



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

SROVNÁNÍ JAKOSTI VODY VYBRANÝCH KOUPALIŠŤ VE VOLNÉ PŘÍRODĚ

COMPARISON OF WATER QUALITY OF SELECTED OUTDOOR SWIMMING POOLS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Barbora Kozová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Renata Biela, Ph.D.

BRNO 2023



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	Stavební inženýrství – vodní hospodářství a vodní stavby
Typ studijního programu	Magisterský navazující studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	Bez specializace
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Barbora Kozová
Název	Srovnání jakosti vody vybraných koupališť ve volné přírodě
Vedoucí práce	Ing. Renata Biela, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2022
Datum odevzdání	13. 1. 2023

V Brně dne 31. 3. 2022

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr.h.c..
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- [1] PUMANN, P., MYŠÁKOVÁ, M. Koupání ve volné přírodě. SZÚ Praha, 2018. Dostupné z <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/koupani-ve-volne-prirode>
- [2] CHVÁTALOVÁ, M., PUMANN, P., KOŽÍŠEK, F., JELIGOVÁ, H. Onemocnění z přírodních koupacích vod v České republice. Sborník konference Vodárenská biologie 2013, Praha, s.152-157. Vodní zdroje Ekomonitor, Chrudim. ISBN 978-80-86832-70-8.
- [3] Vyhláška 238/2011 Sb. ve znění pozdějších předpisů.
- [4] Články z odborných časopisů a sborníků konferencí.
- [5] Podklady poskytnuté Krajskou hygienickou stanicí Jihomoravského kraje.
- [6] Podklady získané místním šetřením na vybraných koupalištích ve volné přírodě.

STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA PROBLEMATIKY ÚKOLU:

První část diplomové práce bude pojednávat o vodách využívaných ke koupání ve volné přírodě, a to po stránce legislativní, a především z hlediska jakosti těchto vod. V praktické části diplomové práce budou vybrány koupaliště ve volné přírodě v rámci Jihomoravského kraje a na základě podkladů krajské hygienické stanice bude provedeno srovnání jakosti vody těchto koupališť za určité časové období.

CÍLE A VÝSTUPY DIPLOMOVÉ PRÁCE:

V rámci diplomové práce bude dosaženo následujících cílů.

1. vytvoření rešeršní části práce se zaměřením na vody využívané ke koupání ve volné přírodě, a to po stránce legislativní, a především z hlediska jakosti těchto vod,
2. popis a hodnocení jakosti vody vybraných koupališť ve volné přírodě v rámci Jihomoravského kraje za určité časové období,
3. srovnání jakosti vody vybraných koupališť.

Ing. Renata Biela, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce nejdříve popisuje členění přírodních koupališť dle jejich druhu a popisuje stanovení jejich jakosti vody. V další části práce jsou vypsány přírodní koupaliště v Jihomoravském kraji, následně je srovnáno několik přírodních koupališť na základě dat získaných od Krajské hygienické stanice v Brně. Práce se zaměřuje na porovnání průhlednosti vod, mikrobiologických ukazatelů a teploty vody. V závěru práce je vyhodnocena kvalita vody na základě těchto dat z pozorovaných koupališť v období koupacích sezón 2020-2022.

KLÍČOVÁ SLOVA

Přírodní koupaliště, koupací biotop, kvalita vody, onemocnění, srovnání koupališť.

ABSTRACT

In the first part, the thesis describes the classification of natural swimming pools according to their type and describes the assessment of their water quality. In the next part of the thesis, natural swimming pools in the South Moravian Region are listed, then several natural swimming pools are compared on the basis of data obtained from the Regional Hygiene Station in Brno. The work focuses on the comparison of water transparency, microbiological indicators, and water temperature. In the conclusion of the thesis, the water quality is evaluated on the basis of these data from the observed bathing sites during the bathing seasons 2020–2022.

KEYWORDS

Natural swimming pool, swimming biotope, water quality, disease, comparison of swimming pools.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KOZOVÁ, Barbora. *Srovnání jakosti vody vybraných koupališť ve volné přírodě*. Brno, 2023. 75 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Renata Biela, Ph.D.

Poděkování

Ráda bych poděkovala své vedoucí práce Ing. Renatě Bielé, Ph.D. za cenné rady a odborné vedení práce.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Srovnání jakosti vody vybraných koupališť ve volné přírodě* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 13.1.2023

Barbora Kozová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Srovnání jakosti vody vybraných koupališť ve volné přírodě* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13.1.2023

Barbora Kozová
autor práce

Obsah

1	ÚVOD.....	3
2	KOUPALIŠTĚ.....	5
2.1	LEGISLATIVA	5
2.1.1	Druhy koupališť.....	6
2.1.2	Vybavení koupališť.....	8
2.1.3	Povinnosti provozovatele.....	11
2.2	NEBEZPEČÍ KOUPÁNÍ V PŘÍRODNÍCH KOUPALIŠTÍCH	12
2.2.1	Utonutí a zranění.....	12
2.2.2	UV záření a teplo.....	13
2.2.3	Sinice.....	15
2.2.4	Infekce.....	17
2.2.5	Cerkáriová dermatitida.....	18
3	JAKOST VODY	19
3.1	MĚŘENÍ JAKOSTI VODY	19
3.2	ODBĚR VZORKU	21
3.3	TESTOVÁNÍ VZORKU	22
3.3.1	Teplota vody.....	22
3.3.2	Chlorofyl a.....	22
3.3.3	Mnohobuněčné organismy.....	23
3.3.4	Sinice.....	23
3.3.5	Vodní květ.....	23
3.3.6	Mikroskopický obraz.....	23
3.3.7	Estetické závady.....	24
3.3.8	Mikrobiologické ukazatele.....	25
3.4	VYHODNOCENÍ	26
4	PŘÍRODNÍ KOUPALIŠTĚ V JIHMORAVSKÉM KRAJI.....	29
4.1	RYBNÍK SUCHÝ	29
4.2	PŘÍRODNÍ KOUPACÍ BIOTOP OSLAVANY	29
4.3	PŘÍRODNÍ KOUPACÍ BIOTOP KOVALOVICE	30
4.4	BIOTOP BOHUSLAVICE	31
4.5	PŘÍRODNÍ KOUPACÍ BIOTOP BRNO-JIH	32
4.6	VN NOVÉ MLÝNY – HORNÍ NÁDRŽ	33
4.7	PŘÍRODNÍ KOUPACÍ BIOTOP BANTICE	34

4.8	LULEČ – „U LIBUŠE“	35
4.9	LOM JANIČŮV VRCH MIKULOV	36
5	SROVNÁNÍ JAKOSTI VODY VYBRANÝCH KOUPALIŠŤ VE VOLNÉ PŘÍRODĚ..	38
5.1	SROVNÁNÍ PŘÍRODNÍCH KOUPALIŠŤ BEZ ÚPRAVY VODY	38
5.1.1	KOUPALIŠŤĚ A	39
5.1.2	KOUPALIŠŤĚ B	40
5.1.3	KOUPALIŠŤĚ C	41
5.2	SROVNÁNÍ BIOTOPŮ	42
5.2.1	KOUPALIŠŤĚ D	42
5.2.2	KOUPALIŠŤĚ E	43
5.2.3	KOUPALIŠŤĚ F.....	44
5.3	SROVNÁNÍ OBOU TYPŮ KOUPALIŠŤ	44
5.3.1	PŘÍRODNÍ KOUPALIŠŤĚ BEZ ÚPRAVY VODY	45
5.3.2	BIOTOPY	52
5.3.3	VYHODNOCENÍ.....	56
6	ZÁVĚR	63
7	POUŽITÁ LITERATURA	66
8	SEZNAM ZKRATEK	70
9	SEZNAM TABULEK	71
10	SEZNAM OBRÁZKŮ	72
11	SUMMARY	74

1 ÚVOD

V České republice se nachází mnoho vodních ploch určených k rekreaci, jsou to například přírodní koupaliště, umělá koupaliště s chemickými způsoby čištění nebo jakékoliv jiné povrchové vody neoznačené jako koupaliště (například řeky). Diplomová práce se primárně zaměřuje na přírodní koupaliště, která jsou monitorována. Důvod monitorování jakosti vody některých koupališť a jejich začlenění do seznamu pozorovaných lokalit je dán oblíbeností míst. Díky informačním tabulím s výsledky měření příslušným orgánem mají návštěvníci lokalit možnost ověřit si, jestli je voda vhodná ke koupání. Tuto problematiku řeší příslušná legislativa, která je v práci podrobněji rozebrána. Orgány, které stanovují vhodnost vody ke koupání, mohou také na dané lokalitě oznámit zákaz koupání, aby předešli ohrožení návštěvníků koupaliště.

Diplomová práce popisuje členění přírodních koupališť dle jejich druhu a popisuje stanovení jakosti jejich vody. Dále jsou vypsána přírodní koupaliště v Jihomoravském kraji, následně je srovnáno několik přírodních koupališť na základě dat získaných od Krajské hygienické stanice v Brně (dále jen „KHS“). Práce se zaměřuje na porovnání průhlednosti vod, mikrobiologických ukazatelů a teploty vody. V závěru práce je vyhodnocena kvalita vody na základě těchto dat z pozorovaných koupališť v období koupacích sezón 2020–2022.

V první kapitole jsou koupaliště nejdříve rozdělena z legislativní stránky do čtyř kategorií. Práce se primárně zaměřuje na přírodní koupaliště, ke kterým je uvedeno i několik příkladů v Jihomoravském kraji. Následuje shrnutí možností vybavení těchto koupališť a povinností provozovatele.

Následně se kapitola Nebezpečí koupání v přírodních koupalištích věnuje nebezpečím, která hrozí koupajícím se osobám při návštěvě přírodních koupališť. Jedná se jak o úrazy, které si svou nepozorností způsobil koupající se sám, tak o nemoci, které jsou spojené se špatnou jakostí vody.

Kvalitou vody a jejím měřením se zabývá kapitola Jakost vody. Zde je uvedeno, podle jakých postupů a metodik se kvalita vody vyhodnocuje, popis procesu odběru vzorku z vody a jeho uchovávání po dobu, než dorazí na zpracování do laboratoře. Jsou také uvedeny všechny ukazatele, které se ve

vodě stanovují jako například obsah sinic a chlorofylu a. V této kapitole je zmínka o snaze dálkově monitorovat kvalitu vody.

Práce pokračuje shrnutím veškerých přírodních koupališť s provozovatelem v Jihomoravském kraji. Z tohoto přehledu jsou následně vybrána tři koupaliště bez úpravy vody a tři biotopy.

Pro kapitolu 5 Srovnání jakosti vody vybraných koupališť ve volné přírodě byla podána žádost na KHS o data naměřená na vybraných koupalištích v koupacích sezónách 2020, 2021 a 2022. Tato data byla následně zpracována a v kapitole 5 jsou podrobně rozebrána a vyhodnocena. V této části práce jsou přiloženy grafy vyobrazující průběh jednotlivých ukazatelů v průběhu tří let. Bylo provedeno několik způsobů vyhodnocení, aby bylo objektivně uvedeno, které z porovnávaných koupališť má nejlepší výsledky a lze o něm říci že má nejlepší kvalitu vody. Porovnány byly zvláště biotopy a zvláště přírodní koupaliště bez úpravy vody kvůli rozdílným limitům ukazatelů jakosti vody. Následně je provedeno celkové srovnání, aby bylo zjištěno, zda mohou koupaliště bez přírodních procesů čištění vody vyhovovat i přísnějším limitům které jsou nastaveny pro biotopy.

V závěru je vyhodnoceno, které koupaliště nejlépe splňuje legislativou požadované limity pro ukazatele jakosti vody. Práce zároveň tvoří přehled různé kvality vody na různých koupalištích v Jihomoravském kraji za uplynulé tři koupací sezóny.

2 KOUPALIŠTĚ

V této kapitole je řešena legislativa týkající se přírodních koupališť. Je podrobně rozebráno dělení koupališť dle této vyhlášky a jsou uvedeny příklady v Jihomoravském kraji. Je popsáno potřebné vybavení přírodních koupališť a povinnosti případného provozovatele.

Následně jsou uvedena veškerá rizika, která souvisí s koupáním v těchto vodách. Jedná se například o možnost utonutí, případně infekce koupajícího.

2.1 LEGISLATIVA

Z legislativní stránky jsou přírodní koupaliště podchycena zákonem č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví, konkrétně v části „Přírodní a umělá koupaliště a sauny“. Dle tohoto zákona jsou přírodní koupaliště takové stavby, které jsou povoleny za účelem koupání nebo se jedná o nádrž ke koupání, kde je voda pravidelně obměňována a není chemicky upravována. Dále zákon definuje povinnosti provozovatele těchto koupališť, jako je monitorování jakosti vody pomocí laboratorních kontrol.[1]

Podrobnější informace řeší vyhláška č. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch, která zpracovává předpisy Evropské unie. Tato vyhláška stanovuje jak pravidla pro monitoring a posouzení jakosti vody v přírodních koupalištích, tak jejich klasifikaci, způsob, jak informovat veřejnost o kvalitě vody, a další nezbytné informace které budou dále uvedeny v kapitole 3 . Obsahuje také podmínky návrhu umělých koupališť a saun nebo hygienické limity pro pískoviště, ale touto částí se dále práce nezabývá. [2]

Dle platné české legislativy se dělí místa ke koupání do čtyř kategorií:

- povrchové vody využívané ke koupání,
- koupaliště ve volné přírodě,
- ostatní vodní plochy,
- umělá koupaliště.

Návštěvník bez předchozího průzkumu například kontrolou na webu krajské hygienické stanice není schopen rozpoznat, jestli se jedná o povrchové vody využívané ke koupání nebo koupaliště ve volné přírodě. [2][3]

2.1.1 Druhy koupališť

Povrchové vody využívané ke koupání

Koupací oblasti nebo také povrchové vody využívané ke koupání jsou specifické tím, že nemají provozovatele, ale vzhledem k velkému počtu osob, které je využívají ke koupání, byly zařazeny mezi sledovaná místa. Kontrolu jakosti vody provádí příslušná KHS ve stejné četnosti a rozsahu jako u přírodních koupališť. Ta vydává na základě kontroly zákaz koupání, není však povinna kontrolovat jeho dodržování. [2][3]

Příklady koupacích oblastí v Jihomoravském kraji:

- VN Lučina – Střed
- VN Brněnská přehrada – Sokolské koupaliště
- VN Brněnská přehrada – Rakovec
- VN Brněnská přehrada – Osada
- VN Pálava
- VN Letovice – Svitavice [4]



Obr. 2.1 Pohled na koupací oblast VN Brněnská přehrada – Rokle



Obr. 2.2 Pohled z mola v koupací oblasti VN Brněnská přehrada – Rakovec

Koupaliště ve volné přírodě

Přírodní koupaliště nebo dle vyhlášky koupaliště ve volné přírodě označuje koupaliště, které má vlastního provozovatele. Na těchto koupalištích bývá většinou vybíráno vstupné, ale ani tento způsob rozlišení od koupacích oblastí není úplně směrodatný. O jakost vody se zde stará provozovatel, který na své náklady nechává provádět kontrolu a nese zodpovědnost za kvalitu kontroly a dodržování případného zákazu koupání. Provozovatel má dané i další povinnosti vyhláškou, jako je sběr odpadků, provoz záchodů, údržba ploch a další. [2][3]

Příklady přírodních koupališť v Jihomoravském kraji:

- Přírodní koupací biotop Bantice
- VN Nové Mlýny – horní nádrž – laguna 1
- VN Nové Mlýny – horní nádrž – laguna 2
- Lom Janičův vrch Mikulov

- Přírodní koupací biotop Kovalovice
- Přírodní koupací biotop Oslavany
- Přírodní koupací biotop Brno – jih [4]

Ostatní vodní plochy

Další plochy, kde není zakázáno koupání a nejsou zahrnuty do předchozích dvou kategorií se označují jako ostatní vodní plochy. Koupání v těchto oblastech se také označuje jako obecné užívání vod. Důležitou informací je fakt, že na místech, která spadají do této kategorie, není kvalita vody nikým kontrolována. Z toho důvodu nejsou informace o zdravotní nezávadnosti vody. Při návštěvě lokality se jedná o koupání na vlastní riziko. Řadí se sem vodní nádrže, rybníky, nebo také vodní toky. [2][3]

Umělá koupaliště

Dále se mezi koupací vody řadí i kryté a venkovní bazény, tedy umělá koupaliště. Tyto vody podléhají přísným limitům a mají vyhláškou 238/2011 Sb. přesně stanovená pravidla návrhu. Voda v těchto koupalištích je upravována často pomocí chemických přípravků, jako je chlór, tak, aby vyhověla limitům pro daný typ koupací plochy. Za dodržení hygienických požadavků na kvalitu vody odpovídá provozovatel. V této práci dále řešeny nebudou. [2][3]

2.1.2 Vybavení koupališť

Dle vyhlášky 238/2011 Sb. musí přírodní koupaliště být vybaveno záchody a odpadkovými koši.

Mezi vybavení koupacích oblastí nebo přírodních koupališť, která sice nejsou nezbytná, ale zpříjemňují návštěvníkům pobyt v těchto místech, jsou převlékárny, dětská hřiště, brouzdaliště s herními prvky, bufet nebo jiná možnost občerstvení.



Obr. 2.3 Příklad vybavení koupaliště – toalety



Obr. 2.4 Příklad vybavení koupaliště – převlékárny



Obr. 2.5 Příklad vybavení koupaliště – venkovní sprchy



Obr. 2.6 Příklad vybavení koupaliště – herní prvky

2.1.3 Povinnosti provozovatele

Zákon č. 258/2000 Sb., definuje povinnosti provozovatele a také pojem „Provozovatel“. Jedná se o osobu, která poskytuje koupání v přírodním koupališti. Tato osoba má za povinnost zajištění takových podmínek, aby osoby navštěvující koupaliště nebyly ohroženy na zdraví. Koupaliště v Jihomoravském kraji provozují fyzické i právnické osoby. Fyzická osoba například provozuje lom v Mikulově a právnické osoby provozují koupaliště jako je Kovalovice nebo Luleč.

Pro přírodní koupaliště to znamená, že provozovatel je povinen monitorovat jakost vody v koupališti, případně i ve sprchách, pokud nejsou napájeny z vodovodního řadu. Termíny, kdy se provádí monitorování jsou dány krajskou hygienickou stanicí v podobě monitorovacího kalendáře, zpravidla se provádí jednou týdně. V případě znečištění vody musí informovat o této skutečnosti veřejnost umístěním varování na viditelném místě po celou dobu trvání znečištění. Dále má povinnost oznámit znečištění příslušnému orgánu, tedy příslušné krajské hygienické stanici.

Mezi další povinnosti provozovatele patří zajištění odběru vzorku a jeho kontrolu akreditovanou laboratoří. Vyhotovený protokol o výsledku předá příslušnému orgánu a uschová po dobu 5 let. Další důležitou povinností je návštěvníkovi poskytnout první pomoc, ošetření a přivolání lékaře.

Provozovatel je povinen vypracovat provozní řád před začátkem provozu daného koupaliště. Dále mu je uložena povinnost vést provozní deník koupacího biotopu, kde uvádí jakost vody, výsledky měření teploty, návštěvnost, případné úrazy a mimořádné situace.

Povinnost udržovat a uklízet prostory přístupné veřejnosti obnáší zajištění každodenního:

- vynášení odpadkových košů,
- čistění a dezinfekce sociálních zařízení,
- údržba ploch na odpočinek a slunění. [1][5]

2.2 NEBEZPEČÍ KOUPÁNÍ V PŘÍRODNÍCH KOUPALIŠTÍCH

Při koupání v přírodě hrozí řada nebezpečí, která jsou přímo či nepřímo ovlivněná kvalitou vody. V následující kapitole jsou shrnuta nebezpečí způsobující zdravotní komplikace ať už krátkodobé či dlouhodobé zapříčiněné koupáním v nevhodných podmínkách nebo nedostatečnou informovaností koupajících se osob.

2.2.1 Utonutí a zranění

Dle statistik jsou největší rizika koupání mimo umělá koupaliště utonutí a zranění. To je především dáno špatnou viditelností způsobenou zákalem vody.

V této kategorii lze zmínit také poštípání hmyzem, který se u vodních nádrží běžně vyskytuje. I toto pro někoho jen nepříjemné štípnutí může u citlivých osob způsobit zdravotní potíže. Může se jednat například o svědivý otok v místě vpichu nebo v případě alergické reakce i o nevolnost či ztížené dýchání. U osob s velmi silnou alergickou reakcí dochází i k anafylaktickému šoku, který může skončit smrtí v případě nedostatečně rychlého odborného zásahu.

A) Utonutí

Jedná se o situaci, kdy osoba vdechne větší množství vody, a tak dojde k uzavření dýchacích cest. Osoba umírá na nedostatek kyslíku v těle. K této situaci může dojít, když koupající se osoba podcení své plavecké schopnosti, nebo při nedodržení bezpečnostních opatření při plavbě. Důležité je zmínit, že při koupání pod vlivem alkoholu může osobě dojít síla vlivem prochlazení.

B) Úraz

Může se jednat, jak o drobnou ranku způsobenou šlápnutím na ostřejší kámen nebo stěp nacházející se na dně, tak o závažná poranění například při pádu či skoku do vody v nesprávném místě. V takovém případě může dojít k otřesu mozku, k celkovému ochrnutí způsobeném poškozením páteře, případně i k úmrtí způsobenému nárazem o kámen či jiný pevný předmět. [3]

2.2.2 UV záření a teplo

Při letním koupání na přírodních koupalištích se osoba vystavuje ve velké míře UV záření a teplu. Tyto dva faktory mohou způsobovat různé zdravotní komplikace.

UV záření

Ultrafialové záření neboli zkráceně UV záření, které je oku neviditelné, vzniká jako součást slunečního záření. Toto záření může být také vytvořeno uměle a využito například na dezinfekci vody nebo při pěstování rostlin.

Dělení UV záření:

- UVA – Jedná se o dlouhovlnné záření v rozmezí od 315 do 400 nm. Toto záření nezpůsobuje zčervenání nebo pálení kůže.
- UVB – Toto středněvlnné záření se pohybuje mezi 280 a 315 nm. UVB záření poškozuje kůži.
- UVC – Krátkovlnné záření s vlnovou délkou 280–110 nm je pohlceno před dopadem na zemský povrch.

Zemská atmosféra zachytí veškeré UVC záření a asi 90 % UVB záření pomocí ozonové vrstvy. Z toho důvodu jsou ozonové díry velice problematické, protože zvyšují množství UVA a UVB záření které dopadá na zemský povrch. Toto záření má dopad nejen na člověka, ale také na zvířata a různé rostliny. Přemíra vystavení UV záření může způsobit například rakovinu kůže nebo šedý zákal. Nejcitlivější jsou především malé děti do tří let, které by se neměly UV záření vystavovat vůbec.

Pro prevenci před škodlivými vlivy UV záření se doporučuje omezit pohyb na přímém slunci mezi 10–16 hodinou ve dnech s vysokým UV indexem. Dalším opatřením je aplikování opalovacího krému alespoň 15 SPF každé 2 hodiny a po každém koupání. SPF neboli Sun Protection Factor je označení, které se běžně používá pro opalovací krémy, a znázorňuje míru ochrany proti UV záření. Důležité jsou i sluneční brýle a pokrývka hlavy.

Při měření UV záření se používá označení UV index, který nabývá hodnot od 1 do 11. Toto označení říká, jak moc je potřeba se chránit před sluncem.

UVA záření způsobuje krátkodobé hnědnutí kůže, ale také její předčasné stárnutí. Toto záření má také negativní vliv na lidské oko a může ho poškodit. Oproti tomu záření UVB stimuluje produkci melaninu a způsobuje trvalejší

opálení. Při nadměrném vystavování se UVB záření dochází ke spálení pokožky, a tak větší pravděpodobnosti rakoviny kůže.

UV záření má na lidský organismus i pozitivní vliv, a to ve formě produkce vitamínu D, který ovlivňuje vstřebávání vápníku a fosforu ze stravy. [3][6][6]

Tepl

Pokud je lidský organismus při koupání ve vodě dlouhodobě vystaven vysokým teplotám, může dojít k různým onemocněním způsobeným nemožností ochlazování těla uvolňováním tepla. Níže jsou uvedeny nemoci, které může přílišné vystavení těla teplu způsobovat. Ve většině případů lze vlivům nadměrných teplot předcházet přijímáním dostatečného množství tekutin a pravidelným ochlazováním.

A) Mdloby

Při přehřátí těla při dlouhodobém vystavení organismu vysokým teplotám v kombinaci s déle trvajícím stáním se mohou vyskytnout u koupajících se osob mdloby. Způsobuje je nedostatečné prokrvení mozku a silné pocení, při kterém dochází ke ztrátám tekutin. Mdloby se projevují bledým obličejem, studeným potem anebo například závratí.

B) Tepelné vyčerpání

Dalším onemocněním z vysokých teplot, které je podobné mdlobám je tepelné vyčerpání, ke kterému dochází při ztrátách tekutin. Je doprovázeno zmateností či podrážděností.

C) Křeče z horka

Ke křečím z horka může dojít při těžké fyzické námaze v kombinaci s vysokými teplotami. Dochází ke ztrátě tekutin a iontů, které způsobují křeče.

D) Úpal

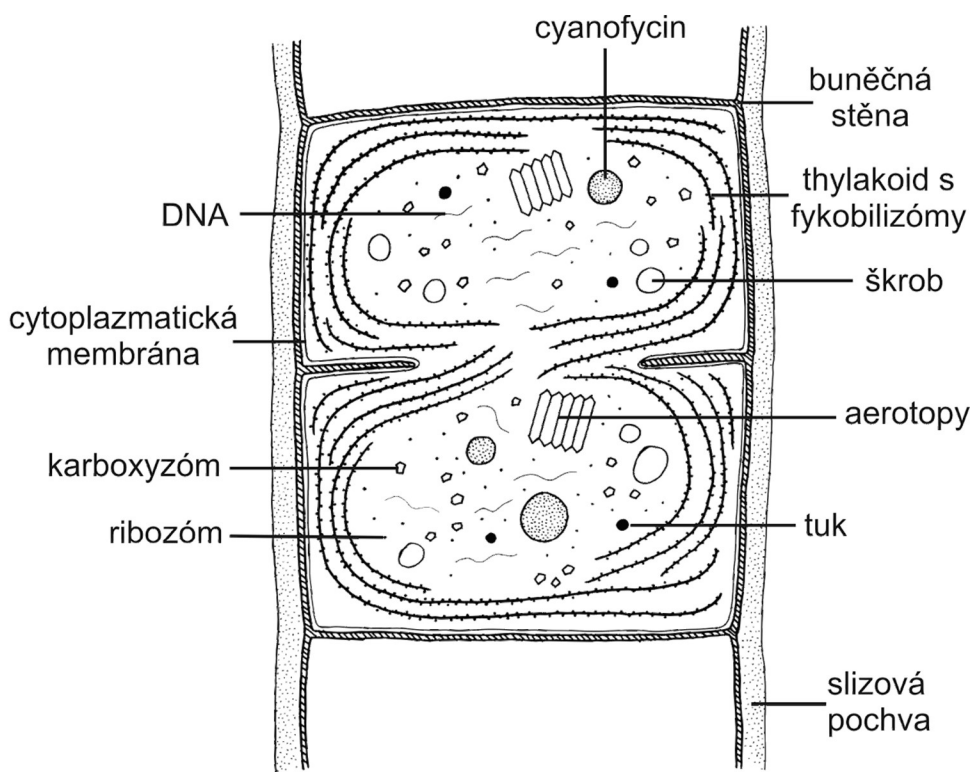
V teplém dusném prostředí může dojít k přehřátí organismu neboli úpalu. Tělo přestává odvádět přebytečné teplo, což doprovází například bolesti hlavy, hučení v uších a nevolnost. Nástup je velice rychlý, teplota dosahuje až 40 °C, osoba trpí průjemem a v nejhorším případě se ocitá v bezvědomí.

E) Úžeh

Dalším s úpalem zaměřovaným problémem je úžeh, dochází k němu při dlouhodobém vystavení organismu přímému slunci. Rozdílem je, že se příznaky úžehu vyskytují s až hodinovým odstupem. Úžehu lze předejít nošením pokrývky hlavy.[3]

2.2.3 Sinice

Cyanobakterie neboli sinice jsou jednoduché prokaryotní organismy, tedy organismy se zjednodušenou buňkou, které mají kružnicové molekuly DNA a neobsahují membránovitě oddělené organely. Těchto organismů žije v České republice kolem 500 druhů. Tyto organismy mohou žít i mimo vodu například na povrchu půdy a skal. Převažujícím rodem sinic je např. *Anabaena* nebo *Microcystis*.



Obr. 2.7 Buňka sinic [7]

Sinice se rozmnožují nepohlavně pomocí dělení buněk zaškrcováním plazmatické membrány. Vhodné podmínky pro život sinic určuje přísun

světla, tepla a vhodných prvků jako jsou fosfor a dusík. Poměr dusíku a fosforu, který je dokonalý pro růst vodního květu, je asi 7:1. Mohou se vyskytovat téměř ve všech druzích biotopů. Při intenzivním nahromadění biomasy se tvoří vodní květ, k tomuto jevu dochází v důsledku eutrofizace, kdy narůstá koncentrace dusíku a fosforu ve vodě. Eutrofizace vod je převážně způsobena splachem živin z povodí, nedostatečným čištěním odpadních vod nebo granulemi v chovných rybnících. Vodní květ způsobuje například úhyn ryb zapříčiněný nedostatkem kyslíku, jak už ze spotřebování veškerého kyslíku ve vodě, tak z ucpání žaber ryb. Dále při fotosyntéze dochází ke zvýšení pH vody, a tak může dojít k uvolňování čpavku z bahna a úhynu ryb z důvodu jeho toxicity. Vodní květ se převážně vyskytuje koncem léta, ale může se vyskytovat i v průběhu června, tedy v průběhu koupací sezóny, kdy může ohrožovat návštěvníky.

Sinice obsahují řadu toxinů neboli cyanotoxinů, kvůli kterým jsou ve velkých koncentracích nebezpečné pro zvířata i lidi. Způsobují například alergie, záněty spojivek, zvracení nebo rakovinu. Nejznámějšími toxiny jsou hepatotoxiny, neurotoxiny, cytotoxiny a dermatotoxiny. Hepatotoxiny poškozují játra a způsobují vlévání krve do jater. Mezi tyto toxiny patří Microcystin-LR, jehož přítomnost ve vodách je monitorována z důvodu zařazení do možných karcinogenů pro člověka. Mezi neurotoxiny spadají alkaloidy, které způsobují křeče, anebo aminokyselina BMAA, která pravděpodobně způsobuje nemoci, jako je Parkinsonova a Alzheimerova choroba. Za otravu zvířat jsou především odpovědné neurotoxiny.

Většina příznaků koupání ve vodě s velkou mírou sinic je mírná a především špatně dokumentovatelná. Jedná se většinou o vyrážku, bolesti hlavy, ale může se také vyskytovat pneumonie, horečka či puchýře. V USA byl zaznamenán případ, kdy zemřel nezletilý chlapec po koupání ve vodě s velkým výskytem sinic. U tohoto případu není jisté, že za selhání srdce mohly opravdu neurotoxiny v sinicích. Při pokusech na zvířatech byla reakce podstatně rychlejší. K obdobnému ohrožení na životě může dojít u koupajících se osob při požití této vody.



Obr. 2.8 Příklad vodního květu

Při koupání ve vodách s výskytem vodního květu existuje riziko akutní otravy. U osob s větší citlivostí na tyto organismy je možný výskyt vyrážek či jiných lehčích problémů i ve vodách s menší koncentrací sinic. [8][9][10]

2.2.4 Infekce

Z důvodu nemožnosti ochránit povrchové vody před vnikem patogenních organismů hrozí možnost infekčního onemocnění. Infekční organismy pochází z odpadních vod, výkalů zvířat, dále se mohou do vody dostat splachem při deštích z hnojených polí. Patogenní organismy mohou být do vody přineseny také koupajícími se osobami. Jedná se o organismy, které ve vodě trvale nežijí, a tedy se nemnoží a rychle umírají. Z tohoto důvodu se nedoporučuje koupat se ve viditelně znečištěných vodách nebo například ve vodách poblíž vyústí z čistíren odpadních vod. Přítomnost různých patogenních virů, bakterií nebo hub ve vodách je nerozeznatelná pouhým okem, vždy je nutné provést patřičné laboratorní testy. Tyto patogenní organismy se dostávají do lidského těla při požití kontaminované vody.

Ve většině případů se jedná o riziko průjmového, žaludečního, horečnatého či zánětlivého onemocnění. Může dojít i k vážnějším průběhům onemocnění, která mohou končit i smrtí, například při výskytu bakterie *Escherichia coli* (dále jen E-coli). [3][11]

2.2.5 Cerkáriová dermatitida

Při koupání v přírodních koupalištích může hrozit i cercáriová dermatitida. Jedná se o parazitní onemocnění, které je způsobené vnikáním schistosomam neboli krevniček do kůže. Vzniklé puchýře a zarudnutí kůže provázené svěděním jsou alergickou reakcí lidského organismu. Jedná se o parazity jejichž hlavním hostitelem jsou vodní ptáci, především kachny, z tohoto důvodu parazit v lidském těle brzy umírá. [11][12]



Obr. 2.9 Cyklus krevničky [12]

3 JAKOST VODY

Jakost vody na sledovaných typech koupališť se vyhodnocuje po celou dobu koupací sezóny, tedy v období od 30. května do 1. září, nebo v období, kdy očekáváme velký počet koupajících se osob. V tomto období jsou odběry prováděny jednou za měsíc, ale v případě, kdy předpokládáme zvýšený výskyt sinic nebo zhoršení jakosti vody, se četnost zvyšuje.

Dle informací z webu Ministerstva zdravotnictví ČR bylo v roce 2021 v Jihomoravském kraji sledováno 11 koupacích oblastí a 12 přírodních koupališť. Celkem bylo odebráno 198 vzorků. V koupací sezoně v roce 2021 nebyla žádná lokalita označena jako „zákaz koupání“, ale byly dvě koupací oblasti a jedno přírodní koupaliště zaříděny do kategorie „voda nevhodná ke koupání“.[13]

3.1 MĚŘENÍ JAKOSTI VODY

Měření a hodnocení jakosti vod podléhá zmíněné vyhlášce 238/2011 Sb. K této vyhlášce byl vytvořen metodický návod pro sjednocení hodnocení jakosti vod využívaných ke koupání ve volné přírodě. Tato metodika je nyní součástí vyhlášky, jedná se konkrétně o přílohu č. 6. Návod slouží k sjednocení a interpretaci výsledků rozborů tak, aby byly jednoduše prezentované veřejnosti. Bylo vytvořeno pět kategorií, do kterých je možno testovanou lokalitu zařadit. [14]

Dále byla vytvořena metodika pro zpřesnění postupů uvedených ve vyhlášce pro vzorkování a zpracování vzorků. [15]

Při odběru vzorků a stanovování ukazatelů jakosti vody by měl být dodržen postup dle českých technických norem.

Specifickou kategorií jsou pak biotopy neboli koupaliště, která mají stavební povolení a jsou doplněna přírodním způsobem čištění. Pro tuto kategorii platí jiné limity než pro přírodní koupaliště provozované na povrchových vodách, ale následné postupy pro odběry vzorků a stanovení ukazatelů se shodují. Rozdíl je v potřebě stanovování jakosti zdroje vody s četností jedenkrát měsíčně. [2]

V níže přiložených tabulkách jsou uvedené některé z limitních hodnot, které budou dále použity v kapitole 5 SROVNÁNÍ JAKOSTI VODY VYBRANÝCH KOUPALIŠŤ VE VOLNÉ PŘÍRODĚ.

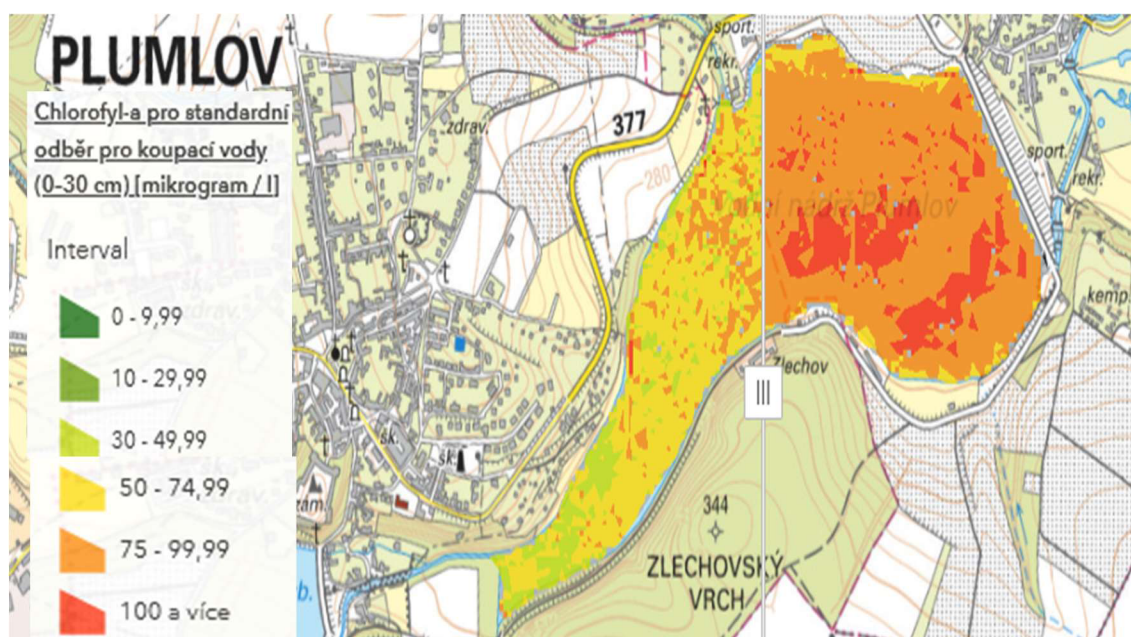
Tab. 3.1 Limitní hodnoty pro přírodní koupaliště bez úpravy vody stanovené vyhláškou 238/2011 Sb. [2]

Ukazatel	Jednotka	I. stupeň	II. stupeň
Escherichia coli	KTJ (MPN)/100 ml	500	1 000
Intest. enterokoky	KTJ (MPN)/100 ml	200	400
Sinice (buňky)	buňky/ml	20 000	100 000
Chlorofyl a	µg/l	10	50

Tab. 3.2 Limitní hodnoty pro biotopy stanovené vyhláškou 238/2011 Sb. [2]

Ukazatel	Jednotka	Limitní hodnota
Escherichia coli	KTJ (MPN)/100 ml	100
Intest. enterokoky	KTJ (MPN)/100 ml	50
Průhlednost	metr	1

Zajímavou novinkou v této oblasti je snaha využití dálkového průzkumu Země, který by mohl sloužit k odhadu ukazatelů. Projekt byl realizován pouze na omezeném množství vodních ploch v letech 2019–2021, kdy došlo ke sběru dat a následně ke kalibraci modelu. Jedná se o možný nástroj k dálkovému stanovení sledovaných ukazatelů pro kvalitu vody a výběru nových koupacích lokalit. Byla vytvořena webová aplikace „Ukazatelé stavu a kvality vybraných koupacích vod České republiky“, ve které si na lokalitách s dostupnými daty lze zobrazit ukazatele kvality vody. [16][17]



Obr. 3.1 Porovnání výskytu chlorofylu-a v nádrži Plumlov [16]

Obrázek 3.1 znázorňuje porovnání chlorofylu a v nádrži Plumlov z výše zmíněné webové aplikace vytvořené v rámci projektu dálkového průzkumu Země. Na levé polovině mapy se nachází hodnoty pro 4. 6. 2020 a na pravé pro 26. 7. 2020. Obrázek ukazuje zvýšení koncentrace chlorofylu z hodnot kolem 50 µg/l na hodnoty až kolem 100 µg/l během dvou měsíců.

V současné době je možné v aplikaci nalézt pouze hodnoty měření z průběhu projektu, tedy od 7. 6. 2018 do 13. 8. 2020 pouze v době koupacích sezón, a to pro cca 30 vodních ploch. [16][17]

3.2 ODBĚR VZORKU

Vzorek odebírá pověřená osoba dle přesně daných pravidel. Příloha č. 2 k vyhlášce č. 238/2011 Sb. určuje pravidla pro zacházení se vzorky popsaná níže v textu.

Vzorky odebíráme v hloubce 30 cm pod hladinou v místě, kde je hloubka alespoň 1 m. Nádobky na vzorek musí být předem vhodně sterilizovány například suchou sterilizací při 170 °C alespoň 1 hodinu. Tyto nádobky jsou z průhledného čirého materiálu například skla a mají velikost dle potřebného

objemu k testu, ale nejméně 250 ml. Pro zajištění proti kontaminaci je vzorek odebrán aseptickým postupem. Každý vzorek je nutné řádně označit a vyplnit k němu formulář.

Při odběru vzorku pro test sinic, kdy se na hladině vyskytuje rozvinutý vodní květ, se postupuje dle normy, kdy musí být před odběrem provedeno promíchání vody a následné ustálení.

Před rozbořem je třeba vzorek chránit před světlem a uchovávat jej v chladícím boxu při teplotě cca 4 °C. Vzorky se testují v co nejkratší době od odběru, maximálně do 24 hodin.

Jak často je prováděn odběr vzorku v průběhu koupací sezóny a na kterých místech, je uvedeno v monitorovacím kalendáři, který vydává příslušná krajská hygienická stanice před zahájením sezóny. [17]

Specifickou podmínkou pro biotopy je odběr vzorku během provozu, a to v době kdy je koupaliště v provozu minimálně tři hodiny. [2]

3.3 TESTOVÁNÍ VZORKU

V přírodních vodách bez úpravy vody se kontrolují především mikrobiologické ukazatele, sinice a viditelné znečištění. Pro biotopy se stanovuje pouze průhlednost vody a mikrobiologické znečištění. Zjištěné hodnoty slouží pro zatřídění přírodního koupaliště do kategorií jakosti vody dle kapitoly 3.4. Vyhodnocení.

3.3.1 Teplota vody

Měření teploty vody není hodnotícím parametrem pro zatřídění jakosti vody. Teplota vody je doplňující parametr, který se následně uvádí na veřejně dostupné tabuli s hodnocením jakosti vody pro informování návštěvníků.

3.3.2 Chlorofyl a

Chlorofyl a je fotosyntetický pigment všech zelených rostlin. Stanovením chlorofylu a ve vodě se určuje přítomnost řas a sinic. Vzorek vody se filtruje a následně se zbytky řas na filtru extrahují horkým ethanolem. Množství

chlorofylu a je určeno pomocí spektrofotometru. Výsledkem je vyhotovený protokol s množstvím chlorofylu a v $\mu\text{g/l}$. [18]

3.3.3 Mnohobuněčné organismy

Mnohobuněčné organismy bývají původcem cercáriové dermatitidy. Tyto organismy jsou pozorovány pouze ve vodách, ve kterých byl již v minulých letech zaznamenán jejich výskyt. Sesbírání plži z lokality jsou v laboratoři nasvíceni umělým světlem. V případě pozitivních jedinců se z plžů začnou uvolňovat cercarie. [19]

3.3.4 Sinice

Vzhledem k finančně náročnému stanovování produktů sinic ve vodě se přistoupilo k měření zástupných parametrů, které ukazují množství přítomných řas a sinic. Provádí se mikroskopický rozbor na zahuštěném vzorku, z něhož se vyhotoví protokol, ze kterého je patrné, kde a za jakých podmínek byl vzorek odebrán, druhy a množství organismů nalezených ve vzorku a komentář k mikroskopické analýze, jako je například velikost kolonií nebo zabarvení. Vzorky je nutno archivovat alespoň po dobu 21 dnů. [19][20]

3.3.5 Vodní květ

Vodní květ je okem viditelný výskyt sinic, buďto na vodní hladině, nebo ve vodním sloupci. Stanovuje se vizuálně, je poměrně subjektivní a chybovost vyhodnocení je dána zkušenostmi osoby provádějící hodnocení. Pozorovatel zatřídí vodní květ do jedné ze čtyř kategorií – žádný, pozorovatelný, hojný, masový. Pro přesnější hodnocení byl vytvořen „Atlas makroskopických jevů spojených s výskytem vodních květů sinic a dalších organismů v přírodních koupacích vodách“. [19]

3.3.6 Mikroskopický obraz

Mikroskopickým obrazem se rozumí slovní popis, který uvádí převažující druhy řas, sinic a fytoplanktonu. Stanovuje se v počítačící komůrce ve světelném mikroskopu, kde je stanoven počet buněk.[19]

3.3.7 Estetické závady

Znečištění

Znečištění dělíme na přírodní a antropogenní, tedy znečištění odpady. Klasifikuje se do čtyř stupňů dle rozsahu znečištění na zanedbatelné, mírné, místy značné a značné podél celého břehu.

Přírodní

Pokud mluvíme o přírodním znečištění ve vodách, většinou se jedná o zbytky rostlin napadané do vody, jako jsou větve, listy nebo posekaná tráva. Dalším přírodním znečištěním jsou makroskopické vodní rostliny nebo jejich zbytky a mrtvé ryby nebo vláknité řasy.

Antropogenní

Ve vodě může vznikat znečištění lidskou činností, a tak se do vody mohou dostávat drobné předměty jako rozbité sklo, plastové lahve nebo plechovky. Rozsáhlejším problémem jsou úniky olejů, ropy nebo odpadních vod.

Barva

Další estetickou závadou je barva vody, která je ovlivněna především jejím složením.

Průhlednost

Udává se jako hloubka, ve které je viditelná Secchiho deska, jedná se většinou o kruhovou desku s černobílými kvadranty. V případě neprůhlednosti vody se jedná pouze o estetickou závadu, může být způsobena například rozvojem fytoplanktonu.[19]



Obr. 3.2 Měření průhlednosti pomocí Secchiho desky [19]

3.3.8 Mikrobiologické ukazatele

Vyhláškou je nařízeno stanovit mikrobiologické ukazatele, kterými jsou intestinální enterokoky a E-coli. Množství enterokoků a bakterií E-coli se stanovuje v kolonii tvořících jednotkách na 100 ml vzorku (dále jen „KTJ/100ml“). Jedná se o identifikátory fekálního znečištění. Do vody se mohou dostat pomocí splachů z polí nebo například ze septiků. E-coli a enterokoky ve vodě mohou způsobovat řadu žaludečních a střevních potíží.

Na základě rozboru je zařazena jakost vody do jedné ze čtyř kategorií (Nevyhovující jakost, Přijatelná jakost, Dobrá jakost, Výborná jakost). Každá kategorie má piktogram vyobrazující plavce s označením kvality vody ve formě hvězd a slovní popis. Dále se zde nachází výčet všech kategorií a jejich symbolů – viz obrázky níže.[2]



Obr. 3.3 Piktogramy znázorňující jakost vody z mikrobiologického hlediska[2]

3.4 VYHODNOCENÍ

Postup vyhodnocení je dán vyhláškou č. 238/2011 Sb., konkrétně v příloze č. 6, která definuje pravidla pro hodnocení jakosti vod v přírodních koupalištích. Rozbor je hodnocen následovně:

Voda vhodná ke koupání 

„Nezávadná voda s nízkou pravděpodobností vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci s vyhovujícími smyslově postižitelnými vlastnostmi.“[2]

Do této kategorie je lokalita zatříděna v případě, že splnila všechny podmínky dané pro jednotlivé ukazatele. Například, že nález sinic ve vodě nepřekročil hodnotu 20 000 buněk/ml.

Voda vhodná ke koupání s mírně zhoršenými vlastnostmi 

„Nezávadná voda s nízkou pravděpodobností vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci především se zhoršenými smyslově postižitelnými vlastnostmi, v případě možnosti je vhodné se osprchovat.“[2]

Tato kategorie vyhovuje všem podmínkám jako v případě kategorie „Voda vhodná ke koupání“, ale dochází k vizuálnímu zhoršení kvality vody, jako je snížení průhlednosti vody pod 1 m nebo výskyt pěny.

Zhoršená jakost vody

„Mírně zvýšená pravděpodobnost vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci, u některých vnímavých jedinců by se již mohly vyskytnout zdravotní obtíže, po koupání se doporučuje osprchovat.“[2]

Kategorie „Zhoršená jakost vody“ je použita v případě, kdy dojde ke splnění alespoň jedné z podmínek uvedených v metodice, jako je třeba nález sinic v rozmezí 20 000–100 000 buněk/ml. Voda zároveň nedosahuje podmínek pro kategorie „Voda nevhodná ke koupání“ nebo „Zákaz koupání“.

Voda nevhodná ke koupání

„Voda neodpovídá hygienickým požadavkům a pro uživatele představuje zdravotní riziko, koupání a provozování vodních sportů nelze doporučit zejména pro děti, těhotné ženy, osoby trpící alergií a osoby s oslabeným imunitním systémem.“[2]

„Voda nevhodná ke koupání“ je kategorie, do které je voda zatříděna po splnění alespoň jedné z podmínek, mezi které patří například viditelné znečištění nebo olejový film na hladině vody.

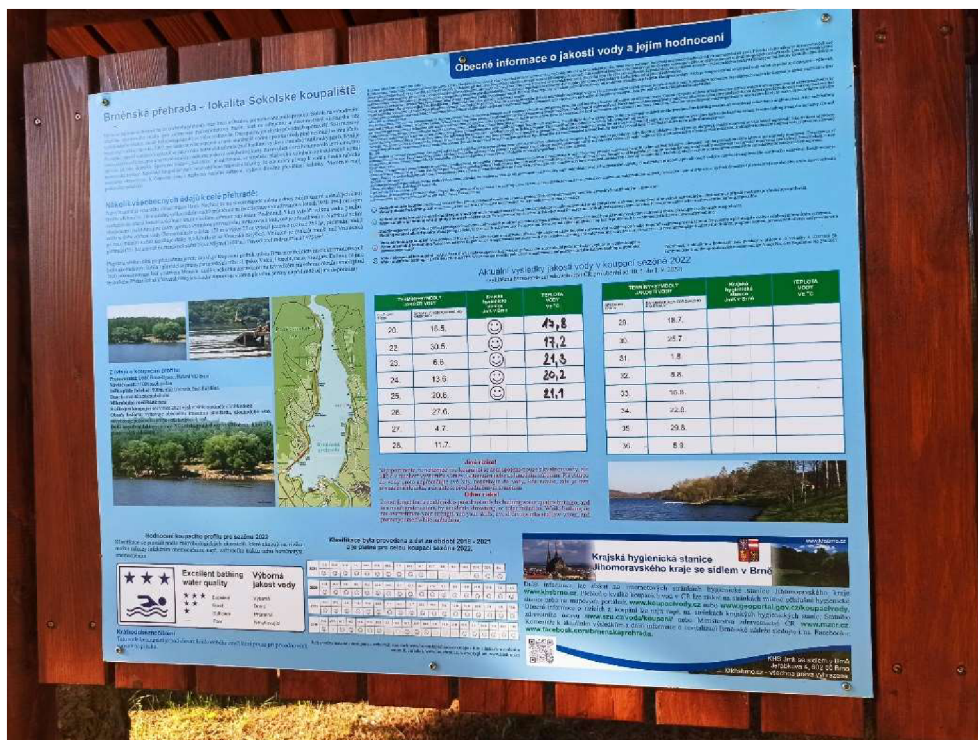
Voda nebezpečná ke koupání – zákaz koupání

„Voda neodpovídá hygienickým požadavkům a hrozí akutní poškození zdraví, vyhlašuje se zákaz koupání.“[2]

Při nejhorší jakosti vody se nařizuje zákaz koupání, to v případě, kdy je splněna alespoň jedna z podmínek uvedených v metodice. Jednou z podmínek je například výskyt vodního květu.

O vyhodnocení kvality vody musí být informována veřejnost na viditelném místě, většinou na tabuli v místě koupací oblasti nebo přírodního koupaliště. Tyto informace mohou návštěvníci nalézt i na stránkách příslušné krajské hygienické stanice. Jedná se o značku a název kategorie, do které byla lokalita

zařazena, její obecný popis a zdůvodnění pro zařazení do této kategorie např. výskyt pěny, masový výskyt sinic nebo výskyt ostrých předmětů ve vodě.[2]



Obr. 3.4 Příklad prezentace výsledků

4 PŘÍRODNÍ KOUPALIŠTĚ V JIHMORAVSKÉM KRAJI

V této kapitole jsou vyjmenována a stručně popsána přírodní koupaliště s provozovatelem v Jihomoravském kraji. Jedná se o 10 lokalit z celkových 24 sledovaných lokalit krajskou hygienickou stanicí. Práce se zaměřuje pouze na koupaliště s provozovatelem, takže koupací oblasti nebudou dále řešeny.

4.1 RYBNÍK SUCHÝ

Přírodní koupaliště Rybník Suchý se nachází v obci Suchý, která leží 10 km východně od Boskovic. Provozovatelem koupaliště je obec Suchý.

Jedná se o rybník o ploše 6 ha s travnatými plážemi v blízkosti místního kempu. K rybníku patří také tobogán a půjčovna loděk. Dalším vybavením jsou toalety, sprchy a stánek s občerstvením. [4]



Obr. 4.1 Pohled na tobogán u rybníka Suchý [4]

4.2 PŘÍRODNÍ KOUPACÍ BIOTOP OSLAVANY

Biotop je součástí zámeckého parku Oslavany, který leží cca 32 km jihozápadně od Brna. Jezírko se nachází vně zámeckého parku, je oploceno

a za vstup se vybírá vstupné. Biotop je přístupný pouze v koupací sezóně. Provozovatelem přírodního koupacího biotopu Oslavany je město Oslavany.

Biotop tvoří koupací část s plochou 1200 m² a biologická část s plochou 515 m². Koupací jezírko je napájeno ze dvou vrtů hloubky asi 7 m. Další částí koupaliště je brouzdaliště s herními prvky. Koupací jezírko má maximální denní kapacitu 500 osob.

Voda je čištěna kombinací biologických a mechanických filtrů. Objem koupacího jezírka je vyčištěn během jednoho dne pomocí vlnových filtrů, aerační nádrže a dosazovací nádrže. K pravidelné údržbě patří i odsávání usazenin a zástřih vegetace. [21]



Obr. 4.2 Letecký pohled na biotop Oslavany [21]

4.3 PŘÍRODNÍ KOU PACÍ BIOTOP KOVALOVICE

Biotop Kovalovice leží ve stejnojmenné obci asi 25 km východně od města Brna. Provozovatelem biotopu je obec Kovalovice.

Přírodní koupaliště se skládá z bazénu nepravidelného tvaru s molem a skokanským můstkem, brouzdalištěm s plochou 108 m² a čisticích lagun. Brouzdaliště a bazén mají oddělenou soustavu a každý má svoji vlastní čisticí

lagunu. Součástí areálu jsou převlékárny, toalety a občerstvení. Maximální počet koupajících v jeden moment je 130 osob.

Bazén a brouzdaliště jsou napouštěny ze studny. Technologii tvoří dva nezávislé cirkulační okruhy. První okruh žene čerpadlem vodu přes dva filtry a čistící lagunu zpět do nádrže. Druhý cirkulační okruh je napojen na filtrační zóny, odkud je voda čerpána a vrácena do bazénu přes vodní clonu. [22][23]



Obr. 4.3 Biotop Kovalovice [24]

4.4 BIOTOP BOHUSLAVICE

Bohuslavický biotop se nachází v jihozápadní části obce asi pět kilometrů od města Kyjov. Provozovatelem tohoto biotopu jsou Technické služby Kyjov, p. o.

Biotop je tvořen koupací částí o ploše 105 m², brouzdalištěm a biologickou lagunou s plochou 175 m². Maximální hloubka nádrže je 2,85 m. Součástí areálu biotopu jsou venkovní sprchy, sociální zařízení, šatny, dětské hřiště a bufet. Koupaliště je v provozu od roku 2010, dříve na místě dnešního biotopu bylo umělé koupaliště. V roce 2013 proběhla rozsáhlá rekonstrukce firmou Bioaqua. [25][26]



Obr. 4.4 Biotop Bohuslavice [27]

4.5 PŘÍRODNÍ KOUPACÍ BIOTOP BRNO-JIH

Biotop Brno-jih se nachází v městské části Brno-jih konkrétně mezi ulicemi Kšírova, Hněvkovského a Sokolova. Areál leží cca 65 m od řeky Svatky. Provozovatelem tohoto koupaliště je Koupaliště Brno-jih, p. o. a za vstup na koupaliště je vybíráno vstupné.

Areál přírodního koupaliště je tvořen především koupací nádrží o ploše 2750 m², dětským brouzdalištěm s plochou 200 m² a čisticí zónou s plochou 1510 m². Důležitou součástí je šachta s cirkulační technologií. Dále zde najdeme venkovní sprchy, převlékací kabinky, WC a zázemí pro zaměstnance a další mobiliář, jako jsou lavičky a odpadkové koše. K areálu patří i hřiště na plážový volejbal. Vně oploceného areálu se nachází parkoviště pro návštěvníky s kapacitou 86 míst.

Přírodní koupaliště je napájeno pomocí dvou studní, ty jsou použity k napuštění bazénu a následně k dopouštění chybějící vody, aby byla voda ve výšce skimmerů. Voda je v uzavřeném okruhu, kde cirkuluje pomocí čerpadel v technologické šachtě. Skimmery a filtrační zóna pod pláží odebírají vodu, ta následně protéká přes čisticí zónu a potom je gravitačně svedena zpátky do

bazénu. Bazén je vypouštěn přibližně jednou za 7 let. Pravidelně je před a po sezóně provedena údržba bazénu, jako je odsátí nečistot, sestřihnutí rostlin, odkalení. [28]



Obr. 4.5 Pohled na biotop Brno-jih po realizaci (vlevo) a v průběhu realizace (vpravo) [29]

4.6 VN NOVÉ MLÝNY – HORNÍ NÁDRŽ

U vodní nádrže Nové mlýny se nachází dvě laguny, které jsou součástí autokempu Merkur. Tyto laguny byly uměle vytvořeny při realizaci VN Nové mlýny. Jedná se o bezodtokové a bezpřítokové laguny které mají celkovou plochu cca 20 ha. Díky přirozené filtraci přes písčitou půdu mají obě laguny lepší jakost vody než přilehlá nádrž. Pláž v okolí lagun je travnatá až písčitá. Velká laguna, pro KHS označena jako Laguna 1, má délku břehu přibližně 1 km a malá laguna, pro KHS označena jako Laguna 2, má břeh dlouhý asi 500 metrů.

Provozovatelem kempu je Pasohlávská rekreační, s. r. o., která zodpovídá za kvalitu vody v lagunách. [30]



Obr. 4.6 Pohled na Lagunu 1 (vlevo) a Lagunu 2 (vpravo) [4]

4.7 PŘÍRODNÍ KOUPACÍ BIOTOP BANTICE

Bantický biotop se nachází v severozápadní části obce Bantice cca 55 km jihozápadně od města Brna. Obec si toto přírodní koupaliště provozuje sama a i zde návštěvník zaplatí vstupné.

Přírodní koupaliště tvoří obdélníkový bazén, brouzdaliště a filtrační zóna. V provozním objektu se nachází čerpadla a filtry, systém doplňují tři skimmery. Areál má další vybavení jako převlékárny, sociální zařízení, bufet a hřiště s umělým povrchem. Kapacita koupajících se osob je 100 osob.

Biotop má dva na sobě závislé okruhy, díky kterým probíhá cirkulace vody přes filtry. Vyčistit celý objem bazénu trvá 24 h. V zimě je biologický filtr odpojen, před začátkem koupací sezóny musí projít aktivací. Druhý okruh slouží primárně k odstranění znečištění z hladiny. V případě potřeby je úbytek vody doplněn ze studny. Koupací část se vypouští dle potřeby, cyklus je stanovený na 1× ročně. V případě výskytu nečistot na dně jsou nečistoty odsáty vysavačem. [5]



Obr. 4.7 Přírodní koupací biotop Bantice [31]

4.8 LULEČ – „U LIBUŠE“

Přírodní koupaliště „U Libuše“ se nachází v obci Luleč, která leží cca 7 km od města Vyškov. Provozovatelem koupaliště je obec Luleč. Celková plocha přírodního koupaliště je 6 400 m² a zdrojem vody v lomu je puklinová voda. Hloubka vody v lomu se pohybuje kolem 14 m.

Jedná se o zatopený kamenolom, který byl uzavřen v roce 1935 z důvodu tryskající vody. Po této události byl lom přebudován na přírodní koupaliště. V současné době se v areálu nachází dva skokanské můstky, travnaté pláže, skluzavka, brouzdaliště a hřiště na volejbal. Je zajištěno občerstvení jak v areálu, tak v přilehlé blízkosti, samozřejmě jsou převlékárny, sprchy a toalety. [32][33]



Obr. 4.8 Přírodní koupaliště „U Libuše“ [32]

4.9 LOM JANIČŮV VRCH MIKULOV

Jedná se o zatopený vápencový lom v Mikulově, který je od roku 2014 přírodní památkou. Celková rozloha lomu je 4,06 ha. Provozovatelem lomu je Romana Ertlová. V roce 2020 byly provedeny změny pro zachování přírodní památky, která je součástí CHKO Pálava. Součástí těchto změn bylo snížení počtu návštěvníků na okamžitou návštěvnost maximálně 100 osob. Tato regulace platí pouze v koupací sezóně, kdy je vybíráno vstupné. K této změně došlo z důvodu zvýšení obsahu dusíku ve vodě a tvorbě mastných skvrn z opalovacích krémů. Nově jsou také přísnější pravidla pro návštěvníky kvůli udržování čistoty lomu. Mezi návštěvníky kritizované opatření patří především zákaz vstupu s potravinami v jednorázových obalech včetně jejich konzumace a zákaz používání neekologických opalovacích krémů.

Na území se vyskytuje několik druhů vzácných rostlin jako například lipnice bádenská a mochna přímá. Dále se jedná o významné útočiště ptáků, jako je volavka popelavá.

Přírodní koupaliště není vybaveno žádnou technologií pro cirkulaci vody. Jedná se pouze o přírodní procesy, které vodu čistí.

V areálu lomu se pro návštěvníky nachází dvě suché toalety, převlékací kabinky a občerstvení. [34]



Obr. 4.9 Pohled na zatopený lom v Mikulově

5 SROVNÁNÍ JAKOSTI VODY VYBRANÝCH KOUPALIŠŤ VE VOLNÉ PŘÍRODĚ

Pro praktickou část bylo zažádáno o data z let 2020, 2021 a 2022 u Krajské hygienické stanice Jihomoravského kraje. V této kapitole jsou vybrané lokality porovnány na základě získaných parametrů a následuje vyhodnocení, které přírodní koupaliště má za tyto roky nejlepší jakost vody. Pro lepší porovnání byly vybrány tři lokality, kde voda není nijak upravována, a tři lokality s přírodním způsobem čištění neboli biotopy. Tyto dvě kategorie byly nejdříve porovnány zvláště z důvodu rozdílných typů a rozdílných měřených údajů. Následně došlo k celkovému porovnání teplot, průhledností, míry výskytu E-coli a intestinálních enterokoků.

5.1 SROVNÁNÍ PŘÍRODNÍCH KOUPALIŠŤ BEZ ÚPRAVY VODY

Pro porovnání první kategorie byly vybrány koupaliště VN Nové Mlýny – horní nádrž – laguna 1, Luleč a Suchý rybník. Z důvodu možného poškození pověsti některého koupaliště, byly tyto tři lokality obecně označeny jako koupaliště A, B a C. Informace o vybraných koupalištích včetně jejich fotografií jsou v předchozí kapitole 4. Přírodní koupaliště v Jihomoravském kraji.

Krajská hygienická stanice stanovuje u tohoto typu koupališť následující parametry:

- teplota,
- průhlednost,
- E-coli,
- intestinální enterokoky,
- znečištění odpady,
- chlorofyl a,
- sinice,
- vodní květ,
- mikroskopický obraz,

- přírodní znečištění.

5.1.1 KOUPALIŠTĚ A

Koupaliště A je jedno z vytipovaných přírodních koupališť bez úpravy vody. Pro toto koupaliště bylo poskytnuto celkem 18 kalendářních dat s naměřenými hodnotami, tedy 6 pro každý rok. Co se týče celkového hodnocení, je toto přírodní koupaliště při každém poskytnutém měření zaříděno jako číslo 1, tedy „Voda vhodná ke koupání“.

Ze získaných dat vyplývá, že za dobu koupacích sezón 2020, 2021 a 2022 se na tomto koupališti nevyskytoval žádný zaznamenaný vodní květ, přírodní znečištění ani znečištění odpady.

Tab. 5.1 Porovnání maximálních, minimálních a průměrných hodnot pro koupaliště A

Koupaliště A		2020			2021			2022		
Ukazatel	Jednotka	max.	min.	prům.	max.	min.	prům.	max.	min.	prům.
Escherichia coli	KTJ (MPN)/100 ml	48	0	15	20	0	7	44	0	6
Intest. enterokoky	KTJ (MPN)/100 ml	98	2	27	40	2	12	51	0	10
Sinice (buňky)	buňky/ml	600	0	200	28 800	0	23 288	7 300	400	3 200
Chlorofyl a	µg/l	17	10	12	33	10	27	26	8	14
Průhlednost	metr	2,6	1,0	1,8	2,2	1,0	1,6	1,8	1,0	1,4
Teplota	°C	25,1	17,3	20,4	24,0	13,9	20,7	23,8	18,1	21,3

Z výše uvedené tabulky je možné vyčíst, že v této lokalitě průhlednost neklesla pod limitní hodnotu 1 metru. Maximální hodnoty uvedené v tabulce pro E-coli a enterokoky se pohybují výrazně pod limitními hodnotami pro kategorii 1. Pro E-coli je tato hodnota 500 KTJ/100 ml a pro enterokoky 200 KTJ/100 ml. Toto koupaliště se dá jako celek hodnotit jako lokalita s dlouhodobě velmi kvalitní vodou. Hodnoty sinic pro první stupeň jsou stanoveny zákonem na 20 000 buněk/ml. Tato hodnota byla na tomto koupališti překročena v roce 2021. K tomuto překročení došlo v půlce července. Jeden z možných důvodů zvýšeného výskytu sinic je vyšší teplota vody po dobu více po sobě následujících dnů. Pro chlorofyl a je dána hodnota 10 µg/l, tato hodnota byla skoro vždy překročena. Nedošlo ale už k překročení hodnoty pro druhý stupeň tedy 50 µg/l.

5.1.2 KOUPALIŠTĚ B

Koupaliště B řadíme mezi přírodní koupaliště bez úpravy vody. Dostupná data jsou pro 23 měřených dní za tři koupací sezóny. Dle poskytnutých dat se jedná o koupaliště s ne zcela ideální průhledností vody. Hodnoty nad 1 m tato lokalita dosahuje pouze při dvou z 23 měření a v obou případech se jedná o hodnoty ze začátku koupací sezóny. Tím pádem nedošlo k ovlivnění průhlednosti rozvojem sinic a řas, které se množí většinou při vyšších teplotách vody.

Data poskytnutá k tomuto koupališti ukazují, že za měřené dny nebylo zjištěno jak přírodní znečištění, tak znečištění odpady. Oproti tomu byl zaznamenán vodní květ v jedenácti případech, ve většině případů to bylo v druhé polovině koupací sezóny v letech 2021 a 2022. Z těchto jedenácti případů byly všechny až na jeden zaříděny do kategorie 1, tedy „Pozorovatelné“. Zbýlý jeden případ, který se vyskytl v srpnu 2022, byl zaříděn do kategorie 2 „Hojný“.

Tab. 5.2 Porovnání maximálních, minimálních a průměrných hodnot pro koupaliště B

Koupaliště B		2020			2021			2022		
Ukazatel	Jednotka	max.	min.	prům.	max.	min.	prům.	max.	min.	prům.
Escherichia coli	KTJ (MPN)/100 ml	240	2	79	80	2	23	78	8	39
Intest. enterokoky	KTJ (MPN)/100 ml	260	10	87	40	10	26	50	12	37
Sinice (buňky)	buňky/ml	18 400	400	6 533	61 000	0	31 567	188 000	9 200	64 286
Chlorofyl a	µg/l	59	15	37	37	14	28	89	18	40
Průhlednost	metr	0,8	0,3	0,6	1,2	0,4	0,7	1,1	0,2	0,5
Teplota	°C	24,2	13,6	19,8	23,5	12,2	19,7	25,5	19,1	20,9

V tabulce Tab. 5.3 lze pozorovat již zmíněné nízké průhlednosti vody. Dále z tabulky lze vyčíst, že toto přírodní koupaliště jako jediné nemá v průběhu sledovaných sezón hodnoty E-coli a enterokoků na nulových hodnotách. V roce 2020 se vyskytuje hodnota 260 KTJ/100 ml, což je hodnota přesahující limit stanovený pro zařídění do kategorie „Voda vhodná ke koupání“. Tento limit je stanoven, jak už bylo zmíněno na hodnotu 200 KTJ/100 ml. Došlo také k překročení limitních hodnot pro sinice jak pro stupeň jedna v roce 2021, tak pro stupeň dva v roce 2022. Výskyt sinic doprovází zvýšené hodnoty pro chlorofyl a, které vždy překročily stupeň jedna, a pro roky 2020 a 2022 překročily i hodnoty pro stupeň dvě. Přesto bylo koupaliště zaříděno jako stupeň tři v době výskytu hojného vodního květu.

5.1.3 KOUPALIŠTĚ C

Koupaliště C je poslední vybrané přírodní koupaliště bez úpravy vody. K tomuto koupališti je k dispozici celkem 24 záznamů měření. Při celkovém hodnocení jsou data poměrně různorodá. Pro sezónu 2020 bylo koupaliště vždy zatříděno do kategorie 1 „Voda vhodná ke koupání“, ale v roce 2021 už bylo 3× zatříděno do kategorie 4, tedy jako „Voda nevhodná ke koupání“. Z koupací sezóny 2021 máme také jeden záznam o zatřídění do kategorie 3 „Zhoršená jakost vody“. Pro sezónu 2022 je převážně lokalita určena jako kategorie 3 „Zhoršená jakost vody. Na začátku koupací sezóny 2022 bylo koupaliště zatříděno 2× do kategorie 1. V průběhu koupací sezóny došlo k postupnému zhoršení kvality vody až do kategorie 4 na konci sezóny.

Během porovnávaných let se v této lokalitě nevyskytuje žádné zaznamenané znečištění jak přírodní, tak odpady. Rozvoj vodního květu byl zaznamenán v druhé polovině sezóny v letech 2021 a 2022 a byl zatříděn do kategorie 1 „Pozorovatelný“. Na konci léta 2022 došlo ke zhoršení situace a oblast byla zatříděna do kategorie 2 pro výskyt vodního květu jako „Hojný“.

Tab. 5.3 Porovnání maximálních, minimálních a průměrných hodnot pro koupaliště C

Koupaliště C		2020			2021			2022		
Ukazatel	Jednotka	max.	min.	prům.	max.	min.	prům.	max.	min.	prům.
Escherichia coli	KTJ (MPN)/100 ml	8	0	3	40	0	9	46	6	21
Intest. enterokoky	KTJ (MPN)/100 ml	30	10	17	200	0	49	52	8	24
Sinice (buňky)	buňky/ml	9 200	9 200	9 200	628 628	480	266 778	126 000	18 000	49 350
Chlorofyl a	µg/l	22	22	22	64	5	48	89	8	40
Průhlednost	metr	1,7	1,1	1,4	1,5	0,5	1,1	1,5	0,3	0,8
Teplota	°C	24,8	17,8	21,5	26,7	7,6	18,9	26,6	19,6	22,4

Dle tabulky 5.3 v roce 2020 došlo pouze k překročení hodnoty prvního stupně pro chlorofyl a. V roce 2021 už došlo ke snížení průhlednosti vody pod hodnotu 1 metru. Byla také překročena hranice 3. stupně pro sinice, která je dána limitem 250 000 buněk/ml. Intestinální enterokoky dosáhly limitní hodnoty 200 KTJ/100 ml. Pro hodnotu chlorofylu a byla překročena hodnota pro druhý stupeň, a to 50 µg/l. Pro sezónu 2022 jsou uvedené také nedostatečné viditelnosti. Sinice překročily hodnotu 100 000 buněk na 1 ml

vody, a tak byla lokalita zatříděna do druhého stupně. To také platí pro chlorofyl a.

Zajímavá hodnota je teplota 7,6 °C. Tato teplota vody byla naměřena v druhé polovině listopadu. Na konci této koupací sezóny byly ve vodě naměřeny vysoké hodnoty koncentrace chlorofylu a, dokonce se jedná o nejvyšší koncentraci za tuto sezónu a to hodnotu 64 µg/l. Z tohoto důvodu bylo pravděpodobně provedeno další měření.

5.2 SROVNÁNÍ BIOTOPŮ

Pro porovnání biotopů byly vybrány: Přírodní koupací biotop Brno-Jih, Přírodní biotop Kovalovice a Přírodní biotop Oslavany. Opět bylo při porovnání použito obecné označení koupališť D, E a F. Podrobnější informace o těchto koupalištích, jako je například jejich poloha a velikost koupací plochy, jsou uvedeny v kapitole 4. Přírodní koupaliště v Jihomoravském kraji. Krajská hygienická stanice stanovuje u tohoto typu koupališť následující parametry:

- teplota,
- průhlednost,
- E-coli,
- intestinální enterokoky.

Měření sinic, chlorofylu a, vodního květu a znečištění se u těchto typů přírodních koupališť nestanovuje z důvodu eliminování jejich vzniku použitými přírodními procesy čištění.

5.2.1 KOUPALIŠTĚ D

Koupaliště D je biotop, ve kterém probíhá měření 4× za koupací sezónu. Bylo tedy poskytnuto celkem 12 kalendářních dat s daty, dle kterých je biotop pokaždé zatříděn do kategorie „Voda vhodná ke koupání“.

Tab. 5.4 Porovnání maximálních, minimálních a průměrných hodnot pro koupaliště D

Koupaliště D		2020			2021			2022		
Ukazatel	Jednotka	max.	min.	prům.	max.	min.	prům.	max.	min.	prům.
Escherichia coli	KTJ (MPN)/100 ml	32	4	22	72	10	32	16	0	8
Intest. enterokoky	KTJ (MPN)/100 ml	40	0	21	36	4	22	22	0	9
Průhlednost	metr	3,0	1,9	2,5	2,9	1,3	2,1	3,0	1,9	2,7
Teplota	°C	25,4	19,6	23,1	28,2	25,8	27,0	25,8	21,3	23,1

Tabulka 5.4 ukazuje že všechny maximální hodnoty vyhovují stanoveným limitům pro první kategorii. To znamená, že jsou pod hodnotami 100 KTJ/100 ml pro E-coli a 50 KTJ/100 ml pro intestinální enterokoky. Nachází se zde i nulové hodnoty pro mikrobiální znečištění. Z tabulky vyplývá že v roce 2022 byla jakost vody nejlepší. Průměrné hodnoty pro E-coli a enterokoky nepřesáhly hodnotu 10 KTJ/100 ml. Na druhou stranu v roce 2021 byly průměrné hodnoty nejhorší ze všech poskytnutých měření.

5.2.2 KOUPALIŠTĚ E

Koupaliště E je biotop, ze kterého bylo poskytnuto 11 měřených dní z každé koupací sezóny. Porovnáváno bylo tedy 33 záznamů. Biotop vždy odpovídal zařídění do nejlepší kategorie jakosti vody „Voda vhodná ke koupání“.

Tab. 5.5 Porovnání maximálních, minimálních a průměrných hodnot pro koupaliště E

Koupaliště E		2020			2021			2022		
Ukazatel	Jednotka	max.	min.	prům.	max.	min.	prům.	max.	min.	prům.
Escherichia coli	KTJ (MPN)/100 ml	160	1	58	64	0	31	530	0	91
Intest. enterokoky	KTJ (MPN)/100 ml	80	0	26	78	6	30	80	6	24
Průhlednost	metr	2,0	1,9	2,0	2,0	1,9	2,0	2,0	1,8	2,0
Teplota	°C	25,1	17,9	22,0	27,5	17,3	23,5	26,3	20,5	23,3

Pozorujeme z tabulky 5.5, že došlo k překročení limitů pro zařídění do první kategorie. Dochází k výraznému překročení limitu 100 KTJ/100 ml u maximální hodnoty v roce 2022, k překročení došlo i v roce 2020. Pro hodnoty intestinálních enterokoků došlo ve všech letech k překročení limitu 50 KTJ/100 ml. Jsou vidět nulové hodnoty pro výskyt bakterií E-coli a enterokoků. Z tabulky vyplývá, že v roce 2022 jsou průměrné hodnoty E-coli nejhorší z naměřených dat pro tento biotop.

5.2.3 KOUPALIŠTĚ F

Poslední porovnávané koupaliště F je biotop, pro který bylo poskytnuto 25 měřených dní. Za uplynulé tři koupací sezóny bylo koupaliště F zatříděno vždy do kategorie „Voda vhodná ke koupání“.

Tab. 5.6 Porovnání maximálních, minimálních a průměrných hodnot pro koupaliště F

Koupaliště F		2020			2021			2022		
Ukazatel	Jednotka	max.	min.	prům.	max.	min.	prům.	max.	min.	prům.
Escherichia coli	KTJ (MPN)/100 ml	26	0	8	44	0	9	115	0	15
Intest. enterokoky	KTJ (MPN)/100 ml	54	0	18	66	0	15	76	0	15
Průhlednost	metr	2,5	1,1	1,9	2,4	1,8	2,0	2,4	1,0	1,3
Teplota	°C	23,8	20,4	22,6	25,6	21,6	23,5	24,9	12,6	20,3

Dle tabulky 5.6 byly překročeny limitní hodnoty pro kategorii 1. Minimální hodnoty u mikrobiálního znečištění jsou nulové. V roce 2022 byla maximální hodnota E-coli více než dvojnásobná oproti minulým rokům, a tak překročila limitní hodnotu 100 KTJ/100 ml. U hodnot intestinálních enterokoků pozorujeme, že jejich limitní hodnota 50 KTJ/100 ml byla maximálními hodnotami překročena v každém roce.

5.3 SROVNÁNÍ OBOU TYPŮ KOUPALIŠŤ

Vzhledem k rozdílným parametrům biotopů a přírodních koupališť bez úpravy vody je kapitola rozdělena do tří částí. V první části jsou porovnána přírodní koupaliště na základě parametrů získaných od KHS uvedených v kapitole 5.1. Druhá část je zaměřena na biotopy a jejich srovnání na základě parametrů uvedených v kapitole 5.2. V závěru kapitoly je celkové vyhodnocení obou kategorií ve shodujících se parametrech, jako jsou průhlednost vody, mikrobiologické ukazatele a teplota vody. Tyto parametry budou posuzovány na přísnější limity, tedy pro hodnoty určené vyhláškou pro stanovení jakosti vody v biotopech.

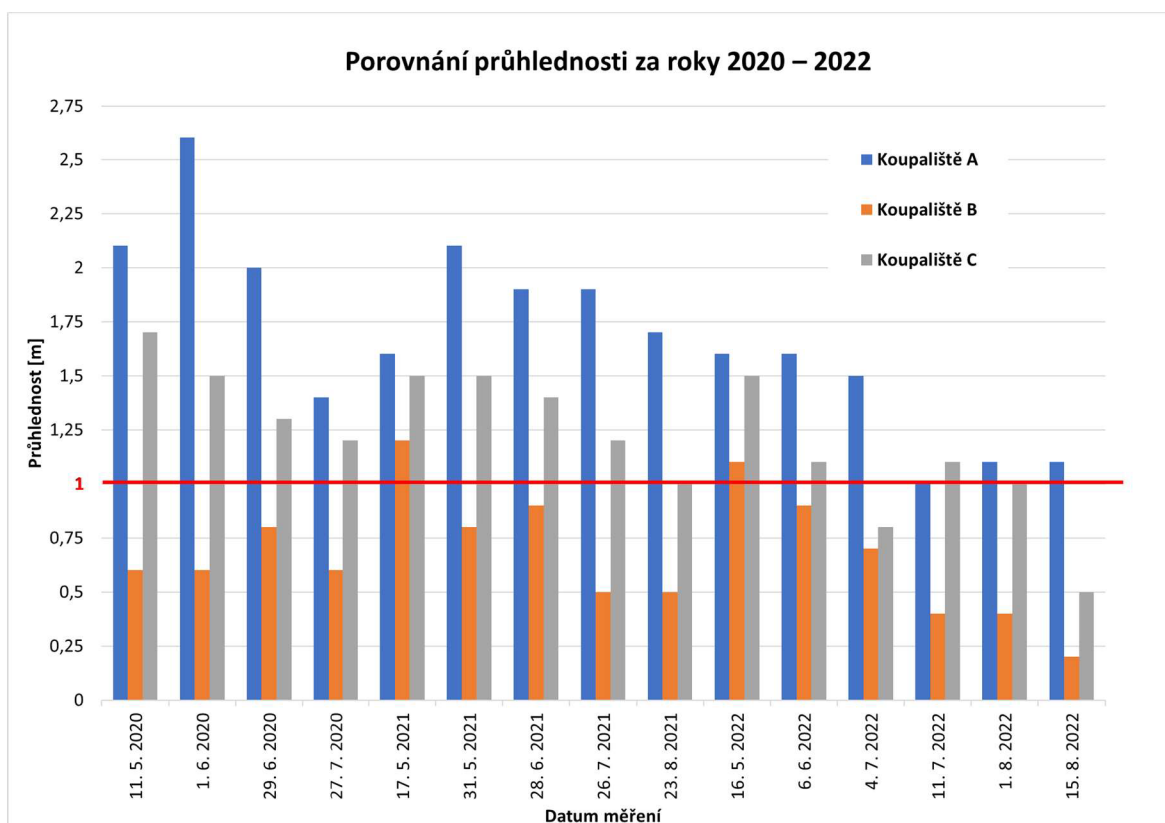
5.3.1 PŘÍRODNÍ KOUPALIŠTĚ BEZ ÚPRAVY VODY

Při srovnání prvního typu, tedy přírodních koupališť bez úpravy vody, nebylo v žádné lokalitě zaznamenáno žádné přírodní znečištění ani znečištění odpady. Rozdíl mezi lokalitami lze vidět hlavně při pozorování výskytu vodního květu, kdy na koupališti A nebyl zaznamenán za pozorované období žádný výskyt vodního květu. Oproti tomu se vodní květ na koupališti B vyskytl 10× a na koupališti C byl zjištěn 12×, a to jak ve stupni „viditelný“, tak ve stupni „hojný“.

Porovnání průhlednosti vody

Nejlépe z těchto tří lokalit vychází koupaliště A, které bylo vždy zatříděno do kategorie „Voda vhodná ke koupání“. Na koupališti nebyla zaznamenána průhlednost vody pod limitní hodnotou 1 m.

Na obrázku Obr. 5.1 je vyznačena hodnota 1 m. Obrázek grafu ukazuje průhlednost vody na třech koupalištích v konkrétní dny měření. Lze z něj také vyčíst, že koupaliště B dosáhlo požadované průhlednosti pouze ve dvou sledovaných případech, a to vždy na začátku sezóny. Když tuto informaci porovnáme s následujícím obrázkem Obr. 5.2 lze vidět, že se jedná o dny, kdy byla voda nejchladnější z konkrétní koupací sezóny.

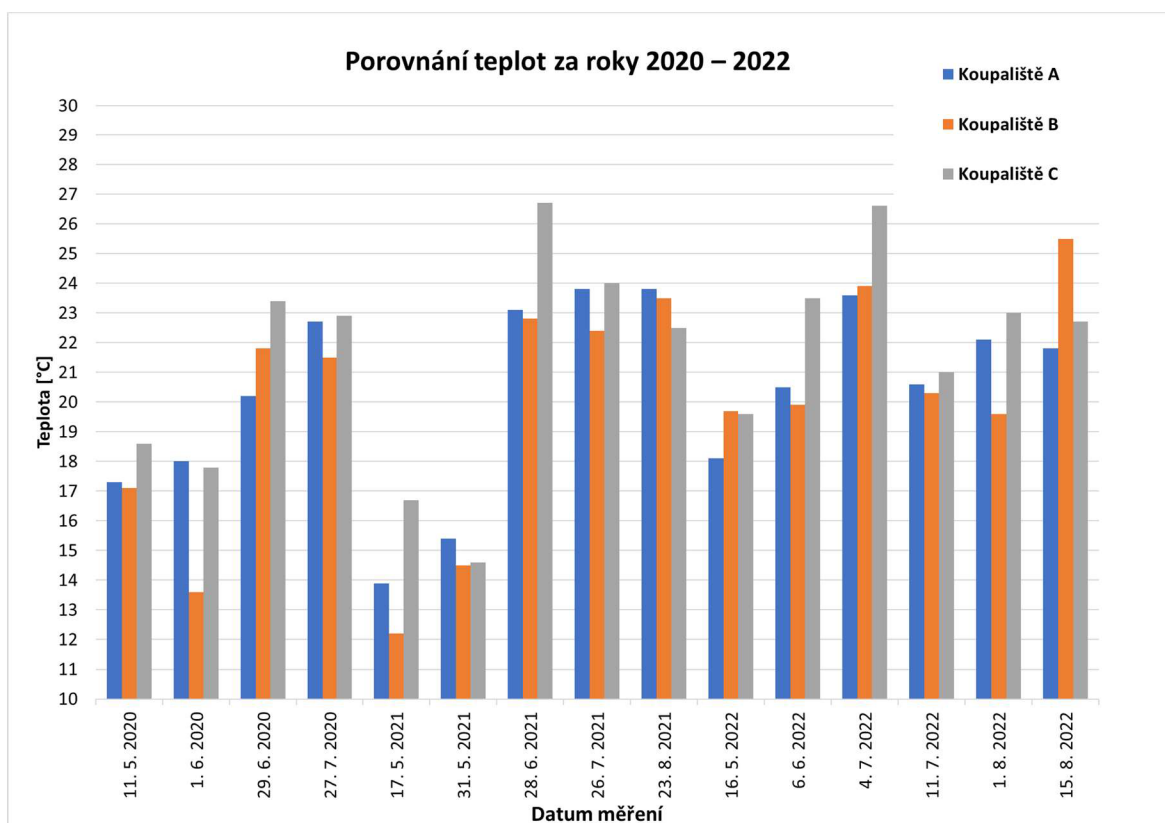


Obr. 5.1 Porovnání průhlednosti vody přírodních koupališť bez úpravy vody za roky 2020–2022

Z obrázku Obr. 5.1 lze vyčíst, že na koupališti A byla nejvyšší průhlednost vody za celé měřené období. Průhlednost dosahuje hodnoty přes 2,5 m a byla naměřena na začátku koupací sezony roku 2020. Nejnižší průhlednost byla pak stanovena pro koupaliště B, a to pod hodnotu 0,25 m. Tato stanovená průhlednost je více než 4× menší, než je limitní průhlednost vody pro kategorii jedna.

Porovnání teplot vody

Pro porovnání teplot byl vytvořen graf s hodnotami pro koupaliště ve stejných datech jako předchozí obrázek Obr. 5.1 pro průhlednost vody.

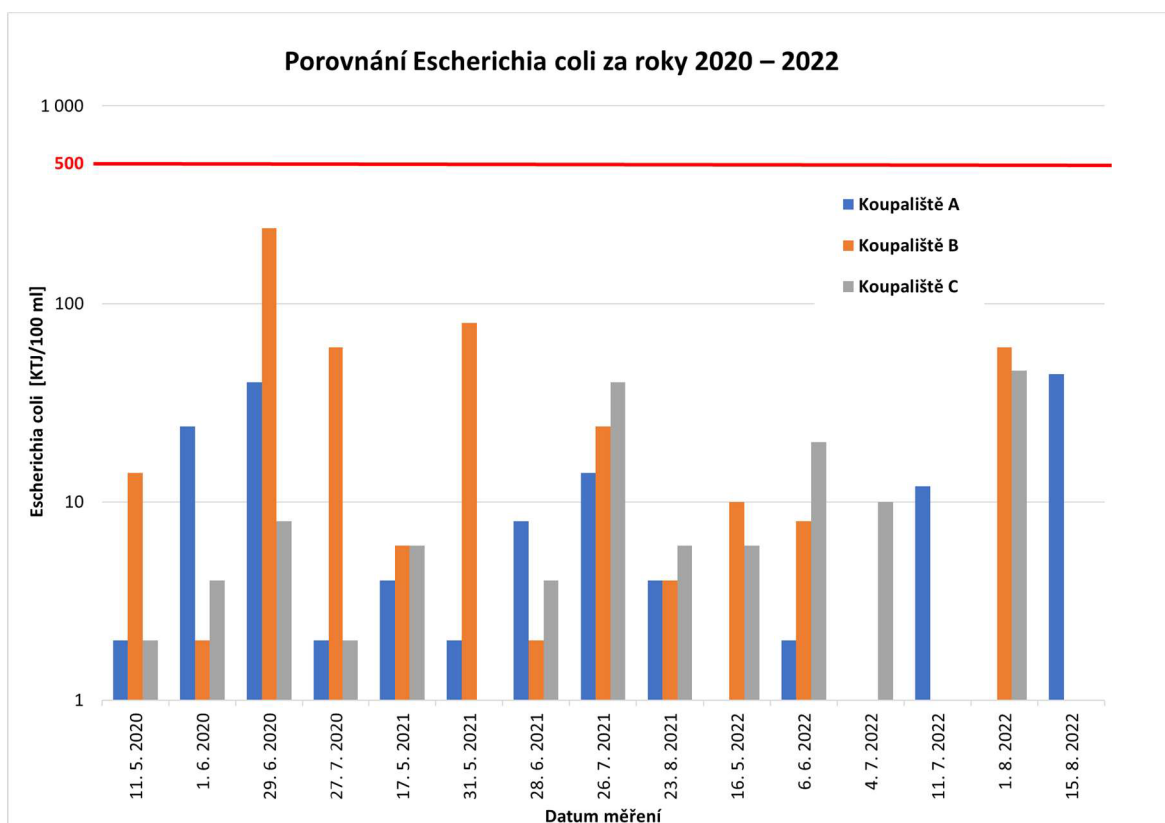


Obr. 5.2 Porovnání teploty vody přírodních koupališť bez úpravy vody za roky 2020–2022

Z obrázku Obr. 5.2 lze vyčíst, že koupaliště C má průměrně nejvyšší hodnoty za poslední tři roky. Dne 28. 6. 2021 byla naměřena celkově nejvyšší teplota vody, a to 26,7 °C. Oproti tomu nejnižší teplota byla naměřena na koupališti B 17. 5. 2021, a to 12,2 °C.

Porovnání mikrobiologických ukazatelů

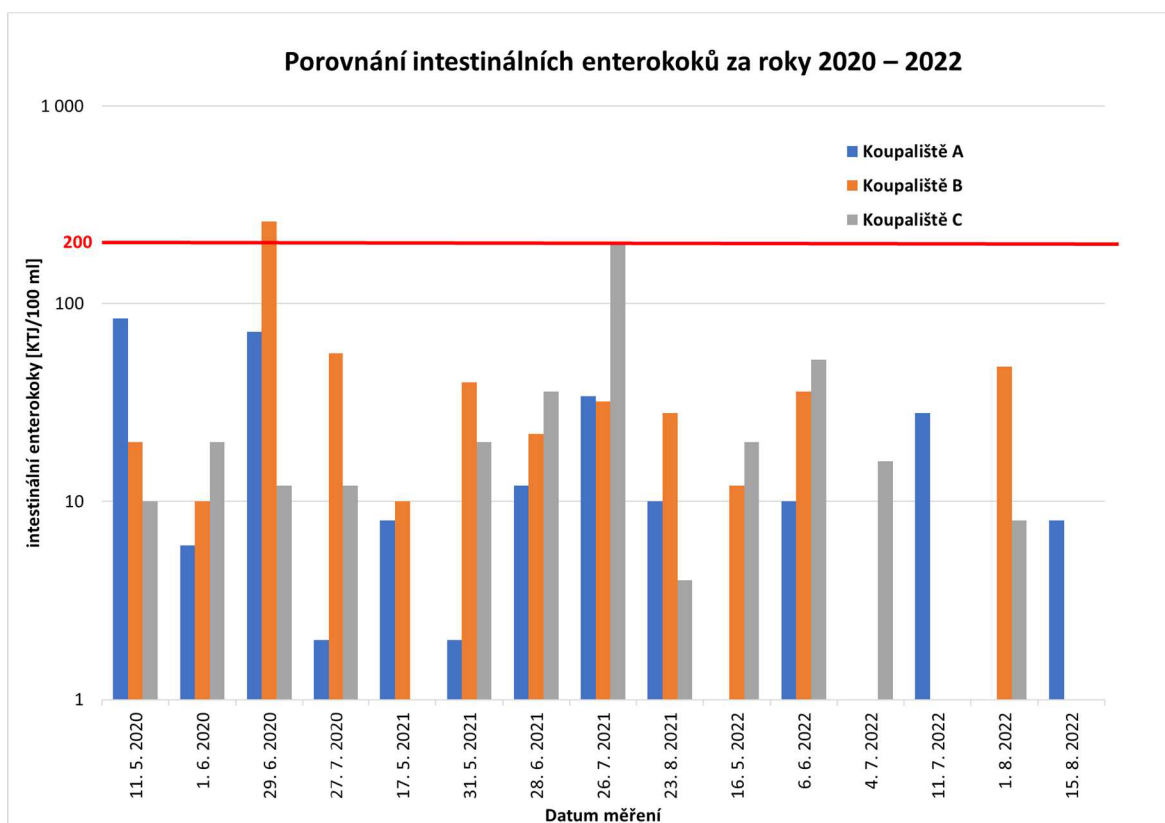
Porovnání dalších parametrů je vidět na obrázcích níže, kde byla vyznačena limitní hodnota mikrobiologických ukazatelů pro kategorii „Výborná jakost vody“. U dat 4. 7. 2022, 11. 7. 2022 a 15. 8. 2022 se vyskytuje výpadek měření, ke kterému nejsou bližší informace. Výpadek měření se týká pouze koupališť B a C, pro koupaliště A byla v těchto dnech naměřena hodnota 0, tudíž se nejedná o výpadek měření.



Obr. 5.3 Porovnání Escherichia coli přírodních koupališť bez úpravy vody za roky 2020–2022

Na obrázku Obr. 5.3 je viditelné že žádné koupaliště nepřekročilo limitní hodnotu 500 KTJ/100 ml. Nejvíce se tomu přiblížilo koupaliště B s hodnotou 240 KTJ/100 ml naměřenou dne 29. 6. 2020. Toto koupaliště zároveň dosahuje nejvyšších hodnot ve více než polovině případů. Při hodnocení množství E-coli vychází toto koupaliště nejhůře.

Zajímavou informací také je, že koupaliště A dosahuje hodnoty 0 KTJ/100 ml ve dnech 4. 7. 2022 a 1. 8. 2022. To stejné platí pro koupaliště C ve dni 31. 5. 2021.



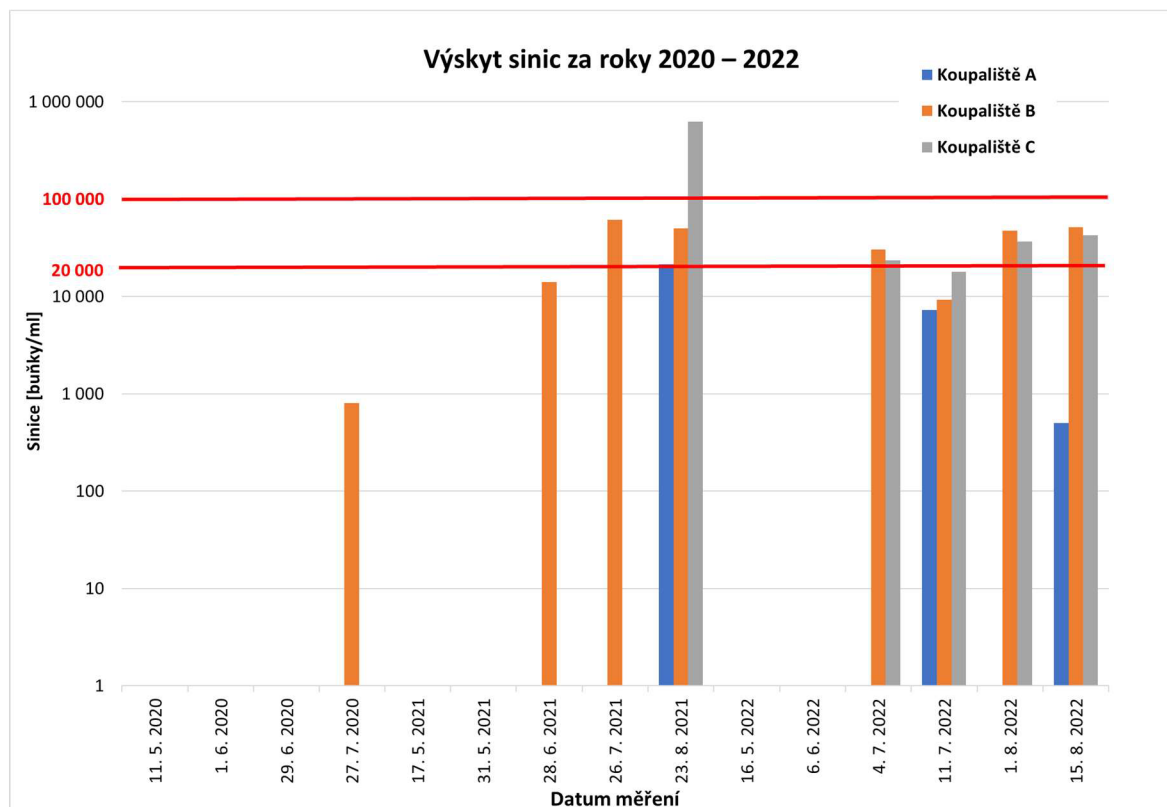
Obr. 5.4 Porovnání intestinálních enterokoků přírodních koupališť bez úpravy vody za roky 2020–2022

Na obrázku Obr. 5.4 je patrné srovnání koupališť A, B a C v parametru intestinální enterokoky. Koupaliště B na Obr. 5.4 výrazně překračuje limitní hodnotu 200 KTJ/100 ml, konkrétně byla naměřena hodnota 260 KTJ/100 ml, a to ve dni 29. 6. 2020. Jedná se o stejný den, kdy bylo naměřeno zvýšené množství E-coli na tomto koupališti. Zároveň koupaliště C se rovná naměřenou hodnotou 200 KTJ/100 ml ve dni 26. 7. 2021 stanovenému limitu pro intestinální enterokoky.

Opět je důležité zmínit že ve dnech 16. 5. 2022 a 1. 8. 2022 se na koupališti A nejedná o výpadek měření, ale byla naměřena nulová hodnota intestinálních enterokoků. To stejné platí pro koupaliště C pro datum 17. 5. 2021.

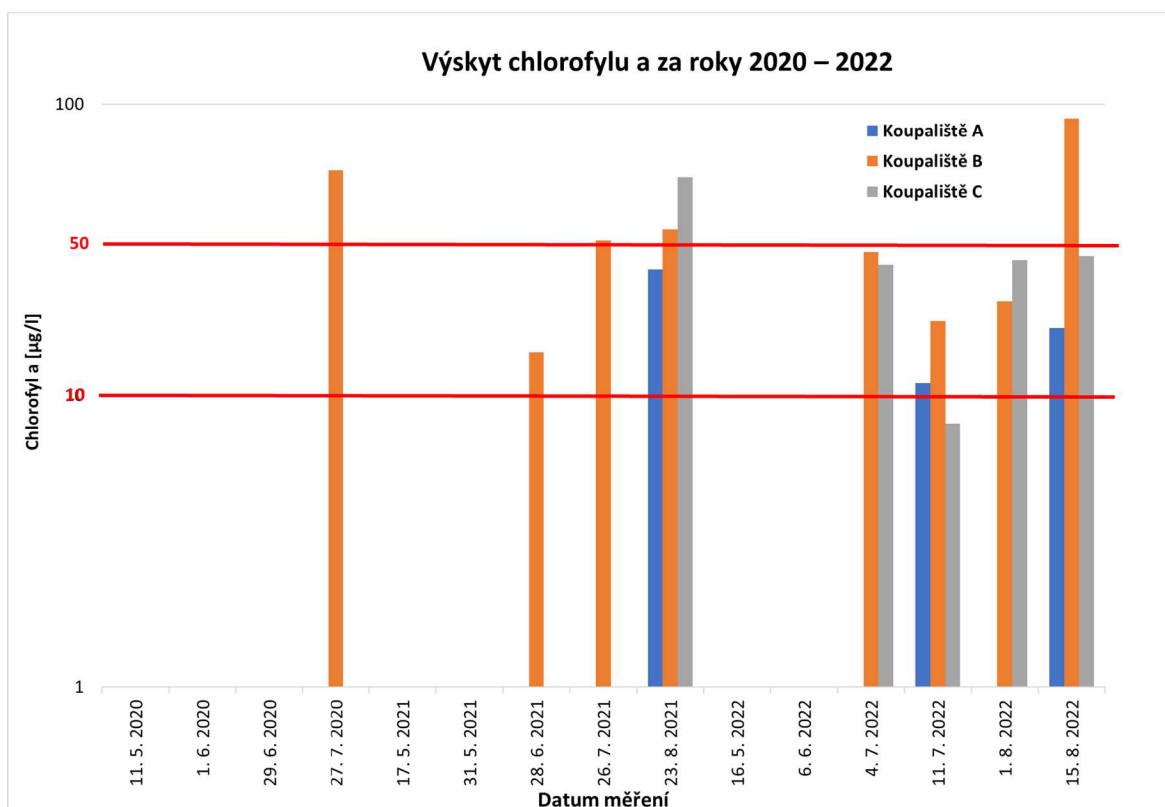
Porovnání výskytu sinic a chlorofylu a

Dále jsou vyhotoveny grafy s přehledem výskytu sinic při stejných kalendářních datech. Pro data bez hodnot platí, že sinice nebyly měřeny. Sinice byly převážně měřeny ve dnech s výskytem vodního květu. Toto není však podmínka pro odběr vzorku k jejich stanovení.



Obr. 5.5 Výskyt sinic u přírodních koupališť bez úpravy vody za roky 2020–2022

Z obrázku Obr. 5.5 je pro koupaliště A viditelné menší překročení limitní hodnoty 20 000 buněk/ml, a to ve dni 23. 8. 2021. Jinak se koupaliště jako jediné drží vždy pod touto hodnotou. Pro koupaliště C došlo k výrazně většímu překročení hodnoty pro stupeň 1, k datu 23.8.2021 byla překročena limitní hodnota 100 000 buněk/ml pro stupeň 2. U vynesných hodnot koupaliště B lze vidět překročení v pěti z osmi měření výskytu sinic. Největší počet měření výskytu sinic byl proveden v roce 2022 z důvodu zhoršení kvality vody oproti předešlým rokům. Na obrázku Obr. 5.1 zobrazujícím průhlednost vody lze pozorovat podobný trend, kde lze vidět, že v období měření sinic je průhlednost vody obvykle nejnižší.



Obr. 5.6 Výskyt chlorofylu a u přírodních koupališť bez úpravy vody za roky 2020–2022

Na obrázku Obr. 5.6 zobrazujícím výskyt chlorofylu a lze vidět, že až na jednu výjimku pro koupaliště C ve dni 11. 7. 2022 došlo vždy k překročení limitní hodnoty 10 KTJ/100 ml pro první stupeň. Vzhledem k míře překročení byla vynesena hodnota pro druhý stupeň, tedy 50 KTJ/100 ml, která byla překročena čtyřikrát pro koupaliště B a jednou pro koupaliště C. Hodnota pro třetí stupeň je 100 KTJ/100 ml, kterou žádné koupaliště nepřekročilo.

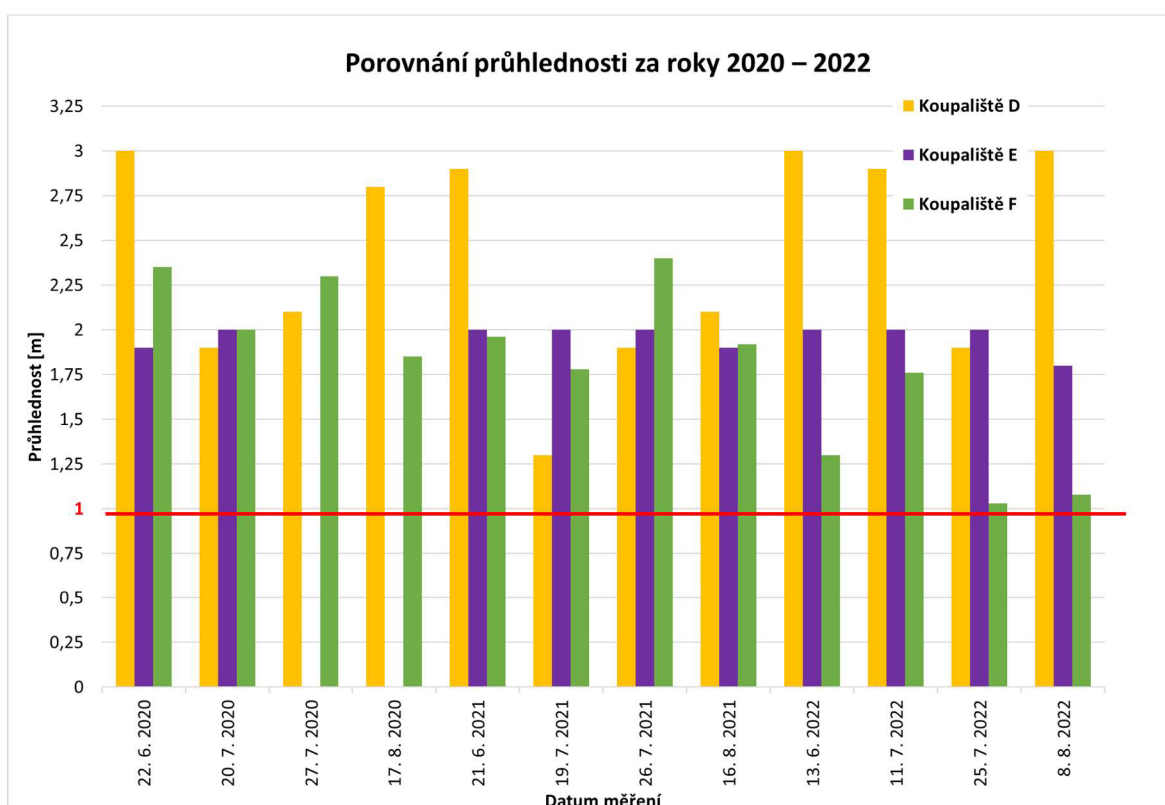
Lze pozorovat, až na některé výjimky, jako jsou například 27. 7. 2020 a 15. 8. 2022 pro koupaliště B, obdobný trend, jako je na obrázku Obr. 5.5 pro výskyt sinic. Na výsledných grafech lze vidět, že hodnoty chlorofylu a kopírují tvar průběhu hodnot pro výskyt sinic.

5.3.2 BIOTOPY

V druhé kategorii, tedy biotopech, kde je voda čištěna přírodními procesy, nedochází k výskytu sinic nebo chlorofylu a, proto tyto hodnoty nejsou měřeny. Pro tato koupaliště porovnáváme pouze průhlednost a mikrobiologické ukazatele.

Porovnání průhlednosti vody

U všech pozorovaných dat je viditelné, že biotopy ve většině případů výrazně přesahují hodnotu průhlednosti 1 m. Pro data 27. 7. 2020 a 17. 8. 2020 nebylo provedeno měření pro koupaliště E. K tomuto výpadku měření nejsou uvedeny žádné informace.



Obr. 5.7 Porovnání průhlednosti vody biotopů za roky 2020–2022

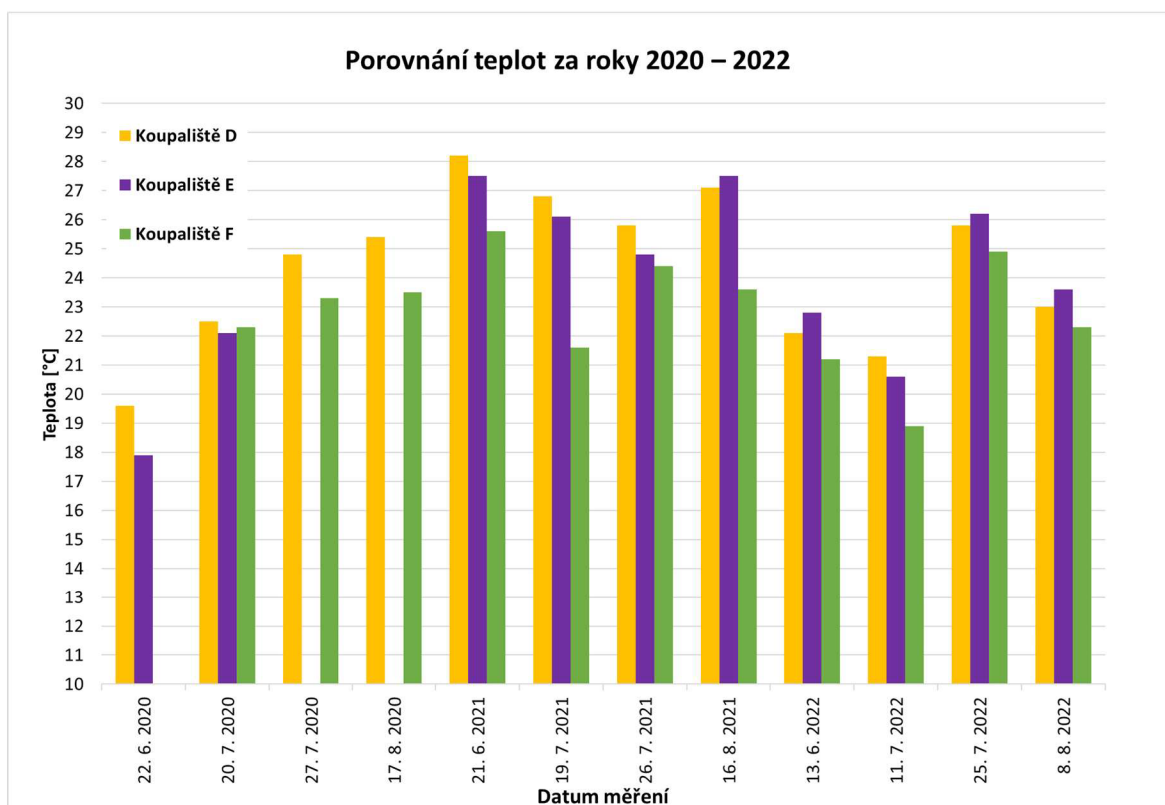
Koupaliště D má dle obrázku Obr. 5.7 v průměru nejvyšší naměřené hodnoty průhlednosti vody. Zároveň toto koupaliště má v průběhu sezóny největší

rozkolísanost průhlednosti vody, kdy na začátku sezóny dosahuje 3 metrů a v průběhu sezóny klesá až na 1,3 m ve dni 19. 7. 2021.

Nejblíže se limitní hodnotě 1 m přibližuje koupaliště F ve dnech 25. 7. 2022 a 8. 8. 2022. Průhlednost vody na koupališti E se drží stabilně mezi 1,8 až 2 metry.

Porovnání teplot vody

Byl vytvořen graf pro porovnání teplot vody v biotopech ve stejných datech jako na předchozím obrázku Obr. 5.7 pro průhlednost vody. Opět došlo k výpadku měření, zde se jedná o 22. 6. 2020 pro koupaliště F a 27. 7. 2020 a 17. 8. 2020 pro koupaliště E. Tyto výpadky neobsahují žádnou poznámku, která by popisovala, proč k danému výpadku došlo.



Obr. 5.8 Porovnání teploty vody biotopů za roky 2020–2022

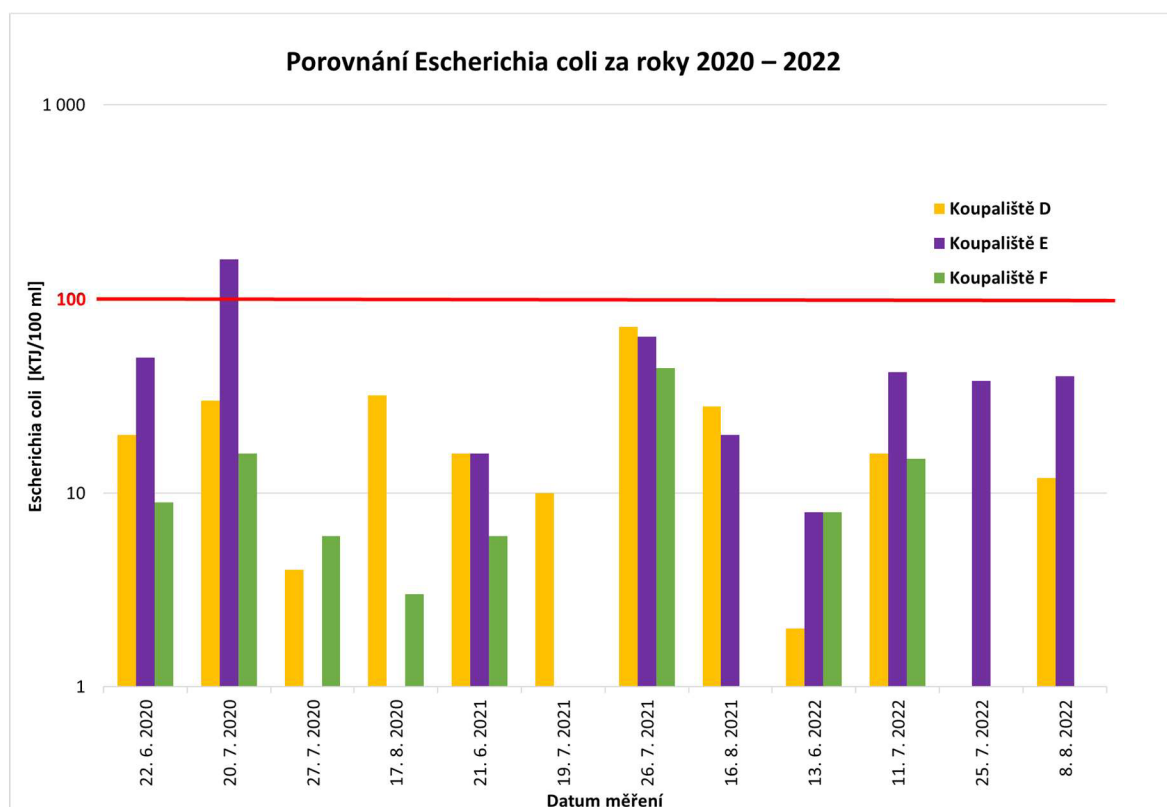
Dle obrázku Obr. 5.8 byla nejvyšší teplota naměřena 21. 6. 2021 v koupališti D, a to 28,2 °C. Dále graf ukazuje nejnižší teplotu 17,9 °C na koupališti E 22. 6. 2020. Zajímavou informací je, že téměř v ten stejný den v červnu se

teplota vody v letech 2020 a 2021 pro všechna koupaliště liší téměř o deset stupňů. K velkému skoku došlo mezi daty 11. 7. 2022 a 25. 7. 2022, kde je skok téměř pět stupňů u všech koupališť.

Porovnání mikrobiologických ukazatelů

Při porovnání mikrobiologických ukazatelů na obrázcích 5.9 a 5.10 lze vidět, že se biotopům daří splňovat hodnoty pro kategorii „Výborná jakost vody“. Na obrázku 5.9 byla vynesena limitní hodnota 100 KTJ/100 ml a na obrázku 5.10. pak limitní hodnota 50 KTJ/100 ml. Jedná se o limitní hodnoty pro první stupeň kvality vody.

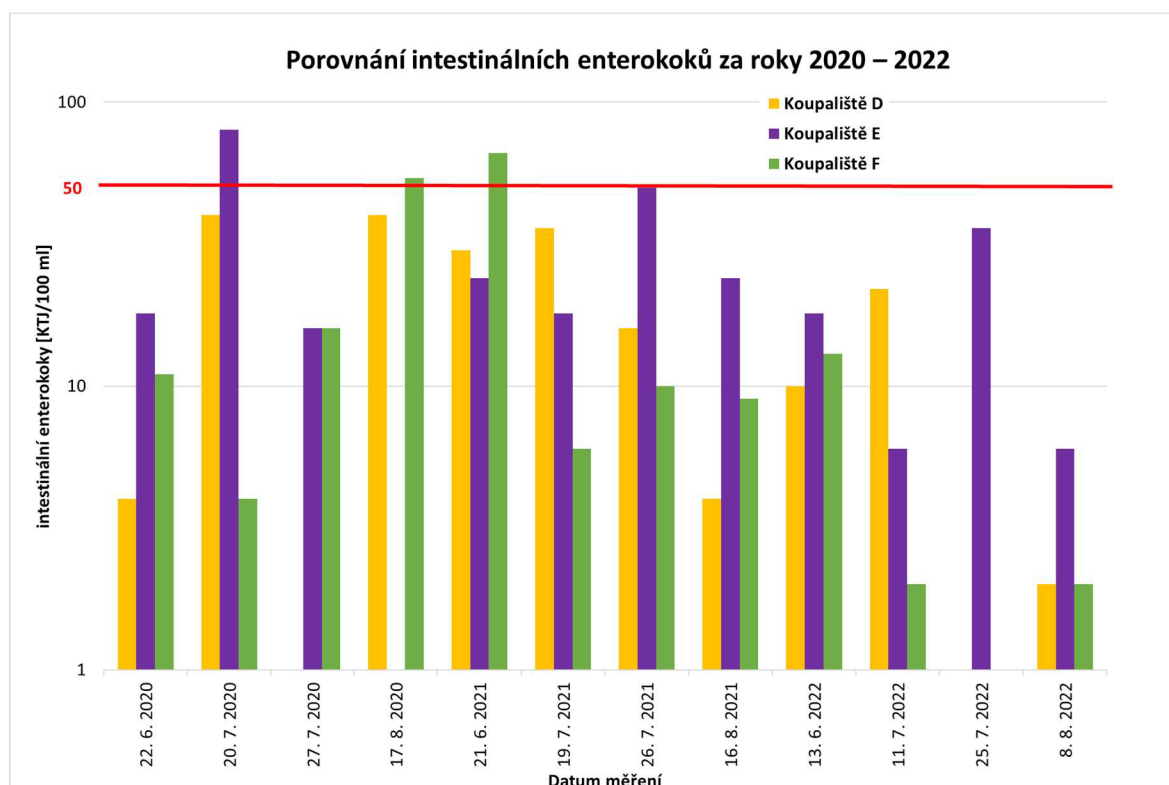
U koupaliště E opět došlo k blíže nespecifikovanému výpadku měření ve dnech 27. 7. 2020 a 17. 8. 2020.



Obr. 5.9 Porovnání Escherichia coli biotopů za roky 2020–2022

Obrázek Obr. 5.9 zdánlivě působí jako neúplný, ale ve většině případů se jedná o nulové hodnoty. Konkrétně u dat 25. 7. 2022 pro koupaliště D, 19. 7. 2021 pro koupaliště E a 19. 7. 2021, 16. 8. 2021, 25. 7. 2022 a 8. 8. 2022 pro koupaliště F.

Díky tomu, že koupaliště F čtyřikrát dosahuje nulové hodnoty ve dnech měření, drží se na nejnižší hodnotě, a proto vychází toto koupaliště v porovnání E-coli nejlépe. Nejvyšších hodnot dle grafu dosahuje koupaliště E, které jako jediné překračuje limitní hodnotu 100 KTJ/100 ml.



Obr. 5.10 Porovnání intestinálních enterokoků biotopů za roky 2020–2022

Na obrázku Obr. 5.10 je patrné porovnání intestinálních enterokoků sledovaných biotopů v letech 2020 až 2022. Opět je důležité zdůraznit, že k výpadku dat dochází pouze 17. 8. 2020 pro koupaliště E, jinak se jedná o nulové hodnoty. Nejnižší, tedy nulové, hodnoty byly naměřeny u koupaliště D ve dnech 22. 7. 2020 a 25. 7. 2022 a u koupaliště F opět ve dni 25. 7. 2022. Limitní hodnota 50 KTJ/100 ml byla překročena ve třech případech. Pro

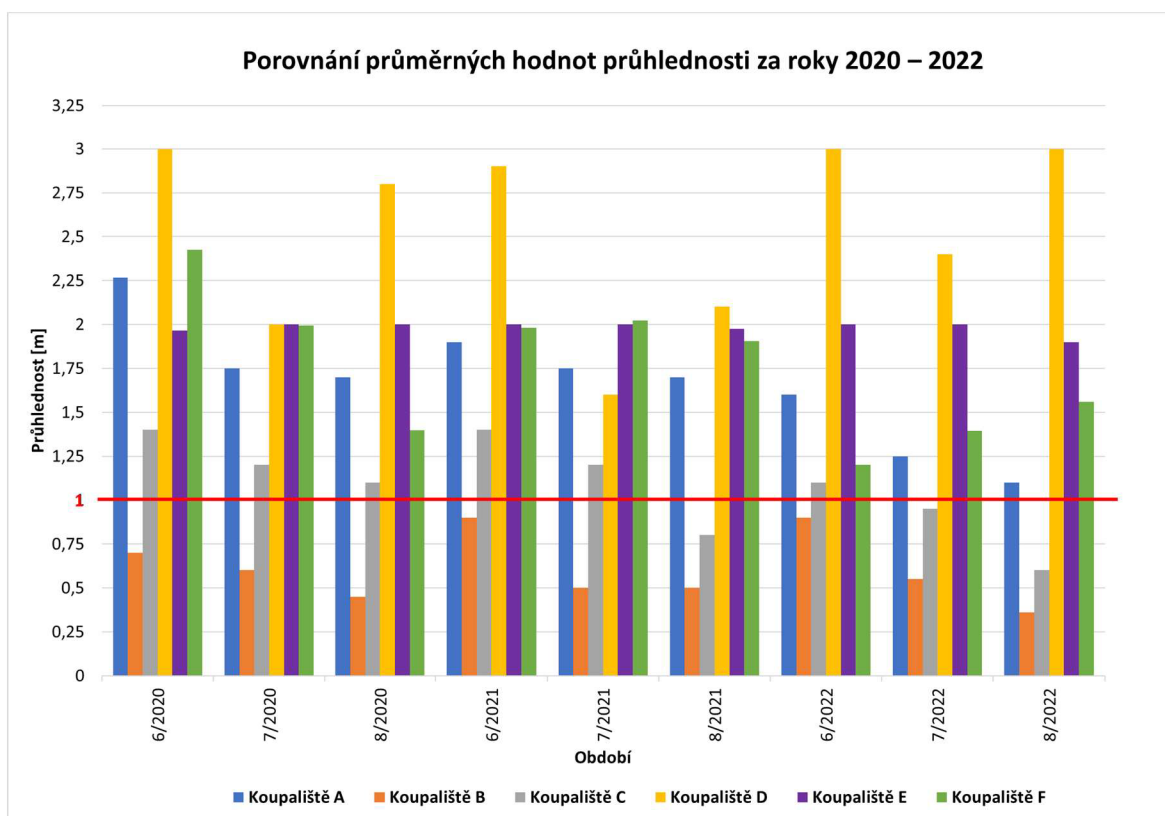
koupaliště E je výrazné překročení 20. 7. 2020 a pro koupaliště F je to pak 17. 8. 2020 a 21. 6. 2021. Poměrně blízko hranici se pak dostává koupaliště E ve dni 26. 7. 2021.

5.3.3 VYHODNOCENÍ

Pro porovnání všech šesti vybraných koupališť byly vyneseny průměrné hodnoty pro jednotlivé měsíce měření z důvodu rozdílných kalendářních dat měření na přírodních koupalištích bez úpravy vody a biotopech. Pro přehlednost byla zachována stejná barevnost jako u předchozích grafů. Porovnávány jsou pouze shodující se parametry, které byly řešeny u biotopů. Jak už bylo zmíněno, vzhledem k rozdílným limitům pro jakost vody u biotopů a přírodních koupališť bez úpravy vody bylo vybráno porovnávání na základě hodnot pro přísnější kategorii, tedy pro biotopy.

Porovnání průhlednosti vody

Při porovnání průhlednosti vody lze z grafů vyčíst velký rozdíl mezi biotopy a přírodními koupališti bez úpravy vody. U prvního typu se průhlednost vždy drží nad limitní hodnotou 1 m. Pro druhý typ už toto tvrzení neplatí. Snížení průhlednosti vody u přírodních koupališť je převážně dáno výskytem řas a sinic ve vodě.

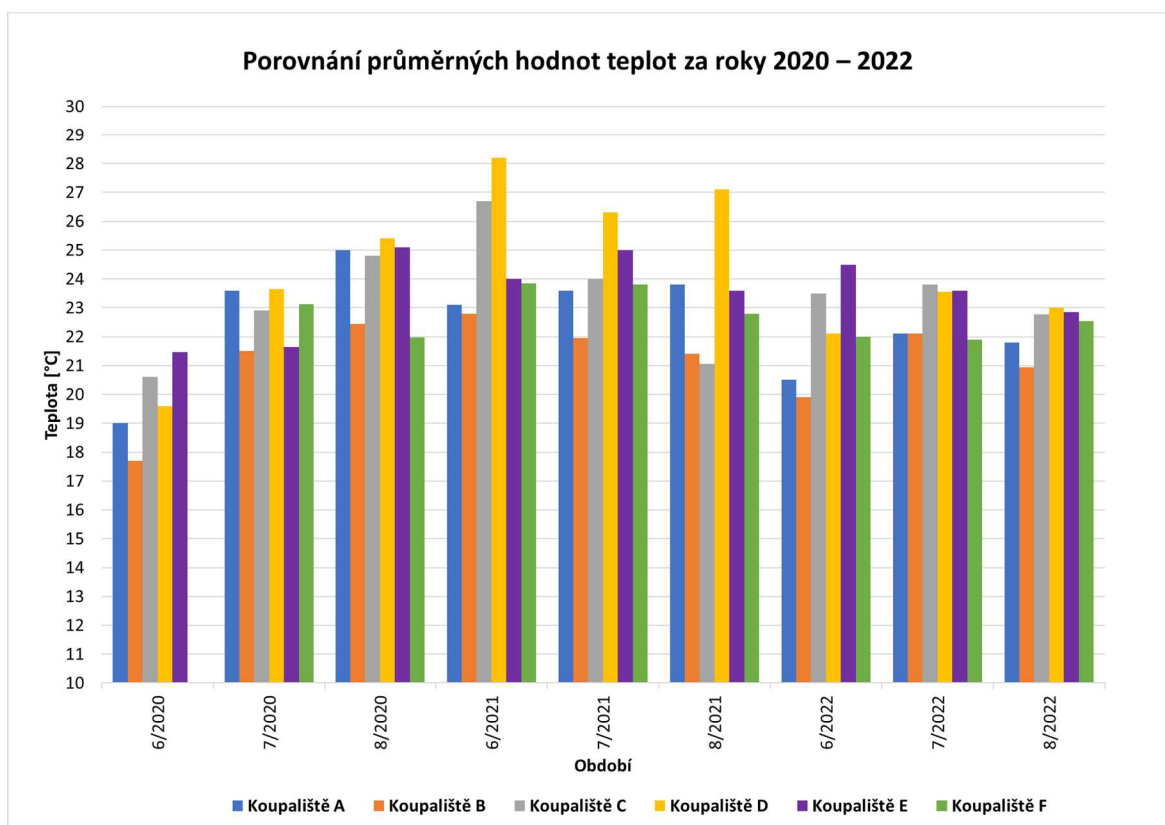


Obr. 5.11 Porovnání průměrných hodnot průhlednosti vody v obou typech koupališť za roky 2020–2022

Obrázek Obr. 5.11 ukazuje maximální hodnoty průhlednosti vody 3 m, kterých dosáhlo koupaliště D ve třech případech. Dále vyobrazuje koupaliště B, které nedosahuje limitní hodnoty průhlednosti 1 m a převážně se pohybuje kolem hodnoty 0,5 m. Rozdíly mezi těmito dvěma kategoriemi koupališť se v některých měsících pohybují i v rozmezích dvou metrů. Jediné přírodní koupaliště bez úpravy vody, které dosahuje, a někdy i přesahuje, průhledností vody hodnoty biotopů, je koupaliště A.

Porovnání teplot vody

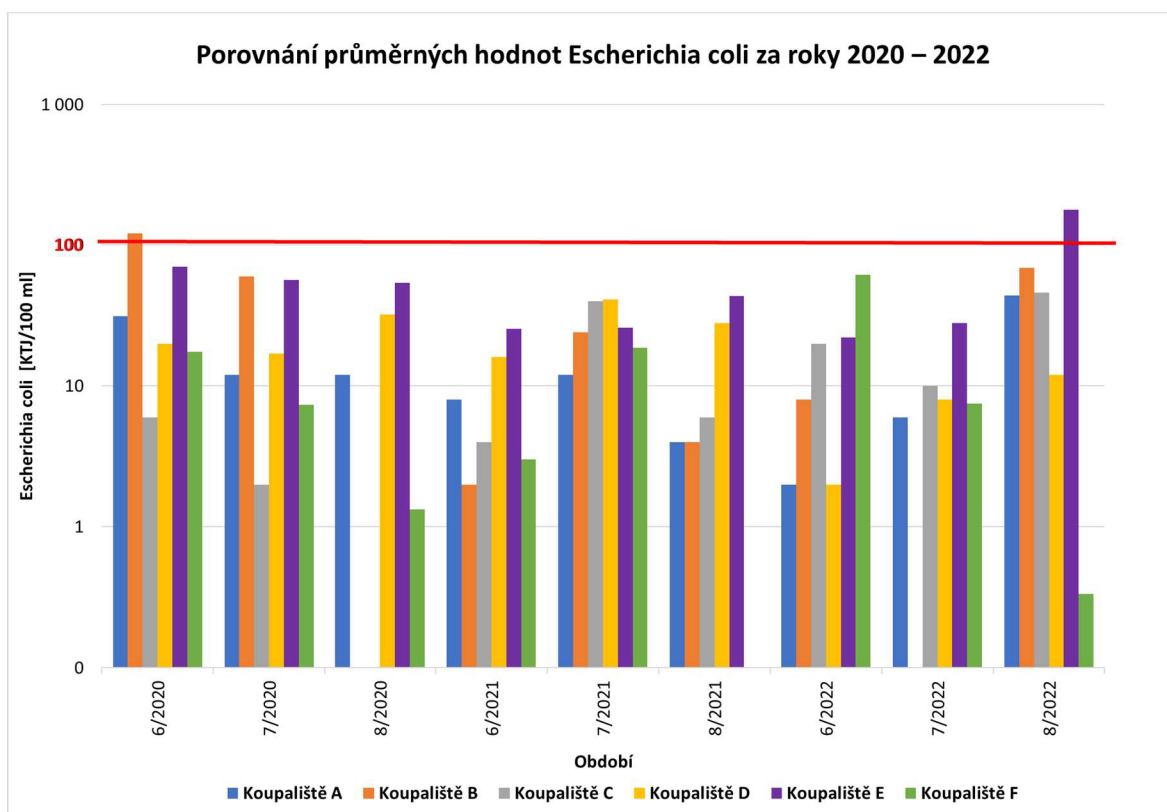
Při porovnávání teplot vody ukazuje obrázek Obr. 5.12 že rozdíl mezi těmito kategoriemi není výrazně znatelný. Vliv na tento faktor má převážně počasí a teplota vzduchu, ne možnost čištění koupališť. Je viditelný větší výkyv u koupališť C a D v červnu roku 2021 a u koupaliště D v srpnu téhož roku.



Obr. 5.12 Porovnání průměrných hodnot teplot vody v obou typech koupališť za roky 2020–2022

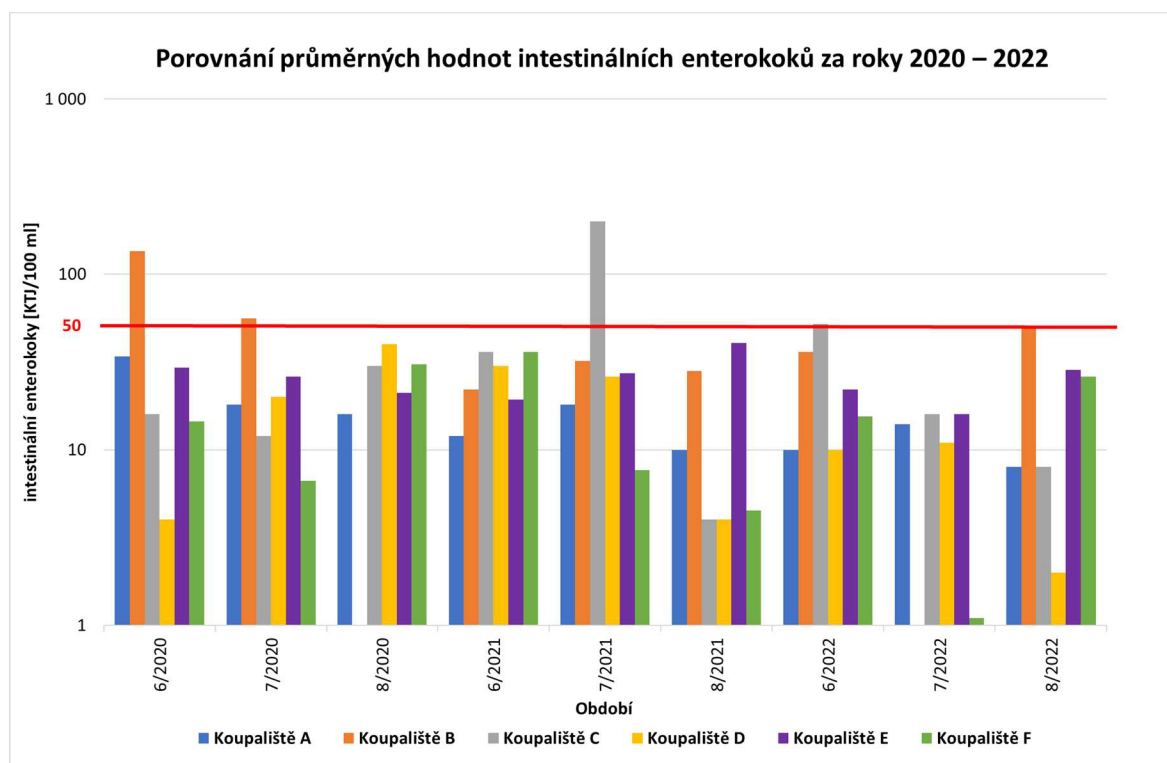
Porovnání mikrobiologických ukazatelů

Při porovnávání mikrobiologických ukazatelů je třeba uvést, že nebyla poskytnuta žádná data za srpen 2020 a červenec 2022 pro koupaliště B.



Obr. 5.13 Porovnání průměrných hodnot Escherichia coli v obou typech koupališť za roky 2020–2022

Na obrázku Obr. 5.13 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** pro porovnání množství E-coli ve vodě se nachází nulová hodnota pro koupaliště C v srpnu 2020 a pro koupaliště F v srpnu 2021. Dvě z koupališť přesahují limitní hodnotu 100 KTJ/100 ml. Jedná se o koupaliště B a E. Dle grafu nelze určit, zda vychází z porovnání lépe přírodní koupaliště bez úpravy vody nebo biotopy.



Obr. 5.14 Porovnání průměrných hodnot intestinálních enterokoků v obou typech koupališť za roky 2020–2022

Obrázek Obr. 5.14 ukazuje tři překročení limitní hodnoty 50 KTJ/100 ml, a to v červnu 2020 a červenci 2020 pro koupaliště B, a pak v červenci 2021 pro koupaliště C. Nejnižší hodnota je v červenci 2020 pro koupaliště F, která se přibližuje hodnotě 1. Ani zde dle grafu nelze určit, zda vychází z porovnání lépe přírodní koupaliště bez úpravy vody nebo biotopy.

Celkové vyhodnocení

Důvodem porovnávání obou kategorií, tedy přírodních koupališť bez úprav vody a biotopů, na limity pro biotopy bylo zjistit, zda přírodní koupaliště bez úpravy vody zvládají splňovat i přísnější stanovené limity pro mikrobiologické ukazatele. Z obrázků Obr. 5.13 a Obr. 5.14 je patrné, že přírodní koupaliště bez úpravy vody nemají většinou problém dodržet limity stanovené pro biotopy. Obrázek Obr. 5.13 ukazuje, že limit E-coli přírodní koupaliště a biotopy přesáhly se stejnou četností. Pokud by bylo ve výsledném hodnocení zohledněno i to, že koupaliště splňují přísnější limity, vycházelo by nejlépe

koupaliště A. Především z důvodu, že koupaliště A si udržuje stabilní kvalitu vody a zároveň dosahuje velkých průhledností. Jedná se také o jediné koupaliště bez přírodního čištění, kde za sledované období nedošlo k výskytu vodního květu či jinému znečištění. Není zde dle obrázků **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** Obr. 5.5 a Obr. 5.6 ani problém s výskytem sinic či chlorofylu a.

Byla vytvořena Tab. 5.2 pro průměrné hodnoty ze všech měření za posuzované období, aby bylo možné posoudit, které koupaliště dosahuje průměrně nejlepších hodnot. V tabulce byly vyznačeny světle modře ty hodnoty, které pro daný posuzovaný parametr vycházejí nejlépe, a červeně ty hodnoty, které vychází nejhůře. Průměrné hodnoty pro vyhodnocení byly zvoleny z důvodu potřeby vyhodnocení celého období, a nejen výrazných výkyvů v naměřených datech, které mohly být způsobeny mimo jiné vysokými/nízkými teplotami.

Tab. 5.7 Přehledná tabulka průměrných hodnot jednotlivých ukazatelů pro všechna koupaliště

Ukazatel	Jednotka	Koupaliště					
		A	B	C	D	E	F
Escherichia coli	KTJ (MPN)/100 ml	10	45	10	20	60	11
Intestinální enterokoky	KTJ (MPN)/100 ml	16	48	31	17	26	16
Průhlednost	metr	1,6	0,6	1,0	2,4	2,0	1,7
Hodnocení celkové		1	2	2	1	1	1

Tabulka ukazuje, že nejlepších hodnot pro E-coli bylo dosaženo na koupališti A a C, tuto hodnotu těsně dotahuje koupaliště F. Dále je viditelné, že nejlepší hodnoty pro výskyt intestinálních enterokoků mají koupaliště A a F. Co se týče průhlednosti vody, největší průhlednost se nachází na koupališti D. Tento ukazatel může být ovlivněn maximální hloubkou daného koupaliště v místě měření. Pokud však budeme hodnotit jen na základě tabulek s maximálními hodnotami, které byly uvedeny u jednotlivých koupališť, vychází koupaliště D nejlépe, protože nepřesahuje limit stanovený vyhláškou. Poslední parametr, tedy celkové hodnocení, ukazuje na všechny hodnocené biotopy, ale také na koupaliště A. Dle této tabulky opět vychází nejlépe koupaliště A, které dosáhlo nejlepších hodnot ve třech případech ze čtyř.

Z této tabulky vychází nejhůře koupaliště B, které ani jednou nedosáhlo nejlepších hodnot v daných parametrech a zároveň nesplňuje průměrnou

hodnotou limit průhlednosti vody 1 m. Pokud se podíváme na hodnotu E-coli, vychází nejhůře koupaliště E, které ale oproti koupališti B má poloviční hodnotu intestinálních enterokoků a podstatně větší průhlednost vody. Zároveň je jako celek převážně zařazeno do kategorie 1.

Relevantnost výsledků

Při vyhodnocování měřených dat se vždy musí brát ohled na subjektivnost měření. Toto se odráží převážně na stanovení průhlednosti vody, kdy za různého počasí a při měření různými osobami může dojít k rozdílným výsledkům. To také platí pro sledování sinic a řas. Dle různé zkušenosti měřiče může být vodní květ různě zatříděn. Rozhodnutí, zda měřit či neměřit výskyt sinic a chlorofyl a, je ovlivněno zkušeností měřiče.

Měření je mimo jiné ovlivněno stavem a kalibrací použitých přístrojů, jako je například sonda pro stanovení teploty vody.

6 ZÁVĚR

Cílem práce bylo vytvořit rešerši se zaměřením na vody využívané ke koupání ve volné přírodě jak po legislativní stránce, tak především z hlediska jakosti vod. Dále bylo třeba získaná data z vybraných koupališť ve volné přírodě v rámci Jihomoravského kraje popsat a ohodnotit jakost vody za koupací sezóny 2020, 2021 a 2022. V neposlední řadě byla vybraná koupaliště srovnána podle jakosti vody.

Byly shrnuty typy koupališť a popsány jejich rozdíly. Práce se zaměřila na stanovené limity a postupy k hodnocení jakosti vody dané příslušnou legislativou.

Pro vypracování této práce bylo nutné se seznámit s příslušnou českou legislativou a dalšími odbornými články zabývajícími se problematikou monitorování jakosti vod v koupalištích ve volné přírodě. Následně byla potřeba zanalyzovat veškerá poskytnutá data od KHS Jihomoravského kraje, aby bylo možné vybrat vhodné atributy na porovnání jednotlivých ukazatelů mezi koupališti ve volné přírodě. Pro správné vyhodnocení byly vybrány přehledné typy grafů, ze kterých lze na první pohled vyčíst rozdíly mezi jednotlivými lokalitami.

V práci byla vyhodnocena data poskytnutá z KHS Jihomoravského kraje se sídlem v Brně za poslední tři koupací sezóny na konkrétních koupalištích ve volné přírodě v Jihomoravském kraji. Práce se zaměřila primárně na lokality s provozovatelem. Byla vybrána tři koupaliště bez úpravy vody a tři biotopy tak, aby se jednalo o různorodé lokality, které se liší zdrojem vody nebo umístěním. Z první kategorie byla vybrána koupaliště VN Nové Mlýny – horní nádrž – laguna 1, Luleč a Suchý rybník. V prvním případě se jednalo o koupaliště velice ovlivněné kvalitou vody ve VN Nové mlýny a oproti tomu koupaliště Luleč je lom s puklinovou vodou. Z biotopů, neboli koupališť s přírodními způsoby čištění, byly vybrány Přírodní koupací biotop Brno-Jih, Přírodní biotop Kovalovice a Přírodní biotop Oslavany. Aby nebyla nijak poškozena pověst koupališť, bylo vyhodnocení lokalit provedeno pod pseudonymizovanými obecnými názvy, tedy koupaliště A až F.

Výsledkem vyhodnocení poskytnutých dat je několik přehledných tabulek s minimálními, maximálními a průměrnými hodnotami v průběhu

sledovaných sezón. Byly vytvořeny přehledné grafy pro jednotlivé ukazatele zobrazující zároveň limity dané vyhláškou 238/2011 Sb. ve znění pozdějších předpisů, aby bylo možné vidět, s jakou četností dochází u jednotlivých koupališť k jejich překročení.

V kapitole 5 byly uvedeny hodnoty jednotlivých sledovaných ukazatelů, a to teploty, průhlednosti, E-coli, intestinálních enterokoků, znečištění odpady, chlorofylu a, sinic, vodního květu, mikroskopického obrazu a přírodního znečištění, tyto ukazatele byly porovnány pro 6 vybraných koupališť ve volné přírodě. Nejprve byla porovnána koupaliště bez úpravy vody, kde vyšlo nejlépe koupaliště A. Toto koupaliště si v průběhu pozorovaného období drželo průhlednost vody nad hodnotou jednoho metru. Nevyskytovalo se na něm žádné viditelné znečištění nebo vodní květ. Hodnoty mikrobiologického znečištění se pohybovaly výrazně pod legislativou stanovenými limity. Došlo však k jednomu překročení limitu pro sinice a k překračování prvního stupně koncentrace chlorofylu a. Tato překročení nebyla však nijak výrazná a častá v porovnání například s koupalištěm B.

Následně byly porovnány biotopy, u kterých vyšlo nejlépe koupaliště D. Koupaliště D vždy splňovalo stanové limity pro mikrobiologické znečištění a často dosahovalo nulových hodnot. Zároveň se mu dařilo udržet si vysokou průhlednost vody.

Na závěr kapitoly byla srovnána koupaliště bez úpravy vody a biotopy podle limitu pro biotopy, ze kterých vyšlo nejlépe koupaliště A. Biotopy nemají problém s dodržováním limitu průhlednosti vody 1 metr, který v první kategorii splňuje pouze koupaliště A. Při porovnání mikrobiologického znečištění si koupaliště A, stejně jako většina biotopů, drželo průměrnou měsíční hodnotu pod limitem stanoveným vyhláškou. Jediný biotop, který překročil limitní hodnotu 100 KTJ/100 ml pro E-coli, bylo koupaliště E.

Na základě tabulky průměrných hodnot ze všech měření má koupaliště A nejlepší výsledek ve třech ze čtyř kategorií. Vzhledem k tomu, že toto koupaliště vychází většinou nejlépe, lze jej označit jako koupaliště s nejlepší kvalitou vody z vybraných lokalit. Dalším by bylo koupaliště D, které vyšlo nejlépe z posouzení biotopů a drží se v této tabulce těsně za koupalištěm A.

Je důležité zmínit, že se jedná o subjektivní měření (viz stanovení průhlednosti vody) a určení, zda je potřeba měřit výskyt chlorofylu a sinic. Pro zajištění bezpečnosti koupajících se osob na orgánem stanovených lokalitách je dostačující.

Možným budoucím rozšířením této práce by bylo provést stejné hodnocení na dalších lokalitách v Jihomoravském kraji. Možné je také zahrnout koupaliště z jiných krajů, a tak vyhodnotit, jestli v některém z krajů není obecně horší či lepší kvalita vody v přírodních koupalištích.

7 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČESKO. fragment #f4218162 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů – znění od 1. 2. 2022. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2022 [cit. 1. 8. 2022]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258#f4218162>
- [2] ČESKO. fragment #f4322676 vyhlášky č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch – znění od 1. 1. 2021. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2022 [cit. 1. 8. 2022]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-238#f4322676>
- [3] PUMANN, P., MYŠÁKOVÁ, M. *Koupání ve volné přírodě* [online]. SZÚ Praha, 2018. [cit. 1. 8. 2022] Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/koupani-ve-volne-priode>
- [4] Krajská hygienická stanice Jihomoravského kraje se sídlem v Brně, 2022. *Seznam koupališť ve volné přírodě a koupacích oblastí v Jihomoravském kraji* [online]. [cit. 1. 8. 2022] Dostupné z: https://www.khsbrno.cz/index.php?stav_menu=koupaliste
- [5] *Provozní řád biotopu Bantice*. Obec Bantice. Dostupné z: https://www.bantice.cz/attachments/article/45/Provrad_biotop18.pdf
- [6] World Health Organization. *Ultraviolet radiation* [online]. Switzerland [cit. 2022-08-24]. Dostupné z: https://www.who.int/health-topics/ultraviolet-radiation#tab=tab_1
- [7] KRAUTOVÁ M. *Cyanobactaria – stavba buňky* [online]. Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. [cit. 24. 8. 2022]. Dostupné z: <https://www.sinicearasy.cz/skripta/fykologie/cyanobacteria>
- [8] Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny, 2005. *Sinice a koupání v přírodě* [online]. [cit. 24. 8. 2022]. Dostupné z: <http://www.sinice.cz/index.php?pg=aktivity--popularizacni-cinnost--sinice-koupani-v-priode>

- [9] Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny. *Když se řekne "sinice"...* [online]. [cit. 24. 8. 2022]. Dostupné z: <http://www.sinice.cz/index.php?pg=o-sinicich>
- [10] Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny. *Vodní květ sinic.* [online]. [cit. 24. 8. 2022]. Dostupné z: <http://www.sinice.cz/index.php?pg=o-sinicich--vodni-kvet>
- [11] PUMANN, P., MYŠÁKOVÁ, M., KOŽÍŠEK, F. *Zdravotní a hygienická rizika z přírodních koupacích vod.* Časopis Hygiena 3/53, SZÚ Praha, 2008.
- [12] PUMANN, P. *Cerkáriová dermatitida* [online]. Bazén & Sauna – číslo 11/12 2009. [cit. 30. 10. 2022]. Dostupné z: <https://www.khszlin.cz/wcd/pages/extranet/organizacni-struktura/odbor-hygieny-obecne-a-komunalni/archiv-clanku/dermatitida.pdf>
- [13] Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 2021. *Příloha ke zprávě o koupací sezóně 2021* [online]. 8. 10. 2021 [cit. 30. 10. 2022]. Dostupné z: <https://www.mzcr.cz/wp-content/uploads/2021/10/Priloha-ke-Zprave-o-koupaci-sezone-2021.pdf>
- [14] *Metodický návod pro sjednocení hodnocení jakosti vod využívaných ke koupání ve volné přírodě* [online]. SZÚ Praha 2004. [cit. 30. 10. 2022]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/hodnocen.pdf>
- [15] PUMANN, P., BAUDIŠOVÁ, D., A KOL. *Metodický návod na vzorkování, terénní a laboratorní vyšetřování a hodnocení jakosti vody v přírodních koupalištích a povrchových vodách ke koupání* [online]. SZÚ Praha 2014. [cit. 30. 10. 2022]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/tacr/Metodika_koupaci_vody.pdf
- [16] Geoportál VÚV: *Koupací vody* [online]. [cit. 2022-10-30]. Dostupné z: <https://geoportal.vuv.cz/aplikace/dpz-koupaci-vody-zeta/>
- [17] MAŤAŠOVSKÁ, V., KOTHAN, F., LEDVINKA, O., PUMANN, P., FOJTÍK, T., MAKOVCOVÁ, M. a BENDA KOVSKÁ, L. *Využití metod dálkového průzkumu Země pro monitoring stavu koupacích míst.* Vodohospodářské

- technicko-ekonomické informace, 2021, roč. 63, č. 1, str. 37–45. ISSN 0322-8916.
- [18] ČSN ISO 10260 (75 7575). *Jakost vod. Měření biochemických ukazatelů. Spektrofotometrické stanovení koncentrace chlorofylu-a*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1996.
- [19] MAŤAŠOVSKÁ A KOLEKTIV. *Atlas koupacích vod České republiky* [online]. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. M., v. v. i. Praha 2021. [cit. 30. 10. 2022]. Dostupné z: <https://www.dibavod.cz/data/dpz-koupaci-vody-zeta/atlas-koupacich-vod.pdf>
- [20] ČSN 75 7717. *Jakost vod – Stanovení planktonních sinic*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2008.
- [21] Stránky obce Oslavany. [cit. 17. 11. 2022]. Dostupné z: <https://biotoposlavany.cz>
- [22] *Provozní řád biotop Kovalovice*. Obec Kovalovice [cit. 17. 11. 2022]. Dostupné z: <https://www.kovalovice.cz/file.php?nid=1304&oid=7119649>
- [23] *Stavba přírodních koupališť – šance pro budoucnost*. Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně, 2008. ISBN 978-80-254-4251-7.
- [24] *Přírodní koupací biotop Kovalovice*. Obec Kovalovice. [cit. 17. 11. 2022]. Dostupné z: <https://www.kovalovice.cz/prirodni-koupaci-biotop>
- [25] *Koupací biotop Bohuslavice*. Město Kyjov. [cit. 17. 11. 2022]. Dostupné z: https://www.mestokyjov.cz/vismo/osnova.asp?id_org=7843&id_osnovy=30957&n=koupaci%2Dbiotop%2Dbohuslavice
- [26] *Veřejný koupací biotop Bohuslavice u Kyjova*. Bioaqua. [cit. 22. 11. 2022]. Dostupné z: <https://www.bioaqua.cz/reference/verejny-koupaci-biotop-bohuslavice-u-kyjova/>
- [27] Správa biotopu Bohuslavice. *Technické služby Kyjov* [online]. Kyjov [cit. 2022-11-28]. Dostupné z: <https://www.tskyjov.cz/sprava-biotopu-bohuslavice/>
- [28] *Provozní řád biotop Brno-Jih*. [cit. 22. 11. 2022]. Dostupné z: https://biotopbrno.cz/data/provozni_rad_biotop.pdf

- [29] *Přírodní koupací biotop Brno, Horní Heršpice*. IMOS. [cit. 22. 11. 2022]. Dostupné z: <https://www.imosbrno.eu/prirodni-koupaci-biotop-brno-horni-herspice-idc378>
- [30] eAGRI. *Profil ke koupání VN Nové Mlýny – horní nádrž – laguny* [online]. Ministerstvo zemědělství. 3. 2015 [cit. 28. 11. 2022]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/128535/VN_Nove_Mlyny__horni_nadrz__laguny.pdf
- [31] *Přírodní koupací biotop – Bantice*. Stránky obce Bantice. [cit. 28. 11. 2022]. Dostupné z: <https://www.bantice.cz/fotogalerie/16-prirodni-koupaci-biotop-bantice>
- [32] *Koupaliště U Libuše v Lulči u Vyškova*. [cit. 28. 11. 2022]. Dostupné z: <https://www.kudyznudy.cz/aktivity/koupaliste-u-libuse-v-luleci-u-vyskova>
- [33] eAGRI. *Profil vod ke koupání Koupaliště Luleč* [online]. Ministerstvo zemědělství. 3. 2011 [cit. 28. 11. 2022]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/128613/Koupaliste_Lulec.pdf
- [34] *Lom Mikulov*. [cit. 28. 11. 2022]. Dostupné z: <https://www.lom-mikulov.cz/>

8 SEZNAM ZKRATEK

BMAA	...	Beta-Methylamino-L-alanin
č.	...	číslo
ČR	...	Česká republika
DNA	...	DeoxyriboNucleic Acid (kyselina deoxyribonukleová)
E-coli	...	Escherichia coli
CHKO	...	Chráněná Krajinná Oblast
KHS	...	Krajská hygienická stanice
KTJ	...	kolonii tvořící jednotka
pH	...	potential of Hydrogen (vodíkový exponent)
Sb.	...	Sbírky
SPF	...	Sun Protection Factor (faktor sluneční ochrany)
USA	...	United States of America (Spojené státy americké)
UV	...	UltraViolet (ultrafialové záření)
VN	...	vodní nádrž

9 SEZNAM TABULEK

Tab. 3.1 Limitní hodnoty pro přírodní koupaliště bez úpravy vody stanovené vyhláškou 238/2011 Sb. [2].....	20
Tab. 3.2 Limitní hodnoty pro biotopy stanovené vyhláškou 238/2011 Sb. [2]	20
Tab. 5.1 Porovnání maximálních, minimálních a průměrných hodnot pro koupaliště A.....	39
Tab. 5.2 Porovnání maximálních, minimálních a průměrných hodnot pro koupaliště B.....	40
Tab. 5.3 Porovnání maximálních, minimálních a průměrných hodnot pro koupaliště C.....	41
Tab. 5.4 Porovnání maximálních, minimálních a průměrných hodnot pro koupaliště D	43
Tab. 5.5 Porovnání maximálních, minimálních a průměrných hodnot pro koupaliště E	43
Tab. 5.6 Porovnání maximálních, minimálních a průměrných hodnot pro koupaliště F.....	44
Tab. 5.7 Přehledná tabulka průměrných hodnot jednotlivých ukazatelů pro všechna koupaliště	61

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1 Pohled na koupací oblast VN Brněnská přehrada – Rokle	6
Obr. 2.2 Pohled z mola v koupací oblasti VN Brněnská přehrada – Rakovec .	7
Obr. 2.3 Příklad vybavení koupaliště – toalety	9
Obr. 2.4 Příklad vybavení koupaliště – převlékárny	9
Obr. 2.5 Příklad vybavení koupaliště – venkovní sprchy	10
Obr. 2.6 Příklad vybavení koupaliště – herní prvky	10
Obr. 2.7 Buňka sinic [8]	15
Obr. 2.8 Příklad vodního květu	17
Obr. 2.9 Cyklus Krevničky [13]	18
Obr. 3.1 Porovnání výskytu chlorofylu-a v nádrži Plumlov [17]	21
Obr. 3.2 Měření průhlednosti pomocí Secchiho desky [20]	25
Obr. 3.3 Piktogramy znázorňující jakost vody z mikrobiologického hlediska[2]	26
Obr. 3.4 Příklad prezentace výsledků	28
Obr. 4.1 Pohled na tobogán u rybníka Suchý [4]	29
Obr. 4.2 Letecký pohled na biotop Oslavany [22]	30
Obr. 4.3 Biotop Kovalovice [25]	31
Obr. 4.4 Biotop Bohuslavice [28]	32
Obr. 4.5 Pohled na biotop Brno-jih po realizaci (vlevo) a v průběhu realizace (vpravo) [30]	33
Obr. 4.6 Pohled na Lagunu 1 (vlevo) a Lagunu 2 (vpravo) [4]	34
Obr. 4.7 Přírodní koupací biotop Bantice [32]	35
Obr. 4.8 Přírodní koupaliště „U Libuše“ [33]	36
Obr. 4.9 Pohled na zatopený lom v Mikulově	37
Obr. 5.1 Porovnání průhlednosti vody přírodních koupališť bez úpravy vody za roky 2020–2022	46
Obr. 5.2 Porovnání teploty vody přírodních koupališť bez úpravy vody za roky 2020–2022	47
Obr. 5.3 Porovnání Escherichia coli přírodních koupališť bez úpravy vody za roky 2020–2022	48

Obr. 5.4 Porovnání intestinálních enterokoků přírodních koupališť bez úpravy vody za roky 2020–2022	49
Obr. 5.5 Výskyt sinic u přírodních koupališť bez úpravy vody za roky 2020–2022	50
Obr. 5.6 Výskyt chlorofylu a u přírodních koupališť bez úpravy vody za roky 2020–2022	51
Obr. 5.7 Porovnání průhlednosti vody biotopů za roky 2020–2022	52
Obr. 5.8 Porovnání teploty vody biotopů za roky 2020–2022	53
Obr. 5.9 Porovnání Escherichia coli biotopů za roky 2020–2022.....	54
Obr. 5.10 Porovnání intestinálních enterokoků biotopů za roky 2020–2022	55
Obr. 5.11 Porovnání průměrných hodnot průhlednosti vody v obou typech koupališť za roky 2020–2022.....	57
Obr. 5.12 Porovnání průměrných hodnot teplot vody v obou typech koupališť za roky 2020–2022.....	58
Obr. 5.13 Porovnání průměrných hodnot Escherichia coli v obou typech koupališť za roky 2020–2022.....	59
Obr. 5.14 Porovnání průměrných hodnot intestinálních enterokoků v obou typech koupališť za roky 2020–2022	60

11 SUMMARY

The aim of the work was to create research with a focus on waters used for bathing in the open air, both in terms of legislation and especially in terms of water quality. Furthermore, it was necessary to describe the data obtained from selected outdoor swimming pools within the South Moravian Region and to evaluate the water quality for the bathing seasons 2020, 2021, and 2022. Finally, the selected swimming pools were compared according to water quality.

The types of bathing sites were summarised, and their differences described. The work focused on the established limits and procedures for assessing water quality given by the relevant legislation.

In this thesis the data provided by the KHS of the South Moravian Region based in Brno for the last three bathing seasons at specific outdoor bathing sites in the South Moravian Region were evaluated. The work focused primarily on sites with an operator. Three bathing sites without water treatment and three habitats were selected so that they were diverse sites, differing in water source or location. From the first category, the bathing sites of VN Nové Mlýny – upper reservoir – lagoon 1, Luleč, and Suchý rybník were selected. The first case was a bathing site highly influenced by the water quality of the Nové Mlýny reservoir, whereas the Luleč bathing site is a quarry with fissure water. Among the biotopes or bathing sites with natural cleaning methods, the Natural Bathing Biotope Brno-Jih, Natural Biotope Kovalovice, and Natural Biotope Oslavany were selected. In order not to damage the reputation of the bathing sites, the evaluation of the sites was carried out under pseudonymised generic names, i.e., bathing sites A to F.

As a result of the evaluation of the provided data, several tables with minimum, maximum, and average values during the monitored seasons were presented. Clear graphs have been created for each indicator, showing at the same time the limits set by Decree 238/2011 Coll., as amended, to show the frequency with which each bathing place exceeds them.

First, the bathing sites without water treatment were compared, where bathing site A came out best. This bathing site maintained water clarity above the one meter value during the observation period. There was no visible

pollution or water bloom. Microbiological pollution levels were well below the legal limits. However, there was one exceedance of the limit for cyanobacteria and one exceedance of the first level of chlorophyll a. These exceedances were not significant or frequent compared to, for example, bathing site B.

Subsequently, the habitats were compared, and bathing site D performed best. Bathing site D always met the static limits for microbiological pollution and often reached zero values. At the same time, it managed to maintain high water clarity.

At the end of the chapter, the bathing pools without water treatment and the habitats were compared according to the habitat limit, of which bathing pool A came out best. The habitats have no problem in complying with the water transparency limit of 1 metre, which in the first category is only met by bathing pool A. When comparing microbiological pollution, bathing pool A, like most habitats, kept its monthly average value below the limit set by the decree. The only biotope that exceeded the limit of 100 KTJ/100 ml for E-coli was swimming pool E.

Based on the table of average values from all measurements, Pool A had the best result in three of the four categories. As this bathing site performs the best most of the time, it can be identified as having the best water quality of the selected sites. The next would be bathing site D, which came out best in the habitat assessment and is just behind bathing site A in this table.