

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra zdravotního a ekologického inženýrství



DIPLOMOVÁ PRÁCE

HOSPODAŘENÍ S VODOU V PRŮMYSLOVÉM AREÁLU
SLADOVNY

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. David Stránský, Ph.D.

leden 2022

Bc. Vladimír Nousek

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Nousek Jméno: Vladimír, Bc. Osobní číslo: 468568
Zadávací katedra: Katedra zdravotního a ekologického inženýrství
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Hospodaření s vodou v průmyslovém areálu sladovny

Název diplomové práce anglicky: Water management in an industrial premises of the malting plant

Pokyny pro vypracování:

Diplomová práce se bude zabývat hospodařením s vodou v průmyslovém areálu tábořské sladovny. Cílem práce bude analyzovat stávající stav hospodaření s vodou v rámci konkrétního průmyslového podniku a na základě toho navrhnout vhodná opatření ke zvýšení efektivity. Důraz bude kladen na snížení odběru vody a snížení množství vody odváděné do jednotné kanalizační soustavy. Výstupem práce bude návrh vhodných opatření na základě provedených analýz s orientačním zhodnocením investičních a provozních nákladů a vyhodnocení možných úspor a doby návratnosti investice.

Diplomová práce bude obsahovat teoretickou (řešeršní) a praktickou část.

Seznam doporučené literatury:

Krejčí a kol. Odvodňování urbanizovaných území - Koncepční přístup, NOEL2000, 2002
ENVI-PUR, s.r.o. Metodika hodnocení využívání vody na úrovni podniků, 2021
VŠCHT. Katalog pro úsporu vody v energetice a průmyslu, 2021

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. David Stránský, Ph.D.

Datum zadání práce: 24. 09. 2021 Termín odevzdání: 24. 09. 2021
Údaj uveďte v souladu s metodikou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

24. 09. 2021

Datum převzetí zadání

Podpis (ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité zdroje v souladu s metodickým pokynem ČVUT 1/2009 „O dodržování etických principů při přípravě závěrečných vysokoškolských prací.“

Drážďany, 1.2.2022

.....

Místo zpracování, celé datum

Bc. Vladimír Nousek

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucím mé diplomové práce panu doc. Ing. Davidu Stránskému, Ph.D., za jeho profesionální přístup, podporu, ochotu, rady a připomínky během konzultací. Dále bych chtěl poděkovat vedoucímu sladovny v Táboře za konzultace a podklady které mi poskytl.

ABSTRAKT:

Průmyslové podniky spotřebují velké množství vody ve svých výrobních procesech, a proto se v dnešní době zaměřuje pozornost stále více na efektivní hospodaření s vodou v průmyslových podnicích. Podniky mohou žádat o dotace na zpracování vodních auditů, které mají za úkol zhodnotit stávající stav hospodaření s vodou a navrhnout vhodná opatření pro jeho zlepšení. Tato práce může být mimo jiné podkladem pro zpracování vodního auditu. Práce je zaměřena na problematiku hospodaření s vodou v průmyslovém podniku sladovny. Cílem práce bylo analyzovat stávající stav hospodaření s vodou v rámci konkrétního průmyslového podniku sladovny a na základě toho navrhnout vhodná opatření ke snížení spotřeby vody a množství odpadních vod odváděných do jednotné kanalizační soustavy. Práce je rozdělena na rešeršní a praktickou část. Rešeršní část dala podklad pro zpracování praktické části. V praktické části je popsán a posouzen konkrétní podnik sladovny v Táboře z hlediska hospodaření s vodou. Je posouzen stávající stav hospodaření s vodou a poté jsou analyzována rizika a deficity v této oblasti. Na tomto podkladě jsou následně navržena opatření pro zlepšení hospodaření s vodou a odstranění, respektive zmírnění aktuálních deficitů a rizik. Práce je zaměřena také na technicko-ekonomické zhodnocení a prioritizaci jednotlivých opatření. Práce odhalila potenciál pro snížení spotřeby vody i pro snížení množství odpadních vod odváděných do jednotné kanalizační soustavy a navrhla vhodná opatření pro využití tohoto potenciálu. Mezi hlavní opatření patří možnost recyklace vody ve výrobním procesu, která může uspořit až 46 % vody potřebné pro produkci sladu. Byl odhalen deficit v hospodaření s dešťovou vodou, která je odváděna do jednotné kanalizační soustavy, a proto se práce zaměřila i na návrh opatření v této oblasti.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Hospodaření s vodou, sladovna, odpadní vody, spotřeba vody, voda v průmyslu, recyklace vod, dešťová voda, vodní audit

ABSTRACT:

Industrial companies consume large amounts of water in their production processes, which is why today the focus is more and more on efficient water management in industrial companies. Businesses can apply for subsidies for the processing of water audits, which are designed to assess the current state of water management and propose appropriate measures to improve it. This thesis may be, among other things, the basis for the processing of a water audit. This thesis is focused on the issue of water management in an industrial malting plant. The aim of the thesis was to analyze the current state of water management in a particular industrial malting plant and based on that to propose appropriate measures to reduce water consumption and the amount of wastewater discharged into a combined sewerage system. The thesis is divided into research and practical part. The research part provided the base for the processing of the practical part. The practical part describes and assesses a specific malting plant in Tábor in terms of water management. The current state of water management is assessed and then the risks and deficits in this area are analyzed. On this basis, measures are subsequently proposed to improve water management and eliminate or mitigate current deficits and risks. The work is also focused on technical and economic evaluation and prioritization of individual measures. The thesis revealed the potential for reduction of water consumption and the amount of wastewater discharged into a single sewerage system; and proposed appropriate measures to use this potential. The main measures include the possibility of recycling water in the production process, which can save up to 46 % of the water needed for malt production. A deficit in the management of stormwater, which is discharged into a combined sewerage system, was revealed, and therefore the work also focused on the proposal of measures in this area.

KEY WORDS:

Water management, malting plant, wastewater, water consumption, water in industry, water recycling, stormwater, water audit

OBSAH

ABSTRAKT:	- 5 -
KLÍČOVÁ SLOVA:	- 5 -
ABSTRACT:	- 6 -
KEY WORDS:	- 6 -
ÚVOD	- 10 -
I.REŠERŠNÍ ČÁST	- 12 -
1. DRUHY ODPADNÍCH VOD	- 12 -
1.1 Splaškové odpadní vody	- 12 -
1.2 Infekční odpadní vody	- 13 -
1.3 Průmyslové odpadní vody	- 14 -
1.4 Odpadní vody ze zemědělství a zemědělské výroby	- 14 -
1.5 Dešťové odpadní vody	- 14 -
1.6 Balastní vody	- 15 -
1.7 Producenti odpadních vod	- 15 -
2. HOSPODAŘENÍ S VODOU V PRŮMYSLU	- 17 -
2.1 Vodní stres	- 17 -
2.2 Spotřeba vody v průmyslu	- 17 -
2.3 Voda z výrobního procesu	- 21 -
2.4 Voda splašková	- 23 -
2.5 Voda dešťová	- 24 -
2.6 Nové nároky na hospodaření s vodou v průmyslu.....	- 25 -
3. ČIŠTĚNÍ VOD A RECYKLACE V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU .-	29
3.1 Vypouštění odpadních vod	- 29 -
3.2 Recyklace vod	- 29 -
4. SLADAŘSTVÍ.....	- 31 -
4.1 Historie sladařství	- 31 -
4.2 Výroba sladu ve světě, v Evropě a v ČR	- 32 -
4.3 Popis procesu výroby sladu	- 33 -
4.4 Voda ve sladařském výrobním procesu	- 43 -
4.5 Opatření na snížení potřeby vody a vypouštění odpadních vod	- 46 -
5. HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU	- 50 -
5.1 Snížení a prevence vzniku srážkového odtoku u zdroje	- 52 -
5.2 Propojení dešťové vody s vegetací	- 52 -

5.3	Akumulace a využití srážkové vody	- 52 -
5.4	Vsakování	- 53 -
5.5	Odvádění do povrchových vod	- 57 -
5.6	Odvádění do jednotné kanalizace	- 60 -
6.	PŘÍKLADY PROJEKTŮ NA SNÍŽENÍ SPOTŘEBY VODY	- 61 -
II.PRAKTICKÁ ČÁST		- 63 -
7.	CÍLE	- 63 -
8.	METODIKA	- 64 -
8.1	Úvodní část	- 64 -
8.2	Posouzení stávajícího stavu	- 64 -
8.3	Analýza rizik a deficitů stávajícího stavu	- 67 -
8.4	Návrh opatření	- 68 -
8.5	Technicko-ekonomické zhodnocení	- 68 -
9.	SLADOVNA TÁBOR	- 69 -
9.1	Historie	- 69 -
9.2	Charakteristika podniku a výrobního areálu	- 71 -
9.3	Charakteristika výrobního procesu	- 75 -
10.	POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU	- 79 -
10.1	Data a podklady	- 79 -
10.2	Objem výroby	- 79 -
10.3	Zdroj vody, odběry vody a její akumulace	- 80 -
10.4	Spotřeba vody ve výrobním procesu	- 82 -
10.5	Spotřeba vody mimo výrobní proces	- 85 -
10.6	Voda vypouštěná do kanalizační soustavy	- 86 -
10.7	Dešťová voda	- 89 -
10.8	Stáří zařízení, rozvodů a jejich údržba	- 91 -
10.9	Souhrn zjištění	- 92 -
11.	ANALÝZA RIZIK A DEFICITŮ STÁVAJÍCÍHO STAVU	- 94 -
11.1	Definice cílového stavu	- 94 -
11.2	Zdroje vody	- 94 -
11.3	Spotřeba vody ve výrobním procesu	- 96 -
11.4	Spotřeba vody mimo výrobní proces	- 97 -
11.5	Vypouštění odpadních vod	- 97 -
11.6	Hospodaření s dešťovou vodou	- 97 -
11.7	Monitoring a správa vodohospodářských dat	- 98 -
11.8	Stáří rozvodů a jejich údržba	- 98 -
11.9	Shrnutí analýz a stávajících deficitů a rizik	- 99 -

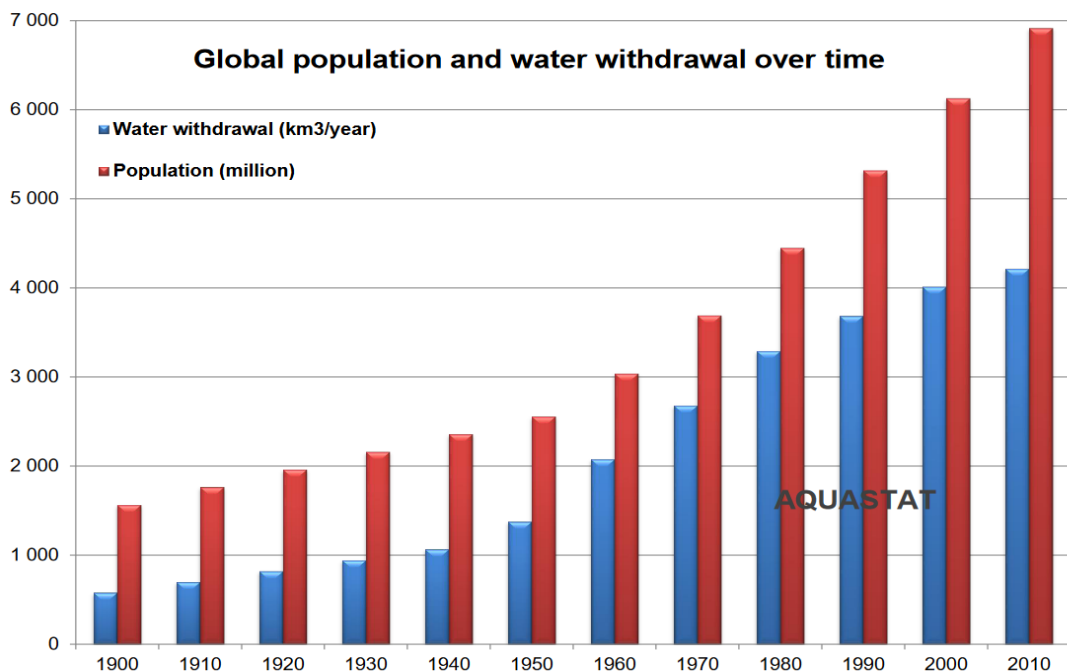
12. NÁVRH OPATŘENÍ.....	- 101 -
12.1 Zdroje vody.....	- 101 -
12.2 Spotřeba vody ve výrobním procesu	- 101 -
12.3 Spotřeba vody mimo výrobní proces	- 109 -
12.4 Vypouštění odpadních vod	- 110 -
12.5 Hospodaření s dešťovou vodou	- 112 -
12.6 Monitoring a správa vodohospodářských dat	- 122 -
12.7 Stáří rozvodů a jejich údržba	- 123 -
12.8 Shrnutí navrhovaných opatření.....	- 123 -
13. TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	- 125 -
13.1 Zdroje vody.....	- 125 -
13.2 Spotřeba vody ve výrobním procesu	- 126 -
13.3 Spotřeba vody mimo výrobní proces	- 129 -
13.4 Vypouštění odpadních vod	- 132 -
13.5 Hospodaření s dešťovou vodou	- 133 -
13.6 Monitoring a správa vodohospodářských dat	- 136 -
13.7 Stáří rozvodů a jejich údržba	- 137 -
13.8 Doporučená opatření a jejich priority	- 137 -
14. ZÁVĚR	- 143 -
15. SEZNAMY	- 146 -
15.1 Seznam použitých podkladů	- 146 -
15.2 Seznam použité literatury	- 146 -
15.3 Seznam internetových podkladů.....	- 147 -
15.4 Seznam obrázků.....	- 157 -
15.5 Seznam tabulek.....	- 159 -

ÚVOD

Voda je klíčová pro život lidí, pro zdravé fungování ekosystémů, ale i pro socio-ekonomický rozvoj. Voda je také médium, přes které pocítujeme důsledky klimatické změny. Dostupnost vod se stává hůře předvídatelnou na mnoha místech. V některých částech světa je voda vzácností a sucha negativně ovlivňují životy mnoha lidí. Zvýšené teploty, větší výskyt a méně předvídatelné extrémní výkyvy počasí, změna časového rozložení srážek, to vše jsou výzvy, s kterými se musíme potýkat. Do budoucna se očekává nárůst počtu regionů s nedostatkem vody a prohloubení deficitů v regionech, které už nyní nedostatkem vody trpí. Odhaduje se, že v roce 2050 se zvýší počet lidí žijících v regionech s nedostatkem vody na 2,7 až 3,2 miliardy z původních 1,9 miliardy (v roce 2010). Co se týče povodní, odhaduje se, že v roce 2050 bude zhruba 1,6 miliardy lidí ohrožených povodněmi (z nynějších 1,2 miliardy). Dostupnost vody je také ovlivněna jejím znečištěním. Většina problémů s kvalitou vody je způsobena intenzivním zemědělstvím, průmyslovou výrobou, těžbou a nepřečištěným odtokem městských vod. [100]

Globální nárůst populace, rychlá urbanizace, ekonomický rozvoj a změny stravovacích návyků vedou ke zvýšené poptávce po potravinách, energiích, ale také po vodě. Průběžný nárůst spotřeby vody je způsoben i zvyšováním životní úrovně v rozvojových zemích. Napětí kvůli nedostatku vody roste a do budoucna může způsobit řadu problémů. Můžeme být svědky migrační krize či násilných konfliktů o vodu. Měli bychom se tedy snažit s vodou co nejefektivněji hospodařit, zaměřit se na možné úspory vody, její co možná nejefektivnější využití a hledat možnosti, jak zajistit budoucí udržitelnost ve vztahu k vodním zdrojům, a to jak z pohledu odběru vody, tak i z pohledu vypouštěného znečištění. [30] [100]

Odběry vody ve světě mají rostoucí tendenci. Obrázek 1 ukazuje průběh růstu populace a zároveň růst odběrů vody mezi roky 1900 až 2010. Zatímco populace se v daném období zvýšila 4,4krát, odběry vody se zvýšily za dané období 7,3krát. Tedy odběry vody se zvýšily zhruba 1,7krát více než počet lidí na Zemi. [23]



Obrázek 1 - Průběh růstu populace a odběrů vody mezi lety 1900–2010. Převzato z [23]

V době potenciálních problémů s odběrem vody pro průmysl v důsledku klimatické změny se klade čím dál tím větší důraz na efektivní hospodaření s vodou. Odběry vody a jejich následné vypouštění do kanalizační soustavy mají také přímou vazbu na ekonomiku průmyslových podniků. Tato práce se zaměřuje na hospodaření s vodou v areálu tábořské sladovny. Voda je ve sladařském průmyslu zásadní nejen pro produkci sladu, ale také pro ekonomiku podniku. Poplatky za odběry vody a za následné vypouštění vod do kanalizační soustavy se na celkové ekonomice podniku podílí velkou měrou.

Tato práce řeší problematiku spotřeby vody v průmyslu a produkci odpadních vod a rozebírá podrobněji téma výroby sladu a spotřeby vody v těchto provozech a následně řeší v tomto smyslu konkrétní podnik a navrhuje vhodná opatření. V rešeršní části se zaměřuje na typy odpadních vod, hospodaření s vodou v průmyslu, a na obor sladařství, kde popisuje, jak výroba sladu probíhá. Věnuje se také možnostem čištění vod a jejich recyklaci. Recyklace vod je v dnešní době velice aktuálním tématem. Předmětem rešeršní části je také hospodaření s dešťovou vodou. Na začátku praktické části jsou vymezené cíle. Je popsán konkrétní podnik tábořské sladovny – její historie a proces výroby sladu v tomto podniku. Dále se práce zaměřuje na analýzu stávajícího stavu hospodaření s vodou a zhodnocení stávajících deficitů a budoucích rizik. Na základě toho jsou navržena možná opatření a je provedeno jejich technicko-ekonomické zhodnocení.

I. REŠERŠNÍ ČÁST

1. DRUHY ODPADNÍCH VOD

Odpadní vodou se stává voda, která po použití změnila své vlastnosti, a to ať fyzikální (např. teplotu), nebo chemické (např. složení, pH a další). Zákon o vodách 254/2001 Sb., § 38 odstavec 1 nám udává následující definici pro odpadní vody:

„Odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z nich odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních, a dále jsou odpadními vodami průsakové vody ze skládek odpadu.“ [103]

Pokud se podíváme na normu ČSN 75 6101 (Stokové sítě a kanalizační přípojky), najdeme zde dělení druhů odpadních vod dle původu a způsobu znečištění. Dle této normy můžeme shrnout dělení odpadních vod následovně:

- splaškové odpadní vody
- infekční odpadní vody
- průmyslové odpadní vody
- odpadní vody ze zemědělství a zemědělské výroby
- znečištěné srážkové vody
- městské odpadní vody
- ostatní odpadní vody [14]

1.1 Splaškové odpadní vody

Splaškové odpadní vody tvoří vody z obytných domů a bytů (splašky z kuchyní, koupelen, toalet, prádelen), ale i vody z technické občanské vybavenosti – například ze škol, restaurací, hotelů a dalších. Znečištění splaškových vod pochází zejména z moči a z fekálií. Specifické množství splaškových vod na jednoho obyvatele za den závisí mimo jiné na bytové vybavenosti (vybavení koupelen – sprchy, vany, přívod teplé vody a další) a je prakticky stejné jako spotřeba vody na jednoho obyvatele za den – ta je dle vyhlášky

č. 120/2011 Sb. stanovena pro obyvatele s tekoucí teplou vodou na kohoutku na 35 m³ na obyvatele za rok (zhruba 96 l na obyvatele za den). [19] [93]

V tabulce 1 je uvedeno orientační složení splaškových domovních vod dle normy ČSN 75 6101.

Tabulka 1 - Orientační složení domovních splaškových vod dle normy ČSN 75 6101. Upraveno z [14]

Ukazatel	Hodnoty
pH	6,5 - 8,5
Nerozpuštěné látky	200–700 mg/l
Rozpuštěné látky	600–800 mg/l
BSK ₅ (s potlačením nitrifikace)	100–400 mg/l
CHSK _{Cr}	250–880 mg/l
N _{Celk}	30–70 mg/l
N _{NH4}	20–45 mg/l
P _{Celk}	5–15 mg/l

Dynamika průtoku splaškových odpadních vod se mění v průběhu dne, v průběhu týdne (víkendy či svátky), ale také v průběhu roku dle sezóny. Dynamiku průtoku odpadních vod ovlivňuje životní rytmus dané obce (návyky obyvatel, množství a charakter průmyslu, směnovost provozů a další). Obecně je kolísání průtoků menší u velkých měst, kde se nerovnosti vyrovnávají větším počtem obyvatel s různými styly života (noční směny, noční život ve velkých městech a další), a větší u malých obcí. Obecně lze říci, že špička v průtoku odpadních vod bývá ráno, kdy lidé vstávají a používají koupelnu, a další špička přichází večer. Nejnižší průtoky bývají v nočních hodinách. Nárazové špičky mohou být například způsobeny i důležitou sportovní událostí (např. před začátkem sportovního utkání, o poločasu fotbalového utkání nebo po skončení sportovní události). [13] [75]

1.2 Infekční odpadní vody

Mezi tyto odpadní vody patří vody z infekčních oddělení nemocnic, ze zdravotnických a přidružených zařízení, z veterinárních zařízení a podobně. Tyto vody obsahují choroboplodné zárodky v takové míře, že musí být před vypuštěním do kanalizační sítě patřičně předčištěny. [14]

1.3 Průmyslové odpadní vody

Do této kategorie patří odpadní vody z technologických průmyslových závodů a výroben. Můžeme sem zařadit také chladicí vody, které nejeví velké známky znečištění, ale jejich použitím dochází ke změně jakosti (změna fyzikálních vlastností).

Tato kategorie má velkou rozmanitost ve složení odpadních vod, neboť každé odvětví průmyslu a každý průmyslový závod produkuje specifické výrobky, a tudíž i produkované odpadní vody se zde mohou značně lišit (a to jak v kvalitě, dynamice odtoku, tak i v množství). Nelze tedy podat obecnou charakteristiku těchto odpadních vod. U odpadních vod z průmyslu je potřeba posoudit, zda nepřekračují přípustné koncentrace látek toxických, hořlavých, výbušných a jinak škodlivých pro provoz kanalizační soustavy (vliv na materiál stokové sítě, vliv na pracovníky kanalizační soustavy (výpary), vliv na biologické procesy na ČOV). Množství a kvalitu průmyslových odpadních vod stanoví příslušný správce kanalizace v kanalizačním řádu. [42]

1.4 Odpadní vody ze zemědělství a zemědělské výroby

U zemědělských odpadních vod lze říci, že množství a kvalita odpadních vod vznikajících v zemědělství je dána hlavní činností a typem daného provozu. Odpadní vody z farem s živočišnou výrobou se budou lišit od odpadních vod z farem s rostlinnou výrobou. Množství odpadních vod se odvíjí od specifické potřeby vody pro danou zemědělskou činnost a je také dáno např. typem krmení, metabolickými procesy a dalšími zootechnickými příčinami. Jak pracovat s jednotlivými odpadními vodami ze zemědělství udává blíže norma ČSN 75 6190. [15] [47]

1.5 Dešťové odpadní vody

Atmosférické srážky jsou dle zákona o vodách 254/2001 sb. § 5 (odstavec 3) povrchovými vodami a nejsou tedy automaticky odpadními vodami. Odpadními vodami se stávají, pokud jsou znečištěny tak, že mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod, anebo pokud jsou odváděny pomocí veřejné kanalizace. Při vysoké intenzitě srážkové události výrazně převyšují ve svých maximech průtok splaškových vod. Jejich množství závisí na velikosti odvodňovaných ploch a jejich charakteru (sklon, druh povrchu a další). Znečištění dešťových vod pochází z atmosféry, kdy se při průchodu atmosférou „vypláchne“ atmosférické znečištění do srážek anebo z oplachu povrchů při

dopadu na zemský povrch. Znečištění může být organického či anorganického původu a může zahrnovat celou řadu látek. Dešťové vody můžeme rozdělit na znečištěné (odtékající ze znečištěných povrchů – např. silniční komunikace, parkoviště, zemědělské areály a další) a neznečištěné (odtékající z neznečištěných povrchů – např. zahrady, parky, střechy, pěší zóny a další). [18] [41] [103]

1.6 Balastní vody

Balastní vody jsou vody, které ve své podstatě nejsou vodami odpadními a do kanalizace nepatří, nicméně se tam přesto dostaly. Mohou to být vody povrchové (např. neznečištěné vody dešťové) anebo vody podzemní, které se do kanalizační soustavy dostávají netěsnostmi. Tyto vody jsou v kanalizační soustavě nežádoucí – ředí odpadní vody, snižují jejich teplotu (což může vést k problémům v biologické části ČOV), snižují kapacitu stokové sítě – to může vést k častějším přepadům na odlehčovacích komorách (dopad na vodní toky), nebo zvyšují hydraulické zatížení ČOV. V případě přečerpávání odpadních vod mají také vliv na vyšší spotřebu elektrické energie v podobě většího množství čerpaných vod. Balastní vody mohou tvořit svým objemem významný podíl na celkovém objemu odpadních vod. Jejich podíl závisí např. na stavu kanalizační soustavy (netěsnosti) nebo na výšce hladiny podzemní vody. Během srážkové události a po srážkové události se zvyšuje průtok balastních vod vtokem dešťových vod a také zvýšenou infiltrací kvůli podpovrchovému odtoku ze srážek. [19] [42] [88]

1.7 Producenti odpadních vod

Producenty odpadních vod mohou být města (občanská vybavenost, srážkové vody odváděné kanalizační soustavou) a jejich obyvatelé, průmyslové podniky nebo zemědělské podniky.

Průmyslové podniky

Průmyslové podniky neprodukují pouze odpadní vodu z procesu své výroby, ale patří sem i další odpadní vody. Odpadní vody, které jsou vypouštěny z průmyslových závodů se skládají z:

- odpadních vod od zaměstnanců (sem patří i odpadní vody ze závodních jídelen a kuchyní), složením se podobají vodám splaškovým
- odpadních vod srážkových, které jsou odváděné z průmyslového areálu

- odpadních vod chladících (v některých průmyslových areálech), které nenesou většinou velké známky znečištění (vyjma změny teploty) a je snaha o jejich znovuvyužití
- odpadních vod přímo z technologických procesů průmyslového závodu – tyto vody tvoří v mnoha případech svým objemem a znečištěním hlavní složku odpadních vod z průmyslových závodů [42]

Zemědělství a zemědělská výroba

Podobně jako v průmyslových podnicích, tak i v zemědělských provozech vznikají různé druhy odpadních vod, které lze rozdělit na:

- odpadní vody z rostlinné výroby
- odpadní vody z živočišné výroby
- splaškové odpadní vody
- odpadní vody z oplachů strojů a zařízení
- dešťové vody
- odpadní vody z údržby a úklidu [47]

Městské odpadní vody

Městské odpadní vody jsou tvořeny obvykle vodami splaškovými, dešťovými, balastními a odpadními vodami z průmyslových objektů. Složení městských odpadních vod je tedy dáno složením a procentuálním zastoupením jednotlivých odpadních vod. Vzájemný poměr jednotlivých složek městské odpadní vody není vždy shodný a může zde být poměrně velká variabilita. [42]

2. HOSPODAŘENÍ S VODOU V PRŮMYSLU

Kvůli potenciálním problémům v důsledku klimatické změny, kdy můžeme očekávat do budoucna častější extrémní výkyvy počasí a kdy se dostupnost vody stává hůře předvídatelnou, a vzhledem k tomu, že odvětví průmyslu se na odběrech vody podílí velkou měrou, je třeba s vodou co nejefektivněji hospodařit. Čím dál více se klade důraz na optimalizaci výrobních procesů, na snižování potřebných odběrů vod a také snižování vypouštěných vod odpadních. Odběry vody a jejich následné vypouštění do kanalizační soustavy mají také přímou vazbu na ekonomiku průmyslových podniků. V oblastech s nedostatkem vod může být otázka odběrů vod a efektivního hospodaření s vodou zásadní pro samotné zajištění fungování provozů v obdobích sucha.

2.1 Vodní stres

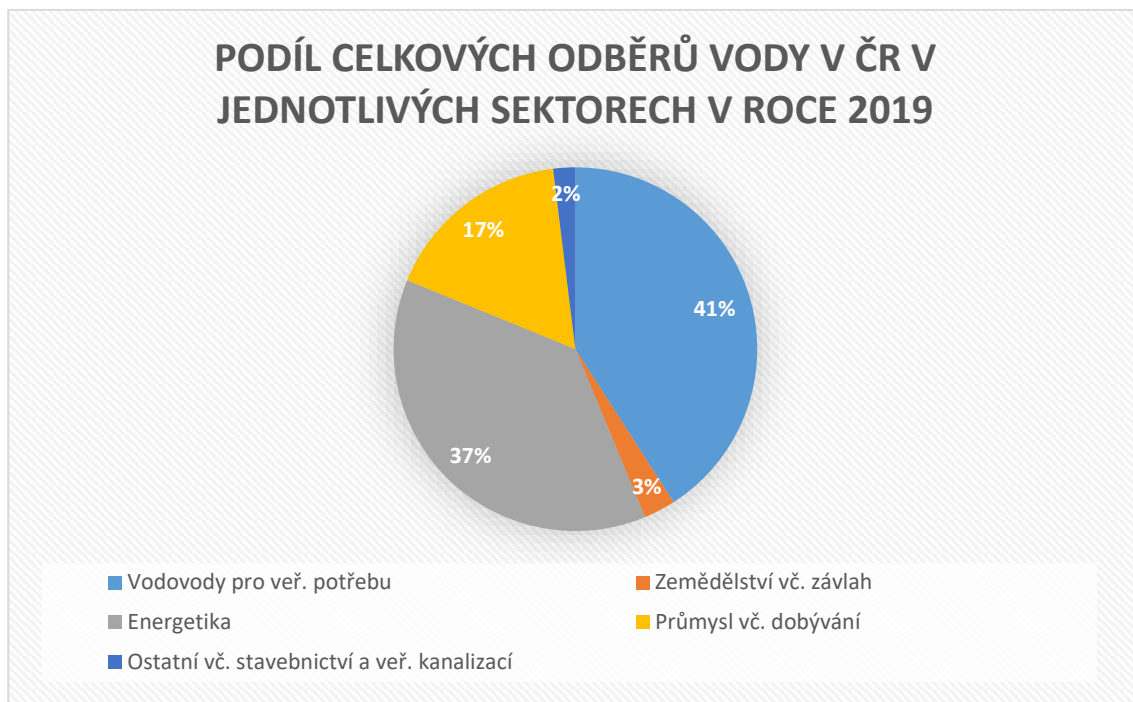
Odběr vod pro průmysl může způsobit výrazný tlak na regionální vodní bilanci a vyvolat nedostatek vody pro ostatní sektory (energetika, zemědělství a další). Evropská agentura pro životní prostředí (EEA) používá tzv. vodní index (WEI) pro určení míry vodního stresu v daném území. Vodní index se rovná celkové spotřebě vody dělené celkovým množstvím dostupných vodních zdrojů za 1 rok. Vodní index má poukázat na tlak vyvíjený na dostupné vodní zdroje v definovaném území. Pokud je vodní index vyšší než 20 %, pak jsou vodní zdroje namáhány vodním stresem, pokud je index vyšší než 40 %, indikuje to značný vodní stres a neudržitelné používání vodních zdrojů. V ČR byl podle EEA vodní stres nad 20 % zaznamenán v období 1990-2017 celkem 6krát. Dvě základní myšlenky v postupu proti dopadu vodního stresu na průmysl souvisí se zvýšením produktivity používané vody v průmyslu a vizí k dosažení tzv. nulového objemu odpadních vod. [85]

2.2 Spotřeba vody v průmyslu

Dle informací Spojených Národů se globálně 72 % z celkových odběrů vody spotřebuje v zemědělství, 16 % v domácnostech a službách a 12 % v průmyslu. [100]

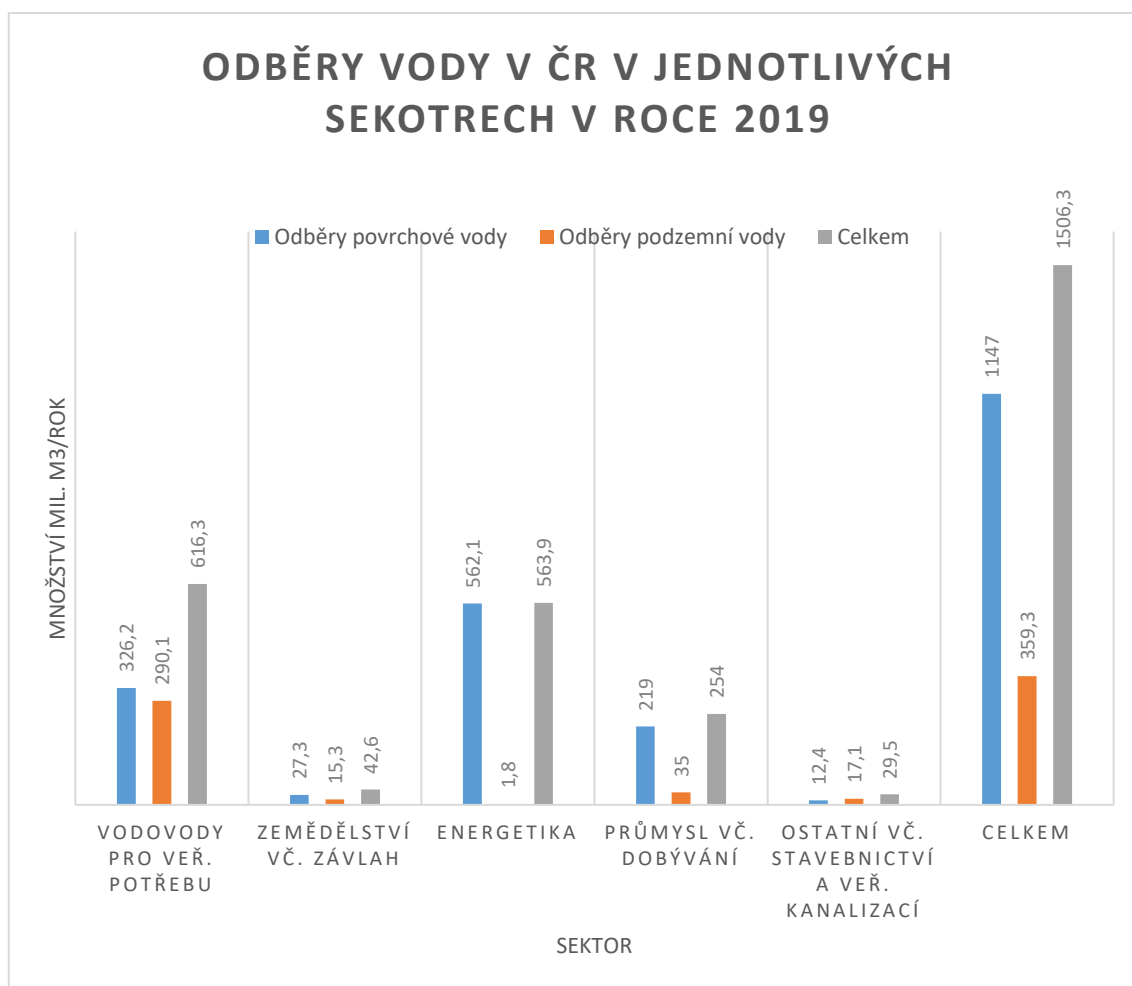
Pokud se podíváme na situaci v ČR, je spotřeba oproti globálním datům odlišná. Podle dat ze *Zprávy o stavu vodního hospodářství české republiky z roku 2019* (viz obrázek 2) je odběr vody pro zemědělství výrazně menší (pouze kolem 3 %). Výrazný

podíl na odběrech vody má u nás energetika (37 %) a dále vodovody pro veřejnou potřebu (41 %). Průmysl se podílí na odběrech vody zhruba 17 %. [102]



Obrázek 2 - Podíl celkových odběrů vod v ČR v roce 2019. Vlastní zpracování na základě [102]

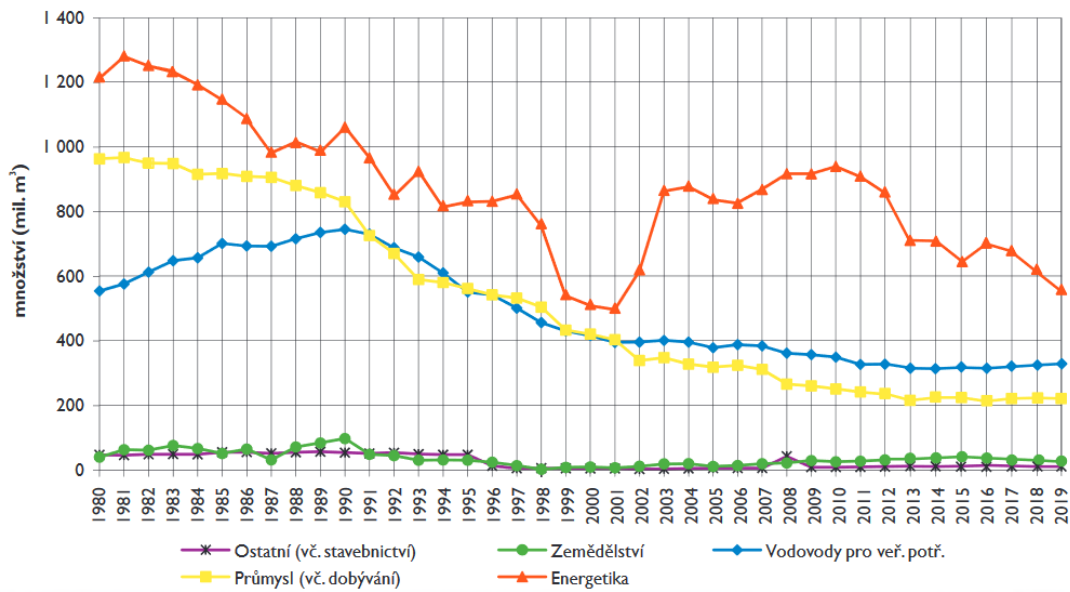
Průmysl a energetika jsou významnými odběrateli vod v ČR. V energetickém sektoru jsou to chladicí vody, které tvoří hlavní složku odběrů. V průmyslu jsou velkými odběrateli chemické provozy, hutní provozy nebo výroby celulózy a papíru. Co se týče energetiky a průmyslu, převážná většina odebíraných vod jsou vody povrchové. To můžeme vidět na obrázku 3, který ukazuje odběry vody (povrchové, podpovrchové i celkové) v jednotlivých sektorech v ČR v roce 2019. Povrchové vody jako zdroje vody se staly důležitým faktorem, který určuje polohu průmyslových a energetických provozů. [30] [102]



Obrázek 3 - Odběry vody v ČR v jednotlivých sektorech v roce 2019. Vlastní zpracování na základě [102]

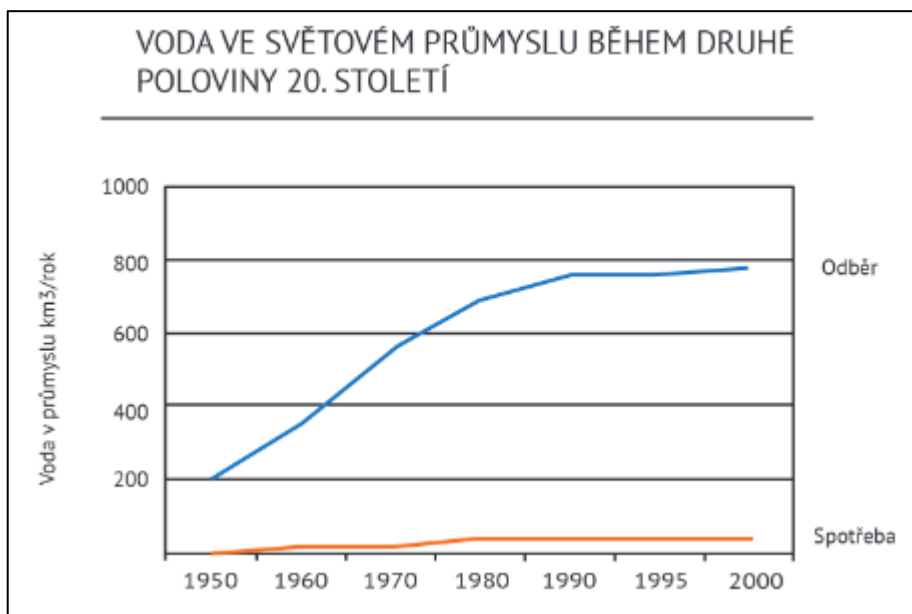
Zatímco celkové odběry vody ve světě mají rostoucí tendenci, odběry vody v ČR se od roku 1990 výrazně snížily. To zachycuje obrázek 4, kde vidíme průběh odběrů povrchových vod pro období 1980–2019. Důvody snížení v odběrech jsou především restrukturalizace průmyslu a zemědělství, privatizace, útlum, přísnější legislativa na vypouštění znečištění, ale také modernizace a zavádění úspornějších technologií do průmyslové výroby. [30] [102]

Odběry povrchových vod v České republice dle odvětví v letech 1980–2019



Obrázek 4 - Průběh odběrů povrchových vod pro jednotlivé sektory v ČR v období mezi lety 1890–2019. Převzato z [102]

Voda odebíraná průmyslem se dělí na vodu spotřebovanou v průmyslu a vodu odpadní. Voda spotřebovaná v průmyslu se pak dělí na vodu obsaženou v produkci, vodu odpařenou a vodu ve vedlejších produktech. Voda odebíraná průmyslem a voda spotřebovaná se výrazně liší v množství, což naznačuje obrázek 5. [30]

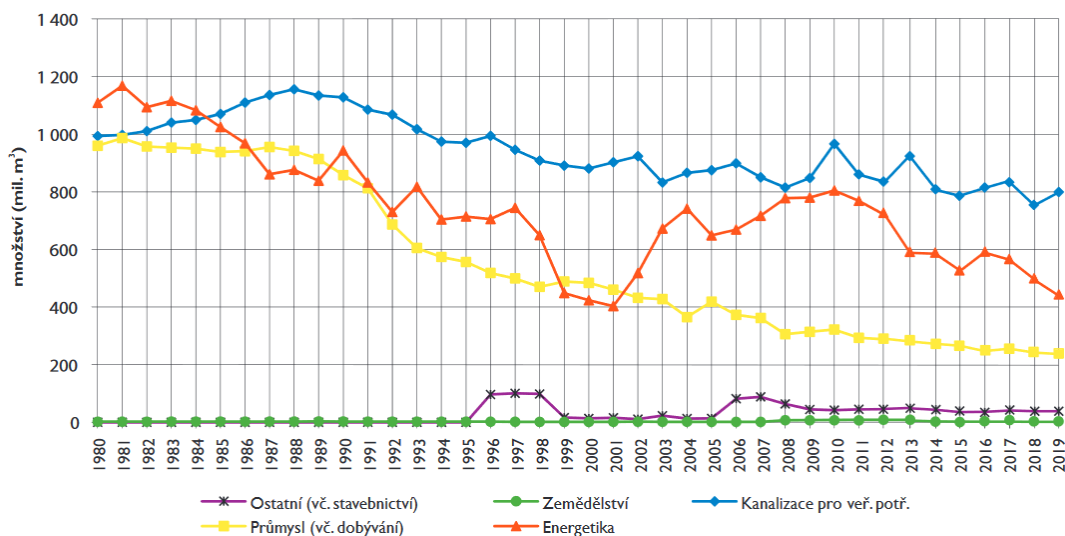


Obrázek 5 - Odběr a spotřeba vody v průmyslu. Převzato z [30]

To také znamená, že velká část vod se vypouští zpět do recipientů. Výpusti průmyslových odpadních vod patří mezi nejvýznamnější bodové zdroje znečištění. V minulosti byl vliv bodových zdrojů z průmyslu na vodní toky na našem území velmi

negativní kvůli absenci odpovídajících systémů čištění odpadních vod. V roce 1977 činil podíl průmyslu na celkovém zpoplatněném vypouštěném množství BSK₅ zhruba 57 %, asi o 20 let poté se tento podíl zmenšil na 29,5 %. Ke snížení zátěže vodních toků průmyslovými vodami pomáhá také přísnější legislativa a mezinárodní programy na ochranu vodních zdrojů. Celkové objemy vypouštěných průmyslových odpadních vod v jednotlivých sektorech v ČR mezi lety 1980–2019 vidíme na obrázku 6. [30] [102]

Vypouštění odpadních vod v České republice v letech 1980–2019



Obrázek 6 - Průběh vypouštění odpadních vod v ČR v jednotlivých sektorech v období mezi lety 1980–2019. Převzato z [102]

2.3 Voda z výrobního procesu

Jak již bylo zmíněno dříve, průmyslové podniky se značně liší a každé odvětví průmyslu má svá určitá specifika, a to ať už v množství spotřeby vody v průmyslovém procesu, tak i v kvalitě odpadních vod (voda může přicházet do styku s různými přísadami a chemikáliemi a může docházet k výrazným změnám v její jakosti). Každé odvětví průmyslu má také specifické požadavky na kvalitu vstupní vody do výrobního procesu. Spotřeba vody a její požadovaná kvalita je rovněž faktorem, který vstupuje do prvotní kalkulace cen produktů. V průmyslových podnicích jsou s vodou spojeny významné náklady, a to například na čerpání a předúpravu vody, úpravu vody do výrobního procesu nebo čištění odpadní vody z výrobního procesu.

Voda může být ve výrobním procesu použita pro různé účely. Může být použita jako produkt, rozpouštědlo či absorbent, prací a proplachovací médium a také jako dopravní nebo chladicí médium. S účelem použití vody je též spojena její spotřeba a znečištění.

Například spotřeba vody na chlazení je velká a její znečištění malé, kdežto množství vody použité na promývání může být malé, ale s velkým znečištěním.

V kapitole 1.7 bylo zmíněno, že odpadní voda z průmyslových podniků se skládá z několika druhů vod. Zpravidla je ale voda z výrobního procesu svým objemem a znečištěním tou nejpodstatnější a hlavní složkou.

Největšími odběrateli vody jsou v EU tato průmyslová odvětví: metalurgie, chemický a farmaceutický průmysl, výroba papíru a celulózy, energetika, ropa a plyn, textilní a kožedělní průmysl a potravinářský průmysl. Jak již bylo zmíněno, každé odvětví průmyslu má svoje vlastní specifika a podrobný popis jednotlivých odvětví není předmětem této práce, proto je zde uveden jen stručný popis a příklady využití vody ve výrobním procesu.

Ve výrobních papíru je voda užívána jako transportní médium pro vlákninu a hlavní operace zde představuje praní, filtrace, bělení a tvarování.

V textilním průmyslu se voda užívá jako reakční prostředí pro barvení, pro praní, ohřev a chlazení.

Potravinářský průmysl užívá velké množství vody pro různé účely, a to například na praní a proplachování, ohřev a chlazení, jako reakční prostředí či jako surovinu a součást produktu. V tomto odvětví je kladen důraz na vysokou kvalitu vody díky přísným hygienickým normám.

Metalurgický průmysl zahrnuje celou řadu procesů stejně jako chemických látek. Mezi procesy patří galvanické pokovování, procesy pro přípravu povrchů kovů, nebo fosfátování. Potřeba vody pro tyto procesy je značná, voda se používá pro čištění a oplach. Odpadní vody obsahují např. kovy, oleje, tuky, barviva, pigmenty, kyanidy nebo inhibitory koroze. Je zřejmé, že tyto vody nesou velkou známku znečištění. Těmto odpadním vodám také byla věnována velká pozornost pro snížení dopadu na životní prostředí. Hlavní myšlenkou je separace a pokročilé postupy pro zpracování těchto koncentrovaných odpadních vod, prodloužení životnosti lázní anebo užití méně toxických látek.

Chemický a farmaceutický průmysl je opět velmi rozsáhlý a specifický. Některé podniky produkují velké objemy pouze malého množství látek a některé zase malé objemy velkého množství látek. Voda je podstatou pro většinu chemického průmyslu, je

užívána jako rozpouštědlo nebo k propírání produktů, čištění aparátů anebo jako médium pro přestup tepla.

V důlním průmyslu při dobývání nerostných surovin je zpravidla nutnost k odvodnění dolů. Většina vody z odvodnění odchází do povrchových vod. Důlní vody obsahují vyšší koncentraci železa, manganu, síranů a mají také vyšší kyselost. [30]

2.4 Voda splašková

Splaškové odpadní vody jsou součástí odpadních vod v průmyslových podnicích. Jsou to odpadní vody z toalet či koupelen, ze závodních jídelen nebo kuchyní. Většinou jsou tyto vody odváděny do kanalizační soustavy. Splaškové vody můžeme dále rozdělit na vody černé a vody šedé. [26]

Černé vody:

Mezi černé vody patří vody z toalet – moč, fekálie, toaletní papír a voda na splachování. Černé vody můžeme ještě dále rozdělit na žluté vody a hnědé vody. Žlutá voda (moč) obsahuje močovinu, rozpuštěné soli (zejména chlorid sodný) a další organické látky. Moč obsahuje významné nutrienty – zejména dusík, fosfor a draslík, což jsou prvky používané pro průmyslovou výrobu hnojiv. Hnědé vody (fekálie) obsahují zejména uhlík, ale také vápník, hořčík a železo. Roční produkce jednoho člověka činí zhruba 500 litrů žluté vody a 50 litrů fekálií. Vzhledem k tomu, že fosfor je neobnovitelným zdrojem, který je ale zásadní pro fungování zemědělství (hnojiva) a produkce dusíku pro hnojiva je energeticky náročná, je na místě pohlížet na černé vody jako na „bohatství“ spíše než jako na „odpad“. [26] [80]

Šedé vody:

Dle normy ČSN 75 6760 nazýváme šedou vodou splaškové odpadní vody neobsahující fekálie a moč – sem tedy patří vody z umyvadel, sprch, van, dřezů a podobně. Co se týče znečištění těchto vod, mezi nejvýznamnější patří detergenty z pracích a čistících prostředků, mýdel nebo sprchových gelů. V listopadu 2018 byl vydán také návrh normy EN 16941-2, který zavádí pojem „světlá šedá voda“, což je šedá voda bez vod z kuchyní a praček, jelikož tyto vody jsou z šedých vod nejvíce znečištěny. Šedou vodu by bylo možné využít jako vodu provozní (například na zálivku zahrady či splachování toalet). Musí se ale dbát na dodržení platné legislativy, neboť šedé vody jsou brány jako odpadní vody a dle legislativy je např. zálivka zahrady brána jako vypouštění

do vod podzemních přes půdní vrstvu. Upravené šedé vody jsou tzv. bílými vodami. Problémem v ČR jsou ale značné nedostatky v legislativě, které brání efektivnímu využívání šedých vod. Není např. jasně definována šedá voda z pohledu odpadních vod, neexistuje jednotný přístup státní správy k požadavkům na využití šedých vod a neexistují přímé právní předpisy pro užívání šedých vod, pouze nezávazné normy. [79]

V dnešní době existují koncepty separace splaškových vod a jejich následné využití. Koncepty počítají např. s využitím šedé vody na zálivku zahrady, splachování toalet nebo mytí aut. Černé vody mohou být zdrojem živin využitelných v budoucnu třeba pro výrobu hnojiv (dusík, fosfor, draslík). Pro efektivní využívání těchto vod je ale nutné mít správně nastavenou a fungující legislativu. [26] [79]

Množství splaškových vod v průmyslových podnicích můžeme orientačně vypočítat například podle *Směrnice pro výpočet potřeby vody při navrhování vodovodních a kanalizačních zařízení a posuzování vydatnosti vodních zdrojů 9/1973*, která udává např. specifickou potřebu vody pro přímou potřebu – 5 litrů na osobu a směnu, v případě závodní kuchyně v podniku ještě o 25 litrů na osobu a směnu více. Dále je zde uvedena specifická potřeba pro mytí a sprchování – závisí na typu provozu a udává se 50 litrů na osobu a směnu pro čisté provozy, v případě závodů s horkými a současně špinavými provozy je to až 220 litrů na osobu a směnu. [76]

2.5 Voda dešťová

Nepřehlédnutelnou složkou vod odtékajících z průmyslových areálů jsou vody dešťové. Průmyslové areály jsou často rozsáhlé komplexy s velkou zastavěnou plochou a obvykle s velkým podílem zpevněných ploch. To má značný vliv na odtok dešťové vody, voda nemá kde přirozeně zasakovat a odtéká často do kanalizační soustavy. Je tím tedy zatížena nejen kanalizační soustava, ale také „peněženka“ daného podniku, který platí často nemalé sumy za odvádění těchto srážkových vod do kanalizační soustavy.

Průmyslové podniky mají povinnost platit za odvod srážkových vod do kanalizační soustavy. Výpočet „stočného“ za dešťové vody bez měření popisuje vyhláška č.428/2001 Sb. k zákonu 274/2001 Sb. O vodovodech a kanalizacích, respektive § 31 této vyhlášky:

„Množství srážkových vod odváděných do kanalizace bez měření se vypočte podle vzorce uvedeného v příloze č. 16 na základě dlouhodobého srážkového normálu v oblasti, ze které jsou srážkové vody odváděny do kanalizace, zjištěného u příslušné regionální

pobočky Českého hydrometeorologického ústavu a podle druhu a velikosti ploch nemovitostí a příslušných odtokových součinitelů uvedených v příloze č. 16.“ [95]

Výpočet je založen na rozdělení jednotlivých ploch do kategorií a přiřazení tzv. odtokového součinitele. Kategorie jsou rozděleny na A, B a C. Kategorie A jsou plochy těžce propustné a plochy zastavěné s odtokovým součinitelem rovným hodnotě 0,9. Kategorie B představuje plochy propustné zpevněné (např. zpevněné šterkové plochy) s odtokovým součinitelem 0,4 a do kategorie C patří plochy kryté vegetací nebo zatravněné plochy s odtokovým součinitelem rovným 0,05. Jednotlivé výměry ploch v m² se vynásobí příslušným odtokovým součinitelem a výsledkem je tzv. redukovaná plocha. Roční množství odváděných dešťových vod se vypočte jako součin součtu všech redukovaných ploch v m² a dlouhodobého srážkového normálu v daném místě v metrech za rok. [95]

Dešťové voda, jak již bylo uvedeno dříve, nese různé znečištění anorganické i organické. Znečištění se do dešťové vody dostává z atmosféry (především ve velkých městech a v průmyslových oblastech) nebo oplachem z urbanizovaných ploch. V průmyslových areálech mohou být zdrojem znečištění dešťové vody oplachy ze zpevněných ploch pro pojezd techniky (manipulační technika, import a export surovin a další), kde se mohou akumulovat pevné částičky z techniky, uvolněné pohonné hmoty a oleje nebo těžké kovy z opotřebení techniky (např. opotřebení brzd). Dalším zdrojem znečištění mohou být suroviny pro dané odvětví průmyslu. Průmyslové plochy mohou být znečištěny zpracováním surovin a jejich manipulací, jedná se o různé chemikálie, ropné látky a podobně. Každé odvětví průmyslu má svá specifika, a tak se toto znečištění bude výrazně lišit v každém odvětví. [17]

2.6 Nové nároky na hospodaření s vodou v průmyslu

Kvůli aktuálním problémům týkajících se změn klimatu zmíněných dříve (ať už je to sucho, či změna časového rozložení srážek a další) roste i poptávka po vodě. Kdo s vodou nakládá, by měl pamatovat také na stabilitu svých vodních zdrojů, zamyslet se nad ztrátami vody, které jsou zbytečné, a nad tím, jakou vodu vrací zpět do přirozeného koloběhu. Měli bychom se snažit vodu co nejefektivněji využívat a šetřit s ní. Průmysl má na odběrech vody velký podíl, a jak již bylo zmíněno, může být jednou z příčin výskytu vodního stresu v daném území. Efektivně hospodařit s vodou by mělo být v zájmu samotných průmyslových podniků, ať už z hlediska snížení poplatků za vodu (za

odběry vody a za likvidaci odpadních vod), nebo z hlediska samotného zachování chodu průmyslové výroby v obdobích sucha a nedostatků vody. Průmysl může čelit vodnímu stresu například zvýšením produktivity vody v průmyslu nebo snahou o dosažení nulových objemů odcházející odpadní vody. Schůdnou cestou je kompromis mezi oběma strategiemi. Pro dosažení vyšší produktivity vody v průmyslu se můžeme vydat různými cestami. Jednou z nich je analýza stávajícího výrobního procesu a zjištění potenciálních úspor vody. Další cesta je aplikace a vývoj moderních technologií a technologických procesů s optimálním využitím vody a odstraněním znečištění z odpadní vody. Můžeme využít různá dílčí správní, systémová, organizační nebo technická opatření. V koncepci nulových odtékajících odpadních vod je odpadní voda recyklována, zpracována či poskytována jinému odběrateli, který ji dále využívá. Výsledkem pak je nejen snížení odběrů vody v průmyslu (maximalizace průmyslové produktivity vody), ale také snížení znečištění životního prostředí (bezpečnost vodních zdrojů). Technologické postupy pro tento směr jsou například separace proudů, využití odpadní vody v různých formách nebo získávání surovin z odpadních vod. Vizi nulových odpadních vod lze realizovat v rámci jednoho podniku nebo v rámci více podniků či okresu. [30]

Opatření, která se dají v průmyslu aplikovat pro lepší hospodaření s vodou mohou být správní, systémová, organizační či technická. Patří sem například tato dílčí opatření:

- vodní audit
- úprava výrobního procesu (např. náhrada hydraulického transportu za suchý transport)
- užívání vody v přiměřené kvalitě pro daný účel
- recyklace vody a její využití na místě
- opakované využití vody (jiným odběratelem)
- snížení plýtvání a ztrát (školení a kontrola chování zaměstnanců, motivace zaměstnanců k úsporám, monitoring průtoků a identifikace ztrát)
- změny v chladících a ohřívacích technologiích (náhrada průtočných systémů za uzavřené)
- akumulace a využití dešťové vody
- politické nástroje a ekonomické motivace, národní a mezinárodní granty
- koncept „virtuálního obchodu s vodou“

- aplikace úsporných opatření z klasických domácností (např. pro toalety, koupelny, jídelny a závodní kuchyně pro zaměstnance – úsporné hlavice sprch, vodovodních baterií a další)
- přechod na bezvodý systém čištění (např. aplikací mechanického čištění)
- monitoring a digitalizace vodohospodářských dat a jejich vyhodnocení
- efektivní plánování výroby
- užití úsporných prvků na technologických rozvodech vody (např. automaticky uzavíratelné armatury, aplikace nízkoprůtočných trysek)
- správná údržba zařízení [30] [45]

Vodní audit

Vodní audit je komplexní analýzou vodního hospodářství konkrétního průmyslového podniku. Jasně popisuje, kde a jak je voda v podniku používána, jaká je její spotřeba v různých fázích procesu výroby a kde voda končí. Cílem vodního auditu je analyzovat stávající stav a identifikovat místa pro úsporu vody a snižování rizik ohrožení podniků nedostatkem vody. Vodní audit by měl být návodem pro vedení podniků s konkrétními návrhy na zefektivnění a optimalizaci hospodaření s vodou, což má vést i k minimalizaci rizika zastavení provozu v obdobích sucha, stabilizaci a posílení ekonomiky podniku. Spoluprací Ministerstva průmyslu a obchodu a Ministerstva životního prostředí vznikla iniciativa „Odpovědného hospodaření s vodou“ (OHV). Značku odpovědného hospodaření s vodou mohou získat podniky na základě vodního auditu, pokud splní podmínky pro její získání. Tuto značku propůjčuje Ministerstvo životního prostředí. [39]

Recyklace vod a opakované využití vod

Recyklování vod v místě je důležitým prostředkem pro úspory vody. Odpadní voda, která by byla jinak vypuštěna, se odebírá, upravuje a znovu využívá v daném místě. Často se používá tam, kde není vyžadována vysoká kvalita vod – např. proces ohřevu, chlazení, mytí nebo zavlažování. Opakované využití vod znamená využití odpadních vod z jiného místa (s případným zařazením mezistupně úpravy, pokud je potřeba). Např. využití přečištěné vody z ČOV v některém průmyslovém podniku kupříkladu na chlazení, ohřev nebo využití vody na hašení. [30]

Virtuální obchod s vodou

Tento koncept lze aplikovat jak na zemědělské a potravinářské produkty, tak i na průmyslové výrobky. Byl vytvořen jako nástroj pro země s nedostatkem vody, aby mohly svým občanům poskytnout stravu, oblečení a ostatní produkty s velkou potřebou vody na výrobu. Každý výrobek představuje objem vody potřebný pro jeho produkci. Globální obchodování umožňuje zemím s nedostatečnými vodními zdroji spolehnout se na vodní zdroje jiných zemí. Díky tomu, že se obchoduje mezinárodně, vodní stopa následuje produkty do místa jejich spotřeby ve formě virtuální vody. Toky virtuální vody nám ukazují, jak jsou vodní zdroje v dané zemi použity pro jiné země. V zemích s nedostatkem vody je na místě zaměřit se na produkci výrobků, které nejsou tolik náročné na vodu a ty s náročnou potřebou vody pro výrobu importovat – lze tedy říci importovat virtuální vodu. Tímto způsobem může země s nedostatkem vody snížit tlak na své vodní zdroje. [89]

Politické nástroje a ekonomické motivace

Tyto nástroje mohou podpořit strategie na snížení odběrů vod, produkce odpadních vod a zvýšení produktivity. Patří sem například zavedení regulace a sazeb za odběry vody, požadavky na splnění přísných norem a předpisů (to může vést podniky k zavádění nových technologií s menší spotřebou vody a produkcí odpadních vod). Tato politika by ale měla být proveditelná a vymahatelná a měla by průmyslu poskytnout i možnost požadavky splnit například formou různých dotací při zavádění inovačních technologií. [30]

3. ČIŠTĚNÍ VOD A RECYKLACE V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU

Potravinářský průmysl zahrnuje celou řadu provozů (mlékárny, pivovary, podniky na zpracování masa a další). Odpadní vody z potravinářského průmyslu mohou obsahovat velké množství znečištění (organické sloučeniny; nutrienty – fosfor, dusík; tuky; mikrobiální znečištění a další), které se liší typem potravinářského průmyslu. Obecně lze říci, že se vody z potravinářského průmyslu vyznačují vysokým obsahem organických látek vyjádřených parametrem BSK₅ (biochemická spotřeba kyslíku za 5 dní). Parametry biochemické a chemické spotřeby kyslíku se u těchto vod mohou lišit a jejich koncentrace mohou být v tisících ale také v desetitisících mg/l. Například odpadní vody mlékáren mohou mít v odvětví produkce sýru BSK₅ kolem 40 000 mg/l, kdežto např. u odpadní vody ze sladařského průmyslu se hodnota BSK₅ může pohybovat kolem 800 mg/l. Každé odvětví potravinářského průmyslu bude mít tedy odlišné nároky na čištění. Záleží i na tom, zda se voda čistí na parametry povolené pro vypouštění (např. do kanalizační sítě, či do povrchových vod), nebo se čistí pro opětovné využití ve výrobním procesu. Metody čištění odpadních vod z potravinářského průmyslu jsou podobné jako konvenční metody čištění odpadních vod. Zahrnují mechanické, biologické a chemické části čištění, využívají se aerobní i anaerobní procesy, dále flotace, koagulace, sedimentace, filtrace, adsorpce nebo membránové technologie. Technologie čištění se navrhuje individuálně podle charakteru odpadní vody daného odvětví a konkrétního podniku. [44] [99]

3.1 Vypouštění odpadních vod

Pokud se odpadní voda vypouští do kanalizační soustavy, musí vypouštěná odpadní voda splňovat podmínky kanalizačního řádu (množství a koncentrace znečištění). Pokud je odpadní voda vypouštěna do recipientu, musí splňovat náležitosti nařízení vlády č. 401/2015 Sb. [55] [95]

3.2 Recyklace vod

Recyklace vod v místě je velkým potenciálem pro úsporu vody v průmyslových podnicích. Odpadní voda, která by byla jinak vypouštěna, se zachytává, upravuje a znovu využívá. Zavedením recyklace vod může výrazně klesnout spotřeba vody na jednotku výroby. Použití recyklované vody musí dodržovat zásadu požadované kvality pro daný

účel, pro který je recyklovaná voda použita. Výhodné je tuto vodu použít ve stupních výrobního procesu, kde stačí menší kvalita vody – často je to proces ohřevu, chlazení, mytí nebo zavlažování v místě, a nejsou vysoké nároky na předčištění této vody. Při zavádění recyklace vody je tedy třeba vzít v úvahu případné náklady na úpravu této vody do požadované kvality a porovnat to s náklady na vodu z vodního zdroje a vypouštění odpadních vod. V potravinářském průmyslu jsou vysoké požadavky na kvalitu používaných vod, aby se zajistila bezpečnost výrobků, a proto jsou v rámci recyklace vody kladeny vysoké požadavky na úpravu vody z výrobního procesu před jejím opětovným použitím. V místě, kde klesá kvalita vody z vodního zdroje nebo tam, kde je nespolehlivá dodávka vody z důvodu nedostatku vody, může být zavedení recyklace vody vhodným řešením pro zajištění stability chodu podniku i v nepříznivých obdobích. [30]

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 o hygieně potravin zmiňuje recyklaci vody a její použití ve výrobním procesu takto:

„Recyklovaná voda používaná při zpracování nebo jako složka nesmí představovat riziko kontaminace. Musí splňovat normy pro pitnou vodu, pokud příslušný orgán neuznal, že kvalita vody nemůže ovlivnit hygienickou nezávadnost potravin v její konečné formě.“ [54]

Recyklace vod naráží i na otázku přijatelnosti myšlenky konzumace produktu, pro jehož výrobu byla recyklovaná voda využita. Při konzumaci například pitné vody upravené z odpadních vod existuje přirozená psychická bariéra ve společnosti a dle průzkumu IBRS pro společnost Veolia (zaměřen na využití recyklované vody), na otázku, zda by dotazovaní ochutnali tuto vodu, odpovědělo pouze 14 % ANO a 41 % SPÍŠE ANO. [73]

4. SLADAŘSTVÍ

Obor, který je výrazně spjatý s českou kulturou a společností, je výroba piva. Dobré pivo nelze vyrobit bez kvalitních surovin a tou základní pro „české“ pivo je ječmen, respektive ječný slad. Obor sladařství je úzce spojen s oborem pivovarství, protože pivovarství je hlavním odběratelem sladu. Sladařství a pivovarství se u nás rozvíjelo od středověku a zlatého věku dosáhlo na přelomu 19. a 20. století, kdy české sladařství a pivovarství bylo špičkou ve světě a formovalo celosvětový vývoj těchto oborů. [12]

4.1 Historie sladařství

Historie přípravy sladu šla ruku v ruce s vývojem výroby piva. Za kolébku sladu se považuje Mezopotámie, kde se již v 10. až 7. tisíciletí před naším letopočtem pěstoval ječmen a pšenice. Zde z nich začali připravovat kvašené nápoje. Není ale jasné, kdy se začal vyrábět z obilovin slad na principu namočení, naklíčení a usušení. Nejspíše šlo o náhodu. V Českém království napomohlo k rozvoji piva právo várečné. Rozvoj výroby piva a sladu se zvýšil ve středověku, měšťané bohatli a jednotliví výrobci piva se sdružovali do městských pivovarů. V té době měl každý pivovar svoji sladovnu. Ve středověku bylo již české pivo proslaveno za hranicemi jeho kvalitou, ale i kvalitou surovin (ječmene a chmele). Až do 19. století nebyly pro kontrolu kvality surovin, technologického postupu a kvality sladu a piva k dispozici žádné objektivní metody a pomůcky. Výběr surovin a kvalita výroby sladu a piva závisely na zkušenostech sládků a zkušenosti předávané z generace na generaci. Od poloviny 19. století došlo k rozvoji technologie i zařízení a také ke zlepšení kvality sladů i piv díky rychlému rozvoji vědeckého bádání osvětlující procesy probíhající při výrobě sladu a piva a možnosti jejich optimalizace. Napomohl k tomu také rozvoj strojírenského průmyslu na výrobu zařízení pro sladovny a pivovary. Došlo také k rozvoji a zavádění kontrolních metod. Přelom 19. a 20. století je považován za „zlatý věk“ českého sladařství a pivovarství, které díky kvalitě pěstovaných surovin, sladu a piva, technologické úrovni, odbornému školství i vědeckým příspěvkům ovlivnilo vývoj sladařského a pivovarského oboru na celém světě. Do světa se vyvážely suroviny, výrobky a zařízení pro sladovny i pivovary a čeští odborníci působili v zahraničí ve velké míře. Omezil se vývoz ječmene a byl nahrazen vývozem sladu z nově budovaných sladoven. Začalo se rozvíjet i šlechtitelské odvětví sladovnického ječmene. Vedle pivovarských sladoven začaly vznikat i tzv. obchodní

sladovny, které nepatřily pod žádný pivovar. Zdokonalovaly se zařízení a technologické postupy máčení, klíčení a hvozdění s cílem zkrátit proces a snížit náklady na energii a spotřebu vody. Postupem času byly prohloubeny poznatky o všech důležitých sloučeninách ječného a sladového zrna, jednotlivých látkách a faktorech a jejich vliv na kvalitu sladu i piva. Důležitým bodem v historii českého sladařství a pivovarství bylo založení Měšťanského pivovaru v Plzni – rok 1842 (později Prazdroj), který dal základ výrobě charakteristického „českého piva“. V zahraničí se snažili toto pivo napodobit a začali dávat pivům přívlastek „Pils“ nebo „Pilsner“. [12] [29] [40]

S příchodem socialistického režimu po 2. světové válce došlo k podcenění sladařského průmyslu a jeho exportních schopností, a to vedlo k postupnému technickému i technologickému zaostávání a ztrátě dominantního postavení největšího světového exportéra sladu. Českému sladu vznikla po 2. světové válce velká konkurence v USA, kam se dříve český slad exportoval. V USA byly postaveny sladovny s velkými produkčními kapacitami a přesto, že vyráběly méně kvalitní slad než český, dokázaly ho vyrobit za nižší cenu. [12] [31]

Po revoluci došlo k privatizaci a restrukturalizaci sladoven a vzniklo zdravé konkurenční prostředí a opětovný rozvoj sladařství. Množství výroby sladu se koncentrovalo z pivovarských sladoven do komerčních sladoven. Velký počet vlastníků komerčních sladoven, kteří po revoluci investovali do obnovy technologického zařízení, se po revoluci dostali do finančních potíží a čelili insolvenčnímu postavení. Přesto, že český sladařský průmysl prošel restrukturalizací, patří k málo efektivním v EU. Průměrná výrobní kapacita na jednu sladovnu je v ČR příliš nízká – zhruba 17 700 t/rok (toto průměrné číslo ještě zvedají 4 největší sladovny v ČR s kapacitou kolem 100 000 t/rok). Na malé české sladovny tak působí značný tlak z velkých sladoven, které mají roční výrobní kapacity přes 100 000 t/rok. Menší provozy mají vyšší nákladovost na produkci jedné tuny sladu než sladovny s velkou výrobní kapacitou. [12]

4.2 Výroba sladu ve světě, v Evropě a v ČR

Celosvětově se spotřebuje přes 20 miliónů tun sladu ročně, z toho zhruba 94 % se využívá na výrobu piva, 4 % k výrobě destilátů a cca 2 % pro ostatní účely. V EU se ročně vyrobí zhruba 9 miliónů tun sladu. Největší výrobní kapacity jsou v Německu. Česká republika byla k roku 2011 na 5. místě v EU. Evropský slad má dominantní postavení ve světě mimo jiné i díky vhodnému klimatu pro pěstování ječmene a výrobu

sladu. K roku 2012 měla Evropa 20% podíl na světové výrobě piva ale 38% podíl na výrobě sladu. Je tedy patrné, že je zde přebytek sladařských kapacit a dochází k exportu sladu mimo EU. [12]

V ČR bylo v roce 2011 v provozu pouze 30 sladoven, z toho 18 komerčních sladoven a 12 pivovarských. Výroba sladu v komerčních sladovnách činí zhruba 75 %. V roce 2012 se v ČR vyrobilo 524 000 t sladu a z toho 258 000 t činil vývoz do zahraničí. Největší sladovny v ČR vlastní společnost Sladovny Soufflet ČR, a.s., která je součástí francouzské sladařské divize Groupe Soufflet, a ta je jedním z největších výrobců sladu na světě. Největší komerční sladovny v ČR jsou Nymburk (cca 110 000 t/rok), Kroměříž (cca 100 000 t/rok), Hodonice (cca 100 000 t/rok) a Prostějov (cca 33 500 t/rok). Mezi největší pivovarské sladovny patří sladovny Plzeňského Prazdroje – sladovna Plzeň (cca 85 000 t/rok) a sladovna Nošovice (34 000 t/rok). Uvedené roční výrobní kapacity odpovídají datům z roku 2012. [12]

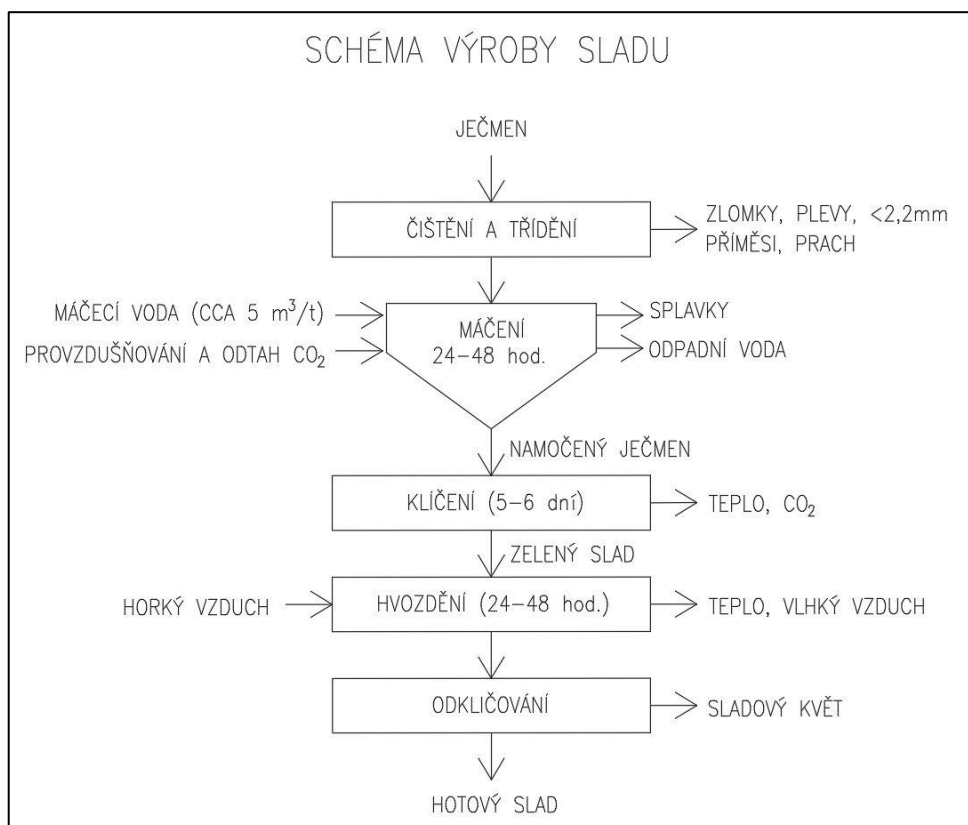
Podle pivovarské statistiky vydané Českým svazem pivovarů a sladoven pro rok 2019, bylo v tomto roce v provozu 28 sladoven a celková produkce sladu činila 543 000 t. Exportované množství bylo pro tento rok 223 000 t. Největším odběratelem českého sladu bylo Polsko (téměř 80 000 t) a Německo (necelých 40 000 t). [60]

4.3 Popis procesu výroby sladu

Proces výroby sladu z ječmene sleduje tradiční postupy, které se vytvořily a osvědčily během dlouhé historie oboru sladařství, ale také sleduje moderní poznatky, které umožňují při zachování stejného základního principu výroby sladu zkrátit výrobní procesy a snížit nároky na energii, či na vodu. Provozy se postupně mechanizovaly a automatizovaly pomocí řízení výpočetní technikou a byla odstraněna původní namáhavá ruční práce. V této kapitole je uveden stručný popis procesu výroby sladu.

Výroba sladu je proces, který využívá řadu vegetačních, strukturálních, fyzikálních, chemických a biochemických (hlavně enzymových) změn probíhajících v zrně ječmene. Procesy jsou závislé na mnoha faktorech – např. na genetických vlastnostech suroviny, technologických postupech a zařízeních. Na obrázku 7 je znázorněné schéma procesu výroby sladu. První krok po příjmu ječmene ve sladovně je proces čištění a třídění. Ječmen před uskladněním na půdách či v silech musí být zbaven nečistot (cizí zrna, pluchy, úlomky zrn, slámy a klasů), tzn. musí být odstraněno vše, co není celé zrno

ječmene. Dále se ječmen třídí dle velikosti zrn a odprašuje. Ječmen se třídí do dvou tříd. I. třída je ječmen tzv. předního zrna, vše, co se zachytí na sítu s otvory 2,5 mm. II. třída je vše, co se zachytí na sítu s otvory 2,2 mm. Co propadne tímto sítem je tzv. zadina a používá se na krmivo. Proces třídění je důležitý proto, aby v procesu výroby sladu byla zrna co nejvíce stejné velikosti, to pak znamená, že mají i velmi podobné vlastnosti v procesu máčení, klíčení a hvozdění. V následujících podkapitolách se práce zaměří právě na popis procesu máčení, klíčení a hvozdění. [12]



Obrázek 7 – Schéma výroby slady. Upraveno z [12]

4.3.1 Máčení ječmene

Máčení ječmene je prvním a velmi důležitým krokem výroby sladu. Zajišťuje zrnu příjem vegetační vody pro klíčení, pro průběh metabolických procesů zrna, k aktivaci a syntéze enzymů důležitých pro změny zrna během klíčení a také sladových enzymů důležitých v procesu výroby mladiny (při výrobě piva) - především enzymů štěpících škrob na zkvasitelné cukry. Obsah dodané máčecí vody musí odpovídat potřebám dané odrůdy ječmene, jejím ročníkovým vlastnostem, technologickému postupu a zařízením použitým při následujícím klíčení a také druhu vyráběného sladu. Během máčení přijímá zrno vegetační vodu. Počáteční vlhkost skladovaných zrn ječmene se pohybuje zhruba

kolem 12–17 %, během procesu máčení je nutné dosáhnout vlhkosti zhruba 40–48 % (závisí na druhu sladu a dalších faktorech) než zrno odchází do procesu klíčení.

Pro schopnost klíčení je třeba dodat zrnu vlhkost minimálně 30 %, kdy se zvyšují životní funkce v zrnu. Při vlhkosti 35–38 % probíhá proces klíčení nejrychleji, je ale třeba dodat ještě další vodu, aby zrno dosáhlo vlhkosti cca 44 % pro rozpuštění endospermu (vnitřní živné pletivo semene) a k aktivaci a syntéze enzymů a důležité metabolické a strukturální změny zrna. Rychlost přijímání vody ječným zrnem závisí na teplotě vody a na velikosti a struktuře zrna. V prvních hodinách přijímá zrno vodu rychle, ale nerovnoměrně. Po určité době se příjem vody zpomalí. Pokud dojde k přemočení zrna kvůli špatným podmínkám máčení nebo při mechanickém poškození zrna, mohou do zrna vnikat nežádoucí soli nebo inhibitory klíčení. Velká zrna přijímají vodu pomaleji než malá, a proto je třeba mít zrna co nejvíce stejné velikosti. S vyšší teplotou vody přijímá zrno vodu rychleji. Běžné teploty tradičního máčení jsou zhruba 10–12 °C.

Máčecí proces zahrnuje několik fází namáčení a následné vzdušné přestávky. Na počátku máčecího procesu má první máčecí voda spíše čistící funkci než zvýšení vlhkosti zrna. První máčecí voda odstraňuje pevné částice – splavky (úlomky zrn, lehká zrna, zrna jiných rostlin a další) a prach. Tyto nečistoty se usazují na hladině a jsou přepadem odstraňovány. Současně se také částečně odstraňují mikroorganismy z povrchu zrn a probíhá také vyluhování látek obsažených v obalových částech zrna.

Při procesu máčení dochází rovněž ke zvýšení dýchání zrna a spotřebě kyslíku v máčecí vodě. Je třeba zajistit přísun kyslíku, aby se zachoval aerobní proces dýchání. Do procesu máčení se také může přidat odsávání oxidu uhličitého pro zajištění lepšího průběhu máčení. Technologické postupy i zařízení pro máčení ječmene zaznamenaly postupem času velké změny, hlavně díky poznatku o významu kyslíku a oxidu uhličitého. Snaha je docílit zkrácení máčecího postupu a snížení spotřeby vody. Existuje velké množství variant způsobů máčení využívajících základní faktory – doba, teplota máčecí vody, regulace přívodu vody a kyslíku a odstraňování oxidu uhličitého.

Máčení ječmene probíhá v nádobách, tzv. náduvnících. Starší typy byly vyráběny z železobetonu, či plechu, moderní náduvníky jsou vyrobeny z nerezavějící oceli. Náduvníky mají různou konstrukci, mohou být kruhového nebo kvadratického průřezu se spodní kónickou částí a úhlem kónusu 45° nebo mohou být ploché s kruhovým průřezem. Náduvníky mohou být konstruovány bez větrání a odsávání oxidu uhličitého nebo se

zařízením s plně automatickým dávkováním vzduchu a odsáváním oxidu uhličitého. Na obrázku 8 jsou zobrazeny dva kónické náduvníky s uspořádáním nad sebou, s možností přepouštění ječmene. Uspořádání může být provedeno také vedle sebe, ale potom je nutné čerpání z jednoho náduvníku do druhého.



Obrázek 8 – Kónické náduvníky s uspořádáním nad sebou s možností přepouštění. Zdroj: vlastní foto

Hojně užívaný postup máčení je máčení se vzdušnými přestávkami, vzdušnáním a odsáváním oxidu uhličitého. Během tohoto postupu jsou střídány fáze ječmene pod vodou s provzdušňováním a fáze ječmene bez vody s odsáváním oxidu uhličitého. V náduvnících jsou instalovány trubní rozvody tlakového vzduchu, který se během fáze namočení přivádí. Příklad takového máčecího procesu může být následovný:

- 1. mokré předmáčení: 4–6 hodin, do obsahu vody v zrně 30 %, dávkování tlakového vzduchu každé 1–2 hodiny, odstranění splavků
- 1. vzdušná přestávka: 14–24 hodin, zvýšení vlhkosti v zrně ulpělou vodou na povrchu zrna na 31–32 %, odsávání oxidu uhličitého každé dvě hodiny na 10–15 minut
- 2. mokré máčení: 2–4 hodiny, do obsahu vody 38 %, 2x dávkování tlakového vzduchu na 10–20 minut, přečerpání do dalšího náduvníku
- 2. vzdušná přestávka: 14–24 hodin, zvýšení obsahu vody na 39–40 %, odsávání oxidu uhličitého během 1–2 hodin na 10–15 minut
- 3. mokré máčení: 1–3 hodiny, do požadovaného stupně domočení, dávkování tlakového vzduchu 10–30 minut, vymáčení

Další příklad postupu máčení:

- předmáčení: napuštění prací vody, odstranění splavků
- 1. máčení: 2–6 hodin pod vodou, následně vzdušná přestávka 10–18 hodin bez vody, dvojitě odsávání oxidu uhličitého ke konci vzdušné přestávky, obsah vody 30–32 %
- 2. máčení: 6–10 hodin pod vodou, vzdušná přestávka 10–14 hodin, odsávání oxidu uhličitého po 2–3 hodinách, obsah vody 38–42%
- 3. máčení: 4–6 hodin pod vodou do požadovaného stupně domočení

Celková doba máčení závisí na teplotě vody a citlivosti ječmene na vodu. Postupy s intenzivním vzdušnáním a odsáváním oxidu uhličitého lze zkrátit běžné postupy máčení na zhruba 30–35 hodin. Pro ječmeny, které jsou citlivé na vodu mohou stačit jen 2 periody pod vodou. Starší postupy máčení vyžadovaly delší dobu celého procesu – až 78 hodin. Nebylo u nich aplikováno provzdušňování ani odsávání oxidu uhličitého a byly zde delší periody pod vodou.

Na konci procesu máčení, když dosáhneme požadovaného stupně domočení následuje krok vymáčení ječmene. Vymáčení může být suché nebo mokré. Při suchém vymáčení se z náduvníku vypustí poslední máčecí voda a ječmen se nechá 4–8 hodin v náduvníku, aby voda odkapala. Následně nastává transport na klíčení (na humna nebo do klíčících skříní) buď přepuštěním nebo pomocí mechanických dopravníků. Při volbě pneumatické dopravy by se mohla zrna porušit a ztratit klíčivost. Mokré vymáčení využívá k přepravě do klíčícího zařízení poslední máčecí vodu, případně se ještě doplňuje voda na transport. Zrno je transportováno s vodou v potrubí do klíčících zařízení, která jsou opatřena perforovaným dnem kudy voda odtéká. Při mokřém vymáčení je zrno delší dobu v kontaktu s máčecí vodou, a tak se volí finální stupeň domočení o zhruba 1–3 % menší než při suchém vymáčení. [12]

4.3.2 Klíčení ječmene

Klíčení je další důležitý proces ve výrobě sladu. Probíhá při něm řada chemických, biochemických, fyziologických a fyzikálních změn zrn ječmene. Cílem procesu klíčení je aktivace a syntéza enzymů a docílení požadované vnitřní přeměny zrna (rozluštění) s minimálními náklady a s únosnými sladovacími ztrátami (dýcháním ječmene). Při klíčení se mění vzhled i struktura zrna. Pro klíčení je potřeba dostatečný obsah vody (z máčení), dostatečná teplota (pro světlý slad 10–12 °C), přísun kyslíku a čas. Potřebnou energii na klíčení dostává zrno dýcháním, kdy se „spalují“ sacharidy. Při klíčení je nutné zajistit správný přísun kyslíku – při nedostatku se klíčení zpomaluje a při nadbytku se zvyšuje ztráta extraktu prodýcháváním. Podmínkou dobré kvality sladu je rychlé a vyrovnané klíčení. Nepříznivě mohou na proces klíčení působit různé chemické sloučeniny, které působí jako inhibitory klíčení. Mohou to být např. zbytky pesticidů, kovové ionty, fenolové látky, chlorované deriváty, ale i mikrobiální znečištění. Finální produkt klíčícího procesu při výrobě světlých sladů je tzv. zelený slad, který se následně přemístí do dalšího procesu – procesu hvozdění (sušení). Zelený slad pro výrobu světlého plzeňského sladu (obrázek 9) má mít zdravou vůni, vyklíčené kořínky mírně zvadlé, dobrou přeměnu zrna a vývin tzv. střelky (budoucí nadzemní část rostliny) do 1/2–2/3 zrna.



Obrázek 9 - Zelený slad. Převzato z [25]

Nejstarším postupem klíčení je sladování na „humnech“. Humna (obrázek 10) se dříve stavěla jako podzemní místnosti s podpěrnými sloupy. Sloupy omezovaly použití mechanizace a vyžadovalo se manuální předělávání hromad pomocí dřevěného nářadí. Podlaha musela být rovná a výška místností nesměla být moc velká, aby nedocházelo k velké cirkulaci vzduchu a tím k vysychání hromad. Vlhkost na humnech by se měla pohybovat kolem 85-95 % a neměl by zde být přístup dennímu světlu. Sladování na humnech bylo náročné jak na manuální práci, tak na podlahovou plochu pro rozprostření ječmene.



Obrázek 10 - Pohled na bývalá humna, dnes sloužící jako skladové prostory. Zdroj: vlastní foto

Dalším typem skladovacích zařízení jsou pneumatická skladovadla. Ta jsou vybavena vlastním skladovadlem (klimatizovanou komorou nebo bubnem), zařízením pro čištění, mísení, temperaci a vlhčení vzduchu, kanálovým systémem pro přívod čerstvého vzduchu, ventilátory pro nucený pohyb vzduchu a zařízením pro doplňování obsahu vody v klíčicím ječmeni. Patří sem bubnová nebo skříňová skladovadla. Skříňová skladovadla zaznamenala velký rozmach, modernizaci a rozšíření. Jsou to klíčovadla obdélníkového nebo kruhového průřezu z vrchu otevřená. Klíčicí ječmen je uložen na perforovaném dně ve vrstvě 0,5 až 1,5 m. Kypření a převrstvení ječmene zajišťují mechanické obraceče anebo u kruhových průřezů otočná dna s pevnými obraceči. Vzduch je protlačován přes vrstvu klíčicího ječmene a odváděn do větracích kanálů. Kapacita skříňí je různá a může být v rozmezí 5–500 tun. Výhodou skříňových klíčidel je vysoká kapacita, jednoduchá

obsluha a dobrá kvalita sladu. Nejznámějším typem skříňového klíčidla je tzv. Saladinova skříň, která je zachycena na obrázku 11. [12]



Obrázek 11 – Pohled na Saladinovu skříň v provozu. Zdroj: vlastní foto

Saladinova skříň je samostatnou klíčící jednotkou a je naplněna jednou šarží ječmene. Do Saladinových skříní se většinou vymáčí ječmen mokrou vymáčkou a pomocí pohyblivých obracečů je urovnán do roviny a následně kropen a obracen, aby se docílilo rovnoměrného klíčení hromady. [66]

4.3.3 Hvozďení ječmene a závěrečné úpravy sladu

Hvozďení ječmene je proces, který má za cíl snížit obsah vody z důvodu skladovatelnosti pod 4 %, zastavit vegetační procesy, redukovat část enzymatické aktivity a dle typu sladu vytvořit správné chuťové, barevné a oxidačně-redukční látky. Rozdělujeme tři fáze hvozďení sladu:

- růstová fáze: obsah vody je nad 20 %, teplota do 40 °C, zrnو je schopno dál klíčit

- enzymová fáze: obsah vody je pod 20 %, teplota 40–60 °C, vegetační procesy jsou zastaveny, ale enzymové procesy dále pokračují
- chemická fáze: obsah vody pod 10 %, teplota nad 60 °C, enzymové reakce jsou zastaveny a probíhají chemické změny mající za následek tvorbu chuťových a barevných látek

Sušení probíhá na tzv. hvozdech. Původně se sušení ve hvozdech provádělo přímým ohřevem spaliny dřeva, dnes jsou hvozdy vyhřívány většinou nepřímou. Hvozdnění je ve sladařském procesu nejnáročnější na spotřebu energie. Pro vytápění se dnes používají paliva jako plyn, uhlí a ropné oleje. Hvozdnění probíhá na tzv. lískách – jsou to nosné perforované rošty se světlostí štěrbin cca 1,5 mm. Vrstvou zeleného sladu prochází vzduch s příslušnou teplotou pro danou fázi sušení. Pro výrobu tmavých piv a speciálních piv se vedle světlých a tmavých sladů používají také karamelové a pražené slady, které se přidávají k běžně užívaným sladům. Jejich přidáním se mění finální vlastnosti piva jako barva, chuť a pěnivost. Pro výrobu karamelových a pražených sladů se používají rychlopražící bubny.

Po ukončení hvozdnění má slad poměrně vysokou teplotu (až 80 °C) a musí se co nejrychleji ochladit, aby se zastavila inaktivace enzymů a zvyšování barvy sladu. Dalším důležitým procesem je odstranění klíčků (sladového květu) sladu. Tento krok je důležitý z hlediska skladování (klíčky rychle poutají vlhkost) a také z hlediska následných vlastností piva. Odkličování je třeba provést co nejdříve po hvozdnění, protože pokud klíčky navlhnou, špatně se od sladu oddělují. K odkličování se používají bubnová (lišťová nebo peruťová), šneková nebo pneumatická odkličovací zařízení. Sladový květ označuje kořínky a střelku z usušeného sladu. Pro svůj vysoký obsah biologicky aktivních látek se dále zpracovává a využívá se jako přísada do krmiv hlavně pro telata a krávy. Sladový květ tvoří zhruba 3–5 % podílu celkového sladu. Po odkličování následuje čištění sladu (odstranění zbytků sladového květu, prachu, poškozených zrn) a poté jeho skladování.

Výsledná výtěžnost sladu se pohybuje kolem 80–84 % z přijatého ječmene. Záleží zde na mnoha faktorech – na množství zadiny na sítích při třídění ječmene, množství prachu a nečistot, velikosti ztrát prodáváním a také na obsahu vody v přijímaném ječmeni a stupni dosušení finálního sladu. [12]

4.4 Voda ve sladařském výrobním procesu

Sladařství a pivovarství jsou odvětví průmyslu, která potřebují velké množství vody ve výrobním procesu. Díky tomu je věnována pozornost hledání zdrojů vody a také možností na snížení potřebné vody do výrobního procesu. Jak bylo zmíněno již v popisu sladařského výrobního procesu, hlavní vodou je voda máčecí, která se užívá na máčení ječmene před klíčením, aby mělo zrnو dostatečný obsah vody. Dále se voda může využívat v procesu klíčení (na zajištění dostatečného obsahu vody v zrnو) – např. na skrápění či sprchování zrn. Další voda může být voda mycí nebo voda provozní např. na chlazení. Čistota vodních zdrojů se postupně zhoršovala a požadavky na kvalitu vody se naopak zvyšovaly. Proto se začaly vody zhruba od poloviny 19. století mechanicky a chemicky upravovat. Odstraňovaly se nerozpuštěné látky a snižoval se obsah železnatých a manganatých solí, které jednak zanášely potrubí a jednak negativně ovlivňovaly vzhled sladu. V dnešní době mají sladovny většinou vlastní zdroj vody – vody podzemní nebo povrchové a dle potřeby je upravují na požadovanou kvalitu. Povrchové vody dnes vyžadují složitější úpravu. Některé sladovny jsou ale závislé na vodě z vodovodního řádu a nemají přístup k jiným zdrojům. Tato varianta je sice jednoduchá z hlediska dostatečné kvality vody, ale také velmi nákladná. [12]

4.4.1 Potřeba vody

Potřeba vody v máčecím procesu závisí na technologickém postupu máčení. U starších postupů mokrého máčení a máčení se vzdušnými přestávkami, kde je až 7 dávek vody a mokré vymáčení, je potřeba vody velmi vysoká a to zhruba 11 m³/t. Při máčecím postupu s provzdušňováním tlakovým vzduchem a s odsáváním oxidu uhličitého je potřeba výrazně nižší a to zhruba 5,4 m³/t. Nicméně i toto číslo je poměrně vysoké. [12]

V rámci dokumentu *Manuál k praktickému využití nejlepších dostupných technik (BAT) v pivovarech a sladovnách* byla publikována data o spotřebě vody na jednotku produkce českých sladoven mezi lety 2005–2007. Data byla rozdělena v závislosti na velikosti produkce sladoven za rok. Velké sladovny měly zpravidla nižší spotřebu vody na produkci jedné tuny sladu (medián 5,3 m³/t) a malé sladovny měly spotřebu vody vyšší (medián kolem 6,8 m³/t). [48]

4.4.2 Požadavky na kvalitu vody

Dle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002 je potravinou definována takto:

„Pro účely tohoto nařízení se "potravinou" rozumí jakákoli látka nebo výrobek, zpracované, částečně zpracované nebo nezpracované, které jsou určeny ke konzumaci člověkem nebo u nichž lze důvodně předpokládat, že je člověk bude konzumovat. Mezi "potraviny" patří nápoje, žvýkačky a jakékoli látky včetně vody, které jsou úmyslně přidávány do potravin během její výroby, přípravy nebo zpracování.“ [53]

Potravinářský podnik pak takto:

„Pro účely tohoto nařízení se rozumí: "potravinářským podnikem" veřejný nebo soukromý podnik, ziskový nebo neziskový, který vykonává činnost související s jakoukoli fází výroby, zpracování a distribuce potravin.“ [53]

Dále pak ve vyhlášce č. 252/2004 Sb. (vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody) v § 8 (místa splnění požadavků na jakost pitné a teplé vody) stojí:

„Hygienické limity ukazatelů jakosti pitné vody podle přílohy č. 1 k této vyhlášce musí být dodrženy u pitné vody, která se používá v potravinářském zařízení, na místě jejího použití.“ [94]

Vzhledem k tomu, že sladovna vytváří slad, který je surovinou pro pivo, vyplývá tedy z výše uvedených definic, že je sladovna potravinářským podnikem a musí tedy používat kvalitní vodu – vodu pitnou.

Ještě stojí za připomenutí dříve citované Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 o hygieně potravin (z kapitoly 3.2), které zmiňuje recyklaci vody a její použití ve výrobním procesu takto:

„Recyklovaná voda používaná při zpracování nebo jako složka nesmí představovat riziko kontaminace. Musí splňovat normy pro pitnou vodu, pokud příslušný orgán neuznal, že kvalita vody nemůže ovlivnit hygienickou nezávadnost potravin v její konečné formě.“ [54]

Voda pro máčení má být čistá a teplotou odpovídat použitému způsobu máčení. Nevhodné jsou vody s obsahem rozpuštěných a suspendovaných organických látek, se sloučeninami železa a manganu, vody se zápachem, s mikroorganismy a s látkami, které by mohly sloužit k pomnožení mikroorganismů, dále látky toxické a látky způsobující inhibici klíčení. Co se týče tvrdosti vody, ta je důležitá hlavně v procesu výroby piva, ve sladařském průmyslu lze bez problému použít i tvrdší vody. Vysoký obsah železa ve vodě (nad 0,2 mg/l) má negativní vliv na kvalitu sladu, který má jinou barvu a v procesu výroby piva zpomaluje zcukření a přibarvení rmutů a pěny piva, snižuje plnost chuti a charakter hořkosti piva. V menších koncentracích působí ale železo příznivě na činnost enzymů. Stejně je tomu i u manganatých a měďnatých iontů, v malých koncentracích působí příznivě, ve velkých negativně. Inhibičně na následný proces klíčení působí např. zbytky pesticidů, kovové ionty, fenolové látky, chlorované deriváty, ale také mikrobiální znečištění. [12]

4.4.3 Odpadní voda z máčení

Na počátku máčecího procesu má první máčecí voda především čistící účinek než účinek zvyšování obsahu vody v zrn. První vodou se ze zrn odstraňují pevné částice tzv. splavky, které se hromadí na hladině náduvníku a jsou odstraňovány přepadem. Jsou to např. lehká zrna, úlomky zrn nebo jiných rostlin. Zároveň se vyplavuje prach ze zrn ječmene a částečně se odstraňují z povrchu zrn i mikroorganismy a probíhá vyluhování látek z obalových částí zrna. Tato voda nese nejvíce znečištění z celého procesu. Během celého procesu máčení se do vody vyluhují minerální soli (např. K, Na, Ca, Si, fosfáty, Mn a Mg), organické sloučeniny (aminokyseliny, polyfenoly, hexosy a pentosy, karbonylové sloučeniny a další). [12]

Mezi lety 2005–2007 bylo znečištění odpadních vod v českých sladovnách v průměrných hodnotách 760 mg/l BSK₅ a 339 mg/l nerozpuštěných látek. Co se týče produkce odpadní vody ve sladovnách, odpadní voda tvořila zhruba 87 % použité vody. Tato data byla publikována v dokumentu objednaném Ministerstvem zemědělství u společnosti Výzkumného ústavu pivovarského a sladařského a.s. [48]

V tabulce 2 je vidět charakteristické složení odpadních vod ze sladovny publikované v časopise *Kvasný průmysl*. [46]

Tabulka 2 – Složení odpadní vody z výroby sladu. Upraveno z [46]

Ukazatel	Koncentrace [mg/l]
pH	7
veškeré látky	500 - 4 000
nerozpuštěné látky	30 - 2 300
CHSK _{cr}	150 - 2 300
BSK ₅	100 - 1 500
celkový dusík	30 - 40

4.5 Opatření na snížení potřeby vody a vypouštění odpadních vod

Díky velkým nárokům na potřebu vody v procesu výroby sladu je voda důležitou položkou v ekonomice podniku a je snaha potřebu vody co nejvíce snížit. Pokud sladovna nemá vlastní zdroj vody, tak náklad na vodu vstupující do výrobního procesu může být značný, hlavně při používání vody z vodovodního řádu. Náklady spojené s vodou tedy mohou být jak při „pořízení vody“ ve formě platby za odběry a ve formě nákladu na předčištění na požadovanou kvalitu, tak i při vypouštění odpadních vod do kanalizační soustavy (stočné) nebo nákladů na čištění odpadní vody přímo v podniku. Pokud se tedy sníží potřeba vody, bude také produkce odpadních vod nižší.

4.5.1 Recyklace máčecí vody

Recyklace vody je jednou z hlavních možností, jak snížit spotřebu vody ve výrobě sladu. Pro podniky, které nemají vlastní zdroj vody a vodu „draze“ pořizují z vodovodních řadů, může být recyklace vody úsporným řešením. Ve sladařském průmyslu je známo, že během procesu máčení se v máčecí vodě akumulují znečišťující látky, které následně mohou působit inhibičně v procesu klíčení, pokud se voda využívá opakovaně. Může docházet k prodlužování procesu klíčení a tím i k negativnímu ovlivnění výsledné kvality sladu. Pokud se uvažuje o opakovaném zachytávání a následném používání máčecí vody (vytvoření v podstatě recirkulační smyčky), je nutné vybavit podnik o technologii pro správné a kvalitní předčištění této vody. [12] [49] [50] [72]

Možné je využití vody z druhého nebo třetího máčení jako předpírání vody, kdy lze užit vodu z máčení pro proprání ječmene a odstranění nečistot na začátku máčecího procesu. Z počátku má voda totiž spíše čistící účinek a ke zvyšování obsahu vody v zrně dochází až po určité době. [12]

Projekt SWAN (Save water & attend nature), na kterém spolupracovaly sladařské společnosti z Velké Británie a Francie, řešil problematiku snížení spotřeby máčecí vody prostřednictvím její recyklace. Cílem tohoto projektu bylo identifikovat inhibitory klíčení a navrhnout vhodnou úpravu máčecí vody pro její opětovné použití. V rámci projektu byly vybrány jednotlivé technologie, které byly zkoumány jednotlivě i v kombinaci – membránové bioreaktory, ultrafiltrace, nanofiltrace, reverzní osmóza a granulované aktivní uhlí. Nejlepší varianta byla kombinace membránového bioreaktoru a reverzní osmózy. V rámci projektu SWAN byl vyroben slad z recyklované vody, který měl stejnou kvalitu jako slad vyrobený při použití čerstvé vody, bylo z něj následně uvařeno pivo plnohodnotné kvality a nebyl zaznamenán žádný negativní efekt. Bylo ukázáno, že čím delší je čas zrna pod vodou, tím více inhibujících látek klíčení se do vody dostává, nicméně největší podíl těchto látek se nachází v první máčecí vodě. Ukázalo se také, že vyšší provzdušňování během máčení vede k menšímu inhibujícímu efektu na klíčení, pokud se daná voda znovu použije na máčení. Při použití pouze membránového bioreaktoru byly výrazně zredukovány efekty inhibice, byly redukovány také těžké kovy a chemická spotřeba kyslíku, ale ne dostatečně pro vyhovění limitů na pitnou vodu. Reverzní osmóza a nanofiltrace vykazovaly lepší výsledky než aktivní uhlí. Dle projektu ale při použití nanofiltrace zůstávaly hodnoty fosforu nad limity a jako nejlepší varianta tedy byla vyhodnocena kombinace membránového bioreaktoru a reverzní osmózy. Při analýze sladu byla ale kvalita sladu při použití membránového reaktoru a nanofiltrace stejná jako při použití čerstvé vody, kdežto v kombinaci s reverzní osmózou vykazoval slad ještě o něco málo lepší kvalitu. Bylo prokázáno, že kvalita vody je dobrá i po 20 cyklech znovuvyužití (při variantě membránového bioreaktoru a reverzní osmózy). Při použití membránového reaktoru a reverzní osmózy projekt nedoporučuje použití více jak 80 % recyklované vody v máčecím procesu, protože voda je zbavená minerálů. Byla zkoušena i varianta membránového bioreaktoru a ultrafiltrace, ale ta nedokázala produkovat vodu v pitné kvalitě. Nicméně co se týče spotřeby elektrické energie, je výrazně úspornější než reverzní osmóza. Spotřeba elektrické energie v případě membránového reaktoru a reverzní osmózy byla zhruba 7 kWh/m³ (při ultrafiltraci zhruba

3 kWh/m³). Možnost recyklace vody tímto způsobem je velice nákladná (pořizovací náklady i provoz) a vyplatí se hlavně pro společnosti, které dávají velké finanční prostředky jak na pořízení vody do výrobního procesu (zdroj vody vodovodní řad), tak na vypouštění odpadních vod (do kanalizačního systému). [72]

4.5.2 Užití suché vymáčky ječmene

Při použití mokré vymáčky ječmene do klíčícího zařízení se spotřebuje více vody než při použití suché vymáčky. Mokré vymáčení představuje převedení domočeného ječmene s poslední máčecí vodou do klíčidla s použitím přídavné vody na transport, aby transport správně fungoval. Při užití suché vymáčky se voda z náduvníku vypustí a následně se ječmen transportuje bez vody na klíčení. Není zde tedy potřeba další přídavné vody, a právě to je podstata možného uspoření vody. [6] [12]

4.5.3 Využití sprchového (kropícího) máčení

Sprchové máčení může být použito dvěma způsoby. Při prvním způsobu se plně nahrazuje máčení ječmene a ječmen je v náduvnících pouze kroupen. Tato metoda ale nemusí být vhodná z důvodu nedokonalého vyčištění ječmene a nedokonalého vyluhování nežádoucích látek do máčecí vody. Druhou možností je využití kroupení na ječmen, který byl podroben alespoň jedné namáčce. Tato varianta se jeví jako příznivější z důvodu právě lepšího vyčištění zrn a vyluhování nežádoucích látek do máčecí vody. [65]

Další možností je kombinace máčecího procesu s klíčícím procesem, kdy je možné použít pouze jednu klasickou namáčku v náduvníku (zrno s obsahem vody cca 30 %), a poté vymáčet ječmen a na klíčidlo aplikovat kroupení na posuvnou hromadu (podobné zařízení Saladinovým skříním). Výhodou je úspora vody oproti klasickému máčecímu procesu a potřeba náduvníků pouze pro jednu namáčku. [34]

4.5.4 Užití pracího šneku

Možná úspora vody vzniká při nahrazení první máčecí vody v náduvníku pracím šnekem, což může snížit spotřebu vody zhruba o 0,5 m³/t ječmene. Šnekové zařízení je možné využít pro praní ječmene i máčení. Šnekové zařízení umožňuje efektivní čištění zrn, rychlé a homogenní předmáčení. Použitím šnekového zařízení lze po první vzdušné přestávce dosáhnout 25 % obsahu vody v zrně a uspořit oproti klasickému máčení až 50 % vody. Ječmen se v zařízení pohybuje od spodu nahoru proti proudu vody, a je tak

efektivně vyčištěn. Šnekové zařízení od firmy Bühler je zachyceno na obrázku 12. [12]
[98]



Obrázek 12 – Šnekové zařízení od firmy Bühler. Převzato z [98]

5. HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU

Jak již bylo zmíněno dříve, průmyslové podniky jsou často rozsáhlé areály s velkým podílem zastavěných a zpevněných ploch. Dochází zde tedy ke zvýšenému dešťovému odtoku, který často končí v kanalizační soustavě, což podniky může stát velkou část finančních prostředků. Cílem samotných podniků by měl být správný přístup k hospodaření s touto vodou, který ve výsledku může mít i pozitivní vliv na ekonomiku podniku díky ušetření za vypouštění srážkových vod do jednotné kanalizační soustavy. Metodiku k hospodaření se srážkovými vodami můžeme najít v normě ČSN 75 9010 a také v odvětvové technické normě vodního hospodářství TNV 75 9011. Norma TNV 75 9011 představuje návod pro návrh a provoz odvodnění urbanizovaných území a pro vytváření funkčních systému přírodě blízkému odvodnění. Hospodaření s dešťovými vodami klade důraz na zachování přirozené vodní bilance v urbanizovaných územích. Základním přístupem je aplikace decentralizovaného způsobu odvodnění, který se zabývá nakládáním s dešťovými vodami v místě jejich vzniku. [16] [21]

Technické řešení odvodnění může být realizováno způsobem prevence a snížení vzniku srážkového odtoku (vegetační střechy nebo propustné zpevněné plochy), akumulace a využití srážkové vody, vsakování, odvádění do povrchových vod nebo odvádění do jednotné kanalizace. [21]

Příjemcem srážkových vod může být ovzduší, půdní a horninové prostředí, povrchová voda nebo jednotná kanalizace. Volba způsobu odvodnění je prioritizovaná v následujícím pořadí:

- 1) vsakování (odvod do půdního a horninového prostředí), případně při nedostatečné schopnosti vsaku kombinace s retencí a regulovaným odtokem
- 2) retence a regulovaný odvod srážkových vod do povrchových vod
- 3) retence a regulovaný odvod srážkových vod do jednotné kanalizace [21]

Je třeba také dbát na přípustnost daného způsobu odvádění ve vztahu k příjemci srážkových vod. Patří sem aspekt ochrany podzemních a povrchových vod a půd. Se srážkovými vodami se nakládá podle stupně jejich znečištění (z jakých ploch odtékají) a není vhodné směšování různě znečištěných srážkových vod (např. relativně čistá voda ze střech s vodami z parkovišť, frekventovaných silnic a podobně). Znečištění v závislosti na typu odvodňované plochy je v normě TNV 75 9011 popsáno na převzaté následující tabulce 3. [21]

Tabulka 3 – Charakteristika znečištění srážkových vod dle typu odvodňované plochy dle normy TNV 75 9011. Převzato z [21]

Typ plochy		Hrubé nečistoty, splaveniny	Jemné částice	Těžké kovy	Uhlovodíky	Organické znečiš-tění, BSK ₅	Živiny N, P	Patogenní mikroorganismy	Chloridy
Střechy	vegetační extenzivní	○	○	○	○	○	○	○	○
	vegetační intenzivní	○	○	○	○	●	●	○	○
	inertní	●	●	○/●	○/●	○/●	○/●	○/●	○
	s plochou neošetře-ných kovových částí do 50 m ²	●	●	●	○/●	○/●	○/●	○/●	○
	s plochou neošetře-ných kovových částí 50 m ² až 500 m ²	●	●	●●	○/●	○/●	○/●	○/●	○
s plochou neošetře-ných kovových částí nad 500 m ²	●	●	●●●	○/●	○/●	○/●	○/●	○	
Zatrávněné plochy	●/●●●	●/●●●	○	○	●	●	○/●	○	
Komunikace pro chodce a cyklisty	●●	●	○/●	○/●	●	●	●	○/●	
Parkoviště	málo frekventovaná (osobní auta)	●●	●	●	●	●	●	●	●
	(vysoce) frekvento-vaná (os. auta a busy)	●●	●●	●●	●●	●	●	●	●●
	nákladní auta ^d	●●●	●●●	●●●	●●●	●	●	●	●●
Pozemní komunikace	málo frekventované ^a (příjezdy k domům)	●●	●	●	●	●	●	●	●
	středně frekventované ^b	●●	●●	●●	●●	●	●	●	●●
	vysoce frekventované ^c	●●	●●●	●●●	●●●	●	●	●	●●●
Plochy u skladišť, manipulační plochy	●/●●●	●/●●●	●/●●●	●/●●●	●	●	●	●/●●	
Komunikace zemědělských areálů	●●●	●●●	●●	●●	●●●	●●●	●●●	○/●	
○		neznečištěná srážková voda							
●		mírně znečištěná srážková voda							
●●		středně znečištěná srážková voda							
●●●		vysoce znečištěná srážková voda							
/		až							
^a		< 300 automobilů za 24 h, např. příjezdy k domům a místní komunikace v obytné zástavbě							
^b		300 automobilů až 15 000 automobilů za 24 h							
^c		nad 15 000 automobilů za 24 h, obvykle dálnice a rychlostní silnice							
^d		parkoviště, která nejsou součástí veřejných komunikací							

5.1 Snížení a prevence vzniku srážkového odtoku u zdroje

Do této kategorie patří šterkové a vegetační střechy a propustné zpevněné povrchy. Vegetační a šterkové střechy pomáhají snížit srážkový odtok, kulminační průtok a podporují evapotranspiraci – dokáží retenovat určitou část srážek, která se následně může odpařovat, což má pozitivní vliv na mikroklima. [21]

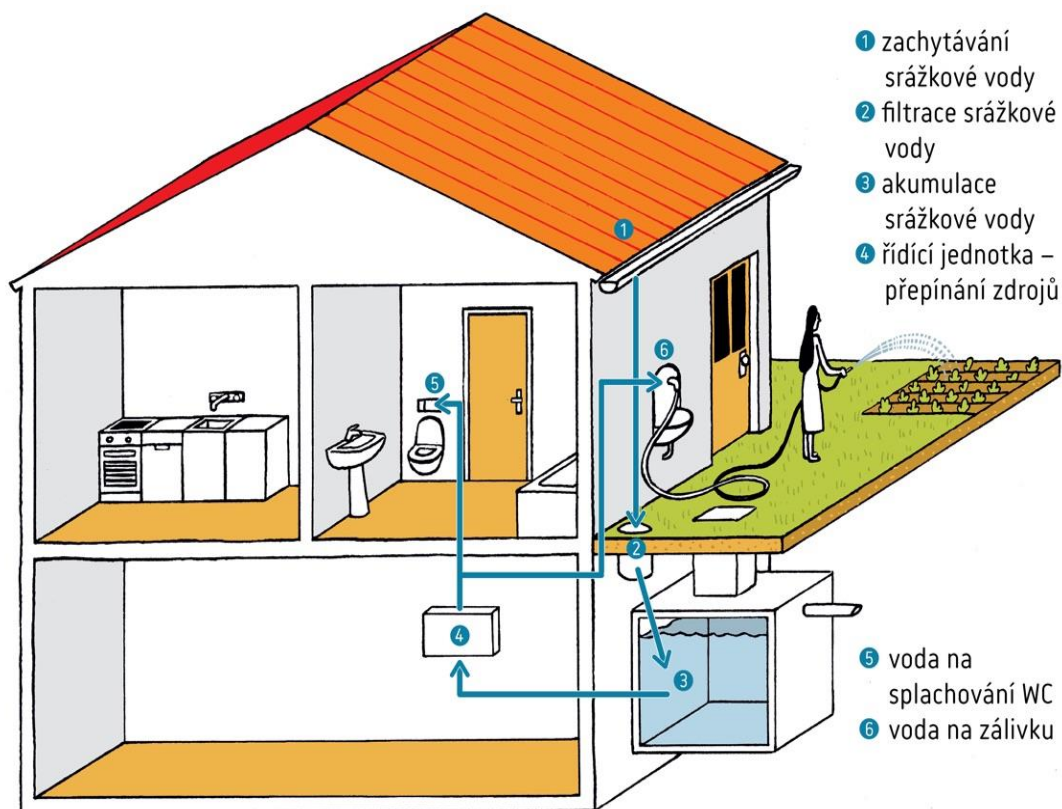
5.2 Propojení dešťové vody s vegetací

Přivedením srážkové vody přímo k vegetaci se zajistí zásobení vegetace vodou a také se docílí snížení srážkového odtoku. Docílíme také podpory vsakování a tím dotace podzemní vody, zvýšení půdní vlhkosti a následného výparu, který může pozitivně ovlivňovat dané mikroklima. Tento přístup vychází z přístupů modro-zelené infrastruktury. Je třeba pamatovat i na přípustnost tohoto opatření, která je obdobná jako u vsakování (kapitola 5.4). [20] [78]

5.3 Akumulace a využití srážkové vody

Voda ze srážek nám může pomoci v omezování spotřeby pitné vody. Srážkovou vodu můžeme akumulovat v nádržích a následně ji využívat. Často nachází využití tam, kde není potřeba vysoké kvality vody – například zálivka zahrady, splachování toalet, úklid nebo mytí dopravních prostředků. Tímto opatřením snižujeme jak spotřebu pitné vody, tak kulminační dešťový průtok a celkový objem povrchového srážkového odtoku. Pokud vodu využijeme následně na zálivku zahrady, realizujeme přírodě blízké procesy vsakování. Akumulační systémy se mohou kombinovat s dalšími opatřeními jako vsakovací zařízení nebo retenční nádrže. [21]

Příklad schématu akumulace a využití srážkové vody na splachování WC a zálivku zahrady je zobrazen na obrázku 13.



Obrázek 13 – Schéma využití dešťové vody na splachování WC a závlivku zahrady. Převzato z [97]

5.4 Vsakování

Zastavěním nebo zpevněním ploch nedáváme možnost srážkové vodě vsakovat a přirozeně tak doplňovat zdroje podzemních vod. Vsakování je tedy první prioritou ve způsobu odvodnění. Návrh vsakovacích zařízení se provádí na základě geologického průzkumu. Proveditelnost vsakování v daném místě závisí na:

- vsakovací schopnosti půdního a horninového prostředí (to ovlivňuje potřebnou plochu vsakování)
- mocnosti špatně propustných krycích vrstev
- poloze hladiny podzemní vody (základová spára vsakovacího zařízení by měla být minimálně 1 m nad maximální hladinou podzemní vody)
- prostorových možnostech území, velikosti odvodňované plochy, morfologii daného území (na sklonitém terénu není vhodné plošné vsakování)
- poměru redukované plochy k vsakovací ploše [21]

Co se týče přípustnosti, je třeba dbát na ochranu podzemních vod. Norma ČSN 75 9010 dělí srážkové vody na vody přípustné pro vsak, vody podmíněčně přípustné

a vody potenciálně vysoce znečištěné. Pro vody přípustné pro vsakování je možné použít povrchová i podzemní vsakovací zařízení. Jsou to srážkové vody odtékající např. ze zatravněných ploch, střech o redukované odvodňované ploše menší než 200 m² nebo pěších stezek a cyklostezek. Vody podmíněčně přípustné pro vsakování mohou být vsakovány povrchově, kdy se přes zatravněnou humusovou vrstvu předčistí nebo podpovrchově po jejich předčištění (předčištění se volí dle znečištění a může zahrnovat např. česle, sedimentaci, filtraci, adsorpci nebo biologické čištění). Do této kategorie patří srážkové vody odtékající např. ze střech o redukované ploše nad 200 m², pozemních komunikacích pro motorová vozidla nebo parkovišť pro autobusy a vozidla do 3,5 tun. Vsakování není přípustné provádět v místech starých ekologických zátěží. Přípustné není vsakování ani na nestabilních svazích, kde by mohlo dojít k narušení stability svahu a následným sesuvům. [16] [21]

Vsakování může být povrchové nebo podpovrchové. Mezi povrchové patří např. plošné vsakování přes souvislou zatravněnou humusovou vrstvu, vsakovací průleh (případně průleh se vsakovací rýhou) nebo vsakovací nádrž. Do podpovrchových zařízení patří vsakovací rýha, podzemní prostory vyplněné štěrkem (respektive prefabrikovanými bloky) nebo vsakovací šachta. Podpovrchová zařízení s přímým vsakováním jsou přípustná pouze pro nejméně znečištěné srážkové vody, protože zde nedochází k předčištění přes půdní vrstvu. Při nedostatečné vsakovací schopnosti prostředí se kombinuje vsakování ještě s regulovaným odtokem, a to buď do povrchových vod nebo do jednotné kanalizační soustavy. V tabulce 4, která je převzata z normy TNV 75 9011, jsou znázorněny doporučené způsoby vsakování srážkových vod na základě typu odvodňované plochy a jejího znečištění. [21]

Tabulka 4 – Doporučené způsoby vsakování srážkových vod dle typu odvodňované plochy a jejího znečištění podle normy TNV 75 9011. Převzato z [21]

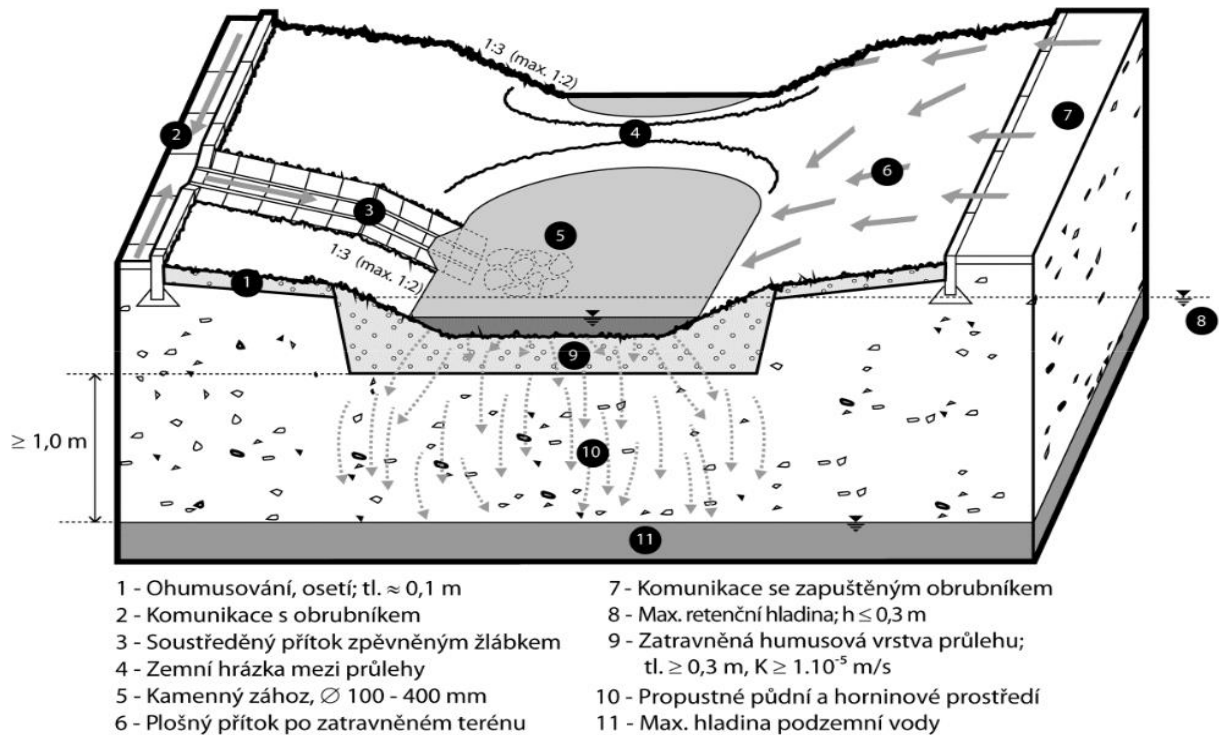
Typ plochy	Způsob vsakování						
	Povrchové vsakování					Podzemní vsakování	
	Přes zatravněnou humusovou vrstvu			Přes nesouvisle zatravněnou humus. vrstvu	Bez zatravněné humusové vrstvy		
	Plošné $A_{ref}/A_{vsak} \leq 5$	Decentrální $5 < A_{ref}/A_{vsak} \leq 15$	Centrální $A_{ref}/A_{vsak} > 15$	Plošné	Plošné	Liniové a plošné	Bodové
Široké plochy a zatrav. příkopy	Průlehy a průlehy-rýhy	Systém průlehy-vsakovací nádrže	Zatravníovací tvárnice	Propustné zpevněné povrchy	Štěrka, příkopy, potrubí, rýhy, prostory vyplněné štěrkem/bloky	Vsakovací šachty	
Vegetační střechy extenzivní	++	++	++	o	o	++	++
Vegetační střechy intenzivní	++	++	++	o	o	-	-
Střechy a terasy z inertních materiálů	++	++	++	o	o	++	+
Střechy s plochou neošetřených kovových částí do 50 m ²	++	++	+	o	o	+	+
Komunikace pro chodce a cyklisty	++	++	+	+	+	+	-
Málo frekventovaná parkoviště os. aut	++	++	+	+	+	-	-
Málo frekventované pozemní komunikace ^a (příjezdy k domům)	++	++	+	+	+	-	-
Střechy s plochou neošetřených kovových částí 50 m ² až 500 m ²	++	++	+	o	o	-	--
Středně frekventované pozemní komunikace ^b	++	++	+	--	--	--	--
(Vysoce) frekventovaná parkoviště (osobní auta a autobusy)	++	+	+	-/-	-/-	--	--
Střechy s plochou neošetřených kovových částí nad 500 m ²	++	+	+	o	o	--	--
Vysoce frekventované pozemní komunikace ^c	++	+	+	--	--	--	--
Plochy u skladišť, manipulační plochy	+/-/-	-/-	--	--	--	--	--
Komunikace zemědělských areálů	+/-/-	-/-	-	--	--	--	--
Parkoviště nákladních aut ^d	--	--	--	--	--	--	--

++ přípustné
 + zpravidla přípustné, popřípadě vhodné předčištění
 - problematické, nutné předčištění
 -- nepřípustné, nevhodné způsoby uvedenými v této tabulce; vody z těchto ploch mohou být ve výjimečných případech vsakovány po splnění požadavků článku 5.1.2.4.
 o nepoužívá se
 / až
 a, b, c, d viz tabulka A.1

Příklady vsakovacích zařízení:

Vsakovací průleh

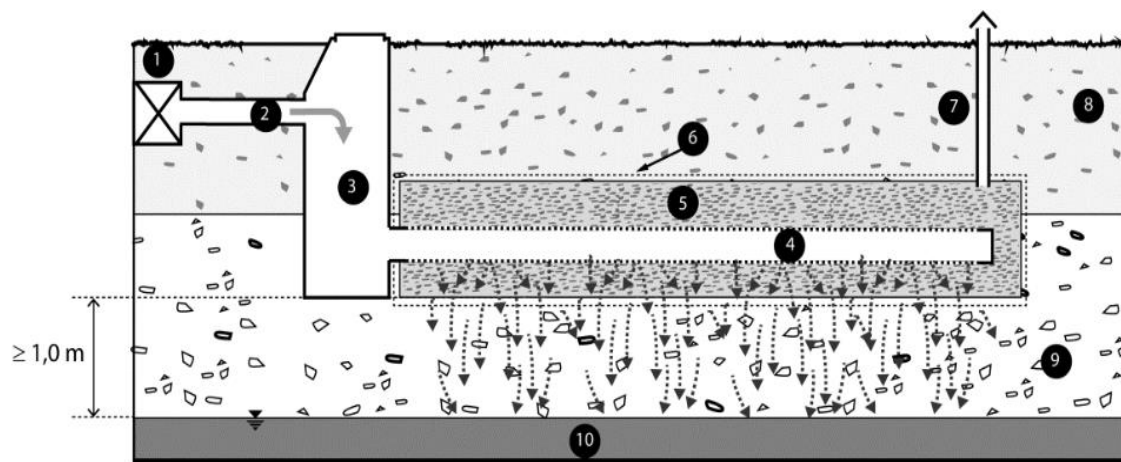
Vsakovací průleh je zařízení povrchového vsakování, kdy se voda vsakuje přes zatravněnou humusovou vrstvu, přes kterou se předčistí. Schéma vsakovacího průlehu je znázorněno na obrázku 14, který je převzat z normy TNV 75 9011. [21]



Obrázek 14 – Vsakovací průleh. Převzato z [21]

Vsakovací rýha s podpovrchovým přítokem

U vsakovací rýhy s podpovrchovým přítokem nedochází k předčištění srážkové vody přes zatravněnou humusovou vrstvu, a tak je vhodná pro vsakování srážkových vod z málo znečištěných ploch. Schéma vsakovací rýhy s podpovrchovým přítokem je znázorněno na obrázku 15, který je převzat z normy TNV 75 9011. [21]



- | | |
|---|---|
| 1 - Předčištění - vtoková mřížka,
síta, filtr, kalová jímka | 6 - Geotextilie |
| 2 - Podpovrchový přívod vody | 7 - Odvzdušnění |
| 3 - Vstupní šachta | 8 - Nedostatečně propustné půdní
a horninové prostředí |
| 4 - Přívodní drenážní potrubí | 9 - Propustné půdní a horninové prostředí |
| 5 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32mm /
prefabrikované bloky) | 10 - Max. hladina podzemní vody |

Obrázek 15 - Vsakovací rýha s podpovrchovým přítokem. Převzato z [21]

5.5 Odvádění do povrchových vod

Pokud není možnost zvolit vsakování, přichází na řadu možnost odvádění srážkových vod do vod povrchových. Z hlediska proveditelnosti je třeba posoudit dostupnost povrchových vod a také zhodnotit možnost využití stávajících svodnic nebo dešťové kanalizace na odvádění srážkové vody do povrchových vod. Dostupnost povrchových vod závisí na vzdálenosti, výškových poměrech a také na majetkoprávních vztazích. Za proveditelné se považuje gravitační odvodnění a vzdálenost u menších objektů do 100 m respektive 500 m u větších staveb.

Přípustnost při odvádění srážkových vod do povrchových vod závisí na:

- druhu a koncentraci znečištění
- míře ochrany povrchových vod (např. vodárenské účely, citlivé oblasti nebo rybné vody)
- ovlivnění vodních toků hydrobiologickým stresem (nárazový přítok srážkových vod)

Podle očekávané míry znečištění dešťových vod z komunikací a parkovišť je doporučeno zařadit mechanické předčištění s kombinací odloučení nebo zadržení lehkých

kapalin. Při vyšším znečištění nebo při větší míře ochrany povrchových vod je doporučeno využít půdní filtry nebo filtrovat vodu přes adsorpční materiály pro zachycení těžkých kovů před jejich vypouštěním. Na těžké kovy je třeba dát pozor při odvádění srážkových vod ze střech s neošetřenou plochou kovových částí nad 500 m² – zde je doporučeno také předčištění na těžké kovy. U vod odtékajících ze skladišť, manipulačních ploch nebo zemědělských areálů je třeba individuálně posoudit míru znečištění, a tedy přípustnost odvádění těchto vod do povrchových vod.

Přípustný odtok srážkových vod doporučuje norma na hodnotu 3 l/s/ha, ale zároveň by hodnota regulovaného odtoku neměla být menší než 0,5 l/s z jednoho zařízení pro hospodaření s dešťovou vodou. Jiná hodnota může být stanovena vodoprávním úřadem individuálně. V tabulce 5 jsou uvedeny typy ploch s vhodnými opatřeními pro předčištění před vypouštěním do povrchových vod. [21]

Tabulka 5 - Rozdělení typů ploch a jejich vhodného předčištění před vypouštěním do vod povrchových. Upraveno z [21]

Typ plochy	Opatření
Vegetační střechy	Není nutné
Střechy z inertních materiálů	
Střechy s plochou neošetřených kovových částí do 500 m ²	
Komunikace pro chodce a cyklisty	
Málo frekventovaná parkoviště osobních aut	
Málo frekventované pozemní komunikace (příjezdy k domům)	
Středně frekventované pozemní komunikace	Jednoduché mechanické předčištění (kalová jímka s nornou stěnou pro zachycení lehkých kapalin), pokud možno doplnit o filtraci
Frekventovaná parkoviště (osobní auta a autobusy)	Filtrace přes zatravněnou humusovou vrstvu nebo filtrace přes adsorbenty těžkých kovů
Střechy s plochou neošetřených kovových částí nad 500 m ²	
Vysoce frekventované pozemní komunikace	Náročnější mechanické předčištění, odlučovač lehkých kapalin, usazovací nádrž s nornou stěnou; pokud možno doplnit o filtraci, případná filtrace přes adsorpční materiály
Plochy u skladišť, manipulační plochy	
Komunikace zemědělských areálů	
Parkoviště nákladních aut	

V následující tabulce 6 jsou uvedeny vhodné způsoby předčištění srážkových vod před vypouštěním do vod povrchových v závislosti na druhu znečištění.

Tabulka 6 – Způsoby předčištění srážkových vod před vypouštěním do povrchových vod a jejich vhodnost pro různé typy znečištění. Převzato z [21]

Způsob čištění	Zařízení	Hrubé nečistoty, splaveniny	Jemné částice	Těžké kovy a jejich nerozpust. sloučeniny	Uhlovodíky (minerální oleje, ropné látky)	Organické látky (nepatřící k jemným či hrubým částicím)	Živiny
Gravitační separace látek (sedimentace pevných částic a vyplavání lehkých látek)	Kalové jímky Usazovací nádrže	++	++	++	++	-	-
	Dešťové nádrže	++	++	++	++	-	-
	Hydrodynamické odlučovače	++	+	+	-	-	-
	Odlučovače lehkých kapalin	++	++	+	++	-	-
Sedimentace a biologické čištění	Retenční nádrže se zásobním objemem, mokřady	+, o	++	++	-, o	++	++
Filtrace mechanická	Pískové a šterkové filtry	++	++	+	-	-	+
	Geotextilie	++	++	+	-	-	-
Filtrace a biologické čištění (popř. přes půdní vrstvu)	Pískové a šterkové filtry porostlé vegetací	+, o	++	++	-	++	++
	Průlehy – rýhy	+, o	++	++	++	++	++
	Retenční půdní filtry	+, o	++	++	++	++	++
Filtrace přes adsorpční materiál	Aktivní uhlí, koks	o	o	++	++	++	-
	Zeolity	o	o	++	++	+	-
	Hydroxidy železa a hliníku	o	o	++	-	-	-
	Adsorbenty olejů	-	-	-	++	-	-
++	vhodné						
+	podmínečně vhodné						
o	ve spojení s dalšími opatřeními						
-	spíše nevhodné						
--	nevhodné						

5.6 Odvádění do jednotné kanalizace

Tato možnost má nejnižší prioritu a volí se tam, kde není možné vsakovat či odvádět vodu do povrchových vod. Z hlediska proveditelnosti je třeba posoudit dostupnost kanalizačních stok z pohledu vzdálenosti, výškových poměrů a majetkoprávních vztahů. Co se týče přípustnosti, musí být splněny podmínky kanalizačního řádu. Odtok do jednotné kanalizační soustavy by měl být regulovaný a řídit se hodnotou odtoku 3 l/s/ha. Tuto hodnotu může změnit vlastník, respektive provozovatel kanalizační soustavy se souhlasem vodoprávního úřadu. [21]

6. PŘÍKLADY PROJEKTŮ NA SNÍŽENÍ SPOTŘEBY VODY

Při rostoucích cenách za vodu a také se snahou o zachování vodních zdrojů a dopadů na životní prostředí si podniky snaží najít řešení na snížení spotřeby vody ve svých výrobních procesech a omezit vypouštění množství odpadních vod. Je to také cesta za vizí nulových odtékajících odpadů. V oblastech s nedostatkem vody a vodním stresem působícím na vodní zdroje je pro podniky snižování potřeby vody nutností na zachování chodu podniků.

Pivovar společnosti Carlsberg v Dánsku

V Dánském pivovaru společnosti Carlsberg ve městě Frederica aplikovali technologii pro recyklaci vody z výrobního procesu. Nyní recyklují zhruba 90 % veškeré vody z výrobního procesu a snížili tak svoji potřebu vody o 50 %. Pivovar tím tak snížil potřebu vody na 1 hl piva z původních 2,9 hl na 1,4 hl. Předpokládá se i snížení spotřeby elektrické energie o 10 % díky využití energie z vlastní produkce bioplynu a recirkulaci teplé vody. Všechna tato opatření společnost aplikuje pro dosažení vize nulových odpadních vod. [32] [82]

Plzeňský Prazdroj

Společnost Plzeňský Prazdroj, pod kterou spadá pivovar Plzeň, Velké Popovice a Nošovice si uvědomuje důležitost vody a dlouhodobě pracuje na snížení spotřeby vody ve svých pivovarech. V roce 2012 spotřebovaly všechny tyto pivovary průměrně 3,6 l vody na 1 l piva, v roce 2019 se podařilo snížit průměrnou spotřebu na 2,99 l vody na 1 l piva. Nejlepší výsledky má pivovar Nošovice, kde se na 1 l piva spotřebuje zhruba 2,51 l vody. Před deseti lety se spotřeba vody v pivovaru Nošovice pohybovala nad 4 l vody na 1 l piva, klesla tak zhruba o 38 %. Snížení spotřeby vody dosáhla společnost zapojením a motivací svých zaměstnanců, pořádá pro ně pravidelná školení, zefektivňuje jednotlivé stupně výroby, zavádí úsporné postupy a metody čištění zařízení a jejich sanitace, zavedla nový postup vymývání sudů nebo podrobný denní monitoring a reportování spotřeby vody. Zhruba čtvrtina vody připadá na čištění. Společnost se snaží všechnu vodu využít tam, kde její kvalita stačí. Např. horkou vodu, která vzniká jako vedlejší produkt při vaření piva, zachytává a používá ji na výplach sudů. Voda, která se používá při třetím

stupni oplachu zařízení, je velmi málo znečištěná a použije se na první oplach. [61] [71] [96]

Společnost DANONE

Společnost DANONE se dlouhodobě snaží snižovat dopad na životní prostředí ze svých provozoven. Mezi jejich vodní strategii patří tři hlavní pilíře – chránit vodní zdroje, propagovat recirkulaci vody v provozech a poskytovat pitnou vodu těm, kteří jí potřebují. Díky tomu, že téměř 90 % vodní stopy u společnosti DANONE tvoří zemědělství dodavatelé, spolupracuje společnost se zemědělci na vytváření úsporných postupů a metod pro danou lokalitu, poskytuje školení a technické vybavení na zlepšení hospodaření s vodou a zajištění dobré kvality produktů se snížením použití pesticidů. [101]

Ve svých výrobních procesech se společnost dlouhodobě snaží o snížení spotřeby vody, zvýšení kvality odpadních vod a zvýšení recirkulované vody. V mlékárenském provozu v Belgii, ve městě Rotselaar, aplikovala společnost systém recyklace vody ve výrobním procesu a využívá tak ve svém provozu 75 % recyklované vody. To znamená, že snížila své odběry podzemní vody o 75 %. V tomto případě to znamená úsporu vody zhruba 500 mil. m³/rok, což odpovídá zhruba spotřebě vody 4 000 domácností. V tomto provozu se užívá dvoustupňová membránová filtrace – ultrafiltrace a reverzní osmóza. Tuto technologii chce společnost aplikovat i na další své provozy v kampani pro zachování vodních zdrojů. [33] [81] [101]

II.PRAKTICKÁ ČÁST

7. CÍLE

V této kapitole jsou uvedené cíle praktické části diplomové práce. Praktická část se zabývá konkrétním podnikem tábořské sladovny. Cílem je analyzovat stávající stav hospodaření s vodou a odhalit možné deficity a rizika tohoto stavu. Na základě toho pak navrhnout vhodná opatření na snížení množství potřebné vody a snížení množství odtékajících odpadních vod do kanalizační soustavy. Práce je zaměřena také na technicko-ekonomické zhodnocení těchto opatření a na jejich prioritizaci.

Cíle praktické části v bodech:

- posouzení stávajícího stavu hospodaření s vodou
 - o zdroje vody, odběry vody, potřeba vody
 - o voda v jednotlivých stupních výrobního procesu i mimo něj
 - o voda vypouštěná do kanalizační soustavy
 - o dešťová voda
- analýza deficitu stávajícího stavu a spojených rizik
- návrh možných opatření pro úsporu vody a snížení množství vypouštěné odpadní vody do kanalizační soustavy
- technicko-ekonomické zhodnocení možných úspor vody a snížení množství vypouštěné odpadní vody do kanalizační soustavy
- prioritizace navržených opatření

8. METODIKA

Metodika praktické části částečně vychází z metodiky hodnocení využívání vody na úrovni podniků (vodní audit), která byla zpracována společností ENVI-PUR, s.r.o. pro Ministerstvo průmyslu a obchodu. [104]

8.1 Úvodní část

Historie podniku

Na začátek je popsána stručná historie daného podniku, od jeho vzniku až po současnost. Informace k této části jsou získány z kroniky sladovny a z rozhovorů s vedoucím sladovny.

Popis podniku a výrobního procesu

Dále je charakterizován daný podnik obecně, jeho vlastník a provozovatel, jeho poloha, je charakterizován předmět výroby (kód NACE), počet zaměstnanců podniku, časový charakter výroby, směnovitost provozu a je také popsán celý areál podniku s doplněním o situační plánec. Poté je charakterizován konkrétní výrobní proces. Celý proces výroby je zobrazen na blokovém schématu. Popis výrobního procesu se zaměřuje hlavně na proces máčení, klíčení a hvozdění. Popis je proveden na základě prohlídky daného podniku a konzultací s vedoucím a zaměstnanci sladovny.

8.2 Posouzení stávajícího stavu

Posouzení stávajícího stavu je založeno na místním šetření v podniku, na konzultaci se zaměstnanci a s vedoucím sladovny a na datech, která byla společností poskytnuta.

Od vedení sladovny byla získána tato data:

- povolení o odběrech vody z vodní nádrže Jordán
- data o produkci sladu (rok 2018–2020)
- data o platbách za vodné a stočné (zhruba za 2,5 roku)
- data o odběrech vody z nádrže Jordán (od roku 2016 do září 2021)
- kronika sladovny

Posouzení stávajícího stavu se zaměřuje na systém sběru dat, na objem výroby, zdroje vody, odběry vody a její akumulaci, spotřebu vody ve výrobním procesu i mimo

něj, vodu vypouštěnou do kanalizační soustavy, dešťovou vodu a na stáří zařízení a rozvodů.

Systém sběru dat

Posouzení stávajícího systému sběru dat společnosti se zaměřuje na způsob evidence a zpracování dat, četnost sběru dat, množství dat, osazení vodoměrů a hladinových snímačů.

Objem výroby

Pro posouzení objemu výroby jsou využita poskytnutá data o produkci sladu (rok 2018–2020). Je popsána roční produkce, nasmlouvaná roční množství, výtěžnost finálního produktu z přijatých surovin. Je charakterizována výrobní kapacita a jsou identifikovány omezující prvky výrobní kapacity.

Zdroje vody, odběry vody a její akumulace

Dále se práce věnuje posouzení zdrojů vody, odběrů vody a akumulace vody. Nejdříve je posouzena voda z povrchových zdrojů – použití, kvalita vody, odebírané množství v souvislosti s povolením o odběrech (na základě poskytnutých dat), cena za odebíranou vodu, způsob odebírání vody, čerpání vody do akumulace, výkon čerpacího zařízení, úprava vody. Následuje posouzení vody z vodovodního řadu – použití, odebírané množství (na základě poskytnutých faktur za vodné), cena vody, informace o správci vodovodní sítě. Dále jsou posouzena místa akumulace z pohledu jejich velikosti, umístění, materiálu, průběhu čerpání a místa finální spotřeby vody z akumulacích kapacit.

Spotřeba vody ve výrobním procesu

Následuje posouzení spotřeby vody ve výrobním procesu. Kvůli absenci podružných vodoměrů chybí přehled o spotřebách v jednotlivých krocích výroby. Pro získání hrubého přehledu byly spotřeby konzultovány s vedoucím sladovny, který poskytl sice snahou co nejpřesnější, nicméně stále hrubé vlastní odhady. Na základě těchto odhadů je posouzena spotřeba vody ve výrobním procesu a pro jednotlivá místa spotřeby vody je identifikován i zdroj vody, který je pro daný krok využíván. Je posouzena spotřeba vody na jednotku produkce na základě poskytnutých dat o odběrech vody a produkce sladu.

Spotřeba vody mimo výrobní proces

V této části jsou posouzena všechna místa spotřeby vody mimo výrobní proces sladovny a zde opět, kvůli absenci podružných vodoměrů, jsou jednotlivá množství z části odhadnuta díky konzultaci s vedoucím sladovny na základě faktur za vodné. Do této části patří posouzení spotřeby vody zaměstnanci, spotřeby na oplachy a na úklid vnitřních prostor. Spotřeba vody zaměstnanci je orientačně vypočtena dle směrných čísel dle vyhlášky č.120/2011 Sb. na základě údajů o počtu zaměstnanců.

Voda vypouštěná do jednotné kanalizační soustavy

V další části je posouzena voda vypouštěná do jednotné kanalizační soustavy. Je zde informace o provozovateli kanalizační soustavy, cena za stočné a způsob určování množství odpadní vody. Jsou zde popsány zdroje odpadních vod. Odpadní voda z výrobního procesu je posouzena z hlediska průběhu vypouštění a jsou popsána místa, kde odpadní voda opouští výrobní proces. Kvůli absenci rozborů odpadní vody byl v rámci diplomové práce proveden jeden rozbor odpadní vody. Je posouzena kvalita odpadní vody z výrobního procesu na základě provedeného rozboru, dále na základě poskytnutých externích dat z jiného podniku a na základě informací v literatuře.

Dešťová voda

Navazující část posuzuje stávající stav hospodaření s dešťovou vodou. Je analyzován areál společnosti z hlediska typů ploch s jejich výměrou v podobě situačního výkresu na podkladu katastrální mapy. Jsou posouzeny typy střech a jejich materiál, typ zpevněných ploch, způsob nakládání s dešťovou vodou, cena za odvádění dešťových vod do jednotné kanalizační soustavy a na základě poskytnutých faktur za stočné je určeno množství dešťové vody odváděné do jednotné kanalizační soustavy.

Stáří zařízení a rozvodů

Následuje posouzení stáří zařízení a rozvodů a jejich údržba. Informace o stáří zařízení pochází z kroniky podniku, od zaměstnanců a vedoucího podniku. Je charakterizován stávající stav zařízení a rozvodů a jsou popsány opravy a inovace, které proběhly v posledních letech. Je posouzena také údržba, která se v podniku provádí.

Souhrn zjištění

Na konci kapitoly posouzení stávajícího stavu je vhodné uvést souhrn zjištění v přehledné formě a pro lepší názornost zobrazit blokové schéma znázorňující cestu vody v celém areálu.

8.3 Analýza rizik a deficitů stávajícího stavu

Na začátku je definován cílový stav, je popsáno, jak by měl cílový podnik vypadat z hlediska hospodaření s vodou. Je zde uveden i výhledový stav do budoucna, zda podnik plánuje rozšiřovat své produkční kapacity či nikoliv.

Na základě posouzení stávajícího stavu jsou analyzována jeho rizika a deficity z hlediska zdrojů vod, spotřeby vody ve výrobním procesu a mimo něj, vypouštění odpadních vod, hospodaření s dešťovou vodou a systému sběru dat. U analyzovaných rizik je popsána pravděpodobnost výskytu a jejich případný dopad na společnost.

Zdroje vody

U zdrojů vod je analyzováno riziko omezení či zákaz odběrů vod z povrchových vod, možnost využití vodovodního řadu jako zdroje vody pro výrobní proces a riziko možného selhání čerpacího zařízení.

Spotřeba vody ve výrobním procesu

Spotřeba vody ve výrobním procesu je porovnána se spotřebou uváděnou v literatuře pro velikostně podobné podniky. Jsou analyzovány jednotlivé kroky výrobního procesu, kde se využívá voda z hlediska možných rizik a deficitů.

Spotřeba vody mimo výrobní proces

V této části je analyzována spotřeba vody mimo výrobní proces, je analyzováno využití úsporných zařízení pro snížení spotřeby vody zaměstnanci a je analyzována spotřeba vody na oplachy.

Vypouštění odpadních vod

Vypouštěné odpadní vody jsou analyzovány z hlediska významnosti nákladů s nimi spojených. Je analyzován dominantní zdroj odpadních vod.

Dešťová voda

Následuje analýza deficitů hospodaření s dešťovou vodou. Je analyzován nynější způsob odvádění dešťových vod a jeho vliv na kanalizační soustavu a na ekonomiku podniku.

Systém sběru dat

V další části jsou analyzovány deficity spojené s monitoringem a správou vodohospodářských dat a jejich vliv na hospodaření s vodou v podniku.

Shrnutí analýz a stávajících deficitů a rizik

Na závěr je vhodné provést celkové shrnutí výsledků analýz stávajícího stavu, jeho rizik a deficitů pro lepší přehlednost.

8.4 Návrh opatření

Tato část se věnuje návrhu vhodných opatření pro přiblížení k cílovému stavu podniku. Je kladen důraz na snížení spotřeby vody a vody vypouštěné do jednotné kanalizační soustavy. Při návrhu opatření je definováno spektrum možných opatření, která jsou následně posouzena, popsána, podpořena a případně vyloučena na základě analýzy deficitů a rizik stávajícího stavu, provedeného místního šetření, získaných informací a podkladů a konzultací s vedoucím společnosti.

8.5 Technicko-ekonomické zhodnocení

Tato kapitola dává povědomí o hrubých orientačních nákladech na jednotlivá opatření, řeší možné finanční úspory dosažitelné realizací opatření a hodnotí danou investici z pohledu výhodnosti a doby návratnosti. Jednotlivé náklady jsou zjištěny buď cenovou nabídkou společností zabývajících se daným oborem na základě e-mailové komunikace, odhadem na základě cen uváděných v literatuře nebo na internetových zdrojích (e-shopy, webové stránky jednotlivých společností nebo jejich ceníky).

Na závěr této kapitoly jsou uvedena doporučená opatření a jejich priority. Priority jsou určeny na základě předchozích kapitol (náročnost na realizaci; přínosy jednotlivých opatření z hlediska úspor vody, odstranění stávajících deficitů nebo zmírnění dopadů rizik a případně jejich eliminaci, snížení množství vypouštěné odpadní vody; velikost pořizovacích a provozních nákladů; doba návratnosti investice).

9. SLADOVNA TÁBOR

9.1 Historie

Historie tábořské sladovny sahá až do 19. století. Ovlivnila ji také historie železniční dráhy procházející Tábořem (spojení Vídeň – Praha). První vlaky začaly jezdit do Prahy roku 1871. Nedaleko nádraží byly později zakoupeny pozemky na stavbu sladovny (v této době začaly vznikat kvůli větší poptávce sladu také sladovny nepivovarské), která začala v květnu roku 1872. Stavba byla dokončena 12. ledna 1873 a slavnostní otevření připadlo na den 20. února 1873. Původně byla vybavena dvěma betonovými náduvníky s plochým dnem a vyhrnováním na humna a hvozdy využívajícími topení uhlím. Pro uskladňování ječmene a sladu byly vybudovány patrové pudy o rozloze cca 3 000 m². Kapacita sladovny byla 2 000–2 400 tun sladu během jedné kampaně (kampaň trvala zhruba od října do května). Roku 1873 byla také realizována výstavba vlečky pro podnik sladovny.

Sladovna byla akciovou společností. První dva roky po spuštění se jí dařilo dobře, nicméně poté začaly problémy a došlo až na exekuci. Sladovnu odkoupila městská spořitelna, od které ji následně koupil Emanuel Wodička a Antonín Rudolf. Sladovna začala opět prosperovat. Roku 1899 byl přistavěn další hvozd a rozšířena humna. Roku 1908 došlo k nahrazování parních strojů a k elektrifikaci sladovny. Během první světové války došlo k úpadku sladařství, ječmen byl užíván na zásobování obyvatel potravinou. Došlo k zákazu namáčení ječmene a sladování. Sladovna byla užívána jako sklad obilovin. Po válce byl slad pro získání valut kvůli bídě exportován a domácí sladovny měly sladu nedostatek a byl pro ně také zaveden přidělový systém. Po překonání tohoto období začala sladovna opět prosperovat a prosperovala až do začátku druhé světové války. Sladovna exportovala slad do Švýcarska, dále i do Jižní Ameriky, USA nebo například do Itálie (Říma nebo Milána). Z domácích pivovarů zásobovala pivovar v Plzni, v Českých Budějovicích nebo v Praze na Smíchově. Sladovna mimo jiné poskytovala i časté dary spolkům na dobročinné účely i veřejné činnosti. Za druhé světové války byl kvůli protizidovským akcím poloviční podíl sladovny prodán následníkům Antonína Rudolfa. Během války byl omezen přísun ječmene sladovnám a ječmen byl opět vydáván na příděl. Export sladu v podstatě neexistoval. Sladovna prováděla kvůli nedostatku sladu i jiné činnosti – např. zpracování čajoviny, houbového výtažku, pekařského sladového výtažku, sladové mouky, sladové kávy a zelené kávy. Po válce došlo k modernizaci

sladovny. Došlo k velké rekonstrukci hvozdu, byla vybudována nová kapacitnější studna u vodní nádrže Jordán s prosakovacím kanálem. Dále byla vybudována nová moderní dvoupatrová máčirna se 4 náduvníky na každém patře. Z náduvníku se ječmen vymáčel do dvoukolových vozíků „japonek“ a vozil se na humna. Dále následovala např. výstavba nových sil, výstavba kotelny a pořízení nové čističky ječmene s tříděním. Modernizací a rekonstrukcí se zvedla kapacita sladovny až na 5 000 tun sladu za jednu kampaň. Po nástupu socialismu byla sladovna znárodněna a přešla pod Obchodní sladovny. Sladovna dále vyráběla, ale velká část exportu směřovala do sovětského svazu. Exportovalo se ale stále i do ostatních zemí. Roku 1967 začala velká rekonstrukce sladovny, která trvala až do roku 1972. Došlo k vybetonování dvora, připojení na městskou kanalizační soustavu (dříve sladovna vypouštěla vodu přes sedimentační nádrž zpět do vodní nádrže Jordán), byla postavena nová sila a celkově rozšířeny skladovací kapacity, byla vybudována nakládací rampa s průjezdem pro auta a nová příjmová linka, byla přistavena nová budova pražírny, byla provedena parofikace sladovny z městské teplárny s napojením na hvozdy, sladovna byla také plynofikována. Kapacita sladovny byla díky rekonstrukci navýšena – roku 1976 se vyrobilo rekordní množství 9 150 tun sladu. Modernizace sladoven byla státem značně opomíjena a do popředí v exportu sladu se tak dostaly jiné země. Podniky pivovarů a sladoven patřily po divadlech k nejstarším ze státních podniků. V roce 1977 došlo k zásadní změně technologie máčení – z klasického máčení pod vodou (kdy byl slad většinu času pod vodou) na máčení vzdušné (většina času bez vody) s odsáváním oxidu uhličitého (později roku 1985 bylo zavedeno i provzdušňování). Roku 1982 byla zbourána budova staré kotelny a přestavěna na kanceláře.

Po revoluci roku 1989 došlo k politickým a hospodářským změnám. Podnik Obchodní sladovny přešel ze státního podniku na akciovou společnost. Později roku 2000 byl majetek sladoven zakoupen firmou Sladovny Soufflet ČR, a.s., která spadá pod francouzskou firmu Groupe Soufflet. Tím začaly odcházet zisky z českých sladoven do zahraničí. Francouzská firma si ponechala pouze největší sladovny, menší byly zrušeny, odprodány nebo vráceny v restitucích. Tábořská sladovna byla navrácena v restitucích potomkům jejích majitelů. Tím bylo vlastnictví rozděleno na mnoho majitelů. Sladovna byla roku 1992 pronajata Igoru Holubovi. Roku 1994 byla jedna část humen nahrazena instalací čtyř Saladinových skříní s kapacitou každé skříně 65 tun. Tím se výrazně snížila pracnost sladování a odpadla náročná práce na humnech. Zbylá humna už nebyla potřeba a prostory se začaly pronajímat pro nesladovnické účely. Roku 1995 proběhla přestavba

hvozdů, které byly následně připojeny na vytápění zemním plynem, a došlo tak k navýšení kapacity sladovny na 12 000 tun sladu za jednu kampaň. Kvůli nekompetentnímu řízení podniku, nehospodárnosti a nedostatku finančních prostředků, se sladovna zhruba od roku 1995 potýkala s problémy. Docházelo k pozdním platbám za ječmen, dodávky energií, k opoždění vyplacení výplat zaměstnancům a docházelo k zadlužování sladovny. Začal se kupovat sladovnický ječmen s horší kvalitou, a tím se zhoršila i celková kvalita sladu. Během provozu pořád hrozilo, že bude sladovně zastavena dodávka energií kvůli neplacení. Za vinou úpadku sladovny stál také velký počet vlastníků, kteří se o provoz sladovny příliš nezajímali. Sladovna chátrala a přestalo se investovat do oprav a údržby. To vše vyústilo v insolvenční řízení, které bylo zahájeno roku 2010. Roku 2012 převzala sladovnu do pronájmu firma Družina Dačice, spol. s.r.o. Sladovnu převzala zrovna v době odbahňování nádrže Jordán, a tak měla velké problémy s dodávkou vody. Firma musela nechat vyměnit také střechu nad Saladinovými skříněmi, kvůli shnilému krovu. Zvýšením stropů se zlepšily vzduchotechnické podmínky na klíčirně. Družina Dačice následně získala většinové vlastnictví a začala zanedbanou sladovnu opět rozvíjet a řádně provozovat. [3]

9.2 Charakteristika podniku a výrobního areálu

Podnik zájmové sladovny se nachází v Jižních Čechách ve městě Tábor na adrese Valdenská 524, 390 02 Tábor. Areál je ve většinovém vlastnictví společnosti Družina spol. s.r.o. od roku 2012 (podíl 28/48), která je také jejím provozovatelem. Družina spol. s.r.o. je společnost zabývající se výrobou a prodejem osiv polních plodin, má několik čistících a mořících stanic a mimo jiné se zajímá také o myslivost (prodejna v Jindřichově Hradci se zbraněmi, střelivem, oblečením a doplňky pro myslivost i rybářství). Od roku 2012 provozuje sladovnu v Táboře a od roku 2014 také menší sladovnu Mšeno (okres Mělník). [6] [36]

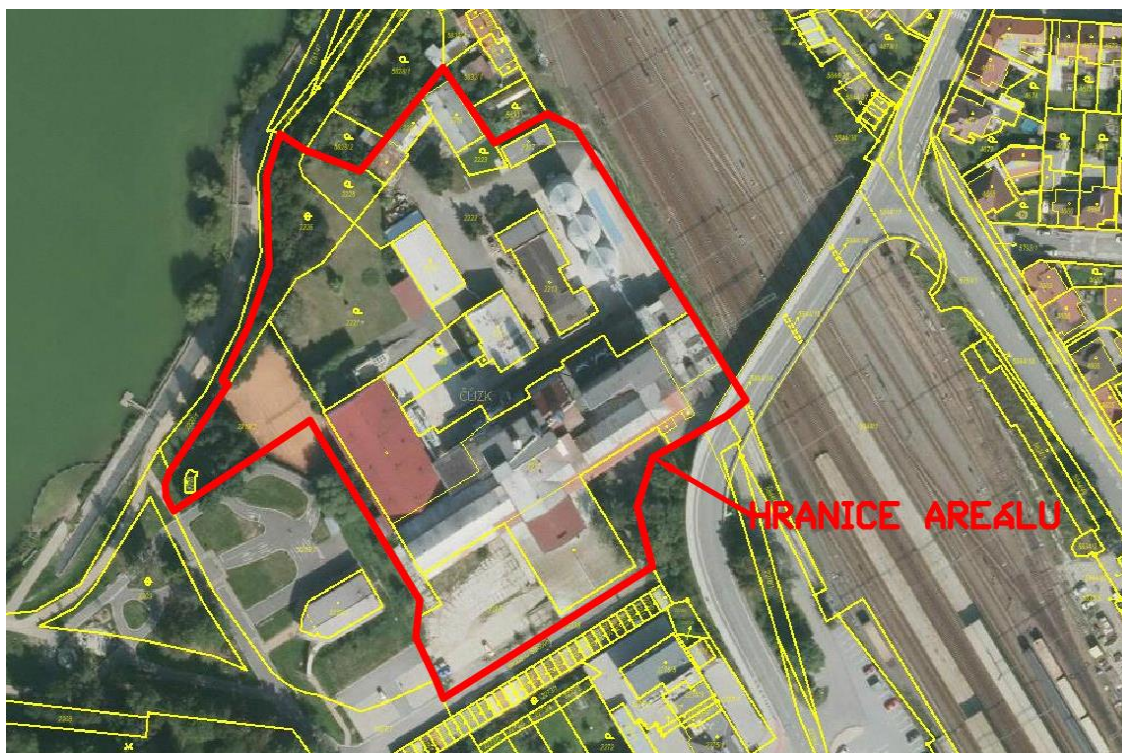
Sladovna Tábor se zabývá výrobou sladu (kód NACE 11060), přijímá sladovnický ječmen a expeduje slad. Zabývá se výrobou českého sladu, bavorského sladu a karamelového sladu. Mezi největší odběratele patří pivovar Budvar a pivovar Třeboň. V tábořské sladovně je zaměstnáno kolem 20 zaměstnanců. Provoz probíhá 7 dní v týdnu. Zhruba polovina zaměstnanců pracuje na 12hodinových směnách (od 6:00 do 18:00) a střídá se u nich dlouhý (pondělí, úterý, pátek, sobota, neděle) a krátký (středa, čtvrtek) týden. Zbytek zaměstnanců chodí na 8hodinové směny pouze v pracovním týdnu.

Sladovací kampaň probíhá většinou od září do června. V červenci a srpnu se buď nesladuje vůbec, nebo se produkce sladu omezuje na základě počasí a teplot kvůli vyšším nákladům na provoz. Při vysokých teplotách se musí klíčirna klimatizovat, aby se udržela potřebná teplota pro klíčící proces a kvalita výsledného sladu byla dostatečně dobrá. Při vysokých teplotách jsou náklady na energie pro chlazení velmi vysoké, a proto se výroba omezuje, případně zastavuje. V letních měsících je nutné sledovat také předpovědi počasí, aby se mohla výroba plánovat efektivně. V tomto období je vyhlášována závodní dovolená a probíhají také hlavní údržby.

Podnik tábořské sladovny má dobrou strategickou polohu. Nachází se hned vedle železniční dráhy a pro příjem a expedici pomocí železnice má vybudovanou vlečku. Výrobní areál se nachází v blízkosti vodní nádrže Jordán, z které odebírá vodu pro svůj provoz. Poloha tábořské sladovny je vidět na obrázku 16 a 17.

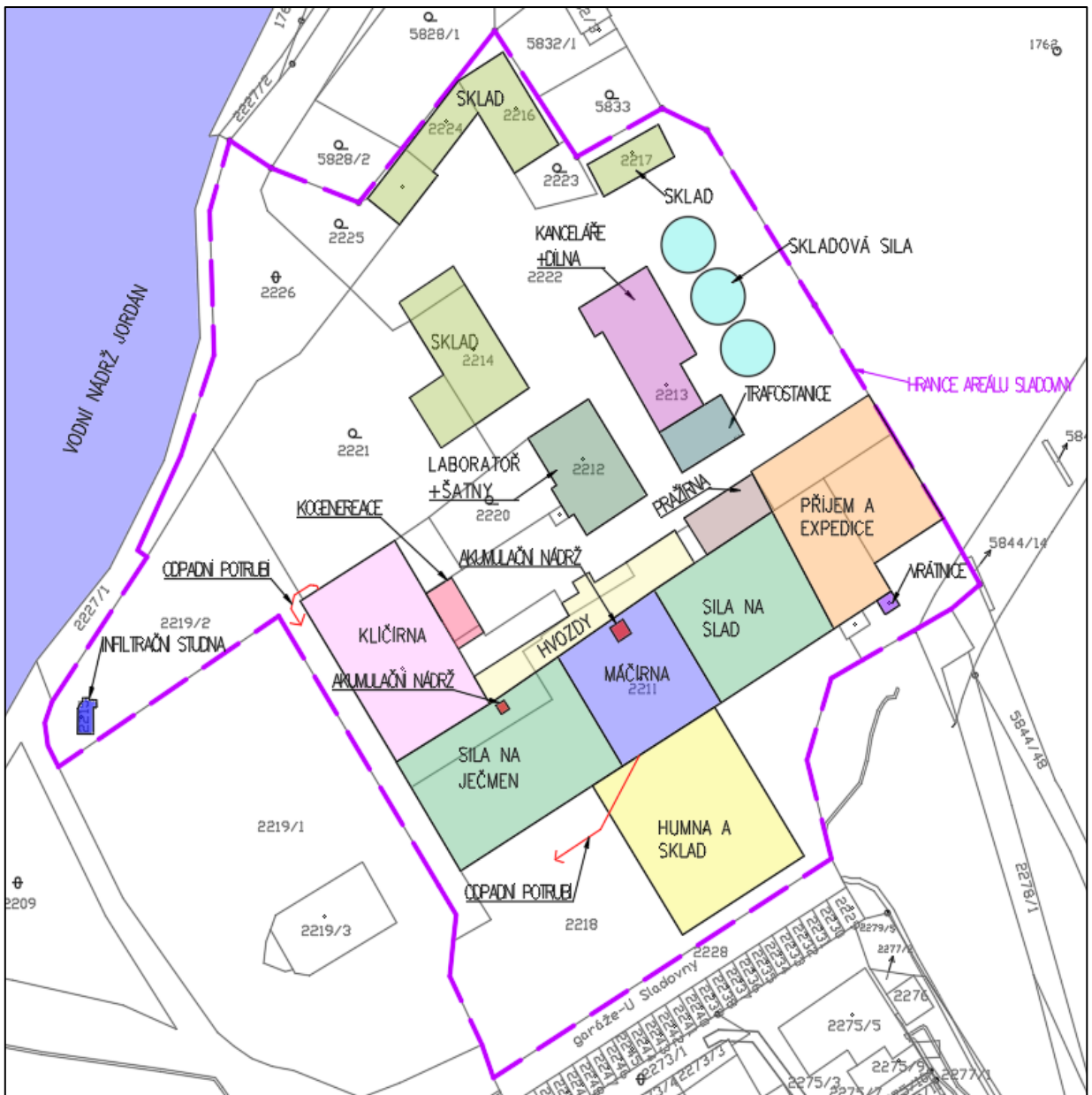


Obrázek 16 – Poloha sladovny Tábor. Upraveno z [51]



Obrázek 17 – Areál sladovny. Upraveno z [52]

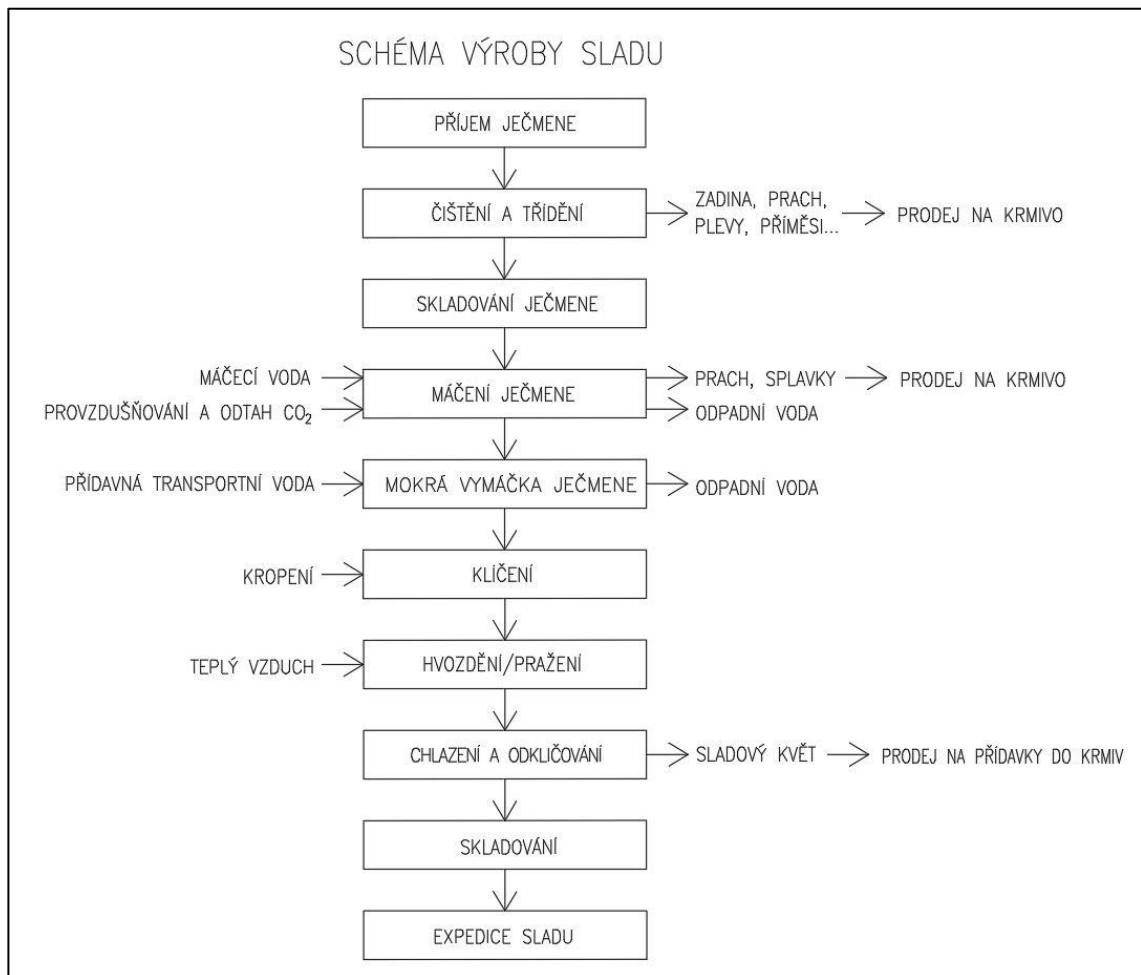
Na dalším obrázku (obrázek 18) je vidět areál s jednotlivými popisky daných budov. V jihovýchodním rohu se nachází vjezd do areálu s vrátnicí, na kterou navazuje část příjmu a expedice sladu/ječmene. V jižní části areálu se nachází sila na slad a ječmen, máčírna, pražírna, humna (dnes využívána jako skladové prostory a prostory pro pronájem ostatním společností pro nesladovnické účely), klíčírna a hvozdy. Dále se v areálu sladovny nachází budovy skladů, kanceláře a dílna, laboratoř a šatny, trafostanice a také nová skladová sila, která byla realizována v roce 2018. V prostorech vedle máčírny se nachází také kogenerační jednotka, která vyrábí elektřinu ze zemního plynu. Tato kogenerační jednotka nepatří společnosti Družina spol. s.r.o., ale jiné společnosti, která ji zde má umístěnou a používá ji na výrobu elektřiny a ohřev vody zbytkovým teplem. Část tepla se využívá také v procesu hvozdění a část elektrické energie využívá samotná sladovna. V západním cípu areálu, blízko vodní nádrže Jordán, se nachází infiltrační studna, která zásobuje sladovnu vodou. V západní části se nachází také tenisové hřiště – v minulosti byli majitelé sladovny fanoušky tohoto sportu a odehrávaly se zde také mezinárodní turnaje. Většinu areálu tvoří zastavěná plocha a zpevněné plochy (asfalt a beton) sloužící jako manipulační prostor. Zeleň se nachází pouze v západní a v severozápadní části, která se svažuje směrem k nádrži Jordán. Zeleň je tvořena extenzivním trávníkem a u hranice areálu se nachází také keře. [6] [9]



Obrázek 18 – Situační výkres areálu sladovny. Vlastní zpracování na podkladu [2]

9.3 Charakteristika výrobního procesu

Výrobní proces se skládá z klasických kroků výroby sladu – příjem ječmene, čištění, máčení, klíčení, hvozdění nebo pražení, ochlazování, odkličování, skladování a expedice. Výrobní proces je každoročně kontrolován inspekcí životního prostředí. Schéma výroby sladu je zobrazeno na obrázku 19.



Obrázek 19 – Schéma výroby sladu. Vlastní zpracování dle [6]

Po příjmu sladovnického ječmene na sladovnu dochází k jeho čištění a odprašování a následnému třídění, kdy se třídí na sítích 2,5 mm. Po těchto krocích následuje proces máčení.

Máčení

Máčirna je vybudována jako dvoupatrová přepouštěcí. Na každém patře jsou 4 ocelové kónické náduvníky, které jsou opatřeny trubními rozvody s přívodem tlakového vzduchu a s odsáváním oxidu uhličitého z kónusu. Náduvníky jsou opatřeny přelivem pro odvod nečistot, které se usadí na hladině. Náduvníky mají kapacitu maximálně zhruba

16,25 tun ječmene každý. Na horním patře máčírny jsou nad náduvníky instalovány zásobníky ječmene, z kterých se ječmen přepouští na první namáčku. Máčení probíhá většinou ve dvou máčecích vodách. Neprobíhá zde klasické „předepření“ ječmene, to se realizuje v podobě první máčecí vody. Většinou je snaha používat pouze dvě máčecí vody, ale někdy je třeba aplikovat ještě třetí máčecí vodu, když zrno hůře přijímá vodu a dvě máčecí vody nestačí (pokud by se prodloužila doba pod vodou, mohlo by se zrno „utopit“, a proto se musí v případě pomalejšího příjmu vody zrnem přistoupit k aplikaci třetí máčecí vody). K použití třetí máčecí vody je třeba přistoupit, pokud má ječmen obsah vody po druhé namáčce zhruba pod 37 % vlhkosti. Na klíčírně se dá ječmen příkrápět, ale to neumožňuje navýšit vlhkost natolik, aby se nemusela využít třetí máčecí voda (na klíčírně je vyzkoušeno, že lze zvýšit vlhkost o zhruba 5 %). Při prvním máčení je ječmen pod vodou zhruba 4 hodiny s periodickým přívodem tlakového vzduchu. Poté následuje vypuštění vody a vzdušná přestávka kolem 12 hodin s odsáváním oxidu uhličitého. Po první namáčce a vzdušné přestávce je obsah vody v ječmeni zhruba 30 %. Poté je ječmen přepuštěn gravitačně o patro níže. Zde se napustí druhá máčecí voda. Ječmen je zhruba 5 hodin pod vodou a opět provzdušňován. Následuje buď aplikace třetí máčecí vody nebo v případě dostatečné vlhkosti mokrá vymáčka ječmene, kdy se ječmen s poslední máčecí vodou dopravuje za pomoci ještě přídavné vody pro lepší transport na klíčírnu, kde se vymáčí do Saladinových skříní. Stupeň domočení v máčírně je zhruba 42 %. Namáčení probíhá zhruba 20krát do měsíce. [6] [9]

Na obrázku 20 je pohled do prázdného náduvníku s trubními rozvody tlakového vzduchu.



Obrázek 20 – Pohled na prázdný náduvník s trubními rozvody tlakového vzduchu na provzdušňování. Zdroj: vlastní foto

Klíčení:

Po mokřém vymáčení voda odtéká z ječmene přes rošty ve dně Saladinových skříní. Ječmen se po vymáčení urovnává automatickými posuvnými obraceči do roviny a je pravidelně obracen, aby se zajistilo co nejhomogennější klíčení v celé hromadě. Během klíčení je udržována teplota v klíčírně v rozmezí zhruba 14–18 °C. Ječmen je kropen dle potřeby, aby se udržoval obsah vody kolem 44 %. Klíčení ve skříních trvá zhruba 6 dní a poté je zelený slad dopravován na hvozdy. Hromada je denně 3krát obracena posuvnými obraceči, které jsou na kolejnicích. Na obracečích jsou instalovány trysky na kropení a kropí se dle potřeby. Na klíčírně jsou celkem 4 Saladinovy skříně, které mají kapacitu 65 tun na jednu skřín. Skříně mají mezi dnem a perforovanými rošty vzduchový kanál, přes který je ventilátory vháněn do skříní vzduch na provzdušňování hromad. [6] [9]

Na obrázku 21 je zachycena Saladinova skříň během mokrého vymáčení ječmene z máčírny.



Obrázek 21 – Pohled na mokrou vymáčku ječmene do Saladinových skříní. Zdroj: vlastní foto

Hvozďení:

Hvozďení probíhá na třech hvozdech. Dva menší hvozdy jsou jednolískové tandemové – tyto hvozdy spolu spolupracují a předávají si teplý vzduch z jednotlivých fází sušení pro úsporu energie. Poslední hvozď je dvoulískový – horní líska se předsouší a po dosušení sladu na spodní lísce se slad z horní lísky přepustí na spodní lísku. Na horní lísku se nastírá opět další slad na předsušení. Slad se rozprostírá na rošty pomocí nastíracích zařízení. Slad je sušen pomocí vzduchu poháněného ventilátory. Vzduch ve všech hvozdech je ohříván pomocí plynových hořáků. Ve hvozdech se využívá i teplo z kogenerační jednotky. Sušení probíhá při teplotách až 85 °C a trvá zhruba 19 až 20 hodin. Po vysušení na zhruba 4 % obsahu vody v zrně se slad dopravuje přes odkličovací do skladovacích sil, která jsou blízko u expediční linky. Sladový květ se dále shromažďuje, lisuje a prodává pro další využití. [6] [9]

10. POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU

10.1 Data a podklady

Data, která se ve sladovně zpracovávají (která jsou relevantní pro tuto práci) jsou data o produkci sladu, kde se vede papírová evidence kolik tun sladu se namočilo a kolik tun sladu se vyprodukovalo – toto je rozděleno na slad český, bavorský a karamelový. Dále se vedou záznamy o odběrech vody z vodní nádrže Jordán pomocí manuálního odečtu vodoměru na přívodním potrubí na konci měsíce. Tato data se následně hlásí správci povodí (hlášení pro vodní bilanci). Data o vodném a stočném zajišťuje provozovatel vodovodu a kanalizace ČEVAK a.s. na základě odečtu vodoměru na přívodním potrubí vodovodního řadu a na základě odběrů vody z nádrže Jordán. Dešťová voda je účtována pomocí výpočtu bez měření.

Sladovna nemá instalované podružné vodoměry ve svém areálu, a tak chybí data o spotřebě vody v jednotlivých krocích výrobního procesu i mimo výrobní proces. Informace o spotřebě vody (jednak ve výrobním procesu a také mimo výrobní proces) jsem tedy musel získat pouze z odhadů od zaměstnanců, a hlavně od vedoucího podniku. Z jejich strany byla snaha o co nejpřesnější odhady. [6] [9]

10.2 Objem výroby

Dle poskytnutých dat o výrobě produkuje sladovna zhruba 9–10 tisíc tun sladu ročně. Sladovna má uzavřené smlouvy o každoročním odbytu sladu. Tento nasmlouvaný odbyt je zhruba 8 800 tun ročně. To jsou jisté odbyty, které sladovna každoročně pokrývá. K tomu se přidává ještě další odbyt, který není nasmlouván každoročně a který je každý rok jiný. V případě zájmu nad rámec každoročně nasmlouvaných odbytů, je sladovna schopna vyrobit zhruba 1 200 tun nad nasmlouvané množství produkce. Finální výtěžnost sladu z přijatého ječmene je zhruba 80–82 %. Přehled o výrobě dle poskytnutých dat je uveden v tabulce 7.

Tabulka 7 – Tabulka příjmu ječmene a produkci sladu za období 2018–2020. Vlastní tvorba na podkladu [3]

	Příjem ječmene [t]	Produkce sladu [t]
Rok 2018	12 366	10 140
Rok 2019	11 188	9 118
Rok 2020	12 111	9 894

Kapacita výroby je daná hlavně kapacitou skladovacích kapacit a odbytem objednaného sladu (častým problémem je odběr hotového sladu odběrateli, kteří mají mnohdy plné skladovací kapacity a neodbírají slad tak, jak by bylo potřeba). Pokud by byl odbyt sladu ideální a skladovací kapacita by nebyla omezující, byl by omezující prvek ve výrobě proces klíčení (Saladinovy skříně). Aby máčírna pracovala naplno, musela by mít klíčírna 6 Saladinových skříní. Pak by se mohlo namáčet každý den. Hvozdy mají dostatečnou kapacitu a nejsou ve výrobě omezujícím prvkem. Nicméně není tlak na zvyšování kapacity, sladovna se svou aktuální schopností produkce naplňuje regionální poptávku po sladu a společnost neplánuje rozšiřování produkce. [3] [6]

10.3 Zdroj vody, odběry vody a její akumulace

Sladovna má dva zdroje vody, a to vodu z blízké vodní nádrže Jordán a vodu z vodovodního řadu.

10.3.1 Odběry vody z vodní nádrže Jordán

Pro svůj výrobní proces odebírá sladovna vodu z blízké nádrže Jordán přes infiltrační studnu, která je umístěna v západním cípu areálu sladovny na pozemku parc.č. 2215. Sladovna má povolení k odběru této vody, a to v ročním odběru ve výši max. 80 000 m³, v měsíčním odběru ve výši max. 10 000 m³ a v maximálním odebíraném množství 10 l/s. Cena za odebíranou vodu činí 3,98 Kč/m³ bez DPH.

Při odbahňování nádrže Jordán byla při té příležitosti infiltrační studna vyčištěna a byla udělána revize infiltračního propojení s vodní nádrží – došlo k výměně filtračních vrstev, přes které se voda do studny dostává a čistí (šterk, písek).

Úprava vody před vstupem do výrobního procesu spočívá pouze ve využití UV lampy na přívodním potrubí (UV lampa je osazena v budově sladovny). Čerpadlo, které čerpá vodu od studny do místa akumulace má při dané výtlačné výšce kapacitu zhruba 8–9 l/s. Sladovna provádí jednou za dva roky rozbory vody za UV lampou.

Z poskytnutých dat o odběrech vody z vodní nádrže Jordán (tabulka 8) vidíme, že odběry vody z nádrže Jordán se ročně pohybují kolem 49 000 až 60 500 m³/rok. Od roku 2016 do září 2021 je průměr ročního odebíraného množství zhruba 53 500 m³/rok. Při vyhodnocení průměrných odběrů za měsíc (s vynecháním měsíce července a srpna –

z důvodu omezení sladování v těchto letních měsících) vychází průměrný odběr zhruba na 5 190 m³/měsíc. Roční odběry vody z nádrže Jordán za období 2016–2020 jsou uvedeny v tabulce 8. [3] [6]

Tabulka 8 – Roční odběry vody z nádrže Jordán za období 2016–2020. Vlastní tvorba na podkladu [3]

	Odběr vody Jordán [m ³]
Rok 2016	53 001
Rok 2017	60 443
Rok 2018	58 522
Rok 2019	48 967
Rok 2020	52 186

10.3.2 Vodovodní řad

Voda z vodovodního řadu se ve sladovně využívá pro potřeby zaměstnanců (sprehování, splachování toalet, konzumace vody, mytí nádobí), oplachy aut a také ve výrobním procesu (kropení skříní a čištění). Od sladovny odebírají vodu z řadu také drážní domky, které sousedí s areálem sladovny (odebírané množství je v celkovém objemu minimální, a to zhruba 60 m³/rok). Cena vody z vodovodního řadu je výrazně vyšší než voda odebíraná z nádrže Jordán. Provozovatel místního vodovodu je společnost ČEVAK a.s. a dle aktuálního ceníku cena vody (vodné) činí 41,32 Kč/m³ bez DPH. V porovnání s cenou za odběry vody z nádrže Jordán je tedy tato voda výrazně dražší. Dle poskytnutých dat o vodném se průměrná spotřeba vody z vodovodního řadu pohybuje kolem 210 m³ měsíčně (bez měsíce července a srpna). [3] [6] [105]

10.3.3 Akumulace vody

Ve sladovně se nachází celkem dvě akumulční nádrže, do kterých se čerpá voda odebíraná z nádrže Jordán. První a větší nádrž je umístěna u střechy nad máčírnu blízko hvozdů. Nádrž je provedena z ocelových plechů a její kapacita je 30 m³. Nádrž je zobrazena na obrázku 22. Čerpadlo čerpá vodu od infiltrační studny do této akumulční nádrže, z které je voda odebírána na máčení ječmene a transport ječmene z náduvníků na klíčírnu. Čerpadlo dokáže načerpat celý objem nádrže zhruba do hodiny. Čerpání do nádrže probíhá v závislosti na namáčení ječmene. Druhá akumulční nádrž je menší (zhruba 10 m³), nachází se u klíčírny a je zásobena stejným čerpadlem jako první

akumulační nádrž. Voda z této nádrže se využívá ke kropení před ventilátory na klíčárně.

[3] [6] [9]



Obrázek 22 – Akumulační nádrž na vodu pro výrobní proces nad máčírnu. Zdroj: vlastní foto

10.4 Spotřeba vody ve výrobním procesu

Spotřeba vody ve výrobním procesu je hlavní složkou spotřeby vody v celém areálu sladovny. Ve výrobním procesu se využívá převážně voda z nádrže Jordán, ale část používané vody tvoří i voda z vodovodního řádu. Hlavní složkou spotřeby vody ve výrobním procesu je proces máčení. Ve sladovně, jak již bylo zmíněno, bohužel chybí podružné vodoměry na jednotlivých potrubích, a tak je množství spotřebované vody uváděno na základě výpovědi vedoucího provozu sladovny. Celková potřeba vody je odhadována na 255 m³ na 65 tun ječmene při využití plné kapacity náduvníků a při použití dvou máčecích vod (z toho je zhruba 250 m³ voda z nádrže Jordán a na vodu

z vodovodního řadu připadá zhruba 5 m³). Finální výtěžnost sladu z přijatého ječmene se pohybuje zhruba kolem 82 % v závislosti na počáteční vlhkosti ječmene a na finálním stupni dosušení. Celková spotřeba vody je tedy zhruba 255 m³ na 53,3 tun sladu (65 x 0,82 = 53,3). Z toho vychází spotřeba vody na jednu tunu sladu kolem 4,8 m³/t. Pokud je ale nutno použít třetí máčecí vodu, spotřeba vody se zvedne na zhruba 350 m³/53,3 tun sladu, a to činí zhruba 6,6 m³/t sladu. V tabulce 9 je zobrazen příjem ječmene, produkce sladu, odběry vody z nádrže Jordán a přepočtená spotřeba vody na jednotku produkce. Rozdíly mezi jednotlivými roky jsou dle vedoucího provozu sladovny způsobeny hlavně nutností aplikace třetí máčecí vody v případě, že zrno nepřijímá dobře vlhkost. [6]

Tabulka 9 – Data o příjmu ječmene, produkci sladu, odběru vody z nádrže Jordán a vypočítané spotřebě vody na jednu tunu ječmene za období 2018–2020. Vlastní zpracování na podkladu [3]

	Příjem ječmene [t]	Produkce sladu [t]	Odběr vody Jordán	Spotřeba na jednotku produkce [m ³ /t]*
Rok 2018	12 366	10 140	58 522	5,8
Rok 2019	11 188	9 118	48 967	5,4
Rok 2020	12 111	9 894	52 186	5,3

* do této spotřeby není započítána voda z vodovodního řadu, která tvoří dle odhadů kolem 0,1 m³/t

10.4.1 Máčení

Máčecí proces, jak již bylo zmíněno, probíhá během dvou nebo tří namáček. Voda z akumulární nádrže se přivádí gravitačně do náduvníků. Náduvníky se plní postupně a je možné plnit dva náduvníky naráz. Pokud se plní každý zvlášť, naplní se jeden náduvník během 10–15 minut. Při napouštění náduvníků se začíná čerpat voda do akumulární nádrže. Na jednu máčecí vodu se spotřebuje zhruba 95 m³ vody (tedy kolem 24 m³ na jeden náduvník), a je tedy potřeba během napouštění náduvníků akumulární nádrž zhruba dvakrát dočerpat. Náduvníky mají pouze jednu pevnou výšku přelivné hrany na odvod nečistot – je tedy třeba je vždy napustit plně i v případě, že se nenaplní zrnem na maximální kapacitu, aby se zajistil odvod nečistot. Pokud se nevyužívá plná kapacita, jsou všechny náduvníky naplněny zrnem méně, než je jejich kapacita. Na dotaz, zda by bylo možné naplnit pouze 3 náduvníky a jeden odstavit, bylo sděleno, že pokud je množství namáčeného ječmene menší než 48,75 tun (to značí 3 maximálně využitě náduvníky), pak se jeden náduvník odstavuje, nicméně pokud se omezuje množství namočeného ječmene pouze tak, že nelze jeden náduvník vyřadit z máčecího procesu

(příklad – místo 65 tun ječmene, což je maximální kapacita, se namáčí např. 55 tun ječmene), musí se využít všechny 4 náduvníky. Náduvníky se plní vždy rovnoměrně. [6] [9]

10.4.2 Mokrý vymáčka na Saladinovy skříně

Při dosažení stupně domočení zhruba 43 % se ječmen transportuje s poslední máčecí vodou ze spodního náduvníku na Saladinovy skříně v potrubí. Pro tento transport ječmene je ale potřeba k poslední máčecí vodě přidat ještě další přídavnou vodu a použít čerpadlo, které transport umožní. Z akumulární nádrže je tedy instalován ještě přívod vody ke spodním náduvníkům. Spotřeba přídavné vody na mokrou vymáčku je zhruba 60 m³ na jeden máčecí cyklus (tedy zhruba 15 m³ na jeden náduvník). [6] [9]

10.4.3 Klíčení

Po přivedení ječmene s vodou na Saladinovy skříně odtéká voda skrz rošty ve dnech skříní. Ječmen je urovnán pomocí obracečů a poté během klíčícího procesu kroupen tak, aby se zachoval obsah potřebné vody v zrně. Spotřeba vody na kroupení je zhruba 1–3 m³ (dle potřeby a stupně domočení z máčírny – na klíčírny lze ovlivňovat vlhkost v rozmezí kolem 5 %) na jeden klíčící proces (jedna skřín – tedy 53,3 m³ sladu). Dále je přivedena voda k ventilátorům, které vhání studený vzduch pod Saladinovy skříně. Ventilátory jsou kroupeny, aby měl vzduch patřičnou vlhkost. Spotřeba této vody je odhadována zhruba na 0,5 m³ na jeden klíčící proces (jedna skřín). Voda na kroupení přivedená na obraceče je z vodovodního řadu a k ventilátorům přichází voda z akumulární nádrže u klíčírny (voda z nádrže Jordán). [6] [9]

10.4.4 Ostatní spotřeba vody

Další spotřeba vody je na mytí. Jedná se o mytí náduvníků, Saladinových skříní a úklid prostor výrobního procesu.

Náduvníky na horním patře se oplachují při přepuštění ječmene do spodních náduvníků, a to pomocí hadice. Čištění spodních náduvníků probíhá obdobně. Tato oplachová voda je voda odebíraná z nádrže Jordán a množství spotřebované na oplach náduvníků je dle vedoucího provozu minimální.

Saladinovy skříně se čistí pomocí tlakové vody. Po transportu sladu na hvozdy nebo pražírnu se musí opláchnout stěny skříně, a hlavně propláchnout rošty skříně, kde se usazují zrna ječmene. Rošty musí být čisté kvůli odtoku vody při vymáčení a také pro

správné proudění vzduchu do skříní přes rošty. Voda používaná na tyto oplachy je voda z vodovodního řadu. Spotřeba vody na mytí jedné skříně je odhadem zhruba 2–3 m³.

Další voda se používá na mytí vnitřních prostor výrobního procesu. Spotřeba této vody je ale minimální, úklid vnitřních prostor probíhá převážně mechanicky bez použití vody. [6]

10.5 Spotřeba vody mimo výrobní proces

Mimo výrobní proces se používá pouze voda z vodovodního řadu. Spadá sem voda na hygienu (hlavně sprchování) a vlastní spotřebu zaměstnanců, voda na mytí nádobí, splachování toalet, oplachy nákladních automobilů společnosti a případně úklid např. kancelářských prostor. Spotřeba této vody je oproti výrobnímu procesu výrazně nižší. Dle odhadů se zhruba čtvrtina vody z vodovodního řadu spotřebuje pro zaměstnance a provoz kanceláří a šaten. Pokud provedeme orientační výpočet dle vyhlášky č.120/2011 Sb., kde jsou uvedena směrná čísla pro spotřebu vody na jednoho zaměstnance a směnu za rok, je pro provozovny se špinavým provozem, s WC, s teplou vodou a možností sprchování uvedeno 30 m³/os/rok, což odpovídá 2,5 m³/os/měsíc. Při počtu 20 zaměstnanců je orientační spotřeba vody na zaměstnance kolem 50 m³/měsíc. Spotřeba na mytí vnitřních prostor kanceláří a šaten je dle informací minimální. Vodu z vodovodního řadu spotřebovávají také drážní domky, ale tato spotřeba je, jak bylo zmíněno dříve, minimální a nelze ji ovlivnit (zhruba 60 m³/rok). Další spotřeba vody je na oplachy nákladních automobilů. Berme v úvahu, že průměrná spotřeba vody z řadu je zhruba 210 m³/měsíc, na zaměstnance se spotřebuje zhruba 50 m³/měsíc. Ve výrobním procesu je to zhruba 60 m³ na čištění skříní (cca 3 m³ na jednu skříň a v měsíci je zhruba 20 cyklů) a kolem 60 m³ na kropení hromad (při úvaze až 3 m³ na kropení v jednom cyklu jedné skříně a 20 cyklů v měsíci). Po sečtení těchto položek dostáváme 170 m³/měsíc. Pokud vezmeme v potaz ještě spotřebu drážních domků a odečteme měsíčně kolem 5 m³, dostaneme hodnotu 175 m³/měsíc. Pokud je tedy průměrná spotřeba vody z vodovodního řadu 210 m³/měsíc (viz kapitola 10.3.2), zbývá na další aktivity využívající vodu kolem 35 m³/měsíc – tuto vodu by, dle získaných informací o používání vody v areálu sladovny, měly tvořit oplachy nákladních automobilů. Všechna tato čísla jsou ale pouze hrubé odhady, se kterými se tato práce musí spokojit. Bez podružných vodoměrů a vyhodnocení

dat tyto hodnoty nelze přesně určit. Oplachy nákladních automobilů probíhají převážně pomocí hadice, tedy bez tlakové vody. [3] [6] [93]

10.6 Voda vypouštěná do kanalizační soustavy

Veškerá odpadní voda je vypouštěna do kanalizační soustavy. Provozovatelem kanalizační soustavy, stejně tak jako vodovodní soustavy, je společnost ČEVAK a.s. a dle aktuálního ceníku je cena za klasické stočné stanovena na 39,30 Kč/m³. Cena za odpadní vodu z jiných zdrojů (srážková voda, voda z jiného zdroje) je o něco vyšší a to 46,21 Kč/m³. Uvedené ceny jsou bez DPH. Voda, která se vypouští do kanalizační soustavy je převážně voda z výrobního procesu, a to hlavně z máčecího procesu a mokrého vymáčení na skříně. Dále mimo výrobní proces je do kanalizační soustavy vypouštěna splašková voda z kanceláří a šaten, voda používaná na oplachy nákladních automobilů a dešťová voda. Poloha odpadních potrubí v areálu není přesně známa, neexistují totiž žádné plány z dob, kdy se prováděla realizace, a nejde tedy určit, co a kde se stéká dohromady. [6] [105]

Odpadní voda z máčiren odchází do kanalizační soustavy odpadním potrubím v jižní části areálu. Na tomto kanalizačním potrubí je vybudována retenční nádrž na zpomalení odtoku. Voda, která při máčení přepadá společně s nečistotami ječmene, je odváděna do kanalizační soustavy přes jemná síta, která nečistoty zachytávají. Nečistoty se dále prodávají jako krmivo. Voda z mokré vymáčky ječmene (druhá máčecí voda + přídatná transportní voda), voda z čištění skříní a z kropení hromad odchází do kanalizační soustavy potrubím v severozápadním rohu máčírny. Zde je také vybudována retenční nádrž o objemu zhruba 16 m³, která zpomaluje odtok. Vypouštění vody z náduvníků, respektive mokré vymáčení ječmene na skříně, probíhá postupně. Kvůli kapacitě odpadního potrubí se vypouští vždy jeden náduvník v jeden čas.

Množství odpadní vody z výrobního procesu je dle dokumentu *Manuál k praktickému využití nejlepších dostupných technik (BAT) v pivovarech a sladovnách* zhruba 86 % z odebrané vody pro sladovny s podobnou velikostí. Problémem je, že fakturovaná vypouštěná voda z výrobního procesu z vodní nádrže Jordán je účtována na základě odebrané vody v plné míře bez uvážení toho, že se určitá voda nasákne do zrn a následně se odpaří při hvozdění. Aktuálně společnost jedná s provozovatelem kanalizace o vytvoření nové smlouvy o vypouštění se zahrnutím této skutečnosti a snížení fakturované vypouštěné vody o určitá procenta. [6] [9] [48]

Při počáteční vlhkosti ječmene zhruba 12 % a stupni domočení po prvním máčení 30 % a po druhém máčení zhruba 42 %, a s uvážením využití plné kapacity náduvníků – 65 tun ječmene a spotřebou vody na jednu máčecí vodu 95 m³, je orientační množství odpadní vody, které odchází z máčecího procesu následovně:

- z prvního máčení: $95 - (0,30 - 0,12) \times 65 = 83,3 \text{ m}^3$
- z druhého máčení: $95 - (0,42 - 0,30) \times 65 = 87,2 \text{ m}^3$
- transportní přídavná voda: 60 m³

Stočné z použité vody z vodovodního řadu je na fakturách rovno odebranému množství (tedy množství odebrané = množství vypuštěné). [3]

Kvalita vypouštěných odpadních vod z výrobního procesu nebyla známá, nebyly provedeny žádné rozborů této vody v minulosti. Proto byl v rámci diplomové práce proveden jeden odběr vody, který byl proveden těsně před mokrou vymáčkou ječmene z dolního náduvníku. Výsledky rozboru jsou uvedeny v následující tabulce 10 a 11.

Tabulka 10 – Výsledky chemického vyšetření vzorku odpadní vody. Zdroj: [10]

Výsledky zkoušek - chemická vyšetření			
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	Nejistota
Fe (železo)	0,27	mg/l	15%
Mn (mangan)	0,189	mg/l	15%
Ca + Mg (tvrdost) *	1,73	mmol/l	15%
amoniakální dusík	0,28	mg/l	10%
amonné ionty	0,36	mg/l	20%
barva	500	mg/l Pt	20%
BSK5	59	mg/l	20%
dusičnany	<4,0	mg/l	
dusík celkový	10	mg/l	20%
fosfor celkový	2,40	mg/l	15%
CHSK-Cr	201	mg/l	15%
konduktivita	51,4	mS/m	10%
NL (105°C)	43	mg/l	15%
pH	7,1		0,2
celkový organický uhlík (TOC)	30,3	mg/l	15%
zákal	10,8	ZF(n)	10%

Tabulka 11 – Výsledky mikrobiálního vyšetření vzorku odpadní vody. Zdroj [10]

Výsledky zkoušek - mikrobiologická vyšetření			
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	Nejistota
Escherichia coli	2×10^3	KTJ/100 ml	$1,91 \times 10^3$ - $2,09 \times 10^3$
koliformní bakterie	$4,1 \times 10^5$	KTJ/100 ml	$4,09 \times 10^5$ - $4,11 \times 10^5$
počet organismů	26700	jedinci/ml	26373- 27027
počty kolonií při 22°C	6×10^4	KTJ/ml	$5,95 \times 10^4$ - $6,05 \times 10^4$
počty kolonií při 36°C	$2,6 \times 10^4$	KTJ/ml	$2,57 \times 10^4$ - $2,63 \times 10^4$

Pokud porovnáme ukazatele BSK₅ a nerozpuštěných látek (NL) s hodnotami v dokumentu *Manuál k praktickému využití nejlepších dostupných technik (BAT) v pivovarech a sladovnách*, jsou výsledky rozboru odpadní vody na výrazně nižších úrovních. Průměrná hodnota je pro BSK₅ uvedena 760 mg/l a průměrná hodnota pro NL 339 mg/l. Pokud se podíváme na data uvedená v kapitole 4.4.3 z časopisu *Kvasný průmysl kvasný průmysl*, uvádí se rozmezí pro BSK₅ 100–1 500 mg/l a pro NL 30–2 300 mg/l. Nižší hodnoty znečištění v provedeném rozboru jsou způsobeny hlavně skutečností, že byl odběr vzorku proveden z druhé máčecí vody, která je výrazně méně znečištěna než první máčecí voda. Je třeba brát také v úvahu, že jeden rozbor nemá velkou vypovídající hodnotou a pro lepší představu o kvalitě odpadní vody z máčecího procesu by bylo třeba provést rozborů z několika různých namáček a také z obou máčecích vod, respektive ze všech třech, pokud se aplikuje ještě třetí máčecí voda. Rozborů odpadních vod jsou poměrně finančně nákladné, a tak jsem v rámci diplomové práce provedl pouze jeden rozbor odpadní vody. Pokoušel jsem se získat informace o kvalitě odpadních vod ve sladovnách z externích zdrojů, ale setkal jsem se ve většině případů s absencí těchto informací anebo neochotou poskytnutí těchto „citlivých“ údajů. Pouze v jednom případě jsem uspěl a získal jsem rozborů odpadních vod z máčecího procesu z jedné nejmenované sladovny. Z poskytnutých rozborů jsem vytvořil průměrné hodnoty, které jsou zobrazeny v následující tabulce 12. [11] [46] [48]

Tabulka 12 – Průměrné hodnoty parametrů znečištění z poskytnutých rozborů odpadních vod z nejmenované sladovny. Zdroj dat [11]

Parametr	Průměr [mg/l]
BSK ₅	764,38
CHSK _{Cr}	2008,75
NL	541,50
N _{celk}	41,94
N _{NH4}	9,00
P	9,09

Otázku kvality odpadních vod z máčecího procesu je do budoucna nutné více prozkoumat.

Co se týče odpadní vody mimo výrobní proces, předpokládá se u splaškových vod znečištění podobné, jak uvádí norma ČSN 75 6101 (hodnoty uvedené v kapitole 1.1).

10.7 Dešťová voda

Areál tábořské sladovny je z velké části složen ze zpevněných a zastavěných ploch. Zpevněné plochy jsou manipulační plochy, které jsou tvořeny asfaltovým nebo betonovým povrchem umožňujícím pojezdu techniky. Střechy v celém areálu jsou plechové. Kvůli velkému podílu zastavěných a zpevněných ploch dochází k velkému povrchovému odtoku při srážkových událostech. Dešťová voda ze střech a zpevněných manipulačních ploch je kompletně odváděna do jednotné kanalizační soustavy a stává se tedy vodou odpadní. Z toho plynou také vysoké náklady na odvádění těchto vod do jednotné kanalizační soustavy. Odvádění srážkových vod do kanalizace je účtováno bez měření, stanovení množství srážkových vod je tedy stanoveno výpočtem pomocí redukované plochy a dlouhodobého srážkového normálu v daném místě. Cena za odvádění dešťových vod do kanalizační soustavy je aktuálně v daném místě stanovena na 46,21 Kč/m³ bez DPH. Z poskytnutých podkladů je známo, že účtována dešťová voda odváděná do kanalizační soustavy činí 17,62 m³/den, což znamená 6 432 m³/rok. Z toho vyplývá, že při dlouhodobém ročním srážkovém normálu pro jihočeský kraj (1990–2010) rovném 687 mm (0,687 m) a při aplikaci výpočtu z vyhlášky č. 428/2001 Sb., který je popsán v kapitole 2.5, je redukovaná plocha, ze které se odvádí srážková voda 9 362, 44 m². Měsíčně je fakturované množství dešťové vody zhruba 530 m³, což podnik stojí měsíčně zhruba 24 500 Kč. Na obrázku 23 je zobrazeno rozdělení ploch v areálu sladovny. [3] [9] [87] [105]



Obrázek 23 – Schéma rozdělení ploch v areálu sladovny. Vlastní tvorba na podkladu [2]

10.8 Stáří zařízení, rozvodů a jejich údržba

Většina zařízení, rozvodů a technologií, která se ve sladovně nachází, byla instalována před převzetím sladovny firmou Družina spol. s.r.o., která ji převzala v exekučním řízení roku 2012 v zanedbaném stavu. Není proto známo, jak stará jsou zařízení a rozvody v areálu. Je možno pouze odhadovat z kroniky sladovny, kde je ale zmíněn pouze zlomek. Například Saladinovy skříně byly instalovány kolem roku 1994. Ocelové náduvníky, pokud nebyly od té doby měněny, byly instalovány kolem roku 1947 a později kolem roku 1985 do nich byly instalovány rozvody tlakového vzduchu a odtah oxidu uhličitého. Co se týče rozvodů kanalizace, ty pochází nejspíše z roku 1971, kdy byla sladovna napojena na veřejnou kanalizaci. U vodovodní sítě není zmínka o jejím stáří. Nejsou známy přesné podzemní trasy odpadních ani vodovodních potrubí.

Mezi nové prvky, které provedla Družina spol. s.r.o. patří například výměna střešní konstrukce a krytiny nad klíčirnou, zavedlo se chlazení Saladinových skříní, instaloval se nový pražič karamelového sladu, provedla se oprava střechy nad máčirnou a výměna starého potrubí pro mokrou vymáčku ječmene na Saldinovy skříně za nové. Roku 2019 byl vyměněn vodoměr na přívodu vody z vodní nádrže Jordán. Při převzetí sladovny v roce 2012 bylo zhotoveno nové plastové přívodní potrubí od infiltrační studny do akumulčních jímek. Bylo také nutné vyměnit velkou část rozvodů vody ve výrobním procesu, protože většina potrubí byla po převzetí sladovny roku 2012 popraskaná.

Údržba zařízení a rozvodů je prováděna kontinuálně. Ve sladovně se vede plán údržby a oprav a hlavní údržba probíhá v letních měsících, kdy se nesladuje nebo je sladování výrazně omezeno. Provádí se revize a případná výměna potrubí, revize zařízení (čistička ječmene, skladová síla, dopravníky, čerpadla, ventilátory, náduvníky, skříně a další). Během letních úprav probíhá např. přelaminování náduvníků – náduvníky mají na vnitřním povrchu 3 vrstvy laminátu. Pokud se při provozu objeví defekt v těchto vrstvách, okamžitě se dané místo přelaminuje. Po převzetí sladovny Družinou spol. s.r.o. roku 2012 byla sladovna ve velmi špatném a zanedbaném stavu, provoz nebyl stabilní a muselo se řešit spoustu problémů se zanedbaným stavem celého výrobního procesu. Postupem času se ale proces stabilizoval a nyní je údržbě a opravám věnována patřičná pozornost. [3] [6]

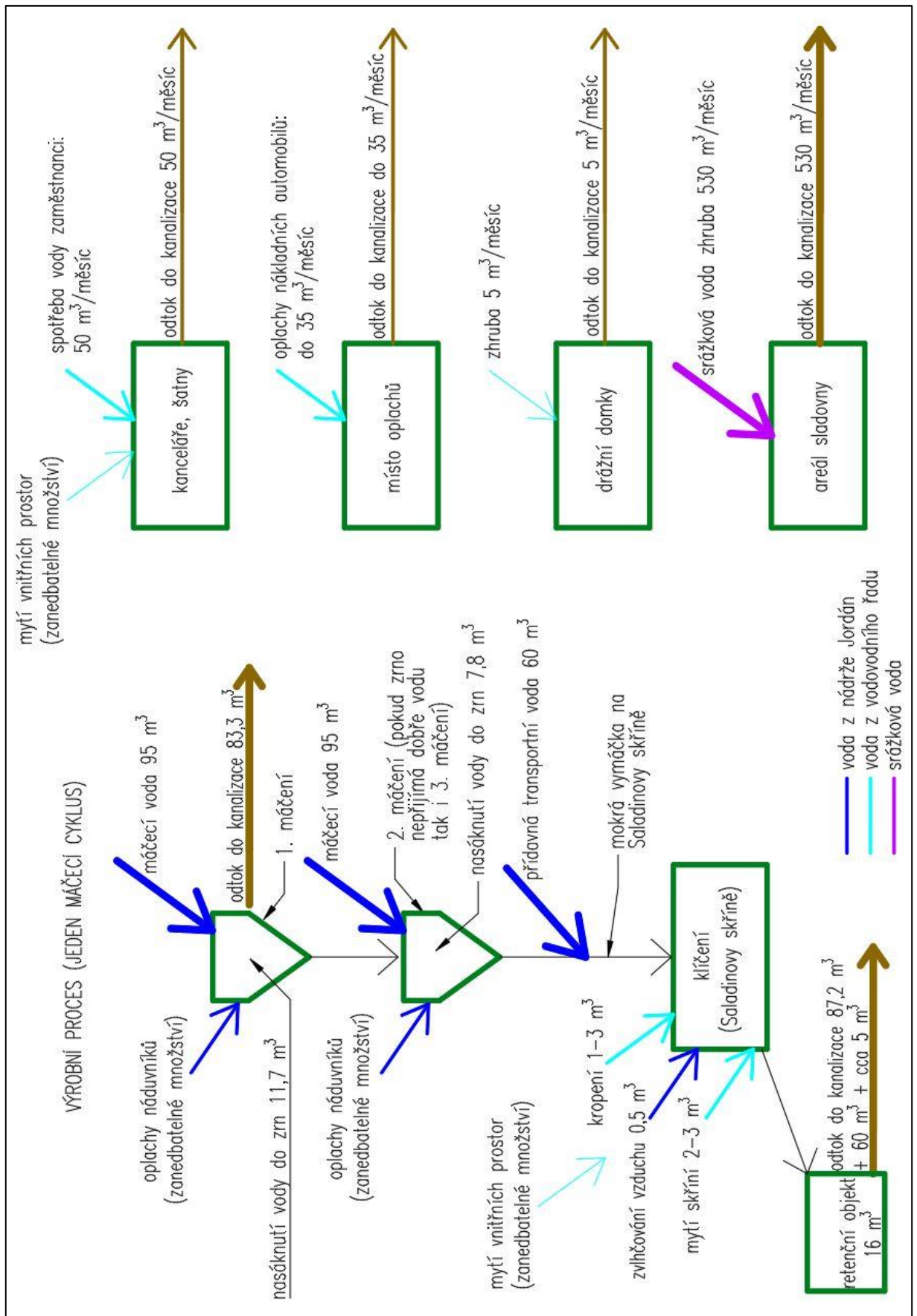
10.9 Souhrn zjištění

Pro lepší přehlednost je zde uvedeno shrnutí spotřeb vody a jejich zdrojů jak ve výrobním procesu, tak mimo něj. Shrnutí je zobrazeno v tabulce 13. Shrnutí uvažuje plné využití kapacity náduvníků.

Tabulka 13 – Spotřeby vody v areálu sladovny s popisem zdroje vody a jejího množství. Vlastní zpracování

Popis spotřeby vody	Zdroj vody	Množství vody
1. máčecí voda	Jordán	95 m ³ /jeden máčecí cyklus
2. máčecí voda	Jordán	95 m ³ /jeden máčecí cyklus
3. máčecí voda (pouze pokud zrno špatně přijímá vodu)	Jordán	95 m ³ /jeden máčecí cyklus
Transportní voda	Jordán	60 m ³ /jeden máčecí cyklus
Kropení ječmene na skříních	Řad	1-3 m ³ /jeden máčecí cyklus
Zvlhčování vzduchu do skříní	Jordán	0,5 m ³ /jeden máčecí cyklus
Mytí náduvníků	Jordán	Zanedbatelné množství
Mytí skříní	Řad	2-3 m ³ /jeden máčecí cyklus
Úklid vnitřních prostor (výrobní proces i mimo něj)	Řad	Zanedbatelné množství
Spotřeba vody zaměstnanci	Řad	50 m ³ /měsíc
Oplachy nákladních automobilů	Řad	Do 35 m ³ /měsíc
Dražní domky	Řad	Cca 5 m ³ /měsíc

Pro názornost bylo také vytvořeno blokové schéma se zobrazením míst, která se týkají vody v celém areálu sladovny. Blokové schéma je zobrazeno na obrázku 24.



Obrázek 24 - Blokové schéma vody v areálu sladovny. Vlastní zpracování

11. ANALÝZA RIZIK A DEFICITŮ STÁVAJÍCÍHO STAVU

Analýza rizik a deficitů vychází z posouzení stávajícího stavu, z konzultací s vedoucím provozu [6] a aktivní opakované prohlídky areálu společnosti. [9]

11.1 Definice cílového stavu

Cílový stav je podnik, který:

- efektivně hospodaří s vodou jak ve výrobním procesu, tak i mimo něj
- klade důraz na snížení odběrů vody v zájmu zachování vodních zdrojů a na snížení množství odpadní vody odtékající do veřejné jednotné kanalizační soustavy
- klade důraz na hospodaření s dešťovou vodou a snaží se omezit množství dešťových vod odváděných do veřejné jednotné kanalizační soustavy
- klade důraz na monitoring, správu a vyhodnocení vodohospodářských dat pro objektivní zhodnocení, jak s vodou v jednotlivých procesech nakládá

To vše by mělo mít pozitivní vliv na vodní zdroje a také na snížení nákladů spojených s vodou a ve výsledku tedy pozitivní vliv na ekonomiku podniku. Dlouhodobou strategií podniku je udržet současný stav výroby, zajistit stabilitu výrobního procesu a efektivně hospodařit s vodou. V současné době není tlak na zvyšování kapacit produkce.

11.2 Zdroje vody

Sladovna má hlavní zdroj vody ve vodní nádrži Jordán, která je spolehlivým vodním zdrojem. V případě výpadku tohoto zdroje by nejspíše nemohla využít druhý zdroj – vodovodní řad. Tato skutečnost vyplývá z vyjádření provozovatele vodovodu z dob, kdy Družina spol. s.r.o. převzala sladovnu v době odbahňování nádrže Jordán a měla velké problémy s vodou. V této době se, dle rozhovoru s vedoucím sladovny, Družina spol. s.r.o. dotazovala na možnost dočasného využití vody z řadu ve výrobním procesu a provozovatel vodovodu tuto variantu zamítl kvůli velkému požadovanému objemu vody. Pokud by sladovna měla záložní zdroj, například v podobě studny na jímání podzemní vody, mohla by omezit i použití vody z vodovodního řadu. Pokud by došlo k omezení,

respektive k zákazu odběrů vody z vodní nádrže Jordán, byl by dopad na výrobní proces značný a produkce by se musela buď omezit, nebo zastavit. Tento stav by mohl nastat například při suchých obdobích, kdyby voda v zásobním prostoru nádrže výrazně poklesla (k hranici stálého nadržení) – vzhledem k tomu, že toto se zatím nestalo i přes suchá období v posledních letech a nebyly o takových problémech zmínky ani v kronice sladovny, je vodní nádrž Jordán z tohoto hlediska poměrně spolehlivým zdrojem. Problém by mohl nastat při vypuštění nádrže např. z důvodu odbahňování či oprav hráze. Dopad na výrobní proces by byl opět zásadní, ale vzhledem k tomu, že odbahňování nádrže proběhlo roku 2012 společně s opravou funkčních objektů (spodní výpusti), není tento scénář v blízké budoucnosti pravděpodobný.

Sladovna nemá žádné záložní čerpadlo pro čerpání vody z infiltrační studny do akumulační nádrže. Pokud by čerpadlo selhalo, byla by sladovna bez vody pro výrobní proces. Dopad na výrobní proces by byl tedy opět zásadní, byť pravděpodobně krátkodobý do sehnání nového čerpadla, respektive opravy stávajícího. Dle poskytnutých informací bylo při převzetí sladovny koupeno nové čerpadlo a zatím funguje bez poruchy, nicméně míra rizika je zde poměrně vysoká.

Nečekaný výpadek dodávky vody by měl negativní vliv na aktuálně namočený ječmen, u kterého se musí dokončit máčecí proces, aby mohl přejít do procesu klíčení. Pokud by nastal výpadek vody například po prvním namočení a nebyla by možnost, jak zajistit druhou máčecí vodu a transportní vodu, byl by tento ječmen znehodnocen. Na klíčirně nejsou spotřeby vody příliš velké a nárazové, zde by se výpadek mohl kompenzovat použitím vody z vodovodního řádu a aktuální klíčení by se mohlo dokončit. Z hlediska plnění dodávek nasmlouvaných množství sladu by si sladovna mohla dovolit i krátkodobý výpadek dodávky vody, který by mohla kompenzovat zvýšením produkce v měsíci červenci a srpnu, kdy výrazně omezuje nebo zastavuje produkci. Byla by zde možná zvýšená spotřeba energií na chlazení klíčirny (v závislosti na počasí), ale dokázala by určitý krátkodobý výpadek dohnat. Na základě těchto skutečností by dopad omezení nebo zastavení dodávky vody z vodní nádrže Jordán nemusel být tak zásadní z pohledu plnění dodávek nasmlouvaných množství sladu, pokud by omezení bylo krátkodobé (1–2 měsíce) a nebylo náhlé (ze dne na den), aby sladovna mohla dokončit máčení aktuálně namočeného ječmene.

11.3 Spotřeba vody ve výrobním procesu

Dle poskytnutých dat za 3 roky (2018–2020) se průměrná spotřeba vody, která se spotřebuje z vodní nádrže Jordán pohybuje v rozmezí 5,3–5,8 m³/t sladu. K tomu je třeba přičíst ještě hodnotu kolem 0,1 m³/t, která zahrnuje vodu z vodovodního řadu. Výsledná průměrná spotřeba vody je tedy v rozmezí 5,4–5,9 m³/t. Pokud tuto hodnotu porovnáme s hodnotami pro středně velké sladovny s produkcí 5 000 – 10 000 tun sladu ročně uvedenými v dokumentu *Manuál k praktickému využití nejlepších dostupných technik (BAT) v pivovarech a sladovnách*, je spotřeba vody tábořské sladovny na dobré úrovni. Pro střední sladovny je uvedeno rozpětí spotřeby vody na jednotku produkce 6,0–8,4 m³/t sladu. [48]

Máčecí proces využívá v ideálním případě pouze dvě máčecí vody a žádnou předpírací vodu, takže sladovna šetří v namáčecím procesu jedno celé napuštění náduvníků. Kvalita sladu dle laboratorních zkoušek tím nejspíše netrpí nebo minimálně kvalita produkovaného sladu je na dobré požadované kvalitě. Pokud zrno nepřijímá dobře vodu, je třeba přistoupit k použití třetí máčecí vody, čímž se spotřeba vody na jednotku produkce zvyšuje.

V případě, že se nevyužije plná kapacita náduvníků (zhruba 16,25 tun ječmene na jeden náduvník), musí se dopustit náduvník vodou až po pevnou úroveň přelivu, aby nečistoty začaly přepadat. Toto řešení je v případě nevyužití plné kapacity náduvníku nevhodné a navyšuje se tím spotřeba vody na jednotku produkce.

Po procesu máčení se používá mokrá vymáčka ječmene na Saladinovy skříně. Ječmen je za pomoci poslední máčecí vody a s dopomocí přídavné vody (aby transport správně fungoval) dopravován na Saladinovy skříně. Spotřeba přídavné transportní vody na jednu vymáčku (4 náduvníky) je zhruba 60 m³. Je zde tedy vyšší spotřeba vody, a tím i větší objem vypouštěných vod do kanalizační soustavy oproti způsobu suché vymáčky.

Na kropení hromad v Saladinových skříních není používána voda z vodní nádrže Jordán. Na toto kropení se používá voda z vodovodního řadu, stejně tak jako na čištění skříní.

Úklid vnitřních prostor výrobního procesu využívá převážně mechanický způsob čištění bez použití vody. Voda spotřebovaná na mokrý úklid je minimální.

Ve výrobním procesu není voda nijak recyklována, a právě recyklace vod je jedním z hlavních nástrojů, jak výrazně snížit spotřeby vod ve výrobních procesech.

11.4 Spotřeba vody mimo výrobní proces

Mimo výrobní proces je voda využívána zaměstnanci (na sprchování, splachování, mytí nádobí nebo na vlastní spotřebu) a dále na oplachy nákladních automobilů. Po konzultaci a prohlídce vnitřních prostor šaten, toalet a kanceláří byla zjištěna absence například úsporných vodovodních baterií nebo úsporných sprchových hlavic. Byla ale zjištěna přítomnost toalet s rozdělením na malé a velké spláchnutí. Šedá voda není recyklována.

Co se týče oplachů nákladních automobilů, vyšla zde dle odhadů spotřeba vody 35 m³/měsíc, která se ale, kvůli pouze odhadovaným dílčím spotřebám vody, může lišit. Bez ohledu na množství spotřebované vody je nutné brát v úvahu fakt, že se na tyto oplachy používá voda z vodovodního řadu, která je finančně náročná a svou kvalitou zbytečně vysoká.

11.5 Vypouštění odpadních vod

Vypouštění odpadních vod je ve sladovně největším nákladem spojeným s vodou. Co se týče množství vypouštěných vod z areálu sladovny, naprosto dominantní složkou jsou odpadní vody z výrobního procesu. Poté následují dešťové vody a na posledním místě jsou vody splaškové. Vypouštění odpadních vod má přímou vazbu na ekonomiku podniku a měla by být snaha množství vypouštěných vod do kanalizační soustavy co nejvíce omezit. Vzhledem k tomu, že nejdominantnější složkou vypouštěných vod jsou vody z výrobního procesu, je toto množství závislé na spotřebě vody. Pro snížení množství vypouštěných odpadních vod je tedy třeba se zaměřit na samotnou spotřebu vody ve výrobním procesu s možností případné recyklace vod.

11.6 Hospodaření s dešťovou vodou

Stávající hospodaření s dešťovou vodou ve sladovně je řešeno nejnejpříznivější variantou. S dešťovou vodou se v podstatě nehospodaří. Je sváděna ze zpevněných a zastavěných ploch přímo do veřejné jednotné kanalizační soustavy bez regulace odtoku. Tento způsob je nevyhovující z hlediska správného hospodaření s vodou. Při srážkové události zatěžuje kanalizační soustavu a tím může přispívat k častějšímu přepadu na

odlehčovacích komorách a působit hydrobiologický stres vodních toků. Vzhledem k tomu, že areál sladovny má velkou část zpevněných a zastavěných ploch, je odtok srážkové vody při srážkové události poměrně značný. Samotný podnik tímto způsobem odvádění vod „trpí“ v podobě velkých poplatků za odvádění srážkových vod do jednotné kanalizační soustavy. Navíc do budoucna není jisté, jak se bude přistupovat k odvádění dešťových vod do jednotné kanalizační soustavy. Je možné, že se bude tento způsob odvádění srážkových vod čím dál tím více omezovat různými restrikcemi anebo vyššími poplatky. Je tedy na místě se zaměřit na vhodnější způsoby hospodaření s dešťovou vodou a omezit vypouštění těchto vod do jednotné kanalizační soustavy.

11.7 Monitoring a správa vodohospodářských dat

Monitoring vodovodní sítě ve sladovně téměř chybí. Jsou sledovány pouze odběry vody z vodní nádrže Jordán, kde je vodoměr manuálně odečítán jak zaměstnanci sladovny, tak provozovatelem kanalizace. Dále je sledován provozovatelem vodovodu odběr vody z vodovodního řádu. Jeden podružný vodoměr je instalován na přívodu vody pro drážní domky, který odečítá jednou ročně vedoucí provozu sladovny. V jednotlivých stupních výrobního procesu, stejně tak jako mimo výrobní proces, nejsou osazeny žádné další podružné vodoměry. Nelze tak přesně určovat spotřebu vody v jednotlivých fázích výroby sladu ani mimo výrobní proces a chybí tedy přehled, kolik vody se kde spotřebuje a jak se s vodou v celém areálu nakládá. Není tedy ani možné sledovat případné ztráty ve vodovodní síti a nijak s daty o spotřebě vody přesněji nakládat.

11.8 Stáří rozvodů a jejich údržba

Společnost Družina spol. s.r.o. se aktivně věnuje údržbě v celém areálu sladovny. Za své působení provedla celou řadu oprav a také výměn částí rozvodů. Deficitem v této oblasti je absence výkresové dokumentace s polohou vodovodních a kanalizačních potrubí v areálu. Nejsou přesně známy podzemní trasy jednotlivých potrubí v areálu.

11.9 Shrnutí analýz a stávajících deficitů a rizik

Deficity stávajícího stavu

Tabulka 14 – Souhrn deficitů stávajícího stavu. Vlastní tvorba

VÝROBNÍ PROCES
Pevná přelivná hrana náduvníků pro odvod nečistot – nutnost plného naplnění náduvníků vodou i v případě nevyužití maximální kapacity pro ječmen
Použití mokré vymáčky ječmene na Saladinovy skříně – zvýšena spotřeba vody oproti suché vymáče kvůli potřebě transportní vody
Použití ekonomicky nákladné vody z vodovodního řadu na mytí Saladinových skříní a kropení hromad
Ve výrobním procesu není voda nijak recyklována
Absence podružných vodoměrů, a tedy přehledu o spotřebách vody v jednotlivých místech ve výrobním procesu i mimo něj
MIMO VÝROBNÍ PROCES
Zjištěna absence úsporných vodovodních baterií a sprchových hlavic
Na oplachy nákladních automobilů je využívána voda z vodovodního řadu se zbytečně vysokou kvalitou
Veškerá dešťová voda je vypouštěna do jednotné kanalizační soustavy
Chybí přehled o přesném vedení podzemních potrubí vodovodu a kanalizace v areálu sladovny

Rizika stávajícího stavu

- riziko přerušení dodávky vody, respektive její omezení, z vodní nádrže Jordán kvůli nízkému stavu vody v nádrži
 - o pravděpodobnost výskytu rizika je vyhodnocena jako nízká na základě spolehlivosti dodávky v posledních suchých letech a absence zmínky o problémech s dodávkou vody v kronice sladovny
 - o dopad tohoto rizika by závisel na době omezení či zastavení dodávky vody, krátkodobý výpadek sladovna dokáže kompenzovat nesníženou či nezastavenou produkcí v červenci a srpnu, byť možná se zvýšeným nárokem na energie
- riziko přerušení dodávky vody z vodní nádrže Jordán z důvodu oprav funkčních objektů nebo kvůli odbahňování nádrže
 - o pravděpodobnost výskytu rizika je vyhodnocena jako nízká z důvodu nedávné opravy funkčních objektů hráze a odbahňování nádrže
 - o dopad tohoto rizika by byl na výrobní proces značný

- riziko přerušení dodávky vody z vodní nádrže Jordán kvůli poruše čerpacího zařízení a absenci záložního čerpacího zařízení
 - pravděpodobnost výskytu rizika je zde vyhodnocena jako vysoká
 - dopad tohoto rizika může být značný v podobě znehodnocení aktuálně namočeného ječmene při nemožnosti zajištění máčecí a transportní vody pro dokončení aktuálního máčecího cyklu.

12. NÁVRH OPATŘENÍ

12.1 Zdroje vody

Přesto, že má sladovna dva zdroje vody – vodní nádrž Jordán a vodovodní řad, měla by zvážit možnost vybudování vrtu/studny pro odběr podzemní vody. Tato voda by mohla sloužit nejen jako záložní zdroj v případě výpadku, či omezení hlavního zdroje vody, ale mohla by nahradit i vodu odebíranou z vodovodního řadu, což by mohlo mít pozitivní vliv na ekonomiku podniku. Základem je provést hydrogeologický průzkum a následně průzkumný vrt, vyhodnotit kvalitu vody a vydatnost zdroje. V případě kvality pitné vody, respektive kvality blízké k pitné vodě s případnou pouze „lehkou“ doúpravou na vodu pitnou by mohl podzemní zdroj zcela nahradit vodu z vodovodního řadu a v případě velké vydatnosti sloužit jako záložní zdroj (respektive alespoň částečný záložní zdroj) pro výrobní proces. Nynější čerpací zařízení dodává do akumulární nádrže (do výrobního procesu) průtok 8–9 l/s, aby se zajistilo požadované množství vody pro plnění náduvníků při stávající akumulární kapacitě. Na základě vydatnosti případného nového zdroje by muselo být uvažováno i o vybudování další akumulace, která by kompenzovala případné nižší průtoky z nového zdroje, aby plnění náduvníků mohlo probíhat časově efektivně.

Pro omezení rizika selhání čerpadla, které čerpá vodu z infiltrační studny do akumulárních nádrží, navrhuji zakoupit rezervní čerpadlo, které v případě poruchy stávajícího bude možné ihned využít. Tím se eliminuje riziko zastavení výrobního procesu na dobu nutnou pro opravu čerpadla, respektive na nákup nového a eliminuje riziko případného znehodnocení aktuálně namočeného ječmene, pro který by nebyla zajištěna potřebná voda nutná pro dokončení máčecího procesu.

Potenciálním zdrojem vody může být i dešťová voda. Tato možnost bude podrobněji rozebrána v kapitole 12.5.3

12.2 Spotřeba vody ve výrobním procesu

12.2.1 Suchá versus mokrá vymáčka ječmene

I přesto, že mokrá vymáčka ječmene představuje větší spotřebu vody než suchá vymáčka, není aplikace suché vymáčky v prostorách sladovny z hlediska proveditelnosti možná. Důvodem je poměrně velká vzdálenost náduvníků od Saladinových skříní a uspořádání provozu. Pro realizaci suché vymáčky by musela být vybudována kompletně

nová a velmi složitá transportní linka, která by musela překonávat mnoho překážek a musela by být složena z kombinace redlerů a dopravních pásů. Z důvodu náročné trasy, kterou je třeba překonat na cestě do Saladinových skříní, se jeví transport ječmene potrubím s vodou jako nejlepší varianta i s přihlédnutím na vyšší spotřebu vody. Otázku potřeby přídavné vody na transport řeší následující podkapitola.

12.2.2 Recyklace vod

Recyklace vod je klíčovým nástrojem ke snižování spotřeby vody v průmyslových podnicích. Opatření pro recyklaci vod naráží na problematiku legislativy v oblasti hygieny potravin. Jak již bylo uvedeno dříve (kapitola 3.2), zmiňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 o hygieně potravin recyklaci vody a její použití ve výrobním procesu takto:

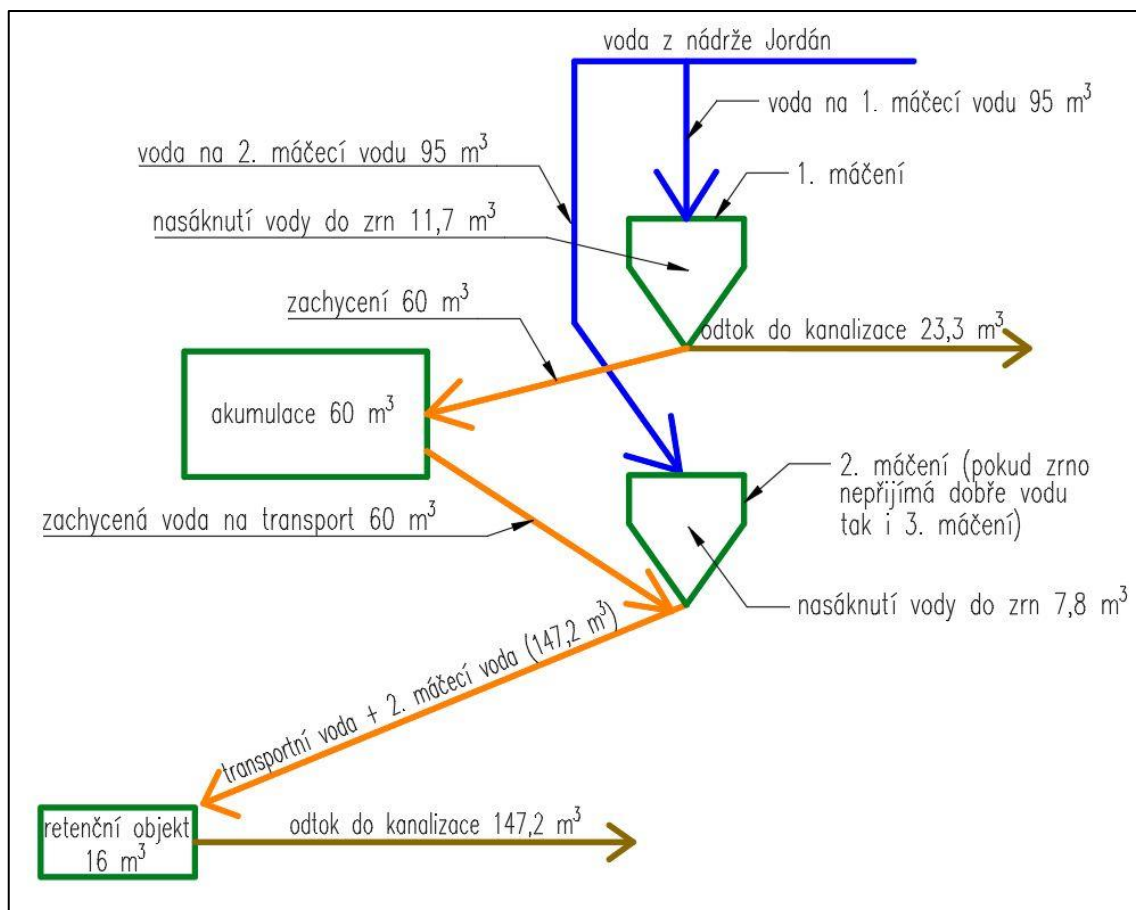
„Recyklovaná voda používaná při zpracování nebo jako složka nesmí představovat riziko kontaminace. Musí splňovat normy pro pitnou vodu, pokud příslušný orgán neuznal, že kvalita vody nemůže ovlivnit hygienickou nezávadnost potravin v její konečné formě.“ [54]

Opatření tedy lze realizovat v případě, že příslušný orgán uzná, že nedojde k ovlivnění hygienické nezávadnosti potravin v konečné formě. Konečnou formou potravin v tomto případě je pivo.

Varianta 1 - využití první máčecí vody jako přídavné vody na transport

Možnost recyklace vody ve výrobním procesu bez nutného nákladného předčištění je v podobě zachycení první máčecí vody, která by se následně dala použít jako přídavná transportní voda při mokřém transportu ječmene na Saladinovy skříně. Tato voda nemusí mít vysokou kvalitu, protože ječmen se transportuje na Saladinovy skříně tak jako tak s máčecí vodou, která následně odteče přes rošty Saladinových skříní, z tohoto pohledu by tedy zamýšlená recyklace neměla mít vliv na hygienickou nezávadnost výsledného piva (a z hlediska legislativy by měla být uznatelná). Možnost využití máčecí vody pro mokrou vymáčku ječmene navíc uvádí také dokument *Manuál k praktickému využití nejlepších dostupných technik (BAT) v pivovarech a sladovnách*. Pro setrvání na bezpečné straně a eliminaci případných klíčících problémů na klíčirně kvůli využití první máčecí vody (která je z máčecího procesu znečištěna nejvíce) by bylo vhodné zařadit

hned po vymáčení ječmene na Saladinovy skříně kropení vymáčené hromady, aby se zrna „opláchla“ od případného znečištění z první máčecí vody, která by se přidávala na transport. Zachycením části první máčecí vody a následném použití by se eliminovala spotřeba přídavné vody na mokrou vymáčku a otázka suché a mokré vymáčky ječmene by již nebyla aktuální. Spotřeba vody by klesla zhruba o 1,13 m³/t sladu (uvažuje se spotřeba vody 60 m³ na 53,3 tun sladu při využití plné kapacity náduvníků). Nejen, že by klesla spotřeba vody, ale také množství vypouštěné vody do kanalizační soustavy. Spotřeba přídavné transportní vody na jeden náduvník je zhruba 15 m³. V tomto případě by bylo možné instalovat akumulární nádrž, do které by se zachytávala voda vypuštěná z horních náduvníků. Voda, která z náduvníků odchází, prochází přes jemná síta ve spodní části náduvníku, která zabraňují odvodu zrn s vypouštěnou odpadní vodou. V současné době se vypouští jeden náduvník po druhém. Pokud by se zkoordinovalo vypouštění horních náduvníků s vypouštěním spodních náduvníků, stačila by akumulární kapacita v objemu transportní vody potřebné na jeden náduvník, tedy zhruba 15 m³. Pokud by vypouštění zkoordinované nebylo (kdyby se horní náduvníky vypouštěly všechny před mokrou vymáčkou ze spodních náduvníků), muselo by se zachytávat množství vody potřebné pro všechny náduvníky – tedy 60 m³. Po konzultaci této otázky s vedoucím provozu vyšlo najevo, že tato koordinace není možná a muselo by se počítat s instalací akumulární kapacity na plnou spotřebu transportní vody (60 m³). Akumulární nádrž (respektive nádrže) by mohly být umístěny v přiléhajících prostorech bývalých humen, kde by se na ně mohl vyčlenit prostor. Voda by se následně z těchto nádrží čerpala na transport ječmene na Saladinovy skříně. Čerpací zařízení by muselo zvládnout průtok zhruba 60 m³/h s orientační výtlačnou výškou 4 m. Blokované schéma máčecího procesu s navrhovaným opatřením je zobrazeno na obrázku 25. [48]

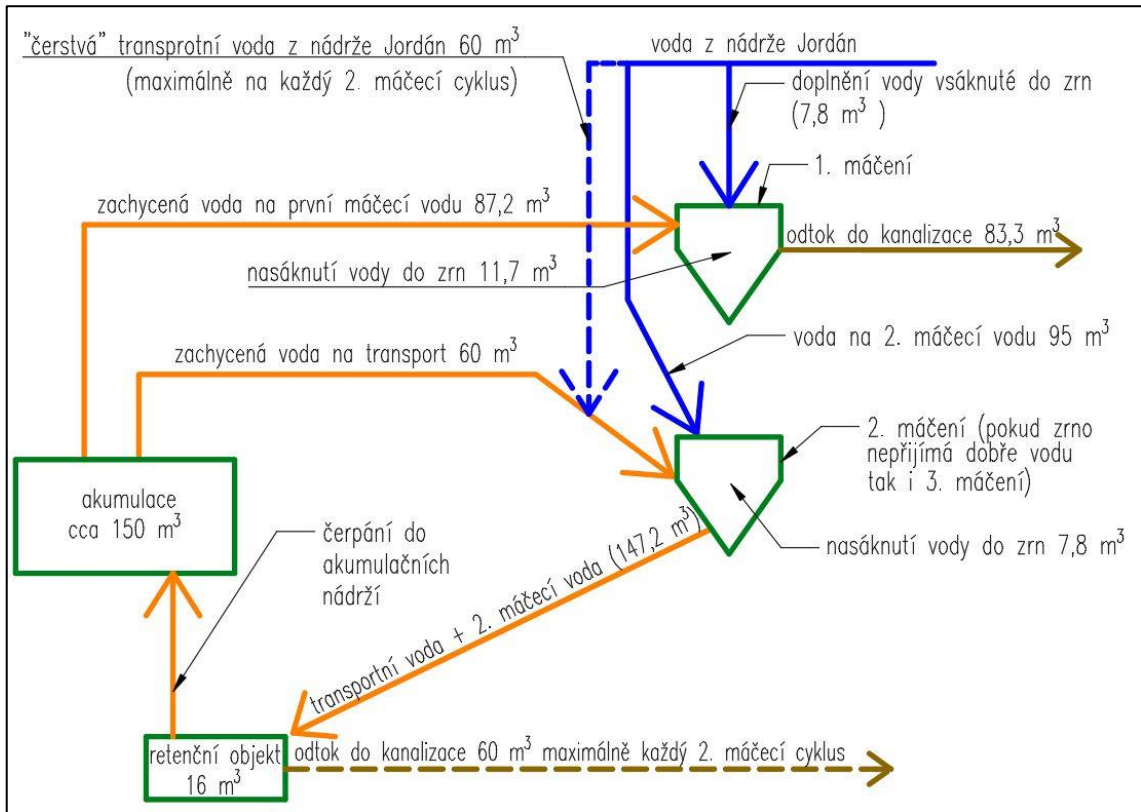


Obrázek 25 – Blokové schéma navrhovaného opatření. Vlastní tvorba

Varianta 2 - využití druhé máčecí vody a transportní vody na první máčecí vodu a částečně na transportní vodu

Jiným možným řešením místo používání první máčecí vody na transport je zachycení druhé máčecí vody s přídavnou vodou na transport a použití této vody na první namáčku a opět na přídavnou vodu na transport. V případě zachycení celého objemu druhé máčecí vody s přídavnou transportní vodou by se téměř eliminovala potřeba jedné máčecí vody a přídavné transportní vody. Musel by se doplnit pouze objem vody, která se vsákne do zrn a zvýší jejich vlhkost (cca 7,8 m³). Při využití plné kapacity náduvníků je objem vypouštěné vody z druhého máčecí zhruba 87,2 m³ (viz kapitola 10.6). Do zachycené vody by se ale mohlo kumulovat znečištění kvůli využívání zachycené vody i na transport ječmene. Pokud by se transportní voda používala vždy „čerstvá“, nekumulovalo by se žádné znečištění, protože zachycená voda by se použila pouze na první máčecí ječmene a pak by všechna odcházela do kanalizace. Při využití zachycené vody i na transport by se sice kumulovalo znečištění, ale bylo by z velké části naředěné „čerstvou“ druhou máčecí vodou. Pro přerušování kumulace znečištění v zachytávané vodě a zamezení

možných inhibičních efektů v následném klíčení by bylo vhodné po několika máčecích cyklech využít na transport „čerstvou“ vodu z nádrže Jordán. Tím by se přerušil kumulační cyklus znečištění. Pro lepší představu je navrhovaný cyklus vody v máčecím procesu popsán na následujícím obrázku 26.



Obrázek 26 – Blokové schéma navrhovaného opatření. Vlastní tvorba

Tímto opatřením by výrazně klesla spotřeba vody a také množství vypouštěné odpadní vody. Při využití plné kapacity náduvníků a dvou máčecích vod by spotřeba vody na jeden máčecí cyklus byla: 95 m³ vody na druhou máčecí vodu, 7,8 m³ vody na doplnění ztrát vody, která se vsákne do zrn při druhém máčení a po několika máčecích cyklech ještě přídavné množství 60 m³. Dle prvotního odhadu by se mohla čerstvá transportní voda využívat zhruba na každý 5. máčecí cyklus, nicméně toto je třeba ověřit při provozních zkouškách. Minimálně by se transportní voda mohla využít jedenkrát znovu. Tedy na každý druhý máčecí cyklus by se využila čerstvá máčecí voda. Spotřeba vody na jeden máčecí cyklus s uvážením použití čerstvé transportní vody na každý druhý cyklus by byla průměrně $95 + 7,8 + (60 / 2) = 132,8$ m³ vody na jeden máčecí cyklus. Voda použitá na mokrou vymáčku ječmene (2. máčecí voda + transportní voda), která odchází přes rošty ve dnech Saladinových skříní do kanalizace přes retenční objekt, by se mohla čerpat z tohoto retenčního objektu do akumuláčnických nádrží instalovaných na bývalých

humnech. Do retenčního objektu by bylo nainstalováno stavitko pro zamezení odtoku z retenčního objektu pro možnost zachycení a čerpání vody do akumulace. Akumulační nádrže by bylo vhodné vybavit hladinovým snímačem pro přehled stavu naplnění. Toto čerpání je reálné díky postupnému vypouštění náduvníků. Čerpadlo by muselo mít dostatečný výkon, aby dokázalo vodu z retenčního objektu do akumulačních nádrží vyčerpat v přijatelném čase, aby nebyla nutná instalace další záchytné nádrže (průtok zhruba 150 m³/hod při orientační výtlačné výšce 10 m). Vypouštění náduvníků by se tomuto procesu čerpání mohlo eventuelně přizpůsobit. Voda, která odchází ze Saladinových skříní, je mechanicky předčištěná díky roštům ve dnech skříní. Tyto rošty mají velikost ok zhruba 1,5 mm, aby neprošla zrna ječmene. Z akumulace by se voda čerpala do horních náduvníků na první namočení ječmene a také ke spodním náduvníkům jako přídatná transportní voda.

Možnost tohoto opatření jsem konzultoval s odborníkem z VŠCHT z Ústavu biotechnologie (dříve Katedra kvasné chemie a bioinženýrství). Dle jeho pohledu je tato možnost reálná z hlediska dostatečné kvality druhé máčecí vody na použití v první máčecí vodě. Dle jeho názoru by tato voda, pokud se použije pouze jednou opakovaně v první máčecí vodě, neměla mít inhibiční vliv na následné klíčení. Nicméně tuto variantu je nutné dále podrobněji zkoumat před její realizací. Bylo by vhodné provést zkušební provoz této varianty s následnou analýzou kvality produkovaného sladu. Tyto zkoušky by se mohly provádět v letních měsících, kdy se zařazuje pauza, respektive omezení v produkci a mohl by se tak využít např. pouze jeden náduvník. Bez ohledu na výsledek těchto zkoušek se ale může realizovat opatření pro zachytávání alespoň vody na transport, protože ta nebude mít negativní vliv na kvalitu sladu. Akumulační kapacita pro vodu na transport (60 m³) by se mohla následně využít při provozních zkouškách o možnosti využití druhé máčecí vody na první máčecí vodu. Tato kapacita při využití pouze jednoho náduvníku by byla dostatečná pro tyto zkoušky. [8]

Co se týče možnosti ovlivnění hygienické nezávadnosti konečné formy potravin (piva), nepředpokládá se žádný vliv. Ječmen je ve styku s první máčecí vodou, která je výrazně více znečištěna, než druhá máčecí voda i v případě bez recyklace vody. Proto se nepředpokládá vliv použití druhé máčecí vody na první máčení na výslednou hygienickou nezávadnost piva a legislativně by tato možnost měla být v pořádku.

Opakované využívání odpadní vody z výrobního procesu

Pokud by se uvažovalo o zavedení recyklace (v podstatě recirkulačního systému) máčecí vody, muselo by se počítat s možnou kumulací znečištění, které by už mohlo mít vliv na hygienickou nezávadnost výsledné potraviny (piva) – např. kumulace těžkých kovů nebo pesticidů. Kvůli vysokým požadavkům na kvalitu vody by musela být pro toto znovuvyužívání odpadní vody z výrobního procesu instalována technologie na předčištění odpadní vody na velmi vysoké úrovni. V rešeršní části bylo uvedeno, že dle projektu SWAN lze docílit kvalitní vody pro opakované využívání odpadní vody z výrobního procesu použitím membránového bioreaktoru a reverzní osmózy. Tuto možnost jsem konzultoval s vedoucím technologického oddělení společnosti zabývající se čištěním odpadních vod. Potvrdil možnost využití této kombinace – membránového bioreaktoru s reverzní osmózou, nicméně tuto možnost, i pouze přes hrubé odhady, nedoporučil z hlediska ekonomické návratnosti. Tato varianta by se jevila jako reálnější ve sladovnách, které nemají jiné zdroje vody než vodu z vodovodního řádu a vypouští odpadní vodu do kanalizace. Tyto provozy platí jak vysokou cenu za vstupní vodu, tak vysokou cenu za odvod odpadních vod do kanalizační soustavy. Táborská sladovna má ale náklady na vstupní vodu relativně malé. Dalším faktorem je velikost sladovny. U menších sladoven, jako je například táborská sladovna, by byla návratnost investice delší než u sladoven s produkcí 100 000 tun ročně a více. [7]

12.2.3 Nevyužívání plné kapacity náduvníků

V případě, že se nevyužije plná kapacita náduvníků, musí se i přesto napouštět plný náduvník kvůli odvádění nečistot přes přeliv, a tím se zbytečně navyšuje spotřeba vody na jednotku produkce. Navrhuji zavedení stavitelné výšky přelivné hrany, která by umožňovala obsluze jednoduše měnit polohu přelivné hrany v případě nevyužití plné kapacity náduvníků, a tím zajistit odvod nečistot i při nenaplnění náduvníků vodou po stávající pevnou výšku přelivné hrany. Pokud se na jednu máčecí vodu do 4 náduvníků spotřebuje orientačně 95 m³ vody na 65 tun namočeného ječmene (plné využití náduvníků), vychází spotřeba vody zhruba na 1,46 m³ vody na jednu tunu namočeného ječmene. Pokud se místo plné kapacity náduvníků (65 tun ječmene) namočí například pouze 55 tun ječmene, byla by spotřeba vody, v případě možné manipulace s výškou přelivné hrany, o zhruba 15 m³ na jednu máčecí vodu menší. Z poskytnutých dat nelze odhadnout, jak často se plná kapacita náduvníků nevyužívá, někdy se odstaví jeden celý náduvník, někdy se využije celá kapacita všech náduvníků a někdy se využijí všechny náduvníky s nevyužitou plnou kapacitou na ječmen.

Provedení stavitelné přelivné hrany by mohlo být podobné jako u požeráků, do kterých se umísťují jednotlivé dluže, pomocí kterých se manipuluje s výškou hladiny v nádrži. „Dluže“ by se mohly nasouvat do zhotovených drážek s těsněním, aby nedocházelo k protékání vody skrz toto aplikované opatření.

Na obrázku 27 je vidět pevná přelivná hrana náduvníku.



Obrázek 27 – Pevná přelivná hrana náduvníku. Zdroj: vlastní foto

12.2.4 Omezení použití vody z vodovodního řadu

Ve výrobním procesu se používá zbytečně ekonomicky nákladná voda z vodovodního řadu. Na kropení hromad a čištění skříní by se mohla využívat voda z nádrže Jordán. Navrhují zavést přírodní potrubí z akumulární nádrže do prostoru klíčírny, na které se bude moci napojit čistící tlakové zařízení pro čištění skříní a také

kropící zařízení pro kropení hromad. Tímto by se eliminovalo použití vody z vodovodního řadu ve výrobním procesu, které činí zhruba 5 m³ na jeden máčecí cyklus.

12.3 Spotřeba vody mimo výrobní proces

12.3.1 Úspora vody v kancelářích a šatnách

Navrhují instalovat úsporné vodovodní baterie (respektive regulátory proudu vody instalovatelné na stávající vodovodní baterie) a úsporné sprchové hlavice v prostorách šaten a kanceláří. Úsporné baterie a hlavice sprch využívají obohacení proudu vody vzduchem, který snižuje průtok vody a zároveň při sníženém průtoku nesnižuje komfort používání. Spotřeba vody na sprchování a mytí rukou by mohla aplikací úsporných vodovodních baterií a úsporných sprchových hlavice klesnout zhruba o 50 % (až o 70 %). Klasické sprchové hlavice mohou mít průtok až kolem 20 l/min, kdežto úsporné hlavice mají průtok pouze cca 8 l/min. Regulátory proudu vody (perlátory) instalovatelné na stávající vodovodní baterie dokáží zregulovat průtok na zhruba 7 l/min. Pokud uvážíme spotřebu vody na sprchování v průměru 40 l/os/den a snížení spotřeby vody při sprchování o zhruba 50 %, byla by měsíční úspora při 20 zaměstnancích až 12 m³/měsíc a 144 m³/rok. Při uvážení spotřeby vody na mytí rukou zhruba 4 l/os/den a uvážení, že za jednu směnu toto číslo může být nižší (berme 2 l/os/směna), a dále uvážení 50 % snížení spotřeby, by byla měsíční úspora při 20 zaměstnancích zhruba 0,6 m³/měsíc a roční úspora kolem 7,2 m³. [56] [74] [90]

12.3.2 Oplachy nákladních automobilů

Voda spotřebovaná na oplachy nákladních automobilů pochází z vodovodního řadu a má zbytečně vysokou kvalitu. Spotřeba vody na oplachy aut je dle odhadů zhruba do 35 m³/měsíc. Pro nahrazení vody z vodovodního řadu je několik možností řešení:

a) Použití vody z nádrže Jordán

Tato varianta by byla nejjednodušším řešením. Stačilo by přivést od akumulární nádrže přívodní potrubí k místu oplachů. Tímto opatřením by se omezilo množství používané vody z vodovodního řadu, ale nesnížilo by se množství vypouštěných odpadních vod.

b) Použití odpadní vody z máčecího procesu

Pro oplachy nákladních automobilů by bylo možné využít vodu z máčecího procesu. Tímto opatřením by se snížilo množství vypouštěných odpadních vod oproti stávajícímu stavu. Pro tyto účely by stačila malá nádrž např. velikosti kolem 5 m³, která by se dle potřeby doplňovala odpadní vodou z máčecího procesu. Díky tomu, že máčení probíhá zhruba 20krát v měsíci, nebyl by s tímto doplňováním vody problém. Z akumulární nádrže by bylo přivedeno výtlačné potrubí k místu oplachů, aby se dala připojit hadice na oplachy. Na oplachy nákladních automobilů by bylo možné použít jak první máčecí vodu, tak druhou máčecí vodu (respektive 3. máčecí vodu). Kvůli charakteristice a uspořádání výrobního procesu by bylo schůdnější zachytávat první máčecí vodu. Pokud by se výjimečně použilo tlakové vodní čistící zařízení, bylo by vhodné předsadit jemný filtr určený pro účely zajištění dostatečné kvality vody pro toto zařízení. [92]

c) Použití dešťové vody

Další možností by bylo využívat srážkovou vodu pro oplachy nákladních automobilů. Tato varianta by vyžadovala opět realizaci akumulární nádrže. Z důvodu nepravidelnosti srážek, by bylo vhodné instalovat nádrž s kapacitou, která by zajišťovala dostatečné množství vody např. na měsíc dopředu. Tato varianta by snížila množství vypouštěných odpadních vod oproti stávajícímu stavu. Tato možnost je dále řešena v kapitole 12.5.3.

12.4 Vypouštění odpadních vod

Pro snížení množství odpadních vod vypouštěných do jednotné kanalizační soustavy je možné aplikovat opatření na snížení spotřeby vody jak ve výrobním procesu, tak mimo něj. Značným snížením spotřeby vody a tím i vypouštěného množství odpadních vod by byla realizace opatření na recyklaci vod ve výrobním procesu.

Možnou variantou likvidace odpadních vod z výrobního procesu je jejich předčištění a vypouštění do povrchových vod. Vypouštěním do vodní nádrže Jordán by se zlepšila

vodní bilance v nádrži a téměř by se kompenzovaly odběry vody prováděné společností. Pro zjištění reálné možnosti této varianty jsem vznesl dotaz na limity pro vypouštění do vodní nádrže Jordán (která je mimo jiné také záložní zdroj vody pro případnou úpravu na pitnou vodu pro město Tábor) na vodoprávní úřad v Táboře a také na povodí Vltavy. Z vodoprávního úřadu jsem kvůli absenci kompetentní osoby pro tuto problematiku nedostal v čase řešení diplomové práce přesné vyjádření (z rozhovoru s kolegou této osoby bylo patrné, že je zde reálná možnost nepovolení vypouštění předčištěných odpadních vod do této nádrže nebo velké nároky na kvalitu vypouštěných vod). Z povodí Vltavy jsem dostal informaci, že pro vypouštění do této nádrže by velice pravděpodobně byly požadovány přísnější limity, než stanovuje legislativa, a to převážně u organického znečištění, nerozpuštěných látek a nejspíše by byly velmi vysoké nároky na celkový fosfor. Možnost této varianty jsem konzultoval také s vedoucím technologického oddělení společnosti zabývající se čištěním odpadních vod. Kvůli nejasným vstupním podkladům a výstupním požadavkům je zde hodně neznámých. Pro analýzu možnosti tohoto řešení by bylo třeba znát jasné limity pro vypouštění do vodní nádrže Jordán, podrobné rozbory odpadních vod přímo z tohoto provozu a další. Navíc před návrhem technologie čištění by bylo vhodné provést pilotní testování a poloprovozní zkoušky, aby se zjistilo, jak se daná odpadní voda chová. Dalším faktorem je pak případné umístění veškeré technologie z hlediska prostoru nebo z hlediska zakládání pro stavební část případné čistírny. Z hlediska prostoru není ani v areálu moc možností, kde by se případná čistírna mohla umístit. Uvedu zde pouze možnosti technologie, která by dle zkušeností technologa mohla fungovat. Jednu možnost viděl ve využití biologického čištění s dosazovací nádrží a s předsazeným mechanickým předčištěním a vyrovnáním kvality vody promícháním v akumulacích nádržích. Podle potřeby výstupních parametrů by se pak musel případně zařadit ještě terciární stupeň čištění. Druhou variantou je aplikace membránového bioreaktoru. Kvůli výskytu mnoha neznámých je tato varianta nakládání s odpadními vodami předmětem dalšího bádání. [4] [5] [7]

12.5 Hospodaření s dešťovou vodou

12.5.1 Vsakování

Vsakování dešťové vody v areálu sladovny není kvůli terénním podmínkám proveditelné. Plochy, kde by bylo možné provést vsakování dešťové vody jsou velmi svažité a při vsakování by mohla být narušena stabilita svahu.

12.5.2 Vypouštění do povrchových vod

Kvůli nemožnosti vsakování srážkových vod je možné přistoupit k variantě regulovaného vypouštění dešťových vod do povrchových vod. Díky blízké poloze vodní nádrže Jordán je toto řešení reálné a proveditelné. Při řešení této varianty je třeba rozdělit dešťovou vodu ze střech a dešťovou vodu ze zpevněných manipulačních ploch. Při využití tohoto způsobu hospodaření s dešťovou vodou by společnost částečně kompenzovala odběry vody, které z vodní nádrže Jordán provádí, vypouštěním dešťových vod do této nádrže. Z hlediska zachování vodních zdrojů je tento přístup vhodný. Dle odpovědi správce povodí na dotaz možnosti vypouštění srážkových vod do nádrže Jordán je tato varianta možná (s vhodným předčištěním). [4]

Výměra půdorysných průmětů střech v areálu sladovny je zhruba 6 940 m². Před vypouštěním dešťové vody ze střech do vodní nádrže Jordán by bylo vhodné vodu předčistit, kvůli možnému zvýšenému znečištění v podobě těžkých kovů a také zařadit určité mechanické předčištění. Střechy v areálu jsou z většiny plechové pozinkované. Dle normy TNV 75 9011 jsou plochy střech s neošetřenou plochou kovových částí nad 500 m² velmi znečištěny těžkými kovy. Toto znečištění je možné odstranit například pomocí filtrace přes zatravněnou půdní vrstvu, nebo přes pískový, resp. štěrkový filtr porostlý vegetací. [21]

Plocha zpevněných manipulačních částí v areálu má výměru 5 820 m². Co se týče vypouštění srážkových vod z těchto ploch, je třeba identifikovat jejich znečištění. Na těchto plochách může být znečištění v podobě prachu a zrn z přiváženého ječmene, respektive z expedovaného sladu. Po těchto plochách pojíždí nákladní automobily, které přiváží ječmen a expedují hotový slad a také vysokozdvizné vozíky. Probíhají zde také oplachy těchto nákladních automobilů (pouze oplachy vodou bez přídavných čistících prostředků). Pro vypouštění srážkových vod z těchto ploch do povrchových vod by bylo potřeba počítat s předčištěním na těžké kovy a také na ropné látky (možné znečištění

z výskytu nákladních automobilů a vysokozdvížných vozíků na těchto plochách). Dle normy TNV 75 9011 by bylo vhodné aplikovat odlučovač lehkých kapalin a následně vodu před vypouštěním do povrchových vod přefiltrovat přes zatravněnou půdní vrstvu nebo přes pískový či šterkový filtr porostlý vegetací. [21]

Pro oba typy ploch by bylo vhodné instalovat mechanické předčištění. U okapních svodů je vhodné instalovat filtrační okapové vpusti, které zachycují hrubší mechanické nečistoty odcházející ze střech. U zpevněných manipulačních ploch je řešením instalace filtrační uliční vpusti na každou vpusť, která odvádí srážkovou vodu z těchto ploch. Příklad této vpusti, která je vhodná i pro instalaci do asfaltových a betonových povrchů, je vidět na obrázku 28. [69] [84]



Obrázek 28 – Filtrační uliční vpusť s kalovým prostorem. Převzato z [69]

Na přívodních potrubích dešťových vod před retenčními nádržemi je vhodné zařadit ještě druhý stupeň mechanického předčištění v podobě filtračních šachet, které zajistí lepší kvalitu mechanického předčištění a odstraní i jemnější nečistoty. Všechny tyto prvky mechanického předčištění je třeba pravidelně čistit a kontrolovat.

Při vypouštění dešťových vod do povrchových vod je třeba také počítat s tím že odtok musí být regulovaný, aby nezpůsobil problémy příjemci těchto dešťových vod. Je proto tedy nutné počítat s instalací určité retenční kapacity, která v případě takto velkých odvodňovaných ploch je poměrně vysoká. Voda by se regulovaně vypouštěla z retenčních nádrží na přefiltrování přes zatravněnou půdní vrstvu a následně by odtékala do vodní nádrže Jordán.

Retenční nádrže by musely být kvůli dispozici areálu a výškovým poměrům instalovány na dvou místech (viz následující obrázek 29). Do místa retence *A* by se sváděla plocha střech z jižní části areálu o výměře 1 900 m² (plocha střech č. 1). Do místa retence *B* by se odváděla plocha zbylých střech – plocha střech č. 2 (plocha 5 040 m²) a také srážková voda ze zpevněných ploch uvnitř areálu (plocha 3 800 m²). V místě retence *B* by byly umístěné retenční nádrže jak pro srážkovou vodu ze střech, tak pro srážkovou vodu ze zpevněných manipulačních ploch. Před retenční nádrží pro srážkovou vodu ze zpevněných manipulačních ploch by byl umístěn odlučovač lehkých kapalin. Z místa retence *B* by gravitačně odcházel regulovaný odtok na zatravněný půdní filtr k finálnímu předčištění srážkových vod před vypuštěním do vodní nádrže Jordán. Retenovaná voda z místa retence *A* by musela být kvůli výškovým poměrům na zatravněný půdní filtr čerpána. Z filtru by odcházel regulovaný odtok do vodní nádrže Jordán. Schéma tohoto návrhu je znázorněno na obrázku 29.



Obrázek 29 – Schéma navrhovaného opatření pro retenci a vypouštění srážkových vod do vod povrchových. Vlastní tvorba na podkladu [2]

Pokud by se uvažoval regulovaný odtok dešťových vod do nádrže Jordán 3 l/s/ha, který je uvedený v normě TNV 75 9011, pak by po přepočtu na jednotlivé plochy vycházel pro plochu střech č. 1 0,57 l/s, pro plochu střech č. 2 1,51 l/s a pro plochu

zpevněných manipulačních ploch 1,14 l/s. Tedy z uvažovaných odvodněných ploch by byl regulovaný odtok celkem 3,22 l/s. [21]

Pro výpočet nutného retenčního objemu byla využita norma ČSN 75 9010 a TNV 75 9011. Byla využita bilanční rovnice č.6 z normy TNV 75 9011 zobrazená v tabulce 15. [16] [21]

Tabulka 15 – Hydrologická bilance mezi přítokem a odtokem do vsakovacích zařízení či retenčních objektů různých typů. Převzato z [21]

č.	Typ objektu	Přítok ¹⁾		Odtok ³⁾				
		Objem přivedené srážkové vody ²⁾	=	Vsakování	+	Retenční objem	+	Regulovaný odtok
1	Plošné vsakování bez retence	$i \cdot (A_{red} + A_{vsak}) \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{vsak} \cdot t$	+	0	+	0
2	Povrchová vsakovací zařízení s retencí	$i \cdot (A_{red} + A_{vsak}) \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{vsak} \cdot t$	+	$V^{4)}$	+	0
3	Povrchová vsakovací zařízení s retencí a odtokem	$i \cdot (A_{red} + A_{vsak}) \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{vsak} \cdot t$	+	$V^{4)}$	+	$3\,600 \cdot Q_o \cdot t$
4	Podzemní vsakovací zařízení s retencí	$i \cdot A_{red} \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{vsak} \cdot t$	+	$V^{4,5)}$	+	0
5	Podzemní vsakovací zařízení s retencí a odtokem	$i \cdot A_{red} \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{vsak} \cdot t$	+	$V^{4,5)}$	+	$3\,600 \cdot Q_o \cdot t$
6	Retenční objekty	$i \cdot (A_{red} + A_{ret}) \cdot t / 1000$	=	$0^{6)}$	+	$V^{4)}$	+	$3\,600 \cdot Q_o \cdot t$

i Intenzita srážky, v mm/h
t Doba trvání srážky, v h
A_{red} Průmět redukované odvodňované plochy povodí, v m²
A_{vsak} Vsakovací plocha vsakovacího zařízení v m²; pokud se jedná o vsakovací objekt se sklonitými svahy, lze hodnotu *A_{vsak}* uvažovat jako střední hodnotu zatopené plochy objektu
A_{ret} Plocha nadzemního retenčního objektu, v m²; pokud se jedná o retenční objekt se sklonitými svahy, lze hodnotu *A_{ret}* uvažovat jako střední zatopenou plochu objektu. V případě podzemního retenčního objektu se plocha neuvazuje.
Q_{vsak} Vsakování odtok podle ČSN 75 9010, v m³/s
Q_o Regulovaný odtok z retenčního prostoru do povrchových vod nebo do jednotné kanalizace, v m³/s. Platí $Q_o \leq Q_c$, kde Q_c je přípustný odtok podle 5.2, popřípadě podle 5.3
V Retenční objem $V = A_{vsak} \cdot H$ resp. $V = A_{ret} \cdot H$, v m³, kde *H* je střední hloubka vody v m

¹⁾ Pokud se mezi odvodňovanou plochou a objektem HDV nachází další decentrální objekt s retenčním objemem, je nutné jeho objem odečíst na levé straně bilanční rovnice od objemu srážkové vody.
²⁾ Výpočet objemu povrchového odtoku podle ČSN EN 752. Alternativně lze objem povrchového odtoku vypočítat podle ČSN 75 9010 na základě celkového úhrnu srážky s periodicitou *p* a dobou trvání *t*.
³⁾ V hydrologické bilanci pro návrh vsakovacích a retenčních objektů a zařízení se neuvazuje evapotranspirace. Evapotranspiraci je nutno zohlednit při dlouhodobé hydrologické bilanci (např. roční).
⁴⁾ Pro povodí, kde hraje roli doba dotoku *t_d* do retenčního zařízení, je vhodné ji při výpočtu retenčního objemu zohlednit (ČSN 75 6261).
⁵⁾ Retenční objem podzemních vsakovacích zařízení vyplněných štěrkem nebo prefabrikovanými bloky je dán objemem porů nebo retenčního prostoru v blocích (viz ČSN 75 9010).
⁶⁾ V hydrologické bilanci pro návrh retenčních objektů, které nejsou navrženy jako kombinované objekty se vsakovacím zařízením, se nezohledňuje případný průsak vody nádrží do horninového prostředí.

Z normy ČSN 75 9010 byly převzaty návrhové úhrny srážek s výskytem jednou za 5 let a s dobou trvání od 5 minut do 72 hodin a součinitele odtoku pro jednotlivé plochy.

Dle bilanční rovnice pro výpočet retenčního objemu $V = \text{přítok} - \text{regulovaný odtok}$ byl stanoven tento objem pro všechny návrhové doby trvání deště a k tomu odpovídající úhrny srážek. Na základě tohoto výpočtu pak byla stanovena nejnepriznivější varianta, pro kterou je potřeba největší retenční objem. Tato nejnepriznivější varianta vyšla pro dobu trvání deště 4 hodiny s úhrnem srážek pro Tábor 32,4 mm. Maximální retenční objemy pro uvažované plochy jsou uvedeny v následující tabulce 16. [16] [21]

Tabulka 16 – Jednotlivé odvodňované plochy s vypočteným návrhovým retenčním objemem pro nejnepriznivější situaci dle normy ČSN 75 9010. Vlastní tvorba, zdroj dat: [16] [21]

Plocha	Výměra [m ²]	Odtokový součinitel [-]	Redukovaná plocha [m ²]	Regulovaný odtok [l/s]	Návrhový retenční objem [m ³]
Plocha střech č.1	1900	1	1900	0,57	53,4
Plocha střech č.2	5040	1	5040	1,51	141,5
Zpevněné plochy	3800	0,8	3040	1,14	82,1

Pro případ výskytu deště, při kterém by retenční kapacita byla nedostatečná, je třeba vybavit objekty bezpečnostním přelivem a zhotovit bezpečnostní odtokové potrubí, které bude zaústěno do stávající veřejné jednotné kanalizace. Z uvažovaných míst retence A i B je toto potrubí možné realizovat jednoduše gravitačně díky blízké a známé poloze odpadních potrubí ústících do veřejné jednotné kanalizační soustavy. Zaústěním bezpečnostního odtokového potrubí do jednotné kanalizační soustavy bude nejspíše provozovatel kanalizační soustavy požadovat určitou úplatu za odvod dešťové vody, která bude odváděna při naplnění retenční kapacity. Toto jednání je předmětem individuální domluvy přímo s provozovatelem kanalizační soustavy.

Co se týče uvažovaného zatravněného půdního filtru, mohl by být proveden v podobě zatravněného vsakovacího průlehu (s půdním filtrem v mocnosti 30 cm založeném na písčitohlinité vrstvě o mocnosti 10 cm) s podzemní rýhou vyplněnou šterkem. [78]

Pro výpočet velikosti vsakovací plochy průlehu je využita norma ČSN 75 9010. Rovnice pro výpočet vsakovací plochy A_{vsak} je upravena z této normy a vypadá následovně:

$$A_{vsak} = \frac{f * Q_{vsak}}{k_v}$$

kde je

f – součinitel bezpečnosti vsaku [-]

k_v – koeficient vsaku [m/s]

A_{vsak} – vsakovací plocha [m²]

Q_{vsak} – vsakovaný odtok [m³/s]

Pro součinitel vsaku se doporučuje volit hodnota minimálně 2, kterou v tomto případě zvolíme. Vsakovaný odtok bude celkový regulovaný odtok z uvažovaných odvodňovaných ploch, tedy celkem 3,22 l/s (0,00322 m³/s). Koeficient vsaku bude uvažován 1 x 10⁻⁴ m/s. [16] [78]

$$A_{vsak} = \frac{f * Q_{vsak}}{k_v} = \frac{2 * 0,00322}{0,0001} = 64,4 \text{ m}^2$$

12.5.3 Využití dešťových vod

Oplachy nákladních automobilů

Jak již bylo zmíněno, v areálu sladovny probíhají oplachy nákladních automobilů. Tato spotřeba byla odhadnuta zhruba na 35 m³/měsíc. Kvůli nepravidelnosti srážek by bylo vhodné instalovat akumulaci nádrž s objemem dostatečným zhruba na měsíc. Objem nádrže by mohl být cca 30 m³. Nádrž by bylo možné instalovat přímo u místa oplachů. Navrhované plochy střech svedené do této nádrže jsou znázorněny na obrázku 30. Výměra těchto ploch činí zhruba 1 400 m². Při naplnění nádrže by voda odtékala bezpečnostním odtokovým potrubím buď do místa retence pro zachycení před vypouštěním do povrchových vod (v případě realizace opatření v kapitole 12.5.2), nebo do jednotné kanalizační soustavy, jako je tomu ve stávajícím stavu. Při návrhu retenčního objemu v předchozí kapitole nebylo uvažováno s touto akumulací kapacitou, respektive byla uvažována jako stále plná. Výtlak užitkové vody by mohl být zaveden do budovy laboratoře a šaten a odtud by byla napojená hadice případně tlakové čisticí zařízení na oplachy. Schéma návrhu opatření je zobrazeno na obrázku 30.



Obrázek 30 – Schéma využití ploch střech pro odvádění srážkové vody do akumulací nádrže. Vlastní tvorba na podkladu [2]

Využití dešťových vod ve výrobním procesu

Tato varianta nebyla uvažována z důvodu navrhované varianty s retencí a odvodem srážkových vod do vodní nádrže Jordán. Při úmyslu využití srážkových vod ve výrobním procesu by muselo být realizováno ještě čištění a úprava těchto vod do kvality pitné vody, a to vzhledem k možnosti vypouštění těchto vod do vod povrchových a vzhledem k relativně nízké ceně za odběry vody z vodní nádrže Jordán není z ekonomického hlediska výhodné. Pro využití těchto vod by musela být instalována retenční kapacita a k tomu ještě akumulací kapacita na akumulaci upravené vody. Dešťová voda je nepravidelným zdrojem vody, a navíc využitím dešťové vody ve výrobním procesu by se sice ušetřil odběr vody z vodní nádrže Jordán, ale z pohledu vodní bilance v nádrži by byl stav stejný jako kdyby se dešťová voda nevyužila, odběr vody se uskutečnil a dešťová voda se vypustila do vodní nádrže.

12.5.4 Další opatření

Propustné plochy

Aktuální stav zpevněných ploch odpovídá potřebám společnosti z hlediska pojezdu nákladních automobilů při příjmu ječmene a expedici sladu s ohledem na nutný manipulační prostor nákladních automobilů a vysokozdvizných vozíků, které operují v areálu a ječmen a slad nakládají nebo skládají z nákladních automobilů nebo je uskladňují a vyskladňují ze skladových kapacit. Aktuální nepropustné povrchy v areálu odpovídají požadavkům vysokozdvizných vozíků, které vyžadují kvalitní povrch pro pojezd. Společnost by nicméně měla brát v úvahu možnosti vytváření propustných ploch a například v případě budoucích rekonstrukcí upřednostnit propustné materiály namísto nepropustných a docílit tím snížení srážkového odtoku.

Retenční střechy

Dalším možným opatřením by mohla být aplikace retenčních střech, a to buď extenzivních zelených střech nebo retenčních střech bez vegetace. Toto opatření má nicméně omezenou možnost aplikace, kvůli charakteru střech v areálu. Aplikací retenčních střech by se podpořil výpar (zlepšení mikroklima) a omezil odtok dešťových vod z těchto ploch. Střešní plochy v areálu, které by se eventuálně daly využít pro toto opatření jsou zobrazeny na obrázku 31. Výměra těchto ploch je 884 m². První krok, který by společnost v tomto ohledu měla řešit je statické posouzení, zda by toto opatření na

dané střechy bylo možné aplikovat. Při uvážení extenzivní vegetační střechy s mocností substrátu 60–100 mm, je hodnota středního (objemového) součinitele odtoku rovna hodnotě 0,5 (dle dokumentu *Standardy hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy, 2021*). To znamená, že v tomto případě odteče ze střechy 50 % ročního srážkového úhrnu. Při průměrném ročním úhrnu 687 mm (viz kapitola 10.7), což lze zapsat jako $0,687 \text{ m}^3/\text{m}^2$, a uvážení plochy potenciálních retenčních střech 884 m^2 , bylo roční množství, které potenciální retenční střechy zachytí, zhruba $303,7 \text{ m}^3$ ($0,687 \times 0,5 \times 884$). [78]



Obrázek 31 – Schéma s vyznačením ploch střech potenciálně vhodných pro retenční střechy. Vlastní tvorba na podkladu [2]

12.6 Monitoring a správa vodohospodářských dat

Pro získání přehledu o spotřebě vody v podniku v jednotlivých fázích výrobního procesu navrhuji instalaci podružných vodoměrů. Konkrétně na přívodní potrubí k náduvníkům, které je zásobuje máčecí vodou z akumulární nádrže (tedy celkem 2 kusy vodoměrů – na horní patro máčírny i spodní patro máčírny). Další podružný vodoměr na

přívod přídavné transportní vody, která se musí přivádět k poslední máčecí vodě, aby byl zajištěn hladký transport zrn na Saladinovy skříně. Podružný vodoměr by bylo vhodné osadit i na potrubí zásobující kropící systém Saladinových skříní, na přívod vody používaný pro čištění skříní a také na přívod vody využívané pro kropení ventilátorů na zvlhčování vzduchu vháněného do skříní – celkem tedy ve výrobním procesu 6 podružných vodoměrů. Mimo výrobní proces by bylo vhodné osadit podružný vodoměr i v budově kanceláří a dílny, v budově laboratoře a šaten a na přívodní potrubí, z kterého se odebírá voda na oplachy nákladních automobilů – celkem tedy 3 podružné vodoměry.

V případě instalace nových akumulčních kapacit v rámci navrhovaných opatření je vhodné doplnit jejich vybavení o hladinový snímač, který dá přehled o aktuálním stavu naplnění nádrže.

Instalací těchto podružných vodoměrů, následným sběrem dat a jejich vyhodnocením dostane podnik lepší přehled o využití vody jak ve výrobním procesu, tak i mimo něj. Pravidelný sběr dat, jejich následné vyhodnocení a analýza je základ pro dobré hospodaření s vodou v podniku a také pro samotný přesný návrh všech opatření spojených s vodou v areálu podniku.

12.7 Stáří rozvodů a jejich údržba

Na základě analýzy stávajícího stavu a deficitů v této oblasti je navrženo vytrasování polohy podzemních odpadních potrubí v areálu sladovny stejně tak jako polohy podzemních vodovodních potrubí. Díky tomuto opatření bude mít společnost jasnou představu o stékání odpadních vod a o vedení potrubí v areálu sladovny. Na určení trasy potrubí je možné využít například sondy s tlačnými pruhy, půdní radary nebo akustické vyhledávání (pro vodovodní potrubí – principem je napojení elektro ventilu na potrubí, který se začne pravidelně otevírat a zavírat a vytvářet tak tlakové rázy v potrubí, které pak s využitím zemního mikrofonu odhalí polohu potrubí). Po vytyčení trasy potrubí by bylo vhodné navázat kamerovým průzkumem, který dá představu také o stavu potrubí a případné nutnosti jeho rekonstrukce. [70] [83]

12.8 Shrnutí navrhovaných opatření

Pro lepší přehlednost je v této části uvedena tabulka 17 se souhrnem navrhovaných opatření a jejich přínosem.

Tabulka 17 – Souhrn navrhovaných opatření a jejich přínosy. Vlastní tvorba

Popis opatření	Přínos opatření a potenciál úspor
VÝROBNÍ PROCES	
Zakoupení rezervního čerpacího zařízení	Eliminace rizika přerušení dodávky vody do výroby z důvodu poruchy čerpacího zařízení
Recyklace vod:	
- varianta 1: zachycení části 1. máčecí vody a její znovuvyužití na transportní vodu mokré vymáčky	- snížení spotřeby vody (tím i množství odpadní vody) o 60 m ³ (zhruba o 24 %) na jeden máčecí cyklus, eliminace nevýhody zvýšené spotřeby vody mokrou vymáčkou
- varianta 2: zachycení 2. máčecí vody spolu s transportní vodou a její znovuvyužití na 1. máčecí vodu a transportní vodu mokré vymáčky.	- snížení spotřeby vody (tím i množství odpadní vody) průměrně o 117,2 m ³ (o zhruba 46 %) na jeden máčecí cyklus
Instalace stavitelné přelivné hrany náduvníků na odvod nečistot z máčení	Eliminace nevhodného využívání kapacit náduvníků kvůli pevné přelivné hraně. Úspora vody těžce definovatelná kvůli neznalosti charakteru využívání kapacit náduvníků
Použití vody z nádrže Jordán v klíčném (kropení hromad a čištní skříní) místě vody z vodovodního řádu	Eliminace využívání vody z vodovodního řádu ve výrobním procesu a přechod na vodu z vodní nádrže Jordán. Zhruba 5 m ³ na jeden máčecí cyklus
Instalace podružných vodoměrů (6 ve výrobním procesu a 3 mimo něj)	Získání dat a jasné představy o jednotlivých spotřebách vody. Základ pro přesný návrh opatření
Předčištění odpadních vod z výrobního procesu a jejich vypouštění do vodní nádrže Jordán - mnoho neznámých (nejasně vstupní podklady a výstupní požadavky) - přednětem detailnějšího budoucího prozkoumání.	Eliminace vypouštění odpadních vod do jednotné kanalizační soustavy, zlepšení vodní bilance v nádrži Jordán, kompenzace prováděných odběrů vody
MIMO VÝROBNÍ PROCES A OSTATNÍ OPATŘENÍ	
Úsporné hlavice sprch a regulátory proudu vody	Snížení spotřeby vody zaměstnanci o zhruba 12,6 m ³ /měsíc
Využití jiného zdroje vody než vodovodního řádu na oplachy nákladních automobilů:	
- varianta 1: využití vody z nádrže Jordán	- eliminace využití vody z vodovodního řádu na oplachy nákladních automobilů (35 m ³ /měsíc), u varianty 2 a 3 také snížení množství odpadních vod
- varianta 2: využití vody z výrobního procesu	
- varianta 3: využití dešťové vody	
Nový vodní zdroj podzemní vody.	Potenciální možnost nahrazení vody z vodovodního řádu (210 m ³ /měsíc), zvýšení stability výrobního procesu z hlediska vodních zdrojů v případě dobré vydatnosti
Vypouštění srážkových vod do vodní nádrže Jordán.	Snížení odtoku dešťových vod do jednotné kanalizační soustavy a částečná kompenzace odběrů
Budoucí zaměření na tvorbu propustných ploch (např. při budoucích rekonstrukcích)	Omezení srážkového odtoku z nepropustných manipulačních ploch
Návrh potenciálních ploch pro zelené střechy a zhodnocení snížení srážkového odtoku	Snížení srážkového odtoku (o zhruba 25 m ³ /měsíc), podpora výparu a zlepšení mikroklima
Výtrasování podzemních vedení potrubí vodovodu a kanalizace + kamerová prohlídka	Získání přehledu o trasách a stavu potrubí v areálu podniku

13. TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Tato část práce se zaměřuje na technicko-ekonomické zhodnocení jednotlivých opatření. Snaží se dát hrubou představu o možných nákladech na daná opatření s případnou dobou návratnosti investice.

13.1 Zdroje vody

Pro vybudování dalšího zdroje vody v podobě vrtané studny je třeba zjistit, zda je tato možnost proveditelná z hlediska výskytu podzemní vody, z hlediska vydatnosti a z hlediska kvality vody. Pro prozkoumání tohoto záměru je třeba nechat zpracovat hydrogeologický posudek a případně průzkumný vrt s následným rozborem vody a s čerpacími zkouškami pro zjištění vydatnosti zdroje, jak je popsáno v kapitole 12.1. V případě dobré kvality vody s případnou lehkou doúpravou na kvalitu pitnou by mohl tento zdroj nahradit vodu z vodovodního řádu. Tím by společnost ušetřila za vodné s průměrným měsíčním množstvím 210 m³, což při ceně vody z vodovodního řádu 41,23 Kč bez DPH činí zhruba 103 900 Kč ročně. V případě dobré vydatnosti tohoto zdroje by tento zdroj mohl sloužit jako záložní zdroj pro výrobní proces a přínos tohoto opatření by byl spíše v oblasti stability výrobního procesu z hlediska vodních zdrojů. Vhodnost realizace toho záměru ale závisí na výše zmíněných krocích a jejich výsledcích. [105]

Cenové rozpětí za hydrogeologický posudek se může pohybovat v rozmezí 4 000 – 17 000 Kč bez DPH. [43]

Orientační cena vrtané studny s uvážením polohy hladiny podzemní vody do 15 m pod úrovní terénu (poloha hladiny podzemní vody není známá a je uvažována orientačně na základě charakteru terénu a polohy hladiny vody v blízké vodní nádrži) je pro vrt mezi 300 mm až 500 mm 7 375 Kč/m bez DPH. [67] Celková cena by byla zhruba 110 500 Kč bez DPH. K této ceně je nutné uvážit ještě cenu za čerpací zařízení. Pokud bychom uvážili možnost využití zdroje ve výrobním procesu a že vydatnost zdroje nebude omezující skutečností a uvážili bychom využití podobného čerpacího zařízení, které nyní čerpá vodu z infiltrační studny do akumulace, byla by cena za toto čerpací zařízení zhruba 250 000 Kč (v případě uvažování záložního čerpacího zařízení by tato cena byla dvojnásobná). Pokud by se uvažovalo využití této vody pouze mimo výrobní proces, nemuselo by být

čerpací zařízení tak výkonné a jeho náklady by byly výrazně nižší – zhruba 32 500 Kč (plus případné záložní čerpací zařízení). [67]

Opatření na instalaci záložního čerpacího zařízení je technicky jednoduše proveditelné a pro zajištění plynulosti procesu výroby vhodné. Investice do záložního čerpacího zařízení by se pohybovala okolo 250 000 Kč dle ceny stávajícího čerpacího zařízení. [6]

13.2 Spotřeba vody ve výrobním procesu

13.2.1 Suchá versus mokrá vymáčka ječmene

Jak již bylo zmíněno v kapitole 12.2.1, je aplikace suché vymáčky technicky velice náročná z důvodu složité trasy s mnoha překážkami, a proto se aplikace suché vymáčky dále neuvažuje.

13.2.2 Recyklace vod

Varianta 1 - využití první máčecí vody jako přídatné vody na transport

Využitím části první máčecí vody na transport ječmene by se ušetřilo zhruba 60 m³ vody při každém máčecím cyklu. S uvážením 20 máčecích cyklů do měsíce by byla roční úspora (bez měsíce července a srpna) 12 000 m³. Při ceně za odběry vody z vodní nádrže Jordán 3,98 Kč/m³ a při ceně stočného 46,21 Kč/m³ by byla ekonomická roční úspora zhruba 602 300 Kč bez DPH. Z technického hlediska by byla realizace proveditelná. Místo na akumulaci nádrže je v prostorách bývalých humen, která jsou vedle máčírny. Orientační náklady jsou zobrazeny v následující tabulce 18. [3] [105]

Tabulka 18 – Shrnutí orientačních hlavních pořizovacích nákladů na navrhované opatření. Zdroj dat: [1][27][38][64]

Popis hlavních nákladů	Orientační náklady bez DPH
Akumulační kapacita 60 m ³	320 000 - 360 000 Kč
Hladinoměř do akumulaci nádrže	3 000 - 5 000 Kč
Čerpací zařízení	25 000 - 40 000 Kč
Potrubi, tvarovky a armatury	32 500 - 45 000 Kč
Práce (uvažováno zhruba 20 % z celkové ceny)	76 000 - 90 000 Kč
Celkové orientační náklady	456 500 - 540 000 Kč

Bylo uvažováno s použitím 20–30 m potrubí s orientační cenou 500 Kč/m a s použitím 15–20 armatur a tvarovek s průměrnou cenou zhruba 1 500 Kč/kus. [27]

Z orientačních nákladů je vidět, že doba návratnosti investice by byla kratší než jeden rok, a to i v případě navýšení nákladů na toto opatření. Spotřeba elektrické energie na čerpání by v tomto případě nebyla značná kvůli relativně krátké době činnosti čerpadla (zhruba jednu hodinu v den vymáčení ječmene na Saladinovy skříně, tedy zhruba 20 hodin měsíčně a 200 hodin ročně). Při uvážení ceny za elektrickou energii orientačně 6 Kč/kWh a s uvážením příkonu čerpadla zhruba 1,5 kW by byly roční náklady na elektrickou energii zhruba 1 800 Kč. [22] [64]

Varianta 2 - využití druhé máčecí vody a transportní vody na první máčecí vodu a částečně na transportní vodu

Pro aplikaci tohoto opatření je třeba provést provozní zkoušky, zda využití druhé máčecí vody s transportní vodou na první máčecí vodu a transportní vodu neovlivní kvalitu sladu a nezpůsobí případné problémy v klíčícím procesu. Tyto zkoušky je možné provést v letních měsících, kdy by bylo možné využít pouze jeden náduvník. Při těchto zkouškách je také třeba vyzkoušet, po kolika cyklech by bylo vhodné využít na transportní vodu čerstvou vodu z nádrže Jordán a zastavit tak případnou kumulaci znečištění. Při uvážení využití čerstvé transportní vody na každý druhý máčecí cyklus by byla úspora vody tímto opatřením zhruba 117,2 m³ (87,2 + 60/2) na jeden máčecí cyklus. S uvážením 20 máčecích cyklů do měsíce by byla roční úspora (bez měsíce července a srpna) 23 440 m³, což při cenách za odběry vody z vodní nádrže Jordán 3,98 Kč/m³ a při ceně stočného 46,21 Kč/m³ by byla ekonomická roční úspora zhruba 1 118 000 Kč bez DPH. Akumulační nádrže by bylo možné umístit do prostor bývalých humen vedle máčírny. Orientační náklady na realizaci tohoto opatření jsou uvedeny v následující tabulce 19. [3] [105]

Tabulka 19 – Shrnutí orientačních hlavních pořizovacích nákladů na navrhované opatření. Zdroj dat: [1][27][38][63][64]

Popis hlavních nákladů	Orientační náklady bez DPH
Akumulační kapacita 150 m ³	830 000 - 880 000 Kč
Hladinoměr do akumulace nádrže	3 000 - 5 000 Kč
Čerpací zařízení retence → akumulace	91 000 - 107 000 Kč
Čerpací zařízení akumulace → máčení + transport	25 000 - 40 000 Kč
Potrubí, tvarovky a armatury	95 000 - 127 500 Kč
Práce (uvažováno zhruba 25 % z celkové ceny)	261 000 - 289 500 Kč
Celkové orientační náklady	1 305 000 - 1 449 000 Kč

Bylo uvažováno s použitím 100–120 m potrubí s orientační cenou 500 Kč/m a s použitím 30–45 armatur a tvarovek s průměrnou cenou zhruba 1 500 Kč/kus. [27]

Z tabulky je vidět, že celkové orientační pořizovací náklady jsou o něco vyšší než roční úspora za vodu při zavedení tohoto opatření, nicméně doba návratnosti je zde kratší než rok a půl (14–16 měsíců). Budou zde také určité náklady na provoz čerpacích zařízení, nicméně čerpadla budou v chodu pouze 1–2 hodiny denně, a tak spotřeba elektrické energie nebude značná. Při uvážení chodu čerpadel 1,5 hodiny v den namáčení (20 namáček do měsíce) by byl provoz každého čerpadla 30 hodin měsíčně a 300 hodin ročně (bez měsíce července a srpna). Při úvaze příkonu čerpadel 6 kW a 1,5 kW a ceny elektrické energie 6 Kč/kWh by byl roční náklad na čerpání zhruba 13 500 Kč. [22] [63] [64]

13.2.3 Nevyužívání plné kapacity náduvníků

Aplikací stavitelné přelivné hrany by bylo možné hospodárněji pracovat s množstvím potřebné vody v náduvnících na základě množství použitého ječmene na namáčení. Úspory vody tímto opatřením je zde složité identifikovat a závisí na množství namáčeného ječmene v jednotlivých máčecích cyklech. Pokud se použije místo plné kapacity (65 tun) pouze např. 55 tun, byla by úspora vody (dle kapitoly 12.2.3) zhruba 15 m³ a tedy zhruba 750 Kč bez DPH na jednu namáčku (poplatek za odběr + za stočné). Zamýšlené opatření by bylo realizovatelné pravděpodobně na zakázkovou výrobu u strojírenských firem, a proto je odhad ceny složitý. Pro získání představy o ceně je doporučeno poptat tuto zakázku u některých strojírenských firem. Dle vlastního hrubého odhadu by náklady na toto opatření mohly být cca 50 000 Kč. Při úvaze této ceny a úspoře na jedné namáčke 750 Kč bez DPH, by se náklady na pořízení vrátily po 67 máčecích cyklech s podobnou charakteristikou (namočení pouze 55 tun). V případě, že by se realizovalo zhruba 5 neefektivních namáček (namočení pouze 55 tun) v měsíci, byla by doba návratnosti zhruba 14 měsíců. Tyto odhady jsou ale velmi hrubé. Pro případnou realizaci tohoto opatření by bylo vhodné sledovat, jak často se nevyužívá plná kapacita náduvníků a následně provést obdobný výpočet, který je uveden v této části, respektive v části 12.2.3. Možnou úsporu financí za uspořenou vodu (realizací stavitelné přelivné hrany) by bylo vhodné následně porovnat s orientačním naceněním tohoto opatření od poptané strojírenské společnosti a vyhodnotit, zda se vyplatí do tohoto opatření investovat. [3] [105]

13.2.4 Omezení použití vody z vodovodního řadu

Pro eliminaci použití vody z vodovodního řadu ve výrobním procesu je třeba přivést nový přívod vody z akumulární nádrže, kam se čerpá voda z vodní nádrže Jordán. Na tento nový přívod se může napojit tlakové čisticí zařízení, hadice a také kropící zařízení pro kropení skříní. Při úvaze spotřeby vody na mytí jedné skříně (jeden máčecí cyklus) rovné 3 m³ a při úvaze spotřeby vody na kropení rovné 2 m³ na jeden máčecí cyklus, je toto množství vody za měsíc při 20 máčecích cyklech rovno 100 m³ a roční množství (bez měsíce července a srpna) 1 000 m³. Pokud uvážíme cenu za vodu z vodovodního řadu 41,32 Kč/m³ a cenu za vodu z nádrže Jordán 3,98 Kč/m³, je úspora při použití vody z nádrže Jordán 37,34 Kč/m³. Roční úspora (bez měsíců července a srpna) by tedy byla zhruba 37 300 Kč bez DPH. Je třeba ještě vzít v úvahu vyšší stočné za vodu z nádrže Jordán než za vodu z vodovodního řadu. Rozdíl ceny na stočném za 1 m³ je 6,91 Kč (46,21 – 39,30). U mycí vody můžeme brát, že do kanalizace odchází celé množství. U kropení hromad je toto množství menší, protože kropení má za význam udržování vlhkosti v zrnech, a tedy zrna tuto vodu z velké části vsakují do sebe. Orientačně je uvažován odtok 50 % této vody do kanalizace. Celkem tedy odchází do kanalizace 4 m³ na jeden máčecí cyklus, což odpovídá ročně zhruba 800 m³ vody. Při vynásobení rozdílem cen stočného dostaneme zhruba 5 500 Kč. O tuto částku musíme snížit roční úsporu. Výsledná roční úspora tohoto opatření je tedy 31 800 Kč. [3] [105]

Orientační náklady tohoto opatření by spočívaly ve zhotovení nového přívodního potrubí od akumulární nádrže k Saladinovým skříním. Odhadované orientační náklady na toto opatření jsou při uvážení 15–20 m potrubí a zhruba 10–15 kusů tvarovek a armatur 15 000 – 20 000 Kč bez DPH (provedení potřebných prostupů, nákup potrubí, tvarovek a armatur, práce). Návratnost tohoto opatření je tedy opět kratší než jeden rok i s případným navýšením nákladů. [27]

13.3 Spotřeba vody mimo výrobní proces

13.3.1 Úspora vody v kancelářích a šatnách

Spotřeba vody na sprchování a mytí rukou by mohla aplikací úsporných vodovodních baterií a úsporných sprchových hlavice klesnout zhruba o 50 % (až o 70 %). Cenové relace jednotlivých produktů se pohybují ve velkém rozmezí, nicméně úsporné hlavice sprch se dají pořídit zhruba za 500–1 000 Kč a regulátory proudu vody instalovatelné na stávající vodovodní baterie do 500 Kč. Pokud uvážíme úsporu vody na

sprchování v průměru 12 m³/měsíc a 144 m³/rok, na mytí rukou 0,6 m³/měsíc a 7,2 m³/rok (viz kapitola 12.3.1). cenu za vodu (vodné + stočné) 80,62 Kč bez DPH byla by roční úspora při využití úsporných sprchových hlavice zhruba 11 600 Kč bez DPH a při využití regulátorů proudu vody 580 Kč bez DPH. Celkem je možné instalovat 6 sprchových úsporných hlavice – návratnost této investice by byla kratší než jeden rok. U regulátorů proudu vody není návratnost investice tolik příznivá, a proto bych navrhol instalovat regulátory proudu vody pouze na nejintenzivněji využívané vodovodní baterie. [56] [86] [90] [105]

13.3.2 Oplachy nákladních automobilů

Náhradou vody z vodovodního řadu (která je finančně nejdražším zdrojem vody) na oplachy nákladních automobilů jiným zdrojem vody, je možné snížit finanční náklady na tuto oplachovou vodu. Pokud uvážíme, že průměrná spotřeba vody na oplachy nákladních automobilů je měsíčně až 35 m³ (ročně až 420 m³ – berme v úvahu oplachy nákladních automobilů celoročně), je cena za tuto vodu za vodné (41,32 Kč/m³) až 1 446 Kč bez DPH měsíčně a ročně zhruba 17 350 Kč bez DPH. Za stočné (39,30 Kč/m³) jsou poplatky ročně zhruba až 16 500 Kč. [105]

Tabulka 20 – Náklady na vodu na oplachy nákladních automobilů – stávající stav. Zdroj dat: [105]

Popis nákladů na vodu – stávající stav	Roční náklady bez DPH
Vodné z vodovodního řadu	17 350 Kč
Stočné z vodovodního řadu	16 500 Kč
Celkem	33 850 Kč

a) Použití vody z nádrže Jordán

Realizací tohoto opatření by se ušetřily finanční prostředky za vodu z vodovodního řadu, ale nešetřilo by se za stočné, které je dražší pro vodu z jiného zdroje, než je vodovodní řad. Náklady na vodu při tomto opatření jsou shrnuty v tabulce 21.

Tabulka 21 – Popis nákladů na vodu na oplachy nákladních automobilů při využití vody z vodní nádrže Jordán. [3][105]

Popis nákladů na vodu	Roční náklady bez DPH
Poplatky za odběry z vodní nádrže Jordán	1 670 Kč
Stočné z jiného zdroje	19 410 Kč
Celkem	21 080 Kč

Tímto opatřením by byla finanční roční úspora za vodu zhruba 12 770 Kč bez DPH.

Orientační pořizovací náklady na toto opatření jsou uvedeny v následující tabulce 22.

Tabulka 22 – Shrnutí orientačních hlavních pořizovacích nákladů na navrhované opatření. Zdroj dat: [27]

Popis hlavních nákladů	Orientační náklady bez DPH
Potrubí, tvarovky a armatury	2 750 - 4 000 Kč
Doplňky (provedení prostupů, rezerva a další)	3 000 - 5 000 Kč
Práce (zhruba 100 % z nákladů navíc)	5 750 - 9 000 Kč
Celkové orientační náklady	11 500 - 18 000 Kč

Bylo uvažováno 15–20 m potrubí s orientační cenou 50 Kč/m a s počtem 10–15 kusů tvarovek a armatur s průměrnou cenou 200 Kč/kus. [27]

Návratnost této investice by byla zhruba jeden rok při uvážení spotřeby na oplachy nákladních aut 35 m³ měsíčně.

b) Použití odpadní vody z máčecího procesu

Tímto opatřením by náklady na vodu nebyly žádné, protože by šlo o recyklaci vody, která byla již v procesu použita a před vypuštěním by se ještě jednou využila. Finanční úspora by tedy byla za rok 33 850 Kč bez DPH. V tabulce 23 jsou uvedeny orientační investiční náklady tohoto opatření.

Tabulka 23- Shrnutí orientačních hlavních pořizovacích nákladů na navrhované opatření. Zdroj dat: [27][38][62][92]

Popis hlavních nákladů	Orientační náklady bez DPH
Akumulační kapacita 5 m ³	20 000 - 25 000 Kč
Hladinoměř do akumulární nádrže	3 000 - 5 000 Kč
Čerpací zařízení (výtlak užitkové vody pro připojení hadice)	6 500 - 10 000 Kč
Potrubí, tvarovky a armatury	11 000 - 18 500 Kč
Doplňky (provedení prostupů, rezerva a další)	5 000 - 8 000 Kč
Práce (zhruba 40 % z celkových nákladů)	18 000 - 26 500 Kč
Celkové orientační náklady	63 500 - 93 000 Kč

Bylo uvažováno 10 m potrubí s orientační cenou 250 Kč/m a s počtem 5–10 kusů tvarovek a armatur s průměrnou cenou 1 200 Kč/kus na úsek od náduvníku do akumulace a 15–20 m potrubí s orientační cenou 50 Kč/m a 10–15 kusů tvarovek a armatur s průměrnou cenou 200 Kč/kus na úsek od akumulace k místu spotřeby. [27]

Z tabulky 23 vidíme, že návratnost této investice by byla, při uvážení spotřeby na oplachy nákladních aut měsíčně 35 m³, zhruba dva až tři roky.

c) Použití dešťové vody

Tato možnost je řešena v kapitole 13.5.2

13.4 Vypouštění odpadních vod

Co se týče možnosti předčištění odpadních vod z výrobního procesu a jejich následné vypouštění do povrchových vod, disponuje tato varianta řadou neznámých. Pro technicko-ekonomické zhodnocení této varianty by bylo třeba vypracovat podrobnou studii, která se bude věnovat pouze této problematice. Jak bylo zmíněno dříve, pro tuto možnost je třeba znát jasné limity na vypouštění do vodní nádrže Jordán (respektive vůbec možnost povolení vypouštění předčištěné odpadní vody z výrobního procesu do vodní nádrže Jordán), provést podrobné laboratorní zkoušky odpadní vody, provést poloprovozní zkoušky. Na tomto základě je pak možné provést návrh technologie a dle toho zhodnotit náročnost na prostor (prostor bude možným omezujícím prvkem v tomto opatření), na stavební část ČOV, na zakládání v dané oblasti. Dále je také nutno vyhodnotit orientačně náklady na pořízení ČOV (technologie + stavební část), náklady na provoz (obsluha ČOV, opravy a údržba, elektrická energie, chemikálie, rozborů vod) a zhodnotit také možnost kalového hospodářství nebo případnou nutnou likvidaci kalu externě.

Tato část se pokusí alespoň vyčíslit, kolik by se mohlo ušetřit za nevypouštění odpadních vod z výrobního procesu do jednotné kanalizační soustavy. Při stávající variantě, kdy voda není nijak recyklována, jsou průměrné roční odběry vody zhruba 53 500 m³/rok (viz kapitola 10.3.1). Při uvážení množství odpadní vody, která z výrobního procesu odtéká jako 86 % odběrů vody (viz kapitola 10.6), vychází průměrné množství odpadní vody na 46 010 m³/rok. Při ceně za stočné 46,21 Kč/m³ by byla roční finanční úspora zhruba 2 126 000 Kč bez DPH. Při uvážení realizace opatření s nejvyšší úsporou vody (recyklace vody – varianta 2) by byla spotřeba vody bez uvážení vsaku vody do zrna na jeden máčecí cyklus zhruba 95 m³ (máčecí voda) + 30 m³ (transportní voda s uvážením čerstvé vody na každý 2. cyklus) + zhruba 5 m³ v klíčícím procesu, celkově tedy 130 m³ na jeden máčecí cyklus. S 20 namáčkami do měsíce a s uvážením 10 měsíců v roce (bez července a srpna) je spotřeba zhruba 26 000 m³/rok. Množství

odpadní vody berme opět 86 % z odebraného množství – tedy 22 360 m³/rok. Finanční úspora při nevypouštění odpadních vod do jednotné kanalizační soustavy by byla v tomto případě zhruba 1 033 000 Kč bez DPH. [48] [105]

13.5 Hospodaření s dešťovou vodou

13.5.1 Vypouštění do povrchových vod

Při uvážení vypouštění dešťových vod do vodní nádrže Jordán je možné ušetřit náklady na stočné, které tvoří 46,21 Kč/m³. Při výpočtu úspory finančních prostředků je třeba pamatovat na skutečnost, že bezpečnostní odtoková potrubí z retenčních nádrží budou zaústěna do stávající jednotné kanalizace a je na individuálním řešení, jakou úplatu bude provozovatel kanalizační soustavy požadovat za toto řešení. Pro výpočet úspor berme v úvahu, že snížení nákladů za stočné by mohlo být zhruba 85 %. Pro výpočet množství odváděných srážkových vod z uvažovaných ploch využijme postup uvedený ve vyhlášce č.428/2001 Sb. (viz kapitola 2.5). [105]

Všechny uvažované plochy se řadí do kategorie A (těžce propustné a zastavěné plochy) s odtokovým součinitelem dle vyhlášky č. 428/2001 Sb. rovným hodnotě 0,9. Výpočet je zobrazen v tabulce 24. [95]

Tabulka 24 – Tabulka výpočtu ročního množství vody odtékající z uvažovaných odvodňovaných ploch. Zdroj dat:[87] [95]

Plocha	Výměra [m ²]	Odtokový součinitel [-]	Redukovaná plocha [m ²]	Dlouhodobý srážkový normál [m]	Roční odtok [m ³]
Plocha střech č.1	1 900	0,9	1 710	0,687	1 174,8
Plocha střech č.2	5 040	0,9	4 536		3 116,2
Zpevněné plochy	3 800	0,9	3 420		2 349,5
Celkem					6 640,5

Při uvážení snížení poplatků za odvod dešťových vod o 85 % by byla finanční roční úspora rovna zhruba 260 830 Kč bez DPH (6640,5 x 46,21 x 0,85).

V tabulce 25 jsou zpracovány hrubé odhady investičních nákladů na toto opatření. Výměry potrubí byly orientačně odhadnuty na základě velikosti a uspořádání areálu. Odhad délky potrubí je zhruba 500–700 m, je uvažováno použití zhruba 30 kusů gajgrů, 10 uličních vpustí s filtrem a 3 velkých filtračních šachet před retenčními nádržemi. V návrhu je počítáno také s odlučovačem lehkých kapalin, čerpacím zařízením a

zatravněným půdním filtrem o vsakovací ploše 64,4 m² (viz kapitola 12.5.2). Položka *Potrubí, tvarovky, montáž, zemní práce* byla uvažována jako komplet s cenou za běžný metr 3 920 Kč podle dokumentu *Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury obcí* pro realizaci kanalizačních přípojek. [67]

Tabulka 25 - Shrnutí orientačních hlavních pořizovacích nákladů na navrhované opatření. Zdroj dat [1][20][24][37][57][67][84]

Popis hlavních nákladů	Orientační náklady bez DPH
Retenční kapacita 53,4 + 141,5 + 82,1 m ³	1 600 000 - 1 700 000 Kč
Čerpací zařízení (místo retence B → zemní filtr)	6 500 - 10 000 Kč
Odlučovač lehkých kapalin	45 000 - 65 000 Kč
Mechanická předčištění (gajgry, filtrační vpusti a šachty)	165 000 - 195 000 Kč
Zatravněný půdní filtr	279 500 - 629 000 Kč
Potrubí, tvarovky, montáž, zemní práce	1 960 000 - 2 744 000 Kč
Celkové orientační náklady	4 056 500 - 5 343 000 Kč

Náklady na realizaci tohoto opatření vychází z hlediska návratnosti investice poměrně nepříznivě. Náklady na realizaci výrazně převyšují roční finanční úspory za odvod dešťových vod do jednotné kanalizační soustavy. Orientační doba návratnosti (pouze jednoduše vydělené orientační náklady na realizaci možnými ročními úsporami) vychází zhruba 15,5–20,5 let. Takto dlouhá doba návratnosti investice nejspíše nebude pro společnost atraktivní.

13.5.2 Využití dešťových vod

Oplachy nákladních automobilů

Aktuální náklady na vodu z vodovodního řadu na oplachy nákladních automobilů jsou uvedeny v kapitole 13.3.2 a ročně činí až 33 850 Kč bez DPH. Využitím dešťových vod by se uspořila celá tato částka, protože by se zachytávala dešťová voda ze střech, která nic nestojí, následně by se používala na oplachy a poté vypouštěla – a to buď stejně jako ve stávajícím stavu do jednotné kanalizační soustavy (platilo by se tedy stočné jak při využití, tak i nevyužití této vody) nebo do povrchových vod (dle návrhu opatření v kapitole 13.5.1).

V případě realizace tohoto opatření společně s opatřením vypouštění srážkových vod do vodní nádrže Jordán by byla většina nákladů spojených s realizací potrubí provedena v rámci opatření v kapitole 13.5.1. V tomto případě jsou orientační náklady na provedení tohoto opatření zobrazeny v tabulce 26.

Tabulka 26 - Shrnutí orientačních hlavních pořizovacích nákladů na navrhované opatření v případě realizace společně s opatřením v kapitole 13.5.1. Zdroj dat: [1][24][38]

Popis hlavních nákladů	Orientační náklady bez DPH
Akumulační kapacita 30 m ³	160 000 - 190 000 Kč
Hladinoměr do akumulace	3 000 - 5 000 Kč
Zemní práce – akumulace (uvažováno 10 % z její ceny)	16 000 - 19 000 Kč
Čerpací zařízení pro výtlač užitkové vody	6 500 - 10 000 Kč
Práce, rozvody užitkové vody, doplňky, rezerva (uvažováno zhruba 30 % z celkových nákladů)	55 500 - 67 000 Kč
Celkové orientační náklady	241 000 - 291 000 Kč

V tomto případě by návratnost investice (pouze s jednoduchým uvážením nákladů na realizaci opatření děleno finanční roční úsporou za vodu z vodovodního řadu) byla v rozmezí zhruba 7 až 8,5 let.

V případě realizace tohoto opatření samostatně, je třeba vzít v potaz náklady na realizaci přírodních potrubí, respektive bezpečnostního odpadního potrubí. Orientační délka těchto potrubí byla odhadnuta na základě velikosti areálu a charakteru rozložení jednotlivých uvažovaných střech v areálu na zhruba 100–130 m. Cena za realizaci za běžný metr potrubí byla uvažována obdobně jako v předchozí kapitole (za běžný metr 3 920 Kč podle dokumentu *Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury obcí* pro realizaci kanalizačních přípojek). Orientační pořizovací náklady jsou zobrazeny v tabulce 27. [67]

Tabulka 27 - Shrnutí orientačních hlavních pořizovacích nákladů na navrhované opatření v případě realizace bez opatření v kapitole 13.5.1. Zdroj dat [1] [24] [38] [67]

Popis hlavních nákladů	Orientační náklady bez DPH
Akumulační kapacita 30 m ³	160 000 - 190 000 Kč
Hladinoměr do akumulace	3 000 - 5 000 Kč
Zemní práce – akumulace (uvažováno 10 % z její ceny)	16 000 - 19 000 Kč
Čerpací zařízení pro výtlač užitkové vody	6 500 - 10 000 Kč
Práce, rozvody užitkové vody, doplňky, rezerva (uvažováno jako v případě realizace opatření v kapitole 13.5.1)	55 500 - 67 000 Kč
Potrubí, tvarovky, montáž, zemní práce	392 000 - 509 500 Kč
Celkové orientační náklady	633 000 - 800 500 Kč

V tomto případě vychází investice výrazně vyšší, a tím také doba návratnosti investice, a to zhruba 15,5 – 19,5 let.

13.5.3 Další opatření

V této části bude uvedeno orientační zhodnocení možných úspor a nákladů spojených s možností realizace retenčních střech. Dle kapitoly 12.5.4 je uvažováno množství srážkové vody, která neodteče díky realizaci zelených extenzivních střech 303,7 m³/rok. Finanční roční úspora za stočné (46,21 Kč/m³) by tedy byla orientačně 14 000 Kč. Potenciálně vhodné plochy mají výměru 884 m². [105]

V prvním kroku je třeba zajistit statický posudek potenciálně vhodných střech. Statický posudek pro střechy nad 150 m² (uvažováno dle ceny pro statický posudek stávajících střech na zatížení sněhem) je uvedeno na 8 000 Kč bez DPH [77], nicméně tato částka je pro rodinné domy. Na tomto podkladu je orientačně uvažováno zhruba 30 000 – 40 000 Kč za posouzení potenciálně vhodných střech.

Dle dokumentu *Voda ve městě – metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu, 2021* jsou uvedeny pořizovací náklady na 1 m² zelené extenzivní střechy jako 1 000–2 000 Kč, a ještě roční náklady na údržbu 15–60 Kč/m² včetně DPH. Orientační finanční zhodnocení je uvedeno v tabulce 28. [20]

Tabulka 28 - Shrnutí orientačních nákladů na navrhované opatření. Zdroj dat: [20]

Popis položky	Orientační cena bez DPH
Náklady na realizaci (bez DPH)	730 500 - 1 461 000
Roční náklady na údržbu (bez DPH)	10 960 - 43 830 Kč

Z ekonomického hlediska je vidět, že se tato investice nevyplatí. Počáteční investice je vysoká a při uvážení ročních nákladů na údržbu vyšších než minimální hodnota v uvedeném cenovém rozpětí, by se investice nikdy nenavrátila.

13.6 Monitoring a správa vodohospodářských dat

V rámci tohoto opatření je navrženo instalovat celkem 9 podružných vodoměrů. V tabulce 29 je uvedeno ekonomické shrnutí pořizovacích nákladů tohoto opatření.

Tabulka 29 - Shrnutí orientačních hlavních pořizovacích nákladů na navrhované opatření. Zdroj dat: [35] [68]

Místo instalace vodoměru	Orientační cena bez DPH
Přívodní potrubí k náduvníkům – horní patro máčírny	10 000 - 12 000 Kč
Přívodní potrubí k náduvníkům – horní patro máčírny	10 000 - 12 000 Kč
Přívodní potrubí transportní vody	10 000 - 12 000 Kč
Přívodní potrubí ke kropení skříní	1 000 - 2 000 Kč

Přívodní potrubí k čištění skříní	1 000 - 2 000 Kč
Přívodní potrubí ke kropení ventilátorů (zvlhčování vzduchu)	1 000 - 2 000 Kč
Přívodní potrubí do kanceláří a dílen	1 000 - 2 000 Kč
Přívodní potrubí do laboratoře a šaten	1 000 - 2 000 Kč
Přívodní potrubí oplachové vody na nákladní automobily	1 000 - 2 000 Kč
Práce a armatury (uvažováno 100 % z celkových nákladů navíc)	36 000 - 48 000 Kč
Celkové orientační náklady	72 000 - 96 000 Kč

13.7 Stáří rozvodů a jejich údržba

Náklady na trasování kanalizace společně s kamerovým systémem dle internetového zdroje společnosti, která se tímto zabývá je 165 Kč/m bez DPH. Při uvážení cca 500 m délky trasovaného potrubí, činí tato investice zhruba 82 500 Kč bez DPH. Pro trasování vodovodního potrubí je potřeba zjistit jeho materiál a na základě toho poptat společnost, které se trasováním zabývají a které navrhnou vhodná řešení s cenovou nabídkou. [28]

13.8 Doporučená opatření a jejich priority

Tato část práce popisuje doporučená opatření a jejich priority na základě předchozích kapitol.

13.8.1 Monitoring a správa vodohospodářských dat

Základním opatřením by měla být instalace podružných vodoměrů na místa dle návrhu. Je třeba brát v úvahu, že všechna navrhovaná opatření jsou založena pouze na co nejpřesnějších odhadech vedoucího provozu. Prvotním krokem by tedy mělo být přesné zjištění jednotlivých spotřeb a následně ověření souladu údajů s touto prací s případnou úpravou návrhu opatření podle skutečných spotřeb. Toto opatření má nejvyšší prioritu.

13.8.2 Recyklace vod

Před realizací opatření pro recyklaci vody je nutné ověřit, zda příslušný orgán recyklaci vůbec povolí, nicméně obě navrhované varianty se jeví z hlediska ovlivnění hygienické nezávadnosti finální potraviny (piva) jako přípustné pro realizaci. Ze dvou možných navrhovaných variant se sice jeví varianta 1 jako investice s o něco kratší dobou návratnosti, nicméně obě varianty vychází s poměrně krátkou dobou návratnosti a varianta 2 po návratu investice uspoří výrazně více financí než varianta 1 a proto je doporučeno přiklonit se k této variantě 2. Před realizací varianty 2 je třeba ale povést provozní zkoušky a zhodnotit, zda neovlivní druhá máčecí voda při použití na první

máčecí vodu kvalitu sladu. Jako vhodný postup se jeví realizovat na začátek pouze část z celého navrhovaného opatření z varianty 2, a to pouze v podobě zachycení množství vody na transport – tedy 60 m³. Toto lze realizovat i bez provozních zkoušek. Akumulační kapacita by se zhotovila zatím pouze na toto množství. Tato akumulací kapacita by se navíc mohla využít právě při provozních zkouškách, které by mohly probíhat v létě, kdy se omezuje či zastavuje produkce, a bylo by tak možné provést zkoušky například pouze s jedním náduvníkem. Vzhledem k tomu, že toto opatření má velký potenciál v oblasti snížení spotřeby vody a snížení vypouštěného množství odpadních vod, což vede také k velké ekonomické úspoře financí, má toto opatření vysokou prioritu.

13.8.3 Zdroje vody – záložní čerpací zařízení

Vzhledem k tomu, že aktuálně nemá společnost žádné záložní čerpací zařízení, má toto opatření vysokou prioritu pro eliminaci rizika dočasného zastavení produkce a znehodnocení aktuálně namočeného ječmene při poruše stávajícího čerpacího zařízení a nemožnosti zajištění potřebné vody pro dokončení máčení.

13.8.4 Omezení použití vody z vodovodního řadu ve výrobním procesu

Toto opatření má potenciál krátké doby návratnosti investice, nenáročná realizace a k tomu příznivé roční finanční úspory. Z tohoto hlediska má toto opatření vysokou prioritu.

13.8.5 Nevyužívání plné kapacity náduvníků

Doporučený postup je zaměřit se na množství namáčeného ječmene v jednotlivých máčecích cyklech a vyhodnotit, jak často se nevyužívá plná kapacita náduvníků. Současně je doporučeno oslovit strojírenské společnosti s požadavkem na cenovou nabídku pro výrobu stavitelné přelivné hrany (systém „dluží“ a drážek s těsněním). Na základě pozorování plnění náduvníků a této cenové nabídky je třeba zhodnotit možné úspory a rozhodnout se, zda opatření realizovat a případně zadat požadavek na výrobu. Realizaci tohoto opatření do jednotlivých náduvníků by bylo možné provést ve volném dni mezi namáčením a nemusela by se tak výroba omezovat. Na základě pozorování plnění náduvníků je možné, že se ukáže potenciál tohoto opatření v oblasti úspor vody i financí velký, a proto první kroky v tomto opatření mají vysokou prioritu.

13.8.6 Úspora vody v kancelářích a šatnách

Toto opatření je jak technicky, tak finančně nenáročné a vzhledem ke své nenáročnosti má dobrý potenciál pro úspory. Doporučený postup je instalace úsporných sprchových hlavice do všech sprch a dále regulátorů proudu vody pouze na nejméně využívané vodovodní baterie. Vzhledem k finanční a technické nenáročnosti má toto opatření vysokou prioritu.

13.8.7 Oplachy nákladních automobilů

U tohoto opatření je varianta využití srážkové vody příliš nákladná ve srovnání s ostatními variantami. Varianta využití vody z vodní nádrže Jordán vychází z hlediska nákladů na realizaci, náročnosti realizace a návratnosti investice nejlépe ze všech tří variant, nicméně z pohledu vodních zdrojů není ideální – vodní zdroje nešetří a z pohledu vypouštění odpadních vod nijak nesnižuje množství odpadních vod. Z tohoto pohledu je vhodnější využít srážkovou vodu nebo odpadní vodu z výrobního procesu. Vzhledem k tomu, že využití srážkové vody nevychází ekonomicky příznivě, jeví se nejvhodněji varianta využití vody z výrobního procesu. Z pohledu náročnosti na realizaci a na pořizovací náklady, je o něco méně příznivá než využití vody z vodní nádrže Jordán, nicméně pořád relativně nenáročná a oproti variantě využití vody z vodní nádrže Jordán má potenciál větších ročních úspor po návratu investice. Návrat investice je pořád poměrně příznivý (zhruba 2-3 roky). Toto opatření má vysokou prioritu.

13.8.8 Stáří rozvodů a jejich údržba

Doporučený postup v tomto opatření je zjištění materiálu vodovodního potrubí a popsat odbornou společností v oboru trasování potrubí a najít vhodnou metodu. Trasu a stav kanalizačního potrubí je možné zjistit pomocí kamerového systému s trasovací sondou. Toto opatření má střední prioritu.

13.8.9 Hospodaření s dešťovými vodami

Vypouštění do vod povrchových

Toto opatření je velmi náročné na realizaci jak technicky, tak nákladově. Z vodohospodářského hlediska má toto opatření prioritu vysokou. Realizací by se odlehčilo jednotné kanalizační soustavě, a tím by se snížily také přepady na odlehčovacích komorách a jejich vliv na vodní toky. Vypouštěním srážkových vod do vodní nádrže Jordán by se navíc zlepšila vodní bilance v nádrži a částečně by se kompenzovaly prováděné odběry. Nicméně z ekonomického hlediska je tato investice

nezajímavá, má velmi dlouhou dobu návratnosti (13–17 let) a z tohoto pohledu má velmi nízkou prioritu.

Zelené střechy

Z hlediska vodohospodářského má toto opatření vysokou prioritu. Snižuje srážkový odtok, podporuje výpar a tím zlepšuje mikroklima. Z hlediska finančního je ale toto opatření nezajímavé. Má poměrně velké pořizovací náklady, a navíc se musí počítat i s provozními náklady, které můžou dokonce i převýšit finanční úsporu za snížení odtoku dešťových vod do jednotné kanalizační soustavy. Pokud by přesto společnost uvažovala o realizaci tohoto opatření, byl by prvním krokem statický posudek stávajících konstrukcí, který rozhodne o možné realizaci tohoto opatření.

13.8.10 Vypouštění odpadních vod

Doporučeným postupem pro možnost předčištění a následné vypouštění odpadních vod z výrobního procesu do vodní nádrže Jordán je v první řadě zjistit, zda by vodoprávní úřad vůbec povolil toto vypouštění, případně za jakých podmínek. Následně by bylo nutné provést rozbor odpadních vod z výrobního procesu, aby bylo jasné povědomí o kvalitě těchto vod. Při znalosti těchto vstupních podkladů a výstupních požadavků by bylo vhodné nechat zpracovat studii proveditelnosti tohoto opatření. Potenciál ročních finančních úspor je zde poměrně vysoký, nicméně výhodnost této investice je třeba posoudit až s konkrétním návrhem ČOV, jejích pořizovacích nákladů a také provozních nákladů. Z hlediska vodohospodářského má toto opatření vysokou prioritu, protože by zlepšovalo vodní bilanci v nádrži Jordán – téměř by kompenzovalo odběry vody, které společnost provádí a nezpůsobovalo by tak stres vodnímu zdroji. Posouzení z hlediska ekonomického i technického (typ technologie, náročnost na prostor a další) je ale předmětem budoucího bádání.

13.8.11 Zdroje vody – nový zdroj podzemní vody

Doporučený postup pro toto opatření začíná u hydrogeologického posudku, který odhalí, zda je místo vhodné pro zhotovení vrtu nebo studny. Následně je třeba provést zkušební vrt, rozbor vzorků vody a zkoušku vydatnosti zdroje. Priorita opatření na vybudování nového zdroje podzemní vody je zhodnocena jako nízká, díky poměrně spolehlivému zdroji vody v podobě vodní nádrže Jordán.

13.8.12 Souhrn doporučených opatření a jejich priorit

V následující tabulce 30 je proveden přehledný souhrn jednotlivých opatření.

Tabulka 30 – Souhrn navrhovaných opatření z hlediska prioritizace a technicko-ekonomického zhodnocení. Vlastní tvorba

Popis opatření	Priorita	Náročnost provedení	Investiční náklady/doba návratnosti	Přímé opatření, možné úspory, poznámky
VYROBNÍ PROCES				
Zakoupení rezervního čerpacího zařízení	Vysoká	Nizká	zhruba 250 000 Kč/ -	Eliminace rizika přeměny dodávky vody do výroby z důvodu poruchy čerpacího zařízení
Recyklace vod:				
- varianta 1: zachycení části 1. máčecí vody a její znovuvyužití na transportní vodu mokré vymáčky	Doporučena varianta 2	Střední	456 500 - 540 000 Kč/ do 1 roku	Finanční úspora za odběry a za stočné zhruba 602 300 Kč/rok, náklady na čerpání zhruba 1 800 Kč/rok
- varianta 2: zachycení 2. máčecí vody spolu s transportní vodou a její znovuvyužití na 1. máčecí vodu a transportní vodu mokré vymáčky	Vysoká	Střední až vysoká	1 305 000 - 1 449 000 Kč/ 14 - 16 měsíců	Finanční úspora za odběry a za stočné zhruba 1 118 000 Kč/rok, náklady na čerpání zhruba 13 500 Kč/rok
Instalace stavitelné přelivné hrany nádvívků na odvod nečistot z máčení	Vysoká pro prvotní kroky nutných pro toto opatření	Nizká	Orientačně 50 000 Kč/ nelze přesně určit	Při neefektivním máčení (namočení 55 t místo 65 t) úspora zhruba 750 Kč na jednu namáčku
Použití vody z nádrže Jordán v klíčném (kropení hromad a čištění skříní) místě vody z vodovodního řádu	Vysoká	Nizká	15 000 - 20 000 Kč/ do 1 roku	Finanční úspora zhruba 31 800 Kč/rok
Instalace podružných vodoměrů (6 ve výrobním procesu a 3 mimo něj)	Vysoká	Nizká	72 000 - 96 000 Kč/ -	Získání dat a jasné představy o jednotlivých spotřebách vody. Základ pro přesný návrh opatření
Předčištění odpadních vod z výrobního procesu a jejich vypouštění do vodní nádrže Jordán	Vodohospodářsky vysoká, ekonomicky neznámá	Vysoká	Neznámé/ neznámá	Potenciální finanční úspora za stočné při stávajícím stavu zhruba 2 126 000 Kč/rok a při realizaci opatření na recyklaci vody (varianty 2) zhruba 1 033 000 Kč/rok
MIMO VYROBNÍ PROCES A OSTATNÍ OPATŘENÍ				
Úsporné hlavice sprch a regulařory proudu vody	Vysoká	Nizká	3 000 - 6 000 Kč/ do 1 roku	Finanční úspora zhruba 11 600 Kč/rok
Využití jiného zdroje vody než vodovodního řádu na oplachy nákladních automobilů:				
- varianta 1: využití vody z nádrže Jordán	Doporučena varianta 2	Nizká	11 500 - 18 000 Kč/ do 1 roku	Finanční úspora zhruba 12 770 Kč/rok
- varianta 2: využití vody z výrobního procesu	Vysoká	Střední	63 500 - 93 000 Kč/ 2-3 roky	Finanční úspora zhruba 33 850 Kč/rok
- varianta 3a: využití dešťové vody - při realizaci společně s opatřením na vypouštění dešťových vod do nádrže Jordán	Doporučena varianta 2	Střední	241 000 - 291 000/ 7-8,5 let	Finanční úspora zhruba 33 850 Kč/rok
- varianta 3b: využití dešťové vody - bez realizace s opatřením na vypouštění dešťových vod do nádrže Jordán	Doporučena varianta 2	Vysoká	633 000 - 800 500 Kč/ 15,5-19,5 let	Finanční úspora zhruba 33 850 Kč/rok
Nový vodní zdroj podzemní vody	Nizká	Střední	114 500 - 127 500 Kč + čerpací zařízení/ -	Potenciální možnost nahrazení vody z vodovodního řádu, zvýšení stability výrobního procesu z hlediska vodních zdrojů
Vypouštění srážkových vod do vodní nádrže Jordán.	Vodohospodářsky vysoká, ekonomicky nízká	Vysoká	4 056 000 - 5 343 000 Kč/ 15,5 - 20,5 let	Finanční úspora za stočné zhruba 260 830 Kč/rok, při snížení poplatků za stočné z uvažovaných ploch o 85 %.
Zaměření na tvorbu propustných ploch (např. při budoucích rekonstrukcích)	Vodohospodářsky vysoká	Střední	-	Omezení srážkového odtoku z nepropustných manipulačních ploch
Zelené střechy	Vodohospodářsky střední, ekonomicky nízká	Vysoká	730 500 - 1 461 000 Kč/ téměř nenávratná	Finanční úspora za stočné zhruba 14 000 Kč/rok, provozní náklady zhruba 11 000-44 000 Kč/rok
Výtrasování podzemních vedení potrubí vodovodu a kanalizace + kamerová prohlídka	Střední	Nizká	zhruba 82 500 Kč na kanalizaci/ -	Získání přehledu o trasách a stavu potrubí v areálu podniku

14. ZÁVĚR

Tato práce měla za úkol analyzovat stávající stav hospodaření s vodou v rámci konkrétního průmyslového podniku a na základě toho navrhnout vhodná opatření na snížení spotřeby vody a snížení množství vypouštěných vod do jednotné kanalizační soustavy. Byly splněny cíle praktické části vymezené v kapitole 7, a to:

- bylo provedeno posouzení stávajícího stavu hospodaření s vodou
 - o zdroje vody, odběry vody, potřeba vody
 - o voda v jednotlivých stupních výrobního procesu i mimo něj
 - o voda vypouštěná do kanalizační soustavy
 - o dešťová voda
- byla provedena analýza deficitu stávajícího stavu a spojených rizik
- byl proveden návrh možných opatření pro úsporu vody a snížení množství vypouštěné odpadní vody do kanalizační soustavy
- bylo provedeno technicko-ekonomické zhodnocení možných úspor vody a snížení množství vypouštěné odpadní vody do kanalizační soustavy
- byla provedena prioritizace navržených opatření

Při získávání podkladů a dat byl identifikován deficit v podobě absence podružných vodoměrů. Nebyly známy spotřeby na jednotlivých místech ve výrobním procesu ani mimo něj. Proto se muselo přistoupit k odhadům jednotlivých spotřeb. Tyto odhady byly konzultovány a probírány s vedoucím sladovny na základě dat o odběrech vody z vodní nádrže Jordán, na základě faktur za vodné a stočné od provozovatele kanalizační a vodovodní sítě a na základě jeho zkušeností a znalosti výrobního procesu. Je tedy nutné brát v potaz, že praktická část byla postavena na těchto odhadech a realita se může lišit.

Mezi největší deficity a rizika patří:

- absence podružných vodoměrů a tím pádem nejasná představa o spotřebách a nemožnost efektivně s vodou hospodařit
- absence záložního čerpacího zařízení pro čerpání vody pro výrobní proces
- absence recyklace vody ve výrobním procesu a velké množství vypouštěných odpadních vod do kanalizační soustavy
- používání ekonomicky nákladné vody z vodovodního řádu na místech, kde by se mohl využít jiný zdroj vody

- vypouštění veškerých srážkových vod ze střech a nepropustných manipulačních ploch do jednotné kanalizační soustavy

Mezi hlavní opatření, která byla navržena, patří:

- instalace podružných vodoměrů pro získání dat a jasném přehledu o jednotlivých spotřebách vody
- zakoupení záložního čerpacího zařízení pro čerpání vody pro výrobní proces
- recyklace vody jako hlavní opatření pro úsporu vody (možné snížení spotřeby vody ve výrobním procesu až o 46 %)
- využití jiného zdroje vody místo ekonomicky nákladné vody z vodovodního řádu na vybraných místech
- možnost vypouštění srážkových vod do vodní nádrže Jordán

Realizace opatření pro recyklaci vody ve výrobním procesu bude do značné míry záviset na vyjádření příslušného orgánu z hlediska ovlivnění hygienické nezávadnosti finální potraviny (piva) a také na provedení provozních zkoušek, které určí, zda využití druhé máčecí vody na první máčecí vodu má vliv na kvalitu sladu.

Možnost čištění odpadních vod z výrobního procesu a jejich vypouštění do vodní nádrže Jordán má mnoho neznámých a bude se odvíjet především od vyjádření vodoprávního úřadu, zda by tuto možnost povolil a případně za jakých podmínek.

Opatření týkající se hospodaření s dešťovou vodou nevyšla na základě technicko-ekonomického zhodnocení příznivě. Tato opatření mají vysoké pořizovací náklady, dlouhou dobu návratnosti a jejich realizace bude pravděpodobně podmíněna dotační podporou, která by snížila dobu návratnosti investic.

Tato práce by mohla sloužit jako podklad pro vypracování vodního auditu, který by si společnost měla nechat zpracovat. V rámci vodního auditu by mohla být, mimo jiné, podrobněji zpracována i možnost čištění odpadních vod z výrobního procesu a následné vypouštění do vodní nádrže Jordán. Zpracování vodního auditu je dotováno z 50 % z prokázaných způsobilých výdajů. Vodní audit může být podkladem pro žádost o případné dotace. Společnost by se měla zaměřit na možnosti využití dotačních výzev Ministerstva průmyslu a obchodu, a to zejména v rámci operačního programu *Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost* (OP PIK) a v rámci operačního programu *Technologie a aplikace pro konkurenceschopnost* (OP TAK). Dotační možnosti mohou

výrazně snížit dobu návratnosti investic do jednotlivých opatření. Na základě možné míry dotační podpory by měla společnost zvážit i realizaci opatření, která vychází bez dotace ekonomicky nepříznivě s dlouhou dobou návratnosti investic. [58] [59] [91]

Práce odhalila velký potenciál úspor vody a finančních prostředků spojených s vodou. Možné úspory jsou nejvýraznější u opatření pro recyklaci vody, kde je možná úspora vody ve výrobním procesu až 46 % a finanční úspora až 1 120 000 Kč/rok bez DPH. Při realizaci ostatních opatření s vysokou prioritou, nízkou náročností na provedení a s příznivou dobou návratnosti je možné uspořit kolem 80 000 Kč/rok bez DPH. Výsledky této práce mohou být pro společnost prospěšné nejen z hlediska finančních úspor, ale také z hlediska dobrého přístupu k hospodaření s vodou a zachování vodních zdrojů.

15. SEZNAMY

15.1 Seznam použitých podkladů

- [1] Cenová nabídka od firem zabývajících se nádržemi na dešťovou vodu na základě e-mailové komunikace (listopad 2021)
- [2] ČÚZK: *katastrální mapa ve formátu DXF* [online]. © 2010 [cit. 2021-10-02]. Dostupné z: <https://services.cuzk.cz/dxf/ku/764701.zip>
- [3] Interní podklady poskytnuté podnikem tábořské sladovny v rámci diplomové práce zahrnující: povolení o odběrech vody z vodní nádrže Jordán, data o produkci sladu (rok 2018-2020), faktury za vodné a stočné (zhruba za 2,5 roku), data o odběrech vody z vodní nádrže Jordán (od roku 2016 do září 2019), kroniku sladovny
- [4] Konzultace dotazu na vypouštění vod do povrchových vod s povodím Vltavy (listopad 2021) – e-mailová komunikace
- [5] Konzultace dotazu na vypouštění vod do povrchových vod s vodoprávním úřadem v Táboře (listopad–prosinec 2021) – e-mailová komunikace
- [6] Konzultace s vedoucím provozu sladovny v Táboře
- [7] Konzultace s vedoucím technologického oddělení společnosti zabývající se čištěním odpadních vod (listopad 2021)
- [8] Konzultace vlivu druhé máčecí vody použité na první máčecí vodu na následný klíčící proces a výslednou kvalitu sladu s odborníkem z VŠCHT z Ústavu biotechnologie (listopad 2021)
- [9] Opakovaná osobní prohlídka areálu podniku
- [10] Rozbor odpadní vody provedený akreditovanou laboratoří v rámci diplomové práce – vzorek odpadní vody odebraný z výrobního procesu tábořské sladovny
- [11] Rozbory odpadní vody získané od nejmenované sladovny na základě telefonické domluvy a e-mailové komunikace

15.2 Seznam použité literatury

- [12] BASAŘOVÁ, Gabriela et al. *Sladařství: teorie a praxe výroby sladu*. Vyd. 1. Praha: Havlíček Brain Team, 2015. 626 s. ISBN 978-80-87109-47-2.
- [13] BINDZAR, Jan a kol. *Základy úpravy a čištění vod*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2009. 251 s. ISBN 978-80-7080-729-3.

- [14] ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012
- [15] ČSN 75 6190 Stavby pro hospodářská zvířata – Faremní stokové sítě a kanalizační přípojky – Skladování statkových hnojiv a odpadních vod. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2001.
- [16] ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [17] Krejčí, Vladimír a Gujer, Willi. Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup. 1. vyd. Brno: NOEL 2000, 2002. 562 s. ISBN 80-86020-39-8.
- [18] NYPL, Vladimír a SYNÁČKOVÁ, Marcela. Zdravotně inženýrské stavby 30: stokování. Vyd. 1. Praha: ČVUT, 1998. 149 s. ISBN 80-01-01729-X.
- [19] SLAVÍČKOVÁ, Kateřina a SLAVÍČEK, Marek. Vodní hospodářství obcí 1: úprava a čištění vody. 2., přeprac. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. 199 s. ISBN 978-80-01-05390-4.
- [20] SÝKOROVÁ, Martina, Pavel TOMÁNEK, Lýdia ŠUŠLÍKOVÁ, Nicol STAŇKOVÁ, Markéta HABALOVÁ, Martin ČTVERÁK, Jan MACHÁČ a Marek HEKRLE. Voda ve městě: metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu. V Praze: České vysoké učení technické (ČVUT) ve spolupráci s Univerzitou Jana Evangelisty Purkyně (UJEP), 2021. ISBN 978-80-01-06817-5.
- [21] TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami. Praha: ČVUT Praha, Sweco Hydroprojekt a.s., 2013.

15.3 Seznam internetových podkladů

- [22] Aktuální (průměrná) cena 1 kWh elektřiny. Energie 123 [online]. © 2011-2022 [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.energie123.cz/elektrina/ceny-elektricke-energie/cena-1-kwh/>
- [23] AQUASTAT – FAO's Global Information System on Water and Agriculture: Water use. Food and Agriculture Organization of the United Nations [online]. [cit. 2021-12-26]. Dostupné z: <https://www.fao.org/aquastat/en/overview/methodology/water-use>
- [24] Automatické čerpadlo EASY E-DEEP 1000. Dešťovka [online]. c2022 [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://eshop.destovka.eu/automaticke-cerpadlo-easy-e-deep-1000/>

- [25] Beer & Wine Production. OpenStax [online]. Houston: Rice University, © 1999-2022 [cit. 2021-12-01]. Dostupné z: <https://cnx.org/contents/kxd8RhSc@1.9:1TVGwsTU@1/Beer-Wine-Production>
- [26] BERÁNKOVÁ, Martina. Odpadní voda – odpad nebo poklad? Vodohospodářské technicko-ekonomické informace [online]. 2016 [cit. 2021-12-26]. ISSN 1805-6555. Dostupné z: doi:10.46555/VTEI.2016.01.006
- [27] Ceník 2021. AICO [online]. 1.4.2021 [cit. 2021-12-02]. Dostupné z: <https://aico-czech.cz/cenik.pdf>
- [28] Ceník revize a trasování kanalizace. HERČÍK a KŘÍŽ [online]. [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.hercikakriz.cz/cenik-revize-kanalizace>
- [29] Co možná o českém pivu ještě nevíte. Sdružení přátel piva [online]. Praha, 2002 [cit. 2021-11-01]. Dostupné z: <http://www.pratelepiva.cz/svet-piva/pivo-a-pivovarnictvi/co-o-ceskem-pivu-nevite/>
- [30] ČERMÁK, Jan. Voda a průmysl [online]. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí n. Labem, Fakulta životního prostředí, 2014 [cit. 2021-10-26]. ISBN 978-80-7414-880-4 (online: pdf). Dostupné z: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiTzZGqpIL1AhXXSvEDHbaJBMQQFnoECAYQAQ&url=http%3A%2F%2Fenvimod.fzp.ujep.cz%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fskripta%2F62e_final_tisk.pdf&usg=AOvVaw2ZQ3QqSZzZ-QeKUegfM7hX
- [31] České sladařství včera a dnes. Sdružení přátel piva [online]. Praha, © 2009 [cit. 2021-11-01]. Dostupné z: <http://www.pratelepiva.cz/svet-piva/sladarstvi-a-chmelarstvi/ceske-sladarstvi-vcera-a-dnes/>
- [32] Danish brewer opens water recycling plant that reuses 90% of process water. Water Technology [online]. Nashville: Endeavor Business Media, 10.5.2021 [cit. 2021-11-14]. Dostupné z: <https://www.watertechnonline.com/process-water/article/14202992/carlsberg-group-danish-brewer-opens-water-recycling-plant-that-reuses-90-of-process-water>
- [33] Danone Rotselaar innovates and reduces water consumption in production by up to 75%. Cleantech Flanders [online]. 24.9.2020 [cit. 2021-11-12]. Dostupné z: <https://cleantechflanders.com/en/news/danone-rotselaar-innovates-and-reduces-water-consumption-production-75>

- [34] DOLEŽALOVÁ, Alice. Máčení ječmene v systému linky posuvné hromady. Kvasný průmysl [online]. 1964, 10(8), 178-179 [cit. 2021-11-02]. ISSN 2570-8619. Dostupné z: <https://kvasnyprumysl.cz/pdfs/kpr/1964/08/02.pdf>
- [35] Domovní vodoměry SENSUS 620, 405, 420, 820. Kapka spol. s r. o. [online]. [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.kapka-vodomery.cz/e-shop/vodomery/domovni-vodomery/sensus-620-405-420-820>
- [36] Družina.cz [online]. Dačice, © 2016 [cit. 2021-11-02]. Dostupné z: <https://www.druzina.cz/>
- [37] Filtrační šachty. Nicoll.cz [online]. [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/vsakovani-a-retence/filtracni-sachty.html>
- [38] H531 hladinoměr do studní, jímek a nádrží. Fiedler [online]. ©2017 [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.fiedler.company/cs/produkty/hladinometry/hladinometry-do-studny-vrtu-nadrze/h531-hladinomer>
- [39] HARNOVÁ CHVOJKOVÁ, Renata. Odpovědné hospodaření s vodou a vodní audit. Průmyslová ekologie [online]. 10. 2. 2021 [cit. 2021-12-26]. Dostupné z: <https://www.prumyslovaekologie.cz/info/odpovedne-hospodareni-s-vodou-a-vodni-audit>
- [40] Historie českého pivovarnictví. Český svaz pivovarů a sladoven [online]. Praha, © 2021 [cit. 2021-11-01]. Dostupné z: <http://ceske-pivo.cz/tz/historie-ceskeho-pivovarnictvi>
- [41] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN, Petr PRAX, Petr HLUŠTÍK a Radim MIFEK. Stokování a čištění odpadních vod: Modul 1: Stokování [online]. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. Vysoké učení technické v Brně. Brno, 2006 [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiPiq_0h4D1AhWsS_EDHQFkDzkQFnoEAcQAQ&url=http%3A%2F%2Fflences.cz%2Fdomains%2Fflences.cz%2Fskola%2Fsubory%2FSkripta%2FBP02-Stokovani%2520a%2520cisteni%2520odpadnich%2520vod%2FStokovani%25200a%2520cisteni%2520odpadnich%2520vod%2520-%2520stokovani.pdf&usq=AOvVaw2PNAeoOL7JIYBOrzbIEzGI

- [42] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN, Petr PRAX, Petr HLUŠTÍK a Radim MIFEK. Stokování a čištění odpadních vod: Modul 2: Čištění odpadních vod [online]. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. Vysoké učení technické v Brně. Brno, 2006 [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjgt-XN-JP1AhUBSvEDHW8QA8wQFnoEAcQAQ&url=http%3A%2F%2Flences.cz%2Fdomains%2Flences.cz%2Fskola%2Fsubory%2FSkripta%2FBFP02-Stokovani%2520a%2520cisteni%2520odpadnich%2520vod%2FStokovani%25200a%2520cisteni%2520odpadnich%2520vod%2520-%2520cisteni%2520odpadnich%2520vod.pdf&usg=AOvVaw1YY8eRE7VqKd743_h3y43w
- [43] Hydrogeologický posudek: Hydrogeologický posudek k ČOV i studně. Zakra s.r.o. - Projekty domácích ČOV, kanalizační a vodovodní přípojky [online]. ©2020 [cit. 2021-12-02]. Dostupné z: <https://zakra.cz/hydrogeologicky-posudek>
- [44] Characterization and treatment of wastewater from food processing industry: A review. Imam Journal of Applied Sciences [online]. 2017, 2(2), 10 [cit. 2021-12-01]. Dostupné z: https://www.e-ijas.org/temp/ImamJApplSci2227-7647573_211435.pdf
- [45] Katalog opatření pro úsporu vody v energetice a průmyslu [online], [cit. 26. 12. 2021]. Dostupné z: <http://recyklace-voda.vscht.cz>
- [46] KOBROVÁ, Marie. Čištění odpadních vod z pivovarsko-sladařského průmyslu. Kvasný průmysl [online]. 1989, 35(3), 82-84 [cit. 2021-11-02]. ISSN 2570-8619. Dostupné z: <http://kvasnyprumysl.org/pdfs/kpr/1989/03/05.pdf>
- [47] KOLEKTIV AUTORŮ. Čištění odpadních vod jako nástroj k ochraně životního prostředí v zemědělské praxi a na venkově [online]. Metodická činnost k podpoře zemědělského poradenského systému, Ministerstva zemědělství ČR. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno, 2007 [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/26962/cisteni_odpadnich_vod.pdf
- [48] Lohrová, D. Manuál k praktickému využití nejlepších dostupných technik (BAT) v pivovarech a sladovnách. EAGRI [online]. 2010, Plzeň. [cit. 2021-10-02]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/94012/Manual_k_praktickemu_vyuziti_nejlepsich_h_dostupnych_tech_nik__BAT__v_pivovarech_a_sladovnach.doc

- [49] Malt house process and equipment with steep water recycle. World Intellectual Property Organization [online]. 13.11.2008 [cit. 2021-12-02]. Dostupné z: <https://patentimages.storage.googleapis.com/01/4b/13/35f88868d18fa0/WO2008135222A1.pdf>
- [50] Malting process for steeping grain comprising a water circulation step. World Intellectual Property Organization [online]. 14.3.2019 [cit. 2021-12-02]. Dostupné z: <https://patentimages.storage.googleapis.com/17/04/ed/893bf0162dfe6d/WO2019048338A1.pdf>
- [51] Mapa části města Tábor. Mapy.cz [online]. [cit. 2021-11-16]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.6576502&y=49.4152587&z=14>
- [52] Nahlížení do katastru nemovitostí - k.ú. Tábor. ČUZK [online]. [cit. 2021-10-15]. Dostupné z: <https://sgi-nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=764701&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>
- [53] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002 ze dne 28. ledna 2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin. In: Úřední věstník L 031. 1. 2. 2002. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32002R0178&from=CS>
- [54] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 ze dne 29. dubna 2004 o hygieně potravin. In: Úřední věstník L 139. 30. 4. 2004. s. 1. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:02004R0852-20090420&from=sk>
- [55] Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. In: 166/2015 Sb., 2015. Dostupný také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-401>
- [56] Nejčastěji kladené otázky ke spotřebě vody v domácnosti. Spoříme vodu.cz s. r. o. [online]. [cit. 2021-12-02]. Dostupné z: <https://www.sporimevodu.cz/nejcastejsi-otazky-ke-spotrebe-vody-v-domacnosti.php>

- [57] Odlučovač OLK5/20 - EK [online]. EKOCIS, spol. s r.o., © 2022 [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://ekocis.cz/olk520-ek>
- [58] OP PIK (2014–2020). Ministerstvo průmyslu a obchodu [online]. Praha: MPO, c2005 - 2021 [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/cz/podnikani/dotace-a-podpora-podnikani/oppik-2014-2020/?fbclid=IwAR1CtU0sIaW4NASxPGh8kyo36O56lduXM_HEDcJsisH4BUDE5nTkRxD_zho
- [59] OP TAK (2021–2027). Ministerstvo průmyslu a obchodu [online]. Praha: MPO, c2005 - 2021 [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/cz/podnikani/dotace-a-podpora-podnikani/optak-2021-2027/?fbclid=IwAR2vo4-0Ayz1RhV2B0GfcbiVqu_2MtiSYY5IIsjUnEtf0gtiIIYOh-poa0
- [60] Pivovarské statistiky 2019: základní statistické údaje o produkci, exportu a importu piva, sladu a chmele v České republice. Český svaz pivovarů a sladoven [online]. Praha, [2020] [cit. 2021-12-01]. Dostupné z: <http://ceske-pivo.cz/download/tiskove-zpravy/2020/csps20200520.pdf>
- [61] Plzeňskému Prazdroji se daří výrazným způsobem snižovat spotřebu vody, říká mluvčí pivovaru Jitka Němcová. VodaDnes [online]. 25.6.2018 [cit. 2021-11-02]. Dostupné z: <https://www.vodadnes.cz/2018/06/25/plzenskemu-prazdroji-se-dari-vyraznym-zpusobem-snizovat-spotrebu-vody-rika-mluvci-pivovaru-jitka-nemcova/>
- [62] Podzemní nádrž na dešťovou vodu Eco 5000 litrů. Dešťovka [online]. 2022 [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://eshop.destovka.eu/podzemni-nadrz-na-destovou-vodu-eco-5000-litru/>
- [63] Ponorná kalová čerpadla. Grundfos [online]. [cit. 2021-12-02]. Dostupné z: <https://product-selection.grundfos.com/cz/products/sl/sl1/sl18010055450dc-98625981?pumpsystemid=1459309273&tab=variant-sizing-results>
- [64] Ponorná kalová čerpadla: SL1.50.65.11.2.1.502. Grundfos [online]. [cit. 2021-12-02]. Dostupné z: <https://product-selection.grundfos.com/cz/products/sl/sl1/sl150651121502-96104125?pumpsystemid=1459334255&tab=variant-sizing-results>

- [65] PROKEŠ, Josef a František ILČÍK. Možnosti úspor vody při sladování. Kvasný průmysl [online]. 1987, 33(8-9), 241-244 [cit. 2021-10-22]. ISSN 2570-8619. Dostupné z: <http://kvasnyprumysl.net/pdfs/kpr/1987/08/03.pdf>
- [66] PROKEŠ, Josef. Klíčení. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s. [online]. Praha, © 2021 [cit. 2021-11-02]. Dostupné z: <https://beerresearch.cz/download/klieni/>
- [67] Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury obcí: Aktualizace 2021 [online]. Brno: Ústav územního rozvoje, 2021 [cit. 2021-12-02]. ISBN 978-80-7663-016-1. Dostupné z: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj1j5LfsZP1AhXpSvEDHRNGBPwQFnoECAIQAAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.uur.cz%2Fimages%2F5-publikacni-cinnost-a-knihovna%2Finternetove-prezentace%2Fprumerne-ceny-TI%2F2021%2Fceny-ti-2021-celek.pdf&usg=AOvVaw0db8sqA1FJTKsCA9hn0RDh>
- [68] Průmyslové vodoměry SENSUS MeiStream. Kapka spol. s r. o. [online]. [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.kapka-vodomery.cz/e-shop/vodomery/prumyslove-vodomery/sensus-meistream>
- [69] Představujeme novou uliční vpust' Tegra. Wavin [online]. [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.wavin.com/cs-cz/ulicni-vpusti>
- [70] PWG (Pulse Wave Generator). Radeton [online]. 2022 [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.radeton.cz/akusticke-trasovani/309-rd550-pwg?fbclid=IwAR3qrlo7qs-gIO3gmClQr-Na6I1dt1Z3V0PZpK7QTB2avdwLBSjSEuEW0xM>
- [71] Radegast a ti druzí: nošovický pivovar srazil spotřebu vody na rekordních 1,26 litru na půllitr piva. České noviny [online]. 5.8.2019 [cit. 2021-11-02]. ISSN 1213-5003. Dostupné z: <https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/radegast-a-ti-druzin-osovicky-pivovar-srazil-spotrebu-vody-na-rekordnich-1-26-litru-na-pullitr-piva/1784209>
- [72] Recycling of malting water: Executive Summary of EUREKA SWAN project AR0916. UK Malt [online]. The Maltsters' Association of Great Britain, 2020 [cit. 2021-12-02]. Dostupné z: <https://www.ukmalt.com/wp-content/uploads/2020/08/SWAN-FINAL-REPORT.pdf>
- [73] Recyklace vody: Jeden z nejefektivnějších nástrojů v boji proti suchu. Naše voda [online]. Praha: Nature media, © 2011-2021 [cit. 2021-11-21]. Dostupné z:

<https://www.nase-voda.cz/recyklace-vody-jeden-z-nejefektivnejsich-nastroju-v-boji-proti-suchu/>

- [74] Regulátor proudu vody Honeycomb PCA pro vodovodní baterii M16 chromovaný. OBI [online]. © 2022 [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.obic.cz/smesovaci-trysky/regulator-proudu-vody-honeycomb-pca-pro-vodovodni-baterii-m16-chromovany/p/5671029>
- [75] Sewer Sociology – The Days of Our (Sewer) Lives [online]. ADS Corporation, Huntsville, Alabama, 2006 [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <http://www.sewerhistory.org/wp-content/uploads/2013/11/SewerSociology.pdf>
- [76] Směrnice ze dne 20. července 1973 ministerstva lesního a vodního hospodářství ČSR a ministerstva zdravotnictví ČSR – hlavního hygienika ČSR pro výpočet potřeby vody při navrhování vodovodních a kanalizačních zařízení a posuzování vydatnosti vodních zdrojů. In: 9/1973 Ú.v. Dostupný také z: <https://www.epravo.cz/vyhledavani-aspi/?Id=32306&Section=1&IdPara=1&ParaC=2>
- [77] Statický posudek: Posudek střechy. PSDS [online]. PSDS, © 2022 [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <http://www.psdscz.cz/posudek-strechy/psds/ostatni/posudek-strechy>
- [78] STRÁNSKÝ, David, David HORA, Ivana KABELKOVÁ, Michaela VACKOVÁ a Jiří VÍTEK. Standardy hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy [online]. Praha: ČVUT, Fakulta stavební, 2021 [cit. 2021-12-20]. Dostupné z: <https://drive.google.com/file/d/1vpEwIul-zwYjvN0fdXWslkKEDQnhsQR/view>
- [79] Studie problematiky recyklace šedých vod v sídlech ČR. Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha: CzWA Service, 17.5.2021 [cit. 2021-11-20]. Dostupné z: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjO0czvipP1AhWsgf0HHXINAIcQFnoECAsQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.mzp.cz%2FC1257458002F0DC7%2Fcz%2Fprioritni_osa_6_sezna_m_projektu%2F%24FILE%2Fofeu-studie_sede_vody-20210517.pdf&usg=AOvVaw2YFYAFf45aTvQnbCjsIMPh
- [80] Technologies for Recovering Nutrients from Wastewater: A Critical Review. Environmental Engineering Science [online]. 9 May 2019, 36(5) [cit. 2021-12-26]. Dostupné z: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/ees.2018.0436>

- [81] The Danone production site in Rotselaar: Factory of the Future 2021. Agoria [online]. 1.3.2021 [cit. 2021-11-12]. Dostupné z: <https://www.agoria.be/en/manufacturing/factories-of-the-future/the-danone-production-site-in-rotselaar-factory-of-the-future-2021>
- [82] Topping-out ceremony at Carlsberg's new Water Recycling Plant in Denmark [online]. Kodaň, 29.6.2020 [cit. 2021-11-12]. Dostupné z: <https://www.carlsberggroup.com/newsroom/topping-out-ceremony-at-carlsberg-s-new-water-recycling-plant-in-denmark/>
- [83] Trasovací prut FlexiTrace. Radeton [online]. 2022 [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: https://www.radeton.cz/sondy-a-tlacne-pruty/3549-flexitrace?fbclid=IwAR1iBq29rpiwSHXsZ-RIJaaAjaEJ0IsZQluzm8OxZ_PT5NB1544W7bONS3E
- [84] Uliční vpust' s filtrem 315/160 [online]. PKV PLUS, © 2011–2022 [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.pkvplus.cz/p/ulicni-vpust-s-filtrem-315-160>
- [85] Use of freshwater resources in Europe. European Environment Agency [online]. [cit. 2021-12-26]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/use-of-freshwater-resources-3/assessment-4>
- [86] Úsporné sprchové hlavice. ECO PRODUKT s. r. o. [online]. [cit. 2021-12-02]. Dostupné z: <https://ecoproduct.cz/c/vsechno-setreni-energii-setreni-vody-usporne-sprchove-hlavice-2585>
- [87] Územní srážky. Český hydrometeorologický ústav [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky [cit. 2021-12-02]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#>
- [88] VALLABHANENI1, Srinivas, Fu-hsiung LAI, Carl CHAN, Edward H. BURGESS a Richard FIELD. SSOAP – A USEPA Toolbox for Sanitary Sewer Overflow Analysis and Control Planning [online]. [cit. 2021-11-05]. Dostupné z: https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjG5e3wy8PPAhWDICwKHRUkDX4QFgguMAI&url=https%3A%2F%2Foaspub.epa.gov%2Feims%2Feimscomm.getfile%3Fp_download_id%3D472299&usg=AFQjCNFU48Fb3_Xxq2Nx7VfChd0LJZnewg&bvm=bv.134495766,d.bGg

- [89] Virtual water trade. Water footprint network [online]. Enschede [cit. 2021-10-01]. Dostupné z: <https://waterfootprint.org/en/water-footprint/national-water-footprint/virtual-water-trade/>
- [90] Víte, kolik spotřebujete vody? [online]. Vodohospodářská společnost Dobříš spol. s r.o., © 2022 [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.vhs-dobris.cz/vite-kolik-spotrebujete-vody/>
- [91] Vodní audit pro podniky: Podpora pro podniky a firmy s cílem efektivního hospodaření s vodou. Dešťovka [online]. Praha, c2021 [cit. 2021-12-02]. Dostupné z: https://destovka.eu/vodni-audit/?fbclid=IwAR1UzbxLfo18_KoPr3dqMooofi32Dv03QPEZDvQnwUEdxnYMkfwAAsjSGDo
- [92] Vodní filtr pro vysokotlaké čističe [online]. Mýval čisticí systémy, © 2022 [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.myval.cz/filtr-na-vodu-nilfisk-128500674>
- [93] Vyhláška č. 120/2011 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů. In: č. 46/2011 Sbírky zákonů. 2011. Dostupný také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-120>
- [94] Vyhláška č. 252/2004 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. In: 82/2004 Sb. 2004. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-252>
- [95] Vyhláška č. 428/2001 Sb. Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). In: č. 161/2001 Sbírky zákonů. 2001. Dostupný také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-428>
- [96] Výroba, balení a distribuce. Plzeňský Prazdroj [online]. 2018 [cit. 2021-11-10]. Dostupné z: <https://www.prazdroj.cz/odpovednost/report-2018/vyroba-baleni-a-distribuce>
- [97] Využití přečištěné odpadní vody s možným využitím srážkové vody. Dotace dešťovka [online]. [cit. 2021-11-02]. Dostupné z: https://www.dotacedestovka.cz/img/schema/schema_a3.jpg

- [98] Washing screw: Brochure. BühlerGroup [online]. Beilngries: Bühler [cit. 2021-10-20]. Dostupné z: <https://assetcdn.buhlergroup.com/asset/874601345621/302d3a8b31394992ac743def578f3dad>
- [99] Wastewater treatment challenges in food processing and agriculture. Water Technology [online]. Nashville: Endeavor Business Media, 2018 [cit. 2021-11-01]. Dostupné z: <https://www.watertechonline.com/wastewater/article/15550688/wastewater-treatment-challenges-in-food-processing-and-agriculture>
- [100] Water Facts. United Nations [online]. [cit. 2021-10-26]. Dostupné z: <https://www.unwater.org/water-facts/>
- [101] Water Stewardship: Act to preserve and restore water resources, today and for future generations. Danone [online]. [cit. 2021-11-02]. Dostupné z: <https://www.danone.com/impact/planet/protecting-water-cycles.html>
- [102] Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2019 [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2020 [cit. 2021-10-02]. ISBN 978-80-7434-570-8. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/669424/Modra_zprava_2019_web.pdf
- [103] Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: Sbírky zákonů. 2001. Dostupný také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254/zneni-20210201>
- [104] Metodika hodnocení využívání vody na úrovni podniků [online]. ENVI-PUR, 2021 [cit. 2021-11-02]. Dostupné z: <https://www.envi-pur.cz/download/1129/metodika-vodniho-audit.pdf>
- [105] Tábor – Ceník vodného a stočného. ČEVAK.cz [online]. © 2021 [cit. 2021-10-20]. Dostupné z: <https://www.cevak.cz/qf/cs/ramjet/moje-obec/cenik-vodne-stocne?localPartId=405060&fbclid=IwAR3RR17NEHLiOzH9o-eCSRh97YMd0Z-PTx-HTuEbfuodt4J2GXQj-sKuRSE>

15.4 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Průběh růstu populace a odběrů vody mezi lety 1900–2010. Převzato z [23]..... - 11 -

Obrázek 2 - Podíl celkových odběrů vod v ČR v roce 2019. Vlastní zpracování na základě [102].....	- 18 -
Obrázek 3 - Odběry vody v ČR v jednotlivých sektorech v roce 2019. Vlastní zpracování na základě [102]	- 19 -
Obrázek 4 - Průběh odběrů povrchových vod pro jednotlivé sektory v ČR v období mezi lety 1890–2019. Převzato z [102]	- 20 -
Obrázek 5 - Odběr a spotřeba vody v průmyslu. Převzato z [30]	- 20 -
Obrázek 6 - Průběh vypouštění odpadních vod v ČR v jednotlivých sektorech v období mezi lety 1980–2019. Převzato z [102]	- 21 -
Obrázek 7 – Schéma výroby slady. Upraveno z [12].....	- 34 -
Obrázek 8 – Kónické náduvníky s uspořádáním nad sebou s možností přepouštění. Zdroj: vlastní foto	- 36 -
Obrázek 9 - Zelený slad. Převzato z [25]	- 39 -
Obrázek 10 - Pohled na bývalá humna, dnes sloužící jako skladové prostory. Zdroj: vlastní foto	- 40 -
Obrázek 11 – Pohled na Saladinovu skříň v provozu. Zdroj: vlastní foto	- 41 -
Obrázek 12 – Šnekové zařízení od firmy Bühler. Převzato z [98].....	- 49 -
Obrázek 13 – Schéma využití dešťové vody na splachování WC a zálivku zahrady. Převzato z [97]	- 53 -
Obrázek 14 – Vsakovací průleh. Převzato z [21].....	- 56 -
Obrázek 15 - Vsakovací rýha s podpovrchovým přítokem. Převzato z [21]	- 57 -
Obrázek 16 – Poloha sladovny Tábor. Upraveno z [51].....	- 72 -
Obrázek 17 – Areál sladovny. Upraveno z [52].....	- 73 -
Obrázek 18 – Situační výkres areálu sladovny. Vlastní zpracování na podkladu [2] -	74 -
Obrázek 19 – Schéma výroby sladu. Vlastní zpracování dle [6]	- 75 -
Obrázek 20 – Pohled na prázdný náduvník s trubními rozvody tlakového vzduchu na provzdušňování. Zdroj: vlastní foto	- 77 -
Obrázek 21 – Pohled na mokrou vymáčku ječmene do Saladinových skříní. Zdroj: vlastní foto	- 78 -
Obrázek 22 – Akumulační nádrž na vodu pro výrobní proces nad máčírnu. Zdroj: vlastní foto	- 82 -
Obrázek 23 – Schéma rozdělení ploch v areálu sladovny. Vlastní tvorba na podkladu [2].....	- 90 -

Obrázek 24 - Blokové schéma vody v areálu sladovny. Vlastní zpracování	- 93 -
Obrázek 25 – Blokové schéma navrhovaného opatření. Vlastní tvorba	- 104 -
Obrázek 26 – Blokové schéma navrhovaného opatření. Vlastní tvorba	- 105 -
Obrázek 27 – Pevná přelivná hrana náduvníku. Zdroj: vlastní foto.....	- 108 -
Obrázek 28 – Filtrační uliční vpust' s kalovým prostorem. Převzato z [69]	- 113 -
Obrázek 29 – Schéma navrhovaného opatření pro retenci a vypouštění srážkových vod do vod povrchových. Vlastní tvorba na podkladu [2]	- 115 -
Obrázek 30 – Schéma využití ploch střech pro odvádění srážkové vody do akumulární nádrže. Vlastní tvorba na podkladu [2]	- 119 -
Obrázek 31 – Schéma s vyznačením ploch střech potenciálně vhodných pro retenční střechy. Vlastní tvorba na podkladu [2]	- 122 -
Obrázek 32 – Blokové schéma navrhovaných opatření. Vlastní tvorba	- 142 -

15.5 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Orientační složení domovních splaškových vod dle normy ČSN 75 6101. Upraveno z [14]	- 13 -
Tabulka 2 – Složení odpadní vody z výroby sladu. Upraveno z [46]	- 46 -
Tabulka 3 – Charakteristika znečištění srážkových vod dle typu odvodňované plochy dle normy TNV 75 9011. Převzato z [21].....	- 51 -
Tabulka 4 – Doporučené způsoby vsakování srážkových vod dle typu odvodňované plochy a jejího znečištění podle normy TNV 75 9011. Převzato z [21].....	- 55 -
Tabulka 5 - Rozdělení typů ploch a jejich vhodného předčištění před vypouštěním do vod povrchových. Upraveno z [21]	- 58 -
Tabulka 6 – Způsoby předčištění srážkových vod před vypouštěním do povrchových vod a jejich vhodnost pro různé typy znečištění. Převzato z [21]	- 59 -
Tabulka 7 – Tabulka příjmu ječmene a produkci sladu za období 2018–2020. Vlastní tvorba na podkladu [3]	- 79 -
Tabulka 8 – Roční odběry vody z nádrže Jordán za období 2016–2020. Vlastní tvorba na podkladu [3].....	- 81 -
Tabulka 9 – Data o příjmu ječmene, produkci sladu, odběrů vody z nádrže Jordán a vypočítané spotřebě vody na jednu tunu ječmene za období 2018–2020. Vlastní zpracování na podkladu [3].....	- 83 -

Tabulka 10 – Výsledky chemického vyšetření vzorku odpadní vody. Zdroj: [10].... -	
87 -	
Tabulka 11 – Výsledky mikrobiálního vyšetření vzorku odpadní vody. Zdroj [10].. -	
88 -	
Tabulka 12 – Průměrné hodnoty parametrů znečištění z poskytnutých rozborů odpadních vod z nejmenované sladovny. Zdroj dat [11]..... -	89 -
Tabulka 13 – Spotřeby vody v areálu sladovny s popisem zdroje vody a jejího množství. Vlastní zpracování..... -	92 -
Tabulka 14 – Souhrn deficitů stávajícího stavu. Vlastní tvorba -	99 -
Tabulka 15 – Hydrologická bilance mezi přítokem a odtokem do vsakovacích zařízení či retenčních objektů různých typů. Převzato z [21]..... -	116 -
Tabulka 16 – Jednotlivé odvodňované plochy s vypočteným návrhovým retenčním objemem pro nejnepříznivější situaci dle normy ČSN 75 9010. Vlastní tvorba, zdroj dat: [16] [21] -	117 -
Tabulka 17 – Souhrn navrhovaných opatření a jejich přínosy. Vlastní tvorba -	124 -
Tabulka 18 – Shrnutí orientačních hlavních pořizovacích nákladů na navrhované opatření. Zdroj dat: [1][27][38][64]..... -	126 -
Tabulka 19 – Shrnutí orientačních hlavních pořizovacích nákladů na navrhované opatření. Zdroj dat: [1][27][38][63][64] -	127 -
Tabulka 20 – Náklady na vodu na oplachy nákladních automobilů – stávající stav. Zdroj dat: [105]..... -	130 -
Tabulka 21 – Popis nákladů na vodu na oplachy nákladních automobilů při využití vody z vodní nádrže Jordán. [3][105]..... -	130 -
Tabulka 22 – Shrnutí orientačních hlavních pořizovacích nákladů na navrhované opatření. Zdroj dat: [27]..... -	131 -
Tabulka 23- Shrnutí orientačních hlavních pořizovacích nákladů na navrhované opatření. Zdroj dat: [27][38][62][92]..... -	131 -
Tabulka 24 – Tabulka výpočtu ročního množství vody odtékající z uvažovaných odvodňovaných ploch. Zdroj dat:[87] [95]..... -	133 -
Tabulka 25 - Shrnutí orientačních hlavních pořizovacích nákladů na navrhované opatření. Zdroj dat [1][20][24][37] [57][67] [84]..... -	134 -
Tabulka 26 - Shrnutí orientačních hlavních pořizovacích nákladů na navrhované opatření v případě realizace společně s opatřením v kapitole 13.5.1. Zdroj dat: [1][24][38] -	135 -

Tabulka 27 - Shrnutí orientačních hlavních pořizovacích nákladů na navrhované opatření v případě realizace bez opatření v kapitole 13.5.1. Zdroj dat [1] [24] [38 [67] ..- 135 -

Tabulka 28 - Shrnutí orientačních nákladů na navrhované opatření. Zdroj dat: [20] - 136 -

Tabulka 29 - Shrnutí orientačních hlavních pořizovacích nákladů na navrhované opatření. Zdroj dat: [35] [68] - 136 -

Tabulka 30 – Souhrn navrhovaných opatření z hlediska prioritizace a technicko-ekonomického zhodnocení. Vlastní tvorba..... - 141 -