

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



VODNÍ DÍLO NECHRANICE – VÝVOJ JAKOSTI VODY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce: Kateřina Kratochvílová
Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.
2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kateřina Kratochvílová

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

Vodní dílo Nechanice – vývoj jakosti vody

Název anglicky

Water works Nechanice – development of water quality

Cíle práce

Popsat vodní dílo Nechanice. Rozebrat problematiku změn kvality vody z hlediska zatřídění vodního toku dle ČSN 75 7221 a dle vyhlášky 252/2004 Sb. Výsledky zpracovat a vyhodnotit ve formě tabulek a grafů.

Metodika

Práce bude rozdělena na tyto základní části:

1. Úvod
2. Cíle bakalářské práce
3. Literární rešerše
4. Metodika
5. Historie vodního díla
6. Popis vodního díla
7. Vývoj jakosti vody
8. Diskuze
9. Závěr
10. Použitá literatura

Doporučený rozsah práce

Cca 30 stran

Klíčová slova

Vodní dílo, přehradní hráz, jakost vody

Doporučené zdroje informací

LEK, Sovan, ed. et al. Modelling community structure in freshwater ecosystems. Berlin: Springer, (c)2005.

xii, 518 s. ISBN 3-540-23940-5.

MALÝ, Josef a Jitka MALÁ. Chemie a technologie vody. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, 1996. 197 s. ISBN

80-86020-13-4.

PITTER, Pavel. Hydrochemie. 5. aktualizované a doplněné vyd. Praha: VŠCHT, 2015. 792 s. ISBN

978-80-7080-928-0.

STUMM, Werner a James J. MORGAN. Aqua \square c Chemistry: chemical equilibria and rates in natural waters.

3rd ed. New York: Wiley, (c)1996. viii, xvi, 1022 s. ISBN 0-471-51185-4.

SYNÁČKOVÁ, Marcela. Čistota vod. Do \square sk 1. vyd. Praha: ČVUT, 1996. 208 s. Učební texty VŠ, ČVUT – fak.

stavební. ISBN 80-01-01083-X.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 14.1.2022

prof.Ing.Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 21.1.2022

prof.RNDr.Vladimír Bejček,CSc.

Děkan

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: " Vodní dílo Nechranice–vývoj jakosti vody" vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR

V Praze dne:

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za to, že se ujala vedení mé bakalářské práce, za její cenné rady a poznatky. Dále bych chtěla poděkovat svým kolegům, kteří mě v době studia podporovali a v neposlední řadě svému manželovi, který mi byl velkou oporou v těžkých chvílích.

ABSTRAKT

V mé bakalářské práci se zabývám vodním dílem Nechranice. Vodní dílo Nechranice je známé tím, že je pátou největší nádrží České republiky. Její část byla vyhlášena Ptačí oblastí a je součástí Natura 2000. Nachází se v severních Čechách v okrese Chomutov mezi městy Kadaň, Chomutov a Žatec. Je také zásobárnou vody pro nedalekou elektrárnu Tušimice. Zároveň je také oblíbeným místem pro rekreaci a vodní sporty, nabízí možnosti kempingu a trávení volného času s rodinou. Původním cílem bylo získat zdroj vody pro nedalekou uhelnou elektrárnu v Tušimicích. Později se stala především rekreační oblastí.

Klíčová slova: vodní dílo, přehradní hráz, jakost vody

ABSTRACT

In my bachelor thesis I dealt with Water work Nechranice. Water work Nechranice is best known that is fifth biggest waterwork in the Czech republic. Part of it was announced SPA – Special Protection Area under Natura 2000. Waterwork is situated in the Northern Bohemia in Chomutov district between Kadaň, Chomutov and Zatec cities. It is also a water reservoir for the nearby Tušimice power plant. At the same time it is also a popular place for recreation and water sports, it offers opportunities for camping and spending free time with the family. The original goal was to obtain a source of water for the nearby coal-fired power plant in Tušimice. Later it became mainly a recreational area.

Keywords: water work, dam, water quality

Obsah

| | |
|--|----|
| 1. ÚVOD..... | 8 |
| 2. CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE..... | 10 |
| 3. LITERÁRNÍ REŠERŠE | 11 |
| 3.1. Voda a potřeba..... | 11 |
| 3.2. Zdroje vody | 11 |
| 3.3. Čistota vody..... | 12 |
| 3.4. Ukazatele jakosti vody | 14 |
| 3.5. Organoleptické vlastnosti vody..... | 18 |
| 4. METODIKA | 24 |
| 5. HISTORIE VODNÍHO DÍLA | 25 |
| 5.1. Vodní dílo..... | 26 |
| 6. POPIS VODNÍHO DÍLA | 27 |
| 6.2. Protipovodňová ochrana..... | 31 |
| 7. VÝVOJ JAKOSTI VODY..... | 32 |
| 7.1. Současnost..... | 32 |
| 7.3. Závěrečné vyhodnocení..... | 39 |
| 8. DISKUSE..... | 40 |
| 9. ZÁVĚR..... | 42 |
| 10. ZDROJE A LITERATURA..... | 43 |

1. ÚVOD

Voda je základem života na Zemi. Je to jedna z nejvíce důležitých složek pro přežití. Důležitá je pro lidstvo, zvířata ale i rostliny. Proto s vodou musíme nakládat tak, abychom jí neplýtvali a neohrozili její kvalitu znečištěním. Voda vždy byla považována za nejdůležitější složku pro život.

Voda byla využívána od počátku lidstva jako potravinu, na zemědělství, pro dopravu ale i pro výrobu energie. Je nezbytnou pro naši existenci. Voda pokrývá většinu naší zeměkoule, předpokládá se, že zde vznikl život a jedinec se obejde bez příjmu vody pouze na omezenou dobu. V domácnostech vodu používáme na několik různých věcí. Vaření, mytí nádobí, praní oblečení, úklid, sprchování, splachování a k pití.

Slouží také k dopravě, poskytuje velmi širokou dopravní síť mezi jednotlivými státy, světadíly. Díky vodní dopravě se nám utváří celosvětový obchodní trh. Na základě tohoto typu dopravy máme možnost získat širokou škálu produktů, které jsou vyrobené v zahraničí.

Ačkoliv je to pro nás velmi cenný zdroj a tím, jakým způsobem ho využíváme, tak dochází ke změně vlastností kvality. To má velký dopad na naše zdraví a veškerý život, který je na něm závislý. Kvalitu ohrožuje znečištění, nadměrné využívání a fyzické změny vodních stanovišť a změny klimatu.

Voda se téměř nikde nevyskytuje v naprosto čistém stavu. Vždy v ní bývají nějaké příměsi nebo rozpuštěné sloučeniny. Vlivem lidské činnosti však koncentrace těchto látek neúměrně roste. Nároky na kvalitu a čistotu vody jsou především závislé na účelu využití vody. Jiné parametry jsou kladeny na kvalitu vody využívané v průmyslu a jiné na vodu pitnou.

Voda má do značné míry samočisticí schopnosti. Dochází k němu usazováním sedimentu, rozkladem znečišťujících látek mikroorganismy, spotřebou živin řasami a přímé oxidování a hydrolýza.

Použitím pitné vody v domácnostech, průmyslu a zemědělství vznikají vody odpadní, které jsou odváděny do čistíren odpadních vod (ČOV) a zde jsou čištěny. Moderní čistírny mají účinnost přes 90 % odbouraného znečištění, ale stále vypouštějí znečištěnou vodu.

Voda jako chemická sloučenina vodíku a kyslíku je základní podmínkou života, který v ní také vznikl. Za normální teploty a tlaku se jedná o bezbarvou a čirou kapalinu bez zápachu, v silnější vrstvě je namodralá.

V přírodě se vyskytuje ve třech skupenstvích: pevném (led a sníh), kapalném (voda) a plynném (vodní pára). Zajímavé je, že největší hustotu nemá led, ale voda v tekutém skupenství při 3,95 stupních Celsia. Dalším snižováním teploty se objem jednotkové hmotnosti vody zase zvětšuje.

Lidské tělo obsahuje zhruba 70 % vody a již ztráta 20 % tělesné vody je smrtelná. Bez vody člověk vydrží maximálně 7-10 dnů. Rostliny obsahují až 90 % vody.

2. CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Hlavním cílem bakalářské práce je seznámení s vodním dílem Nechanice a vyhodnocení kvality vody.

Tato práce je rozdělena do 3 částí. V první části literární rešerši se budu zabývat vodou obecně, ukazatele jakosti vody, normy, vlastnosti vody, potřeba vody atd.

V druhé části se budu zabývat historií vodního díla Nechanice, popis, zhodnocení díla, vlastnosti apod.

V poslední části zhodnotím ukazatele kvality vody v letech od 2010 – 2021. Ukazatele zpracuji do tabulek a následně do grafů pro zhodnocení.

V závěru práce bude provedena diskuse.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1. Voda a potřeba

Voda vzduch slunce tvoří společně nepostradatelné podmínky pro život. Bez vody bychom si nedokázali představit existenci na planetě. Neustále s ní přicházíme do styku. A protože s pokrokem společnosti vzniká i vyšší riziko znečištění vody, měli bychom s ní šetřit a snažit se co nejvíce zabránit kontaminaci.

3.2. Zdroje vody

Povrchové vody

Jakost vody se zpracovává každoročně do pěti skupin. V České republice převládá znečištěná voda, což je třetí stupeň. Ve velmi malých případech se objevuje voda čtvrtého a pátého stupně, to je voda velmi silně znečištěná.

Klasifikační třídy jakosti povrchových vod v ČR, podle ČSN 75 7221

se dělí na pět příslušných skupin:

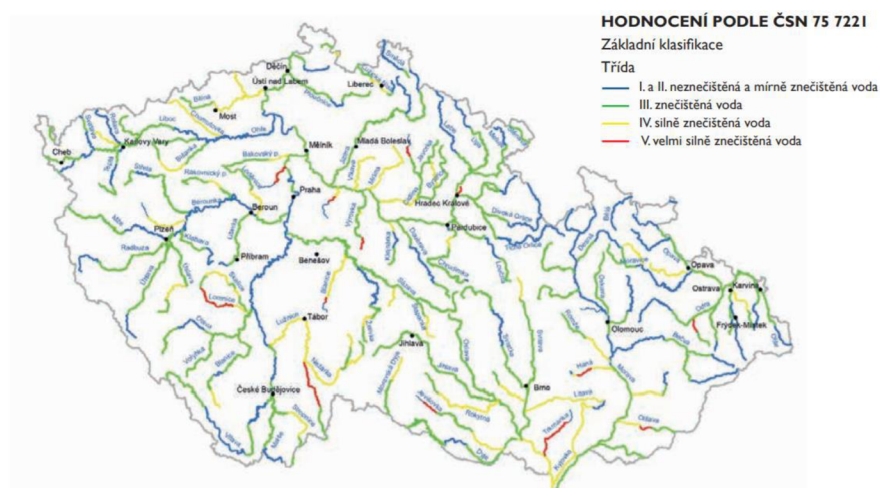
I. třída – neznečištěná voda

II. třída – mírně znečištěná voda

III. třída – znečištěná voda

IV. třída – silně znečištěná voda

V. třída – velmi silně znečištěná voda



Pramen: VÚVTGM, z podkladů s. p. Povodí a ČHMÚ

Obrázek 1 - Jakost vody v tocích v České republice v roce 2016-2017. Zdroj:

http://eagri.cz/public/web/file/607186/Modra_zprava_2017_web.pdf

Podzemní vody a jejich jakost

Jedná se o vodu gravitační, pohybuje se po spádu. Rozděluje se dále na vodu krasovou, puklinovou a průlinovou (Zavadil a kol. 1946). Znečištění podzemních vod je velmi malé, měření probíhá v delším časovém intervalu. Znečištění podzemní vody upravuje vyhláška č. 5/2011 Sb (Zpráva o stavu vodního hospodářství ČR v roce 2016, 2017).

Za nejvíce významné ukazatele pro určení znečištění považujeme především pesticidy, které se používají v zemědělství pro hubení škůdců. Těžkých kovů je v této oblasti více jak 40 druhů. Organické látky pocházející ze splaškových a průmyslových odpadních vod. Anorganické látky kam patří halogeny, sloučeniny, kovy, fenoly, radioaktivní látky a neelektrolyty. Základní rozdíly v jakosti vod povrchových a podzemních jsou znázorněny v následující tabulce.

| Charakteristika | Povrchová voda | Podzemní voda |
|-----------------------------|-----------------------------|--|
| Teplota: | Značně kolísavá | Relativně stálá |
| Barva a zákal: | Řasy, jílu a huminové látky | Rozpuštěné látky a kovy |
| Rozpuštěné látky: | Značné změny | Vyšší koncentrace než u vody povrchové |
| Fe, Mn: | U dna | Častý výskyt |
| Agresivní CO ₂ : | Žádný | Vysoký obsah |
| Živé organismy: | Bakterie a viry | Železité bakterie |
| pH: | 6-8,5 | 6-7 |

Tabulka 1– Rozdílné charakteristiky povrchové a podzemní vody (Slavičková, Slaviček, 2006).

3.3. Čistota vody

Z důvodu pokroku společnosti je znečišťování vody součástí životního prostředí, můžeme hovořit o mezinárodním problému a společnost si ho začíná více a více uvědomovat. Už od 60. let 20. století je kvalita vody pravidelně kontrolována a klasifikována. Vypočítává se charakteristická hodnota, která je porovnávána se soustavou mezních hodnot. Podle míry znečištění vody se hodnoty porovnají a určuje se hodnota třídy kvality vody. Díky tomu je pak zařazena do jedné z pěti tříd.

První norma je z roku 1965, ta se jako první zabývala touto problematikou. Obsahovala celkem 25 ukazatelů a pravidelně se upravovala a byly doplňovány další ukazatele kvality vody, z důvodu nových znečišťujících látek. Od roku 1998 došlo celkem pětkrát ke změně nařízení vlády, která upravuje hodnoty, které jsou přípustné pro znečištění povrchových vod. Od té doby byly limitní hodnoty znečištění několikrát změněny (Synáčková, 1996).

V současnosti je novelizovaná norma ČSN 75 7221, na ochranu povrchových vod v souladu s požadavky. Tato norma nahrazuje předchozí 19 let platnou normu. Každoročně je větší spektrum ukazatelů znečištění, kdy ze 46 ukazatelů počet vzrostl na 65. Někdy je uváděno 70 ukazatelů, tam jsou zahrnuty i rozpuštěné formy určitých kovů. Díky této normě můžeme každoročně vidět hodnocení kvality vody a můžeme porovnat vývoj kvality vody dlouhodobě (Pitter, 2015).

Tekoucí vody jsou podle charakteristiky vody s trvalým jednosměrným prouděním. Podle sklonu toku, velikosti, délky a podle hydrologických poměrů rozlišujeme vlastní prameny, pramenné stružky, bystřiny, horské potoky, potoky, říčky, řeky a veletoky (Fiedler a kol., 2015).

Díky celé řadě ukazatelů dnes můžeme hodnotit kvalitu povrchových vod. Kvalita tekoucích vod je ovlivňována délkou a šířkou toku, stojaté povrchové vody jsou ovlivněny navíc i hloubkou. Způsobují to především sezónní jevy (cirkulace vody v nádrži) nebo antropogenní znečištění. Pro povrchové vody jsou typické především nízké hodnoty koncentrace hydrogenuhličitanu. Pro neznečištěné vody jsou typické nízké koncentrace rozpuštěného dusíku nebo fosforu (Komínková a kol. 2014).

Mezi nejdůležitější ukazatele kyslíkového režimu při hodnocení kvality tekoucích povrchových vod patří rozpuštěný kyslík, BSK₅, CHSK a TOC. Mezi základní chemické složení patří další ukazatelé – tvrdost vody, množství nerozpuštěných látek, koncentrace síranu a chloridu. Norma ČSN 75 7221, kde se ukazatelé jakosti vody rozdělují na obecné, fyzikální, chemické, kovy, specifické organické látky, radiologické, mikrobiologické a biologické ukazatele. Ukazatelé jakosti vody se klasifikují pro každý zvlášť (Pitter, 1999).

Podle zákona č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích a pomocí provádějící vyhlášky č. 428/2001 Sb. se posuzuje povrchová voda úpravou na vodu pitnou. Podle upravitelnosti se pomocí vybraných ukazatelů jakosti vody zařazuje surová voda do

kategorií A1, A2 a A3. Poté se podle kategorie volí i příslušná vodárenská technologie úpravy (Komínková a kol. 2014).

3.4. Ukazatelé jakosti vody

Chemická spotřeba kyslíku – CHSK

Při stanovení chemické spotřeby kyslíku, se koncentrace organických látek ve vodě posuzuje podle množství oxidačního činidla, které se za určitých podmínek spotřebuje na jejich oxidaci. Výsledky se přepočítávají na kyslíkové ekvivalenty a udávají se v mg l^{-1} (rozumí se mg kyslíku odpovídajícího podle stechiometrie spotřebě oxidačního činidla na 1 litr vody). Jako oxidační činidlo se používá zásadně dichroman draselný a ještě výjimečně manganistan draselný. Druh použitého oxidačního činidla se udává obvykle značkou u zkratky CHSK, např. CHSK_{Cr} , CHSK_{Mn} .

Biochemická spotřeba kyslíku – BSK₅

Při čištění odpadních vod se využívají aerobní biologické procesy, které probíhají i při samočištění v přírodních vodách. Organotrofní bakterie využívají organické látky podle jejich složení jako zdroj energie a živin. Část organických látek je biochemicky oxidována až na CO_2 a H_2O .

Biochemická spotřeba kyslíku je definována jako množství kyslíku spotřebovaného mikroorganismy při biochemických procesech na rozklad organických látek ve vodě při aerobních podmínkách. Toto množství kyslíku je přímo úměrné koncentraci přítomných biologicky rozložitelných organických látek. Biologicky nerozložitelné látky nejsou v tomto stanovení zahrnuty. Hodnota BSK_5 se vyjadřuje v jednotkách hmotnostní koncentrace $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Organické látky jsou, jak už bylo zmíněno, jedním z hlavních ukazatelů znečišťujících složek vody. BSK_5 stejně jako CHSK patří mezi důležité ukazatele znečištění vody. Dále je BSK_5 důležitým ukazatelem kyslíkového režimu vod a účinnosti biologických čistíren (Hejzar J., Kopáček J., 1990).

Hodnota BSK závisí na mnoha faktorech, jako je např. reakční doba, reakční teplota, druh, koncentrace a stupeň adaptace mikroorganismů provádějících rozklad, koncentrace biogenních prvků v prostředí, koncentrace kyslíku, pH prostředí, přítomnost toxických či inhibičních látek.

Mangan

Mangan doprovází obvykle železné rudy. Z manganových rud se v přírodě vyskytuje burel či pyroluzit, braunit, hausmanit, manganit a dialogit. Mangan přechází do vod také z půdy a sedimentů. Mangan je z kovů druhou hlavní součástí dnových sedimentů, hned po železe, a jeho obsah se pohybuje řádově v jednotkách gramů na 1 kg sušiny.

Formy výstkytu ve vodách:

Mangan se může objevovat ve vodách v rozpuštěné a nerozpuštěné formě, především v oxidačních stupních II, III a IV a dále také organicky vázaný. V technologii vody může mít význam i mangan v oxidačním stupni VII.

V redukčních podmínkách za nepřítomnosti rozpuštěného kyslíku a jiných oxidačních činidel je nejstabilnější formou manganu ve vodě Mn^{II} .

Fosfor – P

Fosfor je 11. nejrozšířenějším prvkem v horninách zemské kůry. Nejčastěji se vyskytuje ve formě orthofosforečnanů, redukovaný fosfid železa, schriebersit $(Fe,Ni)_3P$, je složkou meteoritů.

Organofosfáty jsou součástí struktury DNA, RNA, a také nukleotidu adenosintrifosfátu, který obsahuje trojici fosfátů vázanou na 5' uhlíku. Při jeho rozkladu dochází k uvolnění fosforu, čímž vzniká velké množství energie. Fosforečnan vápenatý se vyskytuje ve struktuře zubů a kostí (Toužín, 2008), (Greenwod, 1993)

Fosforečnany se vyskytují ve vodách ve velmi nízkých koncentracích, kvůli tvorbě málo rozpustných sloučenin s vápníkem, hliníkem, hořčíkem a podobně. Ve stojatých vodách dochází v důsledku chemických, sorpčních a biochemických procesů ke stratifikaci s opakujícími se změnami během roku. Na dnový sediment se mohou sorbovat fosforečnany, které se za určitých podmínek uvolňují do kapalné fáze. V minerálních vodách jsou malé koncentrace z důvodu vyšších koncentrací kovů. Ty tvoří málo rozpustné sloučeniny. Vody z rašelinišť jsou bohatší na fosforečnany. Vyšší koncentrace se vyskytují ve splaškových vodách (Pitter, 1999)

Sloučeniny dusíku

Dusík spolu s fosforem patří mezi nejdůležitější makrobiogenní prvky. Řadí se do skupiny nutrientů, které jsou nezbytné pro rozvoj mikroorganismů. Uplatňuje se při všech biologických procesech probíhajících v povrchových, podzemních a odpadních vodách a při biologických procesech čištění a úpravy vody. Proto je znalost jednotlivých forem výskytu dusíku ve vodách a jejich vlastností nezbytnou podmínkou pro objasnění pochodů důležitých v hydrochemii, limnologii a technologii vody.

Sloučeniny dusíku mohou být anorganického nebo organického původu. Sloučeniny dusíku v biosféře neovlivněné antropogenní činností jsou převážně biologického původu, vznikají rozkladem organických dusíkatých látek rostlinného a živočišného původu.

Dusík se vyskytuje ve vodách v různých oxidačních stupních, v iontové i neiontové formě.

| Dusík v oxidačních stupních |
|---|
| -III amoniakální dusík (NH_4^+ , NH_3), kyanatany (OCN^-), kyanidy (CN^-) |
| -I hydroxylamin (NH_2OH) |
| 0 elementární dusík (N_2) |
| I azoxid (azoxid, N_2O) |
| +III dusitanový dusík (N-NO_2^-) |
| +V dusičnanový dusík (N-NO_3^-) |

Tabulka 1 – Formy výskytu dusíku (Pitter, 2015)

Ve vodách se stanovuje celkový dusík (TN - total nitrogen), který se dále dělí na anorganicky vázaný dusík a organicky vázaný dusík.

Mezi hlavní formy anorganicky vázaného dusíku patří amoniakální, dusitanový a dusičnanový dusík.

Organicky vázaný dusík se vyskytuje ve formě bílkovin a jejich rozkladných produktů (peptidů, aminokyselin), močoviny, aminosacharidy apod.

Průhlednost

Průhlednost vody je velmi významná fyzikální vlastnost, která je závislá na mnoha různých faktorech (Lellák a Kubíček, 1991). Valentová a kol. (2009) ve své

publikaci uvádí, že průhlednost vody udává množství světla, které prochází vodním sloupcem. Tato vlastnost je závislá na intenzitě zákalu (turbidity) a barvě vody. Turbidita je způsobena rozptýlenými částicemi. Těmi mohou být jak živé, tak neživé částice. Valentová a kol. (2009) řadí mezi živé organismy způsobující zákal vody plankton, a to jak zooplankton, tak i fytoplankton, zejména řasy a sinice. Mezi neživé partikule řadí anorganické i organické částice způsobené půdní erozí, zvířenými sedimenty dna a podobně. Anorganické a vegetační zákal mají rozdílné vlivy na biologický režim vod. U rybníků s větší intenzitou rybí obsádky, zejména kaprovitých ryb, se vyskytují oba druhy zákalu v důsledku zvíření dnového sedimentu při kapřím rytí ve dně.

Průhlednost vody poskytuje cenné informace, které jsou důležité pro další závěry. Valentová a kol. (2009) shrnuje důležité postupy a závěry pro zpracování informací o průhlednosti vody. V eutrofních až hypertrofních rybnících doporučuje měřit průhlednost vody častěji v jarním období, a to až 2 krát týdně. Průhlednost vody a její vývoj může být důležitým signálem pro případné chemické či biologické změny ve vodě. Například zelený zákal a snížená průhlednost může značit zvyšování pH, naopak zvýšená průhlednost může být signálem pro blížící se kyslíkové deficity.

V rybnících s vysokou primární produkcí, se průhlednost pohybuje v řádech decimetrů až třech až pěti metrů. Naopak v oligotrofních jezerech může průhlednost vody dosáhnout až na několik desítek metrů. Průhlednost vody může tedy sloužit jako prvotní informace o úživnosti rybníků či množství fytoplanktonu ve vodě (Valentová a kol., 2009).

Hodnota pH

Hodnota pH výrazně ovlivňuje biochemické a chemické reakce ve vodním prostředí a má velký vliv na koncentraci, rozpustnost a toxicitu řady přítomných látek ve vodě (Pitter, 1999; Svobodová a kol., 1992).

Hodnoty pH se v běžných povrchových vodách obvykle pohybují v rozmezí od 6,0 do 8,5. Vyšší hodnoty pH způsobuje zejména fotosyntetická asimilace rostlin, kdy dochází k úbytku volného oxidu uhličitého, tím se následně naruší neutralizační kapacita vody a její pH se začne zvětšovat (Svobodová, 1987). K nižším hodnotám pH dochází většinou při jarním tání sněhu v oblasti rašelinišť (Pitter, 2009).

Optimální pH pro ryby je obvykle v rozmezí od 6,5 do 8,5. Jednotlivé druhy ryb však snášejí rozdílné hodnoty pH. U lososovitých ryb můžeme pozorovat poškození těla

při pH pod 4,8 a nad 9,2. U kaprovitých ryb můžeme pozorovat příznaky hynutí a poškození ryb při pH pod 5,0 a nad 10,8. Kaprovité ryby jsou odolnější vůči vyšším hodnotám pH a naopak citlivější k nízkým hodnotám pH (Svobodová a kol., 1987). Ryby na změny pH reagují zvýšenou tvorbou hlenu na kůži a na vnitřní straně skřelí. Při abnormálním zvýšení či snížení pH pak dochází k výskytu krvácení v oblasti žaber a spodní části těla (Svobodová a kol., 1987).

3.5. Organoleptické vlastnosti vody

Mezi organoleptické ukazatele jakosti vody patří teplota, barva, zákal, pach a chuť. Rozumí se takové vlastnosti, které jsou zjistitelné smyslovými orgány, při jejich zkoušení prostřednictvím smyslových orgánů (zraku, čichu, chuti) – senzorická analýza.

Výsledky analýz jsou odvislé od zkušeností a vnímavosti hodnotitele. Zejména v potravinářství je senzorická analýza velmi rozšířená a při dodržování některých zásad lze docílit poměrně spolehlivých výsledků. Význam spočívá v tom, že spotřebitel pitné vody změněnou kvalitou vody snadno zjistí a pro např. barva, zákal, pach a chuť bývají častým zdrojem připomínek a stížností.

Teplota

Je jedním z významných ukazatelů jakosti a vlastností vody. Významně ovlivňuje chemickou a biochemickou reaktivitu. Většina biochemických procesů probíhá při teplotách blízkých nule jen zvolna nebo vůbec ne. Údaj teploty je nezbytný při výpočtu chemické rovnováhy ve vodách (např. Posuzování vápenato-uhličitanové rovnováhy, agresivity vody, rozpustnosti tuhých látek a plynů).

Teplota podzemních vod vzrůstá s hloubkou formování jejich chemického složení. Počítá se s průměrnou hodnotou geotermického stupně asi 33 m K^{-1} . Podzemní vody mají konstantní teplotu (s výjimkou podzemních vod s mělkým oběhem), jen malou závislost na ročním období. Průměrná roční teplota ve střední Evropě v hloubce 10 metrů pod zemským povrchem je asi $9,5^\circ\text{C}$. Větší kolísání teploty svědčí o rychlém pronikání povrchových či atmosférických vod do podzemní, s čímž souvisí i větší nebezpečí jejich kontaminace.

Termální vodou se rozumí přírodní voda, jejíž teplota při vývěru přesahuje určitou mez, která je stanovena konvencí, obvykle 20°C . Termální voda, jejíž teplota v místě

vyvěrání překračuje 40°C až 50°C se označuje jako hypertermální. Vysokou teplotu při vývěru mají například minerální vody v Karlových Varech.

Velký význam má teplota povrchových vod, protože ovlivňuje rozpustnost kyslíku, rychlost biochemických pochodů, a tím i celý proces samočištění.

| Úlokalita | Rozmezí / °C | Průměr / °C |
|---------------------|--------------|-------------|
| Labe (Hřensko) | 4,0 – 21,8 | 11,6 |
| Vltava (Pěkná) | 1,0 – 17,0 | 7,1 |
| Vltava (Hluboká) | 1,0 – 24,5 | 9,7 |
| Ohře (Pomezí) | 2,1 – 26,1 | 12,9 |
| Otava (Písek) | 0,5 – 25,3 | 9,6 |
| Morava (Hanušovice) | 0,2 – 17,1 | 7,9 |

Tabulka 2 - Celoroční teplota některých povrchových vod v ČR (Pitter 2015)

V hlubších jezerech a nádržích dochází v létě a v zimě k výrazné teplotní stratifikaci.

Teplotní stratifikaci rozumíme rozvrstvení teplot vody ve vodní nádrži v závislosti na hloubce. Rozlišujeme její tři základní typy.

První je přímá teplotní stratifikace, ta nastává, pokud je při hladině teplota vody vyšší než 4 °C a s hloubkou tato teplota klesá na 4 °C. Při této teplotě má objemová jednotka vody nejvyšší hmotnost.

Pokud je u hladiny teploty nižší než 4 °C, tak naopak teplota vody s hloubkou stoupá právě k 4 °C. V takovém případě hovoříme o nepřímé teplotní stratifikaci (tj. obrácené).

U chladných jezer vlivem střídání ročních období dochází k vyrovnání teploty vody v celé hloubce jezera na 4 °C, tento stav nazýváme homotermie.

V období s teplotní stratifikací pak můžeme vymezit tři základní vrstvy vody dle změny teploty s hloubkou:

epilimnion = vrchní vrstva vody, nejintenzivnější cirkulace vody, změna teploty o 0,5 °C na metr hloubky,

metalimnion (skočná vrstva) = výrazná změna teploty s hloubkou, změna o 2 °C na metr hloubky,

hypolimnion = pomalá či žádná cirkulace vody, minimální změna teploty, změna 0,1 °C na metr hloubky.

Barva

Z adsorpčního spektra čisté vody vyplývá, že ve viditelné oblasti spektra voda světlo téměř neadsorbuje, s výjimkou přechodu mezi purpurovou a infračervenou oblastí. Proto je čistá voda v tenkých vrstvách bezbarvá, avšak v metrových vrstvách se jeví jako světle modrá.

Barva vody může být přírodního nebo antropogenního původu. Barva přírodních vod je způsobena huminovými látkami, v první řadě fulvokyselinami, které zbarvují vodu žlutě až žlutohnědě. Kromě rozpuštěných látek mohou vodu zbarvovat i látky nerozpuštěné (jíl, fytoplankton). Proto se odlišuje skutečná barva vody od barvy zdánlivé.

Barva vody a její intenzita bývá závislá na hodnotě pH a musí být vždy k této hodnotě vztahována. Dále závisí na oxidačně-redukčním potenciálu. Barva vody se nejjednodušeji stanovuje pouze vizuálně a výsledek se vyjadřuje kvalitativně slovním popisem odstínu. Zajímavostí je třeba šedá barva vody, kde se dá využít jako voda technická. Technickou vodu můžeme použít na závlahy parků nebo odteče kanalizací. (Cílek a kol., 2017).

Zákal

Zákal lze definovat jako snížení průhlednosti (transparence) vody nerozpuštěnými látkami. Čiřost vody je jedním ze základních požadavků na jakostní pitnou a užitkovou vodu (především pro potravinářský, textilní a papírenský průmysl). Zákal vody je způsoben anorganickými nebo organickými látkami, které mohou být přírodním nebo antropogenního původu. Jde například o jílové minerály, hydratované oxidy kovů (především železa a manganu), bakterie, plankton (řasy a sinice), detrit (jemně dispergované zbytky těl rostlinných a živočišných organismů) aj.

Podzemní vody jsou zakalené jen zřídka a zákal tvoří převážně anorganické látky. Povrchové vody bývají velmi často zakaleny splachem půdních vrstev (jílovými minerály, planktonem a zvířenými dnovými sedimenty). Zákal splaškových vod je tvořen převážně organickými látkami (Stumm W. a Morgan J. J., 1996).

I když je zákal způsoben zdravotně nezávadnými látkami, dává vodě nežádoucí vzhled, což je významné zejména při hodnocení jakosti vody pitné a užitkové. Bílý zákal, který někdy dočasně vzniká při vypouštění vody z vodovodního potrubí, je způsoben bublinkami vzduchu, který se uvolňuje z vody v důsledku snížení tlaku a změny teploty vody v potrubí. Je zdravotně nezávadný.

Nerozpuštěné látky jednak snižují intenzitu procházejícího záření, jednak rozptylují záření nerovnoměrně všemi směry. Proto se zákal stanoví buď měřením útlumu zářivého toku procházejícího kapalinou, nebo měřením zářivého toku rozptýleného záření. Semikvantitativně lze stanovit zákal měřením průhlednosti zkušební trubici (průhledovou zkouškou) nebo zkušební deskou. V obou případech se udává výška kapaliny, při které jsou vzor písma, zkušební značka nebo deska jasně patrné při průhledu shora. Tyto metody se používají pro první orientaci.

Nejstarším přístrojem pro stanovení zákalu vody byl Jacksonův turbidimetr. Výsledky se vyjadřovaly v jednotkách JTU (Jackson turbidimeter units), ty však nelze vztahovat k jiným jednotkám zákalu. Později se jako porovnávací standard používala suspenze SiO_2 (křemeliny) a výsledky se vyjadřovaly jako obsah SiO_2 v mg v 1 litru vody. Protože při přípravě suspenze SiO_2 nebyla velikost částic přesně reprodukovatelná, přešlo se na vyjadřování intenzity zákalu ve formazinovaných jednotkách. Kalibrace na formazin se provádí tak, aby 1 ZF odpovídal 1 mg SiO_2 v 1 litru, takže numericky jsou údaje stejné. Místo ZF_n se v normách EN a ISO používá zkratka FNU (formazin nephelometric unit)

Na stejném principu jako měření zákalu je založen i odhad koncentrace suspendovaných látek. Ten se využívá např. pro přibližné provozní sledování koncentrace sušiny kalu v aktivační směsi (závislost je v širokém rozmezí koncentrací téměř lineární) pro odhad rozvoje mikroorganismů při testech toxicity aj.

Pach

Stopové znečištění vod některými látkami se často projevuje pachem, který pak indikuje nezbytnost podrobnějšího chemického rozboru. Páchnoucí voda vždy působí odpudivě, i když je jinak zdravotně nezávadná. Pach znehodnocuje vodu určenou pro pitné účely. Proto má sensorická analýza při hodnocení jakosti pitné vody značný význam.

Pach přírodních vod může být způsoben látkami, které mohou být přírodní součástí vody (např. Sulfanem nebo jodem), látkami biologického původu nebo látkami obsaženými ve splaškových a průmyslových vodách.

Uvedené zdroje pachu lze označit jako primární, voda je získává při formování svého složení a při svém znečišťování různými odpady. Sekundární pach může voda získat např. při hygienickém zabezpečování chlorací. Potom se projevuje nejen pach samotného chloru, ale i pach chlorderivátů vznikajících z přítomných organických látek např. chlorací vody obsahující fenoly je to charakteristický pach chlorfenolů.

Pach biologického původu vzniká životní činností a odumíráním rostlin, sinic, řas, bakterií, aktinomycet, plísní a hub. Druh a intenzita pachu závisí na druhu organismů a na stupni jejich vývoje. Aktinomycety dávají vodě zemitý pach. Jsou velmi rozšířené v půdě a říčních sedimentech a tvorba páchnoucích látek souvisí s jejich sporulací což je proces tvorby spor.

Ve stojatých nebo pomalu tekoucích povrchových vodách dochází někdy v jarním a letním období k rychlému a nadměrnému rozvoji řas a sinic tvořících plankton. Příčinou zhoršení organoleptických vlastností vody jsou organické produkty přecházející z buněk planktonu do vody, zejména při jejich odumírání a rozpadu. Pach, který se obvykle označuje jako rybí, se může měnit s počtem, stářím a druhem organismů ve vodě.

Chuť

Látky, které způsobují pach vody, ovlivňují obvykle i její chuť. Spektrum anorganických látek ovlivňujících chuť, ale nikoliv pach, se však rozšiřuje. Nevhodné minerální složení vod může způsobovat chuťové závady, pro příjemnou chuť pitné vody jsou však anorganické složky v určitém optimální koncentraci nezbytné.

Chuť vody je významně ovlivňována koncentrací vápníku, hořčíku, železa, manganu, zinku, mědi, hydrogenuhličitanů, chloridů, síranů, oxidu uhličitého aj. Z hlediska chuti je nejvhodnější hodnota pH vody v rozmezí 6,5 až 7,5. Při hodnotách pH nad 9 získává již voda louhovitě mýdlovou příchut' (Kulhavý, 1989).

4. METODIKA

Při psaní této práce jsem využila rešerši. Analýza, sbírání informací a dat a následná kompletace.

Informace pro tuto práci jsem získala z odborných knih, vědeckých článků, elektronických zdrojů a dat poskytnutých od zaměstnance Povodí Ohře pana Nováka. Pan Novák mi poskytl soubory s výsledky měření jednotlivých fyzikálních vlastností vody ve vodním díle Nechranice. Absolvovala jsem osobní návštěvu vodního díla a své poznatky zakomponuji do práce. Výstupem práce jsou grafy s údaji za uplynulých deset let. V závěru práce je diskuse.

5. HISTORIE VODNÍHO DÍLA

První historický doložený záznam Nechranic pochází z roku 1332. Tehdy získal ves Bedřich z Egerberku jako zástavu od Jana Lucemburského. Nechranice se tak staly součástí Bedřichova lenního statku Pětipsy. Další záznam o vsi pochází z roku 1367, podle něj tehdy Nechranice patřily mezi šosovní dvory Kadaně. Název je českého původu – jeho základ je ve jméně Nechrata, znamenal tedy ves lidí Nechratových, Nechraniců. Používaly se také názvy Nechrenicze, Nechrseycze, Nechranycz, Negraniczzy či Nechrěnice.

Ke konci 16. století již Nechranice patřily Lobkovicům. Roku 1588 získal obec, Jiří Popel z Lobkovic. Když mu pak byl kvůli známému konfliktu s císařem zabaven majetek, staly se Nechranice součástí majetku Linharta Štampacha ze Štampachu, majitele panství Ahníkov. Poté se ves dostala do rukou Jana Jindřicha, Linhartova syna, aby ji nakonec získal Florián Žďárský ze Žďáru, majitel panství Ahníkov - Pruněřov. Nechranice byly k tomuto panství po čase připojeny a zůstaly u něho až do roku 1850.

V polovině 17. století žilo ve vsi 7 sedláků, kteří měli dohromady 27 potahů, 20 krav, 31 jalovic, 25 ovcí, 62 prasat a 20 koz. Dále zde žil jeden chalupník, který vlastnil jeden potah, krávu, 2 jalovice a 3 prasata. K roku 1794 je v Nechranicích uváděno 15 domů a hospoda. Zdejší obyvatelstvo bylo zaměřené především na zemědělství, pěstovalo se tu hlavně obilí, řepa a brambory, částečně také luštěniny a chmel. Z řemeslníků tu tehdy pracoval jen švec a dva zedníci. Známý byl obcí udržovaný dřevěný most přes řeku (v blízkosti bývalého železničního mostu) - tento most musel být vždy, když se daly do pohybu ledové kry, rozebrán, aby nebyl zničen. Dokument z roku 1898 se zmiňuje o pečeti obce, která měla ve štítu dva obilné klasy. Stejný dokument v obci uvádí také vodovod s pitnou vodou, vedoucí do obecního rybníku na návsi (za války upraveného francouzskými zajatci na protipožární nádrž). V této době měly Nechranice obecního sluhu, který obstarával poštovní zásilky. Na konci 19. století ves čítala přibližně 120 obyvatel. Zdejší obyvatelstvo bylo po dlouhou dobu pouze německé národnosti, jedině v roce 1930 je tu uváděno 9 Čechů. Na konci druhé světové války počet místních obyvatel vzrostl o uprchlíky před frontou. K srpnu 1945 tu pak žilo 186 obyvatel, z toho již 44 občanů bylo české národnosti. Po odsunu Němců počet obyvatel v obci značně poklesl, zůstala tu jen

jedna německá rodina horníka, v roce 1947 sem však přišlo 7 nových rodin volyňských Čechů.

V roce 1991 bylo v Nechranicích 11 rekreačních objektů a 7 dalších neobydlených domů. K roku 2001 tu bylo již 43 rekreačních objektů. Díky vodní nádrži Nechranice, která představuje skutečný ráj pro milovníky vodních sportů a rybáře, je dnes ves oblíbeným rekreačním místem.

5.1. Vodní dílo

Účel stavby, provedené mezi lety 1961 – 69, bylo zachování ustálených průtoků v dolním toku Ohře. Dalším důvodem bylo zajištění zdroje užitkové vody pro průmyslové podniky v severočeské uhelné pánvi a místní zemědělství, energetické a rekreační využití. V roce 1964 byla Ohře převedena do výtokového objektu hráze, napouštění začalo v září 1967, stavba hráze skončila v prosinci 1968.

Z důvodu výstavby zanikly obce Běšice, Čermníky, Dolany, Drahonice, Chotěnice a Lomazice. Obyvatelé těchto vesnic se přestěhovali převážně do Chban na jižním konci hráze. Původní trasu toku Ohře zachycuje dodnes katastrální mapa.

Hráz využila pahorku severovýchodně od Nechranic, který Ohře dříve obtékala. To je důvod, proč její severní část je výrazně nižší a užší proti části jižní, kterou bylo nutno nasypat do hlubokého údolí. Vzhledem k zatravnění a pozvolnému skonu návodní části téměř zcela splývá s krajinou.

Přehrada významně změnila mikroklima dříve nejsuššího regionu Čech.

Z někdejších ubytoven stavebních dělníků severně od Nechranic byla po skončení stavby zřízena kasárna. Dnes z nich zbývají jen betonové základy, zarůstající bujnou vegetací.

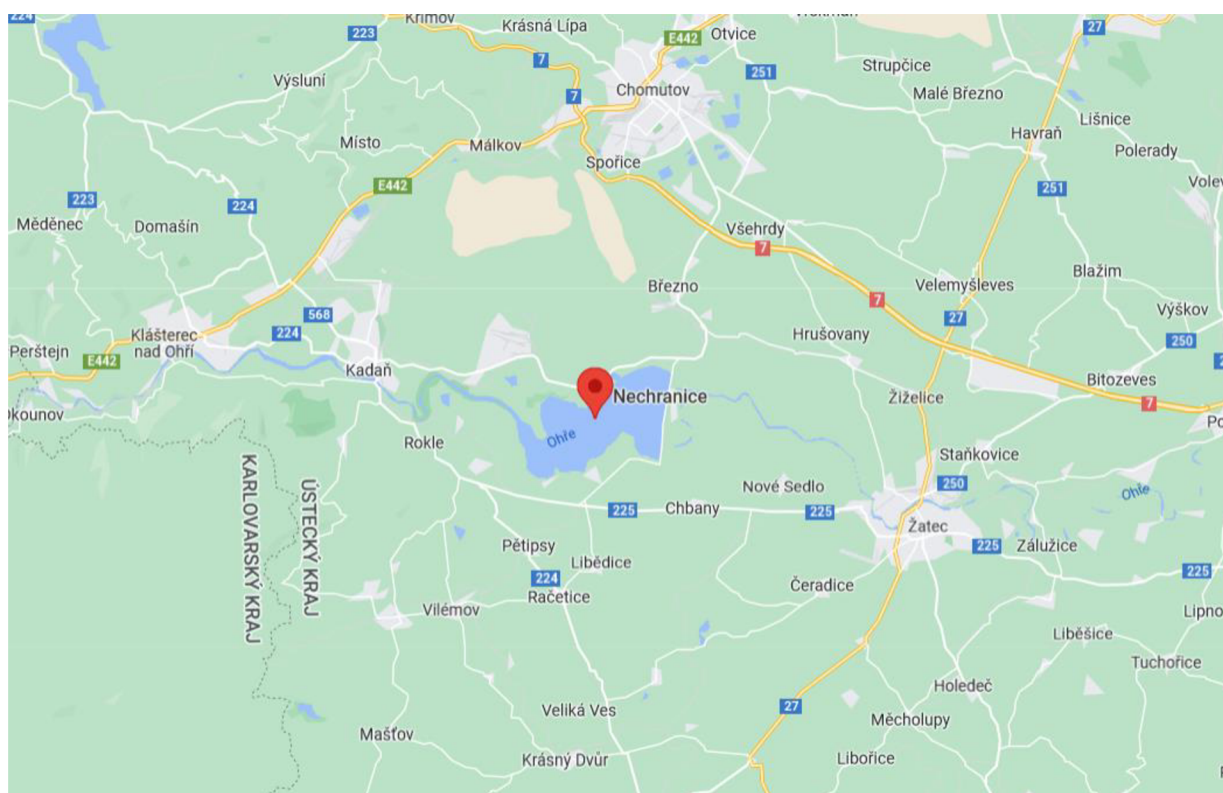
Údaje o stavbě:

| | |
|--------------------|-----------------------------------|
| Výstavba | 1961–1968 |
| Projektant | Hydroprojekt Praha |
| Dodavatel stavby | Vodní stavby o.p., závod Chomutov |
| Uvedení do provozu | 1968 |

6. POPIS VODNÍHO DÍLA

POLOHA

| | |
|---------------------|------------------------------|
| Tok | Ohře |
| říční km | 103,44 |
| hydrologické pořadí | 1-13-02-1210-1-00 |
| Obec | Březno, Chbany, Rokle, Kadaň |
| Okres | Chomutov |
| Kraj | Ústecký |



Obrázek 2. – Nechranice – lokace dostupné z googlemaps.com

Hlavním účelem vodního díla Nechranice je zajišťování minimálního zůstatkového průtoku pod vodním dílem v profilu Stranná, nadlepšování pro zásobení vodárenské, pro průmysl, energetiku, zemědělství a rekultivace, snížení velkých vod na Ohři a částečná ochrana území pod nádrží před povodněmi a výroba elektrické energie v MVE Nechranice.

Dalšími účely vodního díla jsou likvidace následků havárií, ovlivňování zimního průtokového režimu pod vodním dílem za účelem omezení nežádoucích ledových jevů, vodní sporty, sportovní rybolov a rekreace.

| | | |
|---|------------------|------------------------|
| Minimální průtok pod hrází/MQ/* | 8 | m³/s |
| Neškodný průtok pod vodním dílem /Q_{neš}/ | 170 – 200 | m³/s |

Hydrologické údaje:

| | | |
|---|------|-------------------|
| Plocha povodí /A/ | 3590 | km ² |
| Průměrná dlouhodobá roční hodnota srážek /P _a / | 727 | mm |
| Průměrná dlouhodobá roční hodnota průtoku /Q _a / | 30,8 | m ³ /s |
| Průměrný 355denní průtok** /Q _{355d} / | 4,6 | m ³ /s |
| Stoletý průtok /Q ₁₀₀ / | 753 | m ³ /s |

Technické parametry

Vzdouvací objekt – hráz

přímá, jednou lomená, zemní, sypaná

| | | |
|------------------------------|--------|---------|
| kóta koruny hráze | 274,50 | m n. m. |
| délka koruny hráze | 3280 | m |
| šířka koruny hráze | 9 | m |
| max. výška hráze nad terénem | 47,5 | m |

Výpustná zařízení

spodní výpusti

| | |
|--|----------------------------|
| průměr spodních výpustí | 2 × DN 1800 |
| kapacita spodních výpustí při hladině zásobního prostoru | 2 × 50,7 m ³ /s |

bezpečnostní přeliv

| | |
|--|------------------------|
| korunový, hrazený 3 segmenty | |
| dva hydrostatické segmenty | 2 × 15,0 m |
| kóta přeřadové hrany sklopených segmentů | 268,00 m n. m. |
| kapacita obou polí s vyhrazenými hydrost. segmenty | |
| při max. hladině v nádrži | 714 m ³ /s |
| jeden zdvižný segment ve středním poli | 1 × 13,0 m |
| kóta přeřadové hrany vyhrazeného segmentu | 263,00 m n. m. |
| kapacita stř. pole s vyhrazeným zdvižným segmentem | |
| při max. hladině v nádrži | 479 m ³ /s |
| celková kapacita přeřadu při max. hladině v nádrži | 1193 m ³ /s |

odpadní chodba

| | |
|--------------|-------------|
| délka chodby | 475 m |
| spád chodby | 1,2 – 9,1 ‰ |

Malá vodní elektrárna Nechranice

| | |
|-------------------|--------------------------|
| Kaplanova turbína | 2 × KT 6-K-50 |
| maximální hlnost | 2 × 16 m ³ /s |
| instalovaný výkon | 2 × 5 MW |

Nádrž

| | | |
|----------------------------|--------|---------|
| kóta dna nádrže | 227,00 | m n. m. |
| hladina mrtvého prostoru | 233,70 | m n. m. |
| hladina stálého nadržení | 235,40 | m n. m. |
| hladina zásobního prostoru | 269,00 | m n. m. |

| | | |
|---|---------|---------------------|
| hladina ovladatelného ochranného prostoru | 271,90 | m n. m. |
| hladina ovladatelného prostoru | 271,90 | m n. m. |
| hladina neovladatelného ochranného prostoru | 273,05 | m n. m. |
| maximální hladina | 273,05 | m n. m. |
| mrtvý prostor | 1,085 | mil. m ³ |
| prostor stálého nadržení | 2,650 | mil. m ³ |
| zásobní prostor | 233,215 | mil. m ³ |
| ovladatelný ochranný prostor | 36,562 | mil. m ³ |
| ovladatelný prostor | 272,427 | mil. m ³ |
| neovladatelný ochranný prostor | 15,205 | mil. m ³ |
| celkový prostor | 287,632 | mil. m ³ |
| celková zatopená plocha | 1338 | ha |



Obrázek 3 – Odpouštění vody Nechranice. dostupné z <https://sever.rozhlas.cz/sites/default/files/images/78273d0795c6eab8c901798d106c8db2.jpg>



Obrázek 4 – Hráz Nechanice

dostupné z https://d34-a.sdn.cz/d_34/c_img_G_H/on2BEp8.jpeg?fl=res,400,225,3

6.2. Protipovodňová ochrana

Vliv vodního díla Nechanice na snížení povodňových průtoků je významný, vodní dílo sníží svým retenčním účinkem kulminační průtok 100-leté povodňové vlny z hodnoty $753 \text{ m}^3/\text{s}$ na $462 \text{ m}^3/\text{s}$. Hladina v nádrži přitom dosáhne kóty 271,90 m n. m. Vodní dílo zajistí před překročením neškodného odtoku $200 \text{ m}^3/\text{s}$, v závislosti na objemu povodňové vlny a na úrovni počáteční hladiny v nádrži, 5letou až 10letou ochranu území pod nádrží.

Vývoj a jakost vody se monitoruje v nádrži a na hladině. Kvalita vody je na velmi dobré úrovni. V letním období je možný výskyt řas a sinic. Jakost vody z hlediska rekreačního využití je v letním období uvedena na stránce kvality koupacích vod.

7. VÝVOJ JAKOSTI VODY

7.1. Současnost

Nechranice jsou zásobeny řekou Ohře, která pramení severozápadním úpatí hory Schneeberg Smrčiny 50°4'28,97" s. š., 11°49'34,8" v.d. Ústí do řeky Labe. Kvalita vody posouzená v posledním měření KHS Ústí nad Labem je hodnocena jako vhodná ke koupání.

| Datum | Hodnocení | Poznámka |
|------------|-----------|--|
| 17.05.2021 | ☺ | voda vhodná ke koupání, průhlednost vody 2,5 m |
| 31.05.2021 | ☺ | voda vhodná ke koupání, průhlednost vody 5,0 m |
| 14.06.2021 | ☺ | voda vhodná ke koupání, průhlednost vody 4,5 m |
| 28.06.2021 | ☺ | voda vhodná ke koupání, průhlednost vody 3,5 m |
| 12.07.2021 | ☺ | voda vhodná ke koupání, průhlednost vody 3,4 m |
| 26.07.2021 | ☺ | voda vhodná ke koupání, průhlednost vody 3,2 m |
| 09.08.2021 | ☺ | voda vhodná ke koupání, průhlednost vody 2,8 m |
| 23.08.2021 | ☺ | voda vhodná ke koupání, průhlednost vody 3,1 m |

Tabulka č. 3. – Kontrola kvality voda (dostupné z <http://www.khsusti.cz/koupání/kv.php?k=10>)

7.2. Hodnocení kvality vody v letech 2010 - 2021

V této kapitole budu vyhodnocovat jednotlivé ukazatele kvality vody v letech od roku 2010 do roku 2021.

NORMA ČSN 75 7221

Povrchové vody jsou zařazeny do tříd jakosti, které jsou klasifikovány na základě mezními hodnotami jednotlivých ukazatelů. Vody jsou děleny do pěti tříd jakosti, podle toho, jak jsou využívány.

| |
|---|
| I. Třída - neznečištěná voda |
| Stav povrchové vody, který nebyl významně ovlivněn lidskou činností, při kterém ukazatele jakosti vody nepřesahují hodnoty odpovídající běžnému přirozenému pozadí v tocích. |
| II. třída – mírně znečištěná voda |
| Stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které umožňují existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému. |
| III. třída – znečištěná voda |
| Stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které nemusí vytvořit podmínky pro existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému. |
| IV. třída – silně znečištěná voda |
| Stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky, umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému. |
| V. třída – velmi silně znečištěná voda |
| Stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky, umožňující existenci pouze silně nevyváženého ekosystému. |

Tabulka č. 4 – Klasifikace povrchových vod dle ČSN 75 7221

Mezní hodnoty tříd kvality vody

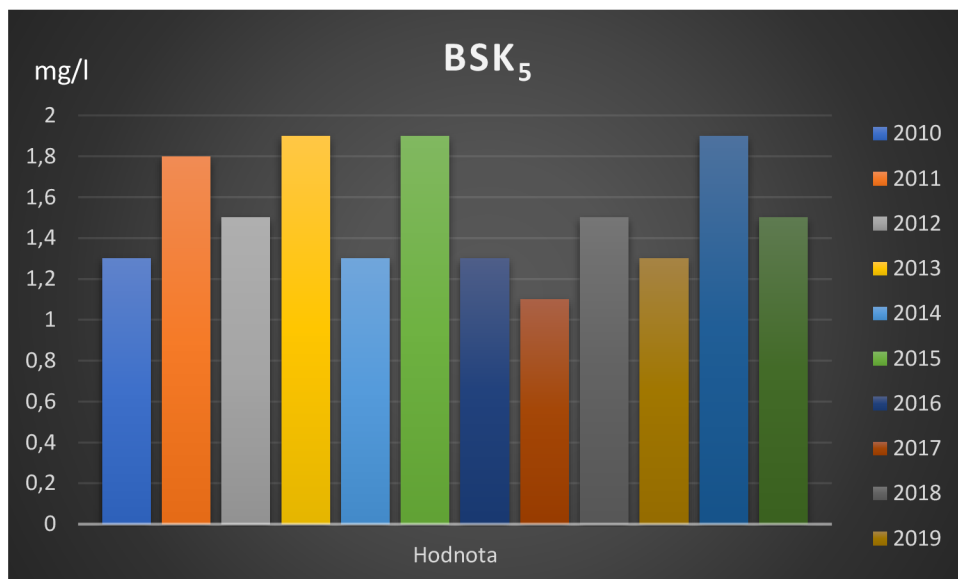
| Ukazatel | Zkratka, značka, číslo CAS | Jednotka | Třída | | | | |
|--|----------------------------------|----------|---------|--------|--------|---------|---------|
| | | | I | II | III | IV | V |
| Obecné, fyzikální a chemické ukazatele (mimo živiny) | | | | | | | |
| elektrolytická konduktivita ^a | – | mS/m | < 40 | < 70 | < 110 | < 160 | ≥ 160 |
| rozpuštěné látky sušené | RL ₁₀₅ | mg/l | < 300 | < 500 | < 800 | < 1 200 | ≥ 1 200 |
| nerozpuštěné látky sušené | NL ₁₀₅ | mg/l | < 15 | < 25 | < 50 | < 100 | ≥ 100 |
| rozpuštěný kyslík | O ₂ rozp. | mg/l | > 8,5 | > 7,5 | > 6 | > 4 | ≤ 4 |
| biochemická spotřeba kyslíku, pětidenní | BSK ₅ | mg/l | < 2 | < 4 | < 8 | < 15 | ≥ 15 |
| chemická spotřeba kyslíku manganistanem | CHSK _{Mn} | mg/l | < 6 | < 9 | < 14 | < 20 | ≥ 20 |
| chemická spotřeba kyslíku dichromanem | CHSK _{Cr} | mg/l | < 15 | < 25 | < 45 | < 60 | ≥ 60 |
| celkový organický uhlík | TOC | mg/l | < 7 | < 10 | < 16 | < 20 | ≥ 20 |
| chloridy | Cl ⁻ | mg/l | < 100 | < 200 | < 300 | < 450 | ≥ 450 |
| sířany | SO ₄ ²⁻ | mg/l | < 80 | < 150 | < 250 | < 400 | ≥ 400 |
| kyanidy celkové | CN _{celk.} | mg/l | < 0,01 | < 0,02 | < 0,04 | < 0,06 | ≥ 0,06 |
| fluoridy | F ⁻ | mg/l | < 0,3 | < 0,6 | < 1,3 | < 2 | ≥ 2 |
| Chemické ukazatele – živiny | | | | | | | |
| amoniakální dusík | N-NH ₄ ⁺ | mg/l | < 0,2 | < 0,4 | < 0,8 | < 1,6 | ≥ 1,6 |
| dusitanový dusík | N-NO ₂ ⁻ | mg/l | < 0,05 | < 0,15 | < 0,25 | < 0,4 | ≥ 0,4 |
| dusičnanový dusík | N-NO ₃ ⁻ | mg/l | < 2,5 | < 5 | < 8 | < 12 | ≥ 12 |
| celkový dusík | N _{celk.} | mg/l | < 3 | < 6 | < 10 | < 14 | ≥ 14 |
| celkový fosfor | P _{celk.} | mg/l | < 0,05 | < 0,15 | < 0,3 | < 0,6 | ≥ 0,6 |
| Organické látky | | | | | | | |
| adsorbovatelné organicky vázané halogeny | AOX | μg/l | < 20 | < 40 | < 60 | < 80 | ≥ 80 |
| 1,1,2,2-tetrachlorethen (perchlorethylen) | 127-18-4 | μg/l | < 0,2 | < 1 | < 3 | < 10 | ≥ 10 |
| 1,1,2-trichlorethen (trichlorethylen) | 79-01-6 | μg/l | < 0,2 | < 1 | < 2 | < 3 | ≥ 3 |
| acetochlor a jeho metabolity ^b | 34256-82-1 | μg/l | < 0,05 | < 0,4 | < 0,8 | < 1,5 | ≥ 1,5 |
| bis(2-ethylhexyl)ftalát | DEHP | μg/l | < 0,5 | < 1,1 | < 2,2 | < 4 | ≥ 4 |
| bisfenol A | 80-05-7 | μg/l | < 0,05 | < 0,15 | < 0,6 | < 1,2 | ≥ 1,2 |
| dichlorbenzeny ^c | DCB | μg/l | < 0,1 | < 0,2 | < 0,3 | < 0,5 | ≥ 0,5 |
| dimethachlor a jeho metabolity ^d | 50563-36-5 | μg/l | < 0,05 | < 0,15 | < 0,3 | < 0,6 | ≥ 0,6 |
| glyfosát | 1071-83-6 | μg/l | < 1 | < 30 | < 60 | < 100 | ≥ 100 |
| hexazinon | 51235-04-2 | μg/l | < 0,015 | < 0,03 | < 0,07 | < 0,15 | ≥ 0,15 |
| chlorotoluron | 15545-48-9 | μg/l | < 0,05 | < 0,4 | < 0,8 | < 1,5 | ≥ 1,5 |
| isoproturon | 34123-59-6 | μg/l | < 0,05 | < 0,3 | < 0,6 | < 0,9 | ≥ 0,9 |
| kyselina ethylendiamintetraoctová | EDTA 60-00-04 | μg/l | < 1 | < 20 | < 60 | < 100 | ≥ 100 |

Tabulka č. 5. – Mezní hodnoty tříd kvality vody podle ČSN 75 7221

Biochemická spotřeba kyslíku (BSK₅)

Měřené hodnoty byly naměřené v místě odběru

VN Nechanice - odtok



Graf 1 - Vývoj biochemické spotřeby kyslíku v nádrži v letech 2010 - 2019

Hodnoty podle ČSN 75 7221

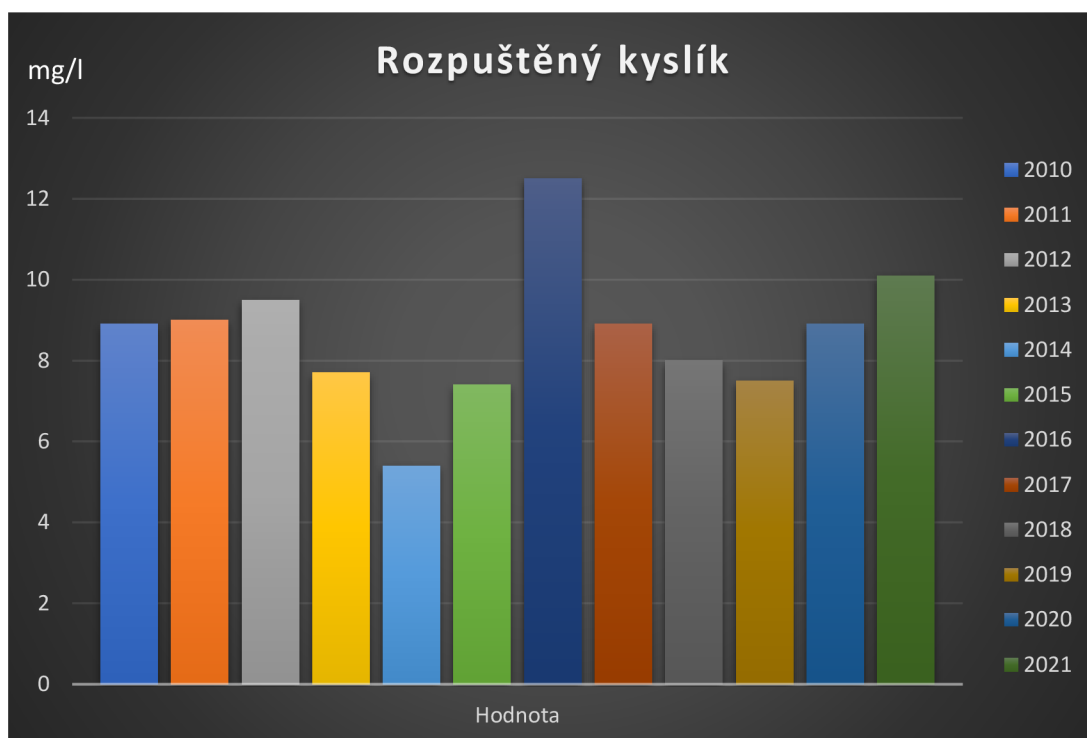
| | I. Třída | II. Třída | III. Třída | IV. Třída | V. Třída |
|-------------------------------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| biochemická spotřeba kyslíku (mg/l) | < 2 | < 4 | < 8 | < 15 | ≥ 15 |

Biochemická spotřeba kyslíku značí hmotnostní koncentraci kyslíku rozpuštěného v roztoku, která byla spotřebována mikroorganismy během oxidace organických látek za aerobních podmínek. Je nepřímým ukazatelem množství biologicky rozložitelných látek.

Dle naměřených hodnot v letech 2010 až 2019 se hodnoty pohybovali v rozmezí od 1,3 do 1,9 mg/l. V tomto případě z hlediska výsledků kategorizujeme vodu do I. třídy kvality vod.

Rozpuštěný kyslík O₂

Množství kyslíku v povrchové vodě souvisí se znečištěním. V grafu vidíme, jak se obsah kyslíku v jednotlivých letech liší. Hodnoty jsou uváděny v mg/l.



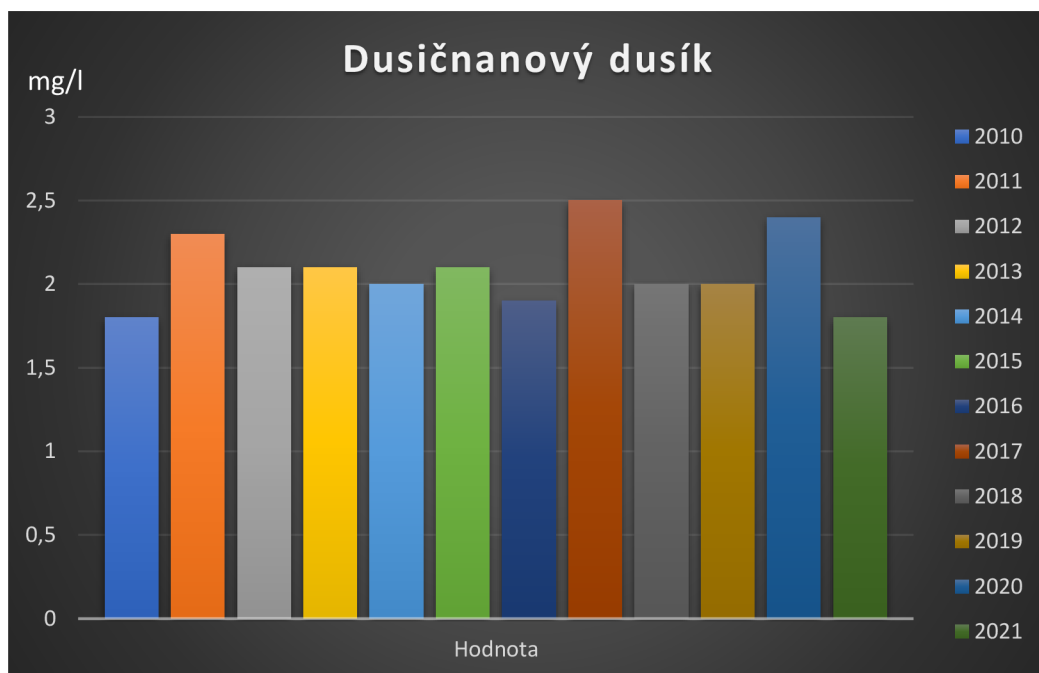
Graf 2 - Vývoj rozpuštěného kyslíku v nádrži v letech 2010 – 2021

Hodnoty podle ČSN 75 7221

| | I. Třída | II. Třída | III. Třída | IV. Třída | V. Třída |
|--------------------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| rozpuštěný kyslík (mg/l) | > 8,5 | > 7,5 | > 6 | > 4 | ≤ 4 |

Dle naměřených hodnot v období od roku 2010 do roku 2021, které se pohybovali v rozmezí 5,4 až 12,5. mg/l. Hodnota 5,4 mg/l naměřená v roce 2014 je kategorizována do třídy IV. Hodnota 7,4 mg/l naměřená v roce 2015 spadá do třídy III. Hodnoty v dalších letech jsou kategorizovány do třídy I.

Dusičnanový dusík - (N -NO₃)



Graf 3 – Vývoj dusičnanového dusíku v nádrži v letech 2010 – 2021

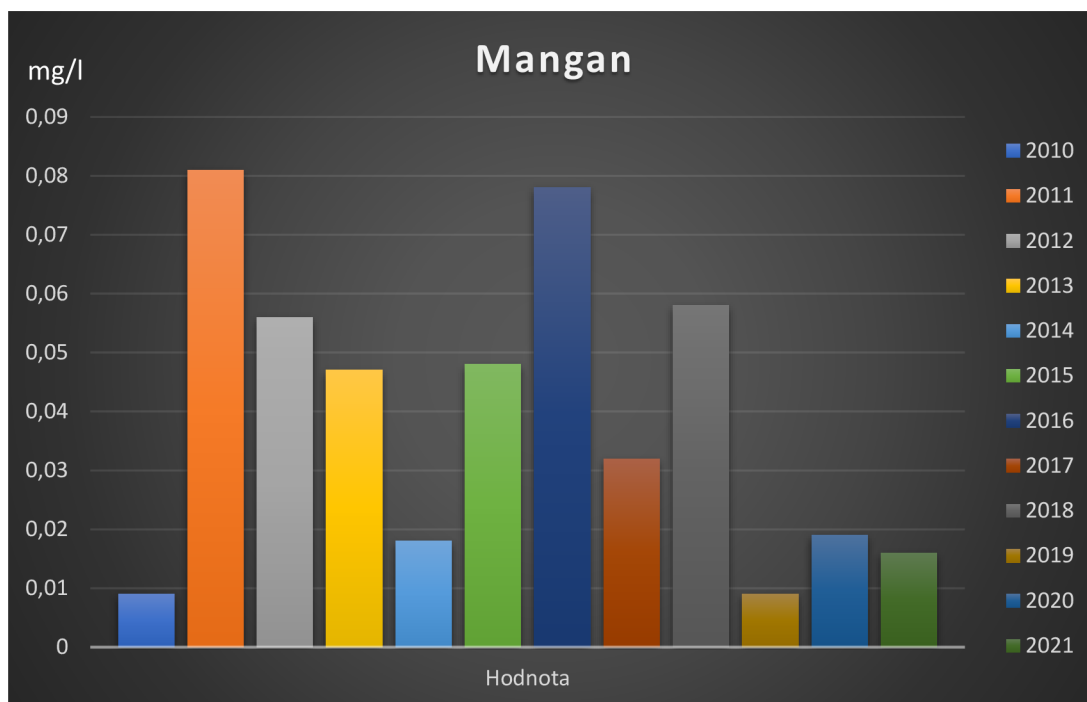
Hodnoty podle ČSN 75 7221

| | I. Třída | II. Třída | III. Třída | IV. Třída | V. Třída |
|--------------------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| dusičnanový dusík (mg/l) | < 2,5 | < 5 | < 8 | < 12 | ≥ 12 |

Dusičnany se používají jako hnojiva. Smýváním se dostávají do vody, kde se rozpouštějí. Ve velkém množství může být nebezpečný. Především pro kojence.

Dle naměřených hodnot v letech 2010 až 2021 byly hodnoty naměřeny v rozmezí 1,8 mg/l až 2,4 mg/l. Tímto kategorizujeme dusičnanový dusík do I. třídy kvality vod.

Mangan



Graf 4 - Vývoj biochemické spotřeby manganu v nádrži v letech 2010 – 2021

Hodnoty podle ČSN 75 7221

| | I. Třída | II. Třída | III. Třída | IV. Třída | V. Třída |
|--------|----------|-----------|------------|-----------|----------|
| mangan | < 100 | < 300 | < 500 | < 800 | ≥ 800 |

Zvýšené množství manganu ve vodách ovlivňuje především organoleptické vlastnosti vody – barva, chuť, zákal.

Dle naměřených hodnot v období roku 2010 až 2021, kdy byly hodnoty naměřené 0,009 až 0,081 mg/l. Lze kategorizovat do I. Třídy kvality vody.

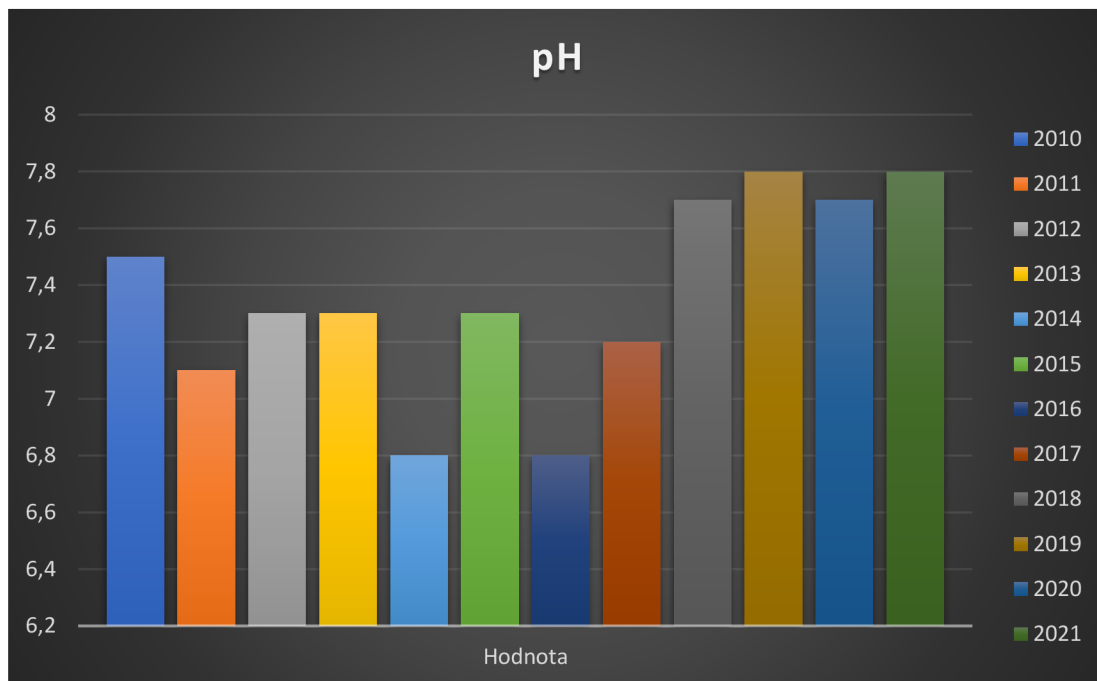
Porovnání s vyhláškou 252/2004 Sb.

Na základě stanovených limitních ukazatelů ve vyhlášce 252/2004 Sb., lze konstatovat, že například u Mangan (Mn) je stanoven mezní limit 0,050 mg/l.

Celkově dusičnany 50 mg/l, což je nejvyšší mezní hodnota. Mezní hodnoty pH jsou stanoveny 6,5 -9 mg/l.

Chemická spotřeba kyslíku (uvedena manganistanem) je mezní hodnota 3,0 mg/l.

pH ve vodě



Graf 5 - Vývoj pH vody v nádrži v letech 2010 – 2021

pH se pohybuje v rozsahu 1-14. pH = 7 má roztok přesně neutrální. Hodnoty nižší než 7 charakterizují zvyšující se kyselost a hodnoty vyšší než 7 naopak zásaditost. Ideální hodnota pro bazény je 6,8 - 7,2. V nádržích se vyskytuje pH mezi 6,5 – 8,5

7.3. Závěrečné vyhodnocení

Koncentrace BSK5 se v jednotlivých letech pohybuje v rozmezí 1,3 až 1,9 mg/l což je méně než hodnota uváděná v ČSN 75 7221 (< 2 mg/l) a lze zařadit do I. třídy čistoty vody. Hodnoty rozpuštěného kyslíku od 8,00 do 12,5 mg/l. Podle mezních hodnot ČSN 75 2221 lze řadit do I. třídy čistoty vod. Dusičnanový dusík v jednotlivých letech je v rozmezí od 1,8 do 2,5 mg/l, tímto se také řadí do I. třídy čistoty vod, nicméně hodnota 2,5 je již limitní. Hodnoty manganu jsou velmi nízké, klasifikují se do I. třídy čistoty vod. Hodnoty pH jsou v rozmezí 6,8 až 7,8. Celkově lze říci, že na základě získaných naměřených hodnot, můžeme vodu klasifikovat jako čistou. A po jednoduché úpravě lze vodu upravit na vodu pitnou.

8. DISKUSE

Voda je život. Voda je vše. Tak by odpovídali někteří lidé, kteří musí čelit nedostatku vody. Každá voda je jiná, vlastnosti a sloužení vod se liší. Vody jsou ovlivněny různými chemickými složeními. Někde je voda chemicky závadná tolik, že nemůže sloužit ani jako užitková. Někde je voda silně ovlivňována kyselými srážkami. Může protékat rašeliništi, tudíž některé vodní zdroje mají větší množství huminových látek, jež může být způsobeno antropogenně, ale i přirozenou cestou (Johanisová, J., 2003 Klučáková M., 2005).

Vodní dílo je kontrolováno Krajskou hygienickou stanicí, podle odebíraných vzorků můžeme hovořit o tom, že se ve vodě nenacházejí žádné látky v takovém množství, které by zabraňovaly využívat vodu k rekreaci. Podle vzorků odebíraných za deset let, lze hovořit, že trend je stálý a neměnný.

Za zmínku stojí také i to, že část vodní nádrže Nechranice byla vyhlášena jako ptačí oblast a je součástí soustavy Natura 2000.

V této oblasti se vyskytují husy polní a zimující vodní ptáci, například potáplice severní, kormorán velký, kachna divoká, hohol severní, mořák velký, husa běločelá ale i orel mořský. Vodní plochu využívají také kulík říční a vodouš šedý. Ochrana spočívá v zachování a obnově ekosystémů významných pro zmíněné druhy ptáků.

Natura 2000 je soustava chráněných území, kterou společně vytvářejí členské státy Evropské unie. Je určena k ochraně nejvzácnějších a nejvíce ohrožených druhů živočichů, rostlin a nejvzácnějších přírodních stanovišť na území Evropské unie. Záměrem Natury 2000 je ochrana biologické rozmanitosti a jednotlivá území jsou navrhována podle přesně stanovených kritérií.

Přehrada je velmi významnou rekreační oblastí. Nabízí pohodovou a bezstarostnou dovolenou. Kromě koupání je zde i možnost provozovat rybolov a vodní sporty. Jachtaři a surfaři si zde přijdou na své. Jsou zde velmi příznivé povětrnostní podmínky. Na nádrži je ovšem zakázán provoz plavidel se spalovacím motorem. Na bezpečnost dohlíží Policie ČR a vodní záchranná služba ČČK.

V okolí přehrady je možnost ubytování v několika kempech, řadě penzionů či privátů.

K výletům lákají i nedaleké města Kadaň, Žatec, Chomutov a Klášterec nad Ohří a také nedaleké Krušné hory.

V rámci umístění vodní přehrady si myslím, že je umístěna ve vhodné lokalitě. Vodní dílo Nechanice je v blízkosti průmyslových měst Chomutov, Kadaň, Žatec, Most. Tímto se z tohoto díla stává oblíbeným útočištěm pro okolní obyvatelstvo. Ale také i pro turisty. V letních dnech zde narazíme i na nedaleké sousedy z Německa, kteří letní dny tráví u vody. V okolí je několik kempů, využití sportu, relaxace a odpočinku. Svě si najdou i rybáři. Nejdelší v nádrži ulovené štiky měřily až 135 centimetrů. Jedním z rybářů, který takovou štikou ulovil a zároveň zde o lovu ryb natočil filmový dokument, je Jakub Vágner.

9. ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit stav kvality vody ve vodním díle Nechranice. V první části jsem se zabývala odbornými informacemi. Nashromáždila jsem odborná data. V druhé části práce jsem popisovala vodní dílo a v poslední řadě pomocí grafů zpracovala jednotlivé ukazatele kvality vody od roku 2010 do roku 2021.

K vodní nádrži mám také malou vazbu, kdy jako malá jsem se svou sestrou a přáteli strávila několik teplých dnů.

V návaznosti na zhodnocení v průběhu let, lze konstatovat, že vodní nádrž Nechranice působí jako čistá a kvalitní voda. Možná proto je také velmi oblíbená.

Okolní vesnice Nechranické přehrady využívají velmi hojně tuto přehradu k rekreaci.

Kde vidím problém je to, že voda v přehradě může být znečištěná, právě tím, že zde působí lidský činitel. Tím, že se u vody v letních dnech vyskytují rekreanti. Mohou způsobit znečištění tím, že do vody budou zanášet odpad ve formě obalů, jídla, tekutin. Další nevýhodou je zde rybářství a s tím spojené pytláctví. Pytláctví je považováno za trestní čin, kdy se pytláci mohou obohatit na základě rybolovu.

Podstatou práce bylo zpracování vyhodnocení kvality vody Nechranické přehrady. Získaná data odebíraných vzorků jednotlivých fyzikálních vlastností od roku 2010 do roku 2021, mi pomohla provést souhrnný přehled. Při zhodnocování výsledků byla porovnána norma ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod.

Souhrnně lze konstatovat, že většina ukazatelů byla klasifikována do I. Třídy jakosti vod. Jedná se o ukazatele: biochemická spotřeba kyslíku, Mangan, pH, dusičnanový dusík, rozpuštěný kyslík. V závěru práce nalezneme fotografie z Nechranické přehrady.

10. ZDROJE A LITERATURA

BARUTH, Edward E., 1990: Water treatment plant design. Vyd.4. McGraw- Hill. 972 s. ISBN: 0-07-141872-5

CÍLEK, Václav, Zdeňka SŮVOVÁ a Tomáš JUST, 2017. Voda a krajina: Kniha o životě s vodou a návratu k přirozené krajině. Praha. ISBN 978-80-7363-837-5.

FIEDLER, D., GRAEBER, D., BADRIAN, M., and KÖHLER, J. Growth response of four fresh water algal species to dissolved organic nitrogen of different concentration and complexity. *Freshwater Biology*, 2015, 60, p. 1613–1621.

GREENWOOD, Norman N. a Alan EARNSHAW. *Chemie prvků I*. Praha

HEJZAR J., KOPÁČEK J., *Vodní hospodářství* 40, 76 (1990).

Informatorium, 1993, s. 577-668. ISBN 80-85427-38-9.

JOHANISOVÁ J., 2003: Použití přírodních sorbentů při úpravě vod – humínové látky a jejich komplexotvorné schopnosti vůči těžkým kovům. VŠCHT, disertace.

KLUČÁKOVÁ M., 2005: Analysis of relationship between properties and behaviour of materials used and impregnation conditions of carbon-carbon composites. *Acta materialia*. Elsevier, 2005 53(14). p. 3841 - 3848. ISSN 1359-6454.

KOMÍNKOVÁ, Dana, BENEŠOVÁ, Libuše, ŠTASTNÁ, Gabriela, 2014: Úprava pitných a čištění odpadních vod. Vyd. 1. Praha. 238 s.

KULHAVÝ, T., *Vodní hospodářství* 39B, 188, 1989.

LEK, Sovan, ed. et al., 2005: Modelling community structure in freshwater ecosystems. Berlin: Springer, (c)2005. xii, 518 s. ISBN 3-540-23940-5.

LELLÁK, J., KUBÍČEK, F., 1991. *Hydrobiologie*. Univerzita Karlova, Praha, s. 17-45.

Ministerstvo zemědělství, ©2006: Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2017 (online), ISBN 978-80-7434-319-3, [cit. 17. 11. 2018], dostupné z <<http://eagri.cz/public/web/mze/voda/osveta-a-publikace/publikace-a-dokumenty/modre-zpravy/index-1.html> >.

PITTER, Pavel, 1999. *Hydrochemie*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 568 s. ISBN 80-03-00525-62.

PITTER, Pavel, 2015. Hydrochemie. Praha: Vydavatelství VŠCHT. ISBN 978-80-7080-928-0.

SLAVÍČEK, Marek a SLAVÍČKOVÁ, Kateřina, 2006: Vodní hospodářství obcí 1: úprava a čištění vody. Praha: České vysoké učení technické. Vyd. 1. Praha. 194 s. ISBN 80-01-03534-4.

Stumm W. a James J. M., 1996: Aquatic Chemistry: chemical equilibria and rates in natural waters. 3rd ed. New York: Wiley., viii, xvi, 1022 s. ISBN 0 -471-51185-4.

SVOBODOVÁ, Z., MÁCHOVÁ, J., VYKUSOVÁ, B., 1992. Havarijní a dlouhodobé znečištění povrchových vod (skripta). VÚRH Vodňany, 180 s.

SYNÁČKOVÁ, Marcela, 1996. Čistota vod. Praha: Vydavatelství ČVUT, 208 s. ISBN 80-01-01083-X.

Technologies for Upgrading Existing or Designing new Drinking Water Treatment Facilities. 1st Ed. Lancaster: Technomic Publishing Co., 1994. 209 s. ISBN 87762-824-6.

TOUŽÍN, Jiří. Stručný přehled chemie prvků. vyd. 1. Brno: Tribun EU, 2008, s. 95, 103. ISBN 9788073995270.

VALENTOVÁ, O., MÁCHOVÁ, J., FAINA, R., KROUPOVÁ, H., SVOBODOVÁ, Z., 2009. Souprava combi-terénní analýzy vody. Edice metodik, VÚRH JU Vodňany, č. 90, 28 s.

VELHARTICKÝ, Jaroslav a kolektiv, 1963: Vodárenská příručka. Vyd. 1. Praha. 155 s.

ZAVADIL J., GABRIEL J., HAMPL B., P ROCHÁZKA R., BULÍČEK J, 1946: Jakost a úprava vody. Vyd. 1. Praha. 77 s.

Zdroje obrázků

Obrazek 1 - Zdroj: http://eagri.cz/public/web/file/607186/Modra_zprava_2017_web.pdf

Internetové zdroje

Obrazek-2

<https://www.google.com/maps/place/Nechranice/@50.3599283,13.3644141,11z/data=!4m5!3m4!1s0x470a11037c159e9d:0xd8bc086f260d564b!8m2!3d50.3622233!4d13.3825171>

Obrázek 3 – Odpouštění vody Nechranice dostupné z <https://sever.rozhlas.cz/sites/default/files/images/78273d0795c6eab8c901798d106c8db2.jpg>

Obrázek 4 – hráz Nechranice dostupné z https://d34-a.sdn.cz/d_34/c_img_G_H/on2BEp8.jpeg?fl=res,400,225,3

Tabulky

Tabulka č.1 - Dusík v oxidačních stupních

Tabulka č.2 - Celoroční teplota některých povrchových vod v ČR

Tabulka č.3 - Kontrola kvality vody

Tabulka č.4 - Klasifikace povrchových vod dle ČSN 75 7221

Tabulka č.5 - Mezní hodnoty tříd kvality vody de ČSN 75 7221

Fotodokumentace



Nechanice z ptačí perspektivy: dostupné z <https://www.tripadvisor.de>



Vodní nádrž a aktivity: dostupné z www.e-region.cz



Pohled na přehradní hráz: dostupné z <http://www.cztip.eu/cz/prehradni-nadrz-nechranice/>



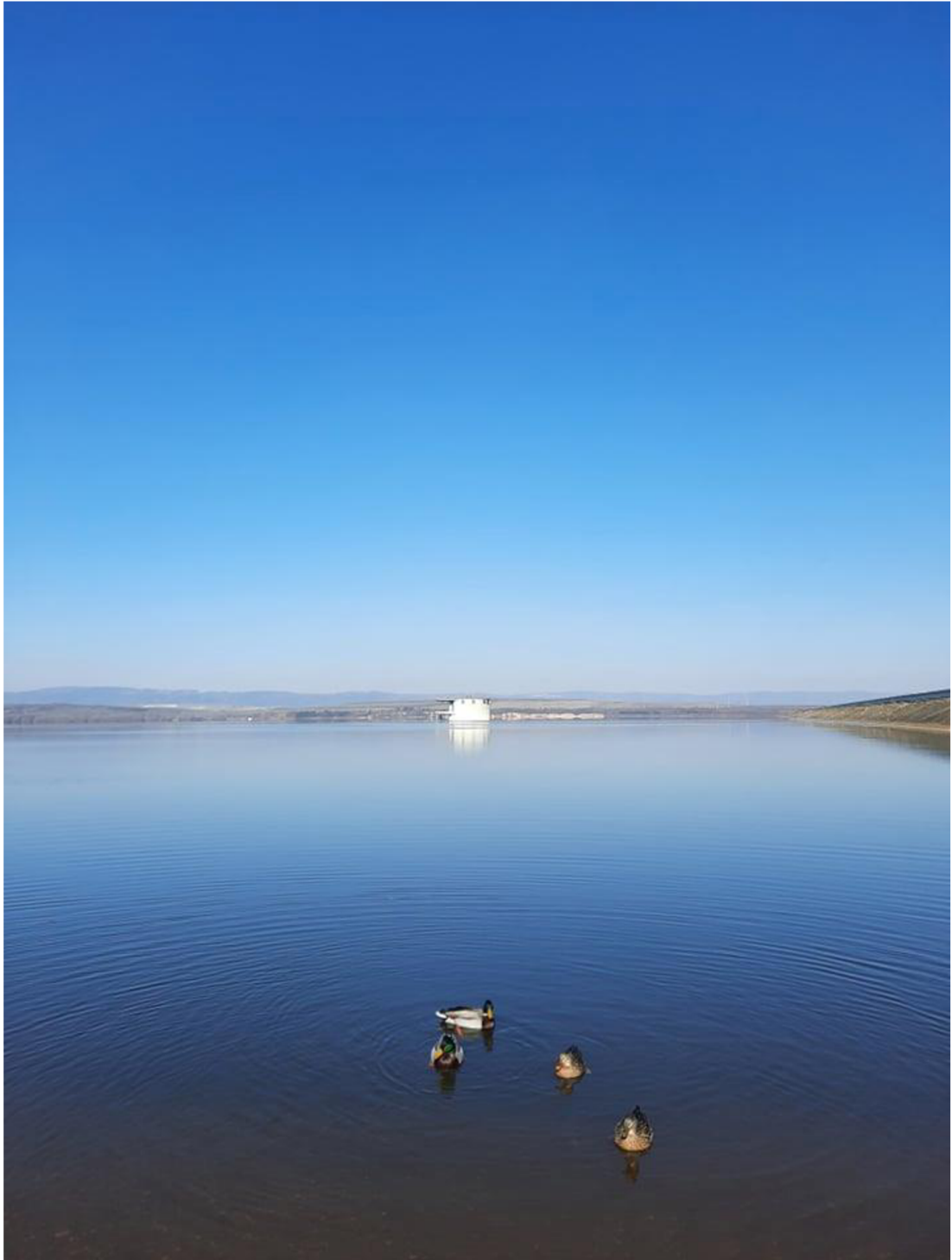
Okolí elektrárny autorka práce.



Vodni elektrarna nechanice: autorka práce



Pohled z „přístavu“: autorka práce.



Kachny divoké: autorka práce.