

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Zpracování odpadů z polovodičového průmyslu

diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Vlastimil Altmann, Ph.D.

Diplomant: Tomáš Denk

PRAHA 2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Tomáš Denk

Zemědělská specializace
Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Zpracovávání odpadů z polovodičového průmyslu

Název anglicky

Processing of waste from the semiconductor industry

Cíle práce

Cílem práce je zhodnocení stávajícího stavu ve zvolené firmě a návrh případného zlepšení s ohledem na ceny a ekologii.

Metodika

1. Úvod
2. Rešerše na zadané téma
3. Analýza stavu ve zvolené firmě
4. Doporučení pro zlepšení
5. Závěr

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran

Klíčová slova

polovodiče, firma, ekonomika, ekologie

Doporučené zdroje informací

- ALTMANN,V,VACULÍK,P.,MIMRA, M.: (2010). Technika pro zpracování komunálního odpadu, ČZU Praha, Powerprint s.r.o., ISBN 978-80-213-2022-2, 1. vydání, 120 s.
- DRAHOTSKÝ, I.(2003): Logistika: Procesy a jejich řízení. 1. vyd. Brno: Computer Press. ISBN 80-7226-521-0.
- CHENG, J. et al., (2010): Taylor and, Francis Group, LLC, United States of America, s. 488, ISBN 978-1-4200-9517-3.
- McKINNON, A et al., (2010): Green Logistics, Koganpage.com, London, s. 360.ISBN 978-0-7494-5678-8.
- M. LAMBERT, (2000): Douglas. Logistika. 2. vyd. Praha: Computer Press. ISBN 80-7226-221-1.
- VOŠTOVÁ,V.,ALTMANN,V.,FRIES,J.,JEŘÁBEK,K.: (2009). Logistika odpadového hospodářství. ČVUT Praha, 5 – Technické vědy, ISBN 978-80-01-04426-1, 1. vydání, 349 s.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Vlastimil Altmann, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra využití strojů

Elektronicky schváleno dne 26. 1. 2018

doc. Ing. Petr Šařec, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 1. 2018

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 14. 03. 2020

Bibliografická citace práce

Denk, T.: Zpracování odpadů z polovodičového průmyslu. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta, Katedra využití strojů, 2020

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Vlastimil Altmann, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Zpracování odpadů z polovodičového průmyslu vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

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

V Praze dne

podpis

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Vlastimilovi Altmannovi, Ph.D. za cenné rady, vstřícnost a především trpělivost během tvorby této práce.

Abstrakt: Cílem této diplomové práce bylo navržení vhodných technologických inovací a opatření v existujícím výrobním podniku na výkonové polovodiče v Praze se zaměřením na veškeré odpady a jejich zpracování v podniku či externími zpracovateli. Jedná se o skutečně vyrábějící podnik řešící problémy s odpady popsány v práci. Nejprve byl zmapován současný stav poznatků, technologií a legislativy týkající se odpadů, které daný podnik generuje. Dále jsou popsány základní technologické kroky při výrobě výkonových polovodičů s vyjmenovanými a popsány odpady z každého procesu. V práci je také zmapován současný stav procesů zpracovávání jednotlivých odpadů spolu návrhy na technologické inovace s ohledem na finanční výhodnost pro podnik, legislativu a ekologii. Celkově byly v práci navrženy tři vylepšení procesů týkající se zpracovávání odpadů z podniku. Byly to neutralizační stanice na zpracování kyselých odpadních vod, systém na využití odpadní vody z výroby demineralizované vody a návrh na rozšíření logistického softwarového nástroje podniku o logistiku odpadů. Každý návrh byl také technicko-ekonomicky zhodnocen. Jednotlivé návrhy lze aplikovat samostatně, pokud by však byly provedeny všechny tři ušetřili by podniku celkově 3 280 000 Kč za rok.

Klíčová slova: polovodiče, odpad, firma, ekologie, ekonomika

Processing of wastes from the semiconductor industry

Summary: The aim of this diploma thesis was to propose suitable technological innovations and measures in the existing production company for power semiconductors in Prague with a focus on all waste and its treatment in the enterprise or external processors. It is a truly producing company solving the problems with waste described in the work. First, the current state of knowledge, technology and legislation concerning waste generated by the company was mapped. The following describes the basic technological steps in the production of power semiconductors with the listed and described wastes from each process. The work also maps the current state of processes of processing individual wastes together with proposals for technological innovations with regard to financial benefits for the company, legislation and ecology. Overall, the work proposed three process improvements concerning the processing of waste from the enterprise. These were neutralization stations for the treatment of acid waste water, a system for the utilization of waste water from the production of demineralized water and a proposal to extend the company's logistics software tool to include waste logistics. Each proposal was also technically and economically evaluated. Individual proposals can be applied separately, but if all three would save the company a total of 3 280 000 CZK. per year.

Key words: semiconductors, waste, factory, ecology, economy

OBSAH

ABSTRAKT

OBSAH

1 ÚVOD	1
2 CÍL PRÁCE	2
3 METODIKA PRÁCE	3
4 REŠERŠE NA ZADANÉ TÉMA	4
4.1 Klasické odpady.....	4
4.1.1 Legislativa a normy.....	4
4.1.2 Katalog odpadů.....	6
4.1.3 Kódy odpadů.....	6
4.1.4 Nebezpečné odpady.....	7
4.1.4.1 Hodnocení nebezpečných vlastností odpadů.....	7
4.1.4.2 Nebezpečné vlastnosti odpadů.....	9
4.1.5 Nakládání s průmyslovými odpady.....	10
4.2 Kapalné odpady.....	11
4.2.1 Legislativa a normy.....	11
4.2.2 Limity znečištění odpadních vod.....	13
4.3 Plynné odpady.....	15
4.3.1 Legislativa a normy.....	15
4.3.2 Limity znečištění odpadního vzduchu.....	16
4.4 Specifikace základních pojmů.....	19
5 VLASTNÍ PRÁCE	25
5.1 Představení podniku.....	25
5.2 Analýza stavu ve zvolené firmě.....	27
5.2.1 Procesy ve výrobě.....	27
5.2.1.1 Tažení křemíku (Si).....	27
5.2.1.2 Řezání křemíku (Si).....	29
5.2.1.3 Vykruzování křemíkových destiček (laser).....	30
5.2.1.4 Lapování Si destiček a molybdenových elektrod.....	31
5.2.1.5 Vytvoření samotných PN, PNP či NPN přechodů.....	31
5.2.1.6 Fotolitografie.....	33
5.2.1.7 Finalizace waferů.....	34
5.2.1.8 Pouzdření.....	35
5.2.1.9 Balení a expedice.....	36
5.2.2 Vedlejší procesy a podpora výroby.....	36
5.2.2.1 Výroba demineralizované vody (DEMI vody).....	36
5.2.2.2 Odtahy výparů organických rozpouštědel.....	38
5.2.2.3 Odtahy výparů kyselin.....	39
5.2.2.4 Kotelna na zemní plyn.....	40
5.2.2.5 Záložní naftový generátor elektrické energie pro budovu.....	40
5.2.2.6 Vakuové vývěvy.....	40
5.2.2.7 Příjem a expedice zboží.....	40

5.2.2.8 Zpracování odpadní vody s obsahem kyselin.....	41
5.2.2.9 Zpracování odpadní vody s obsahem organických rozpouštědel.....	41
5.2.2.10 Zpracování odpadní vody s prořezem.....	41
5.2.2.11 Zpracování odpadní rozpouštědel se zbytky fotorezistu.....	42
5.2.2.12 Zpracování otryskávacího korundového písku z otryskávání fazet....	42
5.2.2.13 Zpracování neshodných výrobků.....	43
5.3 Přehled hlavních odpadů z podniku.....	47
5.4 Doporučení pro zlepšení.....	47
5.4.1 Neutralizační stanice.....	47
5.4.2 Využití odpadní vody z výroby DEMI vody.....	51
5.4.3 Elektronizace logistiky odpadů.....	54
5.4.4 Vyhodnocení navržených vylepšení.....	58

6 ZÁVĚR.....	59
---------------------	-----------

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	62
---------------------------------------	-----------

SEZNAM TABULEK

SEZNAM OBRÁZKŮ

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHY

1 ÚVOD

Tématem této práce je zpracování odpadů z polovodičového průmyslu a to přímo z výrobního podniku silnoproudých a výkonových polovodičů, který se nachází v Praze 4. Jmenuje se ABB PG Semiconductors. V této práci jsou řešeny veškeré hlavní výstupy z podniku ve formě odpadů. Tím jsou myšleny jak pevné, kapalné tak i plynné odpady a to ty, které znamenají výraznější náklady. Nejsou zde tedy řešeny drobné položky, kterých jsou až stovky, protože tyto jsou generovány v tak malém množství, že náklady na jejich odstranění externě jsou zanedbatelné vzhledem k obrátu podniku.

Vzhledem k velmi širokému portfoliu výrobků a technologické náročnosti výroby je rozličnost odpadů generovaných podnikem obrovská. Jsou to od nebezpečných kyselin a zásad přes organická rozpoštědla a výpary z nich až po běžný plastový odpad. Díky tomu je téma zpracování a odstraňování odpadů v tomto podniku velkým problémem, který stojí jak peníze tak i případné ohrožení zdraví lidí.

V této práci jsou proto navrženy vylepšení těch procesů, které mají největší ekonomický dopad na podnik a jsou také největším ohrožením bezpečnosti pracovníků.

Obecně je problematika odpadů a životního prostředí nyní velkým tématem a to i politickým. Tlak na efektivnější zpracovávání a odstraňování odpadů je zejména v průmyslu, který je jejich velkým producentem, velmi velký.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo zhodnocení stávajícího stavu ve firmě ABB PG Semiconductors co se týče všech hlavních výrobních a podpůrných procesů s důrazem na odpady z těchto procesů a jejich další zpracování a následné navržení případných zlepšení s ohledem na ceny, normy, legislativu a v neposlední řadě ekologii.

Dílčím cílem bylo nejdříve zmapovat stávající situaci v legislativě a dalších normách týkajících se tématu odstraňování odpadů pevných, kapalných i plyných a také vysvětlit pojmy používané v problematice odpadů a týkající se problematiky daného podniku.

Dalším dílčím cílem bylo představit řešený podnik ABB PG Semiconductors a to veškeré procesy v hlavním proudu výroby i vedlejší podpůrné procesy, bez kterých by výroba také nemohla fungovat (např. systémy odtahů odpadního vzduchu).

Z daných procesů bylo také dílčím cílem zmapovat všechny odpady a současný stav jejich zpracování (odstranění, prodej apod.).

Na základě zjištěných dat bylo možné splnit hlavní cíl a to navržení tří zlepšení procesů zpracování odpadů a to neutralizační stanice na zpracování kyselých odpadních vod, systém na využití odpadní vody z výroby demineralizované vody a návrh na rozšíření logistického softwarového nástroje podniku o logistiku odpadů.

3 METODIKA PRÁCE

Ve vlastní praktické části je nejprve provedena analýza stavu věcí v podniku, přehled základních procesů a odpadů z nich spolu se zmapováním současného stavu a postupu jejich zpracování.

Potom jsou v další části vlastní práce vypracovány návrhy na zlepšení vybraných procesů v podniku spolu z jejich technicko-ekonomickým vyhodnocením. V práci je také zhodnocen přístup podniku k odpadu z logistického hlediska vypracovány návrhy na zlepšení i v této oblasti.

V závěru je také zhodnoceno, která řešení jsou v reálu v podniku realizovatelná s ohledem na aktuální stav.

4 REŠERŠE NA ZADANÉ TÉMA

Pro účely přehlednosti je tato část rozdělena na podkapitoly klasický odpad, kapalný odpad a plyný odpad. Jsou zde zmapovány hlavně normy týkající se přímo daného oboru a způsobu výroby.

4.1 Klasické odpady

Klasickými odpady jsou myšleny pro účely této práce veškeré odpady kromě odpadních vod vypouštěných do kanalizace a odpadních plynů vypouštěných do vzduchu.

4.1.1 Legislativa a normy

Téma nakládání s odpady a jejich případného druhotného využití je v České republice rozebírána z právního pohledu několika vydanými zákony, vyhláškami a nařízeními. Zde jsou ty nejdůležitější:

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a změně některých dalších zákonů

Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů byl vydán v roce 2001. Jsou zde definovány podmínky pro zamezení samotného vzniku odpadů a pravidla pro nakládání s odpady při současném dodržování zásad ochrany životního prostředí, ochrany lidského zdraví a také trvale udržitelného rozvoje.

Jsou zde mimo jiné také uvedena práva a povinnosti fyzických i právnických osob v odpadovém hospodářství a působnost veřejných orgánů. Tento zákon byl novelizován zákonem 106/2005, který do něj přidává mnoho dílčích změn, včetně legislativy převzaté po vstupu ČR do Evropské Unie.

[1] [2]

Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí

Tato právní norma je platná od roku 1992. Cílem zákona je za přispění obcí, krajů, vlastníků a správců pozemků pomoci k obnově a udržení přírodní stability v krajině. Také má pomoci k ochraně rozmanitosti nejrůznějších životních forem a vůbec přírodních hodnot.

[2] [3]

Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech s nakládání s odpady

Tato vyhláška platí od roku 2005 a upravuje technické požadavky týkající se skládek odpadů včetně podmínek jejich provozování. Také upravuje seznam odpadů, které nelze na skládku ukládat a také technické požadavky na nakládání s odpady vznikající během spalování nebezpečných odpadů.

[2] [4]

Vyhláška č. 93/2016 Sb., o Katalogu odpadů

Tato vyhláška vydaná v roce 2016 stanoví katalog odpadů, postup pro zařazování odpadu dle katalogu a náležitosti návrhu obecního úřadu obce s rozšířenou působností na zařazení odpadu dle katalogu odpadů.

[5]

Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů

Tento zákon platí od roku 2002. Jeho cílem je ochrana životního prostředí už samotným zamezením vzniku odpadů z obalů. V zákoně jsou také definována práva a povinnosti fyzických a právnických osob a také pravomoci daných úřadů pro nakládání s obaly a také uvádění obalů a výrobků na trh nebo do oběhu a při využití odpadů z obalů. Stanovuje také poplatky, ochranná opatření, pokuty a opatření k nápravě.

[2] [6]

4.1.2 Katalog odpadů

V zákoně o katalogu odpadů lze dohledat a zařadit veškeré druhy odpadů z domácností i z průmyslu. Na příkladu části katalogu s názvem Odpadní obaly, absorpční činidla, čisticí tkaniny, filtrační materiály a ochranné oděvy jinak neurčené je zde znázorněno jak probíhá přiřazování k druhu odpadu do skupiny a podskupiny v katalogu odpadů. Tato skupina odpadů se v řešeném podniku také generuje. Každý kód (odpad) se zpracovává dle jiných norem a vyhlášek dle příslušné kategorie.

Tabulka 1 - Odpadní obaly, absorpční činidla, čisticí tkaniny, filtrační materiály a ochranné oděvy jinak neurčené

[5]

15	ODPADNÍ OBALY; ABSORPČNÍ ČINIDLA, ČISTICÍ TKANINY, FILTRAČNÍ MATERIÁLY A OCHRANNÉ ODĚVY JINAK NEURČENÉ
15 01	Obaly (včetně odděleně sbíraného komunálního obalového odpadu)
15 01 01	Papírové a lepenkové obaly
15 01 02	Plastové obaly
15 01 03	Dřevěné obaly
15 01 04	Kovové obaly
15 01 05	Kompozitní obaly
15 01 06	Směsné obaly
15 01 07	Skleněné obaly
15 01 09	Textilní obaly
15 01 10*	Obaly obsahující zbytky nebezpečných látek nebo obaly těmito látkami znečištěné
15 01 11*	Kovové obaly obsahující nebezpečnou výplňovou hmotu (např. azbest) včetně prázdných tlakových nádob
15 02	Absorpční činidla, filtrační materiály, čisticí tkaniny a ochranné oděvy
15 02 02*	Absorpční činidla, filtrační materiály (včetně olejových filtrů jinak blíže neurčených), čisticí tkaniny a ochranné oděvy znečištěné nebezpečnými látkami
15 02 03	Absorpční činidla, filtrační materiály, čisticí tkaniny a ochranné oděvy neuvedené pod číslem 15 02 02

4.1.3 Kódy odpadů

Každý odpad má šestimístné číslo – kód, který ho jasně identifikuje v katalogu odpadů. Každý šestimístný kód k odpadu lze rozdělit na tři dvoumístná čísla která definují jednotlivé skupiny, podskupiny a druh odpadů v katalogu odpadů.

[5] [7]

Na následujícím příkladu je znázorněno jak probíhá značení pomocí kódů v katalogu odpadů. Pro příklad byl zvolen Směsný komunální odpad, jehož povaha je lidem nejvíce známa a v daném podniku je také generován.

20 03 01 Směsný komunální odpad

„20“ - Znamená, že patří do skupiny: Komunální odpady (odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadů), včetně složek z odděleného sběru

„03“ - Znamená, že patří do podskupiny: Ostatní komunální odpady

„01“ - Je už číslo daného druhu odpadu

[5]

4.1.4 Nebezpečné odpady

Za nebezpečné odpady se považují ty, které vykazují alespoň jednu nebezpečnou vlastnost uvedenou v příloze nařízení komise (EU) č. 1357/2014 ze dne 18. prosince 2014 nebo je uveden ve vyhlášce 93/2016 Sb., o katalogu odpadů jako nebezpečný odpad. Toto vyznačení je v katalogu odpadů u jejich kódů a značí to hvězdička.

[5]

Za nebezpečný je také považován odpad, který je smíšen nebo znečištěn některým z odpadů uvedených v katalogu odpadů jako nebezpečný.

Nebezpečné odpady mohou poškozovat lidské zdraví či životní prostředí, a proto jim je potřeba věnovat zvýšenou pozornost. K negativnímu působení nebezpečných odpadů může docházet na místě jejich vzniku, při transportu a v blízkosti místa jejich odstranění.

[11] [12]

4.1.4.1 Hodnocení nebezpečných vlastností odpadů

Hodnocení nebezpečných vlastností odpadů probíhá prostřednictvím elektronického systému pro administraci hodnocení nebezpečných vlastností odpadů (HNVO). Elektronizace agendy hodnocení nebezpečných vlastností odpadů vychází z požadavků § 9 odst. 1 zákona o odpadech.

System je určen pro původce odpadů a oprávněné osoby, které jeho prostřednictvím podávají žádost o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. System slouží rovněž pověřeným osobám při provádění hodnocení.

Přínosem zavedení tohoto systému je zpřehlednění celého postupu hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. System přináší komplexní informace o činnosti pověřených osob a žadatelích o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. Lze rovněž předpokládat i větší efektivitu kontrol. System usnadňuje přístup žadatelů o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů k informacím o pověřených osobách, včetně seznamu pověřených osob a kontaktů na ně.

[11]

Problematika hodnocení nebezpečných vlastností odpadů je vymezena:

- zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů,

[1]

- vyhláškou č. 94/2016 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů.

[13]

Na základě výše uvedených právních norem může původce odpadu nebo pověřená osoba, která nakládá s nebezpečným odpadem požádat pověřenou osobu k hodnocení nebezpečných atributů odpadu.

Výsledkem je vždy jedna z následujících dvou možností:

- 1) Osvědčení o vyloučení nebezpečných vlastností odpadu. To znamená, že lze s daným odpadem nakládat jako s odpadem kategorie „O“ - ostatní odpad.
- 2) Sdělení o tom, že odpad má jednu nebo více nebezpečných vlastností - v případě vydání sdělení musí původce nebo oprávněná osoba s tímto odpadem nakládat jako s odpadem kategorie „N“ – nebezpečný odpad.

[14]

4.1.4.2 Nebezpečné vlastnosti odpadů

Jsou vlastnosti uvedené v příloze přímo použitelného předpisu Evropské unie o nebezpečných vlastnostech odpadů - nařízení komise (EU) č. 357/2014 ze dne 18. prosince 2014 a zpracované také v české vyhlášce 94/2016 Sb., O hodnocení nebezpečných vlastností odpadů.

[12] [13] [14]

V následující tabulce vycházející z nařízení komise (EU) č. 357/2014 je seznam nebezpečných vlastností odpadů a hlavně kdo ke každé vlastnosti uděluje oprávnění k nakládání s tímto odpadem.

Tabulka 2 - Nebezpečné vlastnosti odpadů

[14]

Kód	Název	Pověření uděluje
HP 1	Výbušné	Ministerstvo životního prostředí
HP 2	Oxidující	Ministerstvo životního prostředí
HP 3	Hořlavé	Ministerstvo životního prostředí
HP 4	Dráždivé - dráždivé pro oči a kůži	Ministerstvo zdravotnictví
HP 5	Toxicita pro specifické cílové orgány/Toxicita při vdechnutí	Ministerstvo zdravotnictví
HP 6	Akutní toxicita	Ministerstvo zdravotnictví
HP 7	Karcinogenní	Ministerstvo zdravotnictví
HP 8	Žíravé	Ministerstvo zdravotnictví
HP 9	Infekční	Ministerstvo zdravotnictví
HP 10	Toxické pro reprodukci	Ministerstvo zdravotnictví
HP 11	Mutagenní	Ministerstvo zdravotnictví
HP 12	Uvolňování akutně toxického plynu	Ministerstvo životního prostředí
HP 13	Senzibilizující	Ministerstvo zdravotnictví
HP 14	Ekotoxický	Ministerstvo životního prostředí
HP 15	Odpad schopný vykazovat při nakládání s ním některou z výše uvedených nebezpečných vlastností, kterou v době vzniku neměl	Ministerstvo životního prostředí

4.1.5 Nakládání s průmyslovými odpady

Průmyslové odpady představují velmi velkou rozmanitost různých sloučenin, často bohužel neznámého původu. Vyžadují proto specifický přístup k nakládání s nimi a co nejvíc informací o jejich složení a vlastnostech. Dnes již naštěstí není problém jakýkoliv odpad zajistit, zpracovat, odstranit nebo uložit. Problém je však v tom jak to provést co nejbezpečněji, nejekonomičtěji a technicky promyšleně.

[7]

Velmi důležitým kritériem je místo vzniků odpadů. Rozlišují se tedy odpady na primární a sekundární:

Primární odpady – vznikají v souvislosti s technologickým výrobním procesem

Sekundární odpady – vznikají při pomocných operacích jako je čištění, údržba, doprava, příjem surovin, balení apod.

Koncentrace jednotlivých složek je v sekundárních odpadech značně menší než v primárních, ale zpracování směsi látek v malé koncentraci je obtížné. Naopak z primárních odpadů lze téměř vždy získat druhotné suroviny. S odbytem druhotných surovin je však často problém, protože podniky většinou dávají přednost primárním surovinám. Proto se některé druhotné suroviny od nás vyvázejí.

[7]

4.2 Kapaln  odpady

Pro  cely této práce jsou nazyv ny kapaln  odpady ty odpady, které jsou vypouštěny do kanalizačního systému.

4.2.1 Legislativa a normy

Téma odpadní vody je v  esk  republice (pro danou firmu v Praze) rozebírána z právního pohledu několika vydanými zákony, vyhláškami a nařizen mi. Zde jsou ty nejd ležit jř :

Zákon  . 254/2001 Sb., zákon o vodách a o zmn  některých z kon  (vodní zákon)

Tento zákon má za  cel chránit povrchov  a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospod rn  vyuřiv n  vodn ch zdrojů a pro zachování i zlepřen  jakosti povrchových a podzemních vod. Zákon upravuje také právní vztahy k povrchov m a podzemním vod m, vztahy fyzických a právnických osob k vyuřiv n  těchto vod s důrazem na trvale udržiteln  rozvoj uřiv n  těchto vod.

[15]

Zákon  . 274/2001 Sb., zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o zmn  některých z kon  (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Tento zákon upravuje některé vztahy vznikající při rozvoji, výstavbě a provozu vodovodů a kanalizací slořic ch k veřejn  potřeb , přípojek na n , jakoř i působnost orgánů územních samospr vn ch celků a spr vn ch  rad  na tomto úseku. Zákon se vztahuje na vodovody a kanalizace, pokud je trvale vyuřiv  alespoň 50 fyzických osob, nebo pokud pr m rn  denn  produkce z ročního průměru pitn  nebo odpadní vody za den je 10 m³ a více a na kařd  vodovod nebo kanalizaci související vyuřiv van mi přípojkami. Naopak se nevztahuje na vodovody slořic  k rozvodu jin  neř pitné vody, odd len  kanalizace slouřic  k odv d n  povrchových sr zkov ch vod a na vodovody a kanalizace na n ř není př pojen alespoň jeden odběratel.

[16]

**Vyhláška 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)**

Tato vyhláška upravuje rozsáhlou problematiku týkající se vodovodů a kanalizací. Pro použití v této práci jsou důležité hlavně tyto právní úpravy a definice:

- způsob výpočtu náhrady ztrát při neoprávněném odběru vody nebo neoprávněném vypouštění odpadních vod,
- technické požadavky na stavbu vodovodů,
- požadavky na čištění odpadních vod, požadavky na projektovou dokumentaci k čištění odpadních vod, požadavky na výstavbu a provoz čistíren odpadních vod a požadavky na jejich projektovou dokumentaci a požadavky na výstavbu a provoz stokové sítě,
- náležitosti kanalizačního řádu a požadavky na rozbor vzorků odpadních vod,
- způsob výpočtu množství vypouštěných odpadních a srážkových vod do kanalizace bez měření.

[17]

**Nařízení vlády ČR č. 401/2015 Sb., 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**

Toto vládní nařízení stanovuje ukazatele stanovujících stav povrchové vody, přípustné hodnoty znečištění povrchových vod, přípustné hodnoty znečištění odpadních vod, ukazatele kvality vody pro citlivé oblasti (zdroje pitné vody), kvality vody ke koupání, náležitosti a podmínky povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a kanalizace, seznam prioritních látek a nebezpečných látek, doporučené nejlepší technologie v oblasti zneškodňování městských odpadních vod a podmínky pro jejich použití. [18]

Kanalizační řád Ústřední čistírny odpadních vod (Pražské vodovody a kanalizace a.s.)

Vzhledem k tomu, že se náš řešený podnik nachází v Praze spadá vodným a stočným po Pražské vodovody a kanalizace a.s. (PVK) Pražské vodovody vydali na základě výše uvedených zákonů svůj vlastní kanalizační řád, který zohledňuje lokální problematiku odpadních vod daného města. Stanovuje limity pro znečištění odpadních vod a vůbec její kvalitu a stav. Stanovuje také pokuty v případě nesplnění daných podmínek a krajně i možnost odpojení zákazníka od sítě PVK.

[19]

4.2.2 Limity znečištění odpadních vod

Z polohy podniku řešeného v této práci je jasné, že je nutno se řídit kanalizačním řádem Pražských vododvodů a kanalizací. V tabulce v příloze číslo 1 jsou vypsány limity pro všechny hlídané parametry dané pražským kanalizačním řádem.

V tabulce v příloze číslo 1 hodnota „pv“ udává maximální možnou koncentraci znečištění zjištěnou v prostém vzorku odpadních vod. Prostý vzorek se získá jednorázovým odběrem, v určitém místě a čase.

Hodnota „sv“ udává maximální možnou koncentraci znečištění zjištěnou ze směsných vzorků. směsný 24-hodinový vzorek se získá smísením více odebraných vzorků objemově stejných, popř. o objemu úměrnému aktuálnímu průtoku s intervalem odběru 2 hodin nebo kratším. Konečný časový průběh odběru vzorků určí individuálně kontrolující subjekt (pracovník akreditované laboratoře, který provádí odběr) tak, aby bylo možné podchytit i odpadní vody vypouštěné i po ukončení pracovní směny producenta odpadních vod.

Kritérium v tabulce v příloze číslo 1 pro stanovení limitů ukazatelů znečištění odpadních vod, je koncentrační údaj v mg/l, který musí být stanovován ve vzorku odpadní vody odebraném a analyzovaném laboratoří akreditovanou Českým institutem pro akreditaci.

Limity v tabulce v příloze číslo 1 jsou závazné a vymahatelné PVK. Neplatí pouze pro velké průmyslové producenty průmyslové odpadní vody, kteří mají vyjednané výjimky a to pouze v případě havárie. Tuto havárii je třeba okamžitě nahlásit PVK a ve spolupráci s ní v co nejkratší lhůtě sjednat nápravu. Může se například jednat o poruchu potrubí s těkavými látkami a jejich únik do odpadních vod přes naplněné bezpečnostní jímky.

Pro tyto typy poruch má sjednáno v Praze vyjímky cca 30 průmyslových podniků včetně ABB PG Semiconductors řešené ve vlastní práci.

[19]

4.3 Plynné odpady

Plynnými odpady se myslí pro účely této práce odpady vypouštěné do vzduchu. Výstup odtahů, exhalace záložního generátoru apod.

4.3.1 Legislativa a normy

Téma kvality vzduchu je v České republice (pro řešenou firmu v Praze) rozebírána z právního pohledu pouze dvěma zákony, a to:

Zákon č. 201/2012 Sb., O ochraně ovzduší

Tento zákon se komplexně věnuje předcházení znečišťování ovzduší a snižování úrovně znečišťování tak, aby byla omezena rizika pro lidské zdraví způsobená znečištěním ovzduší, snížení zátěže životního prostředí látkami vnášenými do ovzduší a poškozujícími ekosystémy a vytvoření předpokladů pro regeneraci složek životního prostředí postižených v důsledku znečištění ovzduší.

Zákon upravuje tyto pro řešený podnik důležité vybrané body:

- přípustné úrovně znečištění a znečišťování ovzduší,
- způsob posuzování přípustné úrovně znečištění a znečišťování ovzduší a jejich vyhodnocení,
- práva a povinnosti osob a působnost orgánů veřejné správy při ochraně ovzduší.

[20]

Vyhláška č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší

Prováděcí vyhláška k zákonu o ochraně ovzduší zapracovává příslušné předpisy EU a upravuje následující vybrané body důležité pro řešený podnik:

- intervaly, způsob a podmínky zjišťování úrovně znečišťování měřením a výpočtem, způsob vyhodnocení výsledků zjišťování úrovně znečišťování a způsob zjišťování a vyhodnocení plnění tmavosti kouře,
- obecné emisní limity, specifické emisní limity, způsob stanovení emisních limitů pro látky obtěžující zápachem, způsob výpočtu emisních stropů a technické podmínky provozu stacionárních zdrojů a způsob vyhodnocování jejich plnění,
- způsob stanovení počtu provozních hodin,
- náležitosti provozní evidence a souhrnné provozní evidence, provozního řádu, odborného posudku, rozptylové studie, protokolu o jednorázovém měření emisí, dokladu o kontrole technického stavu a provozu spalovacího stacionárního zdroje na plynná paliva o jmenovitém tepelném příkonu od 10 do 300 kW včetně, který slouží jako zdroj tepla pro teplovodní soustavu ústředního vytápění.

[21]

4.3.2 Limity znečištění odpadního vzduchu

Emisní limity pro jednotlivá stacionární zařízení závisí v ČR na roku kdy bylo zařízení uvedeno do provozu. Zde jsou proto uvedeny jen ty, které se našeho provozu týkají nejvíc. Ostatní lze snadno dohledat v prováděcí vyhlášce č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší.

Jednotky v tabulkách jsou v $\text{mg}\cdot\text{m}^3$.

[21]

Tabulka 3 - Specifické emisní limity platné pro spalovací stacionární zdroje, kterým bylo vydáno první povolení provozu, nebo obdobné povolení podle dřívějších právních předpisů, mezi 27. listopadem 2002 a 7. lednem 2013 nebo byly uvedeny do provozu mezi 27. listopadem 2003 a 7. lednem 2014

[21]

Druh paliva	Specifické emisní limity [mg.m ⁻³]							
	0,30-5 MW				5-30 MW			
	SO ₂	NO _x	TZL	CO	SO ₂	NO _x	TZL	CO
Pevné palivo obecně	850	400	50	250	200	200	30	250
Biomasa podle § 2 písm. a)	200	400	50	250	200	300	30	250
Rašelina	850	400	50	250	200	200	30	250
Kapalné palivo obecně	850	400	50	175	400-200	200	30	175
Zkapalněný plyn	5	200	5	175	5	200	5	175
Plynné palivo obecně	35	200	5	100	35	200	5	100
Zemní plyn	35	150	5	100	35	150	5	100
Koksárenský plyn	400	200	30	100	400	200	30	100
Vysokopecní plyn	200	200	10	100	200	200	10	100
Plyn ze zplyňování rafinérských zbytků	35	200	5	100	35	200	5	100

Tabulka 4 - Emisní limity pro znečišťující látky zjišťované primárně kontinuálním měřením [21]

Znečišťující látka	Emisní limit [mg.m ⁻³]		
	Denní průměr	Půlhodinové průměry	10 minutový průměr
TZL	10	30	
NO _x	400	400	
SO ₂	50	200	
TOC	10	20	
HCl	10	60	
HF	1	4	
CO	50	100	150

Tabulka 5 - Emisní limity pro znečišťující látky zjišťované primárně jednorázovým měřením [21]

Znečišťující látky	Emisní limit
Cd+Tl a jejich sloučeniny	0,05[mg.m ⁻³]
Hg a její sloučeniny	0,05[mg.m ⁻³]
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V a jejich sloučeniny	0,5[mg.m ⁻³]
PCDD/F	0,1[ng TEQ.m ⁻³]

Tabulka 6 - Emisní limity organických rozpouštědel (VOC) [21]

Celková projektovaná spotřeba organických rozpouštědel [t.rok ⁻¹]	Emisní limit	
	TOC [mg.m ⁻³]	VOC _F [%]
> 2 - 10	75	20
> 10	50	15

4.4 Specifikace základních pojmů

Pro účely této práce je nezbytné definovat pojmy, které jsou používány ve vlastní práci či jsou důležité pro tento obor. Jsou vybrány definice z příslušných zákonů, norem a literatury a to ty, které se týkají řešeného podniku.

Druhotná surovina

Jedná se surovinu či materiál získaný z odpadu, který je po zpracování způsobilý k dalšímu případnému průmyslovému či jinému využití, ale zůstává odpadem až do chvíle než vstoupí do dalšího výrobního procesu.

Jedná se také o materiál získaný využitím použitých výrobků a odpadů z výroby a o látku získané při materiálovém využití odpadů definovaných v Zákoně o odpadech.

Je to také odpad, který svými vlastnostmi splňuje požadavky na surovinypoužívané v zařízeních, která nejsou určena k nakládání s odpady, a tyto suroviny nahrazuje, aniž by bylo ohroženo životní prostředí a zdraví lidí.

[7]

Komunální odpad

Je veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob a který je uveden jako komunální odpad v prováděcím právním předpisu s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání.

[7]

Odpad podobný komunálnímu

Je odpad podobného složení jako komunální odpad zařazený do skupiny 20 katalogu odpadů vznikající při nevýrobní činnosti právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání (např. v úřadech, kancelářích).

[7]

Nakládání s odpady

Nakládáním s odpady se myslí shromažďování, soustředování, sběr, výkup, třídění, přeprava a doprava, skladování, úprava, využívání a odstraňování.

[7]

Odpad

Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl či povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů uvedených v zákonu o Katalogu odpadů. Ke zbavování odpadu dochází vždy, kdy osoba předá movitou věc k využití nebo odstranění ve smyslu zákona o odpadech nebo předá li ji osobě oprávněné ke sběru nebo výkupu odpadů podle tohoto zákona bez ohledu na to, zda se jedná o bezúplatný nebo úplatný převod. Ke zbavování odpadu dochází i tehdy, odstraní li movitou věc příslušející do některé ze skupin odpadů uvedených v zákonu o Katalogu odpadů osoba sama.

[7]

Opětovné použití

Je použití věci (výrobku, materiálu) k původnímu účelu bez jeho přepracování (úpravy), výrobek se tedy nestává odpadem.

[7]

Recyklace odpadu

Recyklace odpadu je jeho opětovné použití v původním nebo následném výrobním procesu. Je to také proces, kterým jsou odpady z obalů, jejich zbytky a případné další přidané materiály, přepracovány na nový výrobek či surovinu.

[7]

Regenerace

Je obnovení užitečných vlastností látek nebo předmětů tak, aby mohly být použity k původnímu účelu a nestaly se odpadem.

[7]

Zpětný odběr

Je odebrání použitých výrobků povinnými osobami od spotřebitelů bez nároku na úplatu za účelem jejich využití nebo odstranění.

[7]

Vodovod

Je provozně samostatný soubor staveb a zařízení zahrnující vodovodní řady a vodárenské objekty, jimiž jsou zejména stavby pro jímání a odběr povrchové nebo podzemní vody, její úpravu a shromažďování. Vodovod je vodním dílem.

[16]

Kanalizace

Je provozně samostatný soubor staveb a zařízení zahrnující kanalizační stoky k odvádění odpadních vod a srážkových vod společně nebo odpadních vod samostatně a srážkových vod samostatně, kanalizační objekty, čistírny odpadních vod, jakož i stavby k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizace. Odvádí-li se odpadní voda a srážková voda společně, jedná se o jednotnou kanalizaci a srážkové vody se vtokem do této kanalizace přímo, nebo přípojkou stávají odpadními vodami. Odvádí-li se odpadní voda samostatně a srážková voda také samostatně, jedná se o oddílnou kanalizaci. Kanalizace je vodním dílem.

[16]

Kanalizační přípojka

Je samostatnou stavbou tvořenou úsekem potrubí od vyústění vnitřní kanalizace stavby nebo odvodnění pozemku k zaústění do stokové sítě. Kanalizační přípojka není vodním dílem.

[16]

Průmyslové odpadní vody

Odpadní vody vypouštěny z výrobních nebo jiných obdobných zařízení, včetně odpadních vod vypouštěných z průmyslových areálů, které vznikají převážně jako produkt průmyslové činnosti.

[18]

Emisní limity (odpadní vody)

Nejvyšší přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod, které stanoví vodoprávní úřad v povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových.

[18]

Typy emisních limitů

1. koncentrace v jednotkách hmotnosti látky [g] nebo skupiny látek na litr [l^{-1}],
2. minimální účinnost čištění v čistírně odpadních vod [%],
3. množství vypouštěného znečištění v jednotkách hmotnosti látky nebo skupiny látek za určité časové období [$g.hod^{-1}$; $kg.rok^{-1}$],
4. poměrné množství vypouštěného znečištění v jednotkách hmotnosti látky nebo skupiny látek na jednotku hmotnosti látky nebo suroviny použité při výrobě nebo výrobku.

[18] [20]

Ovzduší

Jedná se zemskou atmosféru (plynný obal zeměkoule).

[20]

Znečišťující látka v ovzduší

Každá látka, která svou přítomností v ovzduší má nebo může mít škodlivé účinky na lidské zdraví nebo životní prostředí anebo obtěžuje zápachem.

[20]

Znečišťování (emise)

Vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do ovzduší.

[20]

Úroveň znečištění

Hmotnostní koncentrace znečišťující látky v ovzduší (imise) nebo její depozice na zemský povrch za jednotku času.

[20]

Stacionární zdroj

Ucelená a technicky dále nedělitelná stacionární technická jednotka nebo činnost, které znečišťují nebo by mohly znečišťovat, nejde-li o stacionární technickou jednotku používanou pouze k výzkumu, vývoji nebo zkoušení nových výrobků a procesů.

[21]

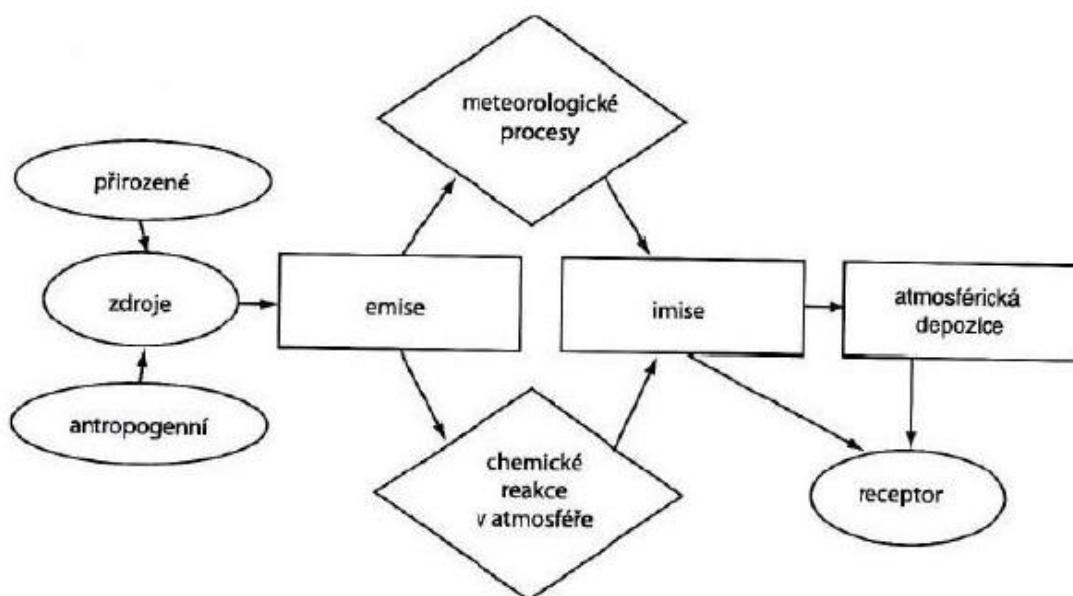
Emise (ovzduší)

V souvislosti se znečištěním ovzduší jsou tím míněny látky emitované, tedy vyslané do okolního prostředí z komínů elektráren, továren nebo z výfuků automobilů. Emise se vyjadřují množstvím emitované látky za časovou jednotku – kg/den nebo t/rok. Viz obr. č. 1. [23]

Imise (ovzduší)

V souvislosti se znečištěním ovzduší označuje toto slovo **obsah nežádoucích látek v ovzduší**. Imise vyjadřují koncentrace škodlivin, tedy obsah škodliviny v určitém objemu (například obsah polévatvého prachu v 1 m³ vzduchu). Viz obr. č. 1. [23]

Obrázek 1 - Schéma procesů, kterým podléhají znečišťující látky v ovzduší [23]



Emisní limit (ovzduší)

Nejvýše přípustné množství znečišťující látky nebo skupiny znečišťujících látek vnášené do ovzduší ze stacionárního zdroje. [21]

Emisní strop (ovzduší)

Nejvýše přípustné množství znečišťující látky vnesené do ovzduší za kalendářní rok. [21]

Těkavá organická látka

Jakákoli organická sloučenina nebo směs organických sloučenin, s výjimkou methanu, která při teplotě 20 °C má tlak par 0,01 kPa nebo více nebo má odpovídající těkavost za konkrétních podmínek jejího použití.

[21]

Organické rozpouštědlo

Jakákoli těkavá organická látka, která je používána samostatně nebo ve směsi s jinými látkami, aniž by přitom prošla chemickou změnou, k rozpouštění surovin, produktů nebo odpadů, nebo která se používá jako čisticí prostředek k rozpouštění znečišťujících látek, jako odmašťovací prostředek, jako dispergační činidlo, jako prostředek používaný k úpravě viskozity nebo povrchového napětí, jako změkčovadlo nebo jako ochranný prostředek.

[21]

5 VLASTNÍ PRÁCE

V této kapitole je již věnována pozornost řešenému podniku ABB PG Semiconductors.

5.1 Představení podniku

ABB PG Semiconductors vzniklo v roce 2010, kdy nadnárodní korporace ABB zakoupila bývalé ČKD Polovodiče, které původně vznikly v roce 1966. Nyní má podnik hrubý roční obrát cca 1,5 miliardy Kč.

[26]

Původní lokace byla až do roku 1999 v Praze na Pankráci a nyní se nachází v Praze na Novodvorské ulici. Tato nová budova vznikla kompletní rekonstrukcí a přestavbou budovy po předešlé firmě na této lokaci. Z důvodu, že budova není původně určena na takto složitou technologickou výrobu vychází také sposta problémů, kterým je věnována pozornost dále v práci.

ABB PG Semiconductors má svojí sesterskou firmu ve Švýcarsku, v Lenzburgu. Od roku 2016 probíhá sjednocování výrobních procesů obou firem za účelem snížení výrobních nákladů. Toto sjednocování znamenalo pro řešený podnik v Praze značné navýšení objemu výroby. Budova však zůstala stejná pouze s provedením dílčích stavebních úprav. Nyní se tedy budova a její kapacity pohybují na hranici svých výrobních možností. Z toho také vychází sposta problémů týkající se odpadů.

Povaha výroby řešeného podniku a tím i odpadů z ní se zakládá na použití mnoha rozličných materiálů a chemikálií. Proto je toto v ABB PG Semiconductors velké téma, které má na starosti celé oddělení lidí patřící pod oddělení kvality.

Portfolio výrobků podniku obsahuje cca 350 typů výkonových polovodičů. Výkonový polovodič dokáže vést v sepnutém stavu 100 A a více. Jedná se síťové tyristory, svářecí diody, rychlé diody na vysoké kmitočty, GTO tyristory a IGCT tyristory pro příklad zobrazené na obr. č. 2. Všechny tyto produkty dodává podnik do celého světa a v poslední době hlavně do Číny.

Obrázek 2 - Portfolio výrobků ABB PG Semiconductors

[27]



V roce 2020 ABB plánuje prodat celou divizi jejíž je součástí řešený podnik v Praze i jeho sesterská společnost ve Švýcarsku japonské firmě Hitachi. Vzhledem k tomu, že výrobní kapacity jsou již teď téměř naplněny a Hitachi plánuje rozšiřování výroby bude muset nutně dojít k rozsáhlým stavebním úpravám budovy. Přesné informace o plánovaných změnách nejsou zatím známy.

5.2 Analýza stavu ve zvolené firmě

V této kapitole jsou zmapovány hlavní i podpůrné procesy při výrobě silnouproudých polovodičů v ABB PG Semiconductors a zároveň hlavní odpady z těchto procesů a stav jejich současného zpracovávání.

5.2.1 Procesy ve výrobě

Zde jsou vypsány procesy hlavního proudu výroby tak jak jdou po sobě.

5.2.1.1 Tažení křemíku (Si)

Základním vstupem do výroby je nakupovaný ingot polykrystalického křemíku získaného z přírodního křemene o průřezu 6 palců čtverečných [inch²] a dosahující čistoty až ppb (parts per billion). To znamená, že pouze jednotky částic z miliardy tam nepatří. Z tohoto ingotu je potřeba získat ingot monokrystalického křemíku o stejné čistotě. To se dělá na zařízení na tažení křemíku tzv. tažičkách křemíku.

Obrázek 3 - Fotografie ingotů Si o průřezu 6 inch²

[27]



Obrázek 4 - Fotografie zařízení na tažení křemíku

[27]



Na tomto zařízení na tažení křemíku se nataví při teplotě 1400 °C konec ingotu pomocí speciálního tavného prstence který obejmě ingot. Na tento konec se v tomto stavu přiloží zárodečný monokrystal křemíku s požadovanou orientací krystalové mřížky a pomalu se od tohoto konce táhne prstenec podél ingotu až se seřadí atomy křemíku do krystalové mřížky dle zárodečného monokrystalu. Na konci je tedy monokrystal čistého Si. Také lze při této operaci rovnou zhruba nastavovat průměr budoucího ingotu.

Po vyjmutí ingotu z tažičky je třeba oříznout jeho kónické konce, kde je jako smáčecí kapalina použit řezný olej. Poté je ingot omyt od oleje roztokem saponátu.

5.2.1.2 Řezání křemíku (Si)

Další důležitou operací je rozřezání monokrystalického ingotu na destičky o předepsané tloušťce. Nejprve je třeba vytvořit na ingotu v místě uchycení epoxidový povlak a pomocí epoxidového lepidla také přilepit grafitovou tyčku pro držení ingotu při řezání podél celého válce. Pomocí této grafitové tyčky se bude ingot i poté destička držet. Diamantový řezný kotouč řezací pily vždy dořízne až k tyčce ale nepřerežne jí celou, aby měla destička na čem sedět. Poté se destičky odtmelují tj. odstraní se epoxidové lepidlo s grafitem ve zředěné kys. octové.

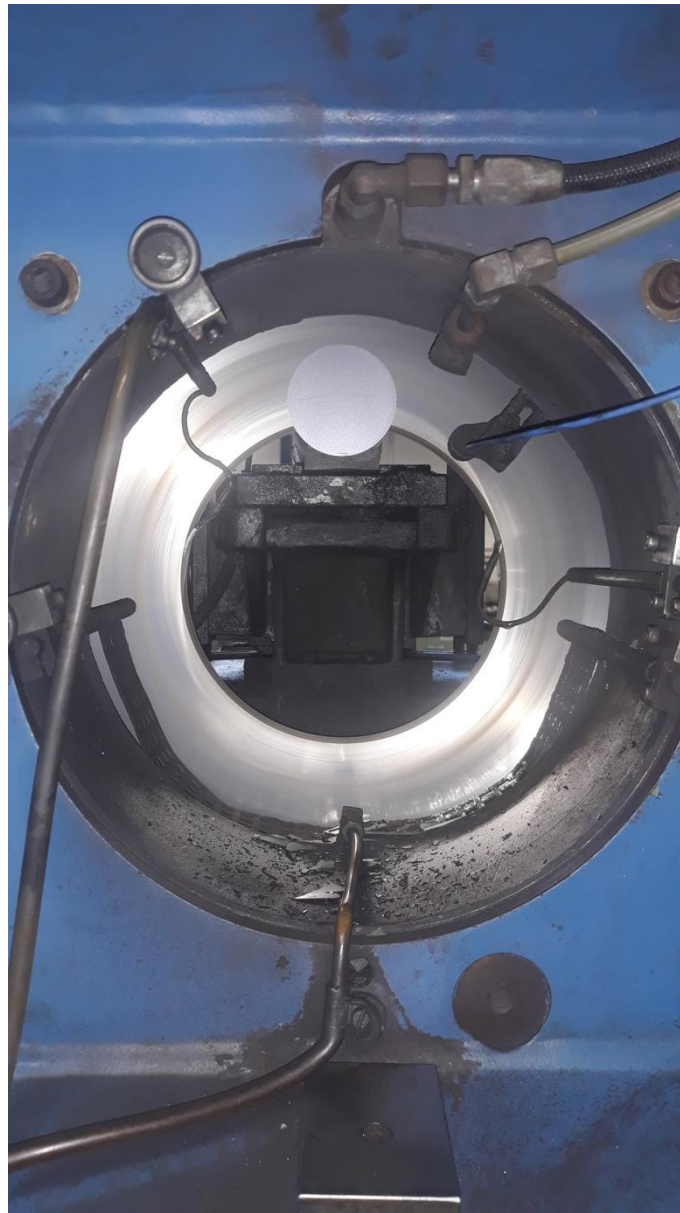
Obrázek 5 - Fotografie řezacího zařízení (pily)

[27]



Obrázek 6 - Fotografie řezací pily v činnosti (detail)

[27]



5.2.1.3 Vykrúžování křemíkových destiček (laser)

Potom je třeba Si destičky laserem oříznout na daný průměr závisující na typu finálního výrobku a také kvůli přesně kruhovému tvaru. Z velké destičky o průřezu například 6 inch² lze (a také se to většinou dělá) pokud je to prostorově možné vyříznout více destiček o menším průřezu.

Obrázek 7 - Fotografie Si destičky po vykružení

[27]



5.2.1.4 Lapování Si destiček a molybdenových elektrod

Jedná se o úpravu povrchu křemíkových destiček a Molybdenových (Mo) desek tak, aby bylo možné je k sobě poté elektricky i mechanicky spojit a také potřebné narušení povrchu před dalšími operacemi. Probíhá pomocí prášku z Karbidu křemíku (SiC) nebo Korundu smíchaného s demineralizovanou (DEMI) vodou. Touto jemnou suspenzí je povrch otryskáván.

5.2.1.5 Vytvoření samotných PN, PNP či NPN přechodů

V těchto operacích, které již závisí na typu výsledného produktu (dioda vs tyristor apod.), se do křemíkových destiček difundují či legují příměsy které produktu dávají výsledné elektrické a částečně i mechanické vlastnosti. Probíhají všechny v extrémně čistém provozu. Pro účely práce není možné do podrobnosti vysvětlovat všechny technologické procesy.

Dle návodky se tedy difunduje a leguje při teplotách okolo 1250°C. Probíhá čištění a leptání destiček. V této části výroby s již nazývají wafery což je anglický název pro křemíkovou destičku od této části výroby dále celosvětově v tomto oboru používaný.

Obrázek 8 - Fotografie difuzní pece ze strany čistých prostor
[27]



Obrázek 9 - Fotografie difuzní pece ze strany servisu (špinavé prostory)

[27]



5.2.1.6 Fotolitografie

U některých produktů je třeba na wafer nanést masku gate kontaktu. Dělá se to fotocestou v čistých prostorech osvětlených monochromatickým zářením tak aby světlo neovlivňovalo výrobu. Podobnou cestou jako se dělají tištěné spoje. Na wafer se nanese fotocitlivá látka, která se stane neodolnou proti rozpouštědlu po osvětlení UV zářením o definovaném výkonu. Část, která byla osvětlena se se odleptá. Tím vznikne takzvaná maska polovodiče. Je to spínací kontakt tyristoru. Značení této části je v oboru polovodičů celosvětově gate kontakt. Tento kontakt může mít mnoho tvarů záležících na finálním

výrobku. Na obrázku číslo 10 je vyfotografován nejčastější gate kontakt o tvaru zvaném „snow flake” používaném na tyristorech.

Obrázek 10 - Fotografie masky tyristoru (gate kontaktu)

[27]



Obrázek 11 - Fotografie zařízení na nanášení fotocitlivé vrstvy

[27]



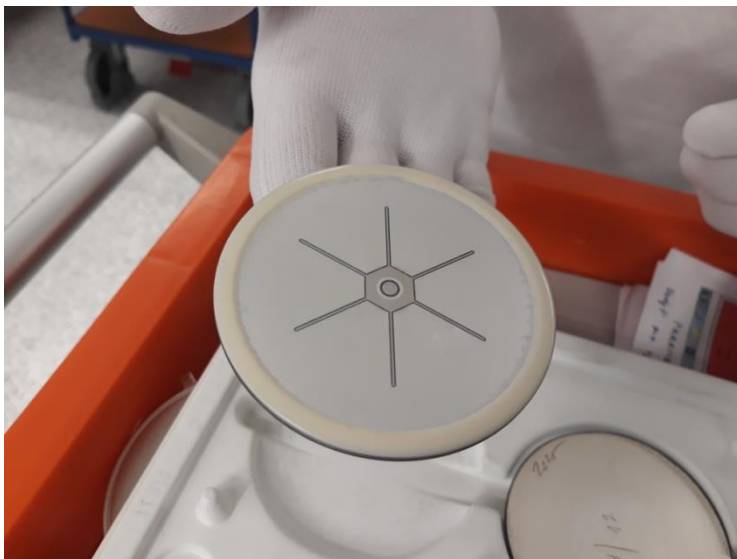
5.2.1.7 Finalizace waferů

Na tomto oddělení dochází v čistých prostorách k obrábění fazety (bok waferu) korundovým pískem unášeným vzduchem, dále leptání této fazety. Po těchto operacích už

součástka udrží elektrické napětí při měření dle katalogu. Po mezioperační kontrole dochází k závěrečnému nanešení kaučuku na fazetu k její dodatečné ochraně a stabilizaci. Tímto vzniká hotový wafer, který je po popsání a změření elektrických parametrů připraven na zapouzdření.

Obrázek 12 - Fotografie Hotového waferu

[27]



5.2.1.8 Pouzdření

Wafer poté putuje na oddělení pouzdření kde je k němu z obou stran přiložena Molybdenová destička na lepší odvádění tepla a rovnoměrné rozložení tlaku, gatový spínací kontakt a okolo waferu centrovací teflonové prstence. Toto vše je dle návodky zapouzdřeno studeným svárem do pouzdra (měděné poniklované elektrody s keramickými boky) a vyplněno inertní atmosférou (čistý dusík).

Některé výrobky mají dále napájeny na pouzdro kabely dle zákaznických požadavků. U IGCT tyristorů ještě probíhá montáž spínací jednotky. Popsáním pouzdra vzniká hotový výrobek.

Obrázek 13 - Fotografie hotového výrobku

[27]



5.2.1.9 Balení a expedice

Poslední operací je zabalení dle přání zákazníka a expedování. Někdy je třeba ještě součástky třídit na základě různých požadavků zákazníků. Většina produktů ABB PG Semiconductors je prodávána zprostředkovatelům, kteří výrobky dále přeproductávají. Proto je tlak na kvalitu velký. Některé produkty jdou výrobcům velkých polovodičových modulů jako vstup do jejich výroby (B2B trh).

5.2.2 Vedlejší procesy a podpora výroby

Zde jsou vyjmenovány vedlejší procesy v podniku, které jsou nezbytné pro správné fungování výroby.

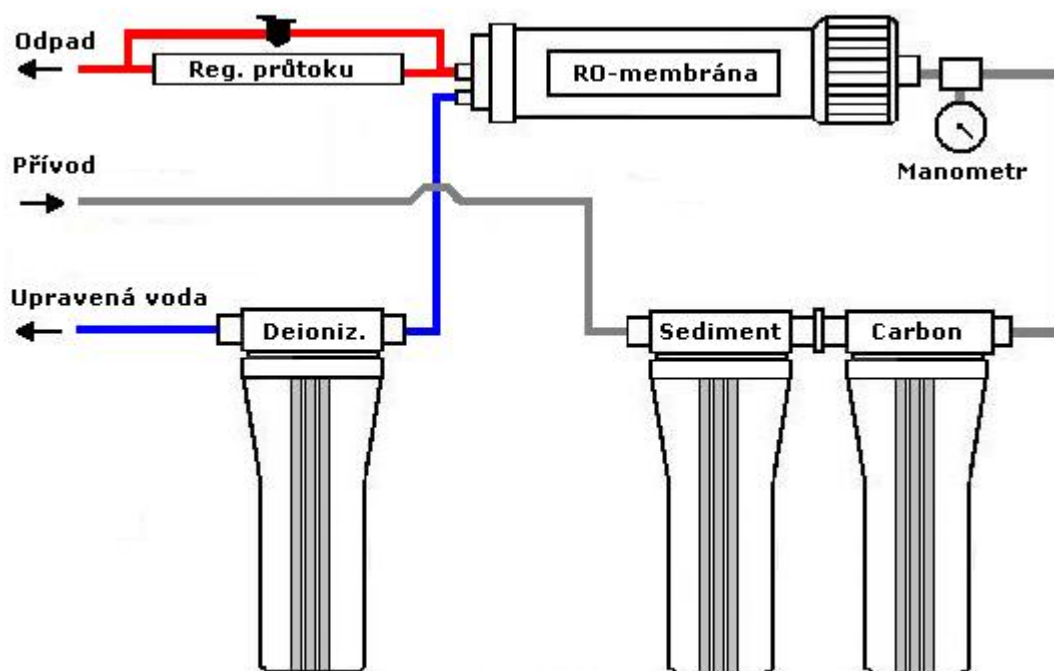
5.2.2.1 Výroba demineralizované vody (DEMI vody)

Demineralizovaná (DEMI) voda je voda zbavená všech rozpustných látek (iontů). Má velmi nízkou vodivost a používá se v ABB PG Semiconductors z důvodu nemožnosti

kontaminovat výrobu rozpustnými látkami ve vodě (např. oxid železitý). Používá se například k oplachu od kyselin. Vyrábí se reverzní osmózou (RO). Schéma výroby Demi vody v ABB PG Semiconductors je na následujícím obrázku č. 14.

Obrázek 14 - Schéma výroby DEMI vody reverzní osmózou

[24]



Popis jednotlivých stupňů čištění od přívodu vody s vodovodního řadu po výstup DEMI vody:

1. V první sedimentační části se pomocí polypropylenového filtru odstraňuje rez, písek a další mechanické nerozpuštěné nečistoty z vody z vodovodního řadu.
2. V další části se pomocí aktivního uhlí odstraňuje volný chlór, vázaný chlór, organické chemikálie a těžké kovy.
3. Membrána reverzní osmózy dále odstraňuje z vody rozpuštěné látky jako: olovo, chrom, fluoridy, selen apod.
4. Poslední úprava vody po průchodu membránou RO jí zbavuje pomocí ionizace zbytkových částic, které RO membrána nezachytí. Jsou to nitáty a křemičitany.

Pro řešený podnik je třeba vyrobit 5 000 l DEMI vody denně. Při takovém množství výroby je třeba měnit membrány RO každých pět dní. Ve schématu DEMI stanice je vidět

položka odpad. Jedná se o mírně zhuštěnou vodu, kterou již nelze přes membránu efektivně protlačit a proto je třeba další čerstvá voda z vodovodu a tak neustále dokola. RO má cca 40 % účinnost. Tedy na 100 l vyrobené DEMI vody je spotřebováno celkově 250 l vody s tím, že zbytek je zpracováván jako odpadní voda.

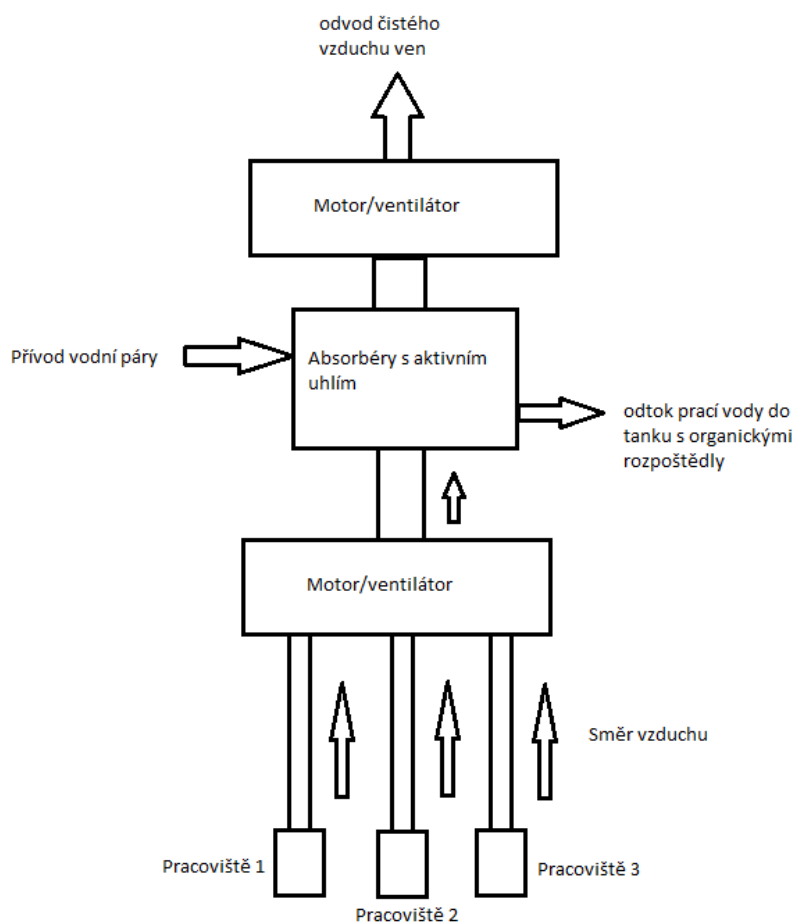
5.2.2.2 Odtahy výparů organických rozpouštědel

Jedná se o odtahy ze všech provozů a boxů kde se pracuje s organickými rozpouštědly tedy plynnými reakčními produkty. Blokové schéma zpracování výparů z těkavých látek je pro lepší představu znázorněno na obr. č. 15.

Jakékoliv těkavé látky nelze vypouštět do ovzduší a proto se předtím musí protáhnout přes absorbéry s náplní aktivního uhlí. Tyto absorbéry je třeba každý měsíc proprat vodní parou a jednou ročně úplně vyměnit. Nové absorbéry stojí 68 900 Kč bez DPH.

Obrázek 15 - Schéma odtahů výparů organických rozpouštědel

[27]

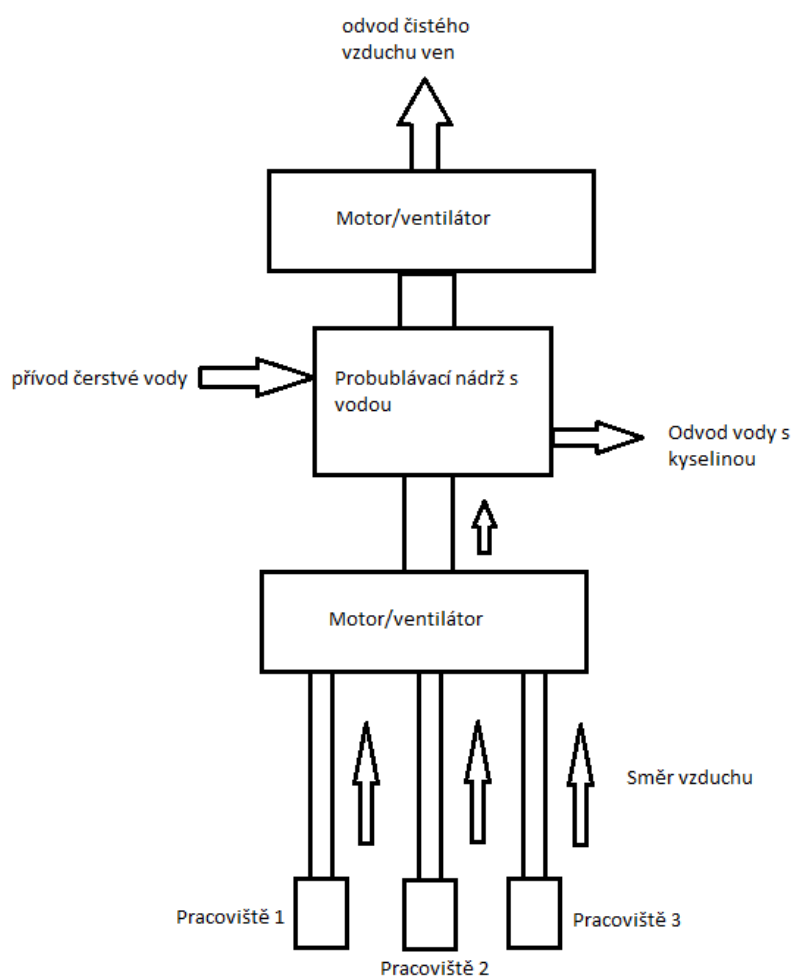


5.2.2.3 Odtahy výparů kyselin

Jedná se o odtahy ze všech provozů a boxů kde se pracuje s kyselinami. Jsou to tedy opět plynné reakční produkty. Tento vzduch nelze jen tak vypustit do atmosféry. To by bylo porušením zákona. Je potřeba proto ze vzduchu nejdříve odstranit kyselé výpary a to se dělá pomocí absorbéru s vodní náplní. Tato vodní náplň do které kyselý vzduch probublává a kam je veden kyselinám odolným potrubím je pravidelně týdně měněna a vypouštěna do nádrže s odpadní vodou s obsahem kyselin.

Obrázek 16 - Schéma odtahů kyselých výparů

[27]



5.2.2.4 Kotelna na zemní plyn

Jedná se o čtyři stejné kotle na zemní plyn. Každý mají samostatný komín. Každý má jmenovitý tepelný výkon 2 MW. Dva kotle jsou využívány na vytápění budovy dle potřeby, jeden na ohřev vody a jeden na vyvíjení páry na čištění absorbérů těkavých organických rozpouštědel (tedy běží pouze jednou měsíčně). Měření jejich emisí probíhá pravidelně jednou ročně a všechny parametry jsou v limitech daném zákonem.

5.2.2.5 Záložní naftový generátor elektrické energie pro budovu

Jedná se o záložní agregát na naftu, který okamžitě (do 1 minuty) naběhne při výpadku proudu v rozvodné síti. Některé části výroby a to hlavně difúzní pece nemohou zůstat bez napájení déle než pět minut. V dif. pecích se totiž nacházejí karbidové aparatury temperované na teplotu minimálně 700 °C. Kdyby teplota poklesla aparatury by popraskali.

Tento agregát běží méně než 300 hodin za rok a tudíž se na něj žádné emisní limity nevztahují a ani se neměří.

[21]

Tento agregát má nádrž na naftu o objemu 2000 l což stačí na 40 hodin jeho provozu. Tato nafta musí být jednou ročně měněna za novou.

5.2.2.6 Vakuové vývěvy

Pro provoz celé výroby je třeba zajistit na několika linkách vakuum o tlaku menším než 0,1 Pa. O to se starají výkonné vakuové olejové vývěvy, které pro svůj provoz potřebují celkově 320 l oleje do vývěv za rok.

5.2.2.7 Příjem a expedice zboží

Nezbytnou součástí podniku je také příjem a expedice zboží. Zde se klasicky na balení používají kartónové a plastové krabice, plastové fólie a bloky z pěnového polystyrenu.

Chemické kapalné sloučeniny pro výrobu přicházejí do podniku ve skleněných či plastových lahvích dle typu chemikálie.

5.2.2.8 Zpracování odpadní vody s obsahem kyselin

Jedná se o odpady z leptání kyselinami (kyselina sírová, dusičná, octová, fluorovodíková, mravenčí, chlorovodíková), ale i zásadami jako třeba Hydroxid sodný (louh). pH celé odpadní směsy je však přesto silně kyselé (0 až 2) a to proto, že užívaných zásad je cca stokrát (objemově) méně než užívaných kyselin. Kyseliny proto zneutralizují tyto zásady.

Průměrně vyprodukuje týdně výroba 2 500 l ($130 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$) kyselé vody s pH 1. Tato voda se odvádí separovaným speciálním odpadem do zásobní nádrže o maximální kapacitě 5 000 l. Z tohoto zásobníku jí každý týden přečerpává a odváží specializovaná externí firma k ekologickému odstranění. Jedná se o poměrně nebezpečnou operaci pro pracovníky, zařízení a stroje a i přírodu v případě úniku. Vzhledem k rozdílnosti kyselosti látek ve směsi probíhá v nádrži stále reakce a směs se zahřívá. I to může být zdrojem nebezpečí a je to třeba brát v potaz a při přečerpávání dodržovat nejpřísnější bezpečnostní předpisy.

5.2.2.9 Zpracování odpadní vody s obsahem organických rozpouštědel

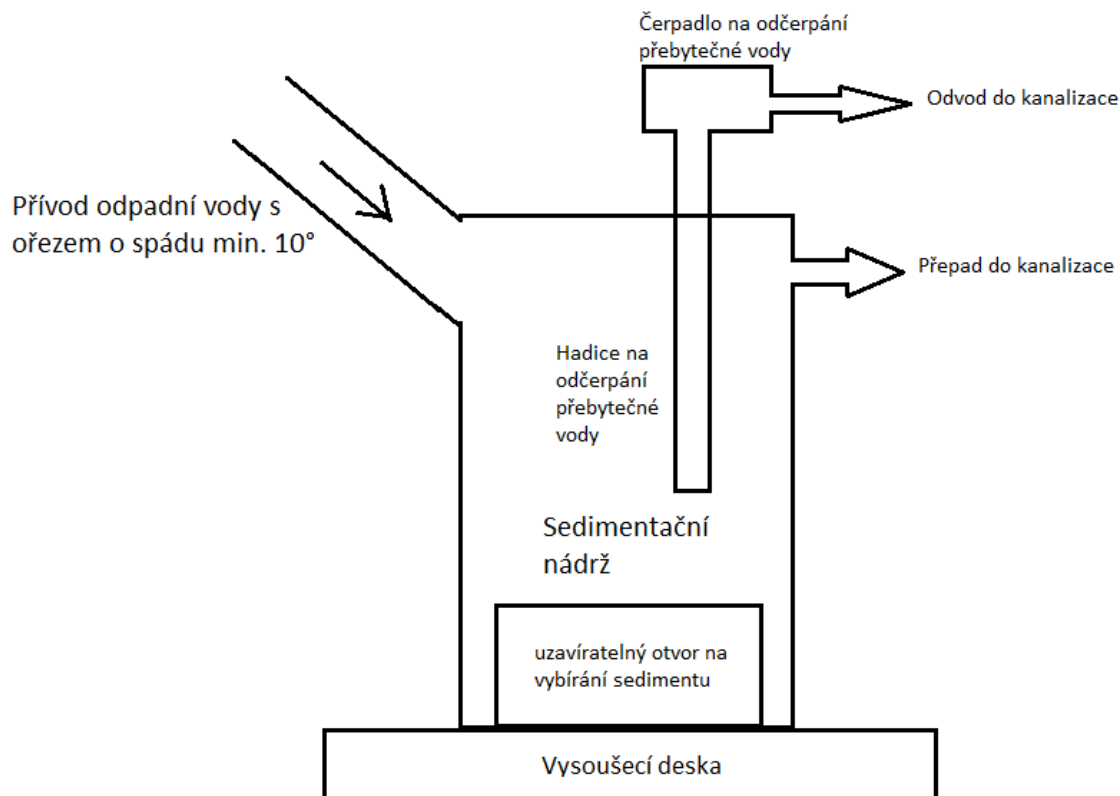
Jedná se o rozpouštědla z nejrůznějších praní a mezioperačních čištění. Je to směs toluenu, isopropylalkoholu, denaturovaného lihu a acetonu a odpadní voda s propíráním absorbérů s aktivním uhlím parou. Jímá se do zásobníků o maximální kapacitě 250 l a specializovaná firma si ji měsíčně přečerpává a odváží k odstranění. Jedná se cca o 100 l měsíčně ($1\,200 \text{ l} \cdot \text{rok}^{-1}$).

5.2.2.10 Zpracování odpadní vody s prořezem

Je to odpadní voda obsahující prášek křemíku, grafitu a epoxidu z řezacích zařízení. Odvádí se z řezacích zařízení speciálním potrubím se spádem větším než 10° kvůli zabránění usazování v potrubí. Schromažďuje se v sedimentační nádrži o objemu 400 l a s přepadem do kanalizační sítě v horní části. Viz schéma níže. Jednou za rok se sedimentační nádrž čistí a sediment z ní se vysouší. Dělá se to tak, že se na dva dny zastaví přívod nové odpadní vody při odstávce výroby, sediment se nechá usadit, přebytečná voda z vrchu je pak přečerpána do kanalizace, sediment vyházen ven ze sedimentační nádrže spodním otvorem a rozložen na sušící desku takm, aby přirozeně vyschnul. Podnik ročně vyprodukuje 120 kg suchého sedimentu z prášku křemíku, epoxidu a grafitu. Tento sediment si odváží specializovaná firma na odstranění.

Obrázek 17 - Schéma zpracování odpadní vody s prořezem

[27]



5.2.2.11 Zpracování odpadní rozpouštědel se zbytky fotorezistu

Jedná se o speciální rozpouštědla a fotorezist dodávaný specializovaným dodavatelem. Jedná se cca o 160 l ročně. Přesné složení těchto látek si hlídá výrobce jako výrobní tajemství, proto je tento odpad jímán do zásobníku a jednou ročně odeslán zpět výrobci na likvidaci. Cena likvidace je již zahrnuta v ceně nakupovaného ředidla a fotorezistu. Odtahy z této výroby mohou být odváděny normálně s ostatními organickými rozpouštědly do absorbérů s aktivním uhlím.

5.2.2.12 Zpracování otryskávacího korundového písku z otryskávání fazet

Tento písek je nakupován jako velmi čistý brusný materiál na broušení fazet (okraje) waferů. Po použití je znečištěn čistým křemíkem (pouze 0.1 % Si) a je jímán do zásobníků.

Pro většinu použití totiž znečištění menší než 0,5 % nevadí, proto je tento použitý písek od podniku zpětně odebírán výrobcem a prodáván jako nižší jakost. Jedná se o 160 kg korundového písku ročně.

5.2.2.13 Zpracování neshodných výrobků

Ve všech fázích výroby se dle návodky i zmetky dostávají do stavu, aby šli odstranit jako bezpečný odpad. Například omytí od kyselin apod. A také se rozkládají na co nejjednodušší prvky, aby šli lépe využít a případně prodat.

Celý neshodný výrobek se rozkládá na následující odpady (v případě rozpracovaného produktu odpadají některé odpady, které ještě nebyly zakomponovány, např.: pouzdro):

Pouzdro

Jedná se prakticky o čistou měď a tak se po oddělení keramické části na soustruhu také prodává do sběrného dvora v pravidelných měsíčních intervalech.

Obrázek 18 - Fotografie pouzdra před zapouzdrěním

[27]

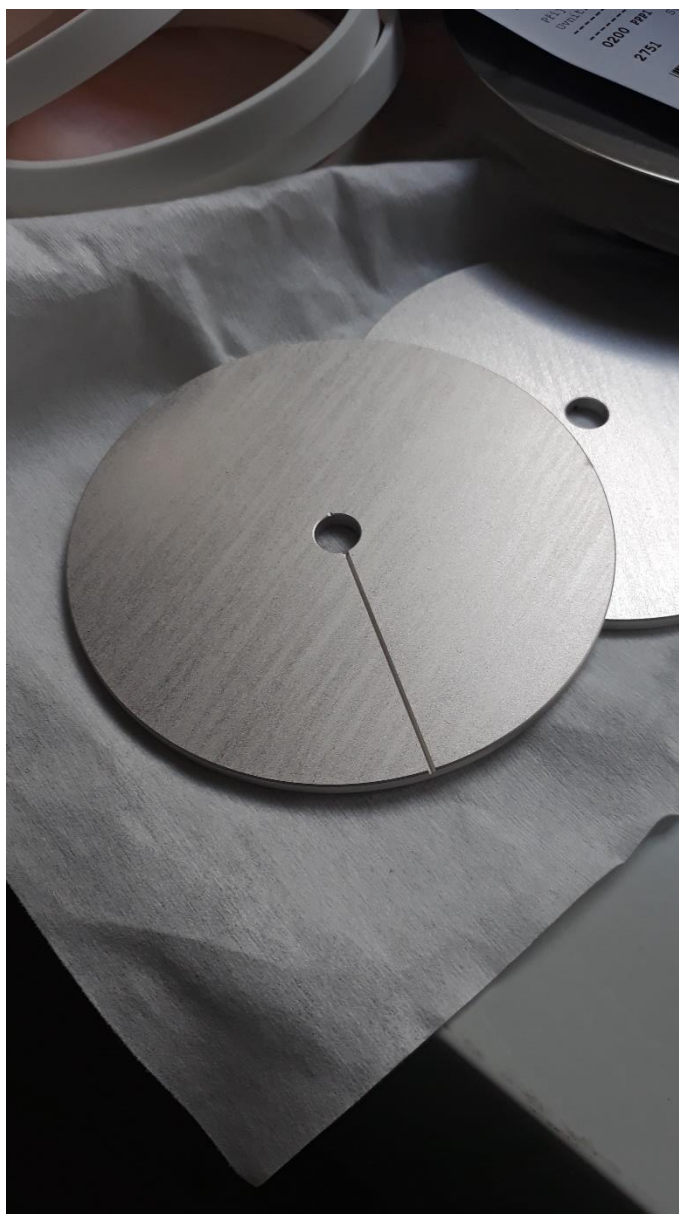


Molybdenové destičky

Čistý molybden. Prodává se ročně jako legovací přísada společnosti Arcelor Mittal v Ostravě.

Obrázek 19 - Fotografie molybdenové destičky před zapouzdřením

[27]



Kontakty na připojení spínacích kontaktů (gate kontaktů) tyristorů

Rozdělí se na stříbro, které se prodává ročně jako čistý kov a teflonový držák, který patří do směsného komunálního odpadu.

Obrázek 20 - Fotografie drátků gate kontaktu před zapouzdřením
[27]



Teflonový centrovací kroužek, wafer, řídicí napájené kabely

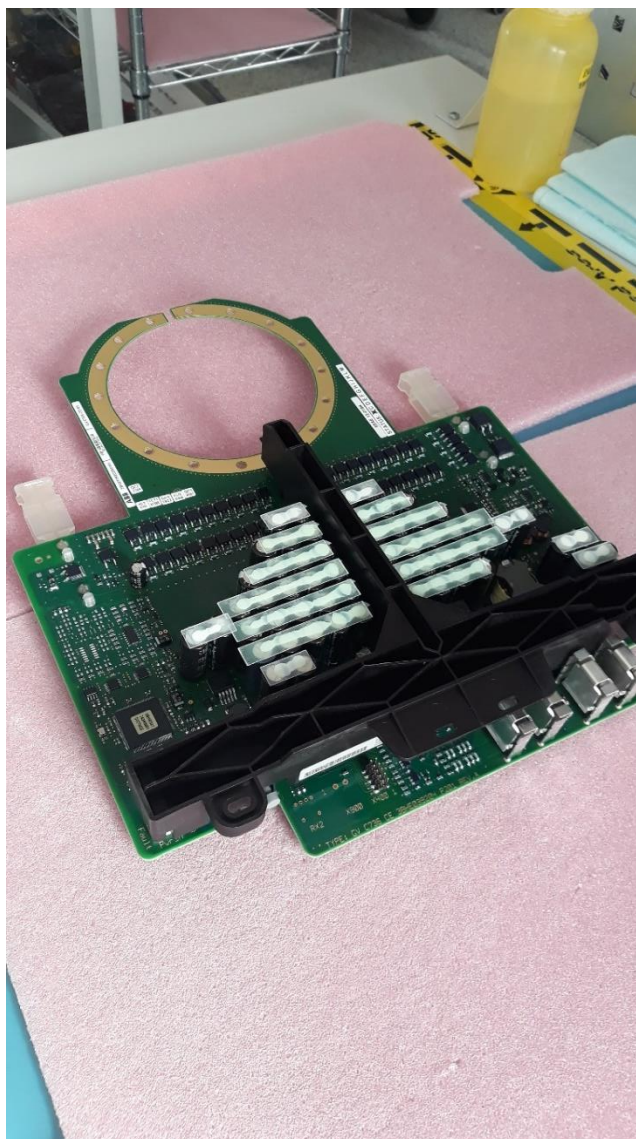
Jsou neprodejné a patří do směsného komunálního odpadu.

Řídicí jednotka

V případě IGCT tyristorů, které mají jako součást i řídicí tištěnou desku s napájenými součástkami (elektrolytické kondenzátory, tranzistory apod.) je třeba řešit i tyto neshodné desky. Posílají se na recyklaci zpět výrobci v rámci reklamačního řízení.

Obrázek 21 - Fotografie vadné řídicí jednotky

[27]



5.3 Přehled hlavních odpadů z podniku

V příloze č. 2 je v tabulce zpracován přehled všech hlavních odpadů z výroby i vedlejších procesů pro její podporu popsanych výše. Je zde také uveden současný stav jejich zpracovávání, cena za toto zpracování a případné doplňující poznámky.

Z tabulky v příloze č. 2 tedy vyplývá:

Celkový náklad na odstranění odpadu bez započítané ceny pracovních hodin zaměstnanců je 5 764 200 Kč bez DPH ročně.

Celkové množství normohodin dělníků potřebných na odstranění odpadu je 1 624 hodin. Náklad na jednu hodinu práce pro dělníka je pro podnik celkově 185 Kč. Z toho vychází, že celkový náklad na práci dělníků týkající se odstraňování odpadů jsou 300 440 Kč.

Celkové tržby za prodej některých materiálů druhotně využitelných jsou 316 000 Kč.

Po sečtení všech nákladů a tržeb tedy vychází, že ABB PG Semiconductors stojí po zaokrouhlení na stovky v současnosti odstraňování odpadů **5 748 600 Kč** za rok.

5.4 Doporučení pro zlepšení

V této kapitole jsou vypracovány návrhy na zlepšení některých procesů odstraňování odpadů z podniku na základě výše uvedených poznatků stávajícího stavu.

5.4.1 Neutralizační stanice

Náklady na neustálý odvoz odpadní vody s obsahem kyselin jsou pro podnik 4 919 000 Kč. Proto je v této práci navrženo řešení a to v podobě instalace neutralizační stanice díky níž bude moci podnik tuto vodu vypouštět přímo do kanalizace. Neutralizační stanice změní povahu velmi kyselé odpadní vody (pH 0 – 2) ze stokového systému kyselin na vodu mírně zásaditou (pH 8 – 10) což je v normě kanalizačního řádu pro Prahu, který říká, že voda musí mít pH mezi 6 a 10.

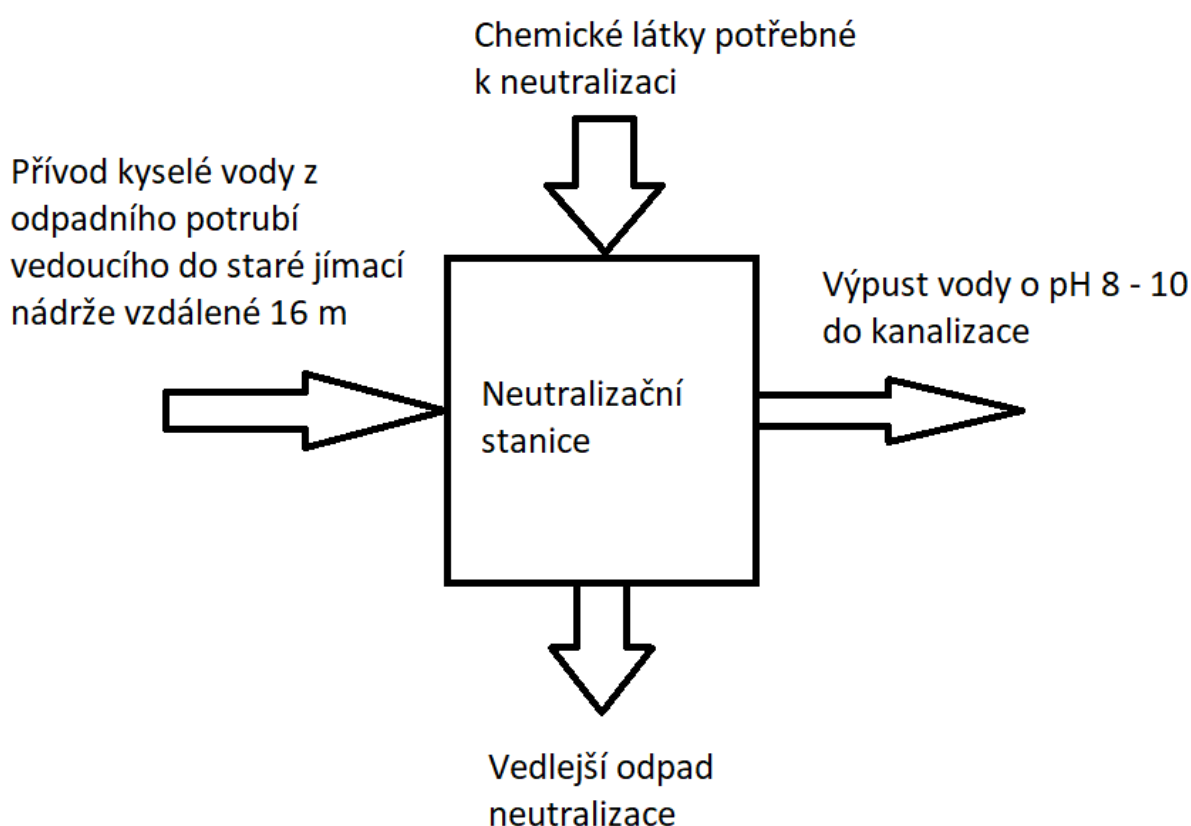
[19]

Pro účely řešeného podniku Bylo tedy poptáno u třech firem řešení, které bude splňovat následující parametry:

- maximální propustnost systému: 250 l kyselé vody o pH 0 za hodinu,
- maximální rozměry systému (DxŠxV): 10 x 7,6 x 2,8 m,
- obsluha a údržba: maximálně 8 normohodin týdně.

Obrázek 22 - Schéma požadovaného řešení neutralizační stanice

[27]



Kapacitu systému byla záměrně 15x nadhodnocena s důvodu případné havárie na některé z části výroby a případném okamžitém vypuštění vši kyseliny v některém z výrobních zásobníků kyseliny. Největší zásobník v podniku má objem 180 l kyseliny dusičné.

Rozměry systému jsou zvoleny s důvodu možného využití jediné místnosti, která se uvolnila po ukončení staré části výroby. Výhoda této místnosti je, že má již zavedené odtahy na kyselé výpary a jíмку z betonu odolného kyselinám v případě úniku kyselin za stanice.

Obsluha a údržba stanice nesmí požadovat více jak 8 normohodin týdně. Je to proto, že obsluha předešlého řešení zásobní nádrží vyžadovala toto množství pracovních sil a nebylo

by dobré jenom kvůli této investici najímat nové pracovní síly, pro které by nebylo jinak využití. Externí servis také není vhodný vzhledem k vysokým nákladům.

Byly tedy přijaty tři nabídky na realizaci neutralizační stanice od firem:

- ASIO s.r.o. za 1 867 500 Kč bez DPH,
- EP Rožnov s.r.o. za 1 956 300 Kč bez DPH,
- Plastime.Chemi s.r.o. za 1 820 500 bez DPH.

Aby bylo možné rozhodnout, kterou nabídku je nejvhodnější vybrat, bylo nezbytné nejprve zvolit hodnotící kritéria pro bodové hodnocení nabídek spolu s jejich váhou důležitosti pro podnik značenou v . Váha důležitosti byla hodnocena mezi 0 a 10 s tím, že 0 je nedůležité kritérium a 10 je velmi důležité kritérium.

Váhy důležitosti kritérií:

Cena:	9
Zkušenosti z dřívějších projektů:	8
Technická podpora:	10
Umístění společnosti:	3

U každé nabídky bylo ohodnoceno množství bodů 0 – 100 (0 – špatné hodnocení, 100 – dobré hodnocení) pro každé kritérium značené k a sečteny celkové výsledky zaznamenané v následující tabulce. Celkové bodové hodnocení každé nabídky se vypočítá dle následujícího vztahu:

$$\text{Celkové bodové hodnocení nabídky} = k_1 \cdot v_1 + \dots + k_n \cdot v_n$$

[-, -, -]

k je množství bodů daného kritéria [-]

v je váha daného kritéria [-]

n je dílčí číslo hodnotícího kritéria [-]

[28]

Tabulka 7 - Bodové hodnocení nabídek na neutralizační stanici

[27]

Nabídka	Cena [body]	Zkušenosti z dřívějších projektů [body]	Technická podpora [body]	Umístění společnosti [body]	Celkové bodové hodnocení [body]
ASIO s.r.o.	90	100	90	90	2 780
EP Rožnov s.r.o.	80	100	70	50	2 370
Plastime.Chemi s.r.o.	100	80	60	60	2 320

Na základě výše uvedeného bodového hodnocení jednotlivých nabídek byla zvolena nabídka od firmy Asio s.r.o. za 1 867 500 Kč bez DPH (nabídka k 18.12.2019 a platná 16 týdnů) včetně instalačních prací a školení zaměstnanců podniku k obsluze stanice.

V příloze č. 2 je vyobrazeno blokové schéma zamýšlené neutralizační stanice dodané firmou Asio s.r.o.

Další náklady na budoucí provoz stanice:

- nákup hydroxid vápenatého $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – bude dodávané také společností ASIO s.r.o., 300 kg týdně za **2 800 Kč bez DPH**,
- nákup koagulantu (srážedlo) na organické bázi – bude dodávané také společností ASIO s.r.o., 50 l týdně za **3650 Kč bez DPH**,
- nákup flokulantu (vločkovač) – bude dodávané také společností ASIO s.r.o., 150 l týdně za **1500 Kč bez DPH**,
- přívod čisté provozní vody – z vodovodního řádu, cena vodného a stočného v Praze je k od 1.1.2020 81,80 Kč bez DPH za m^3 [25], plánovaná spotřeba stanice je 6 m^3 vody na týden provozu, tedy celkově to je necelých **500 Kč bez DPH týdně**,
- v neutralizační stanici také vzniká nerozpustný CaF_2 (Fluorid vápenatý), který se spolu s ostatními nerozpustnými solemi stává součástí ostatního neutralizačního kalu a po

jeho částečném odvodnění na kalolisu přechází do filtračního koláče odstraňovaného jako nebezpečný odpad.

Tento odpad má Kód 19 02 05 - Kaly z fyzikálně-chemického zpracování obsahující nebezpečné látky a bude ho týdně odvážet firma ASIO na likvidaci v množství cca 400 kg **týdně za 22 945 Kč bez DPH.**

Technicko-ekonomické zhodnocení investice

Náklady na provoz neutralizační stanice budou tedy součtem výše zmíněných dílčích nákladů.

Dohromady bude tedy stát provoz neutralizační stanice **1 635 900 Kč bez DPH ročně.** Při nákupní ceně neutralizační stanice **1 867 500 Kč bez DPH.**

Řešený podnik v současné době ročně za likvidaci odpadní vody s obsahem kyselin platí externí firmě **4 919 000 Kč bez DPH ročně.**

Jak je vidět investice se podniku vrátí za méně než jeden rok, vzhledem k tomu že i první rok (instalace + provozní náklady) bude neutralizační systém stát 3 503 400 Kč bez DPH což je méně než aktuální roční náklady na odstraňování kyselé odpadní vody.

Každý další rok ušetří stanice celkově 3 283 100 Kč.

Investice se tedy rozhodně vyplatí.

Navíc toto řešení bude znamenat i značné zvýšení bezpečnosti práce pro její obsluhu, protože zde nedochází nikde k přímému kontaktu s kyselinami na rozdíl od starého řešení.

5.4.2 Využití odpadní vody z výroby DEMI vody

V současné době se odpadní voda z výroby DEMI vody vypouští přímo do kanalizace. Pro potřeby pokrytí spotřeby výroby podniku je třeba cca 5 000 l DEMI vody denně a účinnost je pouze 40 %. Tedy je vypouštěno do odpadu 7 500 l vody denně. Tato odpadní voda je sice již nepoužitelná jako vstup do výroby DEMI vody pomocí reverzní osmózy, ale je to stále kvalitní užitková voda vhodná například na splachování, jako provozní voda výše navrhnuté neutralizační stanice, na zalévání trávníků na pozemku podniku, na mytí vozidel apod.

Proto je v této práci navrženo tuto odpadní vodu nevypouštět do kanalizace, ale jímát do nádrže o kapacitě 8 m³ s horním přepadem do kanalizace tak, aby nemohlo dojít k jejímu

přeplnění v případě nevyužívání vody. Nevýhoda je že tuto nádrž není kam v podniku umístit bez větších stavebních úprav. Pokud by tedy nebylo možné a chtěné instalovat novou nádrž na vodu je možné využít stávající nádrž, která by se uvolnila po kyselinách v případě realizace investice do neutralizační stanice výše. Tato nádrž by po řádném vymytí a přeznačení mohla tomuto účelu také sloužit. Má však kapacitu pouze 5000 l. V nádrži bude také čerpadlo, které bude vodu přečerpávat do potrubí rozvádějící užitkovou vodu.

Byly osloveny tři firmy s následujícím požadavkem:

- předělání současného tanku na odpadní vodu s obsahem kyselin na užitkovou vodu,
- instalace přepadu do kanalizace,
- instalace čerpadla s automatickým spínáním,
- tlak v systému užitkové vody 3 Bary,
- rozvody užitkové vody na toalety, do neutralizační stanice, ven do areálu podniku + možnosti dalších přípojek (cca 150m potrubí).

Byly tedy přijaty tři nabídky na realizaci systému využití odpadní vody z výroby DEMI vody od firem:

- STROZA s.r.o. za 565 300 Kč bez DPH,
- EP Rožnov s.r.o. za 480 500 Kč bez DPH,
- PipeLife s.r.o. za 584 600 bez DPH.

Rozhodovací proces o tom, kterou společnost vybrat, probíhal stejně jako v případě neutralizační stanice výše při použití stejných kritérií i váhy jejich důležitostí.

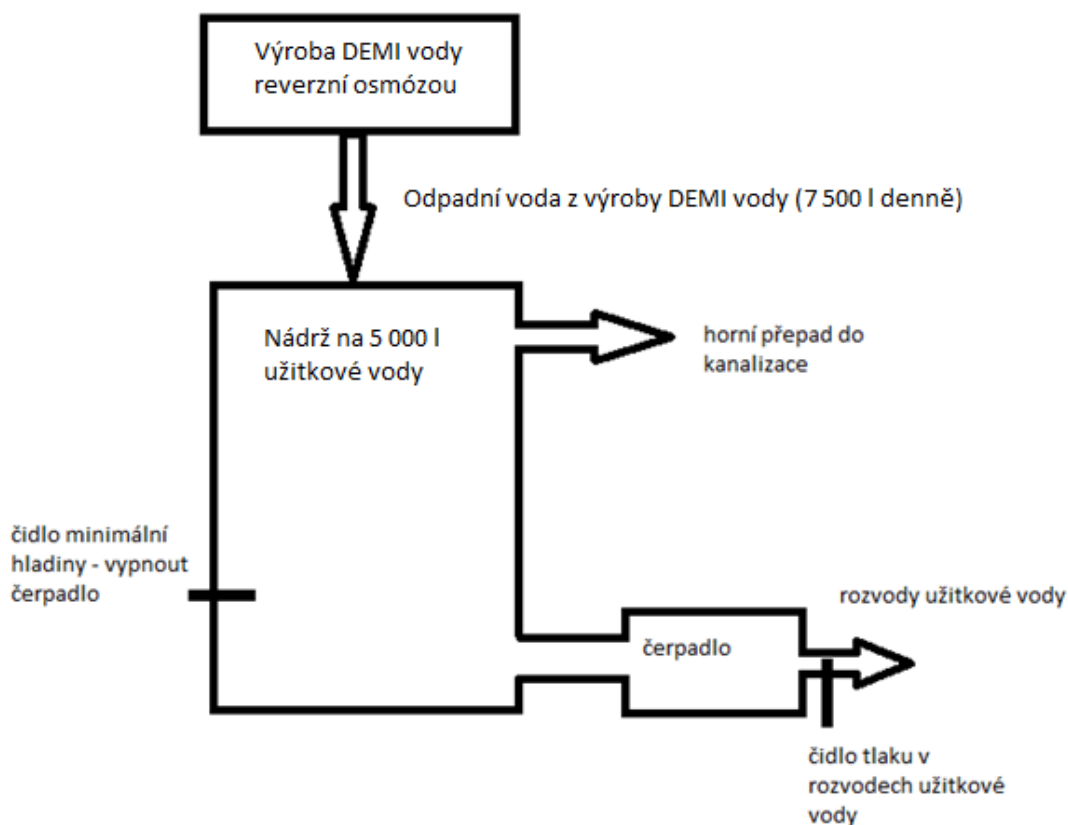
Výsledky bodového hodnocení jsou zpracovány v následující tabulce.

Tabulka 8 - Bodové hodnocení nabídek na systém využití odpadní vody z výroby DEMI vody [27]

Nabídka	Cena [body]	Zkušenosti z dřívějších projektů [body]	Technická podpora [body]	Umístění společnosti [body]	Celkové bodové hodnocení [body]
STROZA s.r.o.	90	90	80	50	2480
EP Rožnov s.r.o.	100	100	70	50	2550
PipeLife s.r.o.	80	70	50	60	1960

Na základě nejlepšího bodového hodnocení byla vybrána nabídka od EP Rožnov s.r.o., se kterou má podnik již dobré zkušenosti z minulých instalací. Nabídka je včetně práce na 480 500 Kč bez DPH. Nabídka je k 15.12.2019 a platná je 12 týdnů. Dle informací od dané firmy by případná investice do nového tanku zdražila nabídku o cca 250 000 Kč.

Obrázek 23 - Blokové schéma navrhovaného řešení využití odpadní vody z výroby DEMI vody [27]



Výhoda tohoto řešení je, že po instalaci systému už na něj nebudou žádné další přidané náklady, kromě elektrické energie pro čerpadlo, ale ta je při jeho výkonu 2000 Wattů zanedbatelná.

Technicko-ekonomické zhodnocení investice

V podniku ABB PG Semiconductors se denně spotřebuje cca 6 500 l vody na užitkové účely. V případě této investice by tedy byla využívána voda z nádrže o objemu 5 000 l na odpadní vodu z výroby DEMI vody plně.

Cena vodného a stočného v Praze je k od 1.1.2020 81,80 Kč bez DPH za m³.

[25]

Tedy by podnik denně vzhledem ke kapacitě nádrže (5 000 l) po odpadní vodě s obsahem kyselin ušetřil 5 m³ pitné vody z vodovodního řádu. Ušetřil by tedy denně 410 Kč.

A 149 700 Kč by ušetřil podnik ročně.

Dá se však očekávat vzhledem k vývoji v minulosti, že cena vody bude spíše růst a tím i možné úspory, které tato investice přinese.

I kdyby se tedy cena vody neměnila a inflace byla 0 % vrátí se podniku daná investice za zhruba **tři roky** v případě použití stávající nádrže po kyselých odpadních vodách.

V případě použití nové nádrže o objemu 6 500 l bychom ušetřili ročně samozřejmě více a to 194 100 Kč. Investice by však také stála mnohem více a to 730 500 Kč bez DPH. Návratnost této verze je tedy necelé 4 roky.

Vzhledem k tomu, že na instalaci nové nádrže není místo v areálu podniku a případná nová nádrž by prostorově omezovala stávající výrobu bude lepší realizovat investici s využitím stávající nádrže po odpadních kyselých vodách.

5.4.3 Elektronizace logistiky odpadů

Dalším navrženým řešením, která by pomohlo obecně kvalitě, efektivitě a ekonomičnosti zpracování odpadů v podniku ABB PG Semiconductors je rozšíření logistického softwarového nástroje podniku pro sledování toku materiálu výrobou dodávané externí firmou SAP. Jedná se o nadnárodní firmu zabývající se tokem materiálu uvnitř i mezi podniky.

Tento systém je velmi komplexní a má mnoho možností, za které firmy však platí nemalé částky. Za provozování systému platí podnik ročně 1 920 300 Kč bez DPH. ABB PG Semiconductors má však zaplacenou pouze základní verzi pouze se sledováním hlavního proudu výroby.

Odpadní logistika se stále vede nepřehledně pomocí excelových listů na sdílených síťových discích či v některých případech ještě v papírové formě do sešitů.

Je zde proto navrženo zaplatit si u SAPu rozšíření stávajícího systému i o odpadní logistiku což by dle jejich nabídky stálo **68 200 Kč bez DPH ročně**. Pro podnik, který má roční hrubý obrát přes 1,5 miliardy Kč [26] to není velký výdaj a dopomohl by k lepšímu stavu zpracovávání odpadů v podniku.

Navíc tento systém používají i firmy, se kterými podnik spolupracuje na odstranění odpadů z procesů podniku. Vše lze tedy automatizovat (automatizované objednání odvozu odpadu v případě naplnění zásobníků) a tím pádem podnik ušetří i na množství normohodin práce spojené s logistikou odpadů. Snížením lidské práce se zamezí i množství chyb. Tento systém také pomůže zabránit možným krádežím zaměstnanci například dražších kovů jako stříbro, měď apod.

Řešení spočívá v tom, že při každém hlášení o provedení výrobní operace by se do systému zadávalo nejenom množství dobrých a špatných kusů, které prošlo operací, ale i odpady generované touto operací pro lepší dohledatelnost. Tato informace se bude ukládat do centrální databáze v SAPu a již nelze přepsat. Tím se zabrání jakékoliv manipulaci.

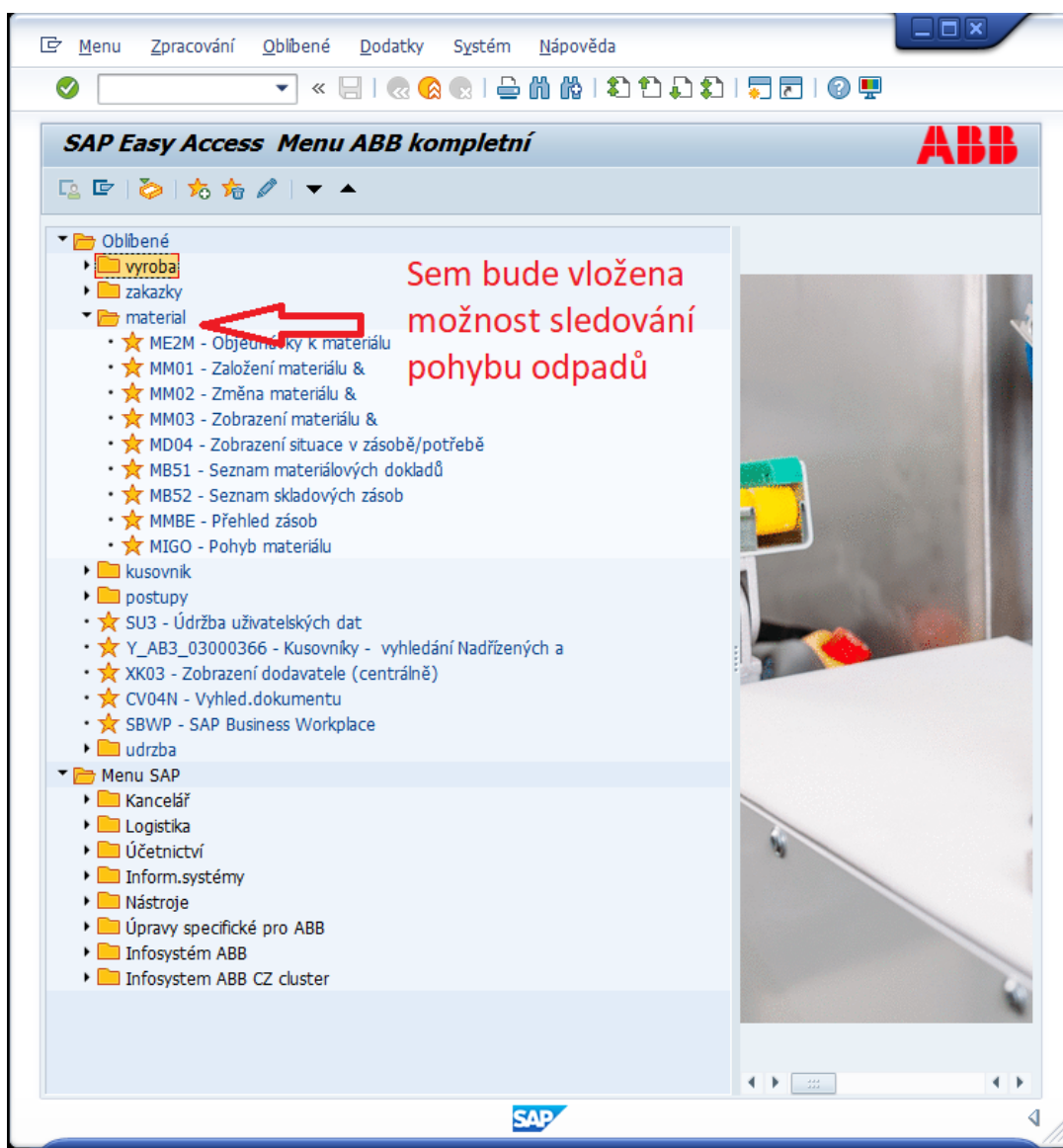
Na následujících obrázcích je vidět jak by v praxi vypadalo navrhované řešení s pohledu výroby.

Obrázek 24 - Navrhovaná změna v odhlašování jednotlivých výrobních operací v SAPu [27]

The screenshot shows the SAP interface for 'Pořízení zpětného hlášení mzd.lístku k výrobní zakázce'. The form includes fields for 'Zpětné hlášení', 'Zakázka', 'Materiál', 'Operace', and 'Sekvence'. Below these are sections for 'Dr.zp.hlášení', 'Výtěžek', 'Zmetkovost', and 'Příčina odchyl.'. A table with columns 'Ke zpět.hlaš' and 'Jedn' contains rows for 'Příprava - stroj', 'Příprava - osoba', 'Strojní čas', and 'Pracovní čas'. A red arrow points to the 'Pracovní čas' row, and a red text box next to it says 'Sem bude vložena položka množství odpadu a typ z operace'. At the bottom, there are fields for 'Osobní číslo', 'Evid.karta', and a status bar with the SAP logo.

Obrázek 25 - Navrhovaná změna ve sledování pohybu materiálu v SAPu

[27]



Technicko-ekonomické zhodnocení investice

Přesné vyčíslení návratnosti této investice nelze určit právě proto, že bez takového logistického elektronického systému nelze určit současné ztráty. Na základě množství drahých kovů, které jsou ve firmě používány a na základě zkušeností pracovníků podniku, kteří se touto problematikou zabývají, se odhaduje, že se z podniku nepřehledností systému a krádežemi ztratí cca 150 000 Kč ročně.

Při započtení roční ceny vylepšení by podnik nepřišel o cca 80 000 Kč ročně.

Investice by se tedy také vyplatila a to nejen ekonomicky. Při podrobném přehledu toku materiálu (odpadu) v podniku, který by tento systém přinesl by šlo určitě do budoucna přijít s dalšími možnými vylepšeními jako v této práci.

5.4.4 Vyhodnocení navržených vylepšení

Všechny tři navržená vylepšení by celkově podniku ušetřily **3 280 000 Kč ročně** a to po třetím roce se již všechny tři investice zaplatí. Také by velmi zvýšili bezpečnost práce zaměstnanců.

Tabulka 9 - Přehled úspor, které investice přinesou

[27]

Investice	Roční úspora oproti stávajícímu stavu [Kč]	doba návratnosti [rok]
Neutralizační stanice	3 283 100	<1
Využití odpadu z RO na DEMI vodu	149 700	3
Rozšíření SAPu	80 000	<1

6 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zhodnocení stávajícího stavu ve firmě ABB PG Semiconductors co se týče všech hlavních výrobních a podpůrných procesů s důrazem na odpady z těchto procesů a jejich další zpracování a následné navržení případných zlepšení s ohledem na ceny, normy, legislativu a v neposlední řadě ekologii.

Nejdříve bylo nutné zmapovat stávající situaci v legislativě a dalších normách týkajících se tématu odstraňování odpadů pevných, kapalných i plyných, aby bylo jasné v jakých mezích legislativy a norem se musí podnik držet. Také bylo třeba dále vysvětlit pojmy používané v problematice odpadů a týkající se oboru daného podniku. Výsledkem byl přehled a výběr důležitých částí pro řešený podnik těchto hlavních zákonů a norem:

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a změně některých dalších zákonů,
- Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí,
- Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech s nakládání s odpady,
- Vyhláška č. 93/2016 Sb., o Katalogu odpadů,
- Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů,
- Zákon č. 254/2001 Sb., zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon),
- Zákon č. 274/2001 Sb., zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích),
- Vyhláška 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),
- Nařízení vlády ČR č. 401/2015 Sb., 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,
- Kanalizační řád Ústřední čistírny odpadních vod (Pražské vodovody a kanalizace a.s.),
- Zákon č. 201/2012 Sb., O ochraně ovzduší,
- Vyhláška č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší.

Dalším krokem bylo představit řešený podnik ABB PG Semiconductors a to veškeré procesy v hlavním proudu výroby i vedlejší podpůrné procesy, bez kterých by výroba také nemohla fungovat. Výsledkem byl popis následujících procesů v podniku: tažení křemíku (Si), řezání křemíku (Si), vykružování křemíkových destiček (laser), lapování Si destiček a molybdenových elektrod, vytvoření samotných PN, PNP či NPN přechodů, fotolitografie, finalizace waferů, pouzdření, balení a expedice, výroba demineralizované vody (DEMI vody), odtahy výparů organických rozpouštědel, odtahy výparů kyselin, kotelna na zemní plyn, záložní naftový generátor elektrické energie pro budovu, vakuové vývěvy, příjem a expedice zboží, zpracování odpadní vody s obsahem kyselin, zpracování odpadní vody s obsahem organických rozpouštědel, zpracování odpadní vody s prořezem, zpracování odpadní rozpouštědel se zbytky fotorezistu, zpracování otryskávacího korundového písku z otryskávání fazet, zpracování neshodných výrobků.

Dále byl vypracován přehled hlavních odpadů generovaných procesy výše a kanceláři a současně stav jejich současného zpracování. Viz tabulka v Příloze 1.

Na základě zmapovaného stavu v podniku bylo možné navrhnout tři vylepšení procesů týkajících se odpadů z podniku.

První návrh se týkal zpracování odpadní kyselé vody, jejíž současné odstraňování je ekonomicky velmi nevýhodné pro podnik. Stojí nyní 4 919 000 Kč bez DPH ročně. Je zde proto navrženo instalovat v podniku neutralizační stanici na zpracování kyselých odpadních vod vybranou firmou ze tří (pomocí bodového hodnocení nabídek) za 1 867 500 Kč bez DPH při jejich ročních nákladech na provoz 1 635 900 Kč bez DPH. Návratnost investice je tedy méně než jeden rok a každý další rok ušetří investice podniku oproti stávajícímu stavu 3 283 100 Kč.

Dalším návrhem bylo začít využívat odpadní vodu z výroby DEMI vody jako užitkovou vodu. Musela by proběhnout instalace čerpadla a potřebných rozvodů této vody (využila by se stávající nádrž o objemu 5 000 l na kyselé vody) za cenu 480 500 Kč bez DPH. Návratnost této investice by byla při současných cenách vody tři roky a každý další roky by podniku ušetřila 149 700 Kč.

Třetím návrhem bylo rozšíření stávajícího logistického softwarového nástroje od firmy SAP o logistiku odpadů ve všech částech výrobního procesu (v současnosti se logistika sleduje pouze papírovými zápisy). Za požívání tohoto softwaru platí podnik ročně firmě SAP 1 920 300 Kč bez DPH. Tato investice by tuto částku zvýšila o 68 200 Kč ročně. Na základě odhadů pracovníků podniku věnující se této problematice lze konstatovat, že by daná investice ušetřila podniku cca 80 000 Kč i při započítání ročních nákladů na toto rozšíření.

Výhoda této investice je navíc ta, že dá vedení podniku lepší a mnohem přesnější přehled o toku všech odpadů v podniku a z toho mohou vyplynout v budoucnosti další možná vylepšení.

Všechny tři návrhy jsou aplikovatelné do šesti měsíců. Je však pravděpodobné, že pokud tak k těmto investicím může dojít až příští rok, protože tento rok přechází podnik ABB PG Semiconductors pod nového majitele a to Hitachi Group. Takže pochopitelně nechce ABB mateřská firma do této pobočky už investovat.

Do budoucna lze rozšiřovat využívání odpadní vody z DEMI stanice (nové rozvody) či případně instalovat větší nádrž na její akumulování.

Při hledání informací o odpadech v podniku by nemohlo nikomu uniknout, že je v podniku velmi špatná spolupráce oddělení Kvality, pod které spadá zpracování odpadů, a oddělení Výroby. Do budoucna by proto bylo dobré, aby vedení podniku tlačilo více na efektivnější spolupráci těchto oddělení což zlepší nejen zpracování odpadů.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Zákon č. 185/2001 Sb., O odpadech a o změně některých dalších zákonů [online], [cit. 2019-12-28], Dostupné z webových stránek: www.zakonyprolidi.cz
- [2] Zálešáková, P.: Komunální odpad obce Bánov – složení, skladování, spalování a možnosti recyklace, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Katedra logistiky a krizového řízení, 2011
- [3] Zákon č. 17/1992 Sb., O životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů [online], [cit. 2019-12-28], Dostupné z webových stránek: www.zakonyprolidi.cz
- [4] Vyhláška č. 294/2005, o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech s nakládání s odpady [online], [cit. 2019-12-28], Dostupné z webových stránek: www.zakonyprolidi.cz
- [5] Zákon č. 93/2016 Sb., O katalogu odpadů [online], [cit. 2019-12-28], Dostupné z webových stránek: www.zakonyprolidi.cz
- [6] Zákon č. 477/2001 Sb., O obalech a o změně některých zákonů [online], [cit. 2019-12-28], Dostupné z webových stránek: www.zakonyprolidi.cz
- [7] Voštová, V., Altmann, V., Fries, J., Jeřábek, K.: Logistika odpadového hospodářství, ČVUT Praha, 2009, ISBN 978-80-01-04426-1
- [8] Altmann, V., Vaculík, P., Mimra, M.: Technika pro zpracování komunálního odpadu, ČZU Praha, 2010, ISBN 978-80-213-2022-2

- [9] Straka, F.: Metody likvidace tuhých odpadů, 1. vydání, Ca..Publishing Sdružení Koneko, Vuste Apis, Praha 6, Velflíkova 4, 1997,ISBN 80-85122-07-3
- [10] Šťastná, J.: Kam s nimi: vše o třídění a recyklaci odpadu, 1. vyd. Česká televise, Edice ČT, ISBN 80-85005-72-7
- [11] Článek Nebezpečné odpady, Webové stránky Ministerstva životního prostředí, [cit. 2020-01-08],
Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/nebezpecne_odpady
- [12] Nařízení Evropské komise č. 1357/2014, 18.12.2014, o odpadech a o zrušení některých směrnic,
[cit. 2020-01-08],
Dostupné z webových stránek: <http://www.caoh.cz/data/article/narizeni1357-2014.pdf>
- [13] Vyhláška č. 94/2016 Sb., O hodnocení nebezpečných vlastností odpadů [online],
[cit. 2019-12-28],
Dostupné z webových stránek: www.zakonyprolidi.cz
- [14] Webové stránky: Hodnocení nebezpečných vlastností odpadů [online],
[cit. 2019-12-29],
Dostupné z webových stránek: <https://hnvo.cz/hnvo/prod/hnvo.nsf/Index.xsp>
- [15] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) [online],
[cit. 2019-12-30],
Dostupné z webových stránek: www.zakonyprolidi.cz
- [16] Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích) [online],
[cit. 2019-12-30],
Dostupné z webových stránek: www.zakonyprolidi.cz

- [17] Vyhláška č. 428/2001 Sb., Prováděcí vyhláška k zákonu 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích) [online], [cit. 2019-12-30],
Dostupné z webových stránek: www.zakonyprolidi.cz
- [18] Nařízení vlády ČR č. 401/2015 Sb., 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 (zákon o vodovodech a kanalizacích) [online], [cit. 2019-12-30],
Dostupné z webových stránek: www.zakonyprolidi.cz
- [19] Kanalizační řád, kanalizace pro veřejnou potřebu v povodí Ústřední čistírny odpadních vod Praha, Pražské vodovody a kanalizace a.s., aktualizace 2018 [online], [cit. 2019-12-31],
Dostupné z webových stránek: www.pvk.cz
- [20] Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší [online], [cit. 2019-12-30],
Dostupné z webových stránek: www.zakonyprolidi.cz
- [21] Vyhláška č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší [online], [cit. 2019-12-30],
Dostupné z webových stránek: www.zakonyprolidi.cz
- [22] Látky znečišťující ovzduší, článek, Internetové stránky Arnika.org [cit. 2019-12-30],
Dostupné z webových stránek: <https://arnika.org/latky-znecistujici-ovzdusi>
- [23] Bartůšek, O.: Vývoj znečištění ovzduší ve vybraném území, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Katedra krajinného managementu, 2017

- [24] Demineralizovaná voda, článek, Internetové stránky destilovana-voda.cz,
[cit. 2020-01-02],
Dostupné z webových stránek:
<https://www.destilovana-voda.cz/o-destilovane-vode/>
- [25] Cena vodného a stočného v Praze od 1.1.2020, Internetové stránky: Pražské vodovody
a kanalizace,
[cit. 2020-01-03],
Dostupné z webových stránek:
<https://www.pvk.cz/vse-o-vode/cena-vodneho-a-stocneho/>
- [26] Interní dokumenty ABB PG Semiconductors
- [27] Autor práce, Tomáš Denk, 2020
- [28] Článek Jakým postupem se stanoví výsledné pořadí nabídek?, Webové stránky OCM
Gemin, [online]
[cit. 2020-01-08],
Dostupné z: <https://www.gemin.cz/jakym-postupem-se-stanovi-vysledne-poradi-nabidek>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Komunální odpady v katalogu odpadů

Tabulka 2 - Nebezpečné vlastnosti odpadů

Tabulka 3 - Specifické emisní limity platné pro spalovací stacionární zdroje, kterým bylo vydáno první povolení provozu, nebo obdobné povolení podle dřívějších právních předpisů, mezi 27. listopadem 2002 a 7. lednem 2013 nebo byly uvedeny do provozu mezi 27. listopadem 2003 a 7. lednem 2014

Tabulka 4 - Emisní limity pro znečišťující látky zjišťované primárně kontinuálním měřením

Tabulka 5 - Emisní limity pro znečišťující látky zjišťované primárně jednorázovým měřením

Tabulka 6 - Emisní limity organických rozpouštědel (VOC)

Tabulka 7 - Bodové hodnocení nabídek na neutralizační stanici

Tabulka 8 - Bodové hodnocení nabídek na systém využití odpadní vody z výroby DEMI vody

Tabulka 9 - Přehled úspor, které investice přinesou

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Schéma procesů, kterým podléhají znečišťující látky v ovzduší

Obrázek 2 - Portfolio výrobků ABB PG Semiconductors

Obrázek 3 - Fotografie ingotů Si o průřezu 6 inch²

Obrázek 4 - Fotografie zařízení na tažení křemíku

Obrázek 5 - Fotografie řezacího zařízení (pily)

Obrázek 6 - Fotografie řezací pily v činnosti (detail)

Obrázek 7 - Fotografie Si destičky po vykružení

Obrázek 8 - Fotografie difuzní pece ze strany čistých prostor

Obrázek 9 - Fotografie difuzní pece ze strany servisu (špinavé prostory)

Obrázek 10 - Fotografie masky tyristoru (gate kontaktu)

Obrázek 11 - Fotografie zařízení na nanášení fotocitlivé vrstvy

Obrázek 12 - Fotografie Hotového waferu

Obrázek 13 - Fotografie hotového výrobku

Obrázek 14 - Schéma výroby DEMI vody reverzní osmózou

Obrázek 15 - Schéma odtahů výparů organických rozpouštědel

Obrázek 16 - Schéma odtahů kyselých výparů

Obrázek 17 - Schéma zpracování odpadní vody s prořezem

Obrázek 18 - Fotografie pouzdra před zapouzdřením

Obrázek 19 - Fotografie molybdenové destičky před zapouzdřením

Obrázek 20 - Fotografie drátků gate kontaktu před zapouzdřením

Obrázek 21 - Fotografie vadné řídicí jednotky

Obrázek 22 - Schéma požadovaného řešení neutralizační stanice

Obrázek 23 - Blokové schéma navrhovaného řešení využití odpadní vody z výroby DEMI vody

Obrázek 24 - Navrhovaná změna v odhlašování jednotlivých výrobních operací v SAPu

Obrázek 25 - Navrhovaná změna ve sledování pohybu materiálu v SAPu

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

HNVO	Hodnocení nebezpečných vlastností odpadů
ČR	Česká Republika
EU	Evropská Unie
DPH	Daň z přidané hodnoty [%]
PVK	Pražské vodovody a kanalizace a.s.
PCB	Polychlorované Bifenyly
PAU	Polycyklické aromatické uhlovodíky
DEMI	Demineralizovaná voda
VOC	Těkavá organická látka
TOC	Celkový organický uhlík
pv	Maximální možná koncentrace znečištění v prostém vzorku
sv	Maximální možná koncentrace znečištění zjištěná ze směsných vzorků
TZL	Tuhé znečišťující látky
NO _x	Oxidy dusíku
SO ₂	Oxid Siřičitý
HCl	Kyselina Chlorovodíková

HF	Kyselina Fluorovodíková
CO	Oxid Uhelnatý
Hg	Rtuť
Cd	Kadmium
Ti	Titan
Sb	Antimon
As	Arzen
Pb	Olovo
Cu	Měď
Mn	Mangan
Ni	Nikl
V	Vanad
PCDD	Polychlorované dibenzo-p-dioxiny
ng TEQ.m ⁻³	Nanogram toxicky ekvivalentní dioxinu na metr krychlový
Si	Křemík
Inch	Jednotka délky používaná v některých anglicky mluvících zemích, 1 inch = 25,4 mm

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Tabulka 1 Limity ukazatelů znečištění pro souhrnou skupinu znečišťovatelů do jednotné a splaškové kanalizace

Příloha 2 Tabulka 2 Přehled všech odpadů z podniku a jejich současné zpracování

Příloha 3 Obrázek 1 Schéma neutralizační stanice navrhované firmou Asio s.r.o.

PŘÍLOHY