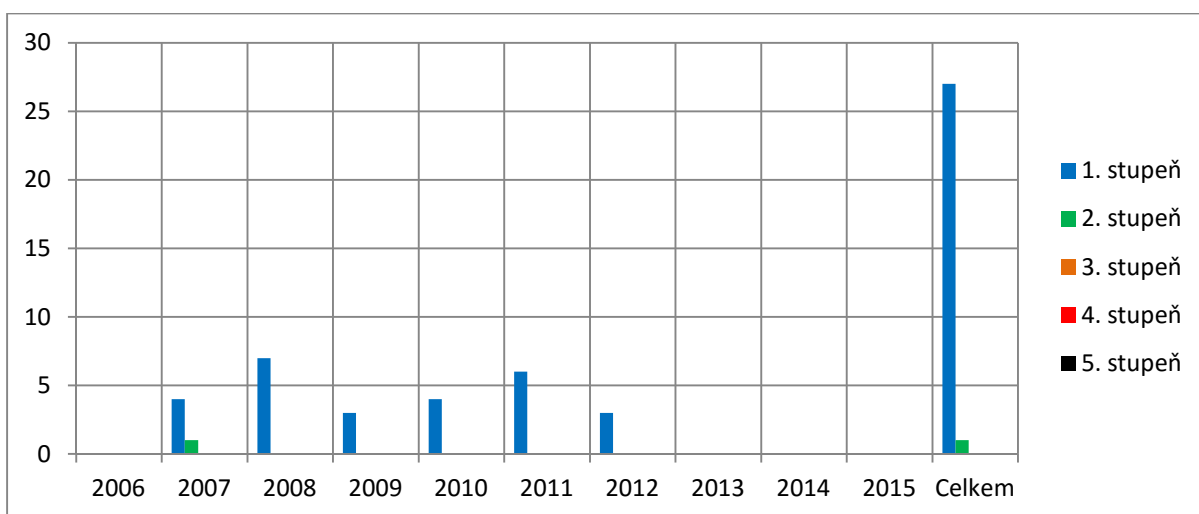
Příloha č. 15: koupaliště Chata Povydří



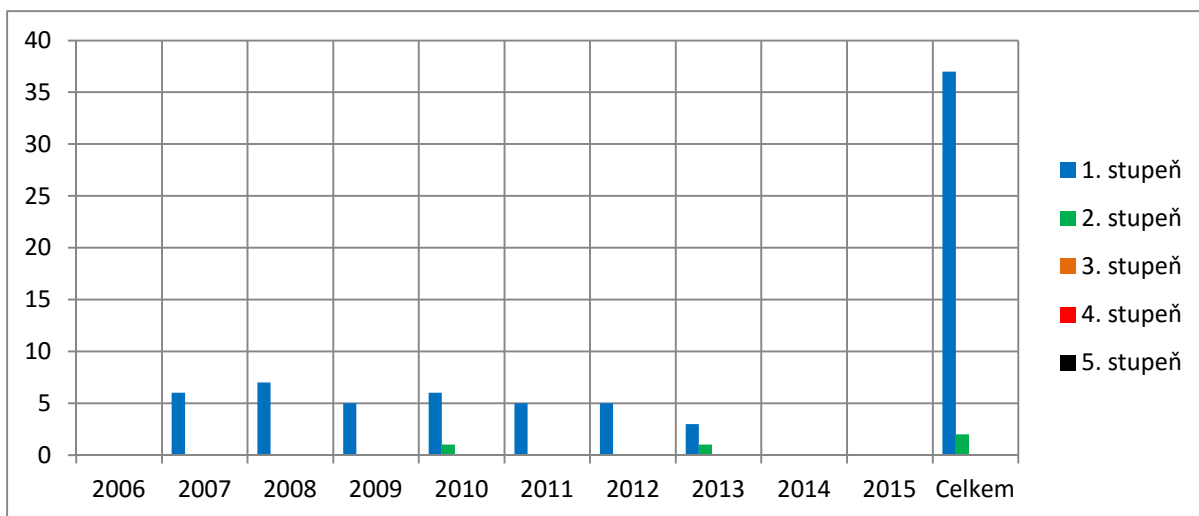
Příloha č. 16: koupaliště Kamenný Újezd



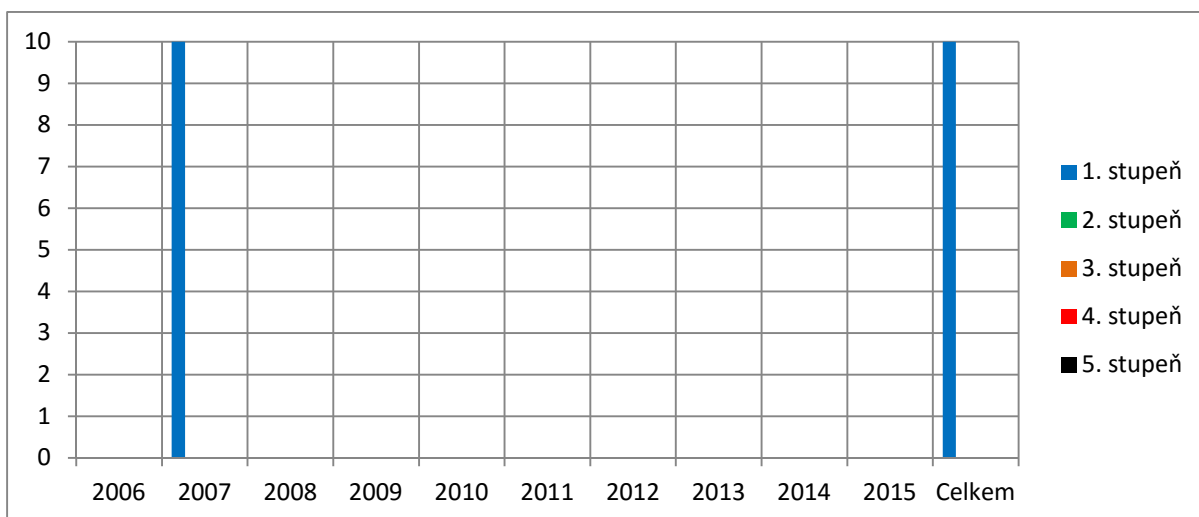
Příloha č. 17: koupaliště Luh



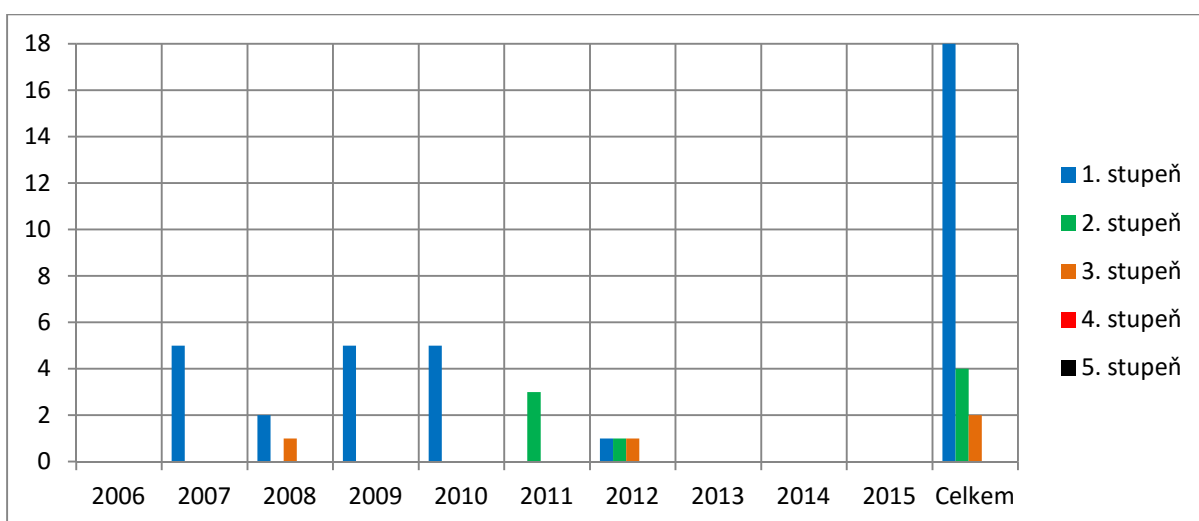
Příloha č. 18: nádrž Kdyně - Hájovna



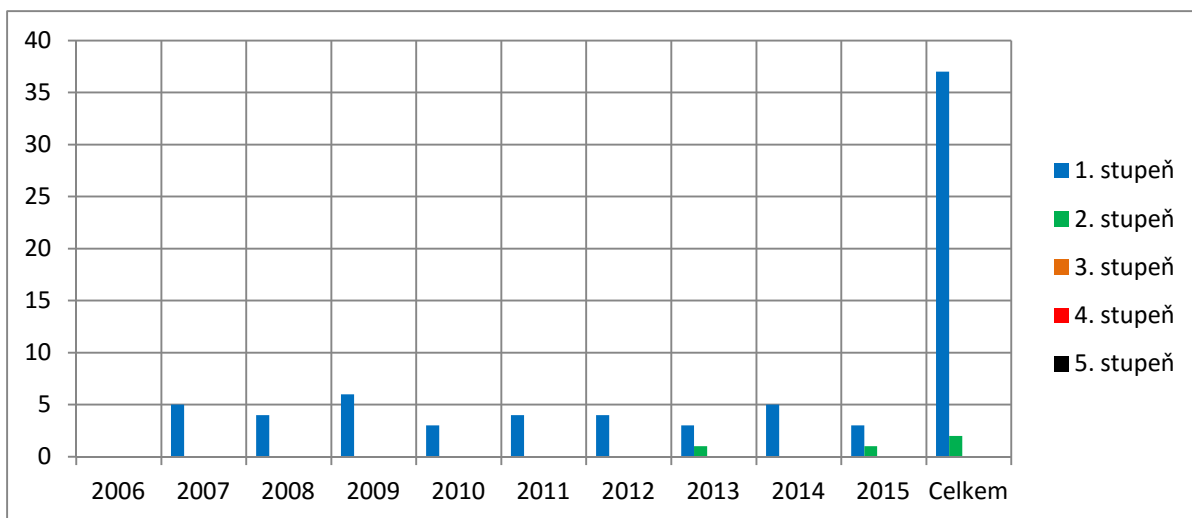
Příloha č. 19: nádrž Tachov



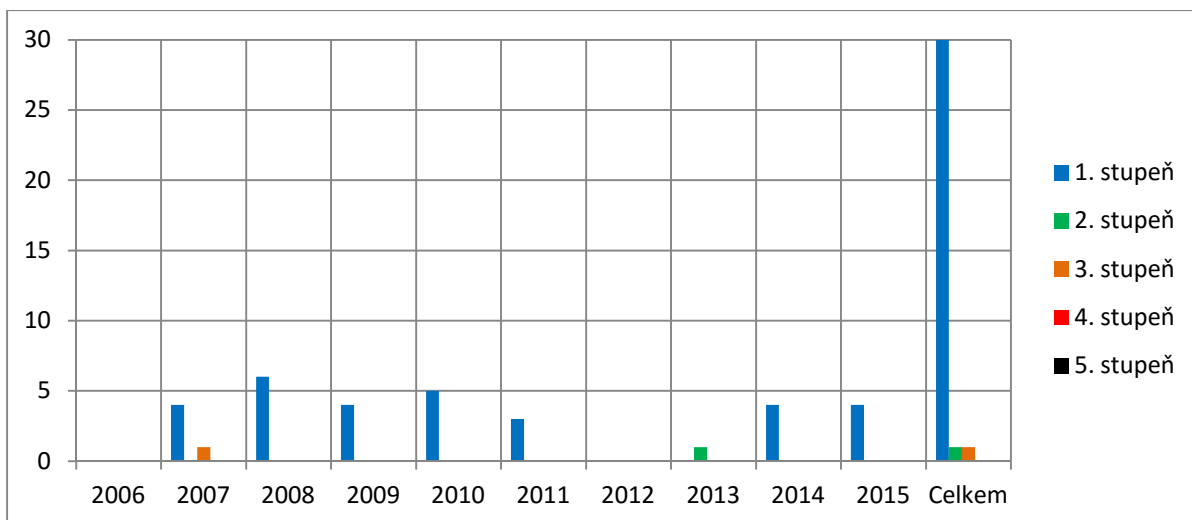
Příloha č. 20: koupaliště Černíkov - Úžlebce



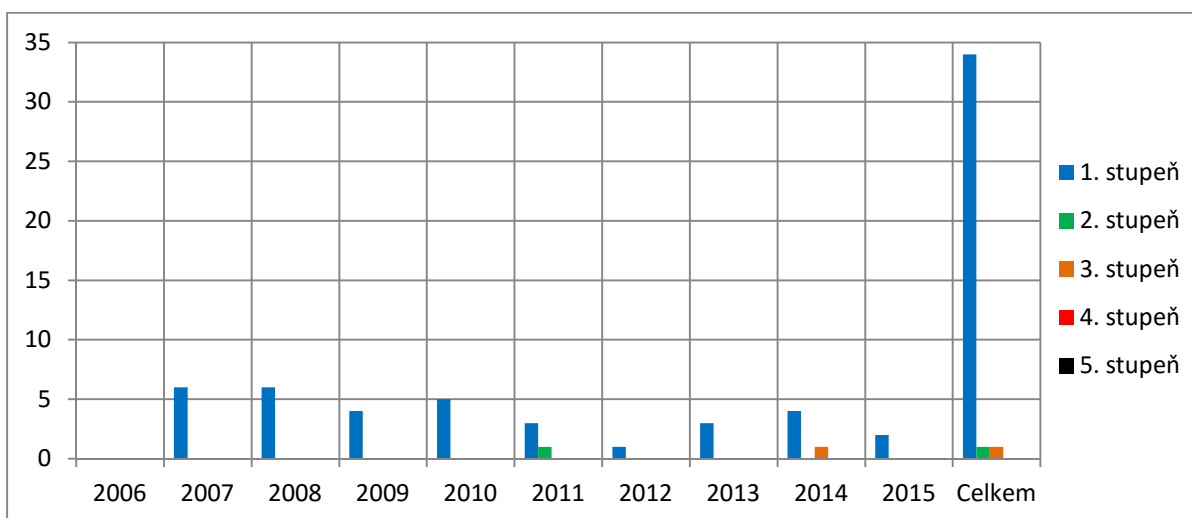
Příloha č. 21: koupaliště Kanice



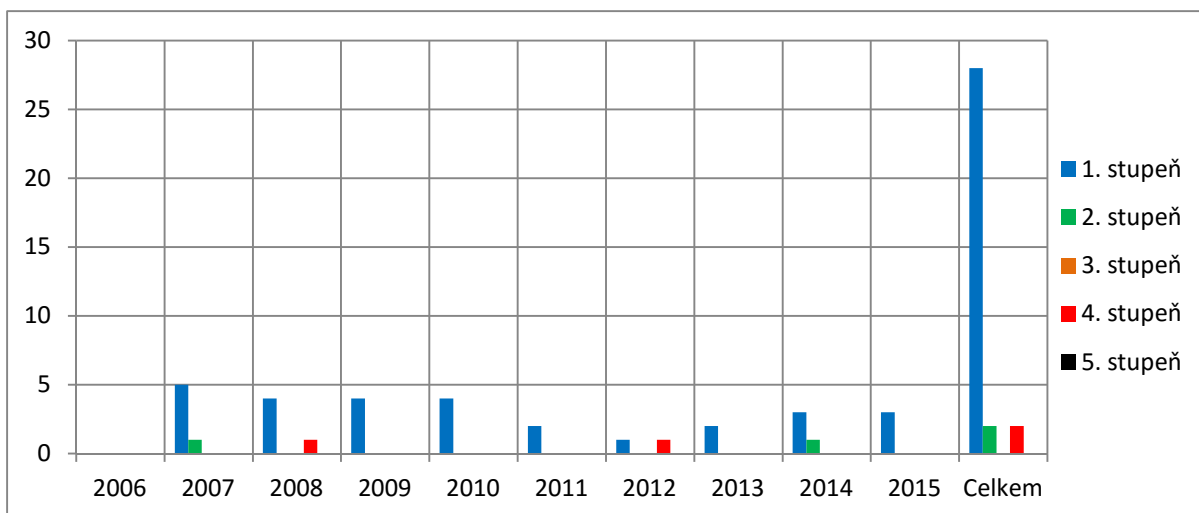
Příloha č. 22: koupaliště Němčice u Kdyně



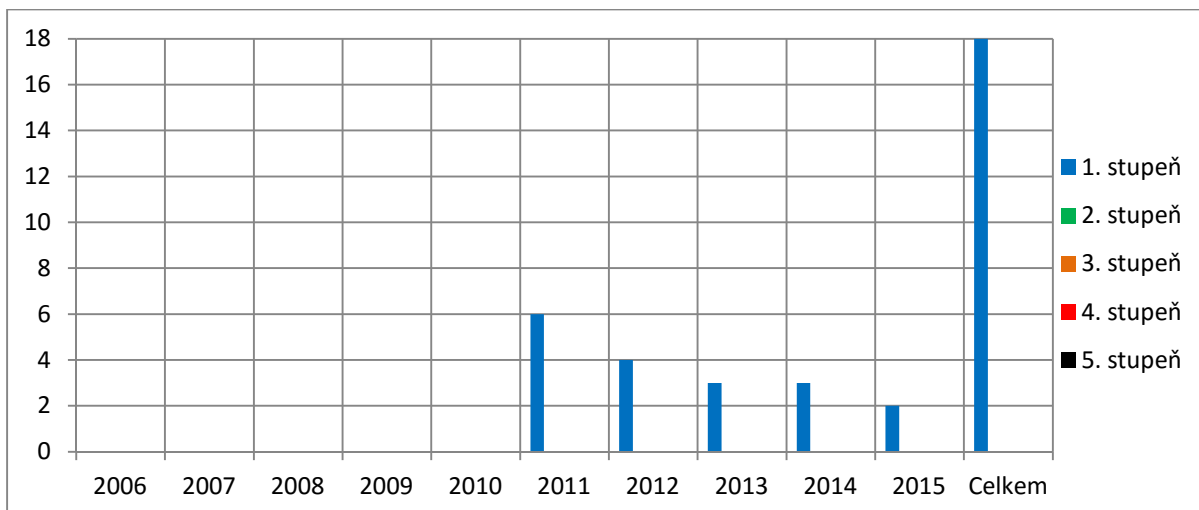
Příloha č. 23: koupaliště Smržovice



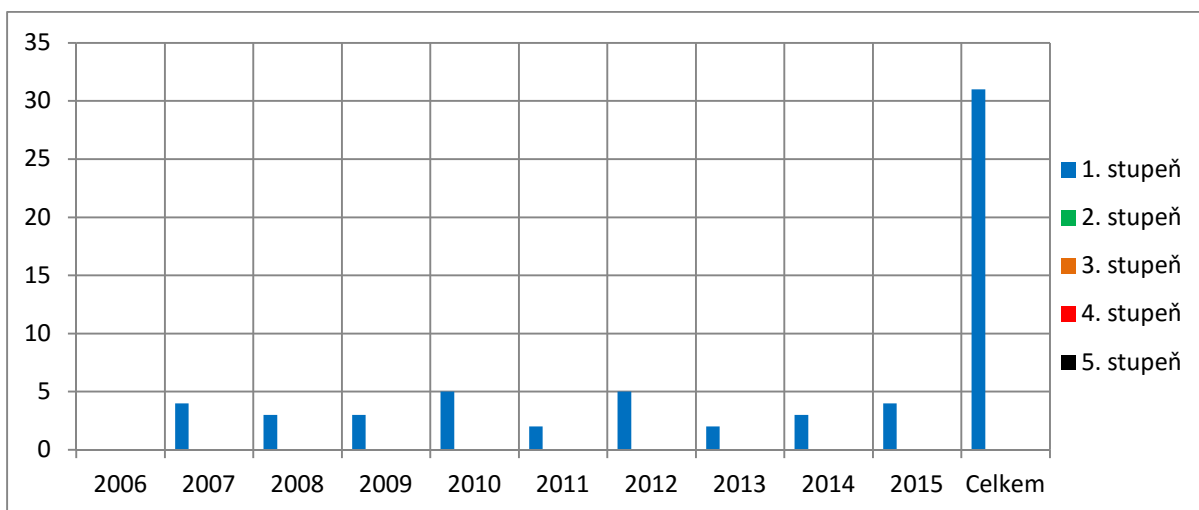
Příloha č. 24: koupaliště Strážov



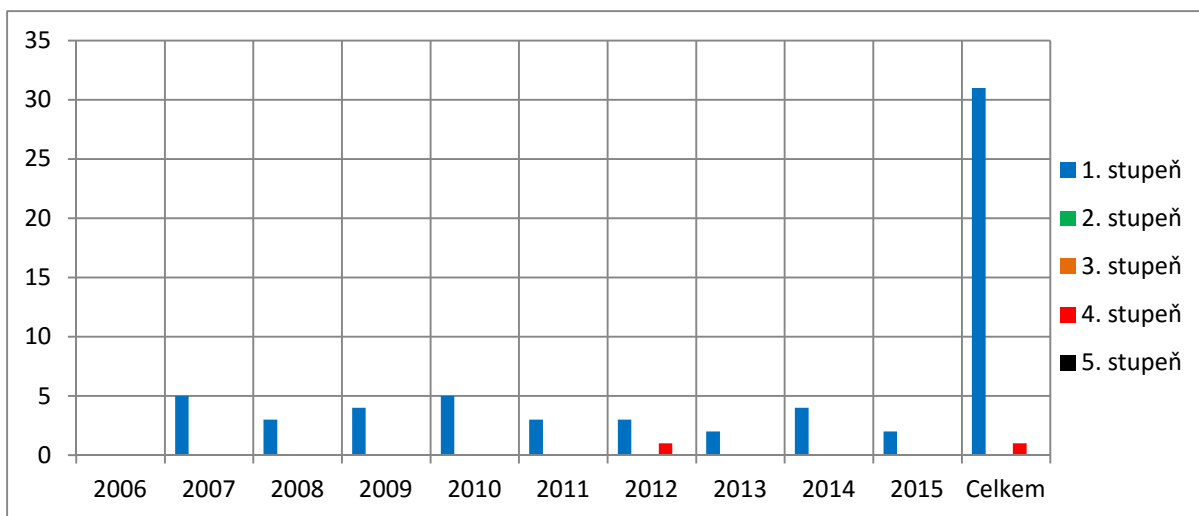
Příloha č. 25: koupaliště Hnačov-Nad Rybníkem



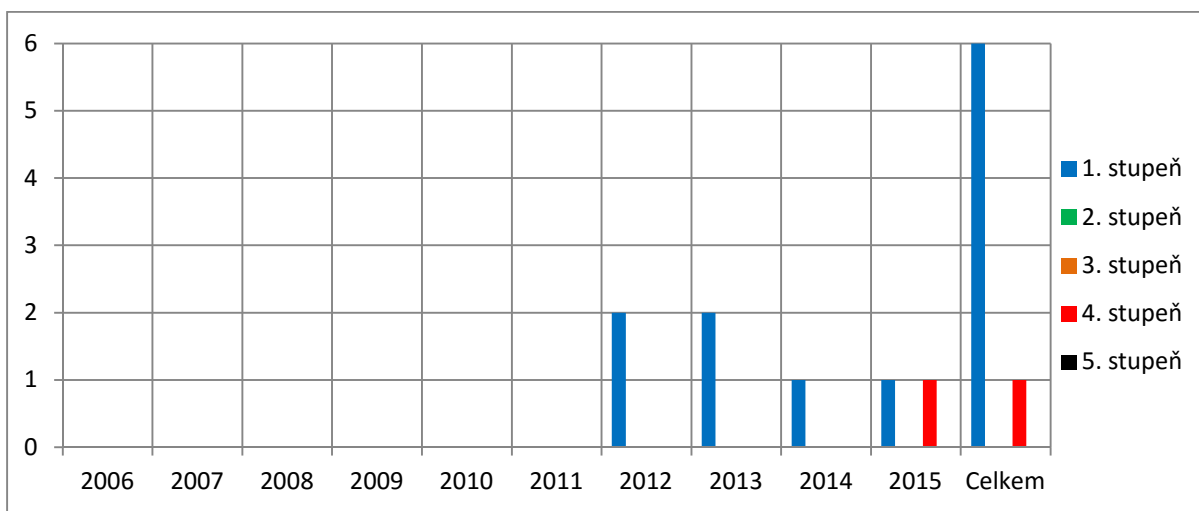
Příloha č. 26: koupaliště Dolany



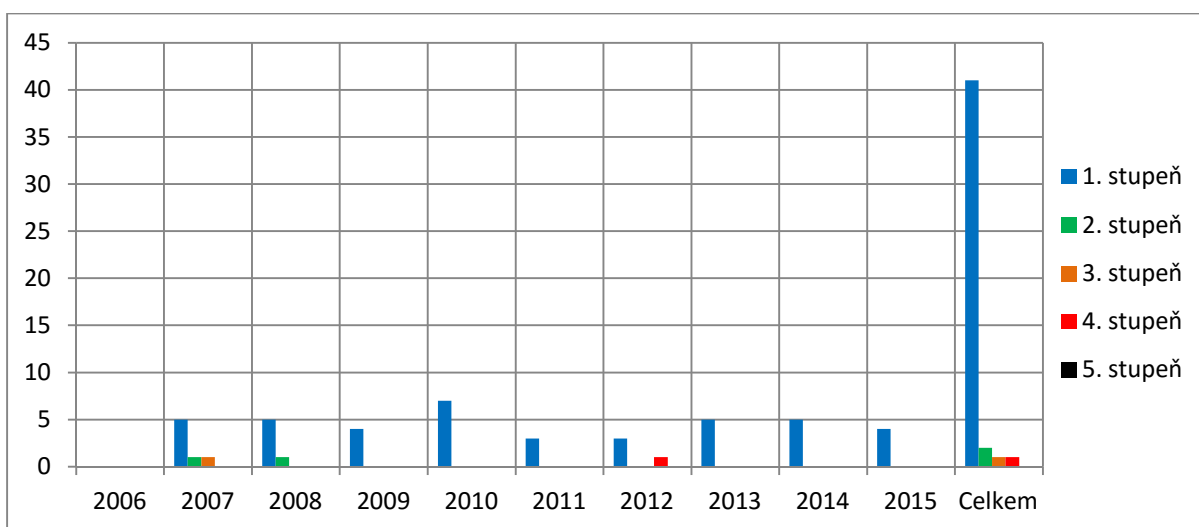
Příloha č. 27: koupaliště Strážov



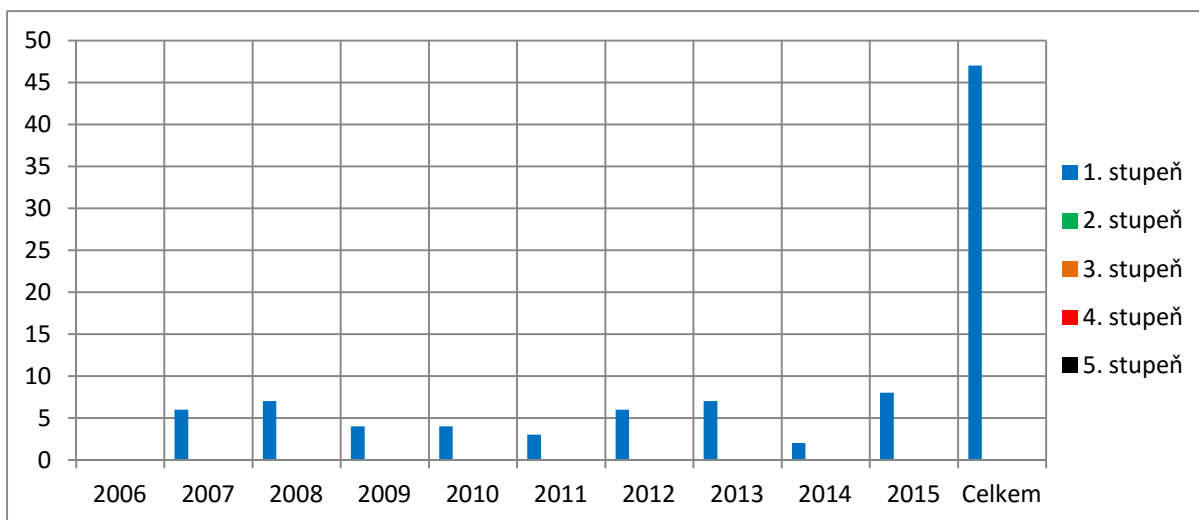
Příloha č. 28: koupaliště Janovice nad Úhlavou



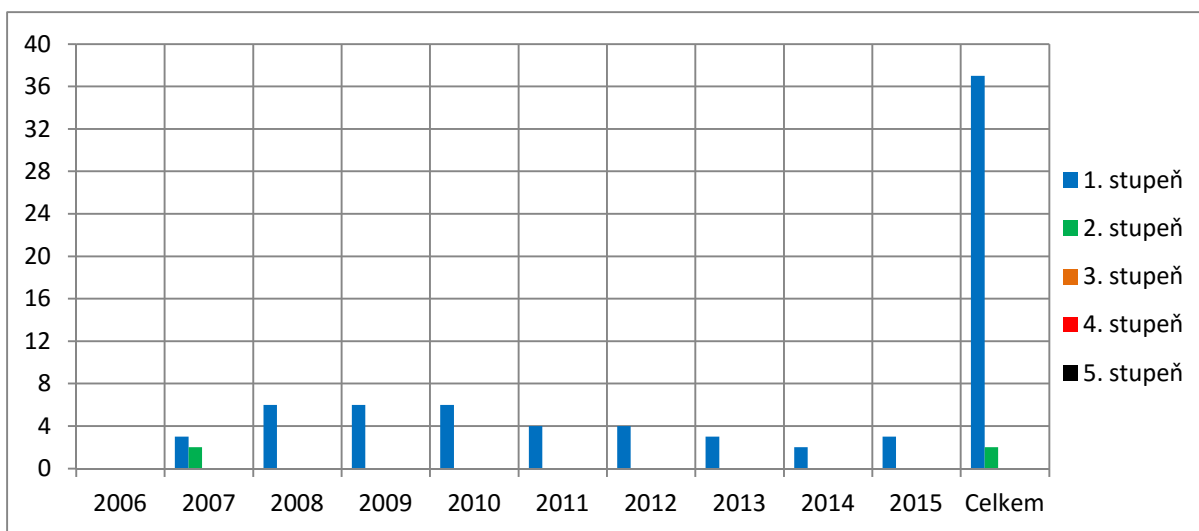
Příloha č. 29: koupaliště Kolinec



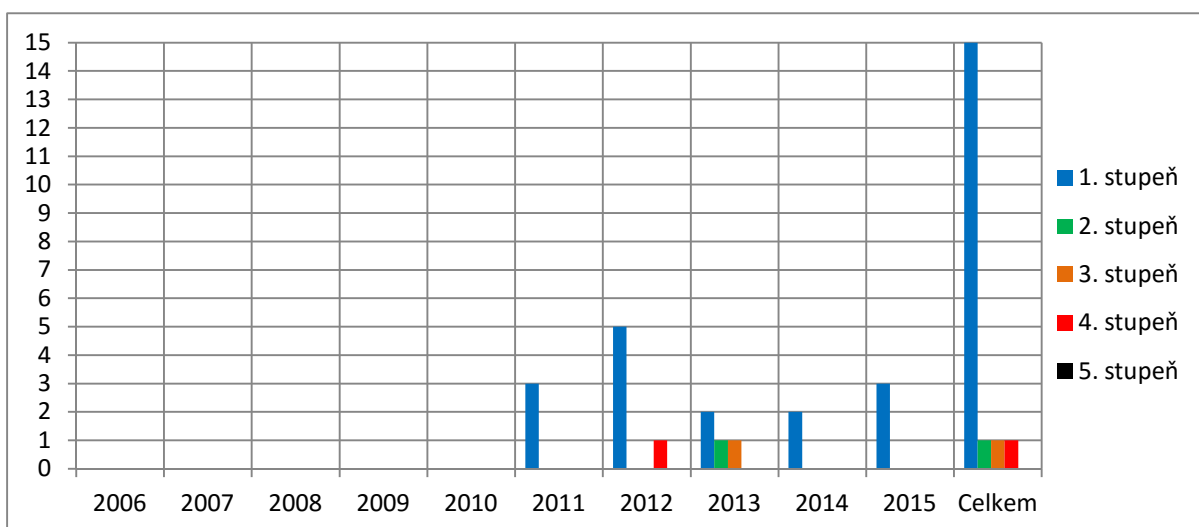
Příloha č. 30: koupaliště Rokycany



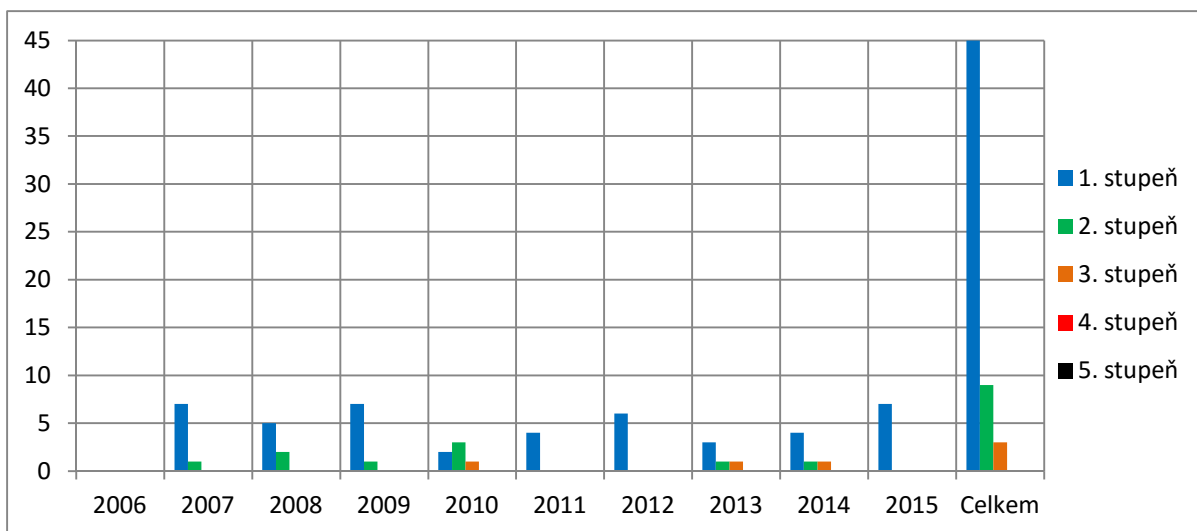
Příloha č. 31: koupaliště Žihobce



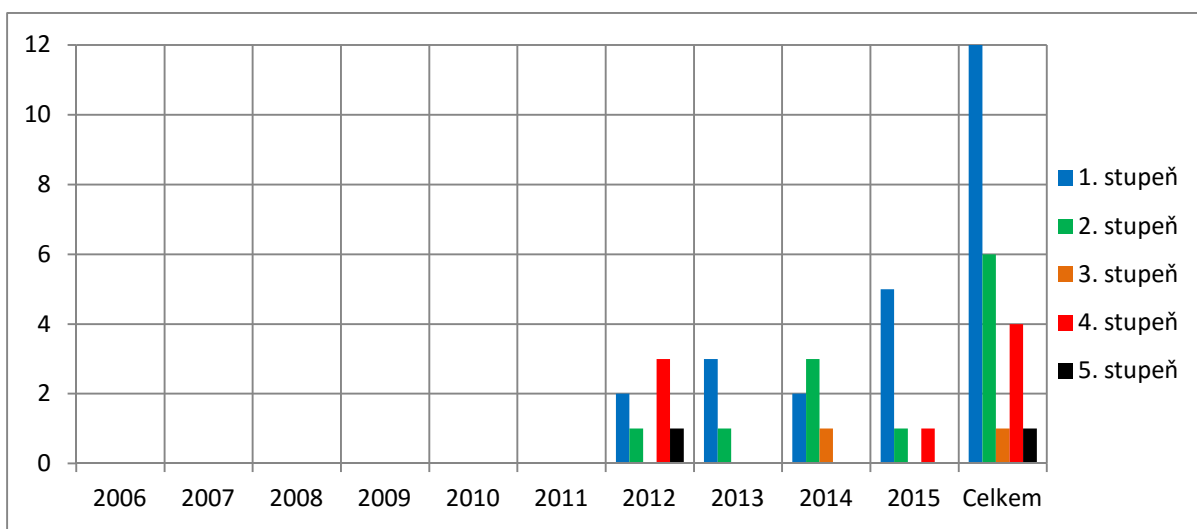
Příloha č. 32: koupaliště Anín



Příloha č. 33: koupaliště Planá



Příloha č. 34: biotop České údolí



Příloha č. 35: biotop Dobřany Kotynka

