

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování



NÁVRH KANALIZACE A ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD V OBCI MALEČ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Diplomant: Bc. Barbora Novotná

2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Barbora Novotná

Voda v krajině

Název práce

Návrh kanalizace a čistírny odpadních vod v obci Maleč

Název anglicky

Design sewerage system and WWTP in the village Maleč

Cíle práce

Cílem práce je popis problematiky odvádění splaškových vod a jejich následné čištění. Vlastní návrh kanalizační sítě a ČOV v obci Maleč.

Metodika

Postup práce:

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Literární rešerše (kanalizační síť + čištění odpadních vod)
4. Metodika
5. Popis obce
6. Návrh kanalizace
7. Návrh ČOV
8. Diskuze
9. Závěr
10. Použité zdroje
11. Přílohy

Doporučený rozsah práce

60 stran a grafické přílohy

Klíčová slova

mechanické a biologické čištění odpadních vod, stoková síť,

Doporučené zdroje informací

HENZE M. – HARREMOES P. – ARVIN E. – Wastewater treatment. Springer-Verlag, Berlin. Heidelberg – New York, 2002. 433s

HLAVÍNEK, Petr – HLAVÁČEK Jiří et al: Čištění odpadních vod – praktické příklady výpočtů. NOEL 2000 s.r.o. 1996. 196s. ISBN 80-86020-0-2

HLAVÍNEK, Petr – MIČÍN, Jan – PRAX, Petr: Příručka stokování a čištění. NOEL 2000. Brno. 251s. ISBN 80-8620-30-4

SYNÁČKOVÁ, Marcela – ŠTYTR, Petr: Inženýrské sítě – doplňkové skriptum. Vydavatelství ČVUT 1995. 73s. ISBN 80-01-01390-1

ŠRYTR, Petr a kolektiv: Městské inženýrství (1). ACADEMIA PRAHA 1998. 434s. ISBN 80-200-0663-X

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 29. 2. 2016

prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 7. 3. 2016

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 06. 04. 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, pod vedením vedoucí diplomové práce Ing. Marcely Synáčkové, CSc. Dále také, že jsem uvedla všechny použité literární prameny a další informační zdroje, ze kterých jsem čerpala.

Barbora Novotná

V Praze, dne 10. 4. 2016

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí diplomové práce Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za odbornou pomoc a vedení při zpracování diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat mé rodině za podporu v průběhu celého studia.

ABSTRAKT

Diplomová práce popisuje odvádění splaškových vod a následné nakládání s nimi. Součástí jsou také výpočty a výkresy navrhované sítě a čistírny odpadních vod. Závěrem práce je navrhnutá kanalizační síť a čistírna odpadních vod pro danou oblast.

Oblast, pro kterou je kanalizace a čistírna odpadních vod navrhována, je obec Maleč, která leží v okrese Havlíčkův Brod, severně od Chotěboře.

Přínosem práce je ucelení informací týkající se problematiky odvádění splaškových vod a její následné čištění na čistírně. Zjištěné informace budou využity v návrhu nové kanalizace a čistírny odpadních vod pro obec Maleč, kde v současné době je vybudována pouze dešťová kanalizace a splašková voda je odváděna do jímek a žump.

Klíčová slova:

mechanické a biologické čištění odpadních vod, stoková síť

ABSTRACT

The thesis describes wastewater removal and subsequent handling. Also includes calculations and drawings of the proposed network and sewage treatment plant. Finally, work is designed sewerage system and wastewater treatment plant for the area.

Area for which the sewerage system and wastewater treatment plant being proposed is Maleč village, which lies in Havlíčkův Brod district, north of Chotěboř.

The benefit of this work is the comprehensive information on the issue of wastewater removal and subsequent purification plant. The information obtained will be used in the design of a new sewer system and wastewater treatment plant for the municipality Malec, which is currently built only rainwater drainage system and sewage is discharged into the pits and cesspools.

Keywords:

mechanical and biological wastewater treatment, sewer network

OBSAH:

1. ÚVOD	12
2. CÍLE PRÁCE	13
3. ODKANALIZOVÁNÍ	14
3.1 HISTORIE STOKOVÁNÍ	14
3.1.1 STAROVĚK	14
3.1.2 STŘEDOVĚK.....	14
3.1.3 DEVATENÁCTÉ STOLETÍ.....	15
3.1.4 ČESKÁ REPUBLIKA	15
3.2 ÚČEL STOKOVÁNÍ	15
3.3 DRUHY ODPADNÍCH VOD.....	16
3.3.1 SPLAŠKOVÉ	17
3.3.2 SRÁŽKOVÉ POVRCHOVÉ - DEŠŤOVÉ	17
3.3.3 PRŮMYSLOVÉ	17
3.3.4 ZE ZEMĚDĚLSKÉ VÝROBY.....	18
3.3.5 INFEKČNÍ.....	18
3.3.6 BALASTNÍ.....	18
3.3.7 OPLACHOVÉ	18
3.4 STOKOVÉ SOUSTAVY	18
3.4.1 SOUSTAVA JEDNOTNÁ	19
3.4.2 SOUSTAVA ODDÍLNÁ	19
3.4.3 MODIFIKOVANÁ SOUSTAVA.....	20
3.5 STOKOVÉ SYSTÉMY	20
3.5.1 RADIÁLNÍ	21
3.5.2 VĚTEVNÝ.....	21
3.5.3 ÚCHYTNÝ	21
3.5.4 PÁSMOVÝ	21

3.6 ZPŮSOB DOPRAVY ODPADNÍCH VOD	21
3.6.1 GRAVITAČNÍ.....	21
3.6.2 TLAKOVÝ	22
3.6.3 PODTLAKOVÁ (VAKUOVÁ)	23
3.6.4 PNEUMATICKÁ	23
3.7 MATERIÁLY STOK	24
3.7.1 TROUBY PRUŽNÉ.....	24
3.7.2 TROUBY POLOTUHÉ	25
3.7.3 TROUBY TUHÉ	26
3.8 OBJEKTY NA STOKOVÝCH SÍTÍCH	27
3.8.1 ŠACHTY.....	27
3.8.2 SPADIŠTĚ.....	28
3.8.3 SKLUZY	28
3.8.4 SHYBKY	28
3.8.5 DEŠŤOVÉ VPUSTI	29
3.8.6 DEŠŤOVÉ NÁDRŽE	29
3.8.7 ODDĚLOVACÍ KOMORY A SEPARÁTORY	30
3.9 VÝSTAVBA STOKY	30
3.9.1 TRADIČNÍ ZPŮSOB	31
3.9.2 SPECIÁLNÍ ZPŮSOB.....	32
4. ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD.....	33
4.1 UKAZATELE ZNEČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	33
4.1.1 BIOCHEMICKÁ SPOTŘEBA KYSLÍKU (BSK).....	34
4.1.2 CHEMICKÁ SPOTŘEBA KYSLÍKU (CHSK).....	34
4.1.3 NEROZPUŠTĚNÉ LÁTKY (NL) A ROZPUŠTĚNÉ LÁTKY (RL)	35
4.1.4 ORGANICKY VÁZANÝ UHLÍK (TOC).....	35
4.1.5 CELKOVÝ DUSÍK (N_{CELK}) A AMONIAKÁLNÍ DUSÍK ($N\text{-NH}_4$).	35

4.1.6 CELKOVÝ FOSFOR (P_{celk}).....	36
4.2 VYJÁDŘENÍ ZNEČIŠTĚNÍ VODY	36
4.3 DIMENZOVÁNÍ ČOV	36
4.3.1 OBYVATELSTVO.....	37
4.3.2 PRŮMYSL.....	38
4.3.3 BILANCE	39
4.4 ROZDĚLENÍ ČOV	39
4.5 VEGETAČNÍ KOŘENOVÉ ČISTÍRNY (VKČ).....	40
4.6 MECHANICKO – BIOLOGICKÁ ČOV.....	42
4.6.1 MECHANICKÉ ČIŠTĚNÍ.....	43
4.6.2 BIOLOGICKÉ ČIŠTĚNÍ.....	46
4.6.3 TERCIÁLNÍ DOČIŠTĚNÍ	48
4.6.4 KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ.....	48
5. METODIKA	52
6. POPIS ÚZEMÍ	53
6.1 HISTORIE OBCE	55
6.2 URBANISTICKÁ STRUKTURA OBCE.....	55
6.3 GEOLOGICKÉ A GEOMORFOLOGICKÉ PODMÍNKY	55
6.4 KLIMA A HYDROLOGIE.....	56
6.5 PŘÍRODNÍ PODMÍNKY.....	56
6.6 DOPRAVA V OBCI	57
6.7 VYBAVENOST OBCE	57
6.8 INŽENÝRSKÉ SÍTĚ	58
7. NÁVRH KANALIZAČNÍ SÍTĚ A ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD	60
7.1 SOUČASNÝ STAV V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ	60
7.2 NÁVRH KANALIZACE	60
7.2.1 VÝPOČET POTŘEBY VODY	61

7.2.2	SITUAČNÍ VEDENÍ A PARAMETRY TRASY KANALIZACE....	61
7.2.3	DIMENZOVÁNÍ KANALIZACE	62
7.2.4	NÁVRH ČERPÁNÍ ODPADNÍCH VOD	64
7.3	NÁVRH ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD	67
7.3.1	VÝPOČET ZATÍŽENÍ ČOV	67
7.3.2	POPIS NAVRŽENÉ ČOV	68
7.3.3	POUŽITÉ TECHNOLOGIE.....	69
7.4	INVESTIČNÍ NÁKLADY	71
7.4.1	GRAVITAČNÍ KANALIZACE.....	71
7.4.2	ČERPÁNÍ	72
7.4.3	ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD	73
8.	DISKUZE.....	75
9.	ZÁVĚR.....	77
10.	PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ	78
11.	SEZNAM PŘÍLOH.....	81
12.	SEZNAM VÝKRESOVÝCH PŘÍLOH (v samostatných deskách)	81

1. ÚVOD

Spolu se vzduchem tvoří voda základní podmínky pro existenci života na Zemi. Za normální teploty a tlaku je to bezbarvá, čirá kapalina bez zápachu. Vodu obsahují těla organismů, pro některé tvoří i životní prostředí. Pro živou část přírody představuje limitující faktor. Ovlivňuje však i přírodu neživou. Voda se podílí na modelování reliéfu krajiny, jako pára se podílí na tvorbě počasí.

Voda pokrývá více než 71% povrchu Země. Z celkového množství vody na Zemi tvoří sladká voda pouze 2,77%, z tohoto množství je jen z 0,34% dostupná pro člověka.

Voda je neobnovitelný zdroj, nedá se ničím nahradit. Množství vody na Zemi se nemění, mění se pouze její skupenství.

Je základem biologického vývoje a je nezbytná pro rozvoj životních funkcí každého tvora. Tělo dospělého člověka je tvořeno vodou až z 55%. Všeobecně známým faktem je, že žízeň se snáší hůře než hlad.

Nedostatek pitné vody je globální problém lidstva. V současné době 8% světové populace žije v zemích, kde se projevuje silný nedostatek pitné vody. Dalších 25% světové populace pak v zemích, kde je situace jen o málo lepší. Nedostatek pitné vody je zapříčiněn omezenými zdroji, změnami životního prostředí či špatného nakládání s vodami. Tento problém se týká hlavně rozvojových zemí.

Proti jiným kontinentům má Evropa dostatečné zásoby pitné vody. Hlavní problémy však tvoří znečištění a špatné zacházení s odpadními vodami. Nemalým problémem pak je zbytečné plýtvání pitné vody.

Člověk používá vodu od nepaměti při většině svých činností. Po jejím použití však dochází k jejímu znečištění. Znečištění by se dalo definovat jako změna biologických, fyzikálních i chemických vlastností vody, která omezuje a znemožňuje její další použití.

Existuje mnoho způsobů a zdrojů znečištění. Každý zdroj produkuje odpadní vody s jinými vlastnostmi a s jiným podílem znečišťujících látek. Všechny tyto skutečnosti ovlivňují volbu následného způsobu čištění.

V roce 2014 žilo na území České republiky 10 538 275 obyvatel. V tom samém roce bylo 8 409 429 obyvatel napojených na kanalizaci s ČOV, což představuje 79,8%. Z údajů dále vyplývá, že nejlépe je na tom hlavní město Praha s napojeným počtem obyvatel 1 237 653, kraj Vysočina má napojených obyvatel 373 670. V roce 2014 bylo na území celé České republiky celkem 2 445 čistíren odpadních vod. Všechny tyto údaje byly čerpány z údajů Českého statistického úřadu.

V každém městě či obci by se měli zabývat problematikou nakládání s odpadními vodami. Proto se ve své diplomové práci zabývám návrhem kanalizační sítě a čistírny odpadních vod pro obec Maleč, která má v současné době nevyhovující stav odkanalizování.

2. CÍLE PRÁCE

Tato diplomová práce má dva hlavní úkoly. První z nich je zpřehlednit problematiku odvádění a čištění odpadních vod. Druhý úkol je vytvořit vlastní návrh oddílné splaškové kanalizace, která bude ukončena čistírnou odpadních vod. Tento návrh je proveden pro obec Maleč.

V rešeršní části této práce je uvedena historie nakládání s odpadními vodami, účel stokování, druhy odpadních vod, způsoby dopravy odpadních vod, stokové systémy a soustavy, přehled používaných materiálů, objekty na stokové síti a samotný průběh výstavby. V druhé části rešerše je podrobněji sepsáno čištění odpadních vod. Konkrétně ukazatele znečištění odpadních vod, způsob jejich vyjádření, dimenzování čistírny odpadních vod a jejich rozdělení. Podrobněji je popsána vegetační čistírna odpadních vod a mechanicko-biologická čistírna. Poslední část rešerše tvoří podrobnější popis jednotlivých částí mechanicko-biologické čistírny, včetně kalového hospodářství. Uvedeny jsou i možnosti zpracování kalu.

Praktická část je prezentována ve formě textové, výpočtové a výkresové. Textová část obsahuje popis obce Maleč a její současný stav. Dále je v textu popsán postup návrhu a použité vzorce. Samotný návrh je prezentován v podobě příloh (výpočty) a výkresových příloh, ve kterých je uvedeno grafické provedení.

3. ODKANALIZOVÁNÍ

3.1 HISTORIE STOKOVÁNÍ

Úroveň odvádění vod splaškových od obyvatelstva a odpadních vod vznikajících v průmyslu a při zemědělské činnosti, byla vždy ovlivňována několika faktory. Zejména šlo o faktory kulturní, sociální, technické a ekonomické. Které dále vypovídali o stupni rozvoje dané společnosti. Stokování a čištění odpadních vod je odrazem péče dané společnosti o to, co v dnešní době označujeme termínem trvale udržitelný rozvoj. *(HLAVÍNEK a kol., 2006)*

3.1.1 STAROVĚK

První zmínky o nakládání s odpadními vodami jsou datovány již před 5000 lety. Důkazem o důležitosti vody je, že lidé už od pradávna stavěli svá obydlí v blízkosti vodních toků. *(SYNÁČKOVÁ, 2013)*

Počátky stavění kanalizačních sítí jsou z doby, kdy se lidé snažili převzít kontrolu nad přírodou kolem sebe. Podle archeologických objevů a záznamů byly kanalizace stavěny už ve starověkých civilizacích jako je Mezopotánie, Řecko, Kréta a Řím. *(BUTLER A DAVIES, 2004)*

Velké metropole starověku byly dokonale vybaveny stokami. Z antiky jsou známy i pokusy o centrální čištění metodami, které jsou v současnosti opět zaváděné a známé jako přírodní metody čištění odpadních vod. *(HLAVÍNEK a kol., 2006)*

3.1.2 STŘEDOVĚK

Ve středověku došlo ke zhoršení životních a hygienických podmínek. Tehdejší společnost necítila potřebu výstavby kanalizace, ani čištění odpadní vody. Většina odpadu tak končila vylitím na ulici, ty pak představovali otevřené stoky. Z ulic se pak voda a odpad dostávaly do vodních toků. Samočisticí schopnost toků byla nedostatečná a odpad se plavil dál, k níže položeným sídlům na toku, kde se k současnému odpadu přidával další z daného sídla. Stupňující znečištění znehodnocovalo vodu a ta se stávala dále nepoužitelnou. Důsledkem toho byly časté epidemie (cholera, mor a další). *(WANDA a kol., 1984)*

3.1.3 DEVATENÁCTÉ STOLETÍ

V druhé polovině 19. století se začaly aplikovat nové inženýrské postupy. Mezi první evropská města s kanalizační sítí patří Paříž a Londýn. (*HLAVÍNEK a kol., 2001*)

3.1.4 ČESKÁ REPUBLIKA

Ani na našem území jsme nezůstávali pozadu s odvodňováním měst, zejména v Praze. V letech 1818-1828 bylo postaveno 44 km stok. Tím se zásadně zlepšily hygienické podmínky.

Vývoj u nás zásadně ovlivnil William Heerlein Lindley, britský projektant stokových sítí, který spolupracoval na rozšíření pražské kanalizace a vybudování čistírny odpadních vod v Praze - Bubenci. (*JÁSEK, 2006*)

Časem bylo nutné vymyslet nové řešení, kterým se nakonec stala nová čistírna odpadních vod, postavená na nedaleký Císařský ostrov. S několika modernizacemi a rozšířeními funguje dodnes a plní funkci Ústřední čistírny odpadních vod (ÚČOV) pro Prahu. (*BRONCOVÁ, 2002*)

V současné době je budována Nová vodní linka ÚČOV, která by měla přispět ke zlepšení kvality vyčištěných vod vypouštěných do Vltavy. Po jejím spuštění do provozu se plánuje modernizace Stávající vodní linky ÚČOV, čímž bude zabezpečeno odstranění dusíku a fosforu na stanovené hodnoty i při nejvyšším zatížení.

3.2 ÚČEL STOKOVÁNÍ

Lidé intenzivně usilují o rozvíjení odvodňování měst a obcí, čímž si zabezpečují trvalý hospodářský růst a zlepšují životní podmínky. (*HLAVÍNEK a kol., 2003*)

Kvalita životního prostředí se v současnosti stává velmi uznávanou sociální hodnotou. Navržený cílový stav odvodnění měst a obcí lze brát jako vizitku životní úrovně a rozvoje území. Hygienický a hospodářský význam městského (obecního) odvodnění spočívá v soustavnosti, tj. v přechodu na důsledně hromadnou obsluhu území. Soustavná kanalizace je řešena v souladu s urbanistickou koncepcí města, obce a vždy v plném rozsahu města, obce nebo zájmového území. Při projektování se

uvažuje se současným stavem s přihlédnutím k předpokládanému rozvoji minimálně na 20 let dopředu. Pro návrh jsou potřebné podklady, jako je demografie obyvatelstva, hydrologie, pedologie a geomorfologie, stávající inženýrské sítě a zařízení, vybavenost sídla a mnoho dalších. (ŠEREK, LHOTÁKOVÁ, 1981)

Kanalizace je soubor zařízení, které zajišťuje neškodné odvádění odpadní vody z urbanizovaného území, komunikací apod. Dále také zajišťuje čištění do takové míry, aby byla dodržena hospodářská hodnota toků, aby bylo možné obyvatele zásobovat pitnou vodou, průmysl vodou užitkovou a nedílnou součástí je také možnost rekreace.

Stokování = Obor, který se zabývá návrhem, výstavbou a provozem kanalizačních sítí a objektů na nich

Čištění odpadních vod = Navrhování, stavba a následný provoz k čištění odpadních vod (DOHANYOS, 1996)

3.3 DRUHY ODPADNÍCH VOD

Dle ČSN 75 0161 jsou definovány: „**odpadní vody**:

- a) vody odváděné v jakékoliv kombinaci z domácností, průmyslu a jiných provozů, včetně dešťových (povrchových) a nepředvídaných balastních vod;
- b) vody změněné použitím a/nebo odvedené do systému stokových sítí a kanalizačních přípojek;
- c) vody splaškové (domovní), průmyslové, znečištěné dešťové a popř. jiné v souladu s právními předpisy“.

Za odpadní vodu lze považovat vody, které jsou použité od obyvatel, průmyslu, zemědělství, ve zdravotních zařízeních a další. Jde o vody, které po použití změni svou jakost (teplotu a složení) a mohou ovlivnit jakost povrchových a podzemních vod. (NYPL, SYNÁČKOVÁ, 1998)

Mezi znečišťující látky řadíme látky rozpuštěné (organické a anorganické), koloidy (neusaditelné tuky, organické a anorganické malé pevné části) a nerozpuštěné látky (organické – mikroorganismy, anorganické- písek). (WIESMANN a kol., 2007)

3.3.1 SPLAŠKOVÉ

Dle ČSN 75 0161 jsou definovány: „*splaškové (domovní) odpadní vody - vody odváděné z kuchyní, prádelen, umyvadel, koupelen, záchodů a podobných zařízení*“.

Patří sem odpadní vody z domácností, závodních kuchyní a jídelen, restauračních zařízení apod. Nečistoty jsou hrubě dispergované, jemně rozptýlené a rozpuštěné. Nejčastěji jde o zbytky jídel z mytí nádobí, koupání a praní, včetně pracích prostředků. Většinou mají ustálenou kvalitu. Jedná se hlavně o znečišťující látky organického původu ve všech formách. (NYPL, 1980)

3.3.2 SRÁŽKOVÉ POVRCHOVÉ - DEŠŤOVÉ

Dle ČSN 75 0161 jsou definovány: „*srážkové povrchové vody - srážkové vody, které se nevsáknou do podloží a jsou odváděny z povrchu terénu nebo budov do odvodňovacího systému*“.

Voda ze všech druhů atmosférických srážek, které spadly na povrch zastavěného území a odtékly do stok. Tyto vody obsahují anorganické i organické znečištění, což je dáno průchodem ovzduší a také splachem terénu. Množství této vody závisí na intenzitě srážek a na velikosti, sklonu a charakteru území. (ŠRYTR, SYNÁČKOVÁ a kol., 1992)

3.3.3 PRŮMYSLOVÉ

Dle ČSN 75 0161 jsou definovány: „*průmyslové odpadní vody; provozní odpadní vody – a) odpadní vody z průmyslu nebo komerční sféry; b) odpadní vody zcela nebo částečně z průmyslu nebo drobných provozů; c) voda použitá a znečištěná při výrobním procesu (včetně vod topných), která je z průmyslu vypouštěna a je již pro daný proces nepoužitelná*“.

Jsou to vody, které vznikly při výrobním procesu v průmyslových závodech a provozovnách. Druh znečištění a povaha znečišťujících látek může být různá a množství kolísající, v závislosti na technologii výroby. Mohou být v závodě předčištěny, než se vypustí do veřejné kanalizace, případně se vyčištěné dají vypouštět do recipientu. Mohou také být znečištěny látkami, které umožňují čištění se splašky a mohou být do veřejné kanalizace vypuštěny bez předčištění. (ŠRYTR, SYNÁČKOVÁ a kol., 1992)

3.3.4 ZE ZEMĚDĚLSKÉ VÝROBY

Dle ČSN 75 0161 jsou definovány: „*zemědělské odpadní vody - odpadní vody odtékající ze zemědělských zařízení*“.

Patří sem vody z provozoven zemědělské živočišné výroby. (NOVÁK a kol., 2003)

3.3.5 INFEKČNÍ

Dle ČSN 75 0161 jsou definovány: „*infekční odpadní vody - odpadní vody obsahující choroboplodné zárodky takového druhu a v takovém množství, že vyžadují zvláštní opatření před vypouštěním do veřejné stokové sítě*“.

V tomto druhu odpadních vod obsahují, nebo by mohly obsahovat choroboplodné zárodky zvlášť nebezpečné povahy. Mohly by být zdrojem infekcí a epidemií. Většinou pocházejí z infekčních oddělení nemocnic, léčeben, laboratoří, apod. Musejí být před vypouštěním do stokové sítě hygienicky zabezpečeny tak, aby choroboplodné zárodky byly zničeny. Často však jsou likvidovány samostatně a do veřejné stoky nepřicházejí. (ŠRYTR a kol., 1998)

3.3.6 BALASTNÍ

Dle ČSN 75 0161 jsou definovány: „*balastní vody - nežádoucí přítok vody do systému stokových sítí a kanalizačních přípojek*“.

Jedná se o tzv. cizí vody, které se do stok dostávají netěsnostmi, které vznikají buď nedokonalostí díla, nebo vlivem poruch. V oddílné splaškové soustavě jsou nežádoucí, jelikož zvyšují nátok na čistírnu a ochlazují odpadní vodu, což má negativní účinek v některých procesech na čistírně. (NYPL, 1980)

3.3.7 OPLACHOVÉ

Tyto vody jsou používány pro čištění komunikací, chodníků a jiných zpevněných ploch. Často obsahují hrubě dispergované látky, jemně rozptýlené anorganické i organické látky. (NYPL, SYNÁČKOVÁ, 1998)

3.4 STOKOVÉ SOUSTAVY

Rozeznáváme dva základní typy soustav, podle způsobu odvádění odpadních vod z odvodňovaného území. Těmito typy jsou soustava oddílná a jednotná. Dalším

typem pak může být kombinovaná (modifikovaná) soustava, která vzniká zkombinováním obou hlavních typů. (HASENHÖRL, 1990)

3.4.1 SOUSTAVA JEDNOTNÁ

Dle ČSN 75 0161 je definována: „*jednotná soustava - soustava ke společnému odvádění odpadních a srážkových povrchových vod jednou sběrnou soustavou.*“

U tohoto typu stoky jsou dopravovány splaškové a dešťové vody společně na ČOV. Problém pak nastává při dešťovém přívalu, který převyšuje velikost průtoků ostatních odpadních vod. Také provoz ČOV je pak komplikovaný. Proto se dimenzuje na okamžitý extrémní průtok. Ale protože by bylo finančně neefektivní dimenzovat takto celou síť, umísťují se tzv. odlehčovací komory. Ty jsou konstruovány tak, aby při větším průtoku vlivem srážek došlo k přepadání do odlehčovací stoky a odsud do recipientu nebo dešťové nádrže. (viz kapitola 3.8.6)

Výhodný je provoz sítě, který spočívá v proplachu dešťovou vodou, což zabraňuje zanášení. Další výhodou pak jsou nižší investiční náklady a úspora potřebného místa pro stoku.

Nevýhodou je, že dochází k přímému vypouštění naředěných splaškových vod do recipientu. Což má negativní vliv na životní prostředí. Tomu lze předejít již zmíněnými dešťovými zdržemi. (HLAVÍNEK a kol., 2003)

3.4.2 SOUSTAVA ODDÍLNÁ

Dle ČSN 75 0161 je definována: „*oddílná soustava - soustava, obvykle s dvěma stokami, z nichž jedna odvádí odpadní a druhá srážkové povrchové vody.*“

Odvádí jednotlivé odpadní vody samostatnými stokami, což znamená, že se odpadní vody nemísí. Splaškové, průmyslové a další odpadní vody se odvádí přímo na ČOV, srážkové vody se odvádí přímo do vodního toku, nebo přes dešťové zdrže. Tím je vyřešený problém s negativními dopady na životní prostředí. Uplatňuje se zejména v malých obcích.

Výhodou je, že nedochází ke kontaktu a mísení odpadních vod. Také je možné navrhovat menší profily potrubí.

Nevýhodou je zvýšení investičních nákladů a vyšší nároky na prostor. V tomto případě jsou uloženy dvě trasy kanalizace souběžně. Další nevýhodou

v případě malých sklonů je možnost zanášení a je tedy nutný proplach. (NOVÁK a kol., 2003)

3.4.3 MODIFIKOVANÁ SOUSTAVA

Dle ČSN 75 0161 je definována: „*modifikovaná soustava - systém stok, obvykle dvou, z nichž jedna odvádí odpadní vody s určitým podílem dešťových vod a druhá zbylý podíl dešťových vod. Definice se upřesňuje takto: soustava, obvykle s dvěma stokami, z nichž jedna odvádí splaškové a průmyslové odpadní vody i znečištěné dešťové vody (při oplachu povrchu) a druhá zbylý podíl neznečištěných dešťových vod (po skončení oplachu povrchu)*“.

Jedná se o kombinaci obou předchozích v rámci jednoho odkanalizovaného území. Navrhuje se jako prostá kombinace jednotné a oddílné kanalizace nebo jako modifikovaná verze oddílných soustav. Rozhodnutí o variantě musí předcházet technicko-ekonomický rozbor, který se zakládá na urbanistickém, morfologickém, hydrologickém a provozním faktoru.

První varianta je většinou použita tak, že většina území je odkanalizována jednotnou kanalizací, okrajové části pak soustavou oddílnou.

Druhá varianta je pak řešitelná různými verzemi oddílných soustav (tzv. polooddílné). Dochází tak k odvádění vody neznečištěné srážkové vody jednou větví (ze střech, chodníků,...) přímo do recipientu. Druhá větev slouží k odvádění znečištěných dešťových vod (znečištěné dvory a plochy, komunikace) na ČOV spolu s vodami splaškovými. (MARTINIČEK, 1979)

3.5 STOKOVÉ SYSTÉMY

Uspořádání (systém) stok, musí být volen s ohledem na terén území a na umístění recipientu. Uspořádání stok dělíme na čtyři typy.

Níže popsané systémy lze různě kombinovat. Při návrhu je nutné, aby byla co největší úspora trubního materiálu a objektů na síti. (PYTL a kol., 2004)

3.5.1 RADIÁLNÍ

Vhodný při odkanalizování kotlin a uzavřených údolí, kde není přirozená sklonitost terénu k vodnímu toku. Stoky se paprskovitě sbíhají v nejnižším bodě, odkud gravitačně nebo přečerpáním putují na ČOV. *(SYNÁČKOVÁ, 2013)*

3.5.2 VĚTEVNÝ

Tento systém je využíván v členitém terénu. Stoky jsou nejkratší cestou svedeny do nejnižšího místa území. Největší a nejdélší stoka, je stokou kmenovou. Do kmenové stoky zaústíje hlavní stoka, do které zaústíjí stoky vedlejší. Název tohoto systému je odvozen od tvaru stromu, který připomíná. *(SYNÁČKOVÁ, 2013)*

3.5.3 ÚCHYTNÝ

Navrhuje se převážně v dlouhých táhlých údolích s jednotným sklonem terénu k vodnímu toku. Úchytná stoka je uložena v komunikaci podél toku, do ní jsou zaústěny sběrače. *(PYTL a kol., 2004)*

3.5.4 PÁSMOVÝ

Hodí se do území, které zahrnuje několik výškových pásem stok. Z nejdříve vedeného pásma mohou být odpadní vody dopraveny gravitačně, z nižších pásem je možné přečerpání. Jednotlivá pásma pak mohou být v systému větvěném, radiálním nebo úchytném. *(PYTL a kol., 2004)*

3.6 ZPŮSOB DOPRAVY ODPADNÍCH VOD

Způsob dopravy odpadních vod závisí na mnoho faktorech, především na morfologii terénu a použité kanalizační soustavě. *(HENZE a kol., 2002)*

Obecně se dělí na tradiční způsob dopravy a alternativní metody. Tradiční způsob je gravitační, do alternativních pak patří kanalizace tlaková, podtlaková a pneumatická. *(PYTL a kol., 2004)*

3.6.1 GRAVITAČNÍ

Pro návrh, posuzování, provádění a sanaci gravitačních sítí a přípojek, včetně objektů na nich se používá ČSN 75 6101.

Dle ČSN 75 0161 je definován: „**gravitační systém**:

- a) *odvodňovací systém, kde k proudění dochází vlivem tíže a převážně s volnou hladinou;*
- b) *systém stokových sítí a kanalizačních přípojek s gravitačním průtokem, provozovaný obvykle s prouděním o volné hladině“.*

Jedná se o nejtradičnější a nejčastěji používaný způsob dopravy. Doprava je zajištěna pouze vlastní tíhou, a není potřeba elektrické energie. U tohoto typu je nutné dodržení minimálních hodnot sklonu terénu, proto je vhodnější pro území s větším spádem terénu, nikoliv v rovinných oblastech. V těchto územích by bylo nutné provádět hluboké výkopy nebo pravidelný proplach stok.

Výhodou je jednoduchost, nevýhodou obvykle vyšší provozní náklady. Ty jsou spojené s již zmíněnými případnými hloubkami uložení, kvůli dosažení vhodného sklonu. Dále jsou také nutné revizní objekty na síti. (SCHNEIDER, 1989)

3.6.2 TLAKOVÝ

Tlaková kanalizace se navrhuje a zkouší dle normy ČSN EN 1671, jedná se o českou verzi evropské normy.

Dle ČSN 75 0161 je definován: „**tlakový systém stokových sítí (TSS)** -systém k dopravě *splaškových (domovních) odpadních vod jediným výtlakem nebo rozvětvenou tlakovou trubní sítí, na jejímž začátku (proti proudu) je vždy osazen zdroj tlaku; předávacím bodem je místo, kde celkový průtok z tlakového systému při atmosférickém tlaku vytéká, např. uklidňovací kanalizační šachta, gravitační stoka nebo čerpací jímka“.*

Jedná se o nejčastější způsob z alternativních způsobů dopravy odpadních vod. Jelikož jsou investiční náklady nejvyšší. (BERÁNEK, PRAX, 1998)

Je založena na tlakové dopravě odpadních vod stokovou sítí na ČOV. Tlak je zajištěn čerpadly osazených v domovních čerpacích stanicích, do kterých splašky natékají gravitačně. (STANKO, MAHRÍKOVÁ, 2009)

Navrhuje se tam, kde je zástavba rozptýlená, terén rovinný, je-li hladina podzemní vody mělko apod. Používá se také tam, kde je výstavba gravitační kanalizace ekonomicky náročná nebo by byla výstavba těžko proveditelná.

Nevýhodná je vzhledem k provozu sítě, je totiž nutný proplach a odkalování. Další nevýhodou je velké množství čerpacích stanic, které jsou náročné na kontrolu, údržbu a spotřebu energie. (WEF, 2008)

3.6.3 PODTLAKOVÁ (VAKUOVÁ)

Podtlaková kanalizace se navrhuje a zkouší podle ČSN EN 1091, jde o českou verzi evropské normy.

Dle ČSN 75 0161 je definován: „*podtlakový systém stokových sítí (PSS) - systém k dopravě splaškových (domovních) odpadních vod podtlakovou stokou, na jejímž začátku (proti proudu) je vždy osazena sběrná šachta se sacím ventilem a na konci podtlaková stanice; předávacím bodem je místo, kde celkový průtok z podtlakového systému při atmosférickém tlaku vytéká, např. gravitační stoka nebo čerpací stanice*“.

Funguje na principu vyvolání podtlaku v kanalizaci, do které se nasává odpadní voda skrz domovní sací ventily. Průmyslové vody nejsou vhodné, kvůli jejich velkému množství a vyššímu znečištění. Celý systém má centrální vakuovou stanici, ve které se vakuovým čerpadlem vytváří podtlak ve sběrné tlakové nádobě. (TCHOBANOGLOUS, 1981)

Výhodou je hlavně možné použití v oblastech, kde by mohlo dojít ke kontaminaci životního prostředí při použití gravitační nebo tlakové kanalizace. Protože při použití podtlaku dochází k vysátí odpadních vod. Výhodou jsou nízké investiční i provozní náklady. Nevýhodou je nutné pořízení podtlakové stanice a možnost použití jen pro oddílnou kanalizaci. (WEF, 2008)

3.6.4 PNEUMATICKÁ

Dle ČSN 75 0161 je definován: „*pneumatický systém stokových sítí - systém k dopravě splaškových (domovních) odpadních vod pomocí tlakového stlačeného vzduchu*“.

Médium se dopravuje za pomoci tlakového vzduchu, i na velké vzdálenosti. Možné je dopravovat i velmi znečištěné vody. Splašky natékají gravitačně do předšachty, dále do pracovní nádrže. Po jejím naplnění se zde zavede tlakový vzduch a odpadní voda je vytlačována do výtlaku. Směr toku je řízen pomocí zpětných

klapek. Po vyprázdnění nádrže, se nádrž odvzdušní a proces se opakuje. (*NYPL, SYNÁČKOVÁ, 1998*)

3.7 MATERIÁLY STOK

Materiály se volí podle účelu a plánované životnosti stokové sítě. Musí splňovat mnoho podmínek jako je vodotěsnost, odolné proti jiným vlivům (mechanickým, chemickým a biologickým) a proti agresivním účinkům okolního prostředí. Musí také umožňovat bezpečné a účinné čištění a údržbu stok.

Požadavky na materiál stok je řešený v ČSN 75 6101 a jinak výrobové normy pro jednotlivé materiály stok.

Volí se podle účelu (druhu odpadních vod), způsobu dopravy, druhu stokového systému a soustavy, základových a zatěžovacích parametrů na staveništi, požadované životnosti. Další důležitou věcí při výběru materiálu je jeho cena. (*CHEJNOVSKÝ, 2010*)

Nejčastějším typem jsou stoky trubní, případně ze stavebních železobetonových dílců nebo monolitické (zděné, betonové). V současné době se nejčastěji volí trubní varianta.

Životnost závidí na návrhu materiálu, na jeho únosnosti vůči statickým a dynamickým vlivům z okolí. Dle chování vůči zatížení dělíme trouby na pružné, polotuhé a tuhé. (*ŠEJNOHA, 2003*)

3.7.1 TROUBY PRUŽNÉ

Patří sem plastové materiály, které nejsou ve stokování používány tak dlouho, v současné době jsou však velmi oblíbené a často používané. Jejich velkou předností je malá hmotnost, pružnost, odolnost vůči agresivním látkám, snadná montáž, velký sortiment tvarovek a výběr z mnoha výrobců a cen.

Mají však nižší kruhovou tuhost (proti tuhým troubám), při velkých tlacích zeminy z nadloží a přetížení z povrchu může dojít k deformaci. Proto je nezbytné, aby se při výstavbě dodržovaly technologické postupy. (*ŠEJNOHA, 2003*)

PVC (polyvinylchlorid)

Nejrozšířenější a nejdéle používané plastové potrubí. Má vysoký modul pružnosti, dobrou odolnost vůči chemickým vlivům a cena je také příznivá.

Dlouhodobě dobře odolává kyselým a zásaditým vodám do teploty 40°C, po dlouhodobém působení špatně odolává ropným produktům. S nízkými teplotami se zvyšuje nebezpečí poškození potrubí (klesá rázová odolnost). PVC potrubí se vyrábí ve třech provedeních, a to hladké, korugované a žebrové. *(NOVÁK a kol., 2003)*

PE (polyetylen)

Dělí se na dva základní typy, a to PE-LD (nízkohutnostní) a PE-HD (vysokohutnostní). Pro stoky se zásadně používá PE-HD. Spíše než pro výstavbu stokových sítí se PE používá ve vodárenství a plynárenství. Chemická odolnost je srovnatelná s PVC. Odolnost vůči obrusu je o trochu vyšší než u PVC a srovnatelná s PP trubami. Teplotní odolnost dlouhodobě do 50°C, krátkodobě do 60°C. Velkou výhodou je na rozdíl od PVC bezproblémová recyklace. *(ŠEJNOHA, 2003)*

PP (polypropylen)

Jedná se o částečně krystalický nepolární termoplast, který se vyrábí z propenu. Má vysokou tuhost a velmi dobrou houževnatost. Je extrémně odolná vůči agresivním chemikáliím, proto se nejčastěji používá pro potrubí v chemickém potrubí. Z plastového potrubí má nejvyšší odolnost proti obrusu a teplotní odolnost, která je dlouhodobě do 60°C a krátkodobě až do 90°C. Dále vyniká vysokou rázovou odolností a při nízkých teplotách se nestává křehkou. Je plně recyklovatelný *(ŠEJNOHA, 2003)*

3.7.2 TROUBY POLOTUHÉ

Vlivem vnějších zatížení se deformují jen minimálně. Zatížení částečně přejímá potrubí a částečně okolní zemina. Používání těchto trub je jednodušší než ostatní druhy, výrazně omezuje negativní vlivy lidského faktoru při pokládání potrubí. *(ŠEJNOHA, 2003)*

TVÁRNÁ LITINA

Litina se vyrábí z ocelového šrotu a příměsí je hořčík. Zevnitř jsou vyloženy cementovou maltou. Výhodné jsou zejména pro svou vysokou rázovou odolnost, poškození při montáži je skoro nulové. Přejímají dobré vlastnosti os tuhých i pružných trub. Nejsou náchylné na praskání, deformaci, ani při velkém zatížení. Nevýhodou je vyšší cena. *(NOVÁK a kol., 2003)*

POLYMERBETON

Jedná se o směs anorganických agregátů s přísně kontrolovanou velikostí částic, pojivem je polymerová pryskyřice. Pro svou nízkou cenu a dobré vlastnosti je nejčastěji používaná nenasycená polyesterová pryskyřice. Největší použití je při výrobě prefabrikovaných dílů. Proti betonu má vyšší pevnost v tahu, ohybu a tlaku, je méně nasákavý, více odolný vůči rozpuštěným solím a chemikáliím.

Polymerbeton má shodnou pevnost s železobetonem, pružnost plastů, odolnost vůči drsnosti a odolnost vůči agresivnímu prostředí srovnatelnou s kameninou. *(CHEJNOVSKÝ, 2010)*

3.7.3 TROUBY TUHÉ

Mají vysokou tuhost a tlakem vnější zeminy se nedeformují. Trouby přenášejí napětí do podloží. Proto se vždy klade důraz na kvalitu položení a podkladní konstrukci. Nejčastěji se kladou na betonové desky nebo betonová sedla, ale je možné použít i hutněné pískové lože. Při dosažení meze pevnosti se okamžitě tvoří trhliny. *(CHEJNOVSKÝ, 2010)*

KAMENINA

Patří mezi nejstarší materiály a je dodnes používaná. Dobře odolává chemickým látkám, vysokým teplotám, dokonale vodotěsná, velmi malá drsnost díky glazovanému povrchu, mechanicky pevná a odolná vůči obrusu. Nevýhodou je samotné ukládání, vzhledem k velké hmotnosti a křehkosti. Vyrábí se z jílu, šamotu a vody, je to tedy čistě přírodní materiál. *(HASENÖHRL, JENDŽELOVSKÁ, 1982)*

BETON A ŽELEZOBETON

Používá se při výstavbě prefabrikovaných a monolitických stok. Má vysokou pevnost, únosnost a při srovnání s ostatními materiály má nízkou cenu. Nevýhodou však stejně jako u kameniny je vysoká hmotnost. Další nevýhodou je malá odolnost vůči agresivním odpadním vodám, má větší drsnost a obrusnost. Pro lepší odolnost se používá obložení čedičem nebo kameninou. *(NOVÁK a kol., 2003)*

3.8 OBJEKTY NA STOKOVÝCH SÍTÍCH

Pro výstavbu a provoz se řídíme dle ČSN 75 6101. Stokovou síť tvoří potrubí a objekty. Navrhují se pro správné fungování kanalizační sítě a pro bezpečné provádění kontrol, čištění a údržbu. *(HLAVÍNEK a kol., 2003)*

3.8.1 ŠACHTY

Objekty, které se umísťují pod komunikaci. Poklop šachty je v rovině komunikace. *(NOVÁK a kol., 2003)*

VSTUPNÍ ŠACHTY

Navrhují se všude, kde se mění směr, sklon, materiál, příčný profil nebo v místě, kde dochází ke křížení více stok a na konci řadu. Jsou umísťovány po 50 m, pro průchozí stoky to může být až 100 m. Slouží pro pravidelnou manipulaci, kontrolu a čištění. Skládá se ze vstupní části, manipulační části a monolitického základu. Opatřeny jsou poklopem a uvnitř stupadly. *(ŠRYTR a kol., 1998)*

SPOJNÉ ŠACHTY A KOMORY

Provádí se ve vstupních šachtách při spojování stok do DN 400, u DN 500 a více se provádějí spojné komory. Ve dně je provedeno žlábkové spojení jednotlivých stok. Hydraulicky a mechanicky nejvíce namáhaná místa je dobré vyzdít z opracovaných žulových kamenů. *(HLAVÍNEK a kol., 2003)*

Opačnou funkci mají rozdělovací komory, ve kterých se přítok rozdělí do více stok.

VĚTRACÍ ŠACHTY

Jsou zřizovány v odůvodněných případech u stok průchozích a průlezných. Neslouží pro vstup do stoky, proto mohou být půdorysně menší než vstupní šachty a nejsou opatřeny stupadly. Plyny vznikající ve stoce mohou kromě problémů se zápachem způsobovat i korodování a ohrožovat zdraví osob, které kanalizaci provozují. *(LAGOD, 2012)*

PROPLACHOVACÍ ŠACHTY

Umísťují se všude tam, kde by v důsledku malé unášecí síly mohlo dojít k usazení splavenin a následnému zanášení stok. Konstrukce je podobná jako u

šachty vstupní, na odtoku je však zřízeno stavítko. Minimální objem by měl být 3 m³ a minimální hloubka vody 1 m. *(NOVÁK a kol., 2003)*

3.8.2 SPADIŠTĚ

Objekt sloužící k překonávání velkých výškových rozdílů, používá se tam, kde je velký sklon terénu. Konkrétně se navrhuje tam, kde sklon terénu je větší než sklon stoky při maximální možné průtočné rychlosti. Je doporučeno řešit spadiště jako betonový objekt s prefabrikovaných dílů. Spadišťové dno a část šachty vystavené nárazu přívalové vody musí být obloženo kamennou dlažbou nebo dlažbou z taveného čediče.

Dle ČSN 75 6101 je maximální povolená výška 4 m pro DN 250-400, 3 m pro DN 450-600. Pro větší profily se doporučuje hydraulický výzkum. *(NOVÁK a kol., 2003)*

3.8.3 SKLUZY

Mají podobnou funkci jako spadiště. Navrhují se do míst, kde by vybudování soustavy spadišť bylo příliš nákladné nebo obtížně proveditelné. Skluz je tvořen vlastní skluzovou stokou s průtočnou rychlostí až do 10 m/s a z objektu na konci skluzu k utlumení přebytečné pohybové energie. Ten se zřizuje hlavně tam, kde jsou dlouhé a strmé úseky nebo při velkých průtocích odpadních vod. *(NOVÁK a kol., 2003)*

Výška skluzu 0,6-0,8 m. Potrubí nebo stoka musí být z odolného materiálu, který odpovídá dosahované průtočné rychlosti. *(VYORALOVÁ, HRDLIČKA, 2013)*

3.8.4 SHYBKY

Důležitý objekt, který navrhujeme tam, kde je v úrovni stoky překážka, kterou nelze obejít (vodní tok, podchod, komunikace, metro apod.). Shybka je náročná jak stavebně, provozně, tak konstrukčně. Skládá se z vtoku, sestupného ramene, spojovacího potrubí, vzestupného ramene a výtoku. Je nutné ji situovat v přímém směru a před nátokem zajistit uklidnění hladiny.

Shybky dělíme podle hydraulického hlediska na úplné (strop shybky je pod úrovní dna přítoku a odtoku) a neúplné (strop shybky je nad úrovní dna přítoku a odtoku). *(ŠRYTR a kol., 1998)*

3.8.5 DEŠŤOVÉ VPUSTI

Objekty, které umožňují vtok dešťové vody do kanalizace. Budují se pro odvodnění zpevněných ploch, komunikací a chodníků.

ULIČNÍ VPUST

Osazují se do nejnižších míst komunikací při okraji vozovky. Jedna uliční vpust' odvodní plochu velkou přibližně 400 m², vzdálené jsou od sebe přibližně 40-60 m. Jsou osazené litinovou mříží s rámem, těleso vpusti má průměr 500 mm, jsou opatřeny košem na splachy a přípojkou na kanalizaci. *(NOVÁK a kol., 2003)*

CHODNÍKOVÁ VPUST

Umisťuje se do okraje chodníku s bočním vtokem. Konstrukční řešení je stejné jako u uliční vpusti. *(NOVÁK a kol., 2003)*

HORSKÁ VPUST

Navrhují se do míst strmého terénu, kde lze očekávat velké přítoky ze srážek a s větším množstvím pevných splavenin. Vod natéká přes mříže, kde se zachytí splaveniny.

Jde o betonovou šachtu obdélníkového tvaru o přibližných rozměrech 700x1400 mm. Přibližně 600 mm nade dnem se nachází potrubí, které odvádí dešťovou vodu, čímž je vytvořen sedimentační prostor. Místo horské vpusti se pro zachycení vody z nebezpečného terénu navrhují lapače splavenin *(ŠRYTR a kol. 1998)*

LAPÁK SPLAVENIN

Umisťuje se tam, kde se zaústí otevřený příkop do trubní sítě. Skládá se z mříže, sedimentačního prostoru a odtoku do kanalizace. *(ŠRYTR a kol., 1998)*

3.8.6 DEŠŤOVÉ NÁDRŽE

Tento objekt najdeme na jednotné stokové síti, většinou ve větších městech. V případě velkých přívalů srážek dochází k nadměrnému zatížení ČOV a recipientu. Účelem je zmírnit povodňovou vlnu a zachytit počáteční příval deště. Za bezdeštného průtoku je vracen zpět do stoky, čímž dochází k ochraně recipientu před znečištěnými vodami, a také se vytváří rovnoměrný přítok na ČOV. *(NOVÁK a kol., 2003)*

3.8.7 ODDĚLOVACÍ KOMORY A SEPARÁTORY

Stejně jako dešťové nádrže mají své uplatnění na jednotných stokových sítích. Jejich smyslem je odlehčit směs splaškových a dešťových vod. Separátory rozdělujeme na kruhové, vírové nebo obloukové. Ty rozdělují nejen průtok, ale i znečištění. Odděluje se zpravidla přepadem přes přeliv, jehož koruna je nade dnem odlehčovacího koryta ve výši odpovídající průtoku, při němž má být odlehčovací komora uvedena v činnost. (*HLAVÍNEK a kol., 2003*)

3.9 VÝSTAVBA STOKY

Před navrhováním stokové sítě, je nutné provést průzkum místních podmínek, které pak budou ovlivňovat volbu konstrukce stoky a její zakládání. Důležité je také znát zatížení, které bude působit na potrubí. Vypočtené zatížení ve vrcholu stoky musí být vždy menší, než je garantovaná pevnost potrubí od výrobce. (*HLAVÍNEK a kol., 2001*)

Při stavbě kanalizační sítě lze práce rozdělit takto (*NOVÁK a kol., 2003*):

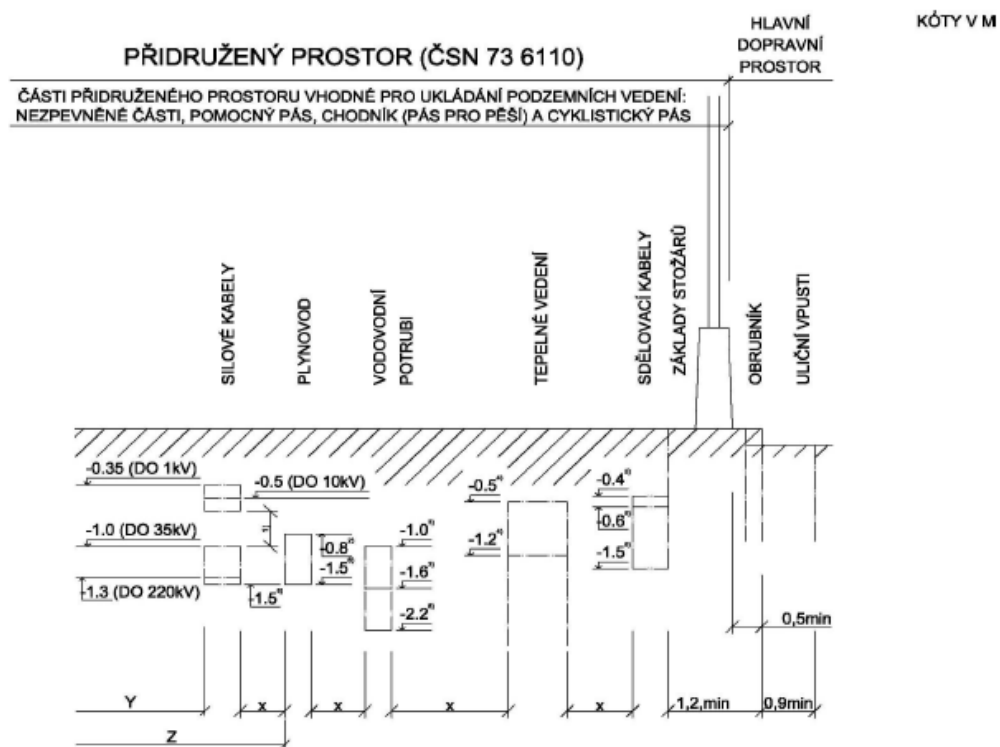
- **Přípravné** – očištění staveniště, vytyčení stávajících sítí, bourání objektů
- **Pomocné** – zřizování odvodnění, pažení apod.
- **Hlavní** – zemní práce, betonářské práce
- **Dopravní** – horizontální a vertikální
- **Dokončovací** – vnitřní úprava objektů, úprava terénu a uklizení staveniště

Podle použité technologie lze výstavbu rozdělit, na:

- **Tradiční způsob** – pažená rýha, zářez apod.
- **Speciální způsob** – bezvýkopové, vrtání a protlačování apod.

Způsob výstavby závisí na mnoha faktorech, především na typu území (intravilán, extravilán), hloubce uložení, morfologii terénu, hydrogeologických podmínkách, na výskytu překážek (vodní tok, komunikace apod.). (*HLAVÍNEK a kol., 2006*)

Před samotnou výstavbou sítě, musí být provedeny přípravné práce - vyčištění staveniště a vytyčení stávajících sítí na území. Prostorové upořádání inženýrských sítí je řešeno v ČSN 73 6005. (viz obr. 3.1)



Obr. 3.1 – Uložení inženýrských sítí dle ČSN 73 6005, zdroj: www.uur.cz

3.9.1 TRADIČNÍ ZPŮSOB

Provádění v pažených rýhách a otevřených zářezech se řídí ČSN EN 1610. Řez uložení potrubí je znázorněn ve Výkresové příloze č. 4.

Při výstavbě se rýha hloubí proti sklonu dna stoky. Je to z toho důvodu, že se usnadní stavba díky odtoku podzemní vody nebo vody, která za dobu výstavby napršela. V případě výskytu podzemní vody je nutné vystavit také drenáž z odvodňovacích trubek, které se obsypávají štěrskem. Může se jednat o dočasnou nebo trvalou drenáž. Trvalá se však buduje jen výjimečně, a to z důvodu, že by docházelo k velkému snižování hladiny podzemní vody. Dno výkopu se provádí ručně, aby nedošlo k narušení základní spáry. V případě výskytu podzemní vody se potrubí klade na upravené dno nebo na betonovou desku štěrkového lože s drenáží. V případě neúnosné půdy je základová deska ukládána na piloty. (NYPL, SYNÁČKOVÁ, 1998)

Pro podporu bočních stěn výkopu se používá pažení, zabraňuje sedání terénu, které by mohlo ohrozit pracovníky při práci, objekty a konstrukce uložené ve výkopu apod. Ručně hloubené rýhy se svislými stěnami, které jsou hlubší přes 0,7 m v nesoudržných zeminách, hlubší než 1,3 m v intravilánu nebo hlubší než 1,5 m v extravilánu musí být opatřeny pažením. Druh a rozsah pažení je udán projektem, který vychází z územních podmínek (místní poměry, tvar výkopu apod.) (*ŠRYTR a kol., 1992*)

Před pokládkou potrubí se provádí prohlídka trubního materiálu a tvarovek. Potrubí se klade od nejnižšího místa (proti směru proudění odpadních vod) trasy hrdly proti podélnému sklonu (do kopce). Potrubí se do výkopu spouští. (*ŠRYTR a kol., 1992*)

Doporučená hloubka uložení je 1,8 m až 6 m. Podélný sklon by neměl být příliš malý, aby nedocházelo k zanášení stoky a ani příliš velký, aby průtočná rychlost nebyla příliš vysoká a nedocházelo k narušování potrubí. (*NOVÁK a kol., 2003*)

Důležité je také zřídit signalizační konstrukce, které signalizují polohu vedení sítě a chrání ji tak před poškozením. K označení technického vedení slouží barevné fólie, konkrétně pro kanalizaci má hnědou barvu. V případě plastového potrubí je nutné signalizaci doplnit např. kovovými dráty či páskami. (*BOROVÍČKA a kol., 1981*)

Obsyp stok se provádí po 15 cm vrstvách, až do výšky 30 cm nad vrchol stoky. U potrubí většího než DN 600 jsou vrstvy až 25 cm. Maximální velikost zrna obsypu je 30 mm, u plastového potrubí pak 8 mm. Nad obsypem se provádí zásyp, který je také prováděn po jednotlivých vrstvách. (*NOVÁK a kol., 2003*)

3.9.2 SPECIÁLNÍ ZPŮSOB

Bezvýkopový způsob provádění stok se řídí ČSN EN 12889.

Zahrnuje instalaci, nahrazování nebo obnovování kanalizace bez nutnosti velkého rozsahu výkopových a zemních prací. Tuto výhodu uplatní hlavně v místech s hustou automobilovou dopravou a tam, kde je mnoho dalších stávajících sítí. Další využití je při křížení s větší komunikací, vodním tokem apod. (*HLAVÍNEK a kol., 2003*)

Bezvýkopových metod je nespočet, dle normy ČSN EN 12889 se dělí takto:

- **metody bez obsluhy**
 - **neřízené**
 - **bez odběru zeminy** (např. propichování kladivem, rozrušovací metoda, metoda vytahování potrubí)
 - **s odběrem zeminy** (např. metoda přiklepného vrtání, metoda vodorovného propichování s rozšiřovací hlavou)
 - **řízené**
 - **mikrotunelování** (např. se šnekovým dopravníkem, podtlakové odstraňování, s hydraulickým odstraňováním zeminy)
 - **protlak s vodící troubou**
 - **směrové vrtání**
- **metody s obsluhou**
 - **trubní protlak**
 - **ostatní metody s obsluhou**

4. ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Čištění odpadních vod probíhá v čistírnách odpadních vod (ČOV), které se umísťují na konci stokové sítě. Na ČOV jsou odstraňovány znečišťující látky z odpadních vod, které negativně působí na povrchové vody, do nichž jsou vypouštěné.

4.1 UKAZATELE ZNEČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Odpadní vody obsahují velmi pestrou směs organických látek. Bylo by velmi pracné a nákladné stanovovat kvantitativně i kvalitativně jednotlivé sloučeniny, proto se neprovádí. Z toho důvodu se provádějí skupinová stanovení, a to tak, že se stanovuje skupina příbuzných látek pomocí jednoho standardu.

Skupinovými stanoveními, určujeme sumu všech organických látek. Jedná se o jednu z nejdůležitějších charakteristik odpadních vod. Metoda používající chemickou oxidaci se nazývá chemická spotřeba kyslíku (CHSK) a metoda

zakládající se na biochemické oxidaci se nazývá biochemická spotřeba kyslíku (BSK). (*ŠVEHLA a kol., 2007*)

Mezi ukazatele znečištění patří BSK, CHSK_{NL} a RL, TOC, dusík a fosfor. Ty jsou probrány v kapitole 4.1.1 až 4.1.6. K dalším ukazatelům patří hodnota pH, poměr CHSK:BSK.

4.1.1 BIOCHEMICKÁ SPOTŘEBA KYSLÍKU (BSK)

Vyjadřuje množství kyslíku spotřebovaného organismy při biochemických pochodech, na rozklad organických látek přítomných ve vodě za anaerobních podmínek. Vyjadřuje se v mg/l. (*HORÁKOVÁ, 2000*)

Protože organické látky patří mezi znečištění odpadních vod, patří BSK k důležitým ukazatelům znečištění vody. Rozpuštěný kyslík je limitujícím faktorem pro organismy žijící ve vodním prostředí.

Číselný index u BSK vyjadřuje délku testu ve dnech. To znamená, že při BSK₅ = 10 mg/l je ve vodě tolik organických látek, aby se při biochemické oxidaci organických látek obsažených v jednom litru vody spotřebovalo 10 mg rozpuštěného kyslíku za pět dní. (*ŠVEHLA a kol., 2007*)

Stanovuje se tak, že vzorek naředěný maximálně okysličenou vodou je po dobu pěti dnů skladován za konstantní teploty v termostatu a měří se koncentrace rozpuštěného kyslíku před a po pokusu. Tato hodnota tedy vyjadřuje vliv znečišťujících látek na vodní prostředí, bez ohledu na složení odpadní vody. (*HORÁKOVÁ, 2000*)

4.1.2 CHEMICKÁ SPOTŘEBA KYSLÍKU (CHSK)

Vyjadřuje množství organických látek, které jsou chemicky oxidovatelné (mohou spotřebovat rozpuštěný kyslík).

Stanovení probíhá tak, že organické látky jsou oxidovány dichromanem draselným nebo manganistanem draselným (CHSK_{Cr} nebo CHSK_{Mn}) a následně se měří koncentrace produktů nebo koncentrace zbývajícího oxidačního činidla. Z množství spotřebovaného oxidačního činidla se vypočte teoretické množství kyslíku, který je potřeba pro oxidaci organických látek přítomných ve vodě. (*ŠVEHLA a kol., 2007*)

4.1.3 NEROZPUŠTĚNÉ LÁTKY (NL) A ROZPUŠTĚNÉ LÁTKY (RL)

Nerozpuštěné látky jsou stanoveny hmotností vysušeného vzorku, který se zachytí na speciálních filtrech.

Rozpuštěné látky jsou tvořeny velkou skupinou nečistot. Tyto látky se nedají odstranit usazováním. Podle složení mohou v povrchových vodách ovlivňovat pach a kyselost. Rozpuštěné jedovaté látky patří k největšímu ohrožení biologického života ve vodách (*HERLE, 1990*)

Usaditelné představují sedm desetin obsahu odpadních vod, zbytek tvoří neusaditelné.

4.1.4 ORGANICKY VÁZANÝ UHLÍK (TOC)

TOC = Total Organic Carbon, případně **DOC** = Dissolve Organic Carbon (rozpuštěný organický uhlík). Přírodními složkami jsou huminové kyseliny a fulvokyseliny. Další složkou jsou i další organické látky, které se běžně vyskytují ve vodách. (*DOHÁNYOS, 1996*)

Používají se analyzátory založené na termické katalické oxidaci látek. Při termické oxidaci se oxidují všechny organické látky, což je jedna z výhod proti stanovení CHSK. Ovšem se musí eliminovat anorganicky vázaný uhlík. Výsledek se vyjadřuje v mg/l. (*PYTL, 2004*)

4.1.5 CELKOVÝ DUSÍK (N_{CELK}) A AMONIAKÁLNÍ DUSÍK ($N\text{-NH}_4$)

Dusík se v odpadní vodě vyskytuje ve formě močoviny, jako amoniakální dusík nebo jako volné a vázané aminokyseliny. Poměr forem výskytu dusíku se s časem mění, protože transportem dochází k hydrolýze močoviny na amoniakální dusík. (*HLAVÍNEK a kol., 2003*)

Patří k nejdůležitějším makrobiogenním prvkům, patřící do skupiny tzv. nutrientů. Uplatňuje se při všech biologických procesech probíhajících při čištění odpadních vod. (*PYTL, 2004*)

4.1.6 CELKOVÝ FOSFOR (P_{celk})

Hlavním zdrojem jsou moč a fekálie, další pak prací a čisticí prostředky. Fosforečnany jsou spolu s dusičnami důležitými živinami pro růst zelených rostlin a při velké koncentraci mohou přispět k eutrofizaci vody (HLAVÍNEK a kol., 2003)

Z důvodu ovlivnění eutrofizace se koncentrace ve vodách průběžně sleduje a legislativně omezuje. Celkový fosfor se dělí na rozpuštěný a nerozpuštěný, ty se pak dělí na anorganicky a organicky vázaný. Hygienický význam je malý. Ale jelikož ovlivňuje eutrofizaci, je na ČOV chemicky nebo biologicky odstraňován. (PYTL, 2004)

4.2 VYJÁDŘENÍ ZNEČIŠTĚNÍ VODY

Základním měřítkem, kterým se vyjadřuje znečištění vody je ekvivalentní obyvatel (EO). Norma definuje EO takto: „Počet EO se vypočte jako podíl celkového a specifického znečištění vyjádřených v BSK₅ produkovaných za den. Pro výpočet počtu EO se používá hodnota specifického znečištění BSK₅ 60g produkovaného jedním obyvatelem za den (populační ekvivalent)“ (ČSN 75 6401)

V obr. 4.1 jsou znázorněné hodnoty pro maximální hodnoty.

Látky		Ukazatel specifického znečištění						
		Látky			Ostatní			
		Minerální	Organické	Veškeré	BSK ₅	CHSK	N _{celk}	P _{celk}
Nerozpuštěné	Usaditelné	10	30	40	20	40	1	0,2
	Neusaditelné	5	10	15	10	20	-	-
Rozpuštěné		75	50	125	30	60	10	2,3
Celkem		90	90	180	60	120	11	2,5

Obr. 4.1- Maximální hodnoty produkce znečištění na 1 EO v g/den, zdroj:ČSN 75 6401

4.3 DIMENZOVÁNÍ ČOV

Množství a kvalita přitékajících odpadních vod kolísá během dne, týdne i roku. Větší kolísavost přítoku je hlavně v menších městech, u větších měst je přítok celkem vyrovnaný. Kolísání je ovlivněno způsobem života obyvatel, na charakteru zástavby, na počtu průmyslových a zemědělských závodů a na stavu stokové sítě.

Kolísání množství je vyjádřen jako součinitel nerovnoměrnosti, který je stanoven jako poměr mezi hledaným a průměrným průtokem. (PYTL., 2004)

Čistírna odpadních vod na oddílné stokové síti je dimenzována na průtok splašků, jedná se tedy o maximální hodinový průtok ($Q_{\max,h}$). Na jednotné stokové soustavě se dimenzuje na $Q_{\max,h} > Q_{\text{splašků}}$. Průtok biologickou částí ČOV je vždy menší, než přítok na čistírnu. Rozdíl mezi těmito průtoky je odváděn do dešťové zdrže, odkud je později za menších přítoků na ČOV odčerpáván na ČOV. Maximální přítok do ČOV u jednotné stokové soustavy je daný přítokem zředěných odpadních vod po odlehčení za poslední oddělovací komorou před ČOV. Přítok přiváděný za deště do biologické části ČOV nemá být větší než $Q_{\max,h} = 1,2$ u ČOV do 5000EO. Podle normy ČSN 75 6101 by měla být před čištěním zařazena vyrovnávací nádrž. Z důvodu případného překročení maximálního přítoku, což by způsobilo překročení návrhových parametrů objektů mechanického předčištění. (PYTL., 2004)

Čistírny se projektují na tzv. výhledový stav, což znamená, že se bere v úvahu současný stav a zohledňuje se výhledový rozvoj obce (na 20 let dopředu). Množství odpadních vod se určuje jako součet odpadních vod od obyvatelstva, ze zemědělství, průmyslu a vody balastní. (PYTL., 2004)

Výpočet zatížení na ČOV se počítá dle ČSN 75 6401 nebo ČSN 75 6402.

4.3.1 OBYVATELSTVO

Průměrný denní průtok Q_{24} :

$$Q_{24} = O * q \quad (\text{l/den})$$

O – výhledový počet obyvatel

q – specifická potřeba vody (l/osoba. den)

Většinou se uvažuje se specifickou potřebou vody 150 l/osoba. den

Maximální denní potřeba Q_d :

$$Q_d = O * q * k_d \quad (\text{l/den})$$

k_d – součinitel denní nerovnoměrnosti

Hodnota součinitele denní nerovnoměrnosti se liší, v závislosti na velikosti ČOV. Pro ČOV do 1000 EO je hodnota 1,5, čím větší ČOV je, tím je součinitel menší.

Maximální hodinový průtok Q_h :

Kolísání průtoku má určitou pravidelnost s minimem v nočních hodinách a s maximem obvykle mezi 11. a 15. hodinou. U malých obcí je ještě jedno maximum ve večerních hodinách. Velikost hodinové nerovnoměrnosti je závislá na velikosti obce a snižuje se s počtem obyvatel.

$$Q_h = (O * q * k_d * k_h) : 24 \text{ (l/hod)}$$

k_h – součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti

Minimální hodinový průtok Q_{hmin} :

$$Q_{hmin} = k_{min} \frac{Q_d}{24} \text{ (l/hod)}$$

4.3.2 PRŮMYSL

Průměrný denní průtok Q_{24spl} :

$$Q_{24spl} = P * q \quad \text{(l/den)}$$

P – počet pracovníků

q – specifická potřeba vody na pití a mytí

Na pití a provoz kuchyně se uvažuje se 30l/zaměstnanec. směna. Množství vody na mytí se liší podle typu provozu.

Maximální denní průtok Q_{dspl} :

$$Q_{dspl} = Q_{24spl} * k_d \quad \text{(l/den)}$$

k_d – součinitel denní nerovnoměrnosti

Maximální hodinový průtok Q_{hmax}^p :

$$Q_{hmax} = q_{pití} * P * k + q_{mytí} * P * k \quad \text{(l/hod)}$$

k – pro pití a mytí v čistém provozu 1/8 – vždy pro jednu směnu

k – pro mytí ve špinavém nebo horkém provozu 9/16 – vždy pro jednu směnu

Procesní průmyslové vody

Množství této vody je podle výrobního procesu. Mohou být vyjádřeny jako EO nebo Q (m^3/d). Kolísání je dáno konkrétním průmyslovým závodem.

4.3.3 BILANCE

Dle ČSN 75 6401 se počítá takto:

Průměrný bezdeštný denní přítok Q_{24} :

$$Q_{24} = Q_{24,m} + Q_{24,p} + Q_B$$

Maximální bezdeštný denní přítok Q_d :

$$Q_d = Q_{24,m} * k_d + Q_{24,p} * k_{d,p} + Q_B$$

Maximální bezdeštný hodinový přítok Q_h :

$$Q_h = (Q_{24,m} * k_d * k_h + Q_{24,p} * k_{d,p} + Q_B) : 24$$

$$Q_h = (Q_{24,m} * k_d + Q_{24,p} * k_{d,p} * k_{h,p} + Q_B) : 24$$

k_d - součinitel denní nerovnoměrnosti

k_h - součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti

$k_{d,p}$ a $k_{h,p}$ - součinitel nerovnoměrnosti pro průmyslové OV

Q_B - přítok balastních vod

$Q_{24,m}$ = průměrný denní přítok odpadních vod od obyvatel

$Q_{24,p}$ = přítok průmyslových vod

4.4 ROZDĚLENÍ ČOV

Dělí se dle způsobu použití čistírenských procesů na mechanické, biochemické a chemické. Nejčastější typ ČOV je mechanicko-biologická. Ta bude podrobně popsána v kapitole 4.6. Dalším typem je kořenová čistírna odpadních vod, která je založená na čištění v přirozených mokřadech, na základě biologických procesů. (viz kapitola 4.5)

Další možnost dělení ČOV je podle jejich velikosti:

- **Do 50EO** (domovní) – používá se pro jednotlivé nemovitosti nebo skupinu nemovitostí. Vyčištěné vody lze vypouštět do povrchových vod, zasakovat či recyklovat. Kaly se mohou kompostovat nebo se odváží ke zpracování na větší ČOV
- **50 – 500EO** (malé) – pro obce, ubytovny nebo pro větší průmyslové objekty. Dále se dělí na menší do 300EO (balené) – plastové nádrže s technologií a větší – betonové nádrže s dodatečně montovanou technologií. Kaly se bez předchozího odvodnění odváží na větší ČOV ke zpracování.
- **500 – 2000EO** – s množstvím OV 100-400 m³/den, jednotné nebo oddílné soustavy. Jsou to betonové nádrže, nadzemní budovy nádrží a technologická zařízení. Kaly se přednostně zpracovávají v zemědělství.

Toto rozdělení bylo čerpané ze zdroje *HERLE, 1990*.

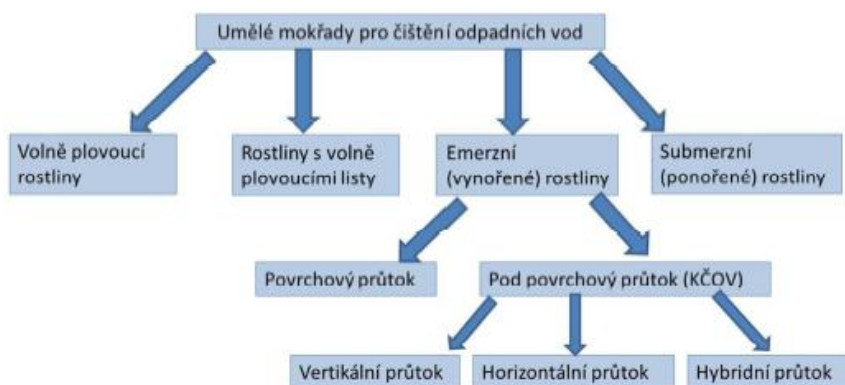
4.5 VEGETAČNÍ KOŘENOVÉ ČISTÍRNY (VKČ)

Následující kapitola je čerpána ze zdroje *NYPL, 2004*.

Čištění ve VKČ probíhá přírodním způsobem, využívá se samočisticích procesů, které probíhají v půdním, vodním i mokřadním prostředí. Vegetace se podílí na čistícím procesu, hlavně tvorbou příznivých podmínek pro vývoj mikroorganismů a současně využíváním rostlinných živin (dusíku, fosforu).

Vhodnými rostlinami pro biologické čištění jsou např. rákos obecný, orobinec širokolistý a úzkolistý, chrastice rákosovitá, kosatec žlutý a mnoho dalších. (*VYMAZAL, 2004*)

Rozdělení typů VKČ je patrné ve schématu. (viz obr. 4.2)



Obr. 4.2 – Rozdělení VKČ, zdroj: (VYMAZAL, 2004)

VÝHODY

Ekologický charakter zařízení, možnost začlenění do životního prostředí, dále také v jednoduchosti stavebního a technologického provedení. Další výhodou je nižší stavební a provozní náklady proti mechanicko-biologické čistírně. Je přípustné nárazové přetížení a má dobré čistící vlastnosti od počátku provozu.

NEVÝHODY

Velké nároky na plochu, závislost účinnosti čištění na klimatických podmínkách (teplota a sluneční radiace), nižší čistící účinek v zimním období. Zvýšené nároky na údržbu a obhospodařování ploch, delší doba zdržení nezbytná k odbourání amoniakálního znečištění. Při navrhování se počítá přibližně s 5m² plochy VKČ na 1EO.

NEVHODNÉ TYPY VOD PRO VEGETAČNÍ ČISTÍRNÝ

Pro přírodní čištění jsou nepoužitelné vody s vysokým obsahem organického znečištění, vody s vysokým obsahem tuků, olejů, extrémně kyselé a důlní zásadité. Dále vody z průmyslu, vody s toxickými látkami překračující mez toxicity.

TYPY VEGETAČNÍCH ČISTÍREN

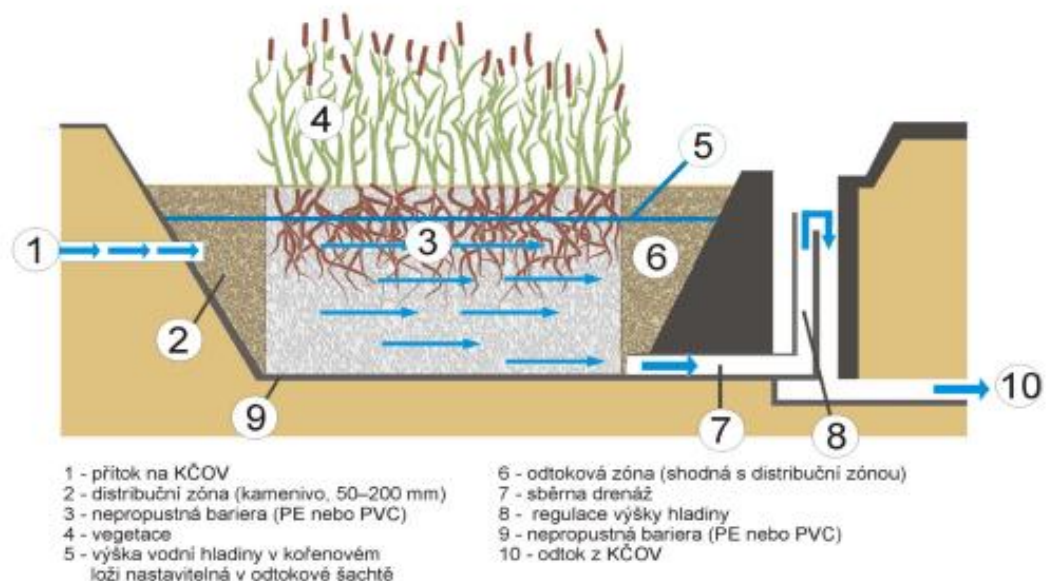
Dělení je podle způsobu proudění vody, a to na horizontální, vertikální a radiální. Pro 2000EO je v současné době nejvíce doporučovaným typem VKČ s horizontálním podpovrchovým průtokem.

PŘEDČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

U kořenových čistíren je nezbytné předčištění a to musí být úplné a dokonale funkční. Předčištění se skládá z jemných, strojně stíraných česlí, lapáku písku, tuku a olejů a usazovací nádrží, s minimálně dvou hodinovou sedimentací. Úplné a dobře fungující předčištění je nezbytné pro úspěšnou funkci čistírny. Jakýkoliv únik kalu způsobuje ucpání filtračního lože půdních filtrů a filtrů polí vegetačních čistíren zanášení biologických nádrží apod. Nekvalitní předčištění bývá hlavním zdrojem nedostatků a velmi zhoršuje výsledný účinek čištění ve VKČ.

PRINCIP ČIŠTĚNÍ VE VEGETAČNÍCH ČISTÍRNÁCH

Předčištěná voda se dále čistí na principu průtoku vody propustným substrátem, který je osázen rostlinami. (viz obr. 4.3) Při průtoku vody filtračním materiálem dochází k odstranění nečistot kombinací fyzikálních, chemických a biologických procesů.

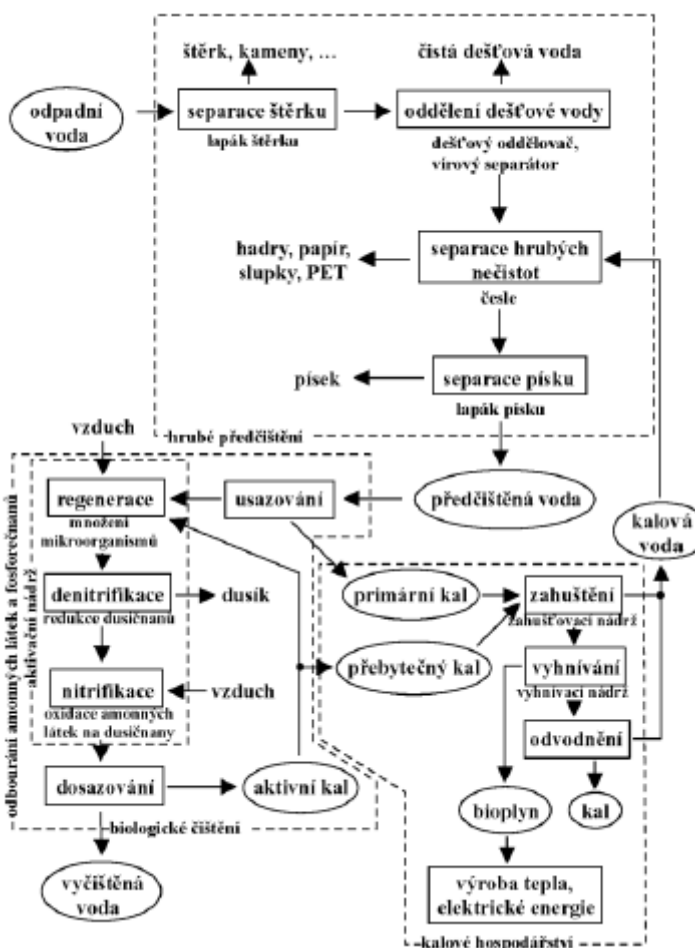


Obr 4.3 – Schéma uspořádání VKČ, zdroj: KOMÍNKOVÁ a kol., 2014

4.6 MECHANICKO – BIOLOGICKÁ ČOV

Jak už bylo zmíněno v kapitole 4.4, jedná se v České republice o nejběžněji používaný typ ČOV. Výškové uspořádání je velmi výhodné, když začátek technologické linky je v nejvyšším bodě. To může být dáno morfologií terénu nebo se dá zajistit šnekovým dopravníkem. Tím se pak zajistí gravitační průtok vody celou

čistírnou a odpadá nutnost čerpání. Mechanicko-biologická ČOV se skládá z mechanického čištění, biologického čištění, terciálního dočištění a kalového hospodářství (viz obr. 4.4) Tyto jednotlivé části jsou shrnuty v následujících kapitolách 4.6.1 – 4.6.4.



Obr. 4.4 – Schéma mechanicko – biologické ČOV, zdroj: GRODA, 2007

4.6.1 MECHANICKÉ ČIŠTĚNÍ

První stupněm čištění odpadních vod je mechanické čištění. Zde se odstraňují částice, které se vlastní tíhou usazují (sedimentují), ty které vyplouvají k hladině a ty které se zachytí na česlích. Skládá se z lapáků štěrku, česlí, lapáků písku, lapáku tuku a olejů a usazovacích nádrží.

LAPÁK ŠTĚRKU

Jsou to jímky, v kterých se zachycují hrubé a těžké předměty, které jsou odpadní vodou sunuty po dně stoky. Jde hlavně o štěrk z vozovek a chodníků, úlomky cihel apod. Umisťuje se na ČOV, do které je zaústěna jednotná kanalizační soustava. Jejím předsazením před česle je z důvodu ochrany proti poškození jemných česlic. Důležité je dodržet rychlost proudění a to je maximálně 0,3 m/s. Jedná se o prohlubeň v přírodním žlabu, která se musí denně manuálně nebo strojně vyklízet. Zamezí se tak usazování a anaerobnímu zahnívání látek organického původu. Patří do tzv. hrubého předčištění. (PYTL a kol., 2004)

ČESLE

Jsou umístěny za lapákem štěrku. Je to konstrukce tvořená rámem a česlicemi (ocelové pruty). Podle vzdálenosti česlic se dělí na hrubé (průliny > 6cm), jemné (průliny < 4 cm) a velmi jemné (průliny 3-6 mm). Dělí se na manuálně a strojně stírané. (HLAVÍNEK a kol., 2006)

Hrubé česle jsou většinou na velkých ČOV, do které zaústuje jednotná soustava. Jejich hlavní účel je zachycení hrubých plavenin a sloučí k ochraně strojních zařízení. Odstraňují hrubé nečistoty a plovoucí objekty (hadry, papír, obaly, větve apod.) z odpadní vody. U malých ČOV se zařazují pouze hrubé česle, u velkých se za hrubé zařadí ještě česle jemné. Optimální průtočná rychlost by měla být 0,3 – 1,2 m/s. Při větší rychlosti by docházelo ke strhávání zachycených nečistot a naopak při menší rychlosti by docházelo k sedimentaci písku. (KOMÍNKOVÁ a kol., 2014)

Již zmíněné zachycené nečistoty se nazývají **shrabky**. Jedná se o nejinfekčnější a hygienicky nejvíc nebezpečné produkty vznikající na ČOV. Je to tím, že mohou obsahovat patogenní mikroorganismy nebo zárodky parazitů. Velmi snadno zahnívají, takže manipulace s nimi musí být velmi opatrná. Nejčastěji se likvidují spalováním, před kterým se ale musí odvodnit. Oddělená voda se vrací zpět do procesu čištění. Dalším způsobem jejich likvidace je skládkování a hygienické zabezpečení vápnem. Takto zabezpečené shrabky se v kontejnerech odváží na skládku nebezpečného odpadu. Kompostování shrabků není vhodný způsob likvidace. (PYTL a kol., 2004)

LAPÁKY PÍSKU

Slouží k zachycení hmot minerálního původu s větší hustotou než má odpadní voda. Zachycuje se převážně písek, který je splaven z parků, komunikací a chodníků. Může se ale zde zachytit i jemná škvára a skleněné střepy. Pomáhá zabraňovat naplavování písku do strojního vybavení, proto se nachází před čistírenskými objekty vybavené čerpadly. Písek se musí odstraňovat, aby nedocházelo k promíchání s organickými usazeninami a následnému zanesení technologií ČOV. Nedochází k znehodnocení kalu. Kal s pískem po delší době tvoří pevnou a plastickou hmotu. Průtočná rychlost by měla být 0,3 m/s. Je na stejném principu jako lapák šterku. Vytěžený písek se většinou propere a následně skládkuje nebo kompostuje. *(HLAVÍNEK a kol., 2003)*

LAPÁK TUKŮ A OLEJŮ

Zde se zachycují látky, které mají menší hustotu než voda. Tuky a oleje způsobují problémy nejen ve stokách, ale i na ČOV (např. zalepují čerpadla, v aktivačních nádržích brání pronikání kyslíku apod.) Jejich osazování by mělo být přímo u zdroje (např. restaurace, hotely apod.), tím se zabrání vnikání tuků a olejů do kanalizace. Odstraňují se vhněním stlačeného vzduchu ode dna nádrže, tím se oddělí mastné látky od kalových částic a následně vyplavou na hladinu. Tato mastná vrstva se pak odtahuje do zvláštních sběrných nádrží. Likvidují se buď spalováním, nebo s přebytečným sekundárním kalem ve vyhnívacích nádržích. *(KOMÍNKOVÁ a kol., 2014)*

USAZOVACÍ (SEDIMENTAČNÍ) NÁDRŽE

Sedimentační nádrže se dělí na primární (usazovací nádrže) a sekundární (dosazovací nádrže). Pracují na stejném principu (sedimentace), z konstrukčního hlediska jsou nádrže shodné.

- **Primární nádrže - usazovací**

V usazovacích nádržích dochází k separaci tuhých částic pomocí gravitace. Slouží k zachycování dobře usaditelných nerozpuštěných látek před biologickým čištěním. Zde se odstraní 40-70% suspendovaných látek. Nádrže jsou opatřeny stíracím zařízením dna, kterým se odstraní usazený kal a stíracím zařízením hladiny, kterým se stírají plovoucí látky. Dimenzují se na maximální bezdeštný denní přítok a

maximální bezdeštný hodinový přítok. Hlavním parametrem pro dimenzování je hydraulické povrchové zatížení, látkové zatížení povrchu a doba zdržení.

Velmi častým typem je kruhová horizontální nádrž, kdy je suspenze stírána a přiváděna do středu nádrže a odtud potrubím odváděna. Voda postupně teče k obvodovým stěnám nádrže, kde přepadá přes pilový přeliv. Kal na dně je taktéž shrnován ke středu a odváděn potrubím. (PYTL a kol., 2004)

- **Sekundární nádrže – dosazovací**

Jedná se o sedimentační nádrže, které jsou umístěné za biologickým čištěním a používají se pro separaci usaditelných vloček biologického kalu, který vznikl při biologickém čištění odpadních vod. V těchto nádržích se také odstraňují usaditelné látky, které vznikly při terciálním čištění. (viz kapitola 4.6.3) Další funkcí je shromáždění a zahuštění odděleného kalu tak, aby mohl být v podobě tzv. vratného kalu vrácen zpět před aktivační nádrž, případně odveden jako přebytečný kal.

Je nutné, aby nádrže měly velkou separační schopnost, z toho důvodu se často osazuje zařízení k zachytávání vloček vyflokulovaných k hladině. K tomu slouží normé stěny před přelivnými hranami a stírání hladiny.

Dosazovací nádrže se dimenzují na maximální hodinový průtok, na maximální potřebnou plochu a potřebnou hloubku nádrže. Návrh se provádí na základě maximálního hydraulického zatížení, látkového zatížení plochy nádrže nerozpuštěnými látkami, dobu zdržení a hydraulické zatížení přepadové hrany. (KOMÍNKOVÁ a kol., 2014)

4.6.2 BIOLOGICKÉ ČIŠTĚNÍ

Po mechanickém předčištění následuje druhý stupeň, biologické čištění. Zakládá na přirozených samočisticích pochodech ve vodě, které jsou zde pouze urychleny. Pro úspěšné odstranění znečištění je nutné vytvářet vhodné podmínky pro mikroorganismy, které vodu čistí. Cílem je koagulovat (shlukovat) a rozkládat neusaditelné koloidní látky a stabilizovat organické látky. Rozložené látky jsou pak běžnými fyzikálně chemickými způsoby odstraněny. Čištění probíhá v aerobním (za přístupu kyslíku) nebo anaerobním (bez přístupu kyslíku) prostředí. Aerobní procesy jsou rychlejší, ale jsou závislé na množství dodaného kyslíku, čímž jsou náročnější

na energii. Mikroorganismy vytváří kalové vločky nebo se zachycují na povrchu pevných látek. *(PYTL a kol., 2004)*

Podle zde probíhajících procesů lze rozdělit na oxické, anoxické a anaerobní oblasti. V oxické oblasti (kyslíkaté) dochází k oxidaci organických látek a nitrifikaci. V anoxické oblasti (bezokyslíkaté) dochází k denitrifikaci a nepřítomný kyslík je nahrazen dusičnany a dusitany. Oblast, ve které je nepřítomný kyslík i dusičnany a dusitany se nazývá anaerobní, zde probíhá depolymerace. *(DOHANYOS a kol., 1996)*

Technologické postupy biologického čištění obecně dělíme na technologie s biologickou kulturou přisedlou na pevném povrchu (biologický filtr) a na technologie s biologickou kulturou ve vznosu (aktivační nádrž).

AKTIVAČNÍ NÁDRŽ

Zde dochází k aktivačním procesům. V současné době je to nejrozšířenější způsob čištění, probíhá v aerobních podmínkách. Do aktivační nádrže je přiváděna odpadní voda z mechanického předčištění, která se mísí s vratným kalem a vzniká tzv. aktivační směs. Následně se tato směs provzdušňuje tlakovým vzduchem nebo mechanickými aerátory. Probíhá tak aktivace ve vznosu. Spočívá ve vytvoření aktivovaného kalu v provzdušněné aktivační nádrži. *(PYTL a kol., 2004)*

Způsoby provzdušňování jsou mechanické a pneumatické, je možné je kombinovat. Vzduch je dodáván dmychadly, kompresory nebo ventilátory. Pneumatická aerace se dále dělí podle velikosti bublin, a to na jemnobublinnou, středobublinnou a hrubobublinnou. Mechanická aerace jde rozdělit na segnerovy válce a vertikální aerátory (BSK rotory). *(PYTL a kol., 2004)*

Aktivovaný kal je tvořen mikroorganismy, které jsou spojovány bioflokulací. K bioflokulaci dochází při provzdušnění OV, která obsahuje aerobní bakterie. *(MALÝ, MALÁ, 1996)*

BIOLOGICKÝ FILTR

Jsou také založeny na působení mikroorganismů. V tomto případě jsou však usazovány na vhodném inertním materiálu (vysokopeční struska, nezvětrávající kámen apod.). Odpadní voda je přiváděna skrápěcím zařízením. Kyslík, který je potřebný pro aerobní čištění, je přiváděn do biofiltru přirozeným prouděním vzduchu. Větrací otvory tvoří 1-2% skrápěné plochy filtru a jsou umístěny po

obvodu, pod roštovým dnem. Vyčištěná voda protéká roštem na dno nádrže. Zde je zachycena do sběrných žlábků a odvedena do dosazovací nádrže.

Jedná se o konstrukčně jednoduché zařízení, které je nenáročné na obsluhu. Nevýhodou však je, že vyžadují velký spád mezi přítokem a odtokem. Pro jejich dobré fungování je nutné dobré mechanické předčištění odpadních vod. Dalším důležitým prvkem je dobré provzdušněné filtrační náplně, na které se tvoří slizová vrstva obsahující mikroorganismy. *(HLAVÍNEK a kol., 2003)*

Z biologické části čištění odtéká voda do dosazovacích nádrží. Podrobně jsou dosazovací nádrže popsány v kapitole 4.6.1, konkrétně v části sedimentačních nádrží.

Z dosazovacích nádrží odtéká odpadní voda buď do terciálního čištění (viz kapitola 4.6.3), nebo přímo do recipientu. Před odtokem do recipientu je množství vyčištěné vody měřeno v měrném přelivu. Vratný kal se vrací před aktivační nádrž pro udržení dostatečné koncentrace a pro oživení kalu. Přebytečný kal je odváděn do kalového hospodářství, kde je dále zpracováván (viz kapitola 4.6.4). *(HLAVÍNEK a kol., 2003)*

4.6.3 TERCIALNÍ DOČIŠTĚNÍ

Po mechanicko-biologickém čištění zůstává v odtékající vodě ještě BSK₅, dusík a fosfor. V tomto stupni čištění se tyto zbytky odstraňují. Obecně lze říct, že se jedná o dočištění vody vodárenskými způsoby. Nejčastěji používané zařízení k dočištění jsou filtry (zemní, mikrosíta, pískové), dále také stabilizační nádrže a adsorpce na aktivním uhlí. *(PYTL a kol., 2004)*

V posledních letech se využívá i dezinfekce, zejména v oblastech sloužících k rekreaci a koupání, dále také tam, kde je nutné zajistit ochranu zdrojů pitné vody. Nejpoužívanější metody dezinfekce jsou chlorace, dezinfekce UV zářením a ozonizace. Dále je také možné použít fyzikálně chemické způsoby čištění, do kterých patří například čiření, oxidace, sorpční procesy a další. *(KOMÍNKOVÁ a kol., 2014)*

4.6.4 KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ

Při čištění odpadních vod vznikají kaly. Každá ČOV produkuje určité množství kalu v závislosti na její velikosti, zatížení a zvolené technologii. Kaly se zpracovávají v kalovém hospodářství, které je nedílnou součástí každé ČOV.

Hlavním cílem zpracování kalu je redukce kalu, hygienické zabezpečení, množnost dalšího využití kalu, zabránění negativních dopadů na životní prostředí a lidské zdraví. Náklady na provoz kalového hospodářství činí přibližně polovinu celkových provozních nákladů na ČOV. (*RACLAVSKÁ, 2007*)

CHARAKTERISTIKA KALU

Kal je směs organické hmoty a odpadní vody. Velikost částic v organické hmotě je různorodá. Obecně platí, že čím jsou částice menší a čím je vyšší obsah organické hmoty, tím vyšší je objem vody v kalu. (*JEVILEVIČ, 1984*)

V závislosti na místě vzniku kalu odkud je odebírán, se rozlišuje na primární a sekundární.

- **Primární kal** - Vzniká v usazovacích nádržích při mechanickém předčištění. Jeho složení je ovlivněno složením přitékajících odpadních vod na ČOV. Má zrnitou strukturu a obsahuje rozpuštěné látky (organické i anorganické). Obsahuje 2-5% sušiny.
- **Sekundární kal** – Vzniká jako přebytečný kal z biologického čištění v dosazovacích nádržích. Obsahuje přebytečnou biomasu a nerozložené zbytky organických látek. Má vločkovou strukturu. Obsahuje 0,5-1,5% sušiny.

Specifická produkce sušiny kalu je 20-50g na obyvatele na den. Produkce sušiny z kalů v ČR je v současné době přibližně 200 000 tun na rok. Představují 1-2% objemu čištěných vod, obsahují však 50-80% původního znečištění, které se na ČOV dostalo. To je zastoupeno především patogenními nebo fakultativně patogenními mikroorganismy a celou řadou toxických látek. (*HLAVÍNEK a kol., 2003*)

ZDRAVOTNÍ RIZIKA KALU

Kaly je nutné považovat za materiál, který aplikací do životního prostředí může zapříčinit infiltraci rizikových látek. Tyto látky se pak zapojují do koloběhu vody a potravního řetězce a představují tak riziko pro zdraví člověka a zvířat. Do rizikových látek patří patogenní organismy a toxické chemické látky.

Velká část těchto látek je při čištění odstraněna, ovšem část jich přežije a může vyvolat onemocnění lidí i zvířat. Nejčastěji přežívající jsou viry, bakterie salmonely, mykobakterie a vajíčka parazitů. (*KOMÍNKOVÁ a kol., 2014*)

ZPRACOVÁNÍ KALU

Mezi metody zpracování kalu patří zahušťování, stabilizace, odvodňování, hygienizace, sušení, spalování.

- **Zahušťování** – V procesech zpracování kalu je zahušťování mimořádně důležité. Používá se k redukci hydraulického zatížení kalového hospodářství. Používá se k odstranění vody, tím se zmenšuje objem kalu, který by musel být zpracován. Rozděluje se na gravitační a strojní. Ke gravitačnímu zahuštění dochází už v usazovací nádrži. Jedná se tedy o efektivní zpracování primárního kalu. (*PYTL a kol., 2004*)
- **Stabilizace** – Surový kal obsahuje velké množství bakterií (viry, bakterie apod.), díky tomu se stává hygienicky závadným materiálem. Termín stabilizace není přesně definovaný. Obecně lze pokládat za stabilizovaný kal takový, který není škodlivý pro životní prostředí. Stabilizace se provádí s ohledem na to, jak se v budoucnu bude s kalem nakládat. Z technologického hlediska je stabilizovaný kal takový, že nedochází k dalšímu biologickému rozkladu. To lze docílit tím, že se sníží množství lehce rozložitelných organických látek v kalu. Stabilizace se dá provádět biologicky (aerobně a anaerobně), termicky (sušení, pasterizace) a chemicky (přidání hydroxidu vápenatého). (*PYTL a kol., 2004*)

Aerobní stabilizace se provádí provzdušněním kalu, jde však o energicky náročné řešení. Další možností je mokré kompostování. Používanějším typem je však stabilizace anaerobní. Probíhá ve vyhnívacích nádržích, zde je kal promícháván, ohříván a doplňován. Zde vzniká bioplyn. (*MALÝ, MALÁ, 1996*)

- **Odvodňování** – Přírozené odvodňování se provádí na kalových polích nebo lagunách. Více používaným typem je však strojní

odvodnění. Jedná se o rychlejší a účinnější postup. Běžně se používají odstředivky, filtrační zařízení a lisy. *(KOMÍNKOVÁ a kol., 2014)*

- **Hygienizace** – Důležitým požadavkem pro další zpracování kalu je hygienické zabezpečení. Hygienizovaný kal je takový, který po úpravě obsahuje počet patogenních mikroorganismů snížených na požadovanou hodnotu. Stabilizace a hygienizace může, ale nemusí probíhat současně tou samou technologií. *(PYTL a kol., 2004)*
- **Sušení** – Používá se hlavně v případě, že kontaminace kalu je nad hodnotami přípustnými pro zemědělské využívání. Využití usušeného kalu jako palivo (ve spalovnách komunálního odpadu, teplárnách), jako hnojivo, nebo ho lze skládkovat. *(PYTL a kol., 2004)*
- **Spalování** – V současné době patří k nejdokonalejším způsobům zneškodňování aktivovaného kalu. Kvůli vysokému objemu vody v kalu je nutné před spalováním kal nejprve vysušit. To zvyšuje energickou a ekonomickou nákladnost. *(KOMÍNKOVÁ a kol., 2014)*

PRODUKTY

- **Bioplyn** – Produkt vzniklý anaerobní digescí. Složení bioplynu je 55-70% metanol, 30-45% oxid uhličitý, 0,02-0,4% sulfan. Bioplyn se využívá na vyhřívání anaerobních nádrží, na výrobu tepla, výrobu elektrické energie a je také možné ho použít pro pohon automobilů a traktorů. *(KOMÍNKOVÁ a kol., 2014)*
- **Vyhnilý kal (digestát)** – Jedná se o stabilní materiál, který obsahuje mnoho živin. Z toho důvodu je možné ho použít jako hnojivo, přídavek do kompostu apod. Po anaerobní digesci, pokud je digestát dostatečně vlhký, je možné ho aplikovat do půdy. *(PYTL a kol., 2004)*
- **Kalová voda** – Kalová voda je vrácena zpět do čistícího procesu na ČOV. *(PYTL a kol., 2004)*

5. METODIKA

Rešeršní část práce byla vypracována formou textu, který byl doplněn o obrázky a schémata. Tato část byla vypracována z knih různých autorů, většinou šlo o české zdroje, dále bylo použito osm zahraničních knih. Také byly použity internetové zdroje, studijní skripta a přednášky. V neposlední řadě bylo čerpáno z platných norem. Všechny použité zdroje jsou uvedeny v seznamu na konci práce.

Některé obrázky v rešerši a v kapitole s popisem území byly vytvořeny v programu ArcGis.

Základním podkladem pro návrh odvádění a čištění odpadních vod v obci Maleč byla mapa znázorňující katastr nemovitostí a výškopis v podobě vrstevnic, které byly odstupňovány po 2 metrech. Dalšími podklady byly Územní plán obce Maleč, Plán rozvoje a kanalizací kraje Vysočina.

Výsledný návrh je prezentován ve formě výkresů vytvořených v programu AutoCAD. Výkresy byly vytvořeny na základě výpočtů. Návrh obsahuje výkresy situace vedení kanalizace a umístění ČOV, podélný profil pro hlavní řad (A1) a pro jeden vedlejší (A4), vzorový řez uložení potrubí, vzorový řez kanalizační šachtou, poslední výkresovou přílohou je čerpací jímka. Všechny výkresové přílohy a výpočty byly zpracovány podle platných norem, zákonů a vyhlášek. Na závěr práce je proveden orientační výpočet investičních nákladů.

Veškeré postupy výpočtů jsou uvedeny v následujících kapitolách.

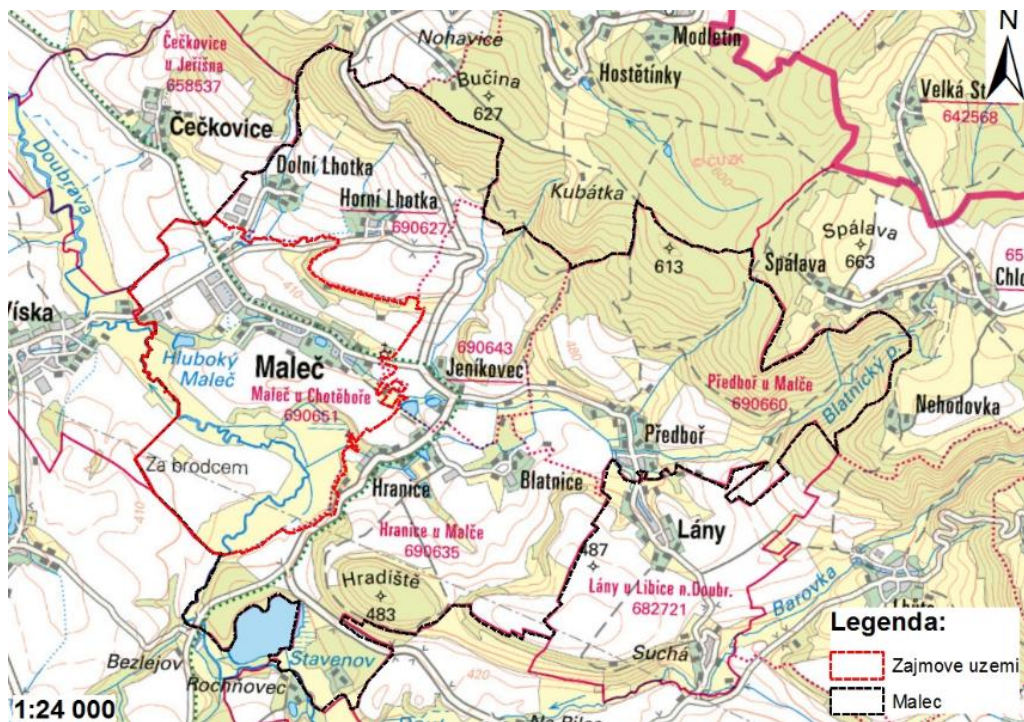
6. POPIS ÚZEMÍ

Obec Maleč se nachází 7 km severně od města Chotěboř, na hranici CHKO Železné Hory. Obec se nachází v okrese Havlíčkův Brod v kraji Vysočina. (viz obr. 6.1)



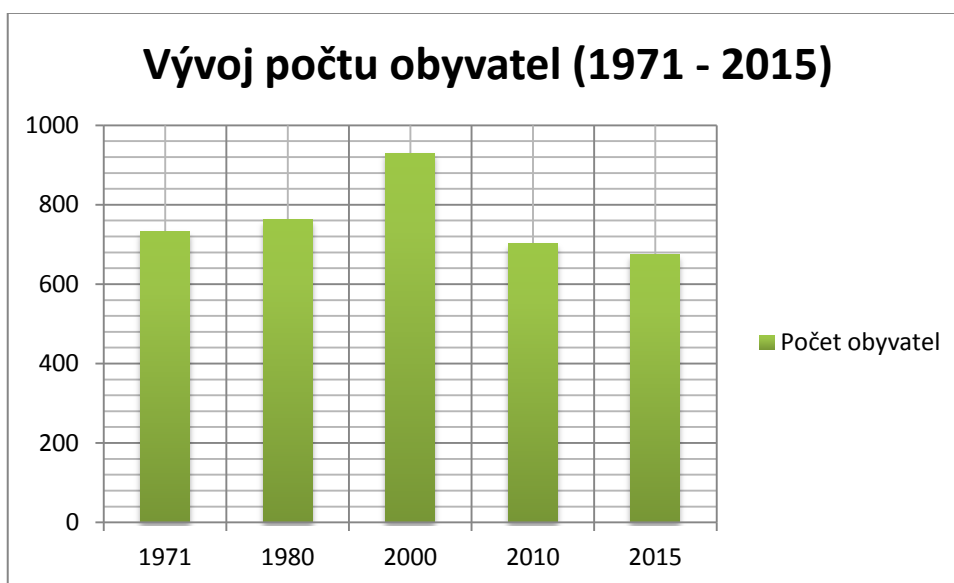
Obr. 6.1– Zeměpisné umístění obce Maleč; zdroj: autor (vytvořeno v programu ArcGis)

Obec má místní části Blatnice, Dolní Lhotka, Horní Lhotka, Hranice, Jeníkovec, Maleč a Předboř. Celé katastrální území má plochu 12,09 km². Obec je členem Svazku obcí Podoubraví a Podhůří Železných hor. V diplomové práci je však řešené odkanalizování pouze jedné místní části, a to místní části Maleč, která zaujímá plochu 3km². (viz obr. 6.2)



Obr. 6.2 – Vymezení zájmového území; zdroj: autor (vytvořeno v programu ArcGis)

Podle Českého statistického úřadu k 1. lednu 2015 v Malči žije 674 obyvatel. Vývoj počtu obyvatel v obci je patrný z následujícího sloupcového grafu. (viz obr. 6.3) Hodnoty byly brány z webových stránek Českého statistického úřadu, konkrétně Databáze demografických údajů za obce v ČR. Průměrný věk obyvatelstva je 43 let.



Obr. 6.3 – Vývoj počtu obyvatel v obci; zdroj: autor (<https://www.czso.cz/csu/czso/databaze-demografickych-udaju-za-obce-cr>)

6.1 HISTORIE OBCE

První zmínky o obci pochází z 10. století, kdy územím procházela Liběcká stezka, navazující na Zlatou cestu (také Norimberská cesta). Mezi lety 1150 – 1862 obec vlastnilo několik menších i větších panských a šlechtických rodů.

Roku 1687 se začalo se stavbou místního zámku, který byl několikrát přestavován, v současnosti je zámek v soukromých rukou a není veřejnosti přístupný.

V obci se vystřídalo i několik výroben. V letech 1870-1883 cukrovar, později přestavěný na tkalcovnu, po roce 1918 byla zavedena výroba umělých barviv. Dále také truhlárna a pivovar. (*Musilek, 2016*)

6.2 URBANISTICKÁ STRUKTURA OBCE

Pevnější struktura jádra obce byla vytvořena patrně v souvislosti s raně barokní přestavbou usedlosti. Protáhlá náves s podélnou osou v západovýchodním směru a centrálním rybníkem napájeným Blatnickým potokem byla vytyčena v těsné blízkosti nového zámku. Zámecký areál byl koncipován jako uzavřený park se vstupní a obytnou částí, předsazenou do návesního prostoru obehnaný ohradní zdí, uzavírající náves ze západní strany a hospodářskými budovami se zahradami situovanými na jihu. Takto založená návesní osada se dále rozvíjela západním směrem podél cesty již v ulicové formě. Podél osově komunikace vznikaly vedle obytných staveb také objekty občanské vybavenosti a těžišťe sídla se dále přesunovalo západním směrem.

Tyto informace o urbanistické struktuře byly čerpány z *Územního plánu Malče – textová část*.

6.3 GEOLOGICKÉ A GEOMORFOLOGICKÉ PODMÍNKY

Geomorfologicky obec spadá do území České vysočiny, oblasti Českomoravské vrchoviny, celku Hornosázavská pahorkatina, podcelku Kutnohorská plošina a okrsku Doubravská brázda. Krajinný reliéf západně a jižně od obce má rovinný charakter ohraničený vrchem Hradiště, na severní a východní straně vystupují opukové terasy a výše strmý zlomový hřeben Železných hor.

Nejnižší bod zájmového území je v 384 m n. m. a nejvyšší v 402,10 m n. m. (*GeoPortal, 2015*)

Geologické podloží je tvořeno druhohorními usazeninami, především opukovými jílovci, slínovci a pískovci. Na území obce se nachází půdy patřící do skupiny kambisoly, půdního typu kambizem a subtypu vyluhovaná. Tyto půdy se vytváří hlavně ve svažitých podmínkách pahorkatin, vrchovin a hornatin. (*BOKR, 2015*)

6.4 KLIMA A HYDROLOGIE

Území Malče, se nachází v klimaticky chladné oblasti. Průměrná teplota se pohybuje mezi 4 – 6°C, průměrné roční srážky se pohybují přes 800mm. (*TOLASZ, 2007*)

Obcí protéká Blatnický potok (ČHP 1-03-05-016), který se vlévá do řeky Doubravy (ř.km 54,7), jako pravostranný přítok. Na území obce je potok částečně zatrubněn. Pod obcí podél potoka jsou zdroje vody s čerpacími stanicemi. Okolo je vyhlášeno pásmo hygienické ochrany II. stupně. V okolí se nachází rybníky Hluboký, Zámecký, Rohlík a Jeníkovecký. V okolí obce je několik zdrojů podzemních vod, z kterých obec čerpá.

6.5 PŘÍRODNÍ PODMÍNKY

V minulosti v nížinné části převládali dubiny a dubohabřiny, v přírodě se zachovaly na hřebeni Železných hor, v dnešní době jsou hojně nahrazeny zemědělskou krajinou. Ve vyšších polohách převládají lučiny.

Od roku 1991 prochází obcí hranice CHKO Železné hory. Jižní hranicí oblasti prochází nadregionální biocentrum 58 Údolí Doubravy, jeho rozloha je 100ha. Na něj navazuje regionální biokoridor 1353 vedený tokem Doubravy. V území je dále regionální biocentrum 894 Blatnický potok s biokoridorem 1354, který vede zalesněným svahem na severním okraji řešeného území. (*ÚZEMNÍ PLÁN OBCE MALEČ, 2008*)

6.6 DOPRAVA V OBCI

Obcí prochází od jihozápadu k severovýchodu silnice III/34.522 (Víska-Horní Lhotka) a od jihovýchodu k severozápadu silnice III/34.428 (Jeníkovec-Čečkovice). Cesta automobilem do Chotěboře trvá přibližně 12 minut a do Havlíčkova Brodu 35 minut.

Obce je dobře dostupná autobusovou dopravou, kterou zajišťuje společnost ARRIVA VÝCHODNÍ ČECHY a.s. V obci najdeme čtyři autobusové zastávky. Autobusem se lze dostat do Chotěboře i Havlíčkova Brodu. Linka z Havlíčkova Brodu jede v ranních hodinách jednou, v odpoledních hodinách dvakrát, večer už vůbec. Lepší spojení je s Chotěboří, kdy první autobus jede před pátou ranní hodinou a poslední jede kolem šesté hodiny večerní. Během dne jezdí přibližně s hodinovým intervalem. (*ÚZEMNÍ PLÁN OBCE MALEČ, 2008*)

6.7 VYBAVENOST OBCE

Následující uvedená občanská vybavenost je na konci této kapitoly znázorněna v mapě obce. (viz obr. 6.4) Tato kapitola byla čerpána z Územního plánu obce Maleč a z webových stránek obce.

Maleč se sice řadí mezi menší obce, ale občanská vybavenost je dostačující. Většina občanského vybavení je v dosahu již zmíněné silnice mezi Jeníkovcem a Čečkovice.

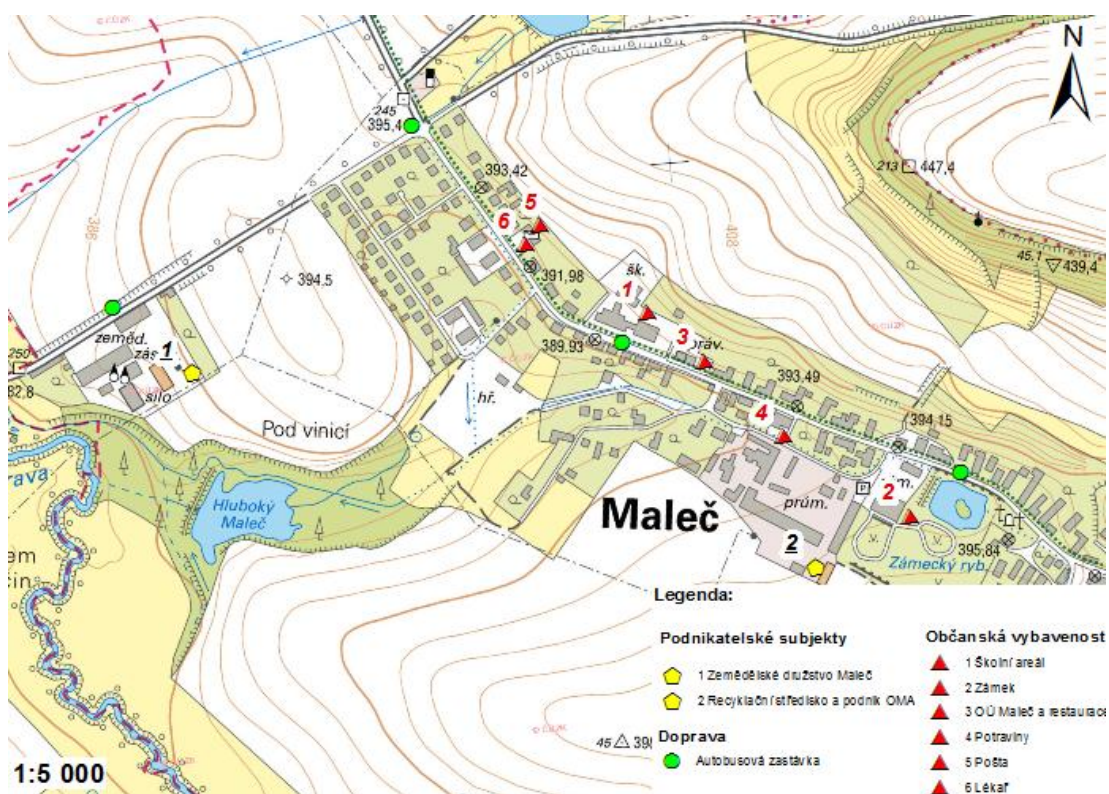
. Zrekonstruováním starého kina vznikla nová víceúčelová budova, která se stala centrem obce. Najdeme v ní Obecní úřad, restauračním zařízení, kulturní sál a čtyři nové byty v podkroví. V restauraci je přibližně 50 míst k sezení. Celá rekonstrukce budovy byla dokončena v roce 2002.

V obci najdeme Základní a mateřskou školu Maleč, která slouží i okolním vesnicím, postavena byla v roce 1940 a do současné podoby byla přestavěna v roce 1989. Ve škole pracuje přibližně 25 zaměstnanců, celková kapacita školy včetně žáků je přibližně 130. Kromě ZŠ a MŠ je k dispozici jídelna, družina a knihovna. Tato základní škola se zaměřuje na tělovýchovu a sport, proto disponuje vlastní tělocvičnou, fotbalovým hřištěm, moderním víceúčelovým hřištěm a antukovými kurty.

Místní obyvatelé mají k dispozici i obvodní lékařku, která ordinuje od pondělí do pátku, kromě čtvrtka, kdy dochází k pacientům domů.

K základnímu občanskému vybavení obce patří i pošta a obchod s potravinami. Pošta je otevřená ve všechny všední dny, obchod s potravinami je otevřen všední dny a v sobotu.

Najde se tu i několik pracovních příležitostí v místních podnikatelských subjektech. Patří mezi ně Zemědělské družstvo (ZD) Maleč, Recyklační středisko (RS) a firma OMA spol. s r.o. Tato firma se zabývá strojírenstvím, vyrábí se zde středně velké strojírenské součásti a celky. V ZD Maleč pracuje přibližně 130 zaměstnanců, v RS 10 zaměstnanců a ve firmě OMA 15 zaměstnanců.



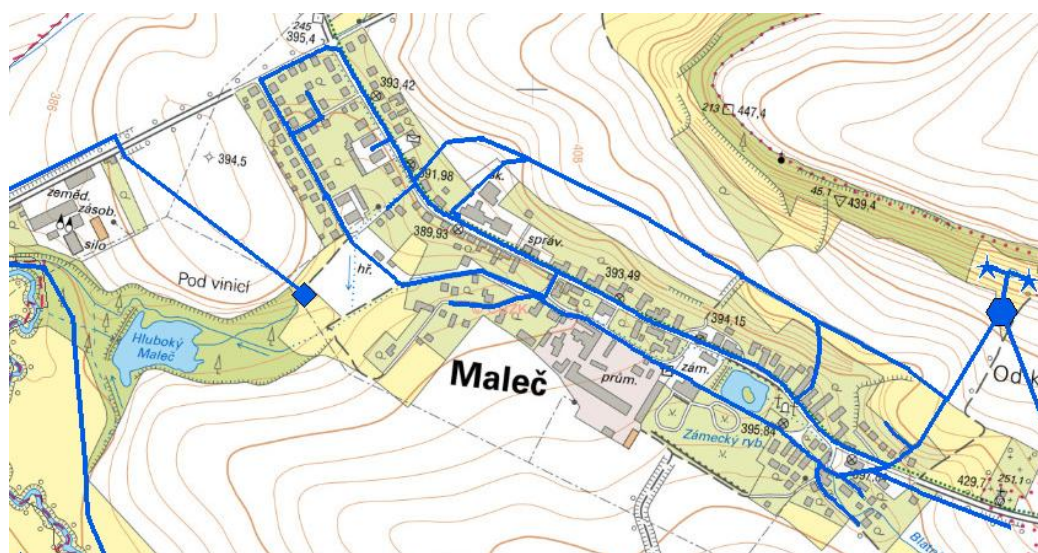
Obr. 6.4 – Mapa občanské vybavenosti a dopravy v Malči; zdroj:autor (vytvořeno v programu ArcGis)

6.8 INŽENÝRSKÉ SÍTĚ

Tyto informace o inženýrských sítích byly čerpány z Územního plánu Malče a Plánu rozvoje vodovodů a kanalizace kraje Vysočina.

- **Elektrická energie** – ČEZ a.s. a Východočeská energetická a.s. - Obec je napájena elektrickou energií vrchním primárním rozvodným systémem 35kV. Z této kmenové linky VN jsou vrchními odbočkami připojeny trafostanice v obci, kterých je 9.
- **Plynovod** – RWE s.r.o. – Plynofikována je v současné době pouze místní oblast Maleč.
- **Telekomunikace** - Telefonica O2 Czech Republic a.s. – V obci je provedena kabelizace telefonní sítě. Dále územím prochází dálkový optický kabel.
- **Radiokomunikace** - provozuje České radiokomunikace a.s.
- **Vodovod** – VaK Havlíčkův Brod a.s. – Obec je zásobena pitnou vodou z veřejného vodovodu, který je napojený na skupinový vodovod Golčův Jeníkov – Čáslav. Zdrojem vody jsou zářezy Maleč (vydatnost 1,15-2,28 l/s) a dále vrtem (vydatnost 0,7-2,7 l/s), který slouží jako rezerva. Ze zářezů voda stéká do zemního vodojemu Maleč (1x 40m³). Z vodojemu je voda gravitačně dopravována do spotřebišť. (viz obr. 6.5)

Kvůli nedostatečné kubatuře vodojemu se do budoucna navrhuje rozšíření o 1 komoru o objemu 40m³.



Obr. 6.5 – Současný stav vodovodu v obci, zdroj: PRVAK (online:<http://prvk.kr-vysocina.cz/mapy/vodovody>)

7. NÁVRH KANALIZAČNÍ SÍTĚ A ČISTÍRNÝ ODPADNÍCH VOD

7.1 SOUČASNÝ STAV V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ

Obec je v současné době vybavena pouze kanalizací dešťovou. Splašková voda je odváděna do jímek a žump, které mají povolené přepady do dešťové kanalizace. V jímkách se mechanicky odstraní pouze hrubé nečistoty. Dešťovou kanalizací pak odtéká dešťová voda, částečně smíšená s vodou splaškovou, do Blatnického potoka, který následně teče do rybníka Hluboký Maleč. Rybník i potok má omezenou samočisticí schopnost, čímž nedochází k úplnému čištění.

7.2 NÁVRH KANALIZACE

Použitými normami pro návrh byly:

- ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení
- ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky
- ČSN EN 1671 Venkovní tlakové systémy stokových sítí

Návrh oddílné splaškové kanalizace vychází z následujících charakteristik, které jsou uvedené v následující tabulce 7.1.

Počet obyvatel (výhledový stav)	736	
Počet obyvatel (současný stav)	674	
Občanská vybavenost		
základní škola	130	pracovníci+děti
mateřská škola	30	pracovníci+děti
zdravotní středisko	5	zaměstnanců
pošta	1	zaměstnanec
obchod	3	zaměstnanců
benzínová pumpa	1	zaměstnanec
Restaurace	50	míst
Podnikatelské subjekty		
Zemědělské družstvo	130	zaměstnanců
Recyklační středisko	10	zaměstnanců
OMA s.r.o.	15	zaměstnanců

Tabulka 7.1 – Výchozí charakteristiky pro návrh kanalizace, zdroj: autor

Postup návrhu kanalizační sítě je uveden v kapitolách 7.2.1 – 7.2.4

7.2.1 VÝPOČET POTŘEBY VODY

Pro návrh a dimenzování kanalizace je nutný výpočet potřeby vody. Do výpočtu potřeby vody je zahrnutý výhledový stav obyvatel, občanská vybavenost a podnikatelské subjekty v obci.(viz tab. 7.1) Specifické potřeby vody byly brány z vyhlášky č. 120/2011 Sb. (viz tab. 7.2)

Vypočtená potřeba vody v obci vyšla na 180 l/os.den, výpočet je uveden v Příloze č.1.

Specifická potřeba vody			
obyvatelé	150	l/ob. den	
občanská vybavenost	50	l/ob. den	
podnikatelské subjekty	80	l/ob. den	
restaurace	30	l/ob. den	

Tabulka 7.2 – Specifická potřeba vody, zdroj: autor

7.2.2 SITUAČNÍ VEDENÍ A PARAMETRY TRASY KANALIZACE

Vzhledem k morfologickým poměrům v území, byla zvolena gravitační splašková oddílná kanalizace zakončená ČOV. Ze zemědělského areálu bude voda stékat gravitačně do navržené čerpací jímky, z ní pak bude odpadní voda čerpána čerpadlem a dopravována výtlačným potrubím do navržené gravitační kanalizace (stoka A2) v obci. Situační řešení je uvedené ve výkresové příloze č.1.

Dešťové vody budou odváděny po povrchu komunikací a zpevněných cestách do silničních příkopů a do dešťové kanalizace, nebo přímo do Blatnického potoka.

Na gravitační odkanalizování obce bylo navrženo celkem 3 761m potrubí, z toho 3 293m bylo navrženo v komunikaci, zbytek ve volném terénu. Jako materiál pro stoky byl zvolen plast, konkrétně PVC. Materiál byl zvolen s ohledem na snadnou manipulaci a nižší hmotnost proti kamenině.

Kanalizační šachty byly umístovány v maximální vzdálenosti 50 metrů, v místě napojení vedlejší stoky nebo v místě, kde se měnil směr stoky. Výkres vzorové kanalizační šachty je uvedený ve výkresové příloze č.5.

Maximální zahloubení potrubí bylo 5,72m pod úrovní terénu a minimální hloubka byla 2,10m. Podélný profil byl proveden pro hlavní řad (A1) a jeden vedlejší řad (A4), tyto podélné profily jsou zobrazeny ve výkresové příloze č. 2 a č.3.

Pro výstavbu kanalizace byl zvolen otevřený výkop. Jelikož se navrhované potrubí bude nacházet nad hladinou podzemní vody, nebude potřeba drenáž. Výkres vzorového uložení kanalizačního potrubí je uveden ve výkresové příloze č.4.

7.2.3 DIMENZOVÁNÍ KANALIZACE

Výsledky výpočtů dimenzování gravitační oddílné splaškové kanalizace jsou uvedeny v příloze č.2. V následujícím textu je popsán postup a ukázka výpočtů.

Jak už bylo zmíněno v kapitole 7.2.1, pro dimenzování kanalizace byl základním ukazatelem výpočet potřeby vody. Následovalo určení počtu obyvatel na jednotlivých úsecích kanalizace. Další krok bylo vypočtení průměrného denního průtoku odpadních vod (Q_{24}), maximálního denního průtoku (Q_{max}) a dimenzovaného průtoku (Q_{dim}). (viz tab. 7.4)

Tyto výpočty byly provedeny dle ČSN 75 6101 a podle následujících vzorců:

Průměrný denní průtok odpadních vod Q_{24} :

$$Q_{24} = O * q$$

O – počet obyvatel

q – potřeba vody

Maximální denní průtok odpadních vod Q_{max} :

$$Q_{max} = Q_{24} * k$$

k – součinitel denní nerovnoměrnosti (viz tab. 7.3)

Počet přip. obyvatel	30	40	50	70	100	300	400	500
k	7,2	6,9	6,7	6,3	5,9	4,4	3,5	2,6
Počet přip. obyvatel	1 000	2 000	5 000	10 000	20 000	30 000	50 000	100 000
k	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5

Tabulka 7.3 – Součinitel denní nerovnoměrnosti, zdroj: ČSN 75 6101

Dimenzovaný průtok odpadních vod Q_{dim} :

$$Q_{dim} = 2 * Q_{max}$$

Úsek	Počet obyvatel		k	Průtok splašků (l/s)			I (‰)	DN (mm)
	úsek	větev		Q_{24}	Q_{max}	Q_{dim}		
1	15	15	7,2	0,031	0,226	0,451	30,2	300
2	20	35	7,05	0,073	0,515	1,031	30,2	300
3	12	47	6,76	0,098	0,664	1,327	30,2	300
4	55	102	5,89	0,213	1,255	2,509	14	300
5	12	114	5,8	0,238	1,381	2,762	14	300

Tabulka 7.4 – Ukázka výpočtu průtoků odpadních vod, zdroj: autor

Dalším krokem pro dimenzování potrubí bylo zjištění kapacitního průtoku (Q_{kap}) a kapacitní rychlosti (v_{kap}), pro navržené DN 300. Tyto hodnoty byly zjištěny z tabulek určených pro dimenzování kanalizace, konkrétně z tabulky „*Tabulka kapacitního plnění a kapacitní rychlosti*“. Zjištěny byly na základě zvoleného sklonu a DN.

Další potřebnou hodnotou je λ , tu vypočteme z následujícího vzorce.

$$\lambda = \frac{Q_{24}}{Q_{kap}}$$

Pomocí hodnoty λ byla odečtena následující hodnota κ , a to z tabulky „*Základní hydraulické hodnoty při částečném plnění*“. Skutečná rychlost proudění v potrubí (v_s) byla vypočtena následujícím vzorcem.

$$v_s = \kappa * v_{kap}$$

Maximální výšku plnění potrubí (v mm) vypočteme z následujícího vzorce.

$$h(Q_{max}) = \frac{DN \cdot h}{100}$$

Tabulka 7.5 znázorňuje ukázkou výše uvedených výpočtů.

Q _{kap} (l/s)	v _{kap} (m/s)	λ	κ	v _s (Q ₂₄) (m/s)	h (%D)	h (Q _{max}) (mm)
172,9	2,45	0,00018	0,0288	0,07	0,4500	1,35
172,9	2,45	0,00042	0,0672	0,16	1,0500	3,15
172,9	2,45	0,00057	0,0912	0,22	1,4250	4,28
116	1,64	0,00184	0,1810	0,30	3,0208	9,06
116	1,64	0,00205	0,1863	0,31	3,1515	9,45

Tabulka 7.5 – Ukázkou výpočtů kanalizační stoky, zdroj: autor

Poslední částí dimenzování je výpočet tečného napětí. Tento výpočet se provádí kvůli ověření nutnosti proplachování stok. Tečné napětí je značené τ a musí být větší nebo rovno 4Pa. V případě, že výsledek je menší 4, je nutné navrhnout proplachování daného úseku.

Tečné napětí τ :

$$\tau = \rho * g * R * I$$

ρ – průměrná hustota odpadní vody (zvoleno 1 003 g/m³)

g – gravitační zrychlení (m/s²)

R – hydraulický poloměr stoky (m)

I – sklon stoky (-)

Výsledky tečného napětí jsou znázorněny v příloze č.2. Z výsledků vyplývá, že proplach bude nutný v celé navrhované kanalizační síti.

7.2.4 NÁVRH ČERPÁNÍ ODPADNÍCH VOD

Jak už bylo napsáno v kapitole 7.2.2, bylo nutné v zájmovém území navrhnout jednu čerpací jímku. Konkrétně jde o čerpání vody ze ZD Maleč.

Čerpací jímka byla navržena o průměru 2,2m. Celková hloubka jímky byla dána niveletou zaústění stoky a taky vypočtenou hloubkou potřebnou pro objem

rezervy na 4hodiny. Jímka je vytvořena z prefabrikovaných betonových dílců, které vyrábí firma Betonika PLUS. Čerpací jímka je vybavena dvěma čerpadly, přístupovým žebříkem, obslužnou plošinou a potřebnými armaturami. Provedení této čerpací jímky je patrné ve výkresové příloze č.6

Pro výtlačné potrubí byl použit materiál PE, DN 50. Na výtlačné potrubí pro odkanalizování zemědělského družstva bylo navrženo 481m potrubí, které bylo navrženo v komunikaci.

Výpočet návrhu čerpací jímky je uveden v příloze č.3. Všechny vzorce, které byly použity, jsou vypsány níže.

Základním údajem pro navržení čerpací jímky byl maximální hodinový průtok, značen jako Q_h . Dále bylo potřeba navrhnout objem čerpaného množství (V_1). Průměr jímky (d) byl zvolen tak, aby výška čerpaného množství (h) byla přijatelně velká. Protože byla snaha o co nejmenší hloubku celé jímky a tím i co nejmenší investiční náklady. Zvolený průměr jímky byl zvolen i s ohledem na dvě umístěná čerpadla.

Objem čerpaného množství V_1 :

$$V_1 = h * S$$

h – výška čerpaného množství (zvoleno 1,5m)

S – průřezová plocha jímky (m^2)

Nouzový objem na 4 hodiny (V_2) se počítá z důvodu, kdyby nastala nějaká porucha nebo výpadek elektrické energie. Jedná se tedy o rezervní prostor.

Nouzový objem na 4 hodiny V_2 :

$$V_2 = 4 * V_1$$

Byl navržen profil pro výtlačné potrubí DN 50, minimální rychlost čerpání byla určena 0,8m/s. Z těchto údajů byl vypočten čerpaný průtok ($Q_{\check{c}}$) a to níže uvedenou rovnicí kontinuity.

Čerpaný průtok $Q_{\check{c}}$:

$$Q_{\check{c}} = S * v$$

Čerpaná výška (H_g) byla vypočtena jako rozdíl mezi nadmořskou výškou šachty, umístěné na gravitační kanalizaci, do které bude voda čerpána a nadmořskou výškou dna čerpací jímky.

Ztráta třením (h_z):

$$h_z = \lambda * \frac{l}{DN} * \frac{v^2}{2g}$$

λ – součinitel ztráty třením (0,014)

l – délka výtlaku (m)

v – rychlost proudění ve výtlaku (m/s)

g – gravitační zrychlení (m/s^2)

d – průměr potrubí (m)

Čerpaná výška H_g :

Čerpaná výška se vypočítá jako rozdíl nadmořské výšky šachty na gravitační kanalizaci, do které bude odpadní voda výtlakem dopravena a nadmořské výšky dna čerpací jímky.

Celková čerpaná výška H_c :

$$H_c = H_g + H_1 + H_2 + h_z + 5$$

H_g – čerpaná výška (m)

H_1 – celková hloubka čerpací jímky (m)

H_2 – výška výtlaku z jímky (m)

h_z – ztráta třením (m)

Na základě výpočtů v příloze č. 3, bylo navrženo čerpadlo od firmy KSB, typu Amarex N, konkrétně Amarex N 50-220.

Jedná se o jednostupňové ponorné čerpadlo do mokré jímky. Toto motorové čerpadlo je zaplavitelné, jednovtokové. Je vhodné pro čerpání všech druhů odpadních vod, včetně těch, které obsahují pevné nečistoty.



Obr. 7.1 – Čerpadlo Amarex N, (KSB, 2016)

7.3 NÁVRH ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD

Lokalita pro výstavbu ČOV byla vybrána na základě terénního průzkumu a vzhledem k morfologickým podmínkám území. Jako nejvhodnější místo bylo shledáno pod místním fotbalovým hřištěm. Tento pozemek je v majetku Vodovodů a kanalizací Havlíčkův Brod. Situační umístění ČOV je názorné z výkresové přílohy č.1C

Navrhované ČOV nehrozí zatopení při Q_{100} , protože v místě kde je ČOV navrhovaná je Blatnický potok zatrubněn. V návrhu se počítá, že vyčištěné odpadní vody z ČOV budou odváděny do zatrubněné části potoka, která bude vyústovat v rybníku Hluboký Maleč.

7.3.1 VÝPOČET ZATÍŽENÍ ČOV

Následující výpočet je na základě ČSN 75 6401, která se zabývá návrhem ČOV nad 500EO.

Výpočet EO je uveden v tabulce 7.6.

Obyvatelé		(1 obyvatel = 1EO)
	736	EO
Podnikatelské subjekty		(1 zaměstnanec = 1EO)
	155	EO
Restaurace		(2místa=1EO)
	25	EO
Σ	916	EO

Tab. 7.6 – Výpočet EO, zdroj:autor

Výpočet zatěžovacích parametrů na ČOV je uveden v tabulce 7.7. Znečištění bylo vypočteno vynásobením počtu EO specifickou produkcí znečištění na přítoku. Koncentrace byla spočtena vynásobením zjištěného znečištění množstvím přitékající vody na ČOV.

Specifická produkce znečištění na přítoku			znečištění (kg/d)	koncentrace (mg/l)
BSK ₅	60	g/(obyv.den)	54,96	306,12
CHSK ₅	120	g/(obyv.den)	109,92	612,23
NL	55	g/(obyv.den)	50,38	280,61
NL _{celkem}	11	g/(obyv.den)	10,08	56,12
P _{celkem}	2,5	g/(obyv.den)	2,29	12,75

Tab 7.7 - Výpočet zatěžovacích parametrů na ČOV, zdroj: autor

7.3.2 POPIS NAVRŽENÉ ČOV

Jako vyhovující řešení byla zvolena ČOV od výrobce Asio. Konkrétně ČOV pod typovým označením AS-VARIOcomp D pro 1000EO. (viz obr. 7.2) Tento typ byl vybrán po vypočítání zatěžovacích parametrů na ČOV a pro nejlépe dostupné materiály od výrobce. Tento typ ČOV je částečně zakrytý. Výrobce uvádí, že tento typ ČOV najde uplatnění především ve městech a obcích, které mají 400 až 5000 EO. Jako výhody výrobce udává vysokou stabilitu a účinnost procesu čištění, možnost modulového rozšíření čistírny, malé nároky na prostorové uspořádání, nízkou hlučnost provozu, automatizovaný provoz s malými nároky na obsluhu a minimální investiční a provozní náklady.

Technologie, na které je založena ČOV typu AS-VARIOcomp D vzájemně kombinuje mechanické a biologické procesy čištění odpadních vod. Díky tomu dosahuje vysoké účinnosti čištění při optimalizovaných nárocích na spotřebu elektrické energie. Tento typ se skládá z několika technologických celků, které jsou pro jednotlivé čistírny identické. Jde především o vstupní čerpací stanice, mechanické předčištění, nízkozátěžová aktivace (předřazuje se denitrifikační zóna), čtvercová dosazovací nádrž s vertikálním průtokem, zařízení na odvodnění přebytečného kalu (spirálový dehydrátor) a komplexní systém měření a regulace

využívající nejmodernější softwarové a komunikační technologie. ČOV jsou obvykle navrhovány dvoulinkové. Výhodou je, že umožňuje postupné připojování obyvatel v souladu s harmonogramem budování kanalizace.

7.3.3 POUŽITÉ TECHNOLOGIE

První část strojně- technologického celku tvoří čerpací stanice. Čistírny do 1400 EO využívají k čerpání vody dvě čerpadla se střídavým provozem. Čerpací zařízení jsou osazeny hrubým česlovým košem a zdvihacím zařízením.

MECHANICKÉ PŘEDČIŠTĚNÍ

Mechanické předčištění zajišťují samočisticí strojně stírané šroubové česle, zálohu tvoří ručně stírané česle na obtoku. Oddělené nečistoty se shromažďují v kontejneru na shrabky. Mechanicky předčištěná voda odtéká gravitačně do rozdělovacího objektu, který je umístěný před biologickou částí ČOV.

AKTIVAČNÍ ČÁST

Aktivační část čistíren je složena z nitrifikace a předřazené denitrifikace. Mezi nádržemi je pak umístěna interní recirkulace, která zabezpečuje snížení odtokové koncentrace dusičnanového dusíku. Čistírny jsou osazeny interní recirkulací kalu. Denitrifikační nádrže jsou vybavené pomaluběžnými ponornými vrtulovými míchadly na spouštěcím zařízení, nádrže zároveň osazujeme jemnobublinnými aeračními elementy, které zajišťují provzdušování nádrže v období, kdy je teplota odpadní vody nižší - provzdušňovací elementy jsou v každé nádrži usazené na nosných trubkách. V nitrifikační nádrži jsou pro zajištění přísunu kyslíku k dispozici jemnobublinné aerační elementy. Zdrojem vzduchu pro nitrifikační a v zimním období i denitrifikační nádrže jsou jedno-otáčková dmychadla.

DOSAZOVACÍ NÁDRŽE

Dosazovací nádrže jsou navrženy jako dva kusy čtvercových vertikálně protékaných dosazovacích nádrží. Voda natékající do dosazovací nádrže prochází přes odplyňovací zónu a uklidňovací válec. Vratný kal je přečerpáván zpět do aktivačního procesu. Inovativním prvkem čistíren odpadních vod jsou sestavy

ponořených sběračů, které odtahují vyčištěnou vodu – v kombinaci s automatickým stahováním plovoucího kalu a možností jednoduchého seřízení hladiny vody minimalizují únik nerozpuštěných látek z čistírny.

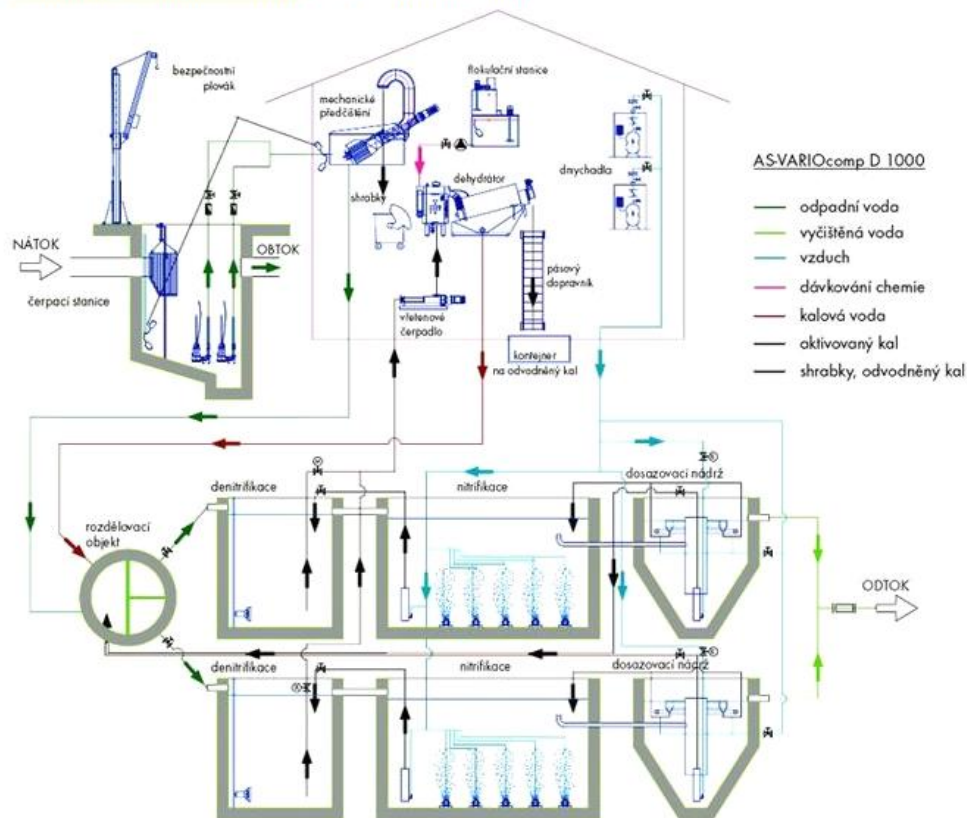
KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ

Kalové hospodářství je navrženo tak, aby minimalizovalo investiční a provozní náklady. Přebytečný aktivovaný kal je přečerpáván přes flokulační stanici AS-PROchem D přímo na spirálový dehydrátor, který při minimálních nárocích na prostor a elektrickou energii zahušťuje kal na 15 – 20 % sušiny. Velkou předností tohoto zařízení je schopnost pracovat v plně automatickém provozu.

AUTOMATIZACE PROVOZU

System řízení ČOV je plně automatický, včetně čerpání na přítoku, čerpání vratného a přebytečného kalu, odtahu kalu a synchronizace s provozem kalové koncovky (spirálního dehydrátoru). Automatické řízení vnosu kyslíku do aktivace je u čistíren zajištěno časovým přednastavením nebo ho zajišťují řízení kyslíkové sondy.

Technologické schéma ČOV 1000 EO - AS-VARIOcomp 1000 D



Obr 7.2 Technologické schéma ČOV 1000 EO AS-VARIOcomp 1000 D, zdroj: www.asio.cz

7.4 INVESTIČNÍ NÁKLADY

Investiční náklady byly vypočteny na základě Ústavu územního rozvoje, konkrétně podle dokumentu „Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury“. Tento dokument byl aktualizován v roce 2012. K výpočtu také byly použity ceníky firem KSB (čerpadlo) a firmy Betonika PLUS (čerpací jímka), ceníky jsou aktualizovány v roce 2016.

7.4.1 GRAVITAČNÍ KANALIZACE

Náklady na gravitační část kanalizace obsahují i cenu kanalizačních šachet (na 50m potrubí 1 šachta). Dále je ve výpočtu zohledněno, jestli je potrubí uložené ve volném terénu nebo v komunikaci. V případě ukládání do komunikace je cena vyšší, z důvodu nutnosti odstranění původního krytu komunikace a po výstavbě stoky položení nového krytu vozovky. Dalším parametrem k určení ceny je hloubka uložení potrubí. V tomto případě je brána cena uložení v hloubce 2-2,5m a při každém dalším 0,5m hloubky se připočítává 10% z ceny výchozí. V neposlední řadě o ceně rozhoduje DN potrubí a materiál. V tomto případě jde o potrubí z PVC, DN 300.

Celková délka stok ve volném terénu je 468m a délka stok v komunikaci je 3 293m. Výpočet investic pro gravitační část stok je v Tab. 7.8 a 7.9.

Stoky ve volném terénu			
Hloubky	Jednotná cena	Délka v dané hloubce (m)	Cena za stoky v dané hloubce
2, 0 - 2,5 m	5 033,00 Kč	140	704 620,00 Kč
2, 5 - 3,0 m	5 536,30 Kč	38	210 379,40 Kč
3,0 - 3,5 m	6 089,93 Kč	52	316 676,36 Kč
3,5 - 4, 0 m	6 698,92 Kč	50	334 946,15 Kč
4, 0 - 4,5 m	7 368,82 Kč	38	280 014,98 Kč
více jak 4,5 m	8 105,70 Kč	150	1 215 854,52 Kč
Cena za stoky ve volném terénu celkem:			3 062 491,42 Kč

Tab. 7.8 – Investiční náklady pro gravitační stoky ve volném terénu, zdroj: autor

Stoky v komunikaci			
Hloubky	Jednotná cena	Délka v dané hloubce (m)	Cena za stoky v dané hloubce
2, 0 - 2,5 m	8 033,00 Kč	1119	8 988 927,00 Kč
2, 5 - 3,0 m	8 836,30 Kč	860	7 599 218,00 Kč
3,0 - 3,5 m	9 719,93 Kč	410	3 985 171,30 Kč
3,5 - 4, 0 m	10 691,92 Kč	504	5 388 729,19 Kč
4, 0 - 4,5 m	11 761,12 Kč	150	1 764 167,30 Kč
více jak 4,5 m	12 937,23 Kč	250	3 234 306,71 Kč
Cena za stoky v komunikaci celkem:			30 960 519,49 Kč

Tab. 7.9 - Investiční náklady pro gravitační stoky v komunikaci, zdroj: autor

7.4.2 ČERPÁNÍ

Do výpočtu tlakové kanalizace bylo započítáno samotné potrubí výtlačku, tak i čerpací jímka s čerpadlem. Cena čerpadla byla určena z ceníku firmy KSB, cena čerpací jímky z ceníku firmy Betonika PLUS.

Pro tlakovou kanalizaci bylo zvoleno potrubí HD PE, které má DN 50. Celková délka výtlačku je 481m.

Výpočet investic pro gravitační část stok je v tabulce 7.9 a 7.10.

Výtlak	
Celková délka výtlačku (m)	481
Jednotná cena HDPE 50	2 500,00 Kč
Cena za výtlak celkem	1 202 500,00 Kč

Tab. 7.9 – Investiční náklady pro tlakovou kanalizaci, zdroj: autor

Čerpací jímka a čerpadlo	
Cena čerpací jímky:	
Stavební část	100 000,00 Kč
Technologická část a elektro	150 000,00 Kč
Cena 1 ks čerpadla	53 115,42 Kč
Cena za 2 čerpadla	106 230,84 Kč
Cena za čerpání celkem	356 230,84 Kč

Tab. 7.10 – Investiční náklady pro čerpací jímku a čerpadlo, zdroj: autor

7.4.3 ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD

Do výpočtu čistírny odpadních vod je započtena jak samotná ČOV (stavební a technologická část), tak vodovod, který k ní musel být dostavěn a příjezdová komunikace pro obsluhu.

Zvolenou ČOV je AS-VARIOcomp D pro 1000 EO, cena byla odvozena z ceníku firmy ASIO. (viz tab. 7.11)

ČOV AS-VARIOcomp D pro 1000EO	
Stavební část	3 975 000,00 Kč
Technologická část	2 705 000,00 Kč
Cena celkem za ČOV:	6 680 000,00 Kč

Tab. 7.11 – Investiční náklady na ČOV, zdroj: autor

Cena vodovodu byla odvozena z dokumentu „*Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury*“. Jelikož bude vodovod stavěn v nezastavěném území, bude pokládán v otevřené rýze (zářezu) do hloubky 1,5m. Zvolený materiál je HDPE, průměr potrubí je DN 250. (viz tab. 7.12)

Vodovod k ČOV	
Celková délka vodovodu (m)	178
Jednotná cena HDPE (DN 250)	1 800,00 Kč
Cena vodovodu k ČOV	320 400,00 Kč

Tab. 7.12 – Investiční náklady na vodovod k ČOV, zdroj: autor

Komunikace byla také vypočtena podle dokumentu „*Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury*“. Jelikož půjde o komunikaci pouze pro obsluhu, byla zvolena komunikace typu D1-T-1-III-PI silnice II a III tř. a místní komunikace. Komunikace bude tvořena vrstvou 15cm zpevněného kameniva a jako kryt vozovky je 21cm vrstva cementového betonu. Jedná se tak o tuhou vozovku. Šířka komunikace je 3,5m, jelikož jde o nejmenší dovolenou šířku pro pojezd. Celá komunikace je dlouhá 178m. (viz tab. 7.13)

Komunikace k ČOV	
Celková délka komunikace (m)	178
Šířka komunikace (m)	3,5
Cena komunikace za 1m ²	1 369,00 Kč
Celková cena za komunikaci	852 887,00 Kč

Tab. 7.13 – Investiční náklady na komunikaci k ČOV, zdroj: autor

Po sečtení všech celkových cen z kapitol 7.4.1 – 7.4.3, vyjdou celkové náklady na výstavbu celého projektu. (viz tab. 7.14)

Celkové náklady na kanalizaci:	
Stoky v komunikaci	30 960 519,49 Kč
Stoky ve volném terénu	3 062 491,42 Kč
Čerpací stanice	356 230,84 Kč
Výtlak	1 202 500,00 Kč
Vodovod k ČOV	320 400,00 Kč
Komunikace k ČOV	852 887,00 Kč
ČOV	6 680 000,00 Kč
Σ	43 435 028,75 Kč

Tab. 7.14 – Celkové investiční náklady, zdroj: autor

8. DISKUZE

V posledních letech jsou stále přísnější požadavky na životní prostředí, což se dotýká i požadavků na kvalitu nakládání s odpadními vodami, jejich čištění a opětovné navrácení do recipientu. Úroveň zásobování vodou, odkanalizování a následné čištění odpadních vod, byla vždy ukazatelem vyspělosti dané společnosti.

Z tohoto důvodu by byla výstavba kanalizační sítě a čistírny odpadních vod pro mnou zvolené území, obec Maleč, velmi přínosná. Došlo by ke zlepšení hygienických podmínek, zmenšily by se dopady na životní prostředí, zlepšila by se kvalita a čistota vody. Dále by to mělo za následek zlepšení životní úrovně obyvatel a kultury bydlení v obci.

Na základě zjištění současného stavu v obci, jsem se rozhodla ve své práci věnovat návrhu kanalizační sítě a čistírny odpadních vod. Po prozkoumání terénních podmínek jsem se rozhodla pro gravitační oddílnou splaškovou kanalizaci na většině území. Vzhledem k charakteru zástavby území jsem zvolila větvné uspořádání kanalizace. Páteř obce tvoří komunikace, podél které se soustředí zástavba. V ose této komunikace je umístěna hlavní stoka (A1), do níž ústí stoky vedlejší. Hlavní stoka přivádí spolu se stokou A8 veškeré odpadní vody do navrhované ČOV, která je situována pod místní fotbalové hřiště.

Pro navrhovanou gravitační kanalizaci jsem zvolila minimální sklon potrubí stok 14‰. Hodnota minimálního sklonu byla brána z tzv. „Pražských standardů“. Tento minimální sklon by měl zajistit dostatečné tečné napětí, čímž by nedocházelo k usazování pevných částic v kanalizaci.

V hlavním řadu byl v úseku mezi šachtou Š8 až Š20 snížen sklon na 5,4‰. Sklon byl snížen, protože by došlo k přílišnému zahloubení stoky (více jak 6m pod terénem). V těchto případech je nutné svolení provozovatele kanalizační sítě. Provozovatel pak musí provádět pravidelný proplach a kontrolu úseku, aby nedocházelo k zanášení stoky.

O nutnosti proplachu svědčí i výpočet tečného napětí, které je ve všech úsecích menší než 4. Malá hodnota tečného napětí je dána morfologií terénu, kdy většina zájmového území je v celkem rovinném terénu (380,09. - 402,10 m n.m.). Dalším důvodem malého tečného napětí je nízký počet obyvatel napojených na jednotlivé úseky. Tento fakt nezměnilo ani zmenšené DN potrubí.

V práci je také řešeno čerpání vod od ZD Maleč, které je v jihozápadní části území. Ze zemědělského areálu budou čerpány pouze vody od zaměstnanců (stravování, hygiena). Tato část výpočtů a navrhování nepotřebovala žádné výjimky, byla navržena podle platných norem.

Umístění čistírny odpadních vod bylo v závislosti na morfologii terénu, vlastnictví pozemků a byla snaha o co nejkratší vzdálenost odvodu vyčištěné vody do recipientu. Z tohoto důvodu byl vybrán pozemek pod místním fotbalovým hřištěm. Tento pozemek splňuje všechny tři kritéria. Odpadní vody budou na čistírnu natékat gravitačně, pozemek je ve vlastnictví Vodovodů a kanalizací Havlíčkův Brod a vzdálenost od recipientu je také vyhovující.

U navrhování čistíren odpadních vod se musí řešit protipovodňová ochrana. V tomto případě však nebyla nutná, protože čistírna není v záplavovém území. To se nachází níže pod rybníkem Hluboký Maleč, konkrétně se jedná o záplavové území řeky Doubravy. Tato rozlivná plocha je však daleko od vybraného pozemku.

Při zpracování investičních nákladů jsem počítala s cenami podle Ústavu územního rozvoje, konkrétně podle dokumentu „*Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury*“, dále podle ceníku firmy Betonika PLUS, a firmy KSB. Cenu čistírny jsem vzala z ceníku firmy ASIO. Do investic jsem započítala všechny součásti návrhu.

Vypočtené investiční náklady jsou však velmi orientační, jelikož ceny uvedené v dokumentu „*Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury*“ jsou značně vyšší, než ceny reálné. Celková cena také nemusí být výsledná, jelikož se dá vysoutěžit i cena nižší. Ceny se dají přizpůsobit na základě místních podmínek. Z tohoto důvodu se nedoporučuje vybírat firmu s nejlevnějším návrhem, ale firmu s dobrými recenzemi. Výsledná částka je však velmi vysoká (43 435 028,75 Kč), pro obec by se jednalo o velké finanční zatížení. Přibližný obecní rozpočet pro rok 2015 byl 7,8 milionu Kč. Dále je zapotřebí počítat i s provozními náklady, které nebyly zahrnuty v této práci.

I přes vysoké náklady spojené s výstavbou a provozem stokové sítě a čistírny odpadních vod, by měla obec uvažovat nad tímto návrhem. Přínosem by jí bylo zlepšení kvality vody v Blatnickém potoce a v rybníce Hluboký Maleč. Zlepšila by se i životní úroveň obyvatel.

9. ZÁVĚR

Ve své diplomové práci jsem nejdříve shrnula problematiku odvádění odpadních vod z území a její následné čištění. Tento souhrn jsem provedla formou rešerše. V této teoretické části jsem uvedla historii nakládání s odpadními vodami, dále jsem zde zmínila účel stokování, druhy odpadních vod, používané materiály při výstavbě stok, stokové systémy a soustavy, a také způsob výstavby. V druhé části rešerše jsem pak řešila ukazatele a typy znečištění, jakým způsobem se znečištění vyjadřuje, uvedený je i postup při dimenzování čistírny odpadních vod, na což navazuje popis vegetační čistírny a čistírny mechanicko-biologické. Na závěr teoretické části jsou popsány všechny části mechanicko-biologické čistírny, včetně kalového hospodářství.

V praktické části jsem tyto poznatky využila pro návrh kanalizační sítě a čistírny pro konkrétní oblast, obec Maleč. Úvodem praktické části je popis území, historie obce, hydrologické, geomorfologické a přírodní podmínky, také je blíže popsána vybavenost obce.

Po popisu území je zařazen samotný návrh kanalizace a čistírny odpadních vod. Tento návrh je prezentován jednotlivými kroky návrhu v textové formě, dále také samotnými výpočty a výkresy. Konečnou částí návrhu je vyčíslení investičních nákladů, pro lepší představu jak je odkanalizování obce a výstavba čistírny finančně velice náročná.

Pro splnění cílů diplomové práce jsem využila Územní plán obce, Plán rozvoje vodovodů a kanalizací kraje Vysočina a mapové podklady. Pro výpočet investičních nákladů dokument *„Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury“* vydaný Ústavem územního rozvoje. Pro výpočet investic čerpací jímky a čerpadla jsem použila ceníky konkrétních firem, Betonika PLUS a KSB. Cena čistírny byla převzata z ceníku firmy ASIO.

Celkem jsem navrhla 3 761m gravitační oddílné kanalizace, 481m výtlačného potrubí. Vzhledem k terénu bylo potřeba jednoho čerpání. Navržená kanalizační síť byla zakončená čistírnou odpadních vod (AS-VARIOcomp D pro 1000EO). Odtok z čistírny jsem navrhla do zatrubněného Blatnického potoka, který dále vede do rybníka Hluboký Maleč.

Návrh odkanalizování měst a obcí, a následné čištění odpadních vod, je však nutné posuzovat individuálně. Nelze použít tento návrh pro jiné území. Jelikož každá lokalita je jiná vzhledem k morfologii terénu, hydrologickým a geologickým podmínkám a typem zástavby. Každé spotřebiště vyprodukuje jiné množství odpadních vod, které je pokaždé jinak a něčím jiným znečištěné. To je ovlivněno počtem obyvatel, průmyslem, zemědělstvím apod.

Každý návrh by však měl být zhotoven v rámci platných zákonů a státních norem. Cílem každého návrhu by mělo být zlepšení životního prostředí, nejen pro člověka, ale i pro živočichy a rostliny.

10. PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ

LITERATURA

1. BERÁNEK J., PRAX P., 1998: Navrhování tlakové kanalizace. NOEL, Brno
2. BOROVIČKA B. a kol., 1981: Technická infrastruktura měst. ČVUT, Praha
3. BRONCOVÁ D., 2002: Historie kanalizací: dějiny odvádění a čištění odpadních vod v Českých zemích. Milpo media, Praha
4. BUTLER D. a DAVIES J.W., 2004: Urban drainage/ 3rd ed., Spon Press, Abingdon
5. DOHANYOS M., KOLLER J., STRNADOVÁ N., 1996: Čištění odpadních vod. VŠCHT, Praha
6. HASENÖHRL J., JENDŽELOVSKÁ A., 1982: Zdravotně vodohospodářské stavby. SNTL, Praha
7. HASENÖHRL J., 1990: Zdravotně vodohospodářské stavby: učebnice pro 4. Ročník SPŠ staveních 1.vyd., Praha
8. HENZE M., HARREMOES P., ARVIN E., 2002: Wastewater treatment. Springer-Verlag, Berlin. Heidelberg – New York
9. HERLE J., BAREŠ P., 1990: Čištění odpadních vod z malých vodních zdrojů znečištění. 1.vyd Nakladatelství technické literatury, Praha
10. HLAVÍNEK a kol., 2001: Příručka stokování a čištění. NOEL 2000 s.r.o., Brno
11. HLAVÍNEK P., MIČÍN J., PRAX P., 2003: Stokování a čištění odpadních vod. Akademické nakladatelství CERM s.r.o. Brno
12. HLAVÍNEK P. a kol., 2006: Stokování a čištění odpadních vod. FAST, Brno
13. HORÁKOVÁ M., 2000: Analytika vody. 1.vyd VŠCHT v Praze, Praha

14. CHEJNOVSKÝ P., 2010: Zdravotní vodohospodářské stavby. Sobotáles, Praha
15. JÁSEK J., 2006: Willian Heerlein Lindley a pražská kanalizace. Scriptorium, Praha
16. JEVILEVIČ A. Z., 1984: Využití kalů z odpadních vod. 1. Vyd. Nakladatelství technické literatury, Praha
17. KOMÍNKOVÁ D. a kol., 2014: Úprava pitných a čištění odpadních vod. ČZU v Praze, Praha
18. LEGOD G., 2009: Reaeration of sewage in gravitation sewersystem. Proceedings of fecopole, vol. 3, Issue: 1, pages 171-177
19. MALÝ J., MALÁ J., 1996: Chemie a technologie vody. NOEL, Brno
20. MARTINIČEK A., 1979: Vodovody a kanalizácie. ALFA, Bratislava
21. NOVÁK J. a kol., 2003: Příručka provozovatele stokové sítě. Medim, spol. s r.o. SOVAK ČR, Líbeznice u Prahy
22. NYPL V., 1980: Zdravotní inženýrství II. ČVUT v Praze, Praha
23. NYPL V., SYNÁČKOVÁ M., 1998: Zdravotně inženýrské stavby 30: Stokování. ČVUT v Praze, Praha
24. PYTL V., 2004: Příručka provozovatele čistírny odpadních vod. MEDIM, Líbeznice u Prahy
25. RACLAVSKÁ H., 2007: Technologie zpracování a využívání kalů z ČOV. Vysoká škola báňská- Technická univerzita, Ostrava
26. SCHNEIDER W., 1989: Waste Water Technology: Origin, collection, treatment and analysis of waste water. 1.ed., Springer- Verlag, Berlin
27. STANKO S., MAHRIKOVA I., 2009: Sewer system condition, type of sewers and their impacts on environmental management. Threats to global water security, NATO Science for Peace and Security Series C – Environmental Security. Pgs. 359-364
28. ŠEJNOHA J., 2003: Stavební materiály pro výstavbu stokových sítí. Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Praha
29. ŠEREK M., LHOTÁKOVÁ Z., 1981: Inženýrské sítě. VUT v Brně, Brno
30. ŠRYTR P., SYNÁČKOVÁ M. a kol., 1992: Inženýrské sítě. 1. vyd. ČVUT v Praze, Praha
31. ŠRYTR P. a kol., 1998: Městské inženýrství (1) 1.vyd. Academia, Praha
32. ŠRYTR P. a kol., 2001: Městské inženýrství (2). Academia, Praha

33. ŠVEHLA P., TLUSTOŠ O., BALÍK J., 2007: Odpadní vody. ČZU v Praze, Praha
34. TCHOBANOGLIOUS G., 1981: Wastewater engineering: collection and pumping of wastewater 1st ed., McGraw-Hill, New York
35. TOLASZ R., 2007: Atlas podnebí Česka. ČHMÚ v Praze, Olomouc
36. VYMAZAL J., 2004: Kořenové čistírny odpadních vod. Třeboň
37. VYORALOVÁ Z., HRDLIČKA P., 2013: Technická infrastruktura měst a sídel. ČVUT, Praha
38. WANDA J. a kol., 1984: Malé čistírny odpadových vod. Alfa
39. WEF, 2008: Alternative Sewer Systems, 2nd ed. WEF PRESS, Alexandria
40. WIESMANN U., CHOI I.S., DOMBROWSKI E.-M., 2007: Fundamentals of Biological Wastewater Treatment. Wiley, Weinheim
41. GRODA B. a kol., 2007: Čištění odpadních vod jako nástroj k ochraně životního prostředí v zemědělské praxi a na venkově. Mendelova univerzita v Brně, Brno

INTERNETOVÉ ZDROJE

1. SYNÁČKOVÁ M., 2013: přednášky Vodárenství a stokování. Praha, ČZU (online: www.netstorage.czu.cz) [citace 31. 1. 2016]
2. KOMÍNKOVÁ D., 2015: přednášky Úprava pitných a čištění odpadních vod. Praha, ČZU (online: www.moodle.czu.cz) [citace 28. 1. 2016]
3. ÚSTAV ÚZEMNÍHO ROZVOJE, 2012 online: www.uur.cz [citace 26. 2. 2016]
4. GEOPORTÁL, 2015: Národní geoportál INSPIRE, online: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map> [citace 25. 1. 2016]
5. BOKR P., 2015: Geologická mapa 1:50 000. Česká geologická služba online: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=658281&x=1089309&s=1 [citace 25. 1. 2016]
6. PLÁN ROZVOJE VODOVODŮ A KANALIZACÍ, 2016 online: www.prvk.kr-vysocina.cz [citace 25. 1. 2016]
7. ÚZEMNÍ PLÁN MALČE, 2008 online: www.chotebor.cz [citace 20. 1. 2016]
8. Ceník firmy KSB, 2016 online: www.ksb.com [citace 2. 3. 2016]
9. Ceník firmy ASIO, 2016 online: www.asio.cz [citace 2. 3. 2016]
10. MUSÍLEK K., 2016: Historie obce Maleč, oficiální webová stránka obce Maleč, online: <http://malec.cz/historie-obce-malec-1387-1597/d-1731/p1=52> [citace 4. 3. 2016]

11. Ceník Betonika PLUS, 2016 online: www.betonikaplus.cz [citace 5.3. 2016]

LEGISLATIVA

ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky

ČSN EN 1671 Venkovní tlakové systémy stokových sítí

ČSN EN 1091 Venkovní podtlakový systém stokových sítí

ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení

ČSN EN 1610 Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení

ČSN EN 12889 Bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení

ČSN 75 0161 Vodní hospodářství – Terminologie v inženýrství odpadních vod

ČSN 75 6401 Čistírny odpadních vod pro ekvivalentní počet obyvatel (EO) větší než 500

ČSN 75 6402 Čistírny odpadních vod pro ekvivalentní počet obyvatel (EO) menší než 500

11. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 – Výpočet potřeby vody

Příloha č. 2 – Dimenzování gravitační oddílné splaškové kanalizace

Příloha č. 3 – Návrh čerpání odpadních vod

12. SEZNAM VÝKRESOVÝCH PŘÍLOH (v samostatných deskách)

Výkresová příloha č. 1 – Situace

Výkresová příloha č. 2 – Podélný profil řadu A4

Výkresová příloha č. 3 – Podélný profil řadu A1

Výkresová příloha č. 4 – Vzorové uložení kanalizačního potrubí

Výkresová příloha č. 5 – Vzorový řez kanalizační šachtou

Výkresová příloha č. 6 – Vzorový řez čerpací jímkou

Příloha č.1 Výpočet potřeby vody

Počet obyvatel (výhledový stav)	736	
Počet obyvatel (současný stav)	674	
Občanská vybavenost		
základní škola	130	pracovníci+děti
mateřská škola	30	pracovníci+děti
zdravotní středisko	5	zaměstnanců
pošta	1	zaměstnanec
obchod	3	zaměstnanců
benzínová pumpa	1	zaměstnanec
Restaurace	50	míst
Podnikatelské subjekty		
Zemědělské družstvo	130	zaměstnanců
Recyklační středisko	10	zaměstnanců
OMA s.r.o.	15	zaměstnanců

Specifická potřeba vody	q	
obyvatelé	150	l/ob. den
občanská vybavenost	50	l/ob. den
podnikatelské subjekty	80	l/ob. den
restaurace	30	l/ob. den

*Potřeba vody = q * počet obyvatel (zaměstnanců)*

Potřeba vody	l/den	m ³ /den
obyvatelé	110400	110,4
občanská vybavenost	8500	8,5
podnikatelské subjekty	12400	12,4
restaurace	1500	1,5
Σ	132800	132,8

Potřeba vody	180,43 l/ob. den
--------------	-------------------------

(Σpotřeby vody : počtem obyvatel = 132 800 : 736)

Příloha č.2

Dimenzování gravitační oddílné splaškové kanalizace

Řad A4 - dimenzování														tečné napětí				poznámky			
Úsek	Počet obyvatel		k	Průtok splašků (l/s)			I (%)	DN (mm)	Q _{kap} (l/s)	v _{kap} (m/s)	λ	κ	v _s (Q ₂₄) (m/s)	h (%D)	h (Q _{max}) (mm)	l (m)	λ (%)		x	R (m)	t _u (Pa)
	úsek	větev		Q ₂₄	Q _{max}	Q _{dim}															
1	15	15	7,2	0,031	0,226	0,451	30,2	300	172,9	2,45	0,00018	0,0288	0,07	0,4500	1,35	50	0,0181	0,012	0,0018	0,535	nutný proplach
2	20	35	7,05	0,073	0,515	1,031	30,2	300	172,9	2,45	0,00042	0,0672	0,16	1,0500	3,15	50	0,0423	0,006	0,0009	0,267	nutný proplach
3	12	47	6,76	0,098	0,664	1,327	30,2	300	172,9	2,45	0,00057	0,0912	0,22	1,4250	4,28	50	0,0568	0,008	0,0012	0,357	nutný proplach
4	55	102	5,89	0,213	1,255	2,509	14	300	116	1,64	0,00184	0,1810	0,30	3,0208	9,06	50	0,1836	0,025	0,00375	0,517	nutný proplach
5	12	114	5,8	0,238	1,381	2,762	14	300	116	1,64	0,00205	0,1863	0,31	3,1515	9,45	50	0,2052	0,028	0,0042	0,579	nutný proplach

Řad A1 - dimenzování														tečné napětí				poznámky			
Úsek	Počet obyvatel		k	Průtok splašků (l/s)			I (%)	DN (mm)	Q _{kap} (l/s)	v _{kap} (m/s)	λ	κ	v _s (Q ₂₄) (m/s)	h (%D)	h (Q _{max}) (mm)	l (m)	λ (%)		x	R (m)	t _u (Pa)
	úsek	větev		Q ₂₄	Q _{max}	Q _{dim}															
1	3	3	0,72	0,006	0,005	0,009	32	300	175,60	2,48	0,00004	0,064	0,16	0,10	0,30	50	0,0036	0,0002	0,00003	0,009	nutný proplach
2	12	15	3,6	0,031	0,113	0,226	32	300	175,60	2,48	0,00018	0,288	0,71	0,45	1,35	50	0,0178	0,001	0,00015	0,047	nutný proplach
3	2	17	4,08	0,036	0,145	0,290	32	300	175,60	2,48	0,00020	0,032	0,08	0,50	1,50	15,5	0,0202	0,001	0,00015	0,047	nutný proplach
4	20	37	6,99	0,077	0,540	1,080	32	300	175,60	2,48	0,00044	0,070	0,17	1,10	3,30	50	0,044	0,002	0,0003	0,094	nutný proplach
5	12	49	6,72	0,102	0,688	1,375	14	300	116,00	1,64	0,00088	0,141	0,23	2,20	6,60	37,81	0,0882	0,005	0,00075	0,103	nutný proplach
6	3	52	6,68	0,109	0,725	1,451	14	300	116,00	1,64	0,00094	0,150	0,25	2,35	7,05	30,97	0,0936	0,006	0,0009	0,124	nutný proplach
7	112	164	5,42	0,342	1,856	3,713	14	300	116,00	1,64	0,00295	0,208	0,34	3,73	11,19	50	0,2953	0,018	0,0027	0,372	nutný proplach
8	12	176	5,33	0,368	1,959	3,918	14	300	116,00	1,64	0,00317	0,214	0,35	3,76	11,28	40,05	0,3169	0,019	0,00285	0,393	nutný proplach
9	12	188	5,24	0,393	2,057	4,115	14	300	116,00	1,64	0,00338	0,220	0,36	3,81	11,43	43,88	0,3385	0,021	0,00315	0,434	nutný proplach
10	8	196	5,18	0,409	2,120	4,241	14	300	116,00	1,64	0,00353	0,223	0,37	3,93	11,79	50	0,3529	0,021	0,00315	0,434	nutný proplach
11	12	208	5,09	0,434	2,211	4,422	14	300	116,00	1,64	0,00374	0,229	0,38	4,15	12,45	48,87	0,3745	0,023	0,00345	0,475	nutný proplach
12	12	220	5	0,459	2,297	4,594	14	300	116,00	1,64	0,00396	0,234	0,38	4,28	12,84	50	0,3961	0,024	0,0036	0,496	nutný proplach
13	12	232	4,91	0,485	2,379	4,758	5,4	300	71,90	1,02	0,00674	0,280	0,29	5,45	16,35	48,87	0,6739	0,041	0,00615	0,327	nutný proplach
14	10	242	4,835	0,505	2,444	4,887	5,4	300	71,90	1,02	0,00703	0,284	0,29	5,84	17,52	50	0,7029	0,042	0,0063	0,335	nutný proplach
15	12	254	4,745	0,530	2,517	5,034	5,4	300	71,90	1,02	0,00738	0,285	0,29	5,99	17,97	49,3	0,7378	0,045	0,00675	0,359	nutný proplach
16	16	270	4,625	0,564	2,608	5,216	5,4	300	71,90	1,02	0,00784	0,291	0,30	6,18	18,54	50	0,7842	0,048	0,0072	0,383	nutný proplach
17	4	274	4,595	0,572	2,629	5,259	5,4	300	71,90	1,02	0,00796	0,294	0,30	6,23	18,69	50	0,7958	0,048	0,0072	0,383	nutný proplach
18	56	330	4,13	0,689	2,846	5,692	5,4	300	71,90	1,02	0,00958	0,311	0,32	6,91	20,73	50	0,9585	0,058	0,0087	0,462	nutný proplach
19	92	422	3,302	0,881	2,910	5,820	5,4	300	71,90	1,02	0,01226	0,345	0,35	7,73	23,19	50	1,2257	0,074	0,0111	0,590	nutný proplach
20	92	514	2,5888	1,073	2,779	5,558	5,4	300	71,90	1,02	0,01493	0,358	0,37	8,50	25,50	48,52	1,4929	0,091	0,01365	0,725	nutný proplach
21	4	518	2,5856	1,082	2,797	5,594	5,4	300	71,90	1,02	0,01505	0,362	0,37	8,54	25,62	10,72	1,5046	0,091	0,01365	0,725	nutný proplach
22	8	526	2,5792	1,098	2,833	5,666	5,4	300	71,90	1,02	0,01528	0,363	0,37	8,60	25,80	36,75	1,5278	0,093	0,01395	0,741	nutný proplach
23	8	534	2,5728	1,115	2,869	5,738	5,4	300	71,90	1,02	0,01551	0,365	0,37	8,67	26,01	39,39	1,551	0,094	0,0141	0,749	nutný proplach
24	114	648	2,4816	1,353	3,358	6,717	5,4	300	71,90	1,02	0,01882	0,389	0,40	9,62	28,86	8,14	1,8821	0,114	0,0171	0,909	nutný proplach
25	0	648	2,4816	1,353	3,358	6,717	71,7	300	263,15	3,72	0,00514	0,263	0,98	5,08	15,24	31,54	0,5143	0,031	0,00465	3,281	nutný proplach
26	8	656	2,4752	1,370	3,391	6,782	38,8	300	193,48	2,73	0,00708	0,284	0,78	5,85	17,55	50	0,7081	0,043	0,00645	2,462	nutný proplach
27	0	656	2,4752	1,370	3,391	6,782	14	300	116,00	1,64	0,01181	0,331	0,54	7,60	22,80	50	1,181	0,072	0,0108	1,488	nutný proplach
28	339	995	2,204	2,078	4,580	9,159	10,72	300	101,46	1,43	0,02048	0,402	0,58	10,10	30,30	38,04	2,0481	0,124	0,0186	1,962	nutný proplach
29	0	995	2,204	2,078	4,580	9,159	10,72	300	101,46	1,43	0,02048	0,402	0,58	10,10	30,30	50	2,0481	0,124	0,0186	1,962	nutný proplach
30	0	995	2,204	2,078	4,580	9,159	10,72	300	101,46	1,43	0,02048	0,402	0,58	10,10	30,30	50	2,0481	0,124	0,0186	1,962	nutný proplach
31	0	995	2,204	2,078	4,580	9,159	10,72	300	101,46	1,43	0,02048	0,402	0,58	10,10	30,30	39,05	2,0481	0,124	0,0186	1,962	nutný proplach

Příloha č.3

Návrh čerpání odpadních vod

Čerpací jímka			
Q_{24}	Q_{24}	Q_h	Q_h
(l/s)	(m^3/h)	(l/s)	(m^3/h)
0,12	0,43	0,68	2,46

Legenda:

Q_{24} Průměrný 24 hodinový průtok splašků

Q_h Maximální 24 hodinový průtok splašků

d Průměr kruhové jímky

h Výška čerpaného množství

S Průřezová plocha jímky

V_1 Objem čerpaného množství

V_2 Objem rezervy na 4 hodiny

S Průřezová plocha potrubí

v Rychlost proudění

$Q_{\check{c}}$ Čerpaný průtok

H_g Čerpaná výška

H_1 Celková hloubka čerpané jímky

H_2 Výška výtaku z jímky

l Délka výtaku

v Rychlost proudění ve výtaku

h_z Ztráta třením

$H_{\check{c}}$ Celková čerpaná výška

Návrh čerpací jímky			
d	2,2	m	
h	1,50	m	
Q_h	S	V_1	V_2
(m^3/h)	(m^2)	(m^3)	(m^3)
2,46	3,80	5,70	9,84

Potrubí výtaku DN 50			
S	v	$Q_{\check{c}}$	$Q_{\check{c}}$
(m^2)	(m/s)	(m^3/h)	(l/s)
0,002	0,8	0,0016	1,57

Terén	Nadmořská výška		Vtok	
	jímka (dno)	výust	niveleta	hloubka
(m n.m.)	(m n.m.)	(m n.m.)	(m n.m.)	(m)
382,61	379,01	393,15	380,51	2,10

Návrh čerpadla						
H_g	H_1	H_2	l	v	h_z	$H_{\check{c}}$
(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(m)
14,14	3,60	2,40	481	0,8	4,39	29,53