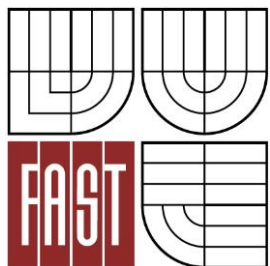




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

PŘEDČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD NA STOKOVÉ SÍTI

PRETREATMENT OF WASTEWATER TO THE SEWER SYSTEM

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. DENISA DOSKOČILOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

prof. Ing. PETR HLAVÍNEK, CSc., MBA

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště Ústav vodního hospodářství obcí

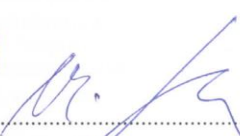
ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant Bc. Denisa Doskočilová
Název Předčištění odpadních vod na stokové síti
Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc., MBA
Datum zadání diplomové práce 11. 3. 2014
Datum odevzdání diplomové práce 16. 1. 2015

V Brně dne 11. 3. 2014


doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu




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

Podklady a literatura

- [1] Mays L.W. Stormwater Collection Systems Design Handbook. McGraw-Hill, New York. 2004. ISBN 007-135471-9.
- [2] WEF manual of practice: Wastewater collection systems management, ISBN: 978-0-07-166663-3.
- [3] Kabelková I a kol. : Posuzování dešťových oddělovačů jednotných stokových systémů v urbanizovaných územích, SFŽP 2010.
- [4] Grady, C.P.Leslie ; Daigger, Glen T. ; Love, Nancy G. ; Filipe, Carlos D.M. Biological Wastewater Treatment, Third Edition, IWA Publishing, 2011. 991 s. ISBN 9780849396793
- [5] Hlavínek P., Mičín J., Prax P.: Příručka stokování a čištění, ISBN 80-86020-30-4, NOEL 2000, Brno 2001
- [6] Krejčí a kol.: Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup, ISBN 80-86020-39-8, NOEL 2000, Brno 2002
- [7] Sborníky Water Science and Technology, IWA Publishing

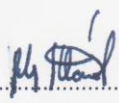
Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Diplomová práce bude zaměřena na problematiku předčištění odpadních vod na stokové síti. V první části práce bude zpracován přehled problematiky předčištění odpadních vod s ohledem na metodickou příručku „Posuzování dešťových oddělovačů jednotných stokových systémů v urbanizovaných územích“. V druhé části práce bude zpracován návrh předčištění odpadních vod na konkrétní stokové síti. Problematika bude zpracovávána ve spolupráci s fy HUBER CZ. Podklady si diplomantka zajistí po dohodě s vedoucím práce v rámci diplomového semináře u fy HUBER a AQUA PROCON. Při zpracování textů, výpočtů a výkresové části dokumentace bude v maximální míře využita výpočetní technika.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).


.....
prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc., MBA
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce je zpracování problematiky předčištění odpadní vody na stokové síti se zaměřením na dešťové oddělovače a jejich vlivu na vodní toky s ohledem na metodickou příručku Posuzování dešťových oddělovačů jednotných stokových systémů v urbanizovaném území. Práce popisuje legislativu související s dešťovými oddělovači včetně srovnání se zahraničím. Dále je zpracován přehled objektů a zařízení, které je možné využít k předčištění odpadní vody na stokové síti. V praktické části je navrženo nové řešení mobilní přelivné hrany dešťového oddělovače OK2A, který se nachází na stokové síti ve městě Brně. V rámci řešení praktické části je zpracována projektová dokumentace nově navrženého zařízení a objektů. Z tohoto materiálu mohou čerpat jak vodohospodářské firmy, projekční kanceláře, studenti i široká veřejnost.

KLÍČOVÁ SLOVA

Dešťový oddělovač, ochrana recipientu, odpadní vody, nerozpuštěné látky, česle, přelivná hrana

ABSTRACT

The aim of this thesis is to treat the problem of wastewater pretreatment on the sewer network with a focus on storm water overflow and their impact on waterways with regard to The Methodological Manual for Assessment of storm water overflow within uniform sewerage systems in urban areas. This work describes the legislation relating to storm water overflow and includes comparison with other countries. Furthermore, there is processed the outline of objects and equipment which can be used for wastewater pre-treatment in the sewer network. In the practical part of the thesis there is designed a new solution for the mobile spillway edge of the storm water overflow OK2A, which is located within the sewer network in Brno. In the practical part of the paper there is depicted the project documentation of newly designed equipment and objects. Water management companies, design offices, students and the general public can use this thesis as an inspiration.

KEY WORDS

storm water overflow , protection of receiving waters, waste water, undissolved solids, screens, overflow weir

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

DOSKOČILOVÁ, Denisa. *Předčištění odpadních vod na stokové síti*. Brno: 2014. 72 s. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce prof. Ing. Petr Hlavínek CSc., MBA

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce prof. Ing. PETRU HLAVÍNKOVI, CSc., MBA za odborné rady při psaní této diplomové práce.

Také bych poděkovala řediteli kanalizační sekce Brněnských vodáren a kanalizací, a.s.

Ing. Vladimíru Habrovi za poskytnuté materiály a odborné rady pro vypracování této práce.

Dále bych ráda poděkovala Ing. Janu Ševčíkovi z fy. Huber CS za trpělivost a poskytnuté materiály a odborné rady.

OBSAH

1	ÚVOD	4
1.1	Odpadní voda	4
1.1.1	Sledované hodnoty	4
1.2	Ochrana recipientu	5
2	LEGISLATIVA	6
2.1	ČESKÁ REPUBLIKA	6
2.1.1	Porovnání limitů Nařízení vlády z let 1975 – 2011	6
2.2	Legislativa v EU a její návaznost na ČR	7
2.2.1	Legislativní rámec dešťových oddělovačů	8
3	KANALIZAČNÍ ŘÁD	10
3.1	Charakteristika obce	10
3.2	Cíle kanalizačního řádu	10
3.3	Druh kanalizace a technické údaje	11
3.3.1	Kmenové stoky ve městě Brně	11
3.4	Stoková síť a její výhledový stav	12
3.5	Látky, které nejsou odpadními vodami	13
3.6	Nejvyšší přípustná míra znečištění vypouštěných odpadních vod pro jednotlivé odběratele	14
3.7	Vypouštění odpadních vod s vyšší mírou znečištění než stanovují limity	17
3.8	Další podmínky pro vypouštění odpadních vod do kanalizace	17
4	VLIV DEŠŤOVÝCH ODDĚLOVAČŮ NA VODNÍ TOKY	20
4.1	Ekologický stav toku	20
4.2	Ochrana vodních toků z emisního hlediska	23
4.2.1	Kritéria pro celé urbanizované povodí	23
4.2.2	Kritéria pro jednotlivé dešťové oddělovače	24
4.2.3	Opatření pro splnění emisních kritérií	24
4.3	Ochrana recipientů z imisního hlediska	24
4.3.1	Hydraulické narušení	25
4.3.2	Akutní toxicita amoniaku	25
4.3.3	Deficit kyslíku	26
4.3.4	Nerozpuštěné látky	26
4.3.5	Hygienické znečištění	26
4.3.6	Estetické narušení	27
4.4	Ochrana vodních toků v zahraničí	27
4.4.1	Emisní kritéria pro jednotlivé dešťové oddělovače	27

4.4.2	Imisní kritéria pro jednotlivé dešťového oddělovače.....	29
5	OBJEKTY PRO PŘEDČIŠTĚNÍ ODPADNÍ VODY NA STOKOVÉ SÍTI.....	30
5.1	Dešťové oddělovače.....	30
5.2	Akumulační a separační zařízení.....	31
5.2.1	Akumulační objekty.....	31
5.2.2	Separátory.....	32
5.3	Česle	33
5.3.1	Předsazené česle	34
5.3.2	Štitové česle	35
5.3.3	Česle pro dešťové vody HSW.....	36
5.4	Síta.....	37
5.4.1	Rotační síta	37
5.4.2	Membránová síta	39
5.4.3	Síta na přepadech	40
5.4.4	Automaticky čištěná síta s vertikálním odstraňováním shrabků	43
5.5	Sklopné žlaby.....	44
5.6	Zařízení pro regulování průtoků odpadních vod	45
5.6.1	Plovákové regulátory	45
5.6.2	Štitové oddělovače	47
5.6.3	Zpětné klapky	50
6	PRAKTICKÁ ČÁST	52
6.1	Umístění	52
6.2	Návrhové parametry.....	52
6.3	Popis funkce celého objektů	52
6.3.1	Stavební objekty	53
6.4	Dešťový oddělovač OK2A	53
6.4.1	Popis funkce dešťového oddělovače OK2A	54
6.4.2	Řízení odtoku.....	55
6.5	Návrh opatření	55
6.5.1	ŘEŠENÍ	56
7	ZÁVĚR	60
8	POUŽITÁ LITERATURA.....	62
9	SEZNAM TABULEK	64
10	ZDROJE TABULEK.....	65
11	SEZNAM OBRÁZKŮ	66

12	ZDROJE OBRÁZKŮ	68
13	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	69
14	SEZNAM PŘÍLOH.....	70
15	SEZNAM CITACÍ	71
16	SUMMARY.....	72

1 ÚVOD

V rámci této práce je zpracována problematika předčištění odpadní vody na stokové síti s ohledem na metodickou příručku Posuzování dešťových oddělovačů jednotných stokových systémů v urbanizovaných územích. Práce se zaměřuje zejména na dešťové oddělovače a s nimi spojenou legislativu, jejich vliv na vodní toky a také na objekty, které jsou spojeny s předčištěním odpadní vody na stokové síti. V praktické části je navrženo nové řešení mobilní přepadové hrany dešťového oddělovače OK2A, který se nachází na stokové síti ve městě Brně. Z důvodu nedostatečného předčištění odpadní vody během dešťových událostí, je v praktické části navrženo stíratelné zařízení na předčištění odpadní vody. Přílohy praktické části práce obsahují výkresy situace, půdorysu a řezů dešťového oddělovače OK 2A.

1.1 ODPADNÍ VODA

Odpadní voda je veškerá voda, která je odváděna stokovou sítí. Podle původu a druhu znečištění ji můžeme rozdělit na: [3]

- Splaškovou
- Průmyslovou
- Infekční
- Ze zemědělství a zemědělské výroby
- Dešťová -povrchová
 -Smíšená
- Ostatní odpadní voda

1.1.1 Sledované hodnoty

Z hlediska složení městských odpadních vod nás nejvíce zajímá hodnota BSK₅, která se nejčastěji pohybuje okolo 150 až 400 mg/l. Menší hodnoty než je toto rozmezí považujeme spíše za anomálie. Dalším důležitým ukazatelem je CHSK Cr, které bývá zhruba dvojnásobné. V případě nerozpuštěných látek se hodnoty pohybují v koncentracích v rozmezí 500 až 1000 mg/l. KNK_{4,5} u odpadních vod je udáváno v jednotkách mmol/l, z čehož plyne (1 mmol/l = 61 mg/l HCO₃⁻). Hodnoty pH se pohybují od 7,0 do 8,0.[2]

Před vypouštěním odpadních vod do recipientu je třeba tyto vody upravit tak, aby splňovaly určitou mez požadovanou vodohospodářským rozhodnutím. To vychází z celostátně platné legislativy, která nám stanovuje ukazatele a hodnoty přípustného znečištění vod.

Emisní limity:

Jsou to maximálně přípustné koncentrace ve vypouštěné odpadní vodě z ČOV stanovené závazně pro jednotlivá odvětví průmyslu i pro městské odpadní vody. U městských odpadních vod jsou to limity koncentrace BSK₅, CSK_{Cr}, NL, N-NH⁴⁺ a P_{celk.}. [3]

Imisní limity

Koncentrace v recipientu, které by při vypouštění odpadní vody neměly být překročeny ani za nejméně příznivých hydrologických podmínek (průtok Q_{355}). Při povolování koncentrací ve vypouštěné odpadní vodě se tyto hodnoty berou pouze v úvahu, nejsou však závazné. Je to spíše jakási vidina cílového stavu, kam by se mělo ve vodním hospodářství směřovat. [3]

1.2 OCHRANA RECIPIENTU

Práce se zaměří na emisní i imisní ochranu recipientu, tzn. na jednotná emisní kritéria a jejich případné zpřísnění podle místně specifických podmínek (tj. **sdružený** nebo **kombinovaný** přístup). Minimální nároky na nakládání s dešťovým odtokem v jednotné kanalizaci, které vycházely z požadavků na konstrukci oddělovacích objektů, dnes vycházejí z cíle, že určitý podíl znečišťujících látek v odtoku musí být v ročním průměru odváděn za deště na biologický stupeň ČOV. Zároveň je snaha zajistit, aby u ČOV nedocházelo k hydraulickému přetížení. Tato práce se bude zabývat i kritickými případy narušení vodních toků z důvodu přepadů z dešťových oddělovačů, které se dají posoudit pomocí klíčových ukazatelů a obsahují i určitou míru bezpečnosti (tzn. postihnutí nejvíce nepříznivého stavu, který může nastat). [1]

Objekty předčištění odpadní vody na stokové síti:

- Dešťové oddělovače
- Dešťové nádrže
- Retenční stoky
- Lapáky tuku
- Odlučovače ropných látek
- Lapáky splavenin

2 LEGISLATIVA

Odpadní vody, které jsou vypouštěny do vod povrchových, musí splňovat určitá kritéria. Ty jsou uvedena v Nařízeních vlády, která se v průběhu let měnila tak, aby docházelo k co možná nejmenšímu znečišťování životního prostředí. Pokud dojde z nějakého důvodu k nedodržení těchto hodnot, musí stav posoudit příslušný vodohospodářský úřad a rozhodnout o případné výjimce. To může nastat v případech různých havárií, nebo jiných výjimečných případech.[2]

2.1 ČESKÁ REPUBLIKA

Jeden z prvních legislativních dokumentů u nás byl Vodní zákon Československé republiky 11/1955, který povoloval vypouštění odpadních vod do vod povrchových, pokud bylo zajištěno jejich čištění nebo jinak postaráno o jejich zneškodnění. Tento dokument ale nenařizoval žádné limitní hodnoty, které by vypouštění omezovalo. [2]

V roce 1975 bylo vydáno Nařízení vlády České socialistické republiky 25/1975 Sb., kde byly dány ukazatele přípustného stupně znečištění vod, které zohledňovaly množství látek v recipientu po smísení s vodou. [2]

Následujícím dokumentem bylo Nařízení vlády České republiky 171/1992 Sb., které oproti předešlému udává emisní hodnoty. To znamená, že se jedná o limitní hodnoty, které mohou být do recipientu vypouštěny. [2]

Nařízení vlády České republiky 82/1999 Sb. udává ukazatele a hodnoty přípustného stupně znečištění vod a to jednotlivě pro vody splaškové, městské, průmyslové a zvláštní. U průmyslových vod jsou potom posuzovány vody pro jednotlivé druhy průmyslu.[2]

V Nařízení vlády Nařízení vlády České republiky 61/2003 Sb., se oproti předešlému příliš nemění. Emisní hodnoty se zpřísňují u celkového fosforu nad 100 000 obyvatel v rámci minimální přípustné účinnosti čištění odpadních vod. [2]

Nařízení vlády 23/2011 Sb. přináší největší změnu v podobě limitních hodnot jak u přípustné účinnosti čištění odpadních vod, tak i u emisních standardů a to u čistíren po 500 ekvivalentních obyvatel (EO). [2]

2.1.1 Porovnání limitů Nařízení vlády z let 1975 – 2011

V tabulkách níže, je uvedeno porovnání emisních limitů a účinnosti čištění vypouštěných odpadních vod dle jednotlivých Nařízení vlády. Jak bylo již výše uvedeno, nařízení vlády z roku 1955 neobsahovalo žádné stanovené limity. Až teprve Nařízení vlády z roku 1975 obsahovalo imisní limity, které se získávaly přepočtem. Uvedené limity platí pro vypouštění odpadní vody do recipientu Z ČOV. Limity pro producenty vypouštějící odpadní vody do stokové sítě jsou uvedeny v kapitole 3. kanalizační řád.

Tab. č. 2.1.1.1. : Porovnání emisních hodnot: [1]

	BSK ₅ (mg/l)		CHSK (mg/l)		NL (mg/l)		P _{celk.} (mg/l)		N _{celk.} (mg/l)	
	p	m	p	m	p	m	p	m	p	m
NV 171/1992 Sb. do 31.12.2004	30		110		25		1		-	
NV 171/1992 Sb. od 1.1.2004	25		90		20		1,5		-	
NV 82/1999 Sb.	15	30	75	125	20	40	1,5	3	15	20
NV 61/2003 Sb.	15	30	75	125	20	40	1	3	10	20
NV 23/2011 Sb.	15	30	75	125	20	40	1	3	10	20

Tab. č. 2.1.1.2. : Porovnání účinnosti čištění: [1]

	BSK ₅ (mg/l)	CHSK (mg/l)	P _{celk.} (mg/l)	N _{celk.} (mg/l)
NV 61/2003 Sb.	85	75	80	75
NV 23/2011 Sb.	85	75	80	70

2.2 LEGISLATIVA V EU A JEJÍ NÁVAZNOST NA ČR

Právní předpisy v EU v oblasti Voda prošlo celkem čtyřmi etapami (generacemi). Vždy vycházely z vývoje vodohospodářského poznání a také z různé úrovně hospodářské a technické vyspělosti jednotlivých států. Ve výsledku to znamená, že vnitrostátní právní předpisy daného státu mohou být v závislosti na vyspělosti přísnější, než právní předpisy členské. [3]

- První generací právních předpisů EU v oblasti Voda bylo vymezení skupiny tzv. imisních směrnic, jež stanovují závazné a směrné požadavky na jakost vod. Podobnou koncepci mělo naše již zrušené Nařízení vlády ČSR 25/1975 Sb., v němž byly stanoveny ukazatele přípustného stupně znečištění. Všeobecně se ale čištění odpadních vod provozovalo v malé míře, tudíž docházelo k přílišnému množství výjimek. V dalších právních předpisech ČR (Nařízení vlády ČR 171/1992, později NV č. 82/1999, NV č. 61/2003, NV č. 23/2011) byly stanoveny limity závazné pro vypouštění odpadní vody. Pro povrchové vody ukazatele znečištění striktně závazné nejsou, avšak při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových z nich vodohospodářský orgán vychází. [3]
- Druhou generací právních předpisů EU je skupina emisních směrnic, které stanovují závazné požadavky, resp. povinnost vnitrostátního stanovení emisních limitů a termínů. Tyto termíny udávají, od kdy budou muset být emisní limity pro vypouštění jednotlivých nebezpečných látek splněny. [3]
- Třetí generací předpisů jsou směrnice pro vypouštění odpadních vod, které obsahují organické znečištění nebo vnášené živiny do životního prostředí. Zahrnují také technické požadavky na technickou infrastrukturu, která s těmito látkami nakládá (tj. kanalizace, ČOV, apod.). Navíc směrnice obsahují i požadavky na vybavenost

jednotlivých aglomerací stokovými sítěmi a ČOV včetně jejich technické úrovně do stanovených lhůt, bez ohledu na stávající stav a možnosti výstavby. [3]

- Čtvrtá generace obsahuje integrované směrnice, které se věnují komplexnímu řešení dané oblasti, aby se dle určených lhůt dosáhlo žádaného stavu vodních útvarů z hlediska jakosti, množství i ekologických kvalit. To má být dosaženo **kombinovaným** působením emisních i imisních principů spolu s nejlepšími dostupnými technologiemi. [3]

2.2.1 Legislativní rámec dešťových oddělovačů

Vzhledem ke vstupu České republiky do Evropské unie (EU) se náš stát zavázal k plnění určitých požadavků a směrnic. Vodní hospodářství a životní prostředí souvisí s **Rámcovou směrnicí 2000/60/ES o vodní politice Společenství**, která nám předepisuje, *aby byl omezen vnos znečištění do vodních útvarů z difúzních i bodových zdrojů a aby byl do r. 2015 dosažen dobrý chemický a ekologický stav všech vodních útvarů*, za předpokladu ekonomické a společenské únosnosti. Tato Rámcová směrnice mimo jiné uvádí hlavní znečišťující látky, jejichž vnos je potřeba omezit nebo je mu potřeba zcela zabránit. V případě dešťových oddělovačů mluvíme hned o řadě těchto látek (např. nerozpuštěné látky, látky přispívajících k eutrofizaci nebo látky, které nepříznivě ovlivňují kyslíkovou rovnováhu). Pro regulaci vypouštění z bodových a difúzních zdrojů směrnice vyžaduje tzv. sdužený přístup. [1]

Další směrnice, které v případě dešťových oddělovačů přicházejí v úvahu, jsou **Směrnice 2006/7/ES o řízení jakosti vod ke koupání** a **Směrnice Rady 91/271/EHS o čištění městských odpadních vod**. Oblast vodního hospodářství v rámci České republiky vychází ze zákona č. 254/2001 Sb. o vodách (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů (novela z r. 2010), a ze zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích, ve znění pozdějších předpisů. [1]

Podle vodního zákona jsou při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání stavebníci povinni: „*zajistit vsakování nebo zadržování a odvádění povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby v souladu se stavebním zákonem*“ (stavební zákon ze 14. Března 2006 o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších předpisů). Tyto požadavky blíže upřesňuje prováděcí vyhláška **Stavebního zákona č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území**, kde jsou dány priority nakládání se srážkovými vodami: „*Stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno vsakování nebo odvádění srážkových vod ze zastavěných ploch nebo zpevněných ploch, pokud se neplánuje jejich jiné využití, přitom musí být řešeno*

1. *přednostně jejich vsakování, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, není-li možné vsakování,*

2. *jejich zadržování a regulované odvádění oddílnou kanalizací k odvádění srážkových vod do vod povrchových, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, nebo*

3. není-li možné oddělené odvádění do vod povrchových, pak jejich regulované vypouštění do jednotné kanalizace.'' [1]

Podle vodního zákona a nařízení vlády č. 61/2003 Sb. ve znění nařízení č. 229/2007 Sb. dále platí, „*Za odpadní vody se dále nepovažují srážkové vody z dešťových oddělovačů, pokud oddělovač splňuje podmínky, které stanoví vodoprávní úřad v povolení.*'' Vodoprávní úřady se v dnešní době mohou opírat při posuzování dešťových oddělovačů o metodickou příručku Posuzování dešťových oddělovačů jednotných stokových systémů v urbanizovaných územích a zavést tak posuzování kombinovaným přístupem, jako je tomu u ČOV. [1]



Obr. 1: Dešťový oddělovač ulice Trnité, Brno [1]



Obr. 2: Dešťový oddělovač ulice Trnité Brno [2]

3 KANALIZAČNÍ ŘÁD

Podstatným dokumentem je mimo nařízení vlády i **kanalizační řád**, který se zpracovává pro jednotlivé obce zvlášť a vztahuje se na vypouštění odpadních vod do kanalizace pro veřejnou potřebu na území měst a obcí. Pro tuto práci byl jako vzor vybrán **kanalizační řád města Brna, Kuřimi a Modřic, obce Česka a Želešice**. Byl schválen dle zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích rozhodnutím vodoprávního úřadu – oboru VLHZ Magistrátu města Brna s platností od 1. 1. 2011 do 31. 12. 2020. [23]

3.1 CHARAKTERISTIKA OBCE

Výškové poměry a celková konfigurace odkanalizovaného území vytváří pravděpodobnost přetížení kmenových stok a to hlavně v jejich spodních úsecích. ČOV města Brna se nachází v Modřicích, kde je rovinný terén, zatímco původní zástavba a nová sídliště jsou rozmístěny na protilehlých okrajích v kopcovitém terénu a cca 2/3 celkové rozlohy města odvodňuje jednotný systém. Další nevýhodou se ukazuje malá vodnost recipientu Svatky a Svitavy. [23]

Kanalizace ovlivňuje čistotu vodních toků protékajících Brnem:

- přepadem smíšených (ředěných) odpadních vod při deštích přes dešťové oddělovače
- dešťovými stokami zaústěnými do toků
- zbytkovým znečištěním vypouštěných vyčištěných vod z ČOV v Modřicích

Jednotlivé vlivy je snaha eliminovat:

- rekonstrukcí kmenových stok s vyšším stupněm retence odpadních vod (příp. v budoucnu uvažovanými speciálními objekty na kanalizační síti - dešťové zdrže, apod.)
- napojováním rekonstruovaných a nově budovaných kanalizačních systémů v satelitních obcích na kanalizační síť města Brna
- intenzifikací čištění městských odpadních vod v rekonstruované a rozšířené ČOV Modřice

3.2 CÍLE KANALIZAČNÍHO ŘÁDU

Kanalizační řád je právním podkladem a zdrojem pro užívání kanalizace. Zároveň upravuje vztahy mezi provozovatelem kanalizace pro veřejnou potřebu a producenty odpadních vod takovým způsobem, aby byla umožněna co největší hospodárnost při odvádění odpadních vod při současném splnění požadavků, které zabezpečují: [23]

- Jakost vodních toků a podzemních vod
- Optimální provoz ČOV
- Maximální efektivnost a účinnost při čištění odpadních vod
- Maximální využití kapacity stokové sítě a ČOV
- Maximální bezpečnost osob, pracujících v prostorách stokové sítě

3.3 DRUH KANALIZACE A TECHNICKÉ ÚDAJE

Díky velkému výškovému rozdílu cca 200 m převládá u brněnské kanalizace gravitační způsob odvádění odpadních vod. Stoková síť je složena ze tří odvodňovacích systémů: [23]

- V několika lokalitách na okraji města Brna jsou do recipientů odváděny **pouze srážkové vody**. Je to zastaralý způsob odvodnění, který nezajišťuje splnění provozních podmínek a má negativní vliv na životní prostředí
- Jednotný kanalizační systém dnes pokrývá více než 2/3 celkové rozlohy města Brna. Odpadní voda odtéká hlavními sběrači na ČOV Modřice. Součástí stokového systému jsou **dešťové oddělovače**, ve kterých dochází v době přívalových dešťů k redukci odváděných odpadních vod, jejich přepadem do recipientu. Díky malé vodnosti těchto recipientů se jednotný stokový systém jeví z hlediska životního prostředí jako málo vhodný.
- Během výstavby velkých sídlištních satelitů se začal ve větší míře zavádět **oddílný systém kanalizace**. Na některých lokalitách, kde je navržena pouze dešťová kanalizace, vzniká tento systém novou výstavbou splaškových stok, které slouží k převedení splaškových vod z příslušných sídlišť k ČOV Modřice.

3.3.1 Kmenové stoky ve městě Brně

Páteř stokového systému tvoří šest základních kmenových stok. Podél dvou hlavních recipientů Svatky a Svitavy jsou vedeny kmenové stoky jednotného systému “A” – “E”, které jsou doplněny dalšími pěti splaškovými kmenovými stokami. [23]

A – pravobřežní svratecká

Jednotná, o délce 7,6 km s 11 dešťovými oddělovači, vedoucí ze Starého Brna pod Modřice, kde přechází přímo na ČOV Modřice, kde podchází šybkou řeku Svatku a je přes čerpací stanici napojena na ČOV. [23]

B – levobřežní svratecká

Jednotná, o délce 15 km s 10 dešťovými oddělovači, vedoucí z lokality Osada (na levém břehu Kníničské přehrady) podél řeky Svatky do Komárova, kde se odklání ke Svitavě a v prostoru křižovatky dálnic D1 a D2 se napojuje na KS “D”. V povodí stoky se nachází 16 dešťových oddělovačů, z toho 8 je přímo umístěno na kmenové stoce. [23]

C – (hist. “Ponávka”)

Jednotná, o délce 10 km, vedoucí z Řečkovic až po ulici Křenovou. Od ul. Křenové se její trasa lomí a vede k řece Svitavě, kde se napojuje na KS “D”. Potoční vody Ponávky jsou separovány, od ulice Myslíkova jsou vedeny štolou do Svitavy v Cacovicích. Kmenová stoka C odvádí vody z povodí, které v převážné části nemá přímou vazbu na recipient. V povodí stoky se nachází 10 dešťových oddělovačů, z toho 2 přímo na kmenové stoce. [23]

D – Pravobřežní svitavská

Jednotná, o délce 7,3 km, vedoucí z Cacovic do katastru Brněnských Ivanovic, kde cca 1 km nad soutokem Svitavy se Svatkou přechází na levý břeh Svitavy s napojením na KS “E”. V povodí stoky se nachází 10 dešťových oddělovačů, z toho 6 přímo na kmenové stoce. [23]

E – levobřežní svitavská

Jednotná, o délce 12 km, vedoucí z Obřan do ČOV Modřice. V povodí stoky se nachází 18 dešťových oddělovačů, z toho 14 přímo na kmenové stoce. [23]

3.4 STOKOVÁ SÍŤ A JEJÍ VÝHLEDOVÝ STAV

Dostatečná kapacita kanalizační sítě a její dobrý stav patří mezi základní předpoklady dalšího rozvoje města. Podmiňují také reálnost nové výstavby podle Územního plánu města Brna.

Koncepcí rozvoje kanalizační sítě se zabývá Generel odvodnění. V minulosti bylo úlohou systému odvodnění co nejrychlejší odvedení odpadních a dešťových vod na ČOV a do recipientu, což vedlo ke zvětšování profilů kanalizace, zvětšování objemů přímých odtoků do vodních toků a zvětšení průtoků v recipientech. Tato koncepce měla v minulosti za následek zmenšování dotací zdrojů podzemních vod. Se zvyšujícím se odtokem ze zastavěných území docházelo k častým přepadům do recipientů v místech odlehčovacích komor jednotné kanalizace a zvýšení vnosu znečištění do řek. V dnešní době je snaha reagovat na požadavky rozvoje města v jednotlivých lokalitách a v návaznosti i na stávající páteční systém odvodnění stávající kmenové stoky. Koncepce tak musí respektovat stávající funkční systém kanalizace a snižovat dopad urbanizace. [23]

Kmenová stoka A

Díky velkému počtu dešťových oddělovačů, nízké koncentraci odpadních vod a velkému objemu přepadlých odpadních vod je potřeba, aby se z celého úseku A mezi ulicemi Heršpická a Sokolova dostalo znečištění k místu retenčních nádrží, kde dojde k odsazení znečištěné dešťové vody. Realizace retenční nádrže dojde ke snížení objemu odlehčených odpadních vod na dešťovém oddělovači OKE19 na kmenové stoce E před ČOV v Modřicích. [23]

Kmenová stoka B

Nejvíce problematické místo na kmenové stoce B je odlehčovací komora na Komárovském nábreží, kde dochází ke zpětnému vzduť. Při tomto stavu dochází k usazování neseného znečištění v trase mezi Svitavským náhonem a dešťovým oddělovačem OKB04 Uhelná (nová). Je třeba rekonstrukce systému v ulici Dornych a Plotní a současně vybudování retenční nádrže Jeneweiova. Tím dojde ke snížení zatížení toku z kanalizace. [23]

Kmenová stoka C

Poměrně malé znečištění vnášené do málo vodného potoka Ponávka (dešťový oddělovač OK Pařízkův mlýn), bude vyřešen zvednutím přepadové hrany. Další problémové místo je dešťový oddělovač OK Vlhká, kde je oddělována dešťová voda do Svitavského náhonu. V blízkosti OK Vlhká však není z důvodu stávající zástavby umožněno navrhnout potřebná opatření. Jediným řešením je odklonění části průtoků směrem na Koliště do kmenové stoky B s napojením na retenční nádrž Jeneweiova. V současnosti toto řešení není reálné z důvodu výškových poměrů stoky na Kolišti, které neumožní zvětšení průtočného profilu stoky. [23]

Kmenová stoka D

Problematickým místem se v případě stoky D jeví dešťový oddělovač OKD – Královky, kde v místě navrhované retenční nádrže je již na kmenovou stoku D napojena kmenová stoka B a C. Realizací této retenční nádrže dojde jak k eliminaci vnosu znečištění do řeky Svitavy, tak i ke zmenšení objemu odlehčovaných vod z OKE19 před ČOV v Modřicích. [23]

Kmenová stoka E

Nejproblémovější jsou v tomto případě dešťové oddělovače OKE14, OKE10 a OKE08. Všechny související problémy budou vyřešeny realizací kmenové stoky EI. [23]

Dešťové oddělovače

Výhledový stav u většiny oddělovacích komor předpokládá provedení opatření, aby bylo splněno kritérium **minimálního poměru ředění pro odlehčované vody 1+ 20**. U některých komor není možné toto kritérium splnit a zároveň je množství odlehčované vody z hlediska jakostního ovlivnění recipientu významné. V takových případech je k dešťovému oddělovači navržena retenční nádrž. Kritérium pro návrh objemu takové retenční nádrže je maximální počet přepadů z nádrže do recipientu – **7 přepadů / rok**. [23]

3.5 LÁTKY, KTERÉ NEJSOU ODPADNÍMI VODAMI

Do stokové sítě (jednotné nebo oddílné splaškové kanalizace) nesmí vnikat následující látky, jestliže nejsou součástí odpadních vod v rozsahu povoleného nakládání s vodami: [23]

Zvlášť nebezpečné látky [I]

1. Organohalogenové sloučeniny a látky, které mohou tvořit takové sloučeniny ve vodním prostředí,
2. organofosforové sloučeniny,
3. organocínové sloučeniny,
4. látky vykazující karcinogenní, mutagenní nebo teratogenní vlastnosti ve vodním prostředí nebo jeho vlivem,
5. rtuť a její sloučeniny,
6. kadmium a jeho sloučeniny,
7. persistentní minerální oleje a persistentní uhlovodíky ropného původu,
8. persistentní syntetické látky, které se mohou vznášet, zůstávat v suspenzi nebo klesnout ke dnu a které mohou zasahovat do jakéhokoliv užívání vod.

Nebezpečné látky: [II]

1. Metaloidy, kovy a jejich sloučeniny (zinek, měď, nikl, chrom, olovo, selen, arzen, antimon, molybden, titan, cín, baryum, berylium, bor, uran, vanad, kobalt, thalium, telur, stříbro),
2. biocidy a jejich deriváty neuvedené v seznamu zvlášť nebezpečných látek,
3. látky, které mají škodlivý účinek na chuť nebo na vůni produktů pro lidskou spotřebu pocházejících z vodního prostředí a sloučeniny mající schopnost zvýšit obsah těchto látek ve vodách,
4. toxické nebo persistentní organické sloučeniny křemíku a látky, které mohou zvýšit obsah těchto sloučenin ve vodách, vyjma těch, jež jsou biologicky neškodné nebo se rychle přeměňují ve vodě na neškodné látky,
5. elementární fosfor a anorganické sloučeniny fosforu,
6. nepersistentní minerální oleje a nepersistentní uhlovodíky ropného původu,

7. fluoridy,
8. látky, které mají nepříznivý účinek na kyslíkovou rovnováhu, zejména amonné soli a dusitany,
9. kyanidy,
10. sedimentovatelné tuhé látky, které mají nepříznivý účinek na dobrý stav povrchových vod.

Další nespecifikované látky s následujícími charakteristikami: [I]

- a) Radioaktivní, infekční a jiné, ohrožující zdraví nebo bezpečnost obsluhovatелů stokové sítě, popřípadě obyvatelstva, nebo způsobující nadměrný zápach,
- b) narušující materiál stokové sítě, nebo čistírny odpadních vod,
- c) způsobující provozní závady, nebo poruchy v průtoku stokové sítě, nebo ohrožující provoz čistírny odpadních vod,
- d) hořlavé, výbušné, popř. látky, které smísením se vzduchem, vodou, nebo jinými látkami, které se mohou v kanalizaci vyskytovat, tvoří nebezpečné směsi a to i v těch případech, kdy se jedná o látky jinak nezávadné,
- e) trvale měnící barevný vzhled vyčištěné odpadní vody,
- f) pevné odpady, včetně kuchyňských odpadů, ať ve formě pevné nebo rozmělněné (např. vodní suspenze z drtičů kuchyňských odpadů), které se dají likvidovat separací a následnou manipulací dle platné legislativy o nakládání s odpady,
- g) jedy, omamné látky a žiraviny.
- h) pevné předměty (zejména hadry, plasty, láhve, obaly, provazy, injekční stříkačky a apod.)
- i) látky, které jsou produkty z rostlinné a živočišné zemědělské výroby (např. koncentrované silážní šťávy, statková hnojiva, komposty)
- j) koncentrované jedlé oleje nebo tuky (smažicí, fritovací a jiné jedlé oleje a tuky)

Dále je třeba co nejvíce omezit vnikání látek z tzv. plošných zdrojů znečištění: [II]

- a) soli používané v období zimní údržby komunikací
- b) jiné pevné látky organického i anorganického původu
- c) látky ropného původu (NEL)

Tyto látky jsou vnášeny do stokového systému dešťovými vodami z venkovních ploch jednotlivých nemovitostí, komunikací a dešťovými vpustěmi. Je proto třeba využívat vhodné způsoby údržby komunikací, instalaci odlučovačů ropných látek atd. [23]

3.6 NEJVYŠŠÍ PŘÍPUSTNÁ MÍRA ZNEČIŠTĚNÍ VYPOUŠTĚNÝCH ODPADNÍCH VOD PRO JEDNOTLIVÉ ODBĚRATELE

Účelem kanalizačního řádu je stanovení podmínek, které musí producenti odpadních vod dodržet. V případě nesplnění těchto podmínek se jedná o **neoprávněné vypouštění odpadních vod** (zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích). Cílem těchto

podmínek je zabezpečit jakost vodních toků a podzemních vod, optimální provoz a využití kapacity ČOV a maximální efektivnost při čištění odpadních vod. [23]

Producenti odpadních vod (odběratelé), kteří jsou napojeni na kanalizaci pro veřejnou potřebu, rozdělujeme do dvou skupin: [23]

I. Skupina

Producenti splaškových odpadních vod, které vznikají převážně jako produkt lidského metabolismu a činností v domácnostech (odpadní vody obsahující splašky z kuchyní, koupelen, prádelen, WC apod.).

II. Skupina

Producenti průmyslových odpadních vod, které vznikají jako vedlejší produkt technologických procesů ve výrobních i jiných zařízeních. Současně však mohou produkovat i splaškové odpadní vody.

I. skupina je následně rozdělena do dvou kategorií: [23]

1. kategorie – Producenti splaškových vod vypouštěných z nemovitostí určených výhradně k trvalému bydlení

Platí pro ně zákaz vypouštění takových látek do kanalizace pro veřejnou potřebu, které nejsou odpadními vodami a souhrnné podmínky pro vypouštění odpadních vod do kanalizace [I]

2. kategorie - Producenti splaškových odpadních vod vypouštěných z nemovitostí určených částečně nebo zcela k jiným účelům než k trvalému bydlení.

Platí pro ně limity koncentrace vypouštěného znečištění uvedené v tabulce 3.6.1 a v ostatních ukazatelích pro ně platí limity uvedené v tabulce 3.6.3 kanalizačního řádu, zákaz vypouštění takových látek do kanalizace pro veřejnou potřebu, které nejsou odpadními vodami a souhrnné podmínky pro vypouštění odpadních vod do kanalizace. [I]

Tab. č.3.6.1.: Limitní hodnoty znečištění pro producenty 1. Skupiny, 2. Kategorie [2]

Výrobní kategorie číslo	BSK ₅		CHSK _{Cr}		NL		RL	
	sv	pV	sv	pV	sv	pV	sv	pV
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1. Sk., 2. kat	450	750	900	1800	400	600	800	1600

II. skupina

1. kategorie - Producenti průmyslových odpadních vod obvyklého složení

a) Producenti průmyslových odpadních vod obvyklého složení v oboru potravinářský průmysl

b) Producenti průmyslových odpadních vod obvyklého složení v ostatních průmyslových oborech

Tab. č. 3.6.2.: Limitní hodnoty pro producenty podkategorie 1 a) [2]

Výrobní kategorie číslo	BSK ₅		CHSK _{Cr}		NL		RL	
	sv	pv	sv	pv	sv	pv	sv	pv
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1 a)	800	1600	2000	4000	600	1200	1200	2400

Tab. č. 3.6.3.: Limitní hodnoty pro producenty podkategorie 1 b) [2]

Výrobní kategorie číslo	BSK ₅		CHSK _{Cr}		NL		RL	
	sv	pv	sv	pv	sv	pv	sv	pv
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1 b)	800	1200	900	1800	400	600	1000	2000

2. kategorie - Producenti se specifickým složením odpadních vod

V tomto případě se jedná o producenty, kteří produkují vyšší míru znečištění, než stanovují limity pro ostatní kategorie producentů a existují objektivní důvody technického případně ekonomického charakteru pro individuální stanovení limitů zbytkového znečištění. Limity se vztahují ke konkrétním producentům, jako jsou firmy, podniky apod. [23]

Tab. č. 3.6.4.: Obecné limitní hodnoty pro producenty I. Skupiny, 2. Kategorie a II. Skupiny – všeobecné ukazatele [2]

Ukazatel znečištění	Značka, zkratka, číslo CAS	Jednotka	Limitní hodnota	
			zbytkového znečištění	
			sv	pv
Všeobecné ukazatele				
celkový dusík	N _{celk.}	mg/l	60	100
amoniakální dusík	N-NH ₄ ⁺	mg/l	40	70
extrahovatelné látky ³⁾	EL	mg/l	50	75
Fluoridy	F ⁻	mg/l	2	4
celkový fosfor	P _{celk.}	mg/l	7	15
teplota vody	T	°C	40	
reakce vody	pH		6,0 – 9,0	
Chloridy	Cl ⁻	mg/l	200	300
Sírany	SO ₄ ²⁻	mg/l	100	200

Mimo všeobecných ukazatelů se sledují i další skupiny látek jako jsou:

- Zvlášť nebezpečné látky a prioritní nebezpečné látky
- Prioritní látky
- Znečišťující organické látky

- Jednotlivé prvky
- Mikrobiologické ukazatele
- Ukazatele radioaktivity

Všechny jednotlivé hodnoty výše uvedených skupin jsou uvedeny v Kanalizačním řádu města Brna.

3.7 VYPOUŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD S VYŠŠÍ MÍROU ZNEČIŠTĚNÍ NEŽ STANOVUJÍ LIMITY

Krátkodobé, časově omezené vypouštění odpadní vody s vyšším znečištěním může vodoprávní úřad povolit ve výjimečných případech na dobu nezbytně nutnou a je nutností jej projednat s provozovatelem kanalizace pro veřejnou potřebu. [23]

Producenti průmyslových odpadních vod, kteří nejsou schopni i přes veškerá technologická opatření dodržet limity předepsané pro odpadní vody obvyklého složení anebo by v jejich případě nebylo účelné vyžadovat okamžité splnění těchto limitů, může písemně požádat provozovatele kanalizace o **dlouhodobé, časově omezené vypouštění odpadních vod se znečištěním vyšším než u odpadních vod obvyklého složení – odpadních vod specifického složení**. [23]

Podmínky:

- Vypouštění nebude v rozporu s obecnými cíli kanalizačního řádu
- Limitní hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod, které jsou předmětem žádosti, nejsou již upraveny platným povolením vodoprávního úřadu
- Odpadní vody neobsahují látky **nebezpečné závadné látky** nebo **zvláště nebezpečné závadné látky**

V případě kladného posouzení této žádosti může provozovatel kanalizace předložit vlastníkovvi návrh na aktualizaci kanalizačního řádu jeho doplněným dodatkem, který rozšíří seznam producentů se specifickým znečištěním odpadních vod. [23]

Po projednání a schválení návrhu rozhodnutím vodoprávního úřadu uzavře provozovatel se žadatelem novou smlouvu na odvádění odpadních vod (nebo stávající upraví dodatkem) s vyšším znečištěním než stanovuje kanalizační řád pro odpadní vody obvyklého složení v dané kategorii. [23]

3.8 DALŠÍ PODMÍNKY PRO VYPOUŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD DOD KANALIZACE

Pro vypouštění odpadní vody do kanalizace je potřeba[23]

- U splaškových odpadních vod souhlasu provozovatele

- U průmyslových odpadních vod :
 - Souhlasu provozovatele jestliže jejich limity nepřekročí limity uvedené v tab. 3.6.2, 3.6.3 a 3.6.4
 - Povolení vodoprávního úřadu dle zákona 254/2001 Sb., o vodách, při vypouštění odpadních vod s obsahem zvlášť nebezpečné závadné látky, nebo v případech, kdy je potřeba předčištění těchto vod, aby byly limity dodrženy
- **Vypouštění odpadních vod** do kanalizace pro veřejnou potřebu přes původně bezodtokové jímky – žumpy není dovoleno. Jejich obsah lze likvidovat jen na místech k tomu určených. [23]
- Vlastník pozemku nebo stavby připojený na kanalizaci nesmí z těchto objektů **vypouštět odpadní vody do nich dopravené z jiných nemovitostí, pozemků, staveb nebo zařízení** bez souhlasu provozovatele. [23]
- Odvádění odpadní vody do kanalizace lze pouze přes řádně zřízené kanalizační přípojky. **Vypouštění odpadní vody přes domovní či uliční dešťové vpusti nebo poklopy kanalizačních šachet je zakázáno.** [23]
- **Vyvážení koncentrovaných odpadních vod shromážděných v bezodtokových jímkách (žumpách) a jejich vypouštění** do kanalizace je povolena pouze na tzv. stáčecích místech na základě smlouvy mezi dovozcem a provozovatelem kanalizace. [23]

Podmínky vypouštění srážkových vod do jednotné a oddílné kanalizace

- Pro vypouštění srážkových vod do kanalizace je třeba souhlasu provozovatele [23]
- V případě napojení producenta odpadních vod na oddílný systém kanalizace je producent povinen vypouštět veškeré srážkové vody výhradně do dešťové stoky. [23]
- Do splaškových stok oddílné kanalizace mohou být srážkové vody vypouštěny jen výjimečně. Je to podmíněno souhlasem provozovatele kanalizace, který stanoví podmínky jejich vypouštění. [23]
- V případě vypouštění srážkových vod v rozporu s podmínkami stanovenými provozovatelem kanalizace a kanalizačním řádem, je provozovatel kanalizace oprávněn odvádění srážkových pro danou přípojku přerušit. [23]

Pro omezení množství balastních vod v kanalizační síti je třeba dodržovat následující zásady:

- Krátkodobé, časově omezené vypouštění podzemních vod čerpaných při zakládání staveb, nebo čerpání kontaminovaných podzemních vod musí být (po případném předčištění) prováděno přednostně do dešťové kanalizace zaústěné do vodního recipientu. Do splaškových stok oddílné kanalizace a stok jednotné kanalizace se smějí vypouštět pouze tehdy, pokud není ekonomicky a technicky možné použít dešťovou kanalizaci.

- Dlouhodobé vypouštění podzemních vod z trvalých drenážních systémů má být prováděno výhradně do dešťové kanalizace. Do splaškových stok oddílné kanalizace a stok jednotné kanalizace lze odvádět tyto vody jen v odůvodněných případech.

Krátkodobé i dlouhodobé vypouštění podzemních odpadních vod bude zpoplatněn dle uzavřené smlouvy o odvádění odpadních vod.

Instalace předčistících zařízení na odloučení tuků a látek ropného původu

Při vypouštění odpadních vod, které obsahují rostlinné nebo živočišné tuky a látky ropného původu je v kompetenci příslušného investora instalace předčistících zařízení na odloučení tuků a látek ropného původu. Rozhodujícím kritériem je posouzení místních podmínek vzhledem k možnosti dodržení limitů obsahu EL a NEL.

Producenti se specifickým složením odpadních vod

To jsou producenti s individuálně stanoveným limitem, hradí cenu za jejich převzetí a odstranění dle smluvních podmínek.

V případě, že budou **odpadní vody vypouštěny do kanalizace v rozporu s podmínkami** stanovenými provozovatelem kanalizace a kanalizačním řádem, je provozovatel kanalizace **oprávněn odvádění odpadních vod pro danou přípojku přerušit.**

4 VLIV DEŠŤOVÝCH ODDĚLOVAČŮ NA VODNÍ TOKY

Díky odpadní vodě přepadající z dešťových oddělovačů dochází k výraznému narušování vodních toků. To narušuje jak ekologický stav, tak i nároky na jejich užívání.

4.1 EKOLOGICKÝ STAV TOKU

Je to stav jeho biologických komponent, což znamená stav řas, vyšších rostlin, bezobratlých a ryb. Tento stav bývá ohrožen z důvodu látkových a fyzikálních narušení, která mezi sebou působí v mnohých případech současně.

Látkové narušení bývá způsobeno množstvím substancí různého původu, protože přepadající voda je směsí odpaní vody znečištěného povrchového odtoku, splaškových i průmyslových odpadních vod, resuspendovaných usazenin a erodovaného biofilmu ze stokové sítě.[1]

Dusík a fosfor jsou živiny obsažené v odpadní vodě, které se díky dešťovým oddělovačům mohou dostat do recipientu a přispívat tak u pomalu proudících vod k eutrofizaci. S ní je pak spojen nedostatek kyslíku v noci. Tento problém se týká hlavně dešťových oddělovačů ve velkých aglomeracích, kde se účinnost ČOV a zemědělská praxe zlepšuje. V celkovém měřítku jsou významnější plošné zdroje jako např. splachy z polí, zaústění splaškových vod v menších obcích přímo do recipientu atd. Závažné důsledky má dusík hlavně ve formě amonných iontů NH_4^+ , které za vyšší teploty v odpadní vodě disociují na amoniak NH_3 , který je toxický a ohrožuje ryby v nižších vývojových stádiích.[1]



Obr. 3: Vlákna zelených řas rodu *Cladophora* a *Stigeoclonium* v toku, jedná se o indikaci bodového zdroje eutrofizace.[3]

Nerozpuštěné látky organického i minerálního původu, které jsou v případech dešťových oddělovačů (DO) také hojně zastoupeny, mají řadu negativních účinků na akvatickou biocenózu. Suspendované látky působí zákal vody, snižují propustnost světla pro rostliny a vyvíjejí stres pro ryby. Sedimentující látky způsobují zabahnění a kolmataci dna, která omezuje výměnné procesy mezi vodou tekoucí a vodou v pórech sedimentu. To se negativně projevuje snížením přísunu říčního kyslíku do dna. Rozklad organického podílu nerozpuštěných látek ve dně způsobuje další úbytek kyslíku a někdy i anaerobní poměry. Na nerozpuštěné látky se adsorbují těžké kovy a organické polutanty, které v pomalu proudících úsecích usazují a škodlivě působí na organizmy a vnášejí se tak do potravního řetězce. Mezi nejvíce ohrožené organizmy patří bentické, u kterých se snižuje rozmanitost druhů i počtu jedinců. [8]



Obr. 4: Eutrofizace pomalu tekoucích vod [4]

Vodní tok může být narušen i fyzikálně, což způsobuje změnu životního prostoru. Ve výsledku to může mít vliv na vymizení určitých druhů ve společenstvu organismů z důvodu hydraulického stresu nebo změny teplotního režimu. Nárazové přítoky odpadní vody z kanalizace změny v krátké době u malého vodního toku hydraulické poměry. Nárazová vysoká rychlost proudění odnese vodní organismy z jejich přirozeného životního prostoru. V kritických případech pak dojde k velkoplošnému pohybu dna a sedimentů a odplavení nebo úhynu velké části populace. Původně byly organismy adaptovány na daleko menší objemy povodňových vln z přirozeného povodí, dnes se však objemy a četnost povodňových vln díky urbanizaci mnohokrát zvýšila a organismy jsou tím daleko více ovlivňovány. [1]

Zaústění dešťového odtoku krátkodobě zvyšuje během léta teplotu vody u malých vodních toků. Následně dochází ke snížení rozpustnosti kyslíku ve vodě a urychlení mikrobiálních procesů, což vede k dalšímu úbytku kyslíku. Tím pádem zvýšení teploty umocňuje toxicitu látek jako např. polyaromatických uhlovodíků a těžkých kovů. [8]

Nároky na užívání vodního toku a jejich narušení souvisí s narušením jeho ekologického stavu, což se projevuje např. u rybářství. Může docházet také k narušení estetického stavu předměty obsaženými v odpadní vodě (toaletní papír, hygienické potřeby aj.), nebo k narušení

hygienického stavu patogenními organizmy, které znemožňují využití vodního toku jako zdroje pitné vody nebo ke koupání.[8]

Narušení vodního toku přepady z DO mají různou dobu působení:

- **Krátkodobé (akutní) účinky** jako je zvýšená koncentrace toxických látek (amoniaku), deficit kyslíku, zákal, zvýšení teploty a hydraulického stresu vyskytující se během přepadu se projeví až několik hodin poté a často mají vzájemně zesilující účinky.[1]
- **Opožděné účinky** se projevují až několik dní až týdnů po přepadu a patří mezi ně zejména deficit kyslíku ve vodě a dnovém sedimentu a narušení hygienického stavu patogenními organizmy.[1]
- **Dlouhodobé účinky** přepadů z DO probíhají v řádech měsíců až let. Jsou to kumulativní efekty řady událostí jako např. kolmatace dna nerozpuštěnými látkami, deficit kyslíku v sedimentu, chronická toxicita těžkých kovů a organických polutantů, eutrofizace a změny morfologické struktury toku z důvodu eroze.[1]

Potenciál ohrožení vodních toků se liší podle velikosti povodí a typu toku. Větší ohrožení se týká drobných vodních toků, kde je poměr zaústěné vody z kanalizace za deště k průtoku v toku podstatně větší. Drobné vodní toky jsou ve středních polohách více narušeny hydraulicky než látkově, protože díky velkému sklonu dna těchto toků může nastat odnos organismů či eroze už při malém zvýšení průtoku. Naproti tomu nížinné a vzduté toky mají malou rychlost proudění, což způsobuje větší látkové narušení.[9]

Důležitý vliv má rychlost proudění v toku. Ovlivňuje dobu působení znečištění a sedimentaci nerozpuštěných látek. Čím voda proudí pomaleji, tím déle mohou působit negativní vlivy vnosu znečištění na biocenózu. V rychle tekoucích a chladných vodách ve středních polohách jsou negativní účinky organického nižší, než v nížinných tocích. Látky jsou díky vyšší turbulenci rychleji transportovány, voda se lépe provzdušňuje a doplňuje kyslík přes hladinu. Velký deficit kyslíku nastává pod výstí DO spíše níže po toku, kde je nízká reaerace než přímo u výstí. V drobných vodních tocích jsou nerozpuštěné látky transportovány rychle po proudu, díky čemuž může docházet k lokální kolmataci dna. V pomalu tekoucích úsecích sedimentují jemné částice a organicky nerozpuštěné látky z DO, což může způsobovat anaerobní poměry ve dně, které uvolňují živiny a dochází k eutrofizaci, nebo remobilizaci těžkých kovů. Amoniakem a jeho toxicitou jsou ohroženy toky s vápenatým podložím nebo úseky se zvýšenou teplotou v důsledku chybějícího zastínění či pomalu tekoucí eutrofizované úseky v nížinách se zvýšeným pH. [9]

S narušením vodního toku přepadem z DO úzce souvisí jeho morfologický stav a dlouhodobá jakost vody, což pak ovlivňuje průběh transportních a transformačních procesů. Vzdálenost působení hydraulického narušení je dána transformací povodňové vlny od přepadu a její případnou superpozicí s povodňovou vlnou z přirozeného povodí. Vzdálenost působení látkového narušení je rozdílná pro různé složky znečištění a záleží na transportu látek a na samočisticích schopnostech toku.



Obr. 5: Sedimentace a následné zarůstání pomalu tekoucího vodního toku [5]

Morfologicky kvalitní tok představuje vysokou pravděpodobnost znovuosídlení narušených úseků organizmy z výše ležících nepoškozených úseků toku a je schopen tak vlivy přepadů z DO rychle kompenzovat. Pokud dochází ke ztrátě propojení s nepostiženými úseky nebo jinými vodními toky, potenciál znovuosídlení se snižuje.[8]

4.2 OCHRANA VODNÍCH TOKŮ Z EMISNÍHO HLEDISKA

Cílem je, aby určitý podíl znečištění obsaženého ve směsi odpadní a dešťové vody odtékající jednotnou stokovou sítí byl v průměrné roční bilanci odváděn na biologický stupeň ČOV. Recipienty jsou tak chráněny před kumulujícím se znečištěním a jeho dlouhodobými účinky.

Emisní kritéria jsou stanovena jak pro celé urbanizované povodí odkanalizované jednotnou stokovou soustavou i pro jednotlivé DO. Emisní kritéria pro celé urbanizované povodí jsou směrodatná, pro jednotlivé objekty jsou pouze doporučena. Díky tomu je zajištěno, že jednotlivé objekty nemusí být rekonstruovány, pokud je v povodí splněn předepsaný podíl odvádění znečišťujících látek a pokud vyhoví imisním kritériím. [II]

4.2.1 Kritéria pro celé urbanizované povodí

V průměrné roční bilanci musí být za deště odváděny na biologický stupeň ČOV minimální podíly dešťového odtoku. Rozpuštěné znečištění a nerozpuštěné látky odtékající jednotnou stokovou sítí jsou uvedeny v tab. 3.2.1.1. Rozpuštěným znečištěním je myšleno např. $N-NH_4$, CHSK, BSK_5 , N_{celk} , a P_{celk} . Jsou to minimální účinnosti odvádění látek týkající

se celého povodí jednotné kanalizace, bez ohledu zaústění emisí do jednoho nebo více recipientů. [1]

Tab. 3.2.1.1.: Rozpuštěné znečištění a nerozpuštěné látky [3]

	Kategorie ČOV (EO)		
	≤ 10 000	10 001-100 000	≥100 001
Dešťový odtok (rozpuštěné znečištění)	50%	55%	60%
Nerozpuštěné látky	65%	70%	75%

4.2.2 Kritéria pro jednotlivé dešťové oddělovače

U jednotlivých dešťových oddělovačů je podle ČSN EN 752 (2008) doporučeno splnit poměr zředění 1:5 až 1:8 maximálního hodinového bezdeštného průtoku Q_h před oddělením vod. Není zde ale specifikováno, zda je poměr ředění vztažen k průměrnému dennímu průtoku, nebo k maximálnímu hodinovému průtoku ve stokové síti. V praxi se většinou používá maximální hodinový průtok. Dalším klíčovým ukazatelem je intenzita mezního deště, při níž nastává odlehčení. Pohybuje se většinou v rozmezí 10 – 30 l/s/ha_{red.}. Důležitými ukazateli jsou i četnost a doba trvání přepadu a případně Q_{max} přepadů. Tyto ukazatele nám dávají informace o významných místech vypouštění odpadních vod a vnosu znečištění. [4]

4.2.3 Opatření pro splnění emisních kritérií

Účinnost odváděných látek na ČOV během deště lze zvýšit díky řadě opatření, která umožňují velkou flexibilitu v plánování. Je to např.: [1]

- Vsakování srážkového odtoku
- Povrchová retence
- Zvýšení přítoku na ČOV
- Řízení odtoku stokovou sítí v reálném čase
- Mechanické předčištění vody odtékající z dešťových oddělovačů do recipientu

Nejlepší způsob, jak omezit celkové emise ze stokové sítě je kombinace jednoho nebo více opatření s optimálním poměrem užitků a ceny. To je v konkrétních případech potřeba hledat pomocí dlouhodobé simulace srážkoodtokových procesů. [1]

4.3 OCHRANA RECIPIENTŮ Z IMISNÍHO HLEDISKA

V některých případech je potřeba obecná emisní kritéria zpřísnit na základě skutečného působení dešťových oddělovačů na recipient (imisi). Imisní ochrana zohledňuje parametry konkrétního vodního toku (místně specifických podmínek) a zaměřuje se na hydraulické narušení recipientu, akutní toxicitu amoniaku, deficit kyslíku a na nerozpuštěné látky. Pro jednotlivé ukazatele jsou dány cílové hodnoty v recipientu během deště (imisní kritéria). Imisní ochrana zahrnuje mimo jiné i hygienické znečištění a estetické narušení od přepadů

dešťových oddělovačů. Místně specifické jsou jednak **hodnoty klíčových ukazatelů**, které vyplývají z podmínek a procesů ve vodním toku, tak i **hodnoty imisních kritérií**, které zohledňují charakter toku a požadovanou míru ochrany. Jednotlivé ukazatele a hodnoty jsou uvedeny níže. [4]

Z místně specifických **imisních kritérií** jsou pak odvozeny **přípustné emisní limity**, které nesmí překročit emisní standardy. Ve výsledku to znamená, že musí být splněno přísnější z obou kritérií. Charakter imisních kritérií vychází z toho, že se jedná o **akutní narušení, jejichž působení je dáno intenzitou zatížení, jeho trváním a četností**. [4]

4.3.1 Hydraulické narušení

Voda odváděná z dešťových oddělovačů nesmí mít zásadní negativní hydraulické účinky na biocenózu vodního toku. Hydraulické narušení závisí na morfologii vodního toku a to zejména na množství ochranných prostor a na stabilitě dna. Pokud se zdvojnásobí počet erozí dna v důsledku přítoku dešťových vod oproti přirozenému stavu, vznikají negativní ekologické důsledky. [1]

Opatření ke snížení hydraulického narušení

Vhodnými opatřeními proti hydraulickému narušení jsou: [1]

- Redukce dešťového odtoku v urbanizovaném povodí omezením ploch nepropustných povrchů a rozšířením ploch propustných nebo umožnění zasakování dešťového odtoku poblíž místa jeho vzniku.
- Retence dešťového odtoku ve stokové síti nebo dešťových nádržích.
- Redukce tečného napětí ve vodním toku rozšířením koryta. Rozšíření musí být provedeno vzhledem k hloubce tak, aby nebyl narušen ekologický stav toku.

4.3.2 Akutní toxicita amoniaku

Splašková voda obsahuje vysoké množství amoniakálního dusíku, který se přes oddělovače dostává do recipientu. Z amonných iontů NH_4^+ vzniká při vyšším pH nedisociovaný amoniak NH_3 , který je vysoce toxický hlavně pro ryby v nižších vývojových stádiích. Čím delší časové období amoniak působí, tím nižší koncentrace jsou pro ryby snesitelné. U lososovitých vod nesmí být překročena koncentrace N-NH_3 0,1 mg/l a u kaprovitých vod 0,2 mg/l. [1]

Opatření ke snížení akutní toxicity amoniaku [1]

- Retence splaškových vod a řízené vypouštění do kanalizace.
- Zvýšení škrceného odtoku směrem na ČOV a zvětšení retenčního objemu ve stokové síti.
- Předčištění oddělené vody pomocí zaústění do zemního filtru. Tato možnost však vyžaduje velký prostor, což většinou nelze provést v urbanizovaném území.
- Zastínění toku přirozenou vegetací což vede ke snížení teploty a kolísání pH. Dochází k ovlivňování disociační rovnováhy amoniakálního dusíku a zmenšení podílu toxického nedisociovaného amoniaku.

4.3.3 Deficit kyslíku

Díky vnosu organických látek z přepadu DO a jejich pozdějšímu rozkladu může docházet k deficitu kyslíku v toku a jeho sedimentech. Koncentrace kyslíku nesmí klesnout v říční vodě po 5 mg/l, jinak by došlo k ohrožení rybí osádky, zejména lososovitých ryb. [1]

Opatření ke snížení deficitu kyslíku [1]

- Redukce jiných zdrojů látkového zatížení vodních toků, než jsou DO (plošné a difúzní zdroje nebo odtoky z ČOV). Opatření ke snížení množství organických látek a živin vypouštěných v bezdeštném období jsou důležitá i pro snížení negativních účinků přepadů z DO na kyslíkový režim recipientu.
- Redukce počtu přepadů a vnosu znečištění z DO opatřeními v povodí, např.:
 - Zvětšení retenčního objemu pomocí průtočných hrází, které mají mimo retenčního účinku i účinek sedimentační na nerozpuštěné látky.
 - Redukce nepropustných ploch v povodí napojených na stokovou síť.
 - Zvýšení odtoku na ČOV.
 - Časté odstraňování sedimentů ve stokové síti.
- Předčištění oddělené vody (např. zemní filtr)
- Opatření ve vodním toku: zastínění toku vegetací, zlepšení morfologie toku (zvýšení turbulence a tím rychlost reaerace)

4.3.4 Nerozpuštěné látky

Vnos nerozpuštěných látek může mít mnoho krátkodobých i dlouhodobých následků (zákal, kolmatace dna, deficit kyslíku ve dně, atd.). [1]

Opatření ke snížení zatížení nerozpuštěnými látkami [1]

Jsou téměř totožná s opatřeními ke snížení deficitu kyslíku:

- Redukce počtu přepadů a vnosu znečištění z DO zejména pravidelné čištění kanalizace v úsecích s malým sklonem.
- Předčištění oddělené vody

4.3.5 Hygienické znečištění

Přepady z DO obsahují velké množství patogenních organismů (bakterie, viry), které způsobují hygienické znečištění a ohrožují rekreační využití vodních toků. Hlavními indikátory fekálního znečištění jsou organismy *Escherichia coli* a střevní enterokoky. Ve vodě oddělené můžeme očekávat koncentrace $10^4 - 10^7$ KJT/100ml *Escherichia coli*. [1]

Opatření ke snižování hygienického znečištění [1]

Pokud jsou vody určeny pro koupání, nemělo by docházet k vypouštění vod z oddělovačů, nebo alespoň velmi snížena četnost. Lze také dočasně nařídit zákaz koupání.

4.3.6 Estetické narušení

Estetickým narušením jsou myšleny odpadky a předměty, které pochází ze stokové sítě (hygienické potřeby, toaletní papíry zachycené na vegetaci. Jakost vody však ve většině případů nenarušují. [1]

Opatření ke snížení estetického narušení [1]

- Instalace česlí a sít v DO. Česle se doporučují se šířkou průlin 4 mm a síta s oky většími než 1 mm. Nejlepší je zde použití strojního čištění, aby se zabránilo jejich ucpávání.
- Osazení norných stěn. Pro zadržení unášených předmětů jsou účinnější u čelních přelivů než v případě bočních.
- Výstavba průtočných nádrží i v případě krátké doby dotoku v povodí. Je u nich převáděn veškerý přepadající odtok, který je mechanicky předčištěn a hrubé znečištění zachyceno.
- Výstavba výrových separátorů se speciální ochranou přelivné hrany pomocí sít. Tato zařízení zachytí plovoucí a unášené předměty a zároveň po dešti zajistí jejich čištění.

4.4 OCHRANA VODNÍCH TOKŮ V ZAHRANIČÍ

V České republice je v současné době testováno převzetí vybraných emisních kritérií ze zahraničí. Tato vybraná emisní kritéria by měla doplnit poměr ředění a intenzitu mezního deště. Velmi důležitý se zde ukazuje monitoring, s jehož pomocí zjišťujeme potřebná data.

4.4.1 Emisní kritéria pro jednotlivé dešťové oddělovače

Jako příklad poslouží klíčové ukazatele a doporučené hodnoty (emisní kritéria) ze Švýcarska, Německa a Rakouska.

- Švýcarsko:

Ve Švýcarsku je maximální přípustný roční specifický objem přepadající vody odstupňovaný, a to v závislosti na typu toku $450 - 870 \text{ m}^3/(\text{ha}_{\text{red}} \cdot \text{rok})$. Četnost a roční doba trvání odlehčení jsou ve velkém rozpětí 5 – 35 x ročně a 4 – 12 h. [5]

- Německo:

V Německu látkové množství odlehčeného znečištění CHSK nesmí přesahovat $250 \text{ kg}/(\text{ha}_{\text{red}} \cdot \text{rok})$. Četnost a roční doba trvání odlehčení jsou považovány za orientační kritéria a jsou stanovena na 50x ročně a 20 h. [6]

- Rakousko:

Od roku 2007 platí v Rakousku emisní kritéria pro urbanizované povodí jako celek. To znamená, že klade důraz na omezení emisí z celého systému komplexně. Klíčovým ukazatelem emisí je minimální procento znečištění (rozp. látek a nerozp. látek), které musí být za deště odváděny na ČOV. [7]

Tab. 4.4.1.1.: Klíčové ukazatele ochrany recipientu – emisní kritéria a jejich doporučené hodnoty [3]

KLÍČOVÝ UKAZATEL		DOPORUČENÁ HODNOTA (EMISNÍ KRITÉRIUM)				
Jednotlivé DO	Poměr ředění *	1 : 5 až 8				
	Intenzita mezního deště *	10 - 30 l/s/ha				
	Množství CHSK **	250 kg/(ha _{red} .rok)				
	Odlehčený objem vody ***	450 - 870 m ³ /(ha _{red} .rok)				
	Doba trvání odlehčení **	0 - 20 h ročně				
Celé urbanizované povodí	minimální účinnost (%) odvádění rozp. látek (RL) a nerozp. látek (NL) v povodí jednotné kanalizace ^x	déšť ^{xx} (mm/12h)	Kategorie ČOV (EO)			
			5 000		50 000	
			RL	NL	RL	NL
		≤ 30	50	65	60	75
		≥ 50	40	55	50	65

*doporučení EN 752

**emisní kritéria v Německu

***emisní kritéria ve Švýcarsku

⁺emisní kritéria v Rakousku (mezilehlé hodnoty se interpolují)

⁺⁺směrodatný dešťový úhrn $r_{720,1}$ je srážková výška (mm) při době trvání deště 12 h s dobou opakování 1x/rok

Způsob vyhodnocení emisí

Aktuální poměr ředění u jednotlivých DO se zjišťuje **monitoringem průtoků** (bezdeštný průtok pro zjištění Q_h a průtok za deště pro zjištění hodnoty, při které nastává oddělení). Pokud nemáme monitoring k dispozici, lze jej výhledově zjistit simulacemi stokové sítě **hydrodynamickým modelem**.

Stanovení průměrných ročních hodnot ostatních klíčových ukazatelů z jednotlivých DO i celého území se provádí pomocí **dlouhodobé simulace pro víceletou řadu historických dešťů vhodným hydrologickým nebo hydrodynamickým modelem**.

4.4.2 Imisní kritéria pro jednotlivé dešťového oddělovače

V tabulce níže jsou uvedeny imisní kritéria používaná pro DO v Německu, Rakousku a Švýcarsku.

Tab. 4.4.1.2.: Klíčové ukazatele ochrany recipientu – imisní kritéria pro OK [3]

KLÍČOVÝ UKAZATEL	DOPORUČENÁ HODNOTA		
	Německo	Rakousko	Švýcarsko
Násobek zvýšení jednoletého průtoku Q1 ve vodním toku	1,1	1,1 - 1,5*	-
Četnost překročení kritického tečného napětí pro erozi dna	-	-	1 - 10x/rok*
Kritická koncentrace N-NH ₃	0,1	0,1/0,2**	-
Četnost překročení kritické dávky N-NH ₃ ***	-	-	1x/5let
Kritická koncentrace O ₂	5 mg/l	5mg/l	-
Kritická koncentrace O ₂ s dobou trvání 1-24 h a opakováním 1 měsíc - 1 rok	-	-	4 - 6 mg/l ^{xx}

*diferenciace podle morfologického stavu toku

**pstruhové vody/kaprové vody

***kritická dávka: $N-NH_3 = B + A/t$, kde A a B je závislé na stupni ochrany vodního toku, obvykle $B = 0,025 \text{ g/m}^3$, $A = 1,5 \text{ min}$

^{xx} zvyšuje se o 1-2 mg/l v závislosti na koncentraci N-NH₃

Způsob vyhodnocení imisí

Výpočet se provádí dlouhodobou simulací systému pro několikaletou řadu historických dešťů. Pro rozlišení hydraulické zatížitelnosti toků je nutné posoudit jejich ekomorfologický stav a potenciál znovuosídlení narušených úseků akvatickými organizmy. Průkazné informace o aktuálním narušení ekosystému se zjistí biologicko-ekologickým průzkumem. Ten obsahuje posouzení aspektů jako rostlinný porost, organické znečištění, nedostatek kyslíku, zákal, kolmataci, atd. [4]

5 OBJEKTY PRO PŘEDČIŠTĚNÍ ODPADNÍ VODY NA STOKOVÉ SÍTI

Pro předčištění odpadní vody na stokové síti se používá celá řada zařízení umístěných na objektech stokové sítě. Díky tomu je možné splňovat stanovená emisní a imisní kritéria a ochránit tak životní prostředí. Mezi objekty na stokové síti patří:

- Dešťové oddělovače
- Akumulační objekty a separační zařízení
 - Retenční objekty
 - Dešťové nádrže
 - Separátory

Na jednotlivých objektech je možné nainstalovat zařízení, které zlepší kvalitu odtékající vody. Mezi tato zařízení patří:

- Česle
 - předsazené
 - štítové
- Síta
 - rotační
 - membránová
 - na přepadech
- Sklopné žlaby
- Zařízení pro regulování průtoku odpadních vod
 - Plovákové regulátory
 - Štítové oddělovače
 - Zpětné klapky

5.1 DEŠŤOVÉ ODDĚLOVAČE

Cílem budování dešťových oddělovačů na stokové síti je omezení přítoku na čistírnu odpadních vod (ČOV) během deště a zároveň omezení odvádění znečištěné odpadní vody do recipientu. Během deště je u jednotné stokové sítě odváděno značné množství směsi odpadní a dešťové vody do recipientu, což představuje velkou zátěž a nepříznivě ovlivňuje jeho ekologický stav. Výsledkem nakládání s odtokem jednotnou stokovou sítí za deště je udržet nárazové ovlivnění recipientů přepady z dešťových oddělovačů ve vodohospodářsky udržitelných mezích. Dále je pak nutné minimalizovat celkové emise z dešťových oddělovačů a ČOV. [1]

Tato zařízení patří k nejdůležitějším ale také k nejsložitějším objektům stokových sítí z hlediska hydraulického, hydrologického i konstrukčního. Všechna hlediska se navzájem ovlivňují a úzce spolu souvisejí. Konstrukčně musí být uspořádány tak, aby oddělovaly z celkového průtoku takové množství vody, o které má být průběžná stoka odlehčena. Toto

množství vody je pak odváděno průběžnou stokou do recipientu. Nejčastěji se oddělení vody provádí přepadem přes přeliv, jehož koruna je umístěna nade dnem odlehčovacího koryta ve výši odpovídající průtoku, při němž je komora uvedena v činnost.[3]

Při řešení stokových sítí existuje velmi mnoho variant dešťových oddělovačů od jednoduchých s přepadem až po velmi složité typy s mechanickou regulací.

Základní typy:

- S přepadem bez regulace odtoku s přepadem:
 - Přímým
 - Jednostranným bočním
 - Oboustranným bočním
- Se škrťací trati s přepadem
- S přepadajícím paprskem (šterbinové)
- S horizontální dělicí stěnou (etážové)
- Ostatní (s násoskou, stavítkem, ...)

5.2 AKUMULAČNÍ A SEPARAČNÍ ZAŘÍZENÍ

Tyto objekty omezují nepříznivý vliv rozkolísaného průtoku odpadních vod na ČOV i recipient. Separální zařízení i akumulální objekty musí být vhodně instalovány na kanalizaci, aby byla zajištěna správná funkčnost. [3]

5.2.1 Akumulační objekty

Akumulační objekty mohou být jak v přímé, tak i ve vedlejší trati. U nádrží v hlavní trati protéká voda směrem na ČOV i za bezdeštného období, přičemž průtok samotnými nádržemi probíhá převážně gravitačně. Z tohoto důvodu je potřeba počítat s velkou ztrátou dopravní výšky mezi vtokem a výtokem z nádrže a instalovat proto správně fungující regulátor průtoku, který zachová navržený hraniční odtok z objektu. Naproti tomu u nádrží ve vedlejší trati v bezdeštném období odpadní voda neprotéká, jelikož je umístěna mimo trubní trať stokové sítě a je dle výškového uspořádání objektu plněna nebo prázdněna do hlavní trati čerpáním. [3]

Retenční objekty

Tyto objekty jsou budovány z důvodu redukce průtoku odpadních vod pomocí akumulace: [3]

- Retence v trubní síti vzdutím nebo záměrně předimenzovaným potrubím
- Retence objektem na stokové síti

- Retence vypouštěných dešťových vod z důvodu transformace dešťové vlny před jejím zaústěním do přirozeného řečiště

Dešťové nádrže

Dešťové nádrže jsou objekty určené pro akumulaci odpadní vody a zároveň umožňující mechanické předčištění zředěných odpadních před jejich vyústění do recipientu. Kalový prostor je gravitačně vypouštěn nebo čerpadly čerpán na ČOV. [3]

Typy dešťových nádrží:

- Záchytné dešťové nádrže
- Průtočné dešťové nádrže
- Kombinované (sektorové dešťové nádrže, které kombinují prvky záchytné a průtočné dešťové nádrže)

Při jejich návrhu musí být respektována řada požadavků. Musí odlehčovat jen mírně znečištěné vody, silně znečištěné musí zachytit. Nad nádrží ani pod nádrží nesmí dojít k zanášení stoky, což znamená, že musí mít odtoková i přítoková stoka správný sklon. [3]

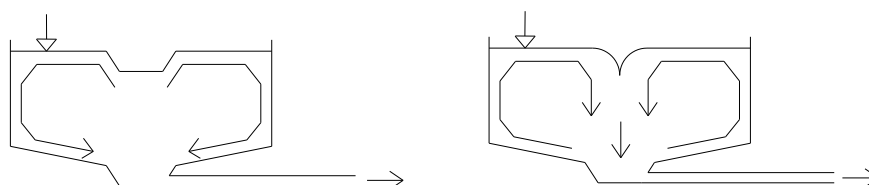
5.2.2 Separátory

Separátory jsou speciální dešťové oddělovače, které fungují na principu separace nerozpuštěných látek z vody pomocí příčné cirkulace způsobené prouděním kapaliny v odstředivém poli se spolupůsobením třecích sil a Coriolisovy síly. [3]

Typy separátorů:

- Vířivé
- Vírové
- Obloukové

Jednotlivá zařízení mají rozdílné podmínky chování hydrauliky a látkového toku odpadních vod v kanalizačním systému. Z důvodu velké variability lokálních vlivů na povodí a ve stokové síti platí, že zpracování všeobecné platných a přesných podkladů pro dimenzování je značně složité. [3]



Obr. 6: Vířivý a vírový separátor [6]

Na obrázku vlevo je znázorněna příčná cirkulace při vířivém proudění, vpravo je pak uvedeno proudění vírové. Vířivé proudění je takové proudění, při kterém hlavní proud od středu nádrže postupuje při hladině směrem k obvodovým stěnám, po kterých klesá ke dnu a podél dna postupuje ke středu nádrže. U hladiny se ve středu vytváří prohlubeň, kde se shromažďují plovoucí látky. Usazené látky pak odtékají na ČOV. [3]

Při vírovém proudění mají proudnice opačný směr. Proud postupuje podél dna k obvodovým stěnám, poté přechází k hladině a po hladině směrem ke středu, kde se tvoří úplný nebo neúplný vír. Při úplném víru vzdušné jádro prochází až do kaliště. Hladina má tvar rotačního paraboloidu. Usaditelné i plovoucí látky odcházejí při úplném víru na ČOV. [3]

O vytvoření vířivého nebo vírového proudění rozhodují vzájemné vztahy mezi přítokem (množství a rychlost), hloubka vody v nádrži, přepadajícím množstvím vody do recipientu, odtahovým množstvím a rychlosti vody v potrubí, které odvádí vodu na čistírnu. Vířivé proudění nastává tehdy, kdy na ČOV přitéká 1 až 5 % přítoku, vírové proudění nastává, když na ČOV odtéká 10 a více % přítoku v závislosti na hloubce vody. [3]



Obr. 7: Vírový separátor v provozu [7]

5.3 ČESLE

Česle se používají pro separaci pevných látek, které jsou obsaženy v odpadní vodě. Pro předčištění odpadní vody na stokové síti se mohou využívat různé typy:

- Předsazené česle
- Štítové česle
- Česle pro dešťové vody HSW

5.3.1 Předsazené česle

Předsazené česle mají využití tam, kde je potřeba maximálně zamezit splavování pevných látek obsažených v odlehčované vodě, která následně odtéká do vodoteče. Používají se nejčastěji v dešťových oddělovačích v kombinaci se štítovými oddělovači. [10]

Zařízení od firmy REKUPER SYCHROV s.r.o. se skládá z trojstranného rámu s lamelovým roštem umístěným vespodu. Čistící kotouče navlečené na hřídeli se ve spodní části pohybují v mezerách mezi lamelami. Tím je zajištěna trvalá průtočná kapacita roštu. Hřídel je uložena v horizontálním vedení a ovládaná táhlem přes elektromotor s časovým spínačem. Horní hrana lamel je uložena cca 100 mm pod přepadovou hranou. Za běžných podmínek protéká voda pod roštem směrem na ČOV. Během deště hladina stoupá nad úroveň lamel, což spustí elektromotor a čistící kotouče se začnou pohybovat mezi lamelami. [10]

Jsou-li předsazené česle osazeny na vedlejším proudu, je třeba zajistit vybírání zachycených částí v intervalech odpovídajících míře místního znečištění vody přitékající do oddělovací komory. [10]

V dnešní době se hlavně z důvodu zjednodušení montáže volí stavebnicový systém lamelových rámu o rozměrech 1000 x 1000 mm řazených za sebou dle délky přelivu. [10]



Obr. 8: Předsazené česle [8]

Výhody:

- vysoce účinné předčištění odlehčované vody
- optimální ochrana vodoteče před znečištěním pevnými částmi
- vhodné i pro dodatečné osazení ve stávajících oddělovacích komorách
- zařízení garantuje trvalé dodržování projektované průtočnosti česlí
- veškeré kovové části jsou zhotovené z nerezové oceli
- v kombinaci se štítovým oddělovačem se vytváří funkčně dokonalý soubor
- maximální konstrukční variabilita zohledňující místní podmínky



Obr. 9: Čistící kotouče zapuštěné mezi lamely [8]

5.3.2 Štítové česle

Tato zařízení slouží k ochraně recipientu, resp. k zachycení mechanických nečistot v odlehčovacích komorách. Využívají plováku/závaží a navazují na osvědčenou konstrukci štítového oddělovače. Blok s česlemi je osazen pod štítem na odlehčovací straně dešťového oddělovače. Mezi lamelami, které směřují kolmo na přelivnou hranu, se pohybují čistící nože umístěné na spodní hraně štítu. To znamená, že štítové česle nejsou na rozdíl od štítového oddělovače absolutně těsné a i při zavřeném štítu dochází k určitému technologickému odlehčení čelní hranou lamel v množství 5 – 10 l/s/m. Během vysoké hladiny vody se po dosažení otevírací hladiny štít odsune od přelivné hrany a nečistoty jsou zachyceny i na vodorovné hraně česlí. Po opadnutí vody se v důsledku klesajícího plováku vrací štít zpět k přelivné hraně. Čistící nože shrnou zachycené nečistoty do průtočné části dešťového oddělovače, odkud jsou unášeny na ČOV. [11]



Obr. 10: Štítové česle [9]

Výhody:

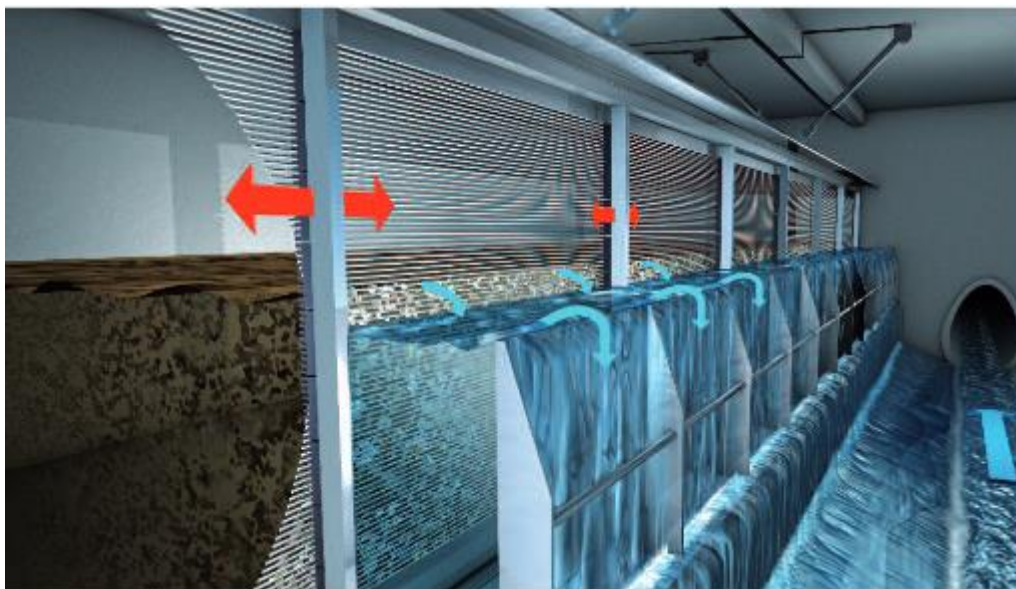
- provozně osvědčená technologie zachycování mechanických nečistot v dešťových oddělovačích
- není třeba vnější zdroj energie
- vysoká provozní spolehlivost

5.3.3 Česle pro dešťové vody HSW

Jedná se o automaticky čištěné kombinované horizontální česle pro odstranění pevných látek na přepadech retenčních nádrží a na přepadech jednotné a dešťové kanalizace. Velikost průlin je 4 mm, což zajišťuje vysokou účinnost zachycení pevných látek. [12]

Horizontální prutové česle na přepadu odstraňují z odpadní vody veškeré pevné materiály. Z důvodu náročnosti na prostorové umístění (zejm. podélný rozměr) mohou být rovněž instalovány přímo ve stokových systémech s malým sklonem. Se 4 mm velkými průlinami patří mezi jemná síta, která lze použít pro velké rozsahy průtoků. [12]

HSW česle se umísťují na prahu stavby, kde při přívalových deštích a velkých průtocích protéká proud přes česle horizontálně. Aby nedocházelo k jejich ucpávání, je při dosažení určité hladiny vody automaticky spuštěn mechanický systém čištění. Pohon je zajištěn ponorným motorem a během čištění je konstrukčně zajištěn symetrický pohyb čistících hřebenů, aby nedošlo ke zkřivení česlic. Pro zvýšení provozní spolehlivosti jsou česle vybaveny komorou pro hromadění shrabků, díky níž je neustále dostupná maximální cedící plocha. [12]



Obr. 11: Schéma HSW česlí [10]

Výhody:

- Prověřené 4 mm průliny pro vysokou účinnost zachycení shrabků

- Automaticky ovládané čištění česlicové cedící plochy
- Vysoká účinnost v kombinaci s nízkou tlakovou ztrátou
- Vysoká účinnost díky vestavěné přepážce
- Možnost kompletního zatopení česlí



Obr. 12: HSW česle [10]

5.4 SÍTA

Síta se používají při předčištění odpadní vody na stokové síti z důvodu dodatečného snížení CHSK, BSK před vypouštěním do recipientu. Oproti česlím odstraní i menší částice jako jsou např. vlákna, vlasy apod.

Typy:

- Rotační
- Membránová
- Síta na přepadech
- Automaticky čištěná síta s vertikálním odstraňováním shrabků

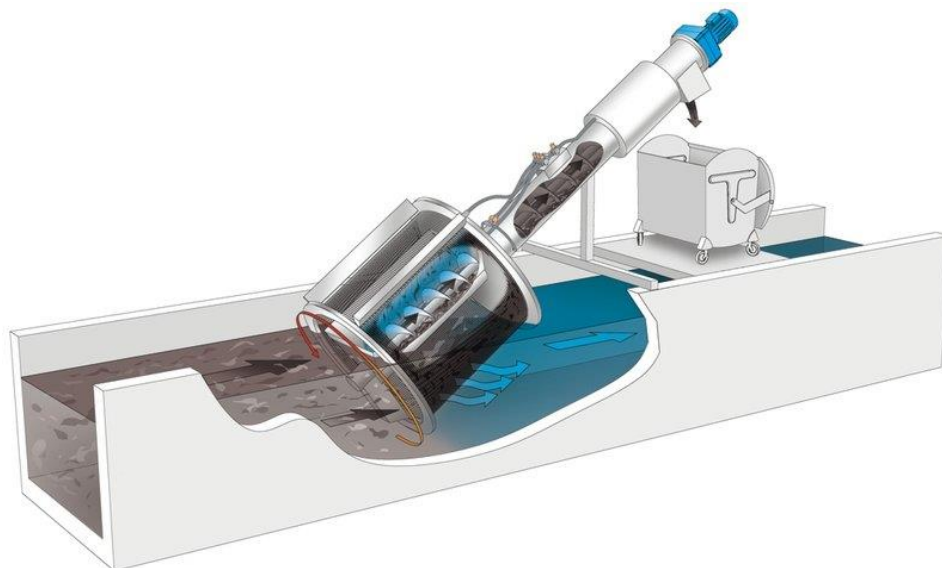
5.4.1 Rotační síta

Rotační síto Ro 2 / RPPS od společnosti Huber CS s.r.o. je možno instalovat do žlabu nebo přímo do nádrže. Obsahuje integrovaný lis a propírání shrabků. [13]

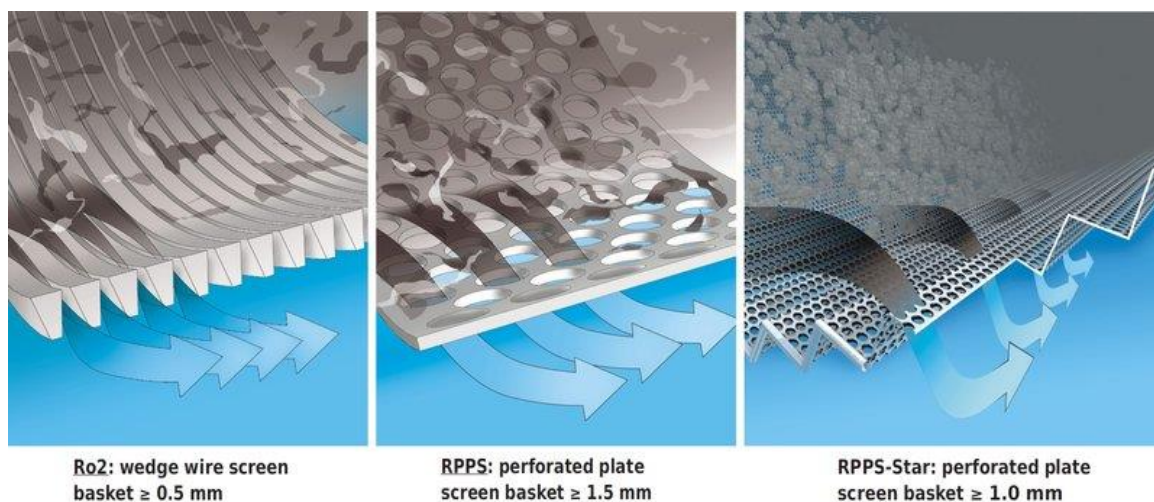
Rotačním koncem vtéká odpadní voda do nakloněného koše, přičemž jsou pevné látky zachycovány na povrchu síťového koše. Zanášení síta přináší další filtrační efekt, díky

kterému mohou být zachyceny i velmi jemné částice. Sítový koš rotuje při zanesení síta, jakmile voda dosáhne určité úrovně horní hladiny. [13]

Buben se otáčí, vybírá shrabky a shazuje je ze svého povrchu do centrálního žlabu. Odstranění zbylých shrabků zajišťuje čistící lištový kartáč a lišta tryskající tlakovou vodu. Zapouzdřený šnekový dopravník pak zvedá, odvodňuje a zhutňuje shrabky, které přepadají do kontejneru. [13]



Obr. 13: Schéma rotačního síta Ro 2 /RPPS [11]



Obr. 14: Řešení rotačního koše [11]

Výhody:

- **Nízká tlaková ztráta a vysoká separační účinnost**

Díky tvaru a naklonění rotačních česlí je dosahováno nejlepších výsledků. Při náklonu 35° je cezení efektivnější než při svislé, či příkřejší instalaci – maximální separační účinnost při minimální tlakové ztrátě. [13]

- **Jistý průtok přes cedící plochu**

Proud odpadní vody neobtéká síto a vtéká přímo do něj přes jeho otevřený konec. Jediná cesta vody z bubnu ven vede přes síto. Tento systém poskytuje prevenci proti přetečení a zaručuje, že voda proteče sítem. [13]

- **Rozdílné funkce kombinované v jednom systému**

Zařízení kombinuje cezení, odstraňování shrabků, jejich přepravu, propírání, odvodnění a zhutnění v jedné prostorově nenáročné jednotce. Dodatečnou nezanedbatelnou výhodou je možnost vyhazování shrabků přímo do napojeného pytle, čímž je zabráněno šíření zápachu. [13]



Obr. 15: Rotační síto Ro 2 / RPPS [11]

5.4.2 Membránová síta

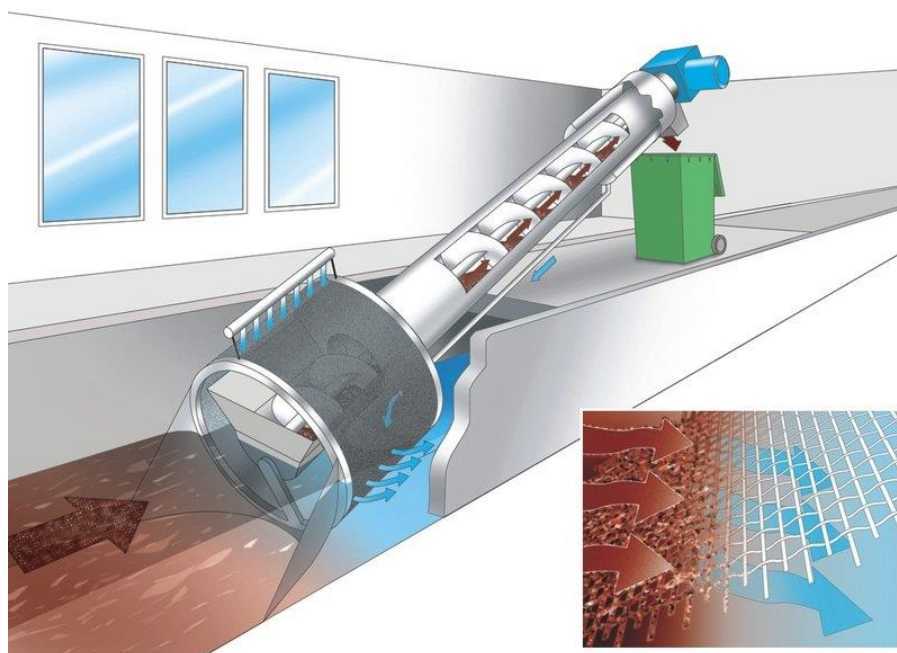
Membránové síto RoMem od společnosti Huber CS s.r.o. se používá pro cezení městských i průmyslových odpadních vod k odstraňování vláken a vlasů. [14]

Jedná se o velmi jemné síto s nízkou tlakovou ztrátou a velkou cedící plochou. Je bunového tvaru s instalačním úhlem 35°. Síto se skládá ze čtvercového pletiva, což zajišťuje spolehlivé odstranění částic určité velikosti. [14]

Díky velmi jemným otvorům neproniknou vlákna, vlasy ani chlupy. Čtvercová síta mají navíc velkou volnou cedící plochu, díky níž nabízí vysokou hydraulickou kapacitu. Jsou schopny převést průtoky až do 3500 m³/h a lze je vybavit čtvercovou síťovinou s velikostí ok od 0,5 do 1 mm. [14]

Tato síta jsou poměrně prostorově nenáročná a zároveň kombinují cezení, zhutňování a odvodňování shrabků. [14]

Při předčištění odpadní vody na stokové síti se používají z důvodu redukce CHSK/BSK₅ na výpustech do recipientu. Požadavkem je maximální možné snížení kyslíku vypouštěných vod, kterému napomáhá i mechanické čištění. Pro snížení CHSK a BSK₅ je vhodné použít síto 0,5 až 1 mm. [14]



Obr. 16: Schéma membránového síta [12]

Výhody:

- Cezení s jistou separací určité velikosti zrn pevných látek díky čtvercovému sítu.
- Odstranění vlasů, vláken a jemných suspendovaných částic
- Jemné cezení velkých objemů, nízká tlaková ztráta
- Dodatečné snížení CHSK a BSK na výpustech do recipientu
- Periodické propírání tlakovou vodou (12 MPa) eliminuje sedimentaci na síťovém koši.
- Speciálně navržené utěsnění mezi rotačním síťovým košem a žlabem zabraňuje prostupu nepřecezené vody.

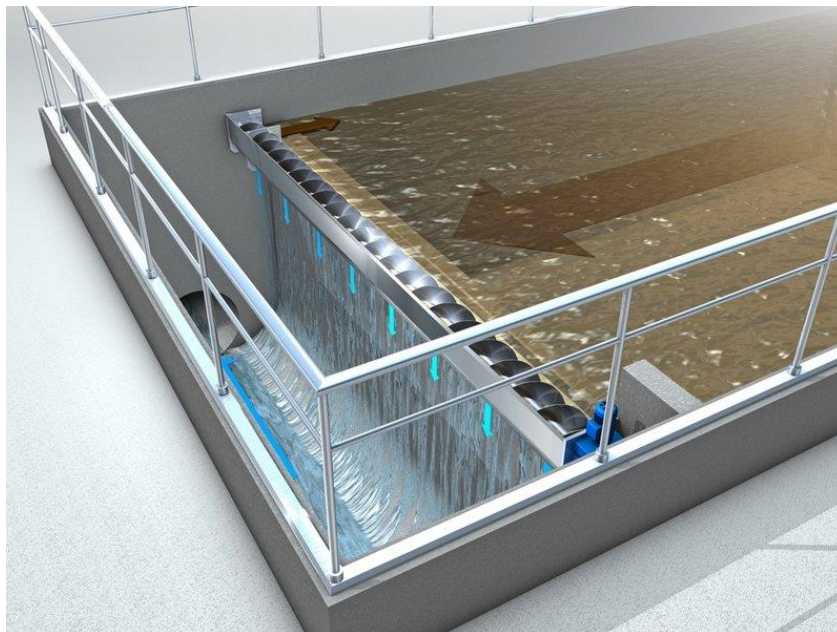
5.4.3 Síta na přepadech

Síta **RoK 1** a **RoK 2** of společnosti Huber s.r.o. představují jednoduché mechanické čištění na přepadech retenčních nádrží nebo na přepadech jednotné a dešťové kanalizace. Zajišťují efektivní separaci pevných látek díky kontinuálnímu automatickému čištění síta. Během bouřky či jiné události vedoucí k extrémním průtokům dochází ke stržení okolních nečistot a následnému vyplavení do recipientu. Toto zařízení je ideálním řešením právě pro tyto účely a to zejména pro vodní toky vyžadující rozsáhlejší opatření čištění přívalových vod. [15]

Jedná se o jemná síta navrhovaná pro velké průtoky při extrémně nízkém hydraulickém odporu. Dvourozměrné cezení zaručuje zachycení značného množství pevných látek a zároveň dochází k automatickému čištění síta. [15]

Zařízení RoK 1 je instalováno horizontálně přímo za přelivnou hranou přepadu. Hlavní součástí je rotační šnek umístěný v perforovaném plechovém žlabu. Přívalová voda přetéká přes přelivnou hranu a protéká skrz perforovaný žlab, kde se zachytí pevné látky. Rotační šnek má po obvodu instalován kartáč, který při otáčení čistí perforované síto a posouvá shrabky šroubovicí na konec žlabu, odkud přepadávají zpět do přitékající vody pod přelivnou

hranu dešťového oddělovače. Jinou volitelnou možností je odčerpání shrabků z cedícího žlabu přímo do kontejneru. Během přívalu vody se zařízení spustí automaticky a následně pracuje plně automaticky a samostatně. [15]



Obr. 17: Schéma síta na přepadech RoK 1[13]

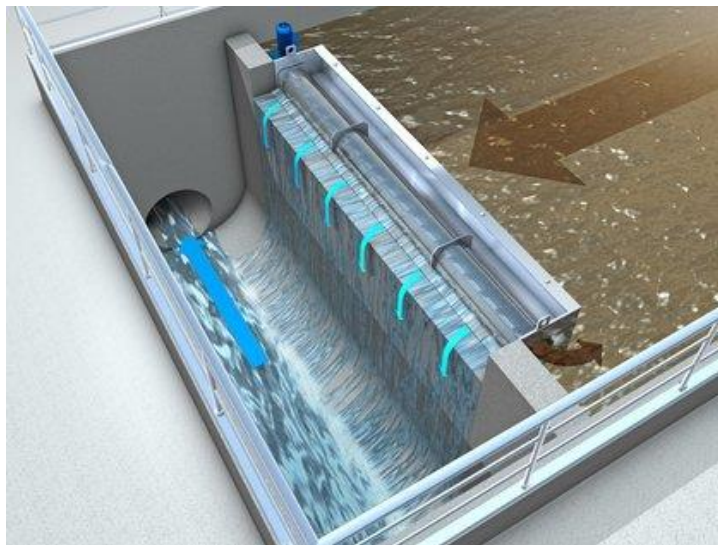
Výhody:

- Optimální zachycení pevných látek díky sítu (perforovaný plech)
- Nízký hydraulický odpor díky instalaci za přelivnou hranou
- Ideální řešení pro vypouštění s omezenou horní hladinou
- Bezproblémová aplikace na stávající přepady
- Možné kompletní zatopení perforovaného žlabu



Obr. 18: Síto na přepadu RoK 1[13]

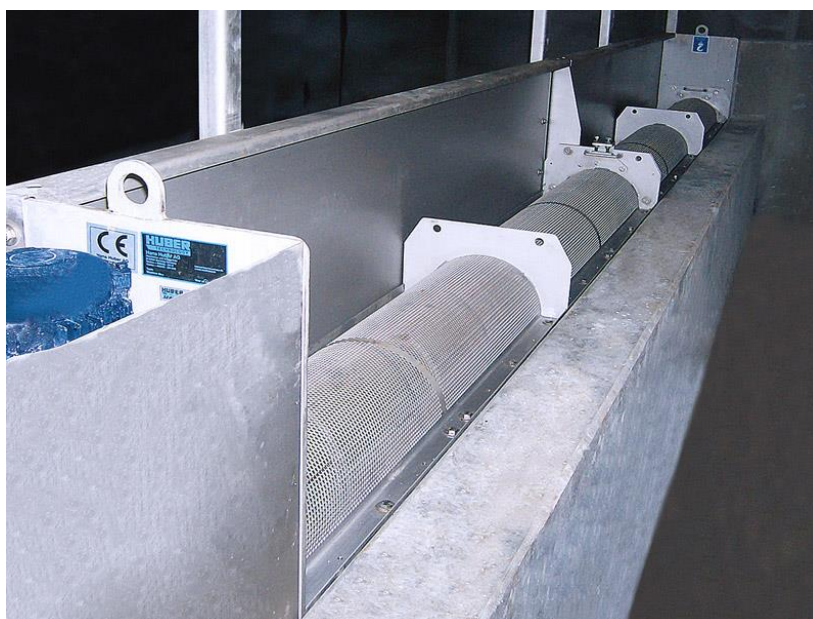
Zařízení RoK 2 je variantním řešením zařízení RoK 1 . Odpadní voda je na rozdíl od RoK 1 přiváděna spodem, což znamená, že přes síto přetéká voda zbavená nečistot. Shrabky setřené ze síta kartáčky umístěnými na hranách šneku jsou odváděny na ČOV. [16]



Obr. 19: Schéma síta na přepadu RoK 2[14]

Výhody:

- Optimální zachycení pevných látek díky sítu (perforovaný plech)
- Žádné ovlivnění efektivity zařízení spodní vodou
- Shrabky zůstávají na straně znečištěné vody
- Ideální řešení pro vypouštění s omezenou horní hladinou
- Bezproblémová aplikace na stávající přepady
- Možné kompletní zatopení perforovaného žlabu



Obr. 20: Síto na přepadu RoK 2[14]

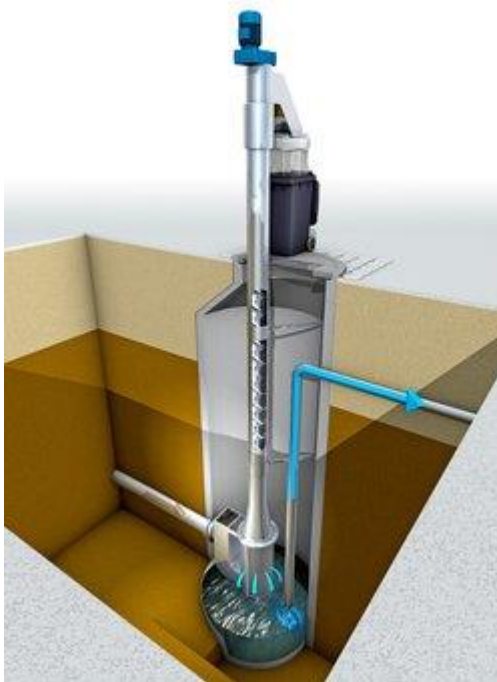
5.4.4 Automaticky čištěná síta s vertikálním odstraňováním shrabků

Tato automaticky čištěná síta **RoK 4** s vertikálním odstraňováním a zhutňováním shrabků zabráňují ucpávání čerpacích stanic vlasy a jiným jemnými látkami. Jsou to kompaktní jednotky, které se poměrně snadno instalují do omezených prostorů a umožňují odvodnění a zhutňování shrabků. [17]

RoK 4 se používají jak u nových tak u stávajících čerpacích stanic. Síto je čištěno automaticky, přičemž shrabky jsou vertikálně zvedány, odvodňovány a zhutňovány s následným předáním do kontejneru. [17]

Skládá se z vertikálního perforovaného koše a kalového šnekového dopravníku umístěného ve vertikální rouři. Ve spodní části protéká odpadní voda perforovaným košem, v němž se zachytávají nečistoty a pevné částice. Síto je čištěno kartáčem upevněným po obvodu rotačního šneku, který shrabky současně odstraňuje, odvodňuje a zhutňuje. Zařízení s touto úpravou shrabků přispívá k omezení šíření zápachu. [17]

Přecezená voda odtéká gravitačně, nebo je pumpována dál. Otevřená přítoková komora slouží i jako obtok. Zařízení může být i zatopeno (v případech výpadku el. proudu). Integrovaný dnový stupeň zajišťuje, aby se nečistoty nedostaly zpět do přitékající stoky. [17]



Obr. 21: Schéma RoK 4[15]

Výhody:

- Automatické cezení, vyzvedání a zhutňování shrabků v jedné kompaktní jednotce
- Optimální zachycení shrabků
- Prevence ucpávání čerpacích stanic a šachet vlasy apod.
- Snadno aplikovatelné do stávajících objektů pomocí příruby
- možnost kompletního zaplavení síta



Obr. 22: Vertikální síto RoK 4[15]

5.5 SKLOPNÉ ŽLABY

Sklopné žlaby jsou zařízení, která se využívají pro čištění dešťových retenčních nádrží, pro stoky s retenčními nádržemi s přepadem a pro ostatní zásobní nádrže. [18]

Sklopné žlaby od společnosti Huber s.r.o. se instalují na venkovní straně nádrže. Skládají se z koryta zadržujícího médium, podepřeného mimo osu otáčení a dalších nezbytných částí. Během plnění žlabu vzniká moment, který dosáhne při plném stavu mezní hodnoty a žlab se automaticky převrhne a vylije. Při sklápění je splachovací voda odkloněna ze svislé do vodorovné trajektorie pomocí betonového zaobleného přechodu dna do stěny pod žlabem. Po kompletním vyprázdnění žlabu se vrátí zpět do výchozí pozice a je připraven pro další vyplachovací cyklus. [18]



Obr. 23: Sklopný žlab[16]

Výhody :

- Vysoká účinnost díky silnému a dlouhému proplachu
- Nízká hlučnost

- Optimalizovaná kluzná ložiska pro snadný překlápěcí pohyb
- Velké délky proplachovaných nádrží



Obr. 24: Sklopný žlab Huber s.r.o.[16]

5.6 ZAŘÍZENÍ PRO REGULOVÁNÍ PRŮTOKŮ ODPADNÍCH VOD

Níže popsaná zařízení slouží k regulování průtoku vod v jednotných i oddílných kanalizačních sítích. V principu jsou všechna založena na plováku, který se vertikálně pohybuje v závislosti na výšce okolní hladiny vody. [19]

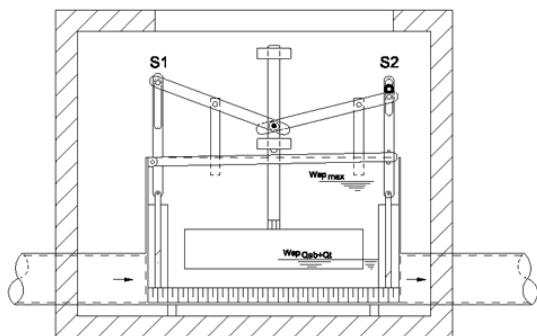
5.6.1 Plovákové regulátory

Na trhu je dnes nabízena celá škála plovákových regulátorů, které umožňují vyřešit jakékoli zadání i ve složitých podmínkách. Relativně velký objem plováku umožňuje s vysokou přesností regulovat již velmi malé průtoky. Regulované množství lze obvykle nastavit od 1 – 2000 l/s. Jejich využití je vhodné u: [19]

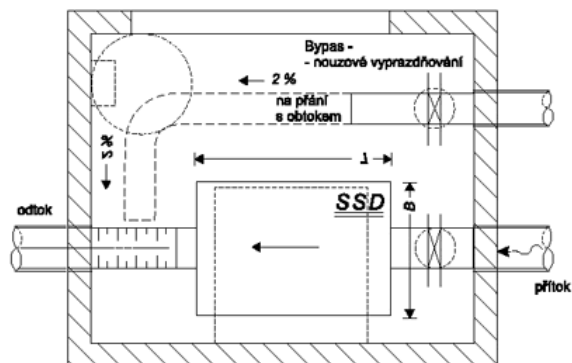
- dešťových zdrží
- dešťových oddělovačů
- akumulčních prostor
- retenčních nádrží a zdrží

Všechny typy regulátorů fungují na principu vertikálně pohyblivého plováku ovládajícího současně obě hradítka. Regulátor se osazuje do vlastní instalační šachty. Voda přitéká do regulátoru přes vstupní hradítko S1, které předškrtí vzduší i v řádech metrů před regulátorem na řád centimetrů uvnitř skříně. Na výstupní hradítko S2 pak působí výrazně nižší vzduší a lze tak lehce doladit odtok na požadovanou hodnotu. *Plovák i soustava pák působících na hradítka jsou vzájemně propojeny tak, že při případném ucpání hradítek S1 nebo S2 je samočinně spuštěn zvláštní provozní režim regulátoru, který zachycené nečistoty samočinně*

uvolní. [III] Pro stanovení velikosti je potřeba znát hodnotu škrcení, která by se měla nacházet cca v polovině pracovního pásma. Dále je nutné znát maximální hodnotu vzduť hladiny na přítoku. [19]



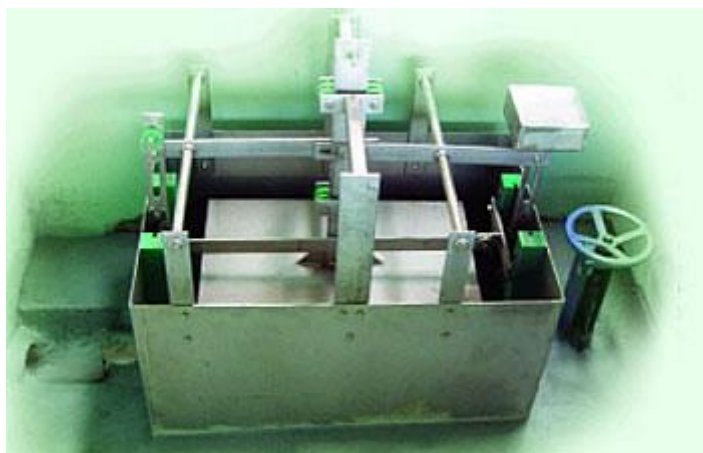
Obr. 25: Řez instalační šachtou s regulátorem



Obr. 26: Půdorys inst. šachty s vyznačením nouzového vyprazdňování vzduť na přítoku [17]

Výhody:

- Není třeba výškového rozdílu hladin
- Regulace již od 1 l/s
- Strmá odtoková křivka
- Uvnitř pracovního pásma lze měnit již nastavenou hodnotu škrcení
- Samočinné odblokování ucpaných hradítek
- Účinná regulace i při zpětném vzduť
- Není potřeba zdroj energie



Obr. 27: Plovákový regulátor [17]

5.6.2 Štítové oddělovače

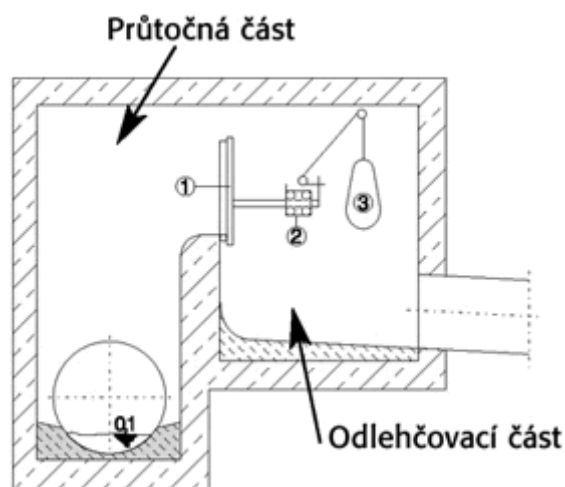
Hlavním úkolem štítových oddělovačů je zajistit, aby při vysoké vodě nebyla v průtočné části odlehčovací komory překročena maximální únosná výška hladiny. Při dosažení této hladiny se štít otevře – odsune od přelivné hrany a nazýváme ji proto hladinou otvírací. Na rozdíl od volného přelivu dochází u štítového oddělovače k odlehčení po celé výšce štítu. Z tohoto důvodu je pro dané odlehčované množství Q_0 možné cca o 1/3 zkrátit délku přelivné hrany, což umožní snížit náklady na stavební část odlehčovací komory. Regulaci odtoku je dále vhodné řešit pomocí plovákových regulátorů. Jestliže umístíme uchycení proti závaží štítu, dosáhneme jeho otevření rázem, čímž se docílí efektu vyplachovací klapky. Štítový oddělovač lze využít jako: [20]

- Oddělovač přebytečné vody v dešťovém oddělovači
- Uzávěr zpětného vzduť do dešťového oddělovače
- Norná stěna
- Vyplachovací klapka

V principu se toto zařízení používá jako vertikální štít vyrobený z nerezové oceli pohybující se horizontálně ve dvou lineárních pojezdech připevněných na stěnách komory. Síla, která působí proti vzduť v odlehčovací části komory je vyvíjena plovákem propojeným přes táhla a kladky s lyžinami pojezdu. Váhou plováku je určena výška vzduť v průtočné části dešťového oddělovače, při které se štít otevře. Každý štítový oddělovač je ve své podstatě atypický výrobek, jehož rozměry vychází z optimálního řešení dané situace. [20]

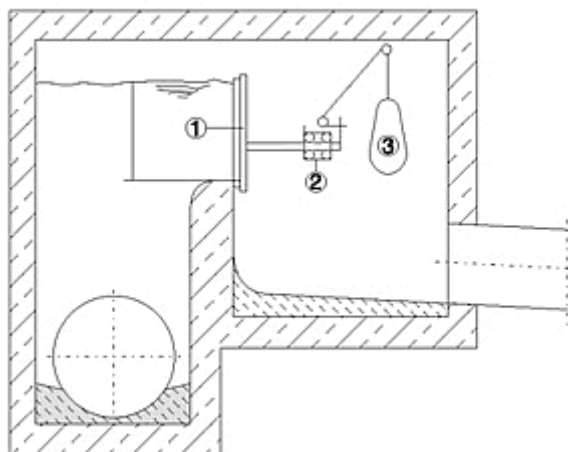
Pracovní režimy štítového oddělovače:

- Normální stav za suchého počasí. Kanalizací protéká volně voda. Štít je uzavřen, dosedá na práh a svislé stěny přelivného otvoru. [20]



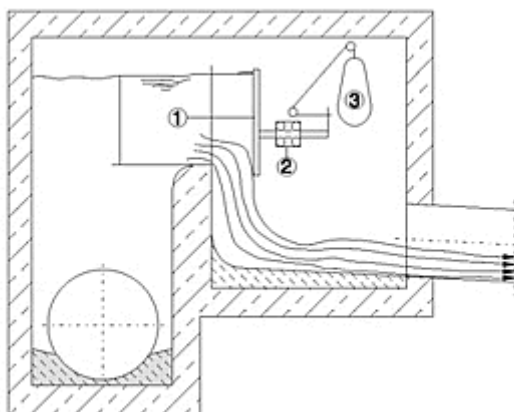
Obr. 28: Stav 1[18]

- Stav těsně před odsunutím štítu. V průtočné části dešťového oddělovače dosáhla voda úrovně otvírací hladiny. [20]



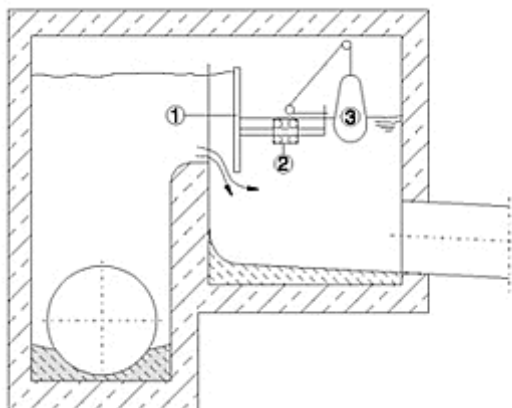
Obr. 29: Stav 2[18]

- Tlak vzduché vody je větší, než síla vyvíjená plovákem na štít z druhé strany. Štít se odsune a navzdouvaná voda odtéká do vodoteče. Odlehčuje-li se průběžně množství Q_o , zůstává zcela otevřen. Změnou váhy plováku se změní i výše otvírací hladiny. V důsledku spodního odlehčení je zachycováno až 90% plovoucích nečistot před štítem. Mluvíme proto o jeho funkci jako norné stěny. [20]



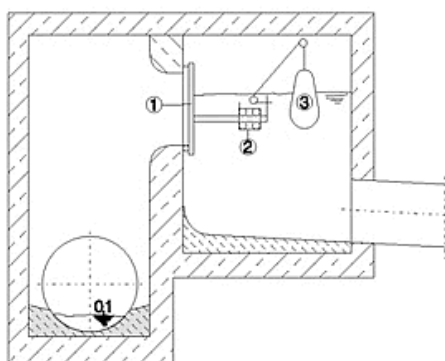
Obr. 30: Stav 3[18]

- Kanalizací protéká vysoká voda a zároveň dochází ke zpětnému vzduť z vodoteče. Jeho maximální výška musí být při zadávání návrhových parametrů uvedena a je zohledněna při výpočtu. Je-li pro vypočtenou délku přelivné hrany k dispozici dostatek prostoru, celé požadované množství Q_o je pak odlehčováno do rozdílu hladin cca 100 mm, při rozdílu 50 mm je zajištěno ještě odlehčení v hodnotě zhruba 60% z Q_o . Při vyrovnání hladin se štít uzavře. [20]



Obr. 31: Stav 4[18]

- Dochází pouze ke zpětnému vzduť v odlehčovací části DO. V její průtočné části je úroveň hladiny jako za sucha. Štít je uzavřen, nepustí proto vzduť vodu do průtočné části DO a dále do kanalizace. Hrozí-li nebezpečí přelití přes horní hranu štítu, přidává se při betonáži komory ještě horní práh, jak je znázorněno na obrázku. Štít pak dosedá na odlehčovací otvor po celém svém obvodu. [20]



Obr. 32: Stav 5[18]

Výhody:

- Zadaná maximální hladina v DO není překročena
- Lze průběžně měnit zvolenou výšku otvírací hladiny
- Použitím štítu lze výrazně zvětšit aktivní objem DO
- Kratší přelivná hrana snižuje náklady na stavbu
- Plná propustnost odlehčované vody i při zpětném vzduť – do rozdílu hladin 100 mm



Obr. 33: Štítový oddělovač[18]

5.6.3 Zpětné klapky

Existují dva typy zpětných klapek, buď klasická **kruhová zpětná klapka**, nebo **štěrbinová zpětná klapka**. Oba typy jsou vyráběny z nerezové oceli s uzavíracím jazykem z odolné gumy. Obvykle jsou na objekty osazovány pomocí hmoždinek. Pro každou situaci je třeba provést hydraulické dimenzování a vybrat vhodný typ. [3]

Jejich spolehlivost závisí na funkční jednoduchosti. Lehce ohebný jazyk je na jedné straně pevně přichycen k podkladní desce, kdežto volný pohyblivý konec se může nacházet v poloze otevřené pro odtok z kanalizačního systému, nebo uzavřené při zvýšených vodních stavech. Tímto bylo odstraněno špatné fungování ložisek klapek škrtkách, sníženy hydraulické odpory a zajištěna vysoká těsnost při uzavřené poloze. Výhoda použití gumového jazyka je i v případě zachycení předmětů jako jsou větve či klacky, které jsou buď rozdrceny, nebo obemknuty vyprofilovaným jazykem. [3]

Štěrbinová zpětná klapka

Je to typ klasické kruhové klapky, která byla zkonstruována pro použití v dešťových přepadových zdržích, retenčních zdržích a dešťových oddělovačích. Přepadové hrany těchto objektů jsou vlivem výškových poměrů obvykle umístěny tak, že při zvýšení hladiny ve vodoteči hrozí zpětné vzdutí. Voda z řeky se pak dostává do kanalizace, která na ni není dimenzována a způsobuje tak havarijní stav. V horším případě by se voda mohla dostat až na ČOV, která může být vyplavena. [21]

Konstrukčně je štěrbinová zpětná klapka podobná jako zpětná klapka kruhová. Pomocí kotevních prvků je připevněna na betonovou zeď. Velikost je dána podle místních specifických podmínek. Maximální doporučený rozměr je 6000 x 1000 mm. U přelivných hran delších jak 6 m se osazuje více klapek. [21]



Obr. 34: Štěrbínová zpětná klapka[19]

Kruhová zpětná klapka

Uplatňuje se na dešťových přepadových zdržích, ČOV a na vyústění do vodoteče, kde hrozí zpětné vzdutí. Z hlediska funkčnosti musí zajišťovat i při malém průtoku plynulou propustnost směrem ven a zároveň musí bezpečně zabránit vniknutí vody při zpětném vzdutí opačným směrem. Musí také splňovat požadavky na péči o ně, co do kontroly a údržby musí být minimální, jelikož jsou často umístěny na odlehlých a špatně přístupných místech. [22]

Základní částí je gumová manžeta připevněná ocelovým páskem k nástavci kotevní desky. Díky tomu nejsou potřeba žádné otáčivé části, jako jsou panty nebo závěsy náchylné k poruchám. [22]

Manžeta je udržena v rovině pomocí dvou kruhových vyrovnávacích desek umístěných na rubu a líci manžety. Desky jsou skrze manžetu prošroubovány a fungují jako protizávaží. [22]

Kotevní deska je osazena pomocí kotevních prvků na ostění kanalizační trubky. Všechny části klapky jsou vyrobeny z nerezové oceli, gumová manžeta je vodoodpudivá a odolná proti agresivním vodám. Klapky jsou dodávány v průměrech od DN 100 – DN 1500 mm. [22]



Obr. 35: Kruhová zpětná klapka [20]

6 PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části je navrženo nové řešení dešťového oddělovače OK2A, který se nachází na kmenové stoce A na kanalizační síti ve městě Brně. Jedná se o akci Rekonstrukce a dostavba kanalizace v Brně 2.2. Dostavba kmenové stoky A – **OK2A** a RN3A, **Sokolova**. Místo stavby se nachází v Brně – Horních Heršpicích. Vlastníkem je zde Statutární město Brno a zhotovitelem stavby Sdružení pro dostavbu kanalizace v Brně. [24]

6.1 UMÍSTĚNÍ

Staveniště je umístěno na neobdělávaném pozemku při ulici Sokolova, který je z východní strany ohraničený řekou Svratkou a ze severní strany komunikací Sokolova. Na tomto území nejsou umístěny žádné další stavby. [IV]

6.2 NÁVRHOVÉ PARAMETRY

Retenční nádrž:

- | | |
|----------------|----------------------------|
| • Objem RN3A | 6000 m ³ |
| • Užitný objem | 5500 m ³ |
| • Odtok z RN3A | max. 2,0 m ³ /s |

Dešťový oddělovač:

- | | |
|---|----------------------------|
| • Přítok z kmenové stoky A na OK2A | max. 4,6 m ³ /s |
| • Odtok z OK2A | max. 0,5 m ³ /s |
| • Kóta přepadové hrany směrem k RN3A | 194,87 m n.m. |
| • Kóta přepadové hrany směrem ke Svratce | 194,53 m n.m. |

6.3 POPIS FUNKCE CELÉHO OBJEKTŮ

Retenční nádrž RN3A je podzemní železobetonový monolitický objekt a je navržena jako průtočná nádrž, která je rozdělena do 5 sekcí o šířce 6,0 m. Mezi každou sekcí je umístěna stěna, která zajišťuje postupné plnění. Jestliže je jedna sekce naplněna, dojde k přepadu do sekce další. Pro čištění nádrží jsou v každé sekci instalovány vyplachovací vany, které po vyklopení zajistí vyčištění dna nádrže. [24]

Mezi RN3A a OK2A je umístěn lapák štěrku, který zajišťuje ochranu čerpadel v retenční nádrži před zanášením hrubými nečistotami. Odtok z nádrže je škrcen dvěma šterbinami o šířce 4,0 m a výšce 0,5 m se stavidly pro možnost manipulace. Před odtokem z retenční nádrže je osazena norná stěna, která zamezuje úniku plovoucích látek do řeky. [24]

Dešťový oddělovač je konstruován tak, aby maximální odtok směrem k ČOV nepřesáhl 500 l/s. Zbylý dešťový průtok bude směřován na dešťovou nádrž. Po naplnění nádrže začne voda přepadat a vlivem škrcení na odtoku z RN3A do řeky dojde ke vzduť a přepadu do odtoku

z OK2A do řeky. Dešťový oddělovač je navržen tak, aby byl poměr ředění vyšší než 1+20. [24]

Všechny průtoky, tzn. přítok do OK2A, odtok na ČOV, odtok do řeky z RN3A a odtok z OK2A do řeky jsou měřeny. Naměřené hodnoty jsou přeneseny na velín ČOV, odkud může obsluha provádět kontroly celého systému a ovládat je. Provoz je co možná nejvíce automatizován. Po skončení dešťové události je objem retence vyčerpán dle kapacitních možností ČOV a RN. [24]

6.3.1 Stavební objekty

- Retenční nádrž RN3A
- Dešťový oddělovač OK2A
- Propojovací žlaby
- Výústní objekt a spojná komora
- Odtok Z dešťového oddělovače na ČOV

6.4 DEŠŤOVÝ ODDĚLOVAČ OK2A

Dešťový oddělovač OK2A je umístěn na kmenové stoce A před retenční nádrží RN3A. Je konstruován jako železobetonová monolitická podzemní konstrukce o půdorysných rozměrech 15 x 8,3 m a hloubce 3,5 m. Maximální odtok směrem na ČOV nesmí přesáhnout 500 l/s. Oddělovač má dvě přepadové hrany o délce 14,34 m z čehož první na kótě 195,51 odlehčuje odpadní vody do dešťové nádrže a druhá na kótě 195,17 umožňuje po naplnění RN3A a následném vzduť hladiny odtok obtokovým žlabem, který je umístěn kolem RN do řeky Svratky. Přepadové hrany v dešťovém oddělovači jsou zhotoveny z pevné betonové hrany, na kterou je nainstalováno mobilní hrazení. [24]

Na OK2A jsou tři revizní vstupy, z nich vstup nad regulačním šoupátkem škrtící trati je opatřen obslužnou plošinou elektropohonu. Všechny vstupy do oddělovací komory jsou umístěny nad hladinou stoleté vody. [24]

Celý oddělovač je ze statických důvodů zakryt násypem o mocnosti 0,7 m. Tento násyp a vlastní hmotnost dešťového oddělovače zabraňuje vyplavání, jak kvůli vodě spodní, tak i vodě stoleté. [24]

Základní parametry

- | | |
|---|-------------|
| • Profil přítoku do OK: | DN 2200 |
| • Profil odtoku směr ČOV: | DN 500 |
| • Profil odtoku směr odlehčení do recipientu: | 3,0 x 2,0 m |
| • Profil odtoku směr RN: | 3,0 x 2,5 m |
| • Délka přelivné hrany na odtoku do RN: | 14,34 m |
| • Délka přelivné hrany na odtoku do recipientu: | 14,34 m |

- | | |
|--|---------------|
| • Kóta pevné přelivné hrany na odtoku do RN: | 194,87 m n.m. |
| • Kóta pevné přelivné hrany na odtoku do recipientu: | 194,53 m n.m. |
| • Kóta mobilní přelivné hrany na odtoku do RN: | nevyhrazeno |
| • Kóta mobilní přelivné hrany na odtoku do recipientu: | 195,17 m n.m. |

Dle manipulačního řádu je úroveň mobilní přelivné hrany upravena na základě studie „ČOV Brno – Modřice, studie vlivu výstavby retenčních nádrží na látkové zatížení, V budoucnu má být postupně zvedána na základě výstavby a stavu dešťových oddělovačů na kmenové stoce A až na úroveň 195,51 m. [24]

Pozn. Ve skutečnosti je v současné době problém s nedostatečným předčištěním odpadní vody na mobilní přelivné hraně OK2A při dešťových událostech. Tato hrana není schopna dostatečně oddělit nerozpuštěné látky obsažené v odpadní vodě, které představují možný zdroj znečištění pro recipient.

Dalším obecným problémem dešťových oddělovačů na kmenové stoce A je, že dochází díky zanášení česlí ke snížení jejich průtočné kapacity a následně k samovolnému zvyšování úrovně hladiny na odtoku. Toto zanášení způsobuje nedostatečné splnění podmínky odtoku na ČOV max. 500 l/s.

Dále díky tomu není splněna podmínka potřeby zvyšovat u dešťového oddělovače OK2A přelivnou hranu postupně, dle výstavby a stavu všech dešťových oddělovačů na kmenové stoce A.

Řešení praktické části se zabývá návrhem stíratelného zařízení na přelivné hraně OK2A. Návrh opatření viz kap. 6.5.

6.4.1 Popis funkce dešťového oddělovače OK2A

Odpadní vody z kmenové stoky A jsou přiváděny do dešťového oddělovače, z něhož jsou vedeny potrubní trasy do tří směrů:

- Na ČOV Modřice, potrubím DN 500
- Na dešťovou zdrž žlabem $\bar{s} = 3000$ mm
- Do obtokového žlabu retenční nádrže $\bar{s} = 3000$ mm a dále do řeky Svatky

Na odtoku na ČOV Modřice je v dešťovém oddělovači osazeno stavitko, které je trvale otevřeno a reguluje odpadní vody na ČOV. Ostatní přitékající odpadní vody přepadají přes přepadovou hranu do odtokového žlabu na retenční nádrž RN3A. Za stavidlovým uzávěrem je v přítokovém žlabu osazen lapák šterku. Odpadní vody, které se pohybují nad hodnotou maximálního průtoku nádrží, přepadají přes přepadovou hranu do řeky Svatky. Ve žlabu na obtoku do řeky Svatky je osazen stavidlový uzávěr, který je uzavírán v případě stoupající hladiny v řece Svatce, aby nedocházelo ke zpětnému vzdutí do odlehčovací komory. [24]

6.4.2 Řízení odtoku

Základní nastavení hradidla:

- Regulovaný dešťový odtok: 100% otevření
- Regulovaný dešťový odtok – tlakový režim: 70%-100% otevření

K regulovanému odtoku 500 l/s dochází až v tlakovém proudění při výšce tlakové čáry cca 35 cm nad záklenkem odtokového potrubí. Při zvyšování polohy tlakové čáry se zvětšuje průtok (100 cm přetlaku = 700 l/s). Pro udržení regulovaného odtoku je potřeba postupné přivírání šoupěte při zvyšování hladiny nad 35 cm nad záklenek. Regulace hradila je závislá ne měření průtoku za škrťací tratí. [24]

6.5 NÁVRH OPATŘENÍ

Jak bylo již řečeno výše, problém v případě dešťového oddělovače OK2A představuje mobilní přelivná hrana, která nezajišťuje dostatečné předčištění odpadní vody během přepadu. Z tohoto důvodu bude potřeba na přelivnou hranu instalovat stíratelné zařízení.

Pozn.:

U jiných oddělovacích komor (např. u oddělovací komory Jeneweinova) jsou na přepadové hraně osazeny česle, které by měly zajišťovat oddělení pevných látek a zamezit jejich šíření do recipientu.

Česle jsou však dle zkušenosti provozovatele ucpávány pevnými látkami organického i anorganického původu (igelitové sáčky, tašky, hygienické potřeby, atd.), které by podle kanalizačního řádu neměly být v odpadní vodě přítomny.

Ucpáváním česlí se snižuje jejich průtočná kapacita a dochází tak k nežádoucímu zvýšení úrovně hladiny odtoku do RN3A, která způsobuje nedostatečné oddělení množství odpadní vody a není tak splněna podmínka odtoku na ČOV max. 500 l/s. Díky tomu také mobilní přelivná hrana neumožňuje potřebu zvyšovat přelivnou hranu postupně, podle výstavby a stavu všech dešťových oddělovačů na kmenové stoce A.



Obr. 36: Ukázka ucpávání česlí [21]



Obr. 37: Ukázka ucpávání česlí II [21]

6.5.1 ŘEŠENÍ

Optimálním řešením, jak problém s mobilní přelivnou hranou OK2A vyřešit, je její odstranění a následné instalování zařízení RoK 1 od společnosti Huber. Toto stíratelné zařízení pracuje na principu přepadu vody skrz perforovaný žlab s horizontálně umístěným šnekem.

RoK1

Jak již bylo uvedeno v kap. 5.4.3 Síta na přepadech zařízení RoK1 je umístěno horizontálně přímo za přelivnou hranou přepadu. Přívalová voda přetéká přes přelivnou hranu a protéká skrz perforovaný žlab, kde se zachycují pevné látky. Hlavním prvkem je rotační šnek vybavený po obvodě upevněným kartáčem, který čistí žlabové síto, ze kterého jsou shrabky tlačeny šroubovicí na konec žlabu, odkud přepadají zpět do přitékající vody. Zařízení je vyráběno v délkách 625, 1250, 1875, 2500, 3125, 3750, 4375, 5000, 5625, 6250, 6875, 7500, 8125, 8750, 9375, 10 000 mm. V našem případě je délka přelivné hrany 14,34 m.



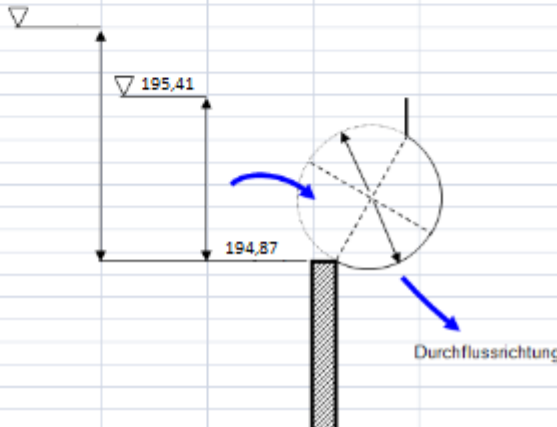
Obr. 37: Zařízení RoK1

Z důvodu rozměrů vyráběných modulů zařízení Rok1 připadají v úvahu dvě variantní řešení.
Varianta 1 by bylo umístění jednoho stroje o délce 10 000 mm na střed přelivné hrany.
Varianta 2 by bylo umístění dvou strojů o délce 6250 mm.

Varianta 1

Varianta 1 je umístění jednoho stroje o délce 10 000 mm s průměrem koše 500 mm na střed přelivné hrany s tím, že zbývající volná část by musela být zaslepena plechem nebo roštem. Dle hydraulických výpočtů společnosti Huber je toto zařízení schopno převést požadovaný průtok.

Hydraulické výpočty RoK1 – 10 000 mm:

Hydraulischer Nachweis RoK 1			
Projektname:			
Datum:	14.1.2015		
Bearbeiter:			
Eingabedaten			
Aktive Sieblänge [m]:	9,70	Tats. Wehrlänge [m]:	14,35
Siebkorbdurchmesser [mm]:	500	Wehrkronenhöhe [m]:	194,87
Sieblochdurchmesser [mm]:	6	Belegungsfaktor (%):	50
Geforderter Zielfluß [m ³ /sec]:	4,100	Zielflußdifferenz:	0,0
Aktueller Zielfuß[m ³ /sec]:	4,100		
Auswertung der hydraulischen Berechnung			
Anstellwinkel des Siebkorbes: 60 Grad			
min. Notentlastungshöhe [m]	▽		
Betriebswasserspiegel [m]	▽ 195,41		
Wehrkronenhöhe [m]	194,87		
			

Výhody:

- Jednodušší, levnější instalace

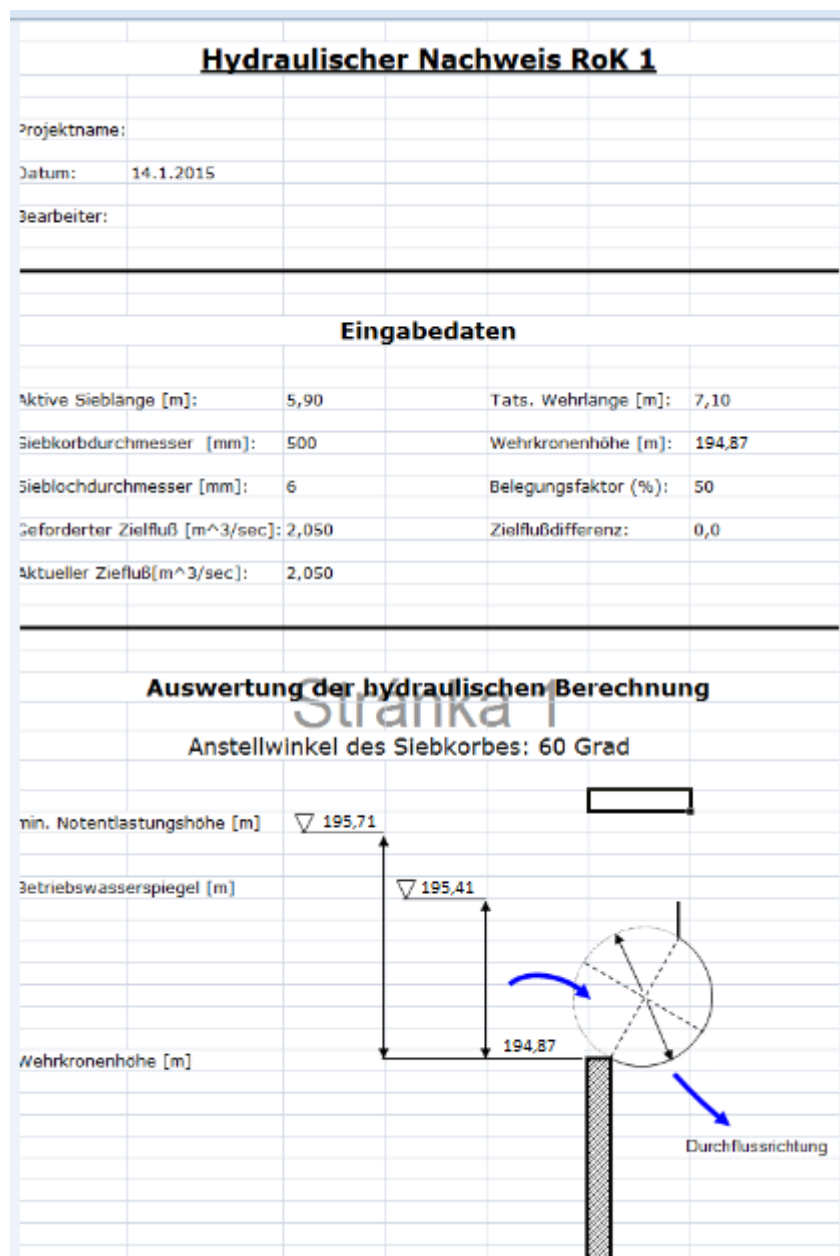
Nevýhody:

- Zaslepení zbytku přepadové hrany plechem, nebo roštem

Varianta 2

Druhou variantou je umístění dvou strojů o délce 6250 mm s průměrem koše 500 mm vedle sebe, což umožní oddělování odpadní vody po celé délce přelivné hrany. Dva stroje délky 6250 mm jsou dle hydraulických výpočtů společnosti Huber schopny převést požadovaný průtok.

Hydraulické výpočty RoK1 – 2x 6250 mm:



Výhody:

- Lepší pokrytí délky přelivné hrany
- Výhoda dvou strojů při poruše apod.

Nevýhody:

- Dražší řešení

Závěr

Jako lepší řešení se jeví varianta 2 hlavně z důvodu lepšího pokrytí délky přepadové hrany a případného výpadku jednoho ze strojů.

Ve výsledku bude však rozhodování o realizované variantě na investorovi. Jelikož je realizace nového řešení přepadové hrany na OK2A výhledová v řádu let, bude bezprostředně před řešením projektu potřeba navržené řešení aktualizovat dle aktuálního stavu kanalizace a s ohledem na vývoj technologie v oblasti předčištění odpadní vody.

Montáž zařízení RoK1 bude vyžadovat přítomnost technika ze společnosti Huber z důvodu správného osazení stroje a rozmístění jeho kotvících prvků.

Typ motoru:

V případě varianty 2 bude pro stroje o délce 6250 mm použit motor BK40Z – 34VW o celkové hmotnosti 1103 kg.

Motor data 714017:			
Make:	Bauer		
Gearing type:	BK40Z-34VW	Terminal box arrangement:	III/A
Motor type:	DXEU09XA4-TB-ZV/C4-SP	Model:	H4
Performance (P2) [KW]:	0.63	Ex protection:	II2GExeII T4
Rotational speed (n1) [1/min]:	1400	Class [IP]:	IP68
Ratio:	169	Insulation class:	F
Torque (M2) [Nm]:	600	Power factor cos phi:	0,86
Rotational speed (n2) [1/min]:	8.3	Relative breakdown torque Mk/Mn:	2,8
Voltage [V]:	400 Y	Relative starting torque Ma/Mn:	2,4
Frequency [Hz]:	50	Sound pressure level:	65-70 dB(A)
Nominal power [A]:	1,42	Weight [kg]:	81 Kg
Starting current [A]:	8,38	Breather:	no
No-load current [A]:	...	Thermistors:	ja
Paint:	Sonderlackierung, schwarz (nach WIMES)	Lubricant:	6,7/0,6l
Brake:	nein	Warm up time TE time [sec]:	14
Engine efficiency:	73,5 %	Duty type:	S1
Engine efficiency class:	IE1		
Constructional dimensions [mm]:	Ausführung mit Flansch und Hohlwelle mit Nut, Lochkreis ø 215/4M12, Hohlwelle mit Passfeder ø40 L=260, 22 Übers. Flansch vor der Welle		
Notes:	mit beidseitiger doppelter Wellendichtung, äußere Dichtringe umgekehrt eingebaut zwischen den Abdichtungen gefettet, mit 2. Wellenende, 20m Motorkabel		

7 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce je seznámení čtenářů s problematikou předčištění odpadní vody na stokové síti se zaměřením na dešťové oddělovače. Práce popisuje historii a současnost legislativy dešťových oddělovačů v České Republice a zahraničí, smysl a cíle kanalizačního řádu s ohledem na stokovou síť a také vody, které nejsou považovány za vody odpadní. Dále je popisován vliv dešťových oddělovačů na vodní toky s přihlédnutím k metodické příručce Posuzování dešťových oddělovačů jednotných stokových systémů v urbanizovaném území. V rámci práce je zpracován přehled objektů a zařízení, které je možné použít pro předčištění odpadní vody na stokové síti. Praktická část řeší návrh nového řešení dešťového oddělovače OK2A, který se nachází na kmenové stoce A na kanalizační síti města Brna. Z důvodu nedostatečného předčištění přepadající odpadní vody je navrženo stíratelné zařízení. Podklady pro vypracování diplomové práce jsem získala z internetu, odborné literatury a díky osobním schůzkám s výrobcem zařízení a provozovatelem kanalizace ve městě Brně.

V kapitole 2 je nejprve zpracována obecná legislativa související s vypouštěním odpadních vod do recipientu s porovnáním limitů Nařízení vlády z let 1975 – 2011. Dále popisuje legislativu EU a její návaznost na Českou republiku včetně legislativy související s dešťovými oddělovači.

Kanalizační řád města Brna má za úkol stanovovat způsob užívání kanalizace, právně upravuje vztahy mezi provozovatelem kanalizace a producenty odpadních vod a především v něm lze dohledat přehled látek, které nejsou odpadními vodami. Obecným cílem kanalizačního řádu je co nejvíce zamezit vnášení těchto látek do stokového systému. Ve městě Brně převládá díky velkému výškovému rozdílu cca 200 m gravitační způsob odvádění odpadních vod. Stoková síť se skládá celkem ze šesti kmenových stok A – E podél dvou hlavních recipientů Svitavy a Svratky. Problém na kanalizační síti představují některé dešťové oddělovače, u nichž se v budoucnu musí provést opatření, aby bylo splněno kritérium minimálního poměru ředění pro dešťové odlehčované vody 1 + 20.

Velmi podstatným ukazatelem je vliv dešťových oddělovačů na vodní toky. Jejich působení může mít krátkodobé účinky, kdy se zvýší koncentrace toxických látek v řádu hodin po přepadu, dále mohou mít opožděné účinky projevující se až několik dní po přepadu a nebo dlouhodobé účinky, které se projeví během měsíců až let. Ochranu vodních toků rozlišujeme z hlediska z emisního a imisního hlediska.

Pro předčištění odpadní vody na stokové síti se používá celá řada zařízení umístěná na objektech stokové sítě, mezi které patří: dešťové oddělovače, retenční objekty, dešťové nádrže a separátory. Na objektech je možno nainstalovat zařízení pro předčištění odpadní vody jako např.: česle, síta a sklopné žlaby.

V praktické části je navrženo nové řešení dešťového oddělovače OK2A, který se nachází na kmenové stoce A na kanalizační síti ve městě Brně. Dešťový oddělovač je konstruován tak, aby maximální odtok směrem k ČOV nepřesáhl 500 l/s, celkový přítok na OK2A je 4600 l/s. Problém v případě dešťového oddělovače OK2A představuje mobilní přelivná hrana, která nezajišťuje dostatečné předčištění odpadní vody. Na přelivnou hranu je proto navrženo stírané zařízení pro předčištění odpadní vody. Optimálním řešením je odstranění mobilní přelivné hrany a následné instalování zařízení RoK 1 od společnosti Huber. Toto stíratelné zařízení pracuje na principu přepadu vody skrz perforovaný žlab s horizontálně umístěným šnekem. Z důvodu rozměrů vyráběných modulů zařízení Rok1 připadají v úvahu dvě variantní řešení. Varianta 1 by bylo umístění jednoho stroje o délce 10 000 mm na střed přelivné hrany. Varianta 2 by bylo umístění dvou strojů o délce 6250 mm. Jako lepší řešení se jeví varianta 2

hlavně z důvodu lepšího pokrytí délky přepadové hrany a případného výpadku jednoho ze strojů. Ve výsledku bude však rozhodování o realizované variantě na investorovi. Jelikož je realizace nového řešení přepadové hrany na OK2A výhledová v řádu let, bude bezprostředně před řešením projektu potřeba navržené řešení aktualizovat dle aktuálního stavu kanalizace a s ohledem na vývoj technologie v oblasti předčištění odpadní vody.

Z diplomové práce budou moci čerpat projekční kanceláře, vodohospodářské firmy, studenti ale i široká veřejnost.

8 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] http://www.opzp.cz/soubor-ke-stazeni/40/12023-Metodicka%20prirucka_verze_24.pdf
- [2] DOSKOČILOVÁ, Denisa. *Chemikálie na čistírně odpadních vod*. Brno: 2013. 68 s. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Petr Hlušík Ph.D.
- [3] HLAVÍNEK, Petr. *Stokování a čištění odpadních vod, Modul 2*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2006, 149 s.
- [4] http://www.opzp.cz/soubor-ke-stazeni/17/5237-01052009_metodicka_prirucka_stokovy_system_090604.pdf
- [5] VSA (2007). *Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter: Richtlinie „STORM“ für die konzeptuelle Planung von Massnahmen*. VSA, Zurich.
- [6] HMULV – Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2004). *Leitfaden für das Erkennen ökologisch kritischer Gewässerbelastungen durch Abwassereinleitungen in Hessen*.
- [7] ÖWAW-Regelblatt 19 (2007). *Richtlinien für die Bemessung von Regentlastungen in Mischwasserkanälen*
- [8] Krejčí a kol. (2002): *Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup* (Eds. P. Hlavínek a E. Zeman), NOEL 2000, Brno
- [9] BWK-Materialien 1 (2003): Begleitband zu dem BWK-Merkblatt 3.
- [10] <http://www.rekuper.cz/produkty/rekuper-regulace-prutoku-odpadnich-vod/predsazene-cesle-regulace-prutoku-odpadnich-vod.html>
- [11] <http://www.rekuper.cz/produkty/rekuper-regulace-prutoku-odpadnich-vod/57-stitove-cesle-regulace-prutoku-odpadnich-vod.html>
- [12] <http://www.huberics.cz/cz/produkty/kanalove-a-destove-vybaveni/kombinovana-splaskova-sita/huber-cesle-pro-destove-vody-hsw.html>
- [13] <http://www.huberics.cz/cz/produkty/cesle-a-sita/cesle-a-sita-rotamatr/rotamatr-rotacni-sito-ro-2-rpps.html>
- [14] <http://www.huberics.cz/cz/produkty/cesle-a-sita/cesle-a-sita-rotamatr/rotamatr-membranove-sito-romem.html>
- [15] <http://www.huberics.cz/cz/produkty/kanalove-a-destove-vybaveni/kombinovana-splaskova-sita/rotamatr-cisteni-na-prepadech-rok-1.html>
- [16] <http://www.huberics.cz/cz/produkty/kanalove-a-destove-vybaveni/kombinovana-splaskova-sita/rotamatr-cisteni-na-prepadech-rok-2.html>
- [17] <http://www.huberics.cz/cz/produkty/cesle-a-sita/cesle-a-sita-rotamatr/rotamatr-cisteni-v-kanalovych-sachtach-rok-4.html>
- [18] <http://www.huberics.cz/cz/produkty/kanalove-a-destove-vybaveni/cistici-system-pro-kanaly-a-zdrze/huber-sklopny-zlab.html>
- [19] <http://www.rekuper.cz/produkty/rekuper-regulace-prutoku-odpadnich-vod/rekuper-plovakove-regulatory-standard.html>

- [20] <http://www.rekuper.cz/produkty/rekuper-regulace-prutoku-odpadnich-vod/stitovy-oddelovac-regulace-prutoku-odpadnich-vod.html>
- [21] <http://www.rekuper.cz/produkty/rekuper-regulace-prutoku-odpadnich-vod/sterbinova-zpetna-klapka-regulace-prutoku-odpadnich-vod.html>
- [22] <http://www.rekuper.cz/produkty/rekuper-regulace-prutoku-odpadnich-vod/kruhova-zpetna-klapka-regulace-prutoku-odpadnich-vod.html>
- [23] *Kanalizační řád pro statutární město Brno, město Kuřim, město Modřice, obce Česká a Želešice platný od 16.5.2011 do 31.12.2020*, 48 s.
- [24] *Provozní řád - Rekonstrukce a dostavba kanalizace v Brně, 2.2. Dostavba kmenové stoky A – OK2A a RN3A, Sokolova* , 64 s.

9 SEZNAM TABULEK

Tab. č. 2.1.1.1. : Porovnání emisních hodnot: [1].....	7
Tab. č. 2.1.1.2. : Porovnání účinnosti čištění: [1].....	7
Tab. č. 3.6.1.: Limitní hodnoty znečištění pro producenty 1. Skupiny, 2. Kategorie [2].....	15
Tab. č. 3.6.2.: Limitní hodnoty pro producenty podkategorie 1 a) [2].....	16
Tab. č. 3.6.3.: Limitní hodnoty pro producenty podkategorie 1 b) [2].....	16
Tab. č. 3.6.4.: Obecné limitní hodnoty pro producenty I. Skupiny, 2. Kategorie a II. Skupiny – všeobecné ukazatele [2].....	16
Tab. 3.2.1.1.: Rozpuštěné znečištění a nerozpuštěné látky [3].....	24
Tab. 4.4.1.1.: Klíčové ukazatele ochrany recipientu – emisní kritéria a jejich doporučené hodnoty [8].....	28
Tab. 4.4.1.2.: Klíčové ukazatele ochrany recipientu – imisní kritéria pro OK [9].....	29

10 ZDROJE TABULEK

- [1] DOSKOČILOVÁ, Denisa. *Chemikálie na čistírně odpadních vod*. Brno: 2013. 68 s. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Petr Hlušík Ph.D.
- [2] *Kanalizační řád pro statutární město Brno, město Kuřim, město Modřice, obce Česká a Želešice platný od 16.5.2011 do 31.12.2020*.
- [3] http://www.opzp.cz/soubor-ke-stazeni/40/12023-Metodicka%20prirucka_verze_24.pdf

11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Dešťový oddělovač ulice Trnitá, Brno [1].....	9
Obr. 2: Dešťový oddělovač ulice Trnitá Brno [2].....	9
Obr. 3: Vlákna zelených řas rodu Cladophora a Stigeoclonium v toku, jedná se o indikaci bodového zdroje eutrofizace.[3].....	20
Obr. 4: Eutrofizace pomalu tekoucích vod [4].....	21
Obr. 5: Sedimentace a následné zarůstání pomalu tekoucího vodního toku [5].....	23
Obr. 6: Vířivý a vírový separátor [6].....	32
Obr. 7: Vírový separátor v provozu [7].....	33
Obr. 8: Předsazené česle [8].....	34
Obr. 9: Čistící kotouče zapuštěné mezi lamely [8].....	35
Obr. 10: Štítové česle [9].....	35
Obr. 11: Schéma HSW česlí [10].....	36
Obr. 12: HSW česle [10].....	37
Obr. 13: Schéma rotačního síta Ro 2 /RPPS [11].....	38
Obr. 14: Řešení rotačního koše [11].....	38
Obr. 15: Rotační síto Ro 2 / RPPS [11].....	39
Obr. 16: Schéma membránového síta [12].....	40
Obr. 17: Schéma síta na přepadech RoK 1[13].....	41
Obr. 18: Síto na přepadu RoK 1[13].....	41
Obr. 19: Schéma síta na přepadu RoK 2[14].....	42
Obr. 20: Síto na přepadu RoK 2[14].....	42
Obr. 21: Schéma RoK 4[15].....	43
Obr. 22: Vertikální síto RoK 4[15].....	44
Obr. 23: Sklopný žlab[16].....	44
Obr. 24: Sklopný žlab Huber s.r.o.[16].....	45
Obr. 25: Řez instalační šachtou s regulátorem [17].....	46
Obr. 26: Půdorys inst. šachty s vyznačením nouzového vyprazdňování vzdutí na přítoku [17].....	46
Obr. 27: Plovákový regulátor [17].....	46
Obr. 28: Stav 1[18].....	47
Obr. 29: Stav 2[18].....	48
Obr. 30: Stav 3[18].....	48
Obr. 31: Stav 4[18].....	49

Obr. 32: Stav 5[18].....	49
Obr. 33: Štítový oddělovač[18].....	50
Obr. 34: Štěrbínová zpětná klapka[19].....	51
Obr. 35: Kruhová zpětná klapka [20].....	51
Obr. 36: Zanesená mobilní hrana dešťového oddělovače OK2B [21].....	55
Obr. 37: Ucpávání česlí II [21].....	56

12 ZDROJE OBRÁZKŮ

- [1] <http://www.kafelanka.cz/m/odlehcovacka2-3.jpg>
- [2] <http://www.kafelanka.cz/m/odlehcovacka2-4.jpg>
- [3] http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-006/images/eutrofizace/eutrofizace_v_toku.jpg
- [4] <http://old.vscht.cz/document.php?docId=5979>
- [5] <http://botany.upol.cz/atlasyspolecenstva/rdest.jpg>
- [6] http://www.casopisstavebnictvi.cz/UserFiles/Image/0708/34_vir.jpg
- [7] http://www.casopisstavebnictvi.cz/rekonstrukce-kanalizacniho-systemu-v-uzemi-mestske-casti-praha-cakovice_N304
- [8] <http://www.rekuper.cz/produkty/rekuper-regulace-prutoku-odpadnich-vod/predsazene-cesle-regulace-prutoku-odpadnich-vod.html>
- [9] <http://www.rekuper.cz/produkty/rekuper-regulace-prutoku-odpadnich-vod/57-stitove-cesle-regulace-prutoku-odpadnich-vod.html>
- [10] http://www.huber.cs.cz/fileadmin/01_products/10_storm_sewer/01_mischwassersiebung/03_hsw/pro_hsw_en.pdf
- [11] <http://www.huber.cs.cz/cz/produkty/cesle-a-sita/cesle-a-sita-rotametr/rotametr-rotacni-sito-ro-2-rpps.html>
- [12] <http://www.huber.cs.cz/cz/produkty/cesle-a-sita/cesle-a-sita-rotametr/rotametr-membranove-sito-romem.html>
- [13] <http://www.huber.cs.cz/cz/produkty/kanalove-a-destove-vybaveni/kombinovana-splaskova-sita/rotametr-cisteni-na-prepadech-rok-1.html>
- [14] <http://www.huber.cs.cz/cz/produkty/kanalove-a-destove-vybaveni/kombinovana-splaskova-sita/rotametr-cisteni-na-prepadech-rok-2.html>
- [15] <http://www.huber.cs.cz/cz/produkty/cesle-a-sita/cesle-a-sita-rotametr/rotametr-cisteni-v-kanalovych-sachtach-rok-4.html>
- [16] <http://www.huber.cs.cz/cz/produkty/kanalove-a-destove-vybaveni/cistici-system-pro-kanaly-a-zdrze/huber-sklopny-zlab.html>
- [17] <http://www.rekuper.cz/produkty/rekuper-regulace-prutoku-odpadnich-vod/rekuper-plovakove-regulatory-standard.html>
- [18] <http://www.rekuper.cz/produkty/rekuper-regulace-prutoku-odpadnich-vod/stitovy-oddelovac-regulace-prutoku-odpadnich-vod.html>
- [19] <http://www.rekuper.cz/produkty/rekuper-regulace-prutoku-odpadnich-vod/sterbinova-zpetna-klapka-regulace-prutoku-odpadnich-vod.html>
- [20] <http://www.rekuper.cz/produkty/rekuper-regulace-prutoku-odpadnich-vod/kruhova-zpetna-klapka-regulace-prutoku-odpadnich-vod.html>
- [21] VaK Brno

13 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

BSK ₅	Biochemická spotřeba kyslíku pětidenní s potlačením nitrifikace [mg/l]
ČOV	Čistírna odpadních vod
DO	Dešťový oddělovač
EO	Ekvivalentní obyvatel, definován produkcí znečištění 60 BSK ₅ za 1 den
EU	Evropská unie
CHSK _{Cr}	Chemická spotřeba kyslíku dichromanovou metodou [mg/l]
KNK _{4,5}	Kyselinová neutralizační kapacita (alkalita) [mmol/l]
NL	Nerozpuštěné látky [mg/l]
NEL	Nepolární extrahovatelné látky
NH ₃	Amoniak
NH ₄ ⁺	Amonný iont
pH	Vodíkový exponent
P _{celk.}	Celkový fosfor [mg/l]
N _{celk.}	Celkový dusík [mg/l]
Q _h	Maximální hodinový průtok [m ³ /h]
Q _{max}	Maximální bezdeštný průtok [m ³ /h]
Q _O	Odlehčované množství [m ³ /h]

14 SEZNAM PŘÍLOH

1. Výkres č. 1: Situace
2. Výkres č. 2: Půdorysný řez OK2A
3. Výkres č. 3: Podélný řez A-A', Podélný řez A2-A2'
4. Výkres č. 4: Příčný řez B-B', Příčný řez B1-B1', Podélný řez A1-A1'

15 SEZNAM CITACÍ

- [I] *Kanalizační řád pro statutární město Brno, město Kuřim, město Modřice, obce Česká a Želešice platný od 16.5.2011 do 31.12.2020., 48 s.*
- [II] http://www.opzp.cz/soubor-ke-stazeni/40/12023-Metodicka%20prirucka_verze_24.pdf
- [III] <http://www.rekuper.cz/produkty/rekuper-regulace-prutoku-odpadnich-vod/sterbinova-zpetna-klapka-regulace-prutoku-odpadnich-vod.html>
- [IV] *Provozní řád - Rekonstrukce a dostavba kanalizace v Brně, 2.2. Dostavba kmenové stoky A – OK2A a RN3A, Sokolova , 64 s.*

16 SUMMARY

The aim of this thesis is to introduce the issue of wastewater pre-treatment to the sewer network with a focus on rainwater separators. The history and current legislation of storm water overflow in the Czech Republic and abroad is explained in the paper. There is also depicted the purpose and objectives of a sewer with respect to the sewer network and water, which is not considered as waste water. Then there is described the influence of rainfall storm water overflow on water flows, taking into account The Methodological Manual for Assessment of storm water overflow in urban areas. As another part of the thesis there is an overview of objects and equipment which can be used for pre-treating the wastewater to the sewer network. The practical part attempts to find a new solution of the storm water overflow, which is located on the main sewer A line of the sewer network in Brno. A new type of equipment for waste water pre-treatment in the storm water overflow OK2A is designed as a reason of repeated clogging of mobile spillway edge. In the practical part of the project there is also depicted the documentation of newly designed equipment and objects. Water management companies, design offices, students and the general public can use this thesis as an inspiration.