



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách u stacionárních zdrojů nespádajících pod BREF

Těkavé organické látky (VOC) – procesy a odstraňování

Konečná verze



Obsah:

1	Předmluva.....	5
1.1	Zadání pro zpracování projektu.....	5
1.2	Způsob zpracování dokumentu	6
1.3	Struktura referenčního dokumentu	6
2	Oblast působnosti.....	7
2.1	Stacionární zdroje zahrnuté do referenčního dokumentu	7
2.2	Související procesy a činnosti	8
2.3	Stacionární zdroje nezahrnuté do referenčního dokumentu	9
3	Techniky používané v odvětví a jejich emisní úrovně	10
3.1	Ofset s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.1.)	10
3.1.1	Používané techniky a postupy.....	10
3.1.2	Techniky snižování emisí do ovzduší	12
3.1.3	Dosahované emisní úrovně.....	14
3.2	Jiné tiskařské činnosti s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.3.)	15
3.2.1	Používané techniky a postupy.....	15
3.2.2	Techniky snižování emisí do ovzduší	18
3.2.3	Dosahované emisní úrovně.....	22
3.3	Odmašťování a čištění povrchů prostředky s obsahem těkavých organických látek, které jsou klasifikovány jako karcinogenní, mutagenní a toxické pro reprodukci, s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,01 t/rok; odmašťování a čištění povrchů prostředky s obsahem těkavých organických látek, které jsou klasifikovány jako halogenované, s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,1 t/rok (kód 9.5.)	23
3.3.1	Používané techniky a postupy.....	23
3.3.2	Techniky snižování emisí do ovzduší	23
3.3.3	Dosahované emisní úrovně.....	24
3.4	Odmašťování a čištění povrchů prostředky s obsahem těkavých organických látek, které nejsou uvedeny pod kódem 9.5. s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.6.)	25
3.4.1	Používané techniky a postupy.....	25
3.4.2	Techniky snižování emisí do ovzduší	25
3.4.3	Dosahované emisní úrovně.....	26
3.5	Chemické čištění (kód 9.7.).....	27
3.5.1	Používané techniky a postupy.....	27
3.5.2	Techniky snižování emisí do ovzduší	29
3.5.3	Dosahované emisní úrovně.....	30
3.6	Aplikace nátěrových hmot, včetně kateforetického nanášení, nespádají-li pod činnosti uvedené v bodech 9.9. až 9.14., s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.8.)	31
3.6.1	Používané techniky a postupy.....	31
3.6.2	Techniky snižování emisí do ovzduší	35
3.6.3	Dosahované emisní úrovně.....	38
3.7	Nátěry dřevěných povrchů s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.9.)	39
3.7.1	Úvod	39
3.7.2	Používané techniky	39
3.7.3	Příklady některých procesů	42
3.7.4	Dosahované emisní úrovně.....	44
3.8	Přestříkávání vozidel – opravárenství s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,5 t/rok a nátěry při výrobě nových silničních a kolejových vozidel s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel menší než 15 tun/rok (kód 9.10.)	46
3.8.1	Používané techniky a postupy.....	46
3.8.2	Techniky snižování emisí do ovzduší	51
3.8.3	Dosahované emisní úrovně.....	54



3.9	Nanášení práškových plastů (kód 9.11.)	55
3.9.1	Používané techniky a postupy	55
3.9.2	Techniky snižování emisí do ovzduší	56
3.9.3	Dosahované emisní úrovně	57
3.10	Nátěry při výrobě nových silničních a kolejových vozidel s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 15 tun/rok (kód 9.14.)	58
3.10.1	Používané techniky a postupy	58
3.10.2	Techniky snižování emisí do ovzduší	61
3.10.3	Dosahované emisní úrovně	66
3.11	Navalování navíjených drátů s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.15.)	67
3.11.1	Úvod	67
3.11.2	Používané techniky	67
3.11.3	Dosahované emisní úrovně	69
3.12	Nanášení adhezivních materiálů s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.16.)	70
3.12.1	Úvod	70
3.12.2	Používané techniky	70
3.12.3	Příklady některých procesů	72
3.12.4	Dosahované emisní úrovně	73
3.13	Impregnace dřeva s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.17.)	74
3.13.1	Úvod	74
3.13.2	Používané techniky	74
3.13.3	Příklady některých procesů	76
3.13.4	Dosahované emisní úrovně	76
3.14	Laminování dřeva a plastů s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.18.)	78
3.14.1	Úvod	78
3.14.2	Používané techniky	78
3.14.3	Příklady některých procesů	79
3.14.4	Dosahované emisní úrovně	79
3.15	Výroba kompozitů za použití kapalných nenasyčených polyesterových pryskyřic s obsahem styrenu s projektovanou spotřebou těkavých organických látek od 0,6 t/rok (kód 9.19.)	81
3.15.1	Úvod	81
3.15.2	Používané techniky	81
3.15.3	Příklady některých procesů	82
3.15.4	Dosahované emisní úrovně	82
3.16	Výroba nátěrových hmot, adhezivních materiálů a tiskařských barev s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 10 t/rok (kód 9.20.)	84
3.16.1	Úvod	84
3.16.2	Používané techniky	84
3.16.3	Primární opatření ke snížení emisí VOC	87
3.16.4	Sekundární opatření ke snížení emisí VOC	87
3.16.5	Dosahované emisní úrovně	88
3.17	Výroba obuvi s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.21.)	89
3.17.1	Úvod	89
3.17.2	Používané techniky	89
3.17.3	Příklady některých procesů	97
3.17.4	Dosahované emisní úrovně	98
3.18	Výroba farmaceutických směsí – bez průběhu chemické reakce (kód 9.22.)	99
3.18.1	Úvod	99
3.18.2	Používané techniky	99
3.18.3	Dosahované emisní úrovně	101
3.19	Zpracování kaučuku, výroba pryže s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 5 t/rok (kód 9.23.)	103
3.19.1	Úvod	103
3.19.2	Používané techniky	103
3.19.3	Použití a emise VOC a pachových látek ve zpracování kaučuku a výrobě pryže	106
3.19.4	Příklady některých procesů	106
3.19.5	Dosahované emisní úrovně	106



3.20	Extrakce rostlinných olejů a živočišných tuků a rafinace rostlinných olejů (kód 9.24.)	108
3.20.1	Úvod	108
3.20.2	Používané techniky pro zpracování semen olejnin	108
3.20.3	Emise do ovzduší	109
3.20.4	Specifické koncové technologie	110
3.20.5	Příklady některých procesů	111
3.20.6	Dosahované emisní úrovně	112
4	Nejlepší dostupné techniky	113
4.1	Primární (preventivní) BAT pro obecné použití	113
4.2	Primární specifické BAT	114
4.3	Sekundární (koncové) BAT	114
4.4	BAT jako souhrn opatření pro různé kapacity zdrojů	115
4.5	Základní statistika využívaných technik k omezování emisí v sektoru	115
4.6	Nejlepší dostupné techniky pro podporu z OPŽP	116
4.6.1	Analýza prvního programového období OPŽP	116
4.6.2	Opatření na zdroji nebo též primární techniky ke snižování emisí VOC	117
4.6.3	Koncové technologie nebo též sekundární techniky ke snižování emisí VOC	117
4.7	Nejlepší dostupné techniky pro podporu z OPŽP a jejich dosažitelné emisní úrovně	118
4.8	Souhrnná tabulka BAT pro snižování emisí VOC	118
5	Typická koncová zařízení na odstranění VOC	120
5.1	Úvod	120
5.2	Technologie termické oxidace	121
5.3	RTO – Regenerativní termická oxidace	122
5.4	RCO – Regenerativní katalytická oxidace	123
5.5	TOU – Rekuperativní termická oxidace	124
5.6	TCU – Rekuperativní katalytická oxidace	125
5.7	Zeolitový rotor	126
5.8	AC – Active carbon (aktivní uhlí)	127
5.9	DFTO – Přímá termická oxidace	129
5.10	Biotechnologie – biofiltrace vzduchu	130
6	Seznam zkratk	134
7	Použité zdroje	135



1 PŘEDMLUVA

1.1 Zadání pro zpracování projektu

V oblasti ochrany ovzduší se desítky let kontinuálně provádí analytické a výzkumné práce. Většina z nich se zaměřuje na úroveň znečištění ovzduší, její příčiny a důsledky. Během posledních dekád ale nebyla provedena (až na výjimky) žádná souhrnná a plošná analýza technické úrovně stacionárních zdrojů, které jsou v České republice v provozu, ani obdobná analýza nových technik a technologií dostupných na trhu. Výjimku tvoří skupina spalovacích stacionárních zdrojů, kde se s ohledem na tvorbu evropského právního předpisu pro spalovací stacionární zdroje o jmenovitém tepelném příkonu do 50 MW a revizi Göteborského protokolu, prováděla rovněž analýza technických a ekonomických aspektů regulace této skupiny stacionárních zdrojů.

Od roku 2007 se ekologizace stacionárních zdrojů staly předmětem masivní podpory z prostředků Evropské unie. Prostřednictvím Operačního programu Životní prostředí (dále také jen „OPŽP“) bylo podpořeno snížení vlivu stacionárních zdrojů na vnější ovzduší prostřednictvím necelých 2 tis. projektů. Do ekologizace stacionárních zdrojů bylo (resp. v řadě případů investice stále je) investováno cca 40 mld. Kč.

Je oprávněným zájmem Ministerstva životního prostředí, aby mělo k dispozici informace o tom, zda je podpora směřována na řešení technicky vyspělá a pokročilá. Ministerstvo životního prostředí zajímá, zda byly podporovány nejlepší dostupné techniky – ve volném významu tohoto spojení [nikoliv ve smyslu definice dle zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci), ve znění pozdějších předpisů, dále také jen „zákon o integrované prevenci“, neboť v řadě případů podporované stacionární zdroje nespadají pod integrovanou prevenci a nejlepší dostupné techniky ve smyslu právní úpravy pro ně nejsou stanoveny].

Podpora ekologizace stacionárních zdrojů má pokračovat i v dalším programovém období prostřednictvím OPŽP 2014+. Finančních prostředků je k dispozici výrazně méně, a proto musí být cíleny maximálně efektivně na velmi účinná technická opatření.

Z tohoto důvodu zadalo Ministerstvo životního prostředí v roce 2015 zpracování studie „Zpracování referenčních dokumentů o nejlepších dostupných technikách u stacionárních zdrojů nespadajících pod BREF“. Předmětem této studie bylo na základě důkladné analýzy trhu zpracovat referenční dokumenty o nejlepších dostupných technikách pro stacionární zdroje, které nejsou většinou pokryté zákonem integrované prevenci, a tím umožnit Ministerstvu životního prostředí u zdrojů znečišťování ovzduší celkové vyhodnocení aplikace nejlepších dostupných technik v rámci prioritní osy 2 a prioritní osy 3 OPŽP, a dále pak usnadnit žadatelům o finanční podporu z evropských fondů na oblast ochrany ovzduší orientaci ve volbě nejefektivnějších technik za účelem zvýšení environmentálních přínosů finančních prostředků poskytovaných z OPŽP 2014+.

Z předmětu studie vyplývají rovněž její hlavní dva účely

- a. **efektivnější čerpání finančních prostředků** díky úpravě hodnocení, případně kritérií přijatelnosti v OPŽP 2014+ a
- b. **lepší orientace žadatelů v dostupných technických řešeních** prostřednictvím uceleného dokumentu popisujícího příslušné odvětví (resp. skupinu stacionárních zdrojů dle přílohy č. 2 k zákonu č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů, dále také jen „zákon o ochraně ovzduší“), jehož součástí je i popis a soupis zjištěných dostupných technik pro omezování znečišťování ovzduší.



Tento dokument neslouží k vymezení působnosti zákona o integrované prevenci a nemůže být takto použit. Popisované technologie mohou za určitých okolností spadat do režimu zákona o integrované prevenci jako zařízení provozující průmyslovou činnost uvedenou v příloze č. 1 tohoto zákona nebo jako přímo spojená činnost.

1.2 Způsob zpracování dokumentu

Proces zpracování standardních BREF dokumentů prováděný dle právní úpravy EU pro oblast integrované prevence je proces několikaletý, založený na rozsáhlých mnohostranných jednáních a výměně rozsáhlých dat o provozu obrovského vzorku zařízení.

Tento postup nebyl s ohledem na vymezený časový rámec řešení projektu (pouze několik měsíců) možný. Fyzická návštěva všech stacionárních zdrojů byla neproveditelná. I při nezapočtení stacionárních zdrojů nevyjmenovaných v příloze č. 2 zákona o ochraně ovzduší, kterých je v České republice statisíce a jejichž výčet není dostupný, existuje skupina stacionárních zdrojů vyjmenovaných v příloze č. 2 zákona o ochraně ovzduší, která zahrnuje cca 46 tis. stacionárních zdrojů. V této skupině zdrojů jsou sice rovněž stacionární zdroje, které nejsou předmětem řešení projektu (jsou uvedena v příloze č. 1 k zákonu o integrované prevenci), ale i tak přesahuje představa fyzické návštěvy každého stacionárního zdroje finanční i časový rámec projektu. Z tohoto důvodu se při řešení projektu vycházelo z informací již dostupných, tj. informací dostupných především u odborných útvarů státní správy, mimo jiné Ministerstva životního prostředí, krajských úřadů, Českého hydrometeorologického ústavu a Státního fondu životního prostředí ČR.

Za účelem získání aktuálních informací o vývoji a dostupnosti technik byli rovněž kontaktováni výrobci technik a technologií používaných u stacionárních zdrojů ke snižování emisí znečišťujících látek.

Klíčovým prvkem přípravy dokumentů a analýzy trhu byla i rozsáhlá rešeršní práce a analýzy projektů podpořených v rámci prioritní osy 2 OPŽP.

Významné okrajové parametry řešení, např. přesné vymezení řešených stacionárních zdrojů a členění na referenční dokumenty, byly závazně odsouhlasovány ze strany zadavatele studie, tj. Ministerstva životního prostředí.

1.3 Struktura referenčního dokumentu

První částí referenčního dokumentu je kapitola *Předmluva*. V rámci této kapitoly je stručně popsáno zadání tvorby a účel referenčních dokumentů, způsob jejich vypracování a jejich struktura.

Druhá kapitola *Oblast působnosti* přesně uvádí, na které stacionární zdroje v členění dle přílohy č. 2 k zákonu o ochraně ovzduší se dokument vztahuje a které související výrobní a další procesy dokument popisuje. Současně jsou zde uvedeny stacionární zdroje, které jsou z oblasti působnosti referenčního dokumentu vyloučeny.

Třetí kapitolu *Techniky používané v odvětví a jejich emisní úrovně* tvoří popis technik používaných v provozovaných stacionárních zdrojích a technik dostupných na trhu. Kapitola je tvořena primárně z informací dostupných státní správě, z dotazníkového šetření a z jednání se stakeholdery. Kapitola obsahuje rovněž okrajové podmínky stanovené v právní úpravě (specifické emisní limity, podmínky provozu).

Poslední kapitola *Nejlepší dostupné techniky pro podporu z OPŽP* tvoří souhrnný přehled nejlepších dostupných technik určených pro podporu v rámci prioritní osy 2 OPŽP 2014+.



2 OBLAST PŮSOBNOSTI

2.1 Stacionární zdroje zahrnuté do referenčního dokumentu

Spektrum průmyslových odvětví, používajících VOC, je velice rozmanité – VOC se používají v širokém rozsahu činností, čímž je problematika používání VOC a souvisejících emisí velice komplikovaná. Vzhledem k tomu, že je jedná o vzájemně nesourodé obory činností, je v tomto dokumentu vypracován krátký úvod pro každou jednotlivou kategorii zdrojů znečištění ovzduší.

Zjednodušujícím faktorem je, že se v tomto sektoru zabýváme jedinou znečišťující látkou – VOC – která se v emisích do ovzduší měří jako TOC – celkový organický uhlík - a to bez ohledu na to, z jakých konkrétních rozpouštědel emise pochází.

Působnost tohoto dokumentu byla definována na základě vybraných ustanovení zákona o ovzduší. Zákon č. 201/2012 Sb., o ovzduší, obsahuje v příloze 2 Vyjmenované stacionární zdroje, pod názvem „Použití organických rozpouštědel“, kódy 9.1 až 9.24.

V tabulce níže jsou uvedeny celkové počty zdrojů v ČR ze skupiny „Použití organických rozpouštědel“ (včetně těch, které nebudou v tomto dokumentu popisovány, viz kap. 2.3).

Kód	Název zdroje	Počet zdrojů
9.1.	Ofset s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok	185
9.2.	Publikační hlubotisk s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok	1
9.3.	Jiné tiskařské činnosti s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok	136
9.4.	Knihtisk s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok	3
9.5.	Odmašťování a čištění povrchů prostředky s obsahem těkavých organických látek, které jsou klasifikovány jako karcinogenní, mutagenní a toxické pro reprodukci, s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,01 t/rok; odmašťování a čištění povrchů prostředky s obsahem těkavých organických látek, které jsou klasifikovány jako halogenované, s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,1 t/rok	58
9.6.	Odmašťování a čištění povrchů prostředky s obsahem těkavých organických látek, které nejsou uvedeny pod kódem 9.5. s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok	320
9.7.	Chemické čištění	186
9.8.	Aplikace nátěrových hmot, včetně kateforetického nanášení, nespádají-li pod činnosti uvedené v bodech 9.9. až 9.14., s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok	1128
9.9.	Nátěry dřevěných povrchů s projektovanou spotřebou organických	196



	rozpouštědel od 0,6 t/rok	
9.10.	Přestříkávání vozidel – opravárenství s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,5 t/rok a nátěry při výrobě nových silničních a kolejových vozidel s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel menší než 15 tun/rok	278
9.11.	Nanášení práškových plastů	542
9.12.	Nátěry kůže s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok	4
9.13.	Nátěry pásů a svitků	7
9.14.	Nátěry při výrobě nových silničních a kolejových vozidel s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 15 tun/rok	44
9.15.	Navalování navíjených drátů s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok	12
9.16.	Nanášení adhezivních materiálů s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok	145
9.17.	Impregnace dřeva s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok	11
9.18.	Laminování dřeva a plastů s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok	11
9.19.	Výroba kompozitů za použití kapalných nenasycených polyesterových pryskyřic s obsahem styrenu s projektovanou spotřebou těkavých organických látek od 0,6 t/rok	79
9.20.	Výroba nátěrových hmot, adhezivních materiálů a tiskařských barev s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 10 t/rok	105
9.21.	Výroba obuvi s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok	21
9.22.	Výroba farmaceutických směsí (bez průběhu chemické reakce)	48
9.23.	Zpracování kaučuku, výroba pryže s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 5 t/rok	81
9.24.	Extrakce rostlinných olejů a živočišných tuků a rafinace rostlinných olejů	6
Celkem zdrojů ve skupině 9		3607

2.2 Související procesy a činnosti

Mezi související činnosti zahrnuté do referenčního dokumentu patří především skladování těkavých organických látek a manipulace s nimi.



2.3 Stacionární zdroje nezahrnuté do referenčního dokumentu

Z těchto 24 různých vyjmenovaných zdrojů znečištění VOC je většina rozpracována v tomto dokumentu. Po dohodě se zadavatelem projektu byly z těchto 24 vyloučeny následující zdroje, a to z následujících důvodů:

9.2. Publikáčn^í hlubotisk s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok

- Dle údajů REZZO je v ČR provozován jediný zdroj této kategorie.

9.4. Knihtisk s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok

- Dle údajů REZZO jsou v ČR provozovány pouze tři zdroje této kategorie.

9.12. Nátěry kůže s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok

- Dle údajů REZZO jsou v ČR provozovány pouze čtyři zdroje této kategorie.

9.13. Nátěry pásů a svitků

- Dle údajů REZZO je v ČR provozováno pouze sedm zdrojů této kategorie.

Pod zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, spadají zdroje VOC, uvedené v příloze č. 1 Kategorie činností: „6.7. Povrchová úprava látek, předmětů nebo výrobků používající organická rozpouštědla, zejména provádějící apreturu, potiskování, pokovování, odmašťování, nepromokavou úpravu, úpravu rozměrů, barvení, čištění nebo impregnaci, při spotřebě organických rozpouštědel vyšší než 150 kg za hodinu nebo než 200 t za rok“.

Tento dokument se tedy nezaměřuje na zdroje s velkou spotřebou VOC pokryté IPPC, ale naopak popisuje menší zdroje, avšak s projektovanou spotřebou VOC vyšší, než uvedenou v zákoně o ovzduší. V některých případech se tento dokument zmiňuje i o zdrojích s nižší spotřebou VOC, a to proto, že u některých zdrojů VOC nelze projektovanou kapacitu určit, a jako kritérium je potom třeba vzít skutečnou spotřebu VOC.

Tento dokument je dále členěn podle přílohy č. 2 Vyjmenované stacionární zdroje zákona č. 201/2012 Sb., po jednotlivých zdrojích z části „9. Použití organických rozpouštědel“, s výše uvedenými výjimkami.

Pro všechny popisované zdroje znečištění ovzduší VOC se využívají principiálně stejné technologie zachytu odpařených VOC ze vzdušiny a následně technologie k jejich rekuperaci nebo odstranění.

Proto byly všechny koncové technologie shrnuty do poslední kapitoly tohoto dokumentu.

U jednotlivých kategorií zdrojů potom mohou být odkazy, které z koncových technologií jsou pro dané odvětví typické.

Legislativa ochrany ovzduší zavádí pro organická rozpouštědla speciální rozlišení. Těkavé organické látky a) karcinogenní, mutagenní a toxické pro reprodukci a jimž jsou přiřazeny standardní věty o nebezpečnosti H340, H350, H350i, H360D nebo H360F, nebo které musí být těmito větami označovány, s výjimkou benzínu, b) halogenované těkavé organické látky, jimž jsou přiřazeny standardní věty o nebezpečnosti H341 nebo H351, nebo které musí být těmito větami označovány a c) ostatní VOC. Pro první dvě uvedené skupiny platí přísnější pravidla při jejich používání a zvyšuje se tlak na vyloučení jejich používání či na omezování používání.

Tento dokument se zabývá zejména používáním rozpouštědel skupiny c) ostatní VOC, protože jsou průmyslem používány v nejvyšších množstvích.



3 TECHNIKY POUŽÍVANÉ V ODVĚTVĚ A JEJICH EMISNÍ ÚROVNĚ

3.1 Ofset s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.1.)

Ofsetový litografický tisk je planografickou tiskařskou technikou, tj. kde jsou na nosiči obrazu plochy s tiskem a plochy bez tisku ve stejné rovině. Plochy bez tisku jsou odpudivé pro barvy na rozdíl od ploch s tiskem, které jsou pro barvy receptivní. Toho se obvykle dosáhne tak, že ofsetové barvy na bázi oleje a plochy bez tisku jsou udržovány čisté pomocí vody nebo vodných roztoků, jelikož voda a olej se vzájemně odpuzují. Jako aditiva do vody se obvykle používají isopropylalkohol (IPA) nebo deriváty IPA/plniva a aditiva. Je možný i suchý tisk, kde netisknoucí plochy jsou pokryty povlakem, který nepřijímá barvu.

Ofset je dnes nejpoužívanější tiskařskou technikou, vzhledem k jeho všestrannosti, rychlosti, kvalitě a cenové výhodnosti. Byly docíleny řadou vývojových prací týkajících se desek a prodloužení jejich životnosti v ofsetovém procesu, zkvalitnění materiálů umožňujících vyšší kvalitu a snadnost použití fotosazby.

Ofsetové stroje mají různé rozměry, od nejmenších archových ofsetových tiskových strojů, které tisknou formát A3 přes velké archové tiskové stroje 1200 x 1600 mm navíc pracující s několika barvami současně až po velké rotační tiskové stroje, tisknoucí velkou rychlostí papír o šířce dvou metrů. Jednoduchý proces umožňuje zhotovovat velmi rozmanité tištěné výrobky.

Moderní ofsetové tiskové stroje mají osm tiskových jednotek, které umožňují tisknout osm barev na jednu stranu podkladu, ale také čtyřbarevný tisk oboustranně při jednom průchodu podkladu strojem. Moderní tiskové stroje jsou rovněž konstruovány tak, aby vyhověly zvyšujícím se požadavkům na automatizaci. Nové tiskové stroje mohou být vybaveny automatickými čistícími systémy pro desky, potahy válců a přítlačné válce strojů a automatickými systémy pro výměnu desek atd.

3.1.1 Používané techniky a postupy

Tiskařské postupy mohou být rozděleny do čtyř hlavních souhrnných postupů: příprava tisku a nátisk, zhotovení matric tisk a dokončovací operace. Z těchto čtyř postupů má význačný vliv na ekologii pouze tiskařský proces.

V závislosti na typu podkladu nebo tiskoviny se ofsetový proces dělí na jednotlivé techniky:

- archový ofset,
- rotační ofset pracující za tepla,
- ofset pracující za studena.

Ofsetové barvy používané v archových strojích nebo pro studený ofset zasychají adsorpcí na papíru a oxidací. Zejména při práci s hladkým papírem probíhá adsorpce příliš pomalu pro rychle tisknoucí moderní stroje. Proto jsou moderní, vysoce rychlostní rotační ofsetové tiskové stroje, na nichž je potiskován papír s nízkou adsorbční schopností, vybaveny nuceným horkovzdušným sušícím systémem; tyto tiskárenské ofsetové procesy jsou nazývány ofset za tepla.



3.1.1.1 Archový ofsetový tisk

Archový ofsetový proces se běžně používá pro tisk až 20 000 výtisků, přičemž střední hodnota je 7000. Hodinová tisková kapacita moderních archových tiskových strojů může být 15 000 výtisků i více. Archový ofset je převážně používán pro tisk na papír, přičemž může být použit jakýkoliv druh papíru. Jednovrstvé nebo vícevrstvé lepenky jsou potiskovány na archovém ofsetu uzpůsobeném pro kartónové krabice. Na speciálních ofsetových tiskových strojích mohou být dokonce potiskovány lepenky potažené plastem, silné desky plastů a pocínované desky pro kovové krabice.

Tisková jednotka se v archovém ofsetovém tiskovém stroji sestává z následujících pěti částí:

- zvlhčovací jednotka,
- jednotka barevníku,
- jednotka s tiskovými deskami,
- jednotka s pryžovým válcem,
- jednotka s formovým válcem.

Nejběžnějším systémem archového stroje je tříválcová tisková jednotka.

Barvy pro archové tiskové stroje jsou vždy viskózní, olejové pasty, které zasychají adsorpcí na papíru a někdy oxidací, a tedy nevytvářejí emise. Základními složkami ofsetových barev jsou: pigmenty, pojiva, rozpouštědla a aditiva. Mimo to se do barev přidávají určité látky, které upravují jejich vlastnosti. Pojidlo je hlavní složkou ofsetové barvy, jehož funkcí je pomocí systému válečků barevníkové jednotky přenést pigment barvy na podklad ve formě jemné vrstvy částic.

V procesech archového ofsetového tisku se používají stejné zvlhčovací roztoky jako v teplém ofsetovém tisku.

V archovém ofsetovém tisku pracuje technika suchého tisku přesně tak, jak odpovídá jejímu názvu, tj. tisková deska není vlhčena a nepřilnavosti barvy na ploše, kde není vytvořen obraz, je docíleno silikonovým povlakem, který je z plochy obrazu odstraněn. V těchto případech se nepoužívá zvlhčovací jednotka nebo je ze stroje odstraněna. Nové tiskové stroje nejsou vybaveny žádnou zvlhčovací jednotkou.

3.1.1.2 Rotační procesy (teplý a studený ofsetový tisk)

Rotační tisk, při kterém se tiskne na role papíru, je možno rozdělit do dvou skupin – a to na studený a teplý ofsetový tisk podle způsobu zasychání barvy. Teplým ofsetovým tiskem se obvykle tisknou časopisy, turistické příručky a katalogy s velkým nákladem na povlakované, nepovlakované lesklé a matné papíry. Přitom v sušárně vznikají emise rozpouštědel. Studený ofsetový tisk se většinou používá pro tisk novin a obchodních tiskovin, pro které se používají savé nepovlakované papíry, a v tomto případě nevznikají z barev emise.

Zvlhčovací jednotka

Úkolem zvlhčovací jednotky v ofsetovém stroji je vlhčit během tisku povrch tiskařské desky stejným filmem vlhkosti tak, aby se následující barvy zachytily pouze na desce na ploše obrazu.

Nejvíce jsou používány vlhčící jednotky vytvářející film. V nich se na deskách vytváří tenký film vlhčícího roztoku pomocí řady válečků, které distribuují kapalinu řízeným a stejným způsobem.



V tomto uspořádání pracuje vlhčicí jednotka s vodou nebo v mnoha případech s roztokem voda-isopropanol (nebo někdy etanol) a používá technologicky příznivé (s ohledem na tisk) vlastnosti IPA. Kyselé vlhčicí roztoky na bázi IPA (s pH normálně mezi 4 – 5,5) způsobují nepřilnavost barvy na plochách, kde není obraz, a tím udržuje jejich hydrofilní vlastnosti. Dalšími běžně užívanými aditivy jsou klovatina, inhibitory koroze, smáčedla, stimulatory vysoušení, fungicidy, nepěnicí činidla, atd.

IPA má nižší povrchové pnutí než voda, a proto může účinněji smáčet desku. Proces je složitý, ale na základě zkušeností bylo zjištěno, že na desku je proto možné nanést tenčí film zvlhčujícího roztoku, což umožňuje lepší kontrolu, zvláště při vysoce kvalitním tisku. Doba pro nastavení tak může být snížena a tím zmenšeno množství odpadového papíru. Tisk může být ostřejší a menší množství vody na desce znamená menší problémy s natahováním papíru. Množství použitého IPA a etanolu je různé v jednotlivých státech a mění se podle provedení a modelu tiskového stroje, druhu papíru a náročnosti tisku. Etanol a IPA se odpařují rychleji než voda, proto je cirkulační jednotka pro vlhčicí roztok a dávkování IPA nebo etanolu často vybavena chladicí jednotkou pro snížení odparu. Vlhcicí roztok je kontinuálně čerpán do tiskového stroje a přebytek se vrací přepadem do zásobníku. Koncentrace IPA v zásobníku se měří kontinuálně a IPA se dávkuje automaticky, jestliže se koncentrace sníží.

Barevník a sušicí jednotka

Barvy používané v horkých rotačních ofsetových provozech jsou vysušovány, jak napovídá jejich název, v sušárnách, aby se z barvy odpařilo rozpouštědlo – tím vznikají emise do ovzduší. V těchto sušárnách působením proudu horkého vzduchu s teplotou 180 – 300 °C vytěká 80 – 90 % rozpouštědla s bodem varu v rozmezí 240 – 310 °C a vzniká povlak tiskařské barvy. K ochlazení horkých rolí papírů vycházejících ze sušárny se používají vodou chlazené chladicí válce.

Čistění

V rotačních strojích s teplým ofsetem jsou dnes většinou standardním vybavením automatické čistící jednotky. Rotační tiskové stroje moderní konstrukce jsou stále častěji vybaveny automatickou čistící jednotkou pro čistění barevníku.

3.1.2 Techniky snižování emisí do ovzduší

3.1.2.1 Emise do ovzduší – zdroje a fugitivní emise

Odhaduje se, že v celé Evropě představují nesnížené emise z teplých ofsetových provozů stále řádově 100 kt za rok. Více než polovina těchto emisí vzniká z IPA, obsaženého ve zvlhčovacím roztoku a zbytek má původ z čistících prostředků. Snižují se pouze emise z vysoce vroucích olejů z barev, které vznikají v sušárnách společně s odhadyvanými 10 % IPA a čistících prostředků, které jsou získávány ze sušáren, neboť ty nasávají vzduch z místnosti, kde se tiskne.

V EU-25 byly podle modelu Regional Air Pollution Information and Simulation for Europe (RAINS) v roce 2000 emise NMVOC 40 kt, což představuje 0,38 % celkových NMVOC emisí. Celkové množství bylo 123,59 kt s průměrným emisním faktorem 3239 g NMVOC/kg, což ukazuje na významné snížení emisí v tomto průmyslu.

Některé údaje ukazují, že 50 % původních emisí VOC zůstává nezachyceno. Nicméně jiné údaje uvádějí, že lze dosáhnout mnohem nižších úrovní fugitivních emisí VOC, a to v rozmezí 25 – 30 %



při nízké spotřebě IPA a při použití nízko těkavých čisticích prostředků. Dokonce se uvádí, že bylo dosaženo hodnot okolo 23 %.

Odpadní plyny z teplých ofsetových tisků mohou nepříjemně zapáchat. V mnoha případech je to v této části polygrafického průmyslu hlavní důvod pro instalaci spalovacích zařízení.

Barvy

Celkové emise rozpouštědel z teplých ofsetových barev, které v EU-15 běžně obsahují 30 – 35 % rozpouštědel, činí přibližně 45 kt. Z těchto rozpouštědel se 80 – 90 % odpařuje v sušárnách a jsou běžně zpracovávány.

Barvy jsou dodávány ve velkém množství a jsou přímo čerpadly transportovány potrubím do tiskových strojů. Ve velmi velkých provozech je to obvyklá praxe.

Zvlhčovací roztoky

Během tisku se odpařují IPA nebo někdy ethanol, které se přidávají do zvlhčovacích roztoků; přibližně 85 – 90 % emisí je fugitivních a cca 10 % (v teplém tisku) je extrahováno v sušárnách a dále zpracováváno. Ale jiné zdroje uvádí, že 50 % vlhčících roztoků používaných v teplých ofsetových procesech se zachycuje a dále zpracovává. Výsledkem je, že množství spotřebovaného IPA je rovněž částečně emitováno.

IPA může být částečně nahrazen glykolethery, které se rovněž odpařují, ale v menším rozsahu než IPA. Potenciál tvorby ozonu však může být u některých glykoletherů 10x vyšší, než kdyby se odpařilo stejné množství IPA; výhodnost je zapotřebí stanovit ve váhových poměrech.

Při suchém ofsetovém tisku nevznikají z vlhčících roztoků žádné emise do ovzduší.

Čisticí prostředky

Emise z odhadovaných 100 kt čisticích prostředků používaných v evropských ofsetových provozech závisí na druhu čisticího zařízení, druhu tisku, použitých rozpouštědel atd. Vysokovroucí a nízkovroucí rozpouštědla mají velmi rozdílné množství emisí.

Procentuální množství emisí rozpouštědel, které vznikají při automatickém předběžném čištění v teplých ofsetových procesech a které je zachycováno a zpracováno v odpadních plynech, se pohybuje v rozmezí 15 – 50 %.

Emise rozpouštědel při manuálním čištění a základním čištění v teplých ofsetových procesech, které jsou zachycovány a zpracovány v odpadních plynech, je v rozmezí 0 – 5 %.

Zachycování

Průměrná koncentrace VOC v odpadních plynech z teplých ofsetových procesů je v rozmezí 1 – 3 g/Nm³, díky tomu nedochází k žádné recirkulaci plynů ze sušáren. Odpadní plyny zapáchají tak nepříjemně, že při recirkulaci by tiskoviny získaly nepřijatelný zápach. Proto je při absenci recirkulace nutný příslušně velký průtok vzdušiny a kapacita spalovacího zařízení. Nízké koncentrace vyžaduje relativně vysokou spotřebu energie. V dobře probíhajícím provozu v Rakousku (čtyřbarevný, oboustranný stroj; 96,5 cm široký), s průtokem 1000 – 4000 Nm³ vzduchu byla zjištěna maximální koncentrace VOC 8 g/Nm³.

Spalování

Spalovací zařízení může být součástí sušícího zařízení nebo může být centrální, s kterým jsou spojeny všechny sušárny. V Rakousku (kde bylo dříve zavedeno snížení VOC) má 80 % centrálních systémů regenerativní spalování. Je nutné, aby teplota spalování dosáhla 750 nebo 800 °C. Kalorická hodnota



odpadních plynů nemusí dostačovat k tomu, aby byla dosažena bez dalšího paliva. V ideálních podmínkách, kde se používá regenerativní spalování, to může být zejména auto-termických proces s regenerací energie.

V teplých ofsetových provozech se používají tři spalovací techniky:

- Termické spalování
- Katalytické spalování
- Regenerativní spalování

Termickou oxidací je možné dosáhnout lehce nižších emisí VOC; účinnost je o cca 0,1 % vyšší. Toho je ale dosaženo vyšší spotřebou energie. Spotřeba zemního plynu je pětikrát vyšší než u ostatních dvou systémů.

Termická oxidace aplikovaná v referenčním provozu má účinnost redukce VOC 99 % a dosahuje následující emisní limity. Je to však spojeno s velmi vysokou teplotou spalování 900 °C ve srovnání s mnohem obvyklejší 750 – 800 °C:

- 19 mg VOC/m³,
- 40 mg NO_x/m³,
- 50 mg CO/m³.

3.1.3 Dosahované emisní úrovně

Pro ofset s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok je v REZZO 2014 uvedeno celkem 185 zdrojů. Emisní koncentrace VOC byly statisticky zpracovány.

Emisní koncentrace VOC (mg/m ³)	
MIN emisní koncentrace	0,3
MAX emisní koncentrace	148,0
průměrná dosahovaná koncentrace	25,9
medián emisních koncentrací	20,5
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,6
10. nejmenší koncentrace*	5,70
10. největší koncentrace**	46,16
75% kvartil emisních koncentrací***	36,35
95% percentil emisních koncentrací****	48,31

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykazalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykazalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.



3.2 Jiné tiskařské činnosti s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.3.)

3.2.1 Používané techniky a postupy

3.2.1.1 Flexotisk

Flexotisk zahrnuje přímý rotační tisk používající pružné reliéfní desky, např. gumové, nebo v současnosti častěji fotopolymerní a rychleschnoucí rozpouštědlové barvy nebo vodou ředitelné barvy.

Flexotisk je téměř výhradně válcová nebo rotační technika. Jedná se o jednoduchou tiskovou techniku se snadným barvicím systémem, používajícím jeden hlavní nanášecí váleček s drsným povrchem.

Speciálně uzpůsobené flexotisky nyní produkují velký rozsah tiskovin. Jsou zvláště vhodné pro rotační tisk s dlouhodobým provozem, ale jsou i velmi přizpůsobivé pro široké rozmezí tiskových podkladů od tenkého papíru pro silnou vlnitou lepenku, od tenkého celofánu až po tlusté ohebné pláty, vinyly a folie. Hlavním použitím techniky je tisk pružných obalů, nápojových obalů, v omezené míře i novin, brožovaných knih, nálepek, papírových/plastových sáčků, kartonů/obalů a tapet.

Provozy, které vyrábějí a tisknou vlnitou lepenku, používají archové tiskové stroje. Vlnitá lepenka je nařezána na přířezy, které procházejí celým strojem horizontálně. Stroje tisknou ze spodní nebo svrchní strany podkladu.

Barevník

Na jednom stroji mohou být tištěny různé výrobky a potiskovány různé materiály, a může se pravidelně provádět výměna barev. Barvy pro potravinové obaly se postupně měnily z barev na bázi aromatických rozpouštědel na barvy s alifatickými rozpouštědly, tj. z toluenu a xylenu na etanol a etylacetát. Tyto barvy zasychají odpařováním; kromě toho se rovněž používají barvy vytvrzované UV zářením.

Barva má nízkou viskozitu, je kapalná a obvykle se přechovává v zásobníku barvy, ze kterého je nabírána rotačním gumovým plnicím válcem. Plnicí válec následně dopravuje barvu do nanášecího válce barevníku. Přebytek barvy je z nanášecího válce barevníku odstraněn stíracím nožem předtím, než je barva nanесena na tiskovou desku.

Modernějším systémem je tzv. komorový stírací nůž, kde je zásobník barvy spojen s dávkovací hlavou, z níž je barva přímo dodávána do nanášecího (anilox) válce. Jelikož barva cirkuluje ze zásobníku pomocí čerpadel, není rychlost dávkování barvy na válec závislá na rychlosti práce stroje. Dva stírací nože jsou spojeny s napájecí hlavou a přiléhají pevně k nanášecímu válci.

Nanášecí válec

Ve flexotisku je barva přiváděna ze zásobníku barvy na nanášecí (anilox) válec. Nanášecí válec je keramický a má dutiny, kterými je barva nanášena na tiskovou desku; množství barvy je dané hloubkou a strukturou dutin, uspořádáním tiskové předlohy a rastrem. Dutiny mohou být vytvořeny mechanicky nebo laserem, a pokud je to zapotřebí, mohou být vytvořeny opakovaně.



Tiskový válec

Tiskový válec je obvykle ocelový válec, na kterém je tisková deska připevněna oboustranným adhezivem. Flexotiskové desky jsou obvykle zhotoveny z UV-citlivých polymerů nebo pryže. Jejich vlastnosti, tj. pružnost a ohebnost, daly této technice jméno.

Formový válec

Flexotiskové stroje mohou být uspořádány jako série jednotek nebo jako celek. V sériovém uspořádání má každá tisková jednotka svůj formový válec a jsou rozmístěny jedna za druhou. V uspořádání jako celek může být několik tiskových jednotek (maximálně 8) umístěno z obou stran, nebo v případě malých strojů, z jedné strany (konsolový nosník) centrálního formového válce. Toto uspořádání je známé jako satelitní tisk.

Čistění

Čistění tiskových desek a částí stroje se provádí rozpouštědly podobnými těm, které jsou v barvách nebo odstraňovačích. Pro pevně ulpívající nečistoty se může použít ultrazvukové čištění a čištění abrazivním vysokotlakým tryskáním.

3.2.1.2 Sítotisk

Sítotisk je formou šablonového tisku, kde barva je protlačována prázdnou částí šablony na tištěný podklad.

Proces je velmi všestranný, protože se dá použít k tisku na téměř všechny povrchy nebo materiály jakéhokoli rozměru, tvaru nebo tloušťky, včetně nejenom běžně potiskovaných materiálů, ale i jiných materiálů jako je kov, dřevo, plasty, sklo, korek a tkanina.

Materiál, který má být potištěn, je umístěn těsně pod šablonu, rám je naplněn barvou a barva je protlačována prázdňami částmi šablony stěrkou. Potisknutý materiál je odděleně zavěšen, aby se usnadnilo vysušení vzduchem nebo při požadované vyšší produktivitě prochází horkovzdušnou sušárnou. Jiným způsobem sušení je vystavení podkladového materiálu ultrafialovému záření.

Tímto procesem se dá dosáhnout tisku kontrastních sytých barev nebo tisku světlých barev na tmavém podkladě. Barvy mohou být formulovány jako netransparentní, kryjící jakýkoliv podklad nebo transparentní, využívající barevných kombinací získanými polotónovým sítotiskem. Sítotiskem je možno nanést daleko silnější vrstvu barvy než jinými tiskovými procesy.

Vzhledem k malým pořizovacím nákladům byl tento proces atraktivní pro tisk malých sérií. Vlivem stoupající automatizace a zlepšování procesu je většina současné technologie schopna produkovat vysoce kvalitní tisk na široké paletě výrobků od jednobarevných tisků až po speciální vícebarevné tisky díky čtyř-barevným procesům.

Většina sítotisků se provádí na archových strojích. Rotační sítotisk se používá pro výrobky, jako jsou tapety.

Tisková jednotka a barevník

Používá se celá řada barev, aby vyhovovaly velkému druhu výrobků. Rozpouštědlové barvy se vysušují odpařováním rozpouštědla, oxidací nebo katalyticky. Volba rozpouštědla je dána pojivem, podkladem



a metodou sušení. Typickými rozpouštědly jsou aromatické, alifatické uhlovodíky, glykolétery a estery, alkoholy a ketony. Běžný obsah organického rozpouštědla je 50 % v barevné pérovce a 70 % v barvách pro čtyřbarevné procesy.

Používají se i UV barvy a vodou ředitelné barvy. Vodou ředitelné barvy obsahují organická rozpouštědla v koncentraci od 5 % pro tisk na papírový podklad až do 20 % pro tisk na podklad z plastické hmoty.

Kromě běžných organických pigmentů se stále používají některé „těžké“ anorganické pigmenty. Některé žluté barvy, např. pro tisk na PVC, mohou obsahovat až 25 % chromanu olovnatého. Některé červené a zelené barvy jsou na bázi olova.

Čistění

Používají se dva rozdílné způsoby čistění: jeden pro odstranění barvy pro opětovné využití síta se stejným šablonovým obrazem a čistění síta (odstranění šablonového obrazu), aby před opětovným použitím bylo možné vytvořit nový obraz.

3.2.1.3 Digitální tisk

Digitální tisk je tisková operace přímo na podklad z digitální informace bez použití filmu nebo zhotovení zvláštního nosiče obrazu. Jedinečným rysem tohoto procesu je, že je možné a ekonomické měnit předlohu nebo její část na každé kopii, čímž se přizpůsobuje sdělení nebo tisk. Tato charakteristika umožňuje značnou pružnost pro malosériovou produkci (10 – 200 kopií) a rychlou obměnu, původně pro černobílý tisk – nyní však i pro barevný tisk. Je ale používán i pro tiskoviny rychle uváděné do oběhu jako jsou katalogy náhradních dílů, kde je zapotřebí rychlé aktualizace údajů.

Jako „barvy“ se v těchto strojích používají kapalné nebo suché tonery. Kapalné tonery jsou všechny dvousložkové systémy, včetně samotného toneru tvořeného pigmentovými částicemi a nosičem, což je těkavé rozpouštědlo jako je ethylacetát, methylethylketon nebo ethyl- a buthyl mléčnan, v němž jsou částice suspendovány. Toner je nanesen na desku a nosná kapalina zůstává v systému. Všechny nosiče zbylé v toneru se odpaří v části stroje, kde probíhá ustalování. Nejmodernější tiskové stroje mají systém pro regeneraci rozpouštědla, které se ve stroji recyklují.

Všechny suché tonery jsou tvořeny základní pryskyřicí, pigmentem, modifikátorem náboje, barvivem a ostatními nutnými přísadami. Často používanými pryskyřicemi jsou styren-akryláty a polyestery, někdy ve směsi. Pryskyřice tvoří tavnou část toneru a jsou pojídlem, které zabezpečuje velikost částic. Pigmentem mohou být v černých tonerech saze, ale v barevných tonerech jsou to často barviva. Odpadem suchých tonerů je v podstatě polymerní prášek. Odpad ze suchých i mokřích tonerů obsahuje papírový prach, kaly plniče nebo elektrostatický prach a vodu.

Digitální komerční inkoustové tiskárny mají šířku od 1 do 10 metrů. Poskytují čtyřbarevný kvalitní tisk o sériích od 1 – 300 kusů. Délka tisku se může měnit od 1 – 30 metrů. Inkoustové tiskárny se používají spíše pro výrobu malých sérií než pro velké série jiných forem tisku. Umožňují tisk na papír, lepenku, plast, textil a kov (včetně kompletních dopravních prostředků jako jsou autobusy, pro inzerci). Běžně jsou to barvy rozpouštědlové, obsahující těkavá rozpouštědla jako methylethyl keton, ethyl a buthyl mléčnan. V poslední době se objevily UV vytvrzované digitální barvy.



Středním typem tisku je postup, kdy je digitální obraz exponován na tiskovou desku umístěnou v tiskovém stroji (nebo v případě vícebarevného tisku několik desek umístěných v řadě). Tyto procesy kombinují přizpůsobivost předlohy (schopnost měnit předlohu podle potřeby) při vytvoření desky, čímž je proces vhodný pro středně velké série (nad skutečně ekonomickou velikost série digitálního tisku, ale pod velikost obvyklého tisku). Tyto tisky používají tytéž běžné tiskové barvy jako archové ofsetové tisky.

3.2.2 Techniky snižování emisí do ovzduší

3.2.2.1 Emise – pružné obaly

V roce 2000 byla v EU-25 hladina emisí NMVOC 127,56 kt (podle modelu RAINS), což představuje 1,2% celkových emisí NMVOC. Celkem bylo v procesu 91,69 kt nezředěné barvy s průměrnou emisí 1,4 kg NMVOC/kg nezředěné barvy.

Emise VOC z dobře provozovaného provozu pro pružné obaly, jsou správně 7,5 až 12,5 % referenčních emisí (vypočtených podle Směrnice o emisích rozpouštědel – SED). Starší provozy, které používají pro zpracování odpadního plynu pouze koncentrovanější zdroje VOC, dosahují referenčních emisí 10 – 25 % referenčních emisí. Nižší hodnoty může být dosaženo intenzivním použitím bezrozpouštědlových produktů. Podobně některé provozy bez zařízení pro snižování emisí mohou dosáhnout méně než 25 % referenční hodnoty emisí, ale v důsledku toho mnohé z nich budou používat více jako 200 tun rozpouštědla za rok.

Celkem je možné rozlišit 29 různých zdrojů emisí. Zahrnují nejenom zdroje fugitivních emisí, ale rovněž některé zdroje emisí z odpadního plynu. Zdroje emisí je možné roztřídit do následujících skupin: tiskový sál (P), spalování odpadů (O pro „oxidiser“), čištění a příprava barvy (I).

Značné emise mohou být způsobené poruchou na sušárnách, bypasech nebo ve vlastním spalovacím zařízení. Totéž platí pro stroje a sušárny, které nejsou připojené ke spalovacímu zařízení, a pro obsah rozpouštědla ve vodou ředitelných barvách. Nejsou uváděny žádné typické hodnoty emisí, ale celkové emise z těchto zdrojů mohou snadno dosahovat několik procent roční spotřeby rozpouštědla.

Je zřejmé, že celkové emise ze všech zdrojů mohou být značně rozdílné. Pokud se nepoužije žádné opatření pro jejich snížení, mohou zcela snadno dosáhnout hodnoty až 25 % spotřeby rozpouštědla. Pokud se použijí všechna možná opatření, může být množství emisí pod 10 % celkové spotřeby.

V případě několik procent emisí vlivem poruch a obsahu rozpouštědla ve vodou ředitelných barvách, lze očekávat, že se budou emise ve většině provozů měnit v rozsahu 30 až 10 %.

Aby se udržely celkové emise pod 10 % spotřeby rozpouštědla, je nezbytné uskutečnit všechna nebo většinu z následujících opatření:

- zabránit poruchám na spalovacím zařízení, bypasech, sušárnách, atd.,
- vést odpadní plyn ze sušáren automaticky a vždy při nastavování rychlosti,
- připojit odsávání z automatických myček do spalovacího zařízení,
- snížit emise při odpařování z nádrží na barvy během výroby,
- vyvarovat se používání rozpouštědlových výrobků na strojích, které nejsou připojeny na zařízení pro snížení emisí,



- snížit zbytkové rozpouštědlo v tiskovinách, které nejsou určeny jako obaly pro potraviny,
- snížit použití těkavých rozpouštědel pro čištění podlah.

Barvy

U vodou ředitelných barev vznikají emise 0,5 – 1,0 % amoniaku na kg vstupní barvy. V průměru obsahují vodou ředitelné barvy 0 – 10 % organického rozpouštědla (ethanol nebo IPA), které nakonec přechází do emisí. Z UV-barev nevznikají žádné emise.

Čištění

Z čištění vznikají fugitivní emise, jejichž množství závisí na způsobu manipulace.

Zpracování odpadního plynu

Moderní regenerační spalovací zařízení může pracovat bez přísunu paliva (autotermický provoz), pokud zpracováváný vzduch obsahuje alespoň 1 g/m³ rozpouštědla. Při vyšších koncentracích však spalovací proces může produkovat přebytek tepla, které je regenerováno a využíváno ve výrobních procesech. Průměrná koncentrace rozpouštědla od 4 do 6 g/m³, ale také může být nižší, je ve flexotiskových provozech pro potisk obalů, kde je tok vzduchu optimalizován, a velké množství tisku je se 100% pokrytím (jako je bílá barva, lepidla a laky).

Se spalovacími procesy je možné dosáhnout emisní limity < 100 mgC/Nm³, často 20 – 50 mgC/Nm³.

Používá se i adsorpce, třebaže v menším rozsahu. U pružných obalů se stále méně používá desorpce horkou parou. V současné době je obvyklá desorpce inertním plynem. U odpadních plynů o koncentraci 50 – 150 mgC/m³ je účinnost regenerace obvykle od 95 do 95,5 %.

3.2.2.2 Vodou ředitelné barvy

Vodou ředitelné barvy obsahují snížené množství rozpouštědel. Běžné vodou ředitelné barvy závisí na poměrně vysoké schopnosti kyselých pryskyřic dispergovat se ve vodě. Barvy vyvinuté v poslední době jsou na bázi ve vodě dispergovaných polyesterových pryskyřic (ty nepotřebují k udržení dispergačních vlastností neutralizační činidla jako je amoniak nebo aminy a vyhovují požadavkům na flexotisk).

Barvy připravené k tisku pro flexotisk obalů obsahují okolo 80 % rozpouštědel. Vždy jsou to směsi několika rozpouštědel např. ethanolu nebo ethylacetátu. Náhradou za vodou ředitelné barvy se dá docílit význačných snížení emisí rozpouštědel, zejména fugitivních emisí. Avšak většina provozů pro flexotisk obalů je vybavena systémy pro snížení odpadního plynu. V tomto případě se dosáhne zřetelně menšího snížení emisí rozpouštědel. Tam, kde se odpadní plyny účinně zpracovávají a kde se zamezuje fugitivním emisím, dosáhne se přechodem na vodou ředitelné barvy malého dalšího přínosu.

Čištění vodou ředitelných barev může být prováděno vodou, dokud nejsou barvy nebo laky zaschlé.

Vodou ředitelné barvy mohou vyžadovat pro sušení mnoho energie. Celková spotřeba energie pro provoz však bude snížena, protože nebude potřeba provozovat systém zpracování odpadního plynu.



Pro potisk papírových balících materiálů flexotiskem je možné s úspěchem používat vodou ředitelné barvy. Jednoduché plastické obaly jako tašky na nákup, odpady, tašky na pečivo a tašky na těžké předměty jsou rovněž úspěšně potiskovány flexotiskem vodou ředitelnými barvami. Kvalita tisku se zvýší použitím keramických „aniloxových“ válečků.

Přechod z rozpouštědlových barev na vodou ředitelné barvy ve flexotisku obalů obvykle vyžaduje při potisku plastů různou předúpravu potiskovaného materiálu a vždy nové tiskové desky a válečky.

Vodou ředitelné barvy (nikoliv však laky) jsou úspěšně aplikovány při flexotisku obalů, např. při potisku papírových sáčků, plastových odpadních pytlů a nákupních tašek. Avšak i v těchto procesech je ve zvláštních případech potřeba používat tradiční barvy, např. pro dosažení fluorescenčního efektu, pro zlaté nebo stříbrné barvy nebo tam, kde je zapotřebí dosáhnout vysokého lesku.

Kde na stávajících tiskárnách používají vodou ředitelné produkty (barvy, laky atd.), často mají sušicí systémy nedostatečnou kapacitu. Tím je na stávajících provozech omezena možnost jejich použití.

Ve všech tiskových procesech je pro změnu rozpouštědlových barev za vodou ředitelné barvy zapotřebí vysokých nákladů. Pro nové tiskové stroje jsou investiční náklady na zavedení vodou ředitelných barev přibližně stejné jako pro rozpouštědlové barvy. Dodatečné vybavení v případě zvýšení kapacit sušáren může být značně nákladné.

Vzhledem k tomu, že vodou ředitelné barvy jsou více pigmentovány, je jich zapotřebí méně. Provozní náklady na m² potiskovaného materiálu budou obecně poněkud nižší než náklady na rozpouštědlové barvy.

Mohou vzniknout značné úspory, jestliže při použití vodou ředitelných barev je možné udržet rychlost tisku a jeho přizpůsobivost, nevzniknou náklady na zařízení pro snížení a další náklady související s rozpouštědly.

Při flexotisku obalů budou celkové provozní náklady na potisk 1 m² tiskoviny obecně poněkud vyšší než náklady při použití rozpouštědlových barev.

3.2.2.3 Zpracování odpadního plynu – zakrytování/uzavření

Ve flexotisku jsou sušky vždy uzavřené. Aby neunikala vzdušina obsahující rozpouštědla do prostoru tiskárny, jsou podtlakové. Tím je vždy z prostoru tiskárny odtahována pouze část (často okolo 20 %) přiváděné vzdušiny. Odpadní plyny jsou odváděny komínem nebo do zařízení pro snížení odpadního plynu.

Rozpouštědla se nevypařují pouze ze sušek, ale mohou se rovněž vypařovat ze zásobníků barev, zařízení pro nastavení viskosity, kontejnerů, atd. Z bezpečnostních a zdravotních důvodů musejí být tato rozpouštědla odtahována v příslušném místě, tak, aby nebyly překročeny expoziční limity pro obsluhu (OEL).

Lokální odtahy nejsou běžně vedeny do zařízení na snižování odpadního plynu, protože obsahují nízkou koncentraci rozpouštědel.



Zakrytování nebo uzavření snižuje objem odsávané vzdušiny a tudíž se zmenšují velikosti odsávacích ventilátorů a množství odsávaného plynu pro úpravu, jestliže je používáno.

Zmenšení emisí rozpouštědla. Emise z myček mohou tvořit několik procent z celkové spotřeby rozpouštědla.

Je zapotřebí zajistit bezpečnost. V době, kdy je nejvyšší koncentrace rozpouštědla v odsávané vzdušině z praček, je zapotřebí vzdušinu zředit odpadními plyny z výrobního zařízení nebo odjinud, aby se zabránilo explozím.

Automatické pračky je zapotřebí před vykládkou odvětrat. Během několika minut obsahuje poměrně malé množství vzdušiny (několik tisícín m^3/h) velké množství par rozpouštědla. Tato vzdušina je vedena do zařízení pro snížení odpadního plynu.

Běžně se používá u sušek a je široce používané u nádrží na barvy u nově instalovaných tiskových strojů. Dodatečné vybavení není možné (řízení strojů je zapotřebí plně automatizovat).

3.2.2.4 Odsávání a zpracování vzdušiny z tiskových strojů a jiných výrobních prostor

Emise rozpouštědel z tiskárenských strojů, jako jsou nádrže na barvy, laky a lepidla, odvětrání z automatických čistících zařízení a vzdušina zachycená v suškách, jsou odsávány místně a následně zpracovávány.

Může být zavedeno:

- zakrytování strojů pro lakování a laminování a odsávání zakrytého prostoru přes sušárny spíše než lokální odsávání,
- vedení lokálních odtahů z výrobního zařízení do zařízení zpracujícího emise,
- záchyt a zpracování fugitivní emise ze zásobníků barev. To sníží potřebu lokálního odsávání z otevřených prostor,
- instalace a používání komorových stíracích nožů,
- vedení odtahů z praček do zařízení zpracujícího emise.

Sníží se emise VOC. Zajišťuje zachycení a zpracování fugitivních emisí ze zásobníků barev a praček.

Automatické pračky je zapotřebí před vykládkou odvětrat. Toto odvětrání často není vedeno do zařízení na snižování emisí.

Odsávání vyžaduje energii, avšak lokální odsávání se provádí proto, aby se zabránilo vysokým expozičním limitům v pracovním prostředí. Problémem je, zda odtahovaný vzduch přivádět nebo nepřivádět do zařízení pro zpracování odpadního plynu (obvykle spalovací zařízení). V kladném případě může být zapotřebí větší kapacita spalovacího zařízení. Rovněž musí být mnohem větší hlavní ventilátor spalovacího zařízení. Tím se skutečně podstatně zvětší nároky na potřebnou energii. Zvýšený přítok vzdušiny s nízkým obsahem rozpouštědla zvýší množství podpurného paliva nutného pro spalovací zařízení.

Není možné zavést pro stávající flexotiskové stroje vybavené centrálním tlakovým válcem.



Odsávané automatické pračky se běžně používají tam, kde bylo spalování nově zařazeno. Obvykle není možné použít tam, kde se regenerují rozpouštědla pro opětovné použití, jelikož regenerovaná rozpouštědla se používají pro čištění a nemohou být opětovně používána do barev, laků nebo lepidel.

3.2.3 Dosahované emisní úrovně

Pro jiné tiskařské činnosti s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok je v REZZO 2014 uvedeno celkem 136 zdrojů. Emisní koncentrace VOC byly statisticky zpracovány.

Emisní koncentrace VOC (mg/m ³)	
MIN emisní koncentrace	0,5
MAX emisní koncentrace	47,6
průměrná dosahovaná koncentrace	21,3
medián emisních koncentrací	20,0
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,6
10. nejmenší koncentrace*	6,40
10. největší koncentrace**	40,00
75% kvartil emisních koncentrací***	32,55
95% percentil emisních koncentrací****	44,82

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.



3.3 Odmašťování a čištění povrchů prostředky s obsahem těkavých organických látek, které jsou klasifikovány jako karcinogenní, mutagenní a toxické pro reprodukci, s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,01 t/rok; odmašťování a čištění povrchů prostředky s obsahem těkavých organických látek, které jsou klasifikovány jako halogenované, s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,1 t/rok (kód 9.5.)

Odmašťování rozpouštědly znamená obvykle použití chlorovaných uhlovodíků (CHC), alkoholů, terpenů, ketonů, lakového benzínu nebo uhlovodíků. CHC jsou používány vzhledem k jejich dobré odmašťovací účinnosti a universálnímu použití, rychlému vysychání a nehořlavosti, ale je jejich používání omežováno předpisy na ochranu zdraví a životního prostředí. Všechna rozpouštědla ovlivňují centrální nervovou soustavu a jejich používání je nutné kontrolovat.

3.3.1 Používané techniky a postupy

Používají se dva způsoby odmašťování:

- **odmašťování za studena:** Díly a/nebo polotovary jsou ponořeny do rozpouštědla nebo jsou čištěny v proudu rozpouštědla. V některých případech je rozpouštědlo přečerpáváno tak, že se odebírá těsně pod úrovní hladiny v zásobní nádrži. Na dně nádrže se hromadí nečistoty. Nádrž je pravidelně čištěna.
- **odmašťování v parách:** Rozpouštědlo se odpaří z vestavěné nádrže a studené díly jsou vloženy do par. Na povrchu dílů páry zkondenzují, rozpustí mastnotu, odkapou a povrch dílů zůstane čistý a suchý. Většina běžných rozpouštědel jsou chlorované uhlovodíky. Protože jejich páry jsou těžší než vzduch, zůstávají v nádrži. Lze použít i uhlovodíky.

Výběr rozpouštědla závisí na řadě faktorů, zahrnujících čištěný podklad, typ oleje nebo mastnoty, které mají být odstraněny, předcházející způsob opracování a požadovanou čistotu povrchu. Chlorované etany a etylény napadají hliník a nemohou být ve styku s povrchy, nádržemi, válci apod. vyrobenými z hliníku. Dichloretyany nesmí být za žádných okolností ve styku s mědí, protože mohou vznikat výbušné acetylidy.

Chlorovaná rozpouštědla nejsou hořlavými. Ketony a lakový benzín lze použít, ale jedná se o hořlaviny. Z řady rozpouštědel, která rychle vysychají z povrchu dílů, mají vyšší uhlovodíky s úzkým destilačním rozpětím nejvyšší bod vzplanutí.

Některé uhlovodíky jsou zařazeny jako možné karcinogenní látky a jsou nebezpečné z hlediska znečištění vod a emisí do ovzduší, a proto je jejich používání výrazně omezeno. Většina ostatních rozpouštědel nejsou hořlaviny nebo se za běžných podmínek neodpařují.

3.3.2 Techniky snižování emisí do ovzduší

Z povrchu kovového nebo plastového podkladu se odstraňuje olej, mastnoty a nečistoty rozpouštědly. To se provádí obvykle ponorem do nádoby s rozpouštědlem nebo v parách rozpouštědla. Tyto nádoby mohou být otevřené nebo uzavřené a mohou být používány současně s ultrazvukovými systémy.

Časté použití pokud je slučitelné s materiály. Tyto procesy se nepoužívají při vytváření povlaků na dřevě a nábytku, protože nejsou nezbytné a odstraňují oleje ze dřeva.



Pro odmašťování je BAT, po dohodě se zákazníky, minimalizovat používání maziv nebo olejů, a/nebo odstranit přebytečný olej fyzikálními technikami. BAT je náhrada odmašťování rozpouštědly jinými technikami, obvykle na bázi vodných roztoků, s výjimkou případů, kdy by tyto techniky mohly poškodit podkladový materiál. Při používání vodných odmašťovacích roztoků je BAT snížení množství používaných chemikálií a energie prodloužením životnosti lázní jejich údržbou nebo regenerací.

Pokud je při této činnosti dosaženo prahové projektované spotřeby organických rozpouštědel uvedené ve vyhlášce č. 415/2012 Sb., pak nesmí být tato činnost prováděna mimo zařízení, která jsou vybavena systémem zachytu par s recyklací organických rozpouštědel.

Pro omezování emisí VOC je třeba realizovat odpovídající systémy – zakrytování, odvádění, ventilace, případně koncové čištění. Koncové techniky k omezování, případně odstraňování emisí VOC, které jsou využitelné také pro výše uvedené techniky a postupy, jsou uvedeny v kapitole 4.

3.3.3 Dosahované emisní úrovně

Pro odmašťování a čištění povrchů prostředky s obsahem těkavých organických látek, které jsou klasifikovány jako karcinogenní, mutagenní a toxické pro reprodukci, s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,01 t/rok; odmašťování a čištění povrchů prostředky s obsahem těkavých organických látek, které jsou klasifikovány jako halogenované, s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,1 t/rok je v REZZO 2014 uvedeno celkem 58 zdrojů. Emisní koncentrace VOC byly statisticky zpracovány.

Emisní koncentrace VOC (mg/m ³)	
MIN emisní koncentrace	1,9
MAX emisní koncentrace	74,0
průměrná dosahovaná koncentrace	18,4
medián emisních koncentrací	11,9
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,8
10. nejmenší koncentrace*	5,00
10. největší koncentrace**	17,70
75% kvartil emisních koncentrací***	17,70
95% percentil emisních koncentrací****	56,41

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykazalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykazalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.



3.4 Odmašťování a čištění povrchů prostředky s obsahem těkavých organických látek, které nejsou uvedeny pod kódem 9.5. s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.6.)

Odmašťování rozpouštědly znamená obvykle použití chlorovaných uhlovodíků (CHC), alkoholů, terpenů, ketonů, lakového benzínu nebo uhlovodíků. CHC jsou používány vzhledem k jejich dobré odmašťovací účinnosti a universálnímu použití, rychlému vysychání a nehořlavosti, ale je jejich používání omezovalo předpisy na ochranu zdraví a životního prostředí. Všechna rozpouštědla ovlivňují centrální nervovou soustavu a jejich používání je nutné kontrolovat.

3.4.1 Používané techniky a postupy

Používají se dva způsoby odmašťování:

- **odmašťování za studena:** Díly a/nebo polotovary jsou ponořeny do rozpouštědla nebo jsou čištěny v proudu rozpouštědla. V některých případech je rozpouštědlo přečerpáváno tak, že se odebírá těsně pod úrovní hladiny v zásobní nádrži. Na dně nádrže se hromadí nečistoty. Nádrž je pravidelně čištěna.
- **odmašťování v parách:** Rozpouštědlo se odpaří z vestavěné nádrže a studené díly jsou vloženy do par. Na povrchu dílů páry zkondenzují, rozpustí mastnotu, odkapou a povrch dílů zůstane čistý a suchý. Většina běžných rozpouštědel jsou chlorované uhlovodíky. Protože jejich páry jsou těžší než vzduch, zůstávají v nádrži. Lze použít i uhlovodíky.

Výběr rozpouštědla závisí na řadě faktorů, zahrnujících čištění podklad, typ oleje nebo mastnoty, které mají být odstraněny, předcházející způsob opracování a požadovanou čistotu povrchu. Chlorované etany a etylény napadají hliník a nemohou být ve styku s povrchy, nádržemi, válci apod. vyrobenými z hliníku. Dichloretyany nesmí být za žádných okolností ve styku s mědí, protože mohou vznikat výbušné acetylidy.

Chlorovaná rozpouštědla nejsou hořlavými. Ketony a lakový benzín lze použít, ale jedná se o hořlaviny. Z řady rozpouštědel, která rychle vysychají z povrchu dílů, mají vyšší uhlovodíky s úzkým destilačním rozpětím nejvyšší bod vzplanutí.

Některé uhlovodíky jsou zařazeny jako možné karcinogenní látky a jsou nebezpečné z hlediska znečištění vod a emisí do ovzduší, a proto je jejich používání výrazně omezeno. Většina ostatních rozpouštědel nejsou hořlavými nebo se za běžných podmínek neodpařují.

3.4.2 Techniky snižování emisí do ovzduší

Z povrchu kovového nebo plastového podkladu se odstraňuje olej, mastnoty a nečistoty rozpouštědly. To se provádí obvykle ponorem do nádoby s rozpouštědlem nebo v parách rozpouštědla. Tyto nádoby mohou být otevřené nebo uzavřené a mohou být používány současně s ultrazvukovými systémy.

Časté použití pokud je slučitelné s materiály. Tyto procesy se nepoužívají při vytváření povlaků na dřevě a nábytku, protože nejsou nezbytné a odstraňují oleje ze dřeva.



Pro odmašťování je BAT, po dohodě se zákazníky, minimalizovat používání maziv nebo olejů, a/nebo odstranit přebytečný olej fyzikálními technikami. BAT je náhrada odmašťování rozpouštědly jinými technikami, obvykle na bázi vodných roztoků, s výjimkou případů, kdy by tyto techniky mohly poškodit podkladový materiál. Při používání vodných odmašťovacích roztoků je BAT snížení množství používaných chemikálií a energie prodloužením životnosti lázní jejich údržbou nebo regenerací.

Pro omezování emisí VOC je třeba realizovat odpovídající systémy – zakrytování, odvádění, ventilace, případně koncové čištění. Koncové techniky k omezování, případně odstraňování emisí VOC, které jsou využitelné také pro výše uvedené techniky a postupy, jsou uvedeny v kapitole 4.

3.4.3 Dosahované emisní úrovně

Pro odmašťování a čištění povrchů prostředky s obsahem těkavých organických látek, které nejsou uvedeny pod kódem 9.5. s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok je v REZZO 2014 uvedeno celkem 320 zdrojů. Emisní koncentrace VOC byly statisticky zpracovány.

Emisní koncentrace VOC (mg/m ³)	
MIN emisní koncentrace	0,1
MAX emisní koncentrace	109,3
průměrná dosahovaná koncentrace	22,2
medián emisních koncentrací	15,5
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,6
10. nejmenší koncentrace*	4,00
10. největší koncentrace**	46,30
75% kvartil emisních koncentrací***	33,00
95% percentil emisních koncentrací****	54,99

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.



3.5 Chemické čištění (kód 9.7.)

3.5.1 Používané techniky a postupy

3.5.1.1 Obecné principy čištění

Volba techniky a/nebo rozpouštědla. Použitá technika a/nebo rozpouštědlo musí být:

- schopné dosáhnout čistoty požadované v procesu;
- kompatibilní se součástmi, které se čistí (ať již jsou to podklady, obrobky nebo části zařízení);
- kompatibilní s procesem a povrchovými úpravami. Např. při potisku pružných obalů je nutné, aby byla vysušena všechna rozpouštědla před přidavkem nových barev. V ostatních činnostech, mohou být čisticí systémy s procesem kompatibilní a vysoušení nemusí být zapotřebí;
- schopné snížit emise rozpouštědel a/nebo minimalizovat tvorbu troposférického ozonu;
- vzít v úvahu čas, který je k dispozici. V některých případech je čas určený pro čištění omezen; jinak je možné použít čisticí systémy, které trvají delší dobu.

Výběr správného čisticího systému může snížit emise rozpouštědla a/nebo tvorbu troposférického ozonu.

3.5.1.2 Tradiční čištění rozpouštědly

Čištění rozpouštědly je možné provádět při pokojové teplotě nebo zatepla.

Čištění při pokojové teplotě je možné provádět ručně (s hadry, kartáči, postřikem nebo „proudovým“ způsobem) s rozpouštědly o nízké toxicitě v otevřených lázních nebo v zakrytých systémech.

Čištění s horkými rozpouštědly se provádí v uzavřených nebo v částečně uzavřených nádobách. Riziko vzplanutí je zapotřebí přiměřeně eliminovat tím, že se pracuje pod bodem vzplanutí nebo v inertní atmosféře.

3.5.1.3 Vodou ředitelné čisticí prostředky

Součásti nebo díly se mohou čistit v nádržích za použití techniky s vodou ředitelnými čisticími nebo odmašťovacími prostředky, založenými na systémech detergentů. Tyto systémy se rovněž používají pro čištění podkladů nebo upravovaných dílů pro vodou ředitelné techniky. Používá se řada chemických systémů, založených na kombinaci detergentů s alkáliemi a dalšími látkami, v závislosti na podkladech a materiálech, které mají být odstraněny.

3.5.1.4 Ruční čištění

K čištění se používají rozpouštědla nebo vodní systémy s detergenty. Mechanické tření, škrábání nebo drhnutí se provádí kartáči, hadry, brusnými tampony, ručním nářadím atd. v závislosti na odolnosti znečištění. Rozpouštědlo se nanáší hadrem nebo kartáčem z malého zdroje (např. nádoby), jímky nebo postřikem (ze zásobníku) nebo v otevřených lázních. Mohou se používat hadry napuštěné rozpouštědly.



3.5.1.5 Chemické čištění oděvů

Chemické čištění je jakýkoli proces čištění oděvů a textilií za použití chemického rozpouštědla jiného než vody. Nejčastěji používanou látkou je rozpouštědlo tetrachloretylen (perchloretylen). Tato látka se používá k čištění jemných tkanin, které jsou příliš choulostivé na praní v pračce, tetrachloretylen také může nahradit ruční praní.

Stroj pro chemické čištění je podobný kombinaci domácí pračky a sušičky. Oděvy jsou umístěny v prací nebo extrakční komoře (dále jako „koš“ nebo „buben“), který tvoří jádro zařízení. Mycí komora obsahuje horizontální, perforovaný buben, který se otáčí uvnitř vnějšího pláště. Plášť drží rozpouštědlo, zatímco v otáčejícím bubnu je umístěno prádlo. Kapacita koše se pohybuje mezi 10 a 40 kg.

Během pracího cyklu je komora naplněna přibližně z jedné třetiny rozpouštědlem, otáčením se promíchává oděv. Teplota rozpouštědla se udržuje na 30 °C, při vyšší teplotě může dojít k jeho poškození. Během pracího cyklu se rozpouštědlo v komoře (obecně známé jako „klec“) vede přes filtrační komory a pak se vrací zpět do „klece“. Tento cyklus pokračuje po celou dobu praní. Rozpouštědlo je poté odvedeno do destilační jednotky, složené z kotle a kondenzátoru. Kondenzované rozpouštědlo se zavádí do separační jednotky, kde je jakákoli zbývající voda oddělena od rozpouštědla a následně se přivádí do „čisté nádrže“ pro rozpouštědla.

V průběhu sušení se oděvy suší v proudu teplého vzduchu (60 – 63 °C), který cirkuluje přes koš, čímž se odpařují stopy zbylých rozpouštědel po odstředování. Teplota vzduchu je řízena tak, aby se zabránilo poškození oděvů. Vyčerpaný teplý vzduch ze zařízení prochází přes chladič jednotku, kde páry rozpouštědla kondenzují a vrací se do destilované nádrže rozpouštědla. Moderní stroje chemického čištění používají systém uzavřené smyčky, ve kterém se ochlazený vzduch znovu ohřeje a recirkuluje. To má za následek vysokou míru obnovy rozpouštědla a snížení znečištění ovzduší. V minulosti chemické čistírny uvolňovaly velká množství perchloretylenu do ovzduší, protože byl považován za levný a neškodný.

Po sušení je cyklus kompletní. Deodorační (provzdušňovací) cyklus chladí oděvy a odstraňuje poslední stopy rozpouštědla, chladný venkovní vzduch cirkuluje přes oděvy, a pak přes výparní regenerační filtr vyrobený z aktivního uhlí a polymerních pryskyřic. Po provzdušňovacím cyklu jsou oděvy čisté.

Další používaná rozpouštědla:

- Glykoletery (např. Rynex) jsou v mnoha případech účinnější než perchloretylen a ve všech případech šetrnější k životnímu prostředí.) V současné době jsou pro komerční využití vhodnější dipropylenglykoltetrbutyleter (DPTB) další glykoleterová rozpouštědla než perchloretylen. Výhodou vodných roztoků DPTB produktu Rynex je to, že se nechovají jako typické směsi, ale spíše jako jedna látka. To mj. zvyšuje čištění za použití běžných destilačních technik.
- Procesy používající uhlovodíková rozpouštědla na ropné bázi jsou méně agresivní než perchloretylen a vyžadují delší čistící cyklus.
- Bromovaná rozpouštědla umožňují rychlejší čištění při nižších teplotách a rychlejší sušení. Proto jsou využívána jako nová alternativa k nebezpečným rozpouštědlům používaným v minulosti.



3.5.2 Techniky snižování emisí do ovzduší

3.5.2.1 Ruční čištění

Emise rozpouštědel mohou být řízeny:

- omezením množství rozpouštědla (např. měřením nebo omezením používaného množství v konvi, použitím předem impregnovaných utěrek, atd.);
- použitím těkavých rozpouštědel ručně a okamžité přelití použitého rozpouštědla do uzavřené nádoby. V pracovním prostoru, v blízkosti čistěného předmětu, nesmí být žádný nezakrytý povrch tekutého rozpouštědla. Tím se rovněž snižuje expozice obsluhy. K dispozici je vybavení, které se skládá z uzavřeného sudu s rozpouštědlem, které může být čerpáno v případě potřeby přes stáčecí trubici nebo stříkáno na čistěný předmět v částečně uzavřeném pracovním prostoru nad sudem. Přebytek rozpouštědla stéká zpět do sudu (přes hrubé filtry). Rozpouštědlo se čerpá z jeho povrchu, což umožňuje usazování nečistot. Pokud není možné rozpouštědlo dále používat, může se recyklovat;
- použitím méně toxických rozpouštědel, které mají vysoký bod vzplanutí, vysoký bod varu, nebo nízký potenciál tvorby ozonu.

3.5.2.2 Chemické čištění oděvů

Pro snížení expozice rozpouštědel chemického čištění by měl být zvolen komplexní přístup – kontrola, technická opatření, pracovní postupy a osobní ochrana. Technická opatření jsou preferovaným a nejefektivnějším způsobem kontroly.

Existují technologie, které umožňují snížit expozici perchloretylenu v chemickém čištění. Alternativní čisticí média, jako například mokré čištění a suché čištění rozpouštědly na bázi ropy, jsou efektivní. Oděvy chemicky vyčištěné použitím perchloretylenu mohou být vyčištěny také mokrým čištěním při kontrole poškození textilie a smrštění.

Pokud je to možné, chemické čistírny by se měly nacházet v samostatně stojících budovách, aby se snížilo riziko znečištění přilehlých bytových domů nebo obchody s potravinami.

V samotných čistírnách by stroje na chemické čištění měly být izolovány od ostatních oblastí činnosti. Vzhledem k tomu, že většina emisí perchloretylenu vznikají na stroji, izolace zaměstnanců od strojů chemického čištění sníží expozici.

Správná údržba je důležitá pro snížení expozice a zvýšení životnosti a výkonu stroje. Údržba by měla být provedena správně, aby se zabránilo narušení chodu stroje, což vede ke zvýšení expozice rozpouštědel. Pro snížení expozice rozpouštědel je důležité zajištění systémů rekuperace par v dobrém provozním stavu a kontrola kapalných a plyných úniků na potrubí a na stroji.

Pracovníci by měli nosit osobní ochranné prostředky (rukavice, brýle, respirátory), které zabrání působení perchloretylenu při činnostech údržby.

Správné větrání v čistírně reguluje pracovní expozici perchloretylenu. Řízené větrání by mělo být dosaženo tím, že se zachytí a odstraní znečištění přímo u zdroje (místní větrání) nebo dojde ke zředění koncentrace znečištění, než dosáhne dýchací zóny pracovníka (obecná ventilace). Místní větrání by mělo být použito v čistírnách chemického čištění ke snížení expozice pracovníků při strojní nakládce a vykládce a při provádění údržby. Stroje chemického čištění s integrovaným výfukovým systémem



by měly vést do zařízení obsahujícího aktivní uhlí za účelem zpětného získání par rozpouštědel. Celkové větrání by mělo být použito pro přidání čerstvého vzduchu nebo odvádění vzduchu. K úplné výměně vzduchu by mělo docházet v pracovní místnosti každých 5 minut.

Koncové techniky k omezování, případně odstraňování emisí VOC, které jsou využitelné také pro výše uvedené techniky a postupy, jsou uvedeny v kapitole 4.

3.5.3 Dosahované emisní úrovně

Pro chemické čištění je v REZZO 2014 uvedeno celkem 186 zdrojů. Emisní koncentrace VOC byly statisticky zpracovány.

Emisní koncentrace VOC (mg/m ³)	
MIN emisní koncentrace	1,1
MAX emisní koncentrace	7368,5
průměrná dosahovaná koncentrace	2259,2
medián emisních koncentrací	833,5
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,7
75% kvartil emisních koncentrací***	3012,13
95% percentil emisních koncentrací****	6497,23

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykazalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykazalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.



3.6 Aplikace nátěrových hmot, včetně kataforetického nanášení, nespádají-li pod činnosti uvedené v bodech 9.9. až 9.14., s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.8.)

Kovy a plasty jsou upravovány, aby se změnily jejich povrchové vlastnosti: dekorační a odrazové, zvýšila se tvrdost a odolnost k oděru, zajistila se korozní ochrana a jako základ ke zvýšení přilnavosti dalších úprav jako je nanášení nátěrových hmot nebo fotocitlivých povlaků pro tisk. Plasty, které jsou levnější materiál a snadněji se odlévají nebo lisují, si uchovávají své vlastnosti, jako jsou izolační vlastnosti a pružnost, zatímco povrch může získat vlastnosti, jaké mají kovy.

Průmysl povrchových úprav kovů a plastů má významnou úlohu v prodloužení životnosti kovů, např. automobilových karoserií a konstrukčních materiálů.

Všechny povrchové úpravy, s několika výjimkami, vyžadují nějaké předúpravy (např. odmaštění), dále následuje minimálně jedna hlavní činnost (např. nanášení nátěrových hmot) a konečně sušení. Všechny procesy byly vyvinuty pro díly zavěšené na rámech nebo závěsech; některé procesy jsou také prováděny na dílech v rotujících bubnech, a několik procesů povrchových úprav se provádí na svitcích nebo páscech podkladového materiálu.

3.6.1 Používané techniky a postupy

3.6.1.1 Povrchové úpravy zemědělských a stavebních strojů

Běžné problémy všech typů povrchových úprav zemědělských a dalších strojů:

- složitě a objemně trojrozměrné předměty,
- relativně silné kovové pláty, které jsou zpracovány řezáním laserem, svářením, atd.,
- nutnost předúprav za účelem zpracování hrubých hran, zbytků, rzi a oleje na kovových površích,
- rozmanité podklady (ocel, litý kov, dřevo, termoplasty, duroplasty, plasty zpevněné vlákny, prefabrikované části),
- možnost vzduchového, air-mix a bezvzduchového (airless) nanášení, elektrostatického nanášení, ponorem, nebo/a elektroforetickým nanášením,
- omezené podmínky vypalování kvůli hmotnosti nebo prefabrikaci částí citlivých na teplo,
- jedna hlavní barva vrchního laku (typická pro značku) a několik málo dalších barev (design),
- jednovrstvé nebo dvouvrstvé systémy (plnič plus vrchní lak na viditelné vnější povrchy, nebo jednovrstvé vrchní laky),
- vysoká kvalita provedení protikoroze ochrany (hrany), lesk a stálobarevnost, chemickou odolnost, přilnavost, atd.

Ve střední Evropě zahrnuje typický proces pro velké stroje s vlastním pohonem (kombajny, sázecí a sklízecí stroje brambor) elektroforetické nanášení (jednovrstvý anodický nebo katodický plnič) a aplikaci vrchní nátěrové hmoty (dvousložkové vysokosušinné rozpouštědlové, aplikované stříkáním na některé plochy povrchu, nebo vrchní nátěrová hmota vodou ředitelná aplikovaná ponorem).

Plniče a jednovrstvé vrchní nátěrové hmoty musí pokrýt všechny části strojů. Díky složité struktuře předmětů je preferovaným postupem ponor částí před smontováním, který může být automatizován.



Pokud z důvodu nízké kapacity nejsou k dispozici zařízení, která jsou z hlediska investic neúnosná, je přípustná aplikace stříkáním s některými nedostatky v kvalitě. Pro vnější povrchy se používá elektrostatické nanášení.

Nové technologie

Plnič: pro stříkání: dvousložkový, rozpouštědlový nebo vodou ředitelný na bázi epoxidu; nebo pro konvenční nebo elektroforetické nanášení: vodou ředitelné povlaky; pryskyřice jsou hlavně polybutadien (anaforetický povlak) nebo epoxid.

Jednovrstvý vrchní povlak: pro konvenční a elektroforetické nanášení jsou k dispozici vodou ředitelné povlaky; pryskyřice jsou zejména akrylátové z důvodu požadavku UV stability.

Vrchní laky: pro stříkání: isokyanáty tvrzené akrylátem/polyesterem (střední obsah sušiny, vysokosušinné, nebo vodou ředitelné) nebo jednosložkové akryláty (vodou ředitelné, vypalovací vysokou teplotou); pro tradiční ponorové nanášení: polyesterové nebo akrylátové povlaky (vodou ředitelné). Úspěšně jsou používány práškové povlaky.

Obvykle se používá pouze jednobarevný plnič a maximálně čtyři barvy vrchního povlaku. Technicky a ekonomicky výhodné jsou míchací stroje pro dvousložkové nátěrové hmoty a to jak pro epoxidový plnič, tak pro isokyanáty tvrzené vrchní laky.

3.6.1.2 Povrchové úprava dalších kovových povrchů

Řada kovových povrchů je povrchově upravována z důvodů protikorozní ochrany a/nebo dekorativních. Jedná se o konečné výrobky (např. čisticí stroje) nebo jednotlivé díly, které jsou součástmi dalších výrobků, např. motorové bloky pro automobily. Nejsou zde detailně uvedeny jednotlivé typy výrobků, ale pouze příklady:

- kovový nábytek, např. nábytek a zařízení pro kanceláře, nemocnice, atd.,
- zařízení pro domácnost, např. bílá technika: lednice, pračky, atd.,
- strojírenské výrobky, součásti, skříně, např. transformátorové skříně,
- automobilové součásti, např. bloky motorů, součásti stěračů, chladiče, brzdové destičky, hliníkové rámy,
- konstrukční prvky, např. obkladové panely, rámy dveří a oken, topná tělesa, radiátory.

Toto je skupina činností zařazená v SED mezi „ostatní povlaky“.

3.6.1.3 Povrchové úpravy plastových výrobků

Obecně musí být do průmyslového procesu lakování plastových výrobků zařazeny tři postupy:

- příprava povrchu,
- složení nátěrového systému,
- systém povlaku a způsoby nanášení.

Příprava povrchu

Před povrchovou úpravou musí být provedena předúprava povrchu např. pro zvýšení přilnavosti povrchu (zvláště při nanášení vodou ředitelných systémů), pro aktivaci povrchu, pro zvýšení elektrické vodivosti povrchu (např. při použití elektrostatických způsobů nanášení) nebo pro snížení vad povrchu, např. vytvořených pronikáním jednotlivých složek plastu. Obvyklý způsob předúpravy zahrnuje chemické předúpravy v lázni; úpravu plamenem, plasmové procesy; metodu elektrického výboje



(korona techniky), a fluoridizaci, která poskytuje výhody jednvrstvého povlaku a umožňuje delší dobu skladování dílů před následným lakováním.

Složení nátěrového systému

V závislosti na specifických požadavcích mohou být nutné dvě, tři nebo čtyři vrstvy nátěru. Podle typu plastového materiálu může být také nejprve nanášen podkladový nátěr. Na povrch zvláště problematických plastů, jako je polypropylen je nutné nanášet dodatečný základní nátěr. Pro měkčené PVC nebo měkčenou PUR pěnu je potřeba nanést isolační nebo inhibující podkladový nátěr k zamezení migrace změkčovadel. Pro vyrovnání povrchových nerovností se přidává elastický tmel. Vrchní nátěr je jedno nebo dvouvrstvý, a je také elastický.

Nátěrový systém a způsob aplikace

Volba nátěrového systému a způsobu aplikace závisí na konečném použití. V Německu jsou především používány jedno a dvousložkové systémy na bázi PUR a jednosložkové nátěrové hmoty na bázi akryl-melaminu. Jsou používány i vodou ředitelné systémy, systémy vytvrzované UV zářením a práškové povlaky.

Pro nanášení kapalných nátěrových hmot se obvykle používá vysokotlaké stříkání. Podle geometrie součásti je účinnost nanášení 20 až 40 %. Pro některé aplikace se běžně používá metoda HVLP s účinností okolo 25 – 50 %. Zvyšuje se používání automatizace, což umožňuje dosažení rovnoměrnější tloušťky vrstvy než při manuálním nanášení.

Je možné používat i elektrostatické způsoby nanášení, ale ty byly až dosud používány pouze pro vícevrstvé systémy. Při tomto způsobu povrchové úpravy je nanášen běžnými stříkacími pistolemi elektrovedivý podkladový nátěr, na který je často dále nanášen základní nátěr, rovněž nanášený stříkacími pistolemi. Transparentní nátěr může být nanášen elektrostaticky (např. rotačními zvonky). Účinnosti nanášení může být značně zvýšena použitím elektrostatických metod, např. při použití rotačních zvonků může být účinnost nanášení až 85 %. V některých případech lze dosáhnout pouze 50 – 60 % účinnosti nanášení (např. v případě složitých dílů pro automobilový průmysl, např. u plastových podkladů s nízkou vodivostí). Tyto elektrostatické techniky nanášení však nemohou být použity pro jednvrstvé povlaky, je nutné nanést elektrovedivý podkladový nátěr.

Sušení a vytvrzování je vzhledem k tepelné citlivosti podkladu obecně prováděno při teplotě maximálně 80 °C. Ale v některých případech se dosahuje teploty až 135 °C a vytvrzování probíhá při teplotě až 110 °C. U některých plastů může vytvrzování UV zářením a elektronovým paprskem způsobit zežloutnutí světlých barevných odstínů.

Pro nanášení povlaků se používají následující stříkací kabiny a techniky:

- jednoduché stříkací kabiny,
- stříkací kabiny s přisoušením,
- stříkací kabiny s mokřím odlučováním,
- stříkací kabiny se suchým odlučováním,
- stříkací kabiny s technikou odlučování vodní emulzí,
- stříkací kabiny pro nanášení laku-do-laku.

3.6.1.4 Lakování nárazníků

Příprava povrchu

Pro přípravu povrchu mohou být použity různé způsoby, ale v jednom vzorovém zařízení jsou nárazníky čištěny manuálně směsí vody a isopropanolu (5 % isopropanolu ve vodě), a poté jsou sušeny v běžných sušárnách. V případě použití rozpouštědlové základní nátěrové hmoty se střední hodnotou sušiny může



být obsah rozpouštědla až 70 %. Často je čištění prováděno automaticky postřikem vodou, a součásti postupně procházejí různými zónami, např.:

- první odmašťování vodným alkalickým čisticím prostředkem,
- oplach vodou,
- druhé odmašťování slabě alkalickým čisticím prostředkem,
- oplach vodou,
- konečný oplach deionizovanou vodou.

Čištění postřikem vodou a chemickými prostředky je možné u polypropylénových nárazníků nahradit ručním otírání nárazníků textiliemi napuštěnými rozpouštědlem. V jednom vzorovém provozu byly nárazníky čištěny ručně se směsí voda-isopropanol (podíl isopropanolu je 5% hmot.) a poté sušeny v konvekčních sušákách.

Obvykle se pro snížení spotřeby vody používá kaskádový oplach. Voda vynášená díly může být použita k náhradě ztrát vypařováním v procesu odmašťování. Také deionizovaná voda může být zpětně používána v uzavřeném okruhu. Tato opatření umožňují přípravu povrchu téměř bez vzniku odpadních vod (s výjimkou odpadních vod vznikajících při pravidelném čištění nádrží). Po čisticím procesu jsou díly ofoukány, sušeny a chlazeny. Při použití běžné sušárny, není potřeba chladicí jednotky.

Po sušení je povrch obráběného dílu obvykle aktivován úpravou plamenem nebo plasmovou ionizací. Součásti zhotovené z polyuretanu není nutné následně upravovat.

Aplikace nátěrového povlaku

Obecně jsou na nárazníky nanášeny tři vrstvy povlaku tvořené podkladovým, základním a transparentním nátěrem. Nátěr je nanášen automaticky nebo manuálně elektrostatickým stříkáním nebo stříkáním HVLP pistolemi. Nejprve je na plastové součásti nanesen základní nátěr. Základní nátěr může být rozpouštědlový (např. dvousložkový rozpouštědlový podkladový nátěr) nebo vodou ředitelný základní nátěr. Před nanášením následných vrstev musí být základní nátěry sušeny (např. v sušících zónách cirkulujícím vzduchem při 80 °C). Podkladový nátěr je nanášen stejným způsobem jako základní nátěr. V případech kdy se používá podkladový nátěr o středním obsahu sušiny, může být podíl rozpouštědla až 70 %. Jako podkladové nátěry jsou použity jednosložkové nátěrové systémy, vodou ředitelné nebo rozpouštědlové. Po nanesení nátěru dochází k nanášení a k vytékání běžného rozpouštědlového dvousložkového transparentního nátěru. Lze použít i techniku nanášení mokrá-do-mokrého, aby se odstranily požadavky na mezioperační sušení.

Po vytékání jsou vrstvy nátěru sušeny v sušárně. Odsávaný vzduch s obsahem rozpouštědla pocházející z vytěkávací zóny a sušáren je společně odváděn do jednotek spalování. Dosažená účinnost může být vyšší než 95 – 99 % (v závislosti na kapacitě spalovací jednotky). Např. při původní koncentraci 277 mg C/m³ v odsávané vzdušině se ve vyčištěném plynu sníží koncentrace na 25 mg C/m³. Čištění přestřiku je prováděno mokrou vypírkou.

Podobné techniky jsou požívány např. pro lakování krytů kol, lakování volantů, lakování reflektorů nebo lakování skříní TV a hi-fi přístrojů a počítačů.



3.6.2 Techniky snižování emisí do ovzduší

3.6.2.1 Povrchové úpravy zemědělských a stavebních strojů

Emise do ovzduší

Odpadní plyn ze stříkacích kabin a sušáren je upravován spalováním; ve vyčištěném plynu je dosaženo koncentrace 20 mg C/m³. Emise VOC jsou primárně z difuzních zdrojů, jako jsou vytěkáací zóny, umístěné před vstupem do sušáren.

Zpracování odpadních plynů

Běžně používané techniky:

- rozpouštědla v odpadních plynech ze sušáren jsou odtahována, redukována a likvidována, v závislosti na výkonu zařízení a úrovni emisí;
- systémy suchých filtrů; používá se „suché odstraňování“ částic nátěrové hmoty;
- elektrostatické filtry; používá se „suché odstraňování“ částic nátěrové hmoty.

3.6.2.2 Povrchové úprava dalších kovových povrchů

Tato skupina činností produkuje NMVOC vznikající z nátěrových hmot obsahujících rozpouštědla, ředidel a čistících rozpouštědel. Emise NMVOC z této oblasti se mohou v jednotlivých zemích značně lišit. V roce 2000 byla v EU25 úroveň emisí NMVOC (podle modelu RAIS) 543,8 kt, představující 5,9 % celkových emisí NMVOC: Pro spotřebu 1601 kt nátěrové hmoty na celou činnost průměrný emisní faktor okolo 339,6 g NMVOC/kg znamená, že emise z tohoto odvětví jsou v EU25 již částečně zpracovány (nezmenšené emisní faktory jsou v rozsahu mezi 690 a 750 g/kg nátěrové hmoty v souladu s podskupinou).

Vzhledem k rozsahu této průmyslové skupiny není možné uvádět podrobné údaje o spotřebě a emisích. Tyto údaje závisí na:

- typu používané aplikační metody,
- typu zavedené koncové techniky,
- typu výrobků,
- objemu výroby.

3.6.2.3 Nový vícevrstvý nátěrový systém pro lakování hliníkových ráfků/kol

V nových provozech pro výrobu hliníkových kol jsou zavedena následující opatření:

- náhrada předúpravy šestimocným chromem systémem bez obsahu těžkých kovů,
- náhrada rozpouštědlových nátěrových hmot práškovými hmotami (akrylové pryskyřice),
- náhrada rozpouštědlových metalických nátěrových hmot vodou ředitelnými metalickými nátěrovými hmotami pro snížení emisí VOC.

Současně dosahuje vybraný proces vysokých technických parametrů stejně jako požadavků na kvalitu ze strany odběratelů a může být ekonomicky optimalizován.

Tato technika má následující přínosy:

- ukončení používání šestimocného chromu,



- při použití vodou ředitelných nátěrových hmot pro metalické vrstvy v kombinaci technik nanášení rychle rotujícími zvonky a HVLP se dosahuje účinnosti nanášení 80 %,
- práškové nátěrové hmoty pro vytváření základního nátěru dosahují účinnosti nanášení 98 %,
- akrylové práškové nátěrové hmoty pro vytváření vrchního nátěru dosahují účinnosti nanášení 98 %,
- emise VOC se snížily o cca 94 %.

3.6.2.4 Povrchové úpravy plastových výrobků

Emise

Povrchová úprava plastů je jednou z činností zařazených do průmyslových aplikací nátěrových hmot. Tato skupina činností emituje NMVOC, které vznikají při použití nátěrových hmot obsahujících rozpouštědla, ředidla a čisticí rozpouštědla. Emise NMVOC z této oblasti mohou být v jednotlivých státech značně odlišné. V roce 2000 v rámci EU25 (podle modelu RAINS) činily emise NMVOC 543,8 kt, což představuje 5,9 % celkových emisí NMVOC. Při celkové spotřebě 1601 kt nátěrových hmot je průměrný emisní faktor okolo 339,6 g NMVOC/kg spotřebované nátěrové hmoty. To znamená, že emise z této oblasti jsou v EU již částečně zpracovávány (emisní faktory nezpracovávaných emisí jsou v rozsahu mezi 690 a 750 g/kg nátěrové hmoty podle podoblasti).

Lakování krytů kol

Vzdušina odsávaná ze stříkacích kabin, sušáren a vytěkáčích zón je vedena do spalovací jednotky, kde se ve vyčištěném plynu dosahuje koncentrace 20 mg C/m³. Čisticí proces je prováděn vodními alkalickými činidly.

3.6.2.5 Vodou ředitelné nátěrové hmoty

Vodou ředitelné nátěrové hmoty mohou být nanášeny jako základní povlak, podkladový povlak a někdy jako transparentní povlak. Běžně se používají následující vodou ředitelné nátěrové systémy:

- jednosložková akrylátová disperze: 5 % hm. organického rozpouštědla,
- dvousložkový PUR systém: 10 – 15 % hm. organického rozpouštědla,
- dvousložková epoxy pryskyřice: 5 % hm. organického rozpouštědla.

Např. při nanášení nátěrových hmot na nárazníky může být použitím vodou ředitelného podkladového nátěru sníženo množství použitých rozpouštědel na 48 %, což vede také ke snížení emisí rozpouštědel podle způsobu lakování nárazníků.

Při výrobě součástek dopravních prostředků již jsou vodou ředitelné laky používány jako plnidla a základní povlaky, např. na nárazníky a kryty kol. Použití vodou ředitelných nátěrových hmot může vést k omezení některých mechanických vlastností plastů. Pro lakování TV, hi-fi a počítačových krytů jsou běžně sériově používány vodou ředitelné nátěrové hmoty. V případě volantů jsou v současné době ve zkušebním provozu vodou ředitelné nátěrové hmoty aplikované vyléváním do forem. První výsledky naznačují, že ve srovnání s běžnými systémy budou zapotřebí mírně delší doby vysoušení a tudíž začlenění do stávajících procesů by mělo být možné.

Zbývá však otázka začlenění vodou ředitelného transparentního povlaku (obsah sušiny 50 %, organického rozpouštědla 13 %). Výrobky jsou formulovány a ověřovány, avšak dosud nejsou schváleny a komercializovány. To by mohlo například vést k dalšímu snížení VOC emisí o 50 t/rok.



3.6.2.6 Úprava odpadní vzdušiny

Pro úpravu odpadní vzdušiny jsou používány tyto techniky:

- elektrostatický filtr,
- venturiho systém odlučování,
- mokrá vypírka.

Úprava odpadní vzdušiny ze stříkacích kabin

Může se provádět zachyt a úprava odpadní vzdušiny z lakovacích kabin. Zachytem a úpravou odpadní vzdušiny z lakovacích kabin může být dosaženo účinného snížení emisí VOC.

Tento systém je relativně málo účinný vzhledem k velkým objemům vzdušiny, které je nutné upravovat a k relativně nízké koncentraci VOC, především při ručním nanášení, kde jsou z důvodů ochrany zdraví a bezpečnosti práce vyžadovány vysoké objemy vzdušiny.

Koncentrace a recirkulace odpadních plynů ze stříkacích kabin

Někteří výrobci plastových výrobků stále dávají přednost použití rozpouštědlových nátěrových hmot. Důvodem jsou specifické technické požadavky (např. charakteristiky plastových podkladů, technické požadavky zákazníka, přizpůsobivost použití, možnost použití techniky mokré do mokrého).

Pro dosažení nízkých emisí rozpouštědla se v průmyslu lakování plastů koncentrují toky odpadního plynu externě v rotujících absorberech. Rovněž se ve stříkacích kabinách s automatickým nanášením povlaků používají vnitřní recirkulace.

Vzduch odčerpávaný ze stříkacích kabin (typicky 40 000 až 80 000 m³/h) je po intenzivní filtraci recirkulován (typicky venturiho mokré pračky a v následném kroku filtrace), čímž se docílí koncentrace částic pod 0,1 mg/m³ za účelem zamezení optických defektů na povrchu předmětů. Opětovným zahříváním odtahu za vlhkými pračkami je možné docílit stabilních klimatických podmínek (okolo 70 % relativní vlhkosti). Aby se dosáhlo recirkulace 90 až 95 % objemu vzduchu, zvýší se koncentrace rozpouštědla ve stříkacích kabinách 10x nebo 20x (typicky z 250 mg/m³ na 2,5 g/m³). Je zapotřebí řídit koncentraci rozpouštědla z důvodu bezpečnosti (aby zůstala hluboko pod spodní mezí výbušnosti) a technických důvodů (vliv na odpařování rozpouštědla z výrobků). 5 – 10 % objemu vzduchu se vypouští. Nízká koncentrace vzduchu a vysoká koncentrace rozpouštědla jsou dobrými výchozími body pro použití spalovací technologie (termické oxidace).

Recirkulace toku vzduchu se zvýšenou koncentrací rozpouštědla je vhodná pouze pro zařízení, která umožňují efektivní uzavření stříkacích kabin (malé otvory pro vstup a výstup), kde je stříkání prováděno pomocí automatických zařízení a dále pro výrobky bez vnitřních dutin. Není tudíž vhodné pro karoserie automobilů, kabiny nákladních aut a podobné předměty. Ve vhodných podmínkách je možné dosáhnout 90% snížení emisí VOC.

Termické spalování

Jestliže se používají rozpouštědlové povlaky nátěrové hmoty, odpadní plyn ze sušáren se obvykle zpracovává ve spalovací jednotce; odpadní plyn z lakovacích kabin se běžně ve spalovací jednotce nezpracovává. Ale při lakování krytů kol konvenčními rozpouštědlovými nátěrovými hmotami, je odpadní plyn ze stříkacích boxů, sušáren a vypařovacích zón veden do spalovací jednotky, a tak je dosažena koncentrace vyčištěného plynu 20 mgC/m³. Zachycený odpadní plyn ze sušáren činí pouze 10 – 30 % z celkového množství emisí VOC.



3.6.3 Dosahované emisní úrovně

Pro aplikaci nátěrových hmot, včetně kataforetického nanášení, nespádají-li pod činnosti uvedené v bodech 9.9. až 9.14., s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok je v REZZO 2014 uvedeno celkem 1128 zdrojů. Emisní koncentrace VOC byly statisticky zpracovány.

Emisní koncentrace VOC (mg/m ³)	
MIN emisní koncentrace	0,2
MAX emisní koncentrace	528,0
průměrná dosahovaná koncentrace	27,8
medián emisních koncentrací	23,7
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,6
10. nejmenší koncentrace*	1,26
10. největší koncentrace**	157,20
75% kvartil emisních koncentrací***	35,28
95% percentil emisních koncentrací****	50,42

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykazalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykazalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.



3.7 Nátěry dřevěných povrchů s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.9.)

3.7.1 Úvod

Dle informací z REZZO je v ČR 196 zdrojů této kategorie.

Pro nátěry dřevěných povrchů je charakteristické velké množství malých truhláren a drobných dřevovýrob používajících k povrchovým úpravám mořidla, laky, a barvy s obsahem VOC. Nejmenší výroby nemají k povrchovým úpravám žádné zvláštní vybavení, barvy a laky se nanášejí štětcem nebo navalováním přímo na dílnách.

Velké zdroje znečištění z této skupiny představují například sériové výroby lakovaného nábytku.

Dále jsou popsány procesy a technologie ve zdrojích znečištění ovzduší spotřebovávající 0,6 – 200 t VOC.

3.7.2 Používané techniky

Nanášení nátěrových systémů na dřevo a dřevěné materiály zahrnuje:

- předúpravu dřevěného povrchu
- aplikaci podkladového nátěru
- aplikaci vrchního nátěru
- aplikaci barvy
- vytěkání a sušení/vytvrzování.

Nanášení nátěrových systémů na dřevo a dřevěné materiály zahrnuje:

- předúpravu dřevěného povrchu
- aplikaci podkladového nátěru
- aplikaci vrchního nátěru
- aplikaci barvy
- vytěkání a sušení/vytvrzování.

Podle požadované struktury povrchu (tj. otevřené nebo uzavřené póry) se musí používat různé nátěrové systémy. V případě, že má být viditelná textura dřeva, např. u masivního dřeva nebo u lesklého povrchu dřeva, jsou používány bezbarvé nátěry (transparentní nátěry), oleje a vosky. Např. panely se střední hustotou vláken (MDF panely) jsou natřeny pigmentovanými nátěrovými hmotami požadovaného barevného odstínu. Jestliže jsou používány pigmentované nátěrové hmoty, je před nanesením podkladového nátěru nanesena bariérová vrstva, která omezuje pronikání nátěrové hmoty do dřevěného podkladu a umožňuje jednotnější vrstvu aplikovaného nátěru.

Předúprava dřevěného povrchu

Vzhledem k nepravidelnému růstu a měnící se struktuře povrchu a vzhledem k rozdílným obsahům určitých látek, jako jsou pryskyřice nebo vosky, je vlastní předúprava lakovaného povrchu velmi důležitá. Tato předúprava může zvýraznit různé vlastnosti povrchu dřeva, jako je existující jednotnost povrchu, odstranění stop po zpracování, úprava barevných rozdílů, nerovnosti, postavení vláken, prasklin a suků, vlhkosti dřeva.

Broušení

Pro získání ideálního výsledku natíraného povrchu musí být dřevo a dřevěné materiály po nanesení podkladového laku nebo po moření nebo nanesení další vrstvy nátěru obroušeny, protože reakcí



s kapalinou je způsobeno postavení vláken dřeva. Tento druh chování dřevěného povrchu je zvláště výrazný, když jsou používány vodou ředitelné nátěrové systémy.

Moření

Cílem moření je změna barevného odstínu dřeva na tmavší odstín. Struktura dřeva a pórů zůstávají stejné. Podle typu moření se značně liší doba sušení. Mořidla jsou suspenze pigmentů nebo roztoky barviv ve vodě nebo v organickém rozpouštědle.

Nanášení se provádí manuálně (houbou, kartáčem, válcem, stříkáním), nebo automatizovaně (automatizované stříkání, nanášení válci, válce z pěnové gumy). Následné sušení se provádí za běžné teploty nebo v konvenčních sušárnách, rovinných sušárnách nebo proudových sušárnách.

Glazurování

Moderní glazury jsou kapalné povlaky na dřevo na bázi lakových pryskyřic. Materiály mají dobrou penetraci do dřeva a často obsahují vytěsňovače vody a prostředky proti plísním a houbám. Mohou být bezbarvé nebo mohou obsahovat pigmenty různých barevných odstínů. Pro vnější a vnitřní použití se používají rozdílné materiály. Pro vnitřní použití jsou vhodné jak glazury bez fungicidů, tak bezbarvé glazury na dřevo.

Bělení

Bělení obecně vyjasňuje barvu dřeva. Někdy je třeba proces bělení několikrát opakovat, např. při použití javorového dřeva. Pro bělení se používá peroxid vodíku (30 – 35 %) s různými přísadami nebo záření. Doba působení musí být přizpůsobena požadovanému efektu. Aby nedošlo ke vzniku puchýřů způsobenému kyslíkem při bělení, je potřeba účinné sušení. Bělení se také používá pro dřeva na světle nestabilních barev, jako je třešeň a růžové dřevo. Po bělení se používá moření s pigmenty vysoce odolnými světlu pro získání původní barvy dřeva. Jsou-li použity PUR nátěrové systémy, vytvrzovací prostředek musí být odolný proti peroxidům.

Aplikace podkladového nátěru

Materiál podkladového povlaku musí být vhodný k broušení. Způsoby aplikace zahrnují:

- stříkání (manuální nebo automatizované)
- nanášení válci
- polévání
- ponor

Po sušení předúprav dochází před vlastním nanášením bezbarvého podkladového povlaku k broušení (brusným materiálem s příslušnou velikostí zrn). Poté se provádí další broušení povrchu před nanášením vrchního nátěru. V některých případech je dřevěná struktura tištěna přímo na podkladový nátěr. Jako podklad se používají hlavně dýhy, popř. lakovaný povrch může už obsahovat barevný podkladový povlak/vyrovnávací tmel.

Aplikace vrchního nátěru

Pro povrchové úpravy dřeva a dřevěných materiálů, stejně jako textilií a kůže, se používají: nátěrové hmoty, fólie nebo předtiskuté povlaky. Některé specifické povlaky jsou:

- nitrocelulózové nátěry (NC)
- nátěry vytvrzované kyselinou
- polyuretanové nátěry (PUR)
- nenasyčené polyesterové nátěry (UP)



-
- alkydové nátěry/ glazury
 - kombinované nátěrové systémy

Aplikace nátěrových hmot

Pro dřevo a dřevěné materiály se používají následující metody nanášení:

- Lakování, nanášení válcem
- Ruční stříkání (částečně také s použitím elektrostatických technik)
- Automatizované stříkání (částečně také s použitím elektrostatických technik)
- Automatizované stříkání s nebo bez recyklace přestřiku (částečně také s použitím elektrostatických technik)
- Tmelení vyrovnávacími tmely
- Polévání
- Ponor/zaplavování
- Potisk

Vytěkávání rozpouštědel a sušení/vytvrzování

Sušení/vytvrzování vrstvy nátěru vyžaduje intenzivní vytěkávání rozpouštědel.

Některé používané procesy sušení:

- Volné vytěkávání/sušení venku nebo v místnosti
- Cirkulační sušárny s odvlhčováním
- Konvekční sušárny
- Sušení a vytvrzování zářením (UF, IČ)

Konečná úprava povrchu pevnými materiály

Tyto pevné materiály mohou to být dýhy, plechy, papíry nebo lamináty.

Dýhy

Dýhy jsou tenké pláty dřeva o tloušťce okolo 0,5 - 2 mm, jsou přiloženy na základní desku a vystaveny teplotě a tlaku v lisu. Jako standardní lepidla jsou používána močovinoformaldehydové (UF) pryskyřice a polyvinylacetátová (PVAC) lepidla.

Plechy, papíry a lamináty

Plechy, papíry a lamináty jsou připevněny na základní desku pomocí různých lepidel, dále jsou vystaveny teplotě a tlaku užitím povrchového lisu, membránového a válcového lisu. Tento proces se nazývá laminování. Standardní lepidla pro dekorativní papíry a plechy jsou složená z ethylenvinylacetátového kopolymeru (EVA) a lepidla pro laminování z močovinoformaldehydových (UF) pryskyřic a polyvinylacetátových (PVAC) lepidel.

Lepidla a klíhy

PVAC lepidla obsahují vodu, polyvinylacetátová pojiva a organická rozpouštědla UF pryskyřice obsahují močovinoformaldehydovou pryskyřici, vhodná plnidla, katalyzátory a vodu. EVA lepidla obsahují ethylenvinylacetátový kopolymer, vodu a v některých případech i organická rozpouštědla.



Konvenční rozpouštědlové systémy

Klasickým rozpouštědlovým lakem pro nábytek je nitrocelulózová nátěrová hmota, nicméně běžně jsou používány též polyesterové, alkydové, a polyuretanové nátěrové hmoty. Alkydové nátěrové hmoty jsou převážně používány jako laky pro venkovní použití.

Způsob nanášení	Obsah rozpouštědla (hm. %)	Opatření pro snížení emisí	Emise VOC (g/m ²)
Nátěrový systém s vysokým obsahem rozpouštědla, aplikace stříkáním	95 – 65	Žádné	80 – 100
Nátěrový systém s vysokým obsahem rozpouštědla	95 – 65	Způsoby nanášení se zvýšenou účinností (navalováním, ponorem, elektrostatické stříkání)	40 – 60
Nátěrový systém se středním obsahem rozpouštědla	50 – 20	Stejně jako výše	10 – 20
Nátěrový systém s nízkým obsahem rozpouštědla	5	Stejně jako výše	2 – 5

Zdroj informací: BREF STS

Vodou ředitelné nátěrové systémy

Vodou ředitelné nátěrové systémy neprodukují emise VOC, nebo pouze v malých množstvích. Vodou ředitelné systémy se však hodí jen pro omezené množství aplikací (nižší přilnavost za vlhka).

Nátěry vytvrzované zářením

Nátěry vytvrzované zářením neprodukují emise VOC. Tyto systémy jsou používány pouze omezeně, např. při sériové výrobě nábytku. Nevýhodou je, že díly musí být natírány odděleně a nanášení nátěru musí být ukončeno před smontováním jednotlivých kusů nábytku. V menších výrobcích se nátěry vytvrzované zářením nepoužívají vůbec.

3.7.3 Příklady některých procesů

Příklad 1: Lakování židlí

Ve většině případů je první nátěr použitý při lakování židlí rozpouštědlový, aby se minimalizovalo postavení vláken dřeva. Židle vyrobené z bukového dřeva jsou obecně nejdříve nalakovány barevným mořidlem nebo lazurovým lakem. Po počátečním obroušení se nanáší první vrstva vodou ředitelného nátěru (120 g/m²). Materiál je sušen při běžné teplotě nebo urychleným sušením. Po druhém přebroušení se nanáší druhá vrstva vodou ředitelného nátěru (120 g/m²) a následně se suší. Vzhledem k tvarovému řešení židlí se obvykle vodu ředitelné nátěry nanáší elektrostatickým stříkáním. Přestřík, spotřeba barev i emise VOC jsou sníženy.

Příklad 2: Lakování okenních rámu

Na rozdíl od ostatních odvětví dřevařského průmyslu se okenní rámy často lakují ručně. Stejně jako dřevo musí být okna odolná proti vlivům počasí a plísním. Aby bylo dosaženo požadované odolnosti, je potřeba až čtyřech vrstev nátěru. Jak broušení, tak sušení vyžadují určitý čas a práci. V současné době se v Německu používají vodou ředitelné nátěry (např. akrylátové nátěrové hmoty), ale používají se i



rozpouštědlové nátěry (např. alkydové). Vodou ředitelné nátěry vykazují nižší přilnavost za vlhka ve srovnání s konvenčními rozpouštědlovými nátěry.

Zaplavování je široce používaný způsob povrchové úpravy lisovaných konstrukcí pro impregnaci dřeva a podkladový nátěr. Vrchní vodou ředitelný nátěr je pak nanášen stříkáním v jedné nebo ve dvou vrstvách. Vzhledem k tvarovému řešení výrobků vzniká velké množství přestřiku, a to dokonce i při použití elektrostatického stříkání. Ke snížení nákladů a dopadů na životní prostředí se používají zařízení na regeneraci nátěrů. Stříkácké kabiny jsou vybaveny suchými separátory přestřiku, aby nedocházelo ke koagulaci nebo nutnosti likvidace kalu nátěrových hmot.

Příklad 3: Lakování vysoce kvalitního nábytku

Při lakování vysoce kvalitního nábytku se provádí následující procesy:

- Broušení a odstranění prachu
- Přizpůsobení barvy, např. mořením
- Broušení a odstranění prachu
- Základový nátěr
- Broušení a odstranění prachu
- Vrchní nátěr

Přizpůsobení barvy se obvykle provádí ručním stříkáním, základový nátěr a vrchní nátěr jsou rovněž většinou prováděny stříkáním. UV - vytvrzované nátěry se používají výjimečně pro lakování vysoce kvalitního nábytku. Hlavním důvodem je to, že tyto nátěry lze aplikovat pouze tam, kde rovné desky mohou být lakovány samostatně a lakování je dokončeno před smontováním jednotlivých kusů nábytku. Avšak pokud kusy nábytku ještě nejsou smontovány, je možné použití UV vytvrzované základové nátěry a tudíž i jiný druh nanášení než je stříkání (většinou navalování).

Nejméně jedna německá firma (Rippert GmbH) a jedna finská firma (Tikkurila Coatings Oy) vyvinuly nezávisle na sobě metodu UV vytvrzování, která používá UV vytvrzování v inertní atmosféře. Tato metoda umožňuje vytvrzovat UV laky a UV nátěrové hmoty na 3D součástech a na smontovaných židlích. Zařízení a nátěrové hmoty jsou na trhu.

Při lakování nábytku z masivního dřeva (jehož povrchy jsou olejovány a voskovány) určeného pro kuchyně, ložnice, obývací pokoje a dětské pokoje, se obecně postupuje takto:

- Předbroušené kusy nábytku jsou upravovány pomocí hladících kartáčů
- Po odprášení se stříkáckým automatem aplikuje na povrch dřeva olej
- Následně jsou naolejované kusy obroušeny
- Stříkání horkého vosku
- Broušení navoskovaného povrchu
- Výrobky jsou obráceny a body 1 – 5 se zopakují.

Příklad 4: Lakování dřevěného kuchyňského a koupelnového nábytku

Kuchyňský a koupelnový nábytek je vyráběn z masivního dřeva (např. dubové, bukové, javorové, borové, třešňové) a dřevěných materiálů (např. MDF) a povrchově upravovány. Pro nátěry jsou výhradně používány kapalně nátěrové systémy, s významnou částí vodou ředitelných UV nátěrových hmot, vodou ředitelných nebo rozpouštědlových mořidel. V současnosti se rozpouštědlové polyesterové a PUR nátěrové hmoty používají pouze v omezené míře, částečně pro nátěry náhradních částí. Mořidla jsou aplikována pomocí automatických navalovacích hlav. Změna na vodouředitelné nátěrové hmoty vytvrzované UV zářením pro základní a vrchní nátěry se provedla s ohledem na životní prostředí, na ochranu pracovníků, z technologických důvodů a za účelem snížení nebezpečí požáru. Aplikované materiály obsahují hmotnostní podíl rozpouštědla 1- 2,5%. Lakování je prováděno převážně v plně



automatických zařízeních. Materiál je aplikován stříkáním pomocí stačeného vzduchu. Přestřík nátěrové hmoty je sbírán (pomocí stíracích nožů) a dále znovu používán.

Částice nátěrové hmoty jsou odstraňovány z odpadního plynu vyschlé. Obecně se nátěrový systém skládá ze dvou vrstev. Základní vrstva může být před nanesením vrchní vrstvy přebroušena. V důsledku použití vodou ředitelných nátěrů tvrzených UV zářením je množství emitovaných rozpouštědel velice nízké. Čištění odpadního vzduchu s ohledem na VOC se tudíž nepoužívá. Odpadní vzduch je vypouštěn přímo pomocí vysokých komínů. Čistící činidla jsou recyklována destilací.

Zdroj informací: v příkladech 1 až 4 BREF STS

Příklad 5: Výroba tužek

Střední podnik vyrábějící klasické dřevěné tužky zajišťuje jejich lakování v automatické lakovně a na několika dalších potiskovacích strojích. Používají se nátěrové hmoty s obsahem VOC. Roční spotřeba VOC je vyšší než 5 t. Z lakovny vedou dva proudy odsávaného vzduchu, které jsou vybaveny adsorpčními filtry s aktivním uhlím. Tyto filtry zajišťují plnění emisního limitu s nedostatečnou jistotou. Podnik bude žádat v OPŽP 2014+ o podporu na pořízení oxidační jednotky, investice se předpokládá ve výši 4,5 mil. Kč.

Zdroj informací: vlastní šetření autora

3.7.4 Dosahované emisní úrovně

Nejmenší provozy nemají instalovanu ani vzduchotechniku a emise VOC z dílen odstraňují přirozeným větráním. Větší dílny provozují vzduchotechniku, která končí výduchem do ovzduší nebo některou z koncových technik popsanych v poslední kapitole tohoto dokumentu.

Některé provozy využívají mokré stříkací kabiny, kde je část VOC pohlcena do vody (zejména ve vodě rozpustné VOC). Pro ve vodě nerozpustné VOC má mokrá stříkací kabina velmi nízkou účinnost pohlcení.

Rekuperace a znovuvyužití rozpouštědel se v tomto sektoru obvykle nevyužívá.

Emisní údaje z REZZO k uvedené kategorii zdrojů byly statisticky zpracovány do formy níže uvedené tabulky:

Emisní koncentrace VOC v kategorii 9.9 dle Zákona o ochraně ovzduší	VOC
MIN emisní koncentrace [mg/Nm ³]	0,8
MAX emisní koncentrace [mg/Nm ³]	92,0
průměrná dosahovaná koncentrace [mg/Nm ³]	31,9
medián emisních koncentrací [mg/Nm ³]	27,0
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,6
10. nejmenší koncentrace [mg/Nm ³]*	6,00
10. největší koncentrace [mg/Nm ³ **]	74,50
75% kvartil emisních koncentrací [mg/Nm ³ ***]	47,55
95% percentil emisních koncentrací [mg/Nm ³ ****]	76,20

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykazalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykazalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.



Z této analýzy nelze usoudit, zda zdroje plní emisní limit. Ten se liší podle spotřeby VOC – pro spotřeby 0,6 – 5 t je 100 mg/m³, a pro více než 5 t je 50 mg/m³ pro sušicí procesy a 75 mg/m³ pro nanášení nátěrových hmot.

Vzhledem k vysokému počtu zdrojů v této oblasti by se dalo usuzovat na potenciál pro aplikaci zařízení k odstranění emisí za podpory OPŽP 2014+, avšak výše uvedená analýza emisí ukazuje spíše na emise nízké, které nevyžadují řešení koncovými technologiemi, nebo na to, že koncové technologie již byly instalovány.



3.8 Přestříkávání vozidel – opravárenství s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,5 t/rok a nátěry při výrobě nových silničních a kolejových vozidel s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel menší než 15 tun/rok (kód 9.10.)

Lakovny pro povrchové úpravy vozidel této kategorie (s projektovanou – tzn. ne vždy skutečnou – roční spotřebou organických rozpouštědel od 0,5 do 15 tun) je možné rozdělit na výrobní, opravárenské nebo kombinované (které se zabývají jak výrobou, tak i opravárenstvím). Vesměs se jedná o lakovny s povolením Krajských úřadů, provozované ve zvláštním režimu. Podle toho, o jaký z uvedených druhů lakovny se jedná (resp. zda se jedná o kusovou nebo sériovou výrobu), používají se techniky a postupy povrchových úprav klasické (ruční), sériové (automatizované, robotizované) nebo kombinované (povrchové úpravy některých partií na výrobní lince nebo při opravách vad na výrobní lince vzniklých se provádějí ručně). V těchto lakovnách se provádějí povrchové úpravy jednostopých a dvoustopých vozidel (osobních nebo užitkových, včetně přívěsů a návěsů), ať už silničních nebo kolejových nebo i dalších dopravních prostředků (např. malá sportovní letadla) či výrobků (dokonce i průmyslových). Zvláštní specializaci lakoven tvoří komodita vozidel-veteránů (výroba replik, opravy originálů). Opravy veteránů mnohdy vyžadují rekonstrukci povrchových úprav do původní podoby (tj. s nadlimitními nátěrovými hmotami). Lakovny pro povrchové úpravy vozidel se zabývají povrchovými úpravami celků nebo jejich podsestav či dílů nebo oběma těmito komoditami, ať už jako hlavní dodavatelé nebo subdodavatelé. Zvláštní pozici mají povrchové úpravy plastových dílů, které jsou různorodé, postupy u nich jsou specifické a nelze u nich aplikovat elektrostatické nanášení nátěrových hmot.

3.8.1 Používané techniky a postupy

3.8.1.1 Techniky nanášení povrchových úprav

Při opravách nátěrových systémů se v lakovnách této kategorie převážně používá ručních pneumatických stříkacích pistolí. Povrchové úpravy se většinou provádějí v přípravných (odstrojování, mytí, odmašťování), přípravných stáních (podkladové nátěrové hmoty), lakovacích a sušících kabinách. Mezi jednotlivými technologickými vrstvami jsou časové prodlevy zajišťující odtěkání těkavých látek (příp. odpaření vody). Výměna vzduchu je zajišťována přísávaním z vnějšího prostředí a odvodem do ovzduší. Proces probíhá skrze filtry pevných částic a z aktivního uhlí, které zajišťují bezprašnost uvnitř kabiny a zachyt pevných a těkavých látek do ovzduší.

Sériové lakování neodmaštěných a nelakovaných karoserií vozidel zahrnuje předúpravy (odmaštění), kataforetické nanášení povlaku, utěsnění, elektroforetické nebo elektrostatické nanášení podkladových nátěrových hmot (základových barev a plniců), aplikaci vrchního laku a úpravy voskem. U vrchního laku se využívají techniky nanášení stříkáním (především elektrostatické), které se provádějí ve speciálně navržených lakovacích kabinách zajišťujících eliminaci prachu ve vzduchu a regulaci teploty a vlhkosti. Mezi jednotlivými technologickými vrstvami jednotlivých nátěrových hmot jsou odtěkáací zóny, které zajišťují odstranění těkavých látek a vody před sušením (vypalováním) těchto vrstev. K urychlení se používá zrychleného proudění vzduchu nebo infračervených zářičů. Při odvodu prostříku vrchních laků a čirých krycích laků je odpadní vzduchová směs intenzivně promíchávána s vodou (nebo jiným roztokem) ve venturiho pračkách umístěných pod roštem kabiny.



Mezi nejvýznamnější techniky stříkání patří:

- stříkání tlakovým vzduchem (metalické efekty a interiéry),
- rotační elektrostatické stříkání,
- robotizované stříkání (z tanků prostřednictvím rozvodů nebo z kartuší),
- elektrostatické stříkání s podporou tlakového vzduchu,
- stříkání za tepla,
- rotační rozprašování,
- vysokotlaké bezvzduchové („airless“) stříkání.

3.8.1.2 Postupy nanášení povrchových úprav

3.8.1.2.1 Postup povrchových úprav při opravách vad klasický (ruční)

Opravy vad v lakovnách opravárenských nebo výrobních (ať už vzniknou na sériové výrobní lince nebo mechanickými poškozeními v dalších částech výrobního procesu, tj. montážních pracích a přesunech) obnášejí tyto operace: odmaštění, vybroušení až na prvotní podklad (kov nebo plast), (příp. odřezání a zdrsňení), ofuk, nanesení základové barvy (příp. sealeru), (příp. tmelení, broušení, ofuk, čištění), nanesení plniče, (příp. broušení, ofuk, čištění), nanesení vrchního laku, (příp. čirého krycího laku). Mezi jednotlivými nástřikovými vrstvami jsou časové prodlevy pro odtékání (odpaření vody). Používají se 2 systémy vrchních laků. Prvním jsou jednovrstvé dvoukomponentní vrchní laky (SOLID), které obsahují převážně UNI-barevné odstíny a omezený počet barevných odstínů metalických. Druhým jsou dvou, příp. vícevrstvé jednokomponentní vrchní laky (BC), které obsahují UNI, metalické a perleťové barevné odstíny. BC-vrchní laky jsou finálně překrývány finální vrstvou jedno nebo dvoukomponentního čirého krycího laku (nebo mohou s přidáním speciální přísady finální vrstvu tvořit rovnou). Uvedené systémy existují v provedení konvenčním (u BC-vrchních laků ale pouze s nadlimitním obsahem těkavých látek) nebo vodou ředěným (převážně pouze BC-vrchní laky s podlimitním obsahem těkavých látek).

3.8.1.2.2 Postup povrchových úprav při sériové výrobě (automatizovaný, robotizovaný)

Předúprava

V prvním stupni předúpravy jsou jednotlivé lisované díly karoserie (předtím, než se jejich svařením vytvoří karosérie) odmaštěny a následně opláchnuty. Odmašťováním se odstraní oleje, mastnoty, mýdla, částice znečištění, zbytky písku, substancí a jiné znečišťující látky. Probíhá při teplotě okolo 50 – 60 °C s použitím vodných, alkalických odmašťovacích prostředků, které také mohou obsahovat fosfáty a povrchově aktivní látky.

Následuje fosfátování, které poskytuje vhodný základ pro korozní ochranu (zajišťuje eliminaci oxidace povrchu do doby zahájení následné operace) s dobrou přilnavostí nátěrového systému. Fosfátová vrstva o tloušťce 1,5 µm vzniká postřikem, ponorem do vodného roztoku nebo jejich kombinací. Fosfatizační roztok může obsahovat kovy, např. hodně používané systémy se třemi kovy obsahují zinek, mangan a nikl, jakož i kyselinu fosforečnou, oxidační činidla, např. dusitany, dusičnany, chlorečnany, peroxid vodíku a jako urychlovač sůl hydroxylaminu. Po dalším oplachu může být fosfátová vrstva ještě pasivována (jako například pomocí roztoků Cr^{VI} nebo Cr^{III}). Po dalším oplachu následuje konečný oplach demineralizovanou vodou. Fosfátovaná karosérie může být obvykle vysušená v sušárně při teplotě 50 – 60 °C a poté je karosérie okamžitě přemístěná do zóny elektro-nanášení.



Elektroforetické nanášení základové barvy

Tato operace zajišťuje antikorozní ochranu povrchu (mj. zabraňující průniku vzduchu a vody). Výjimečně se může v ČR ještě vyskytovat systém elektroforetického nanášení ponorem ANL (anaforéza), ale běžně se vyskytuje účinnější systém KTL (kataforéza), který zajišťuje vysokou kvalitu. Z tohoto důvodu je v Evropě nejrozšířenější. Karosérie je ponořena do lázně základové barvy na bázi vody, která má kladný náboj (katoda), přičemž karosérie má náboj opačný, tj. záporný (anoda). Tato metoda je známá pod mnoha názvy: E-nanášení, kataforetické ponorové nanášení, elektroforetické lakování atd. Základové barvy na bázi vody obecně obsahují okolo 14 – 22 hm. % sušiny a cca 2 – 6 hm. % rozpouštědla; v současné době používané pigmenty již neobsahují olovo. Pevnými složkami jsou obvykle latexové polymery dispergované v kyselině octové (takzvaný ultrafiltrát) a jsou nanášeny postupem podobným galvanickému pokovování.

Částice nátěrové hmoty, které nebyly elektricky nanесeny, se oplachují ultrafiltrátem. Pro minimalizaci ztrát nátěrové hmoty se používají systémy několikanásobného oplachu (kaskádové oplachy), pevné částice a kapaliny jsou regenerovány ultrafiltrací. Část s vysokým obsahem pevných částic je vrácena do kataforetické lázně, čímž se pro pevné částice dosáhne uzavřeného okruhu. Povlak zhotovený kataforetickým ponorem potřebuje vytvrdit, např. při teplotách 150 – 180 °C. Vyvíjejí se materiály, které se vytvrzují při nízké teplotě.

Utěsňování spár a ochrana podvozku

Před nanášením plniče musí být utěsněny spoje a spáry. Tato operace se provádí částečně manuálně, částečně pomocí robotů obvykle s použitím PVC materiálů nanášených speciálními pistolemi. Pro následnou povrchovou úpravu podvozku se používají PVC plastisoly (100 – 1200 μm) nebo polyuretany. Obvykle se nanáší automaticky bezvzduchovým (airless) stříkáním. Další vrstva ochrany proti odletujícím kamínkům se na kritická místa nanáší soustavou trysek malého průměru vysokotlakým bezvzduchovým (airless) stříkáním. V některých provozech jsou materiály pro ochranu podvozku a pro ochranu před odletujícími kamínky, stejně jako pro utěsňování spár a dutin, aplikovány v pozdější fázi výroby, někdy až po nanесení vrchního laku při konečné montáži.

Materiály pro utěsňování a ochrana podvozku jsou v některých případech sušeny/vytvrzovány před dalším zpracováním. Nicméně se vytvrzování stále víc uskutečňuje v pecích pro plniče kvůli šetření energií.

Před nanášením plniče je karoserie čištěna speciálními utěrkami, které váží prach, prouděním ionizovaného vzduchu nebo stále více také válci s pštosím peřím, protože zaprášení povrchu karoserie se stále nepříznivě podílí na estetické kvalitě následné technologické vrstvy vrchního laku.

Nanášení plniče

Plnič má následující funkce:

- vyrovnání malých nerovností povrchu (resp. rýh) a tím i estetické kvality vrchního laku (hladkost finálního povrchu),
- zajištění přilnavosti předchozí a následné technologické vrstvy nátěrového systému,
- zajištění koloristického efektu vrchního laku (přiměřená nasákavost plniče zajišťuje, že pigmenty se vsákávají rovnoměrně po celé ploše),
- ochranu proti odlétávajícím kamínkům (pomocí přidaných změkčovadel),
- podílí se na dosažení tloušťky vrstvy požadované pro danou kvalitu.

Vedle běžných konvenčních se v současnosti používají především plniče vodou ředitelné. Plniče jsou nanášeny elektrostaticky vysokotlakým stříkáním, případně na některé partie ručním stříkáním (např. na vnitřní části karoserie). Po průchodu krátkou vytěkáci zónou pro odtěkání



rozpouštědla procházejí karosérie do sušárny plniče (až do 140 – 160 °C: musí to být nižší teplota než u katarforézního povlaku). Plnič se nebrousí (po vysušení a vychlazení se „vypne“ do hladka). Snížení spotřeby následných vrchních laků lze dosáhnout nanášením tónovaného plniče (pestrými-barevnými nebo nepestrými-šedými pigmenty) odpovídajícímu barevnému odstínu vrchního laku) v barevném odstínu přiměřenému k barevnému odstínu vrchního laku. V některých případech pro vnitřní nepohledové (zakryté) části nemusí být vrchní lak použit.

Čištění

Před nanášením vrchního laku je bezpodmínečně nutné povrch důkladně očistit pomocí speciálních utěrek, které váží prach, ionizovaného vzduchu, ofukování, čištění pštrosími pery.

Před nanášením vrchního laku je bezpodmínečně nutné povrch důkladně očistit. Běžně se používají tyto procesy: ionizovaný vzduch, ofukování, čištění pštrosími pery, celkový oplach karosérie, včetně sušení a chlazení.

Nanášení vrchních laků – typy a způsoby jejich aplikace

Vrchní laky mohou být jedno nebo dvou, příp. třívrstvé.

1) Jednovrstvý vrchní lak (SOLID)

Tento způsob nanášení jednovrstvého 2-K vrchního laku je v současné době používán převážně při nanášení UNI-barevných odstínů a dokonce i v těchto případech se stále častěji používá z důvodu dosažení speciálních barevných efektů dvou, příp. třívrstvých variant. V současné době se tento typ vrchních laků používá výhradně pro povrchové úpravy užitkových vozidel, které jsou vyráběny v menších sériích, než osobní.

V současné době byly jednokomponentní vrchní laky SOLID nahrazeny dvoukomponentními, vytvrzované tužidly. Vedle těchto konvenčních (podlimitních) existují také vodou ředitelné. Veškeré vrchní laky myjí vysokou barevnou stálost a odolnost proti působení vnějšího prostředí.

Tyto vrchní laky jsou nanášeny ručně, robotizovaně, elektrostatičticky s podporou rotačního rozprašování, které umožňuje v několika málo sekundách rychlé změny barvy. Stříkání některých partií se provádí výhradně ručně. Požadovaná tloušťka vrstvy suchého laku (jednovrstvý lak) 35 – 50 µm je nanášena v jedné nebo ve dvou nástřikových vrstvách, s krátkou mezdobou vytékání po každé z nich. Poté je lak vypálen při asi 130 – 140 °C (podle pojiva) v sušárně vrchního laku.

2) Dvouvrstvý nebo vícevrstvý vrchní lak (BC)

Při nanášení dvouvrstvého vrchního laku je nejprve nanášen jednokomponentní vrchní lak, na který je následně nanášen jedno nebo dvoukomponentní čirý krycí lak. Některé barevné odstíny (UNI, metalické ale zejména perleťové) mají dvou, příp. třívrstvé provedení. Čirý krycí lak tvoří finální vrstvu, která zajišťuje ochranu proti působení UV-záření a povětrnosti a konečný barevný efekt. UNI barevné odstíny se stávají atraktivnější zvětšením optické hloubky. Vrchní a čiré krycí laky jsou nanášeny ve dvou nástřikových vrstvách, mezi kterými je zajištěno odtékávání (vypařování vody). V některých vnitřních prostorech může BC-vrchní lak tvořit finální vrstvu (bez přelakování čirým krycím lakem).

Vrchní lak je nanášen pouze v tloušťce vrstvy 12 až 35 µm. Skutečná tloušťka závisí na krycí schopnosti použitého barevného odstínu. Pro zvýšení krycí schopnosti se mohou používat i plniče tónované přiměřeně k barevnému odstínu vrchního laku. Perleťové vrchní laky se speciálními efekty mají obecně nízkou krycí schopnost, a proto se provádějí jako třívrstvé (UNI-podstříková vrstva, perleťová vrstva, čirý krycí lak). K dosažení konečného efektu je navíc možné tónovat i čirý krycí lak (jedná se pak o čtyřvrstvý vrchní lak).

Čiré krycí laky jsou jedno nebo dvoukomponentní, převážně konvenční. Pouze 2 zahraniční výrobci používají čiré krycí laky dispergované ve vodě.



Podíl rozpouštědla v běžném transparentním laku je až okolo 53 – 57 %. Laky s vyšším obsahem sušiny mají obsah VOC okolo 37 – 42 %. Mnoho výrobců používá dvousložkové rozpouštědlové transparentní laky se zvýšeným obsahem netěkavých látek 60 – 75 % (s vysokým obsahem sušiny). V současnosti jsou pro snížení emisí vznikajících z čirých krycích laků vyvíjena modifikovaná pojiva a nové technologie transportu nátěrových hmot umožňují použití dvoukomponentních čirých krycích laků.

Nejprve jsou převážně ručním stříkáním nanášeny vrchní laky na vnitřní povrchy dveří, prostor motoru, zadní výklopné dveře nebo další vnitřní povrchy.

V ostatních plochách se nanášení vrchních a čirých krycích laků provádí robotizovaně elektrostatičticky. U metalických a perleťových barevných odstínů se finální nástřikové vrstvy provádí klasicky pneumatickými stříkacími pistolemi (zajištění potřebné konečné struktury a barevného efektu). Mezi jednotlivými nástřikovými vrstvami probíhají časy odtěkání (vypaření vody). Ke zvyšování emisí přispívá i mytí stříkacích pistolí (a dalších částí soustavy nanášení) klasickými ředidly.

3.8.1.3 Sušení a vytvrzování

Sušení urychluje odpařování těkavých látek (ředidel a rozpouštědel) z nanesených nástřikových vrstev nátěrových hmot a k jejich vytvrzování chemickou reakcí. Rozlišují se tři způsoby sušení (vytvrzování):

- Fyzikální sušení: materiál povrchové úpravy je nanášen v kapalně formě a je vytvrzován na pevný povlak odpařováním rozpouštědel.
- Chemické vytvrzování: povlak, který je již obvykle zpevněn fyzikálním sušením, je vytvrzován síťovací chemickou reakcí. Tyto reakce probíhají při vyšších teplotách, a je tedy potřeba určitý vstup tepla. Dodané teplo může urychlit reakční proces pouze do určité míry.
- Vytvrzování reakcí při sušení: dvě nebo více reaktivních složek je smícháno v daném poměru před nebo během použití a tyto složky vytváří pevný povlak chemickou reakcí. Systémy mohou být s nebo bez rozpouštědla. Obvykle reakce už začíná při teplotě okolí, může být také urychlena zahřáním.

V praxi se používají konvekční a radiální sušárny nebo jejich kombinace podle požadavků na kvalitu povrchové úpravy. Karosérie, zahříváné během sušicího procesu, musí být před dalším zpracováním ochlazeny. Proto jsou ochlazovány ve speciálních chladících zónách částečně chlazeným čerstvým vzduchem.

3.8.1.4 Konzervace dutin

Konzervace dutin se provádí nanesením tuhého voskového filmu utěsňujícího dutiny (nutných z konstrukčních důvodů) nosníků a dveří karosérie pro zajištění protikorozi ochrany. Provádí se následujícími dvěma technikami:

- Stříkání: pro každou dutinu je určena alespoň jeden aplikační otvor (40 – 50 otvorů na karosérii). Reprodukovatelnost dávkování je dosažena naprogramováním aplikovaného objemu. Pro stříkání se obvykle používají látky s obsahem 60 – 70 % vosku, které mohou být ve vodné emulzi. Stříkání se provádí při teplotě prostředí, poté následuje zvýšení teploty v peci pro zkapalnění vosku, aby se dostal do všech míst.
- Při použití metody zaplavení bezrozpouštědlovým roztaveným voskem, se konzervace provádí ve vylévacích zařízeních. Horký vosk (parafín při 120 °C) je stříkán do dutin automaticky ozubenými vylévacími tryskami. Dutiny jsou vyplněny podle požadavků. Po vyplnění dutin odtéká přebývajícím vosk zpět otevřenými otvory do zaplavovací lázně, kde je znovu použit.



Karosérie je před konzervací dutin předeřhřata na (50 – 80 °C), aby vrstva vosku byla co nejtenčí. Tato technika neobsahuje rozpouštědla.

3.8.1.5 Opravné práce

Přes všechna opatření k zajištění bezprašnosti, nelze vyloučit vznik defektů v nátěru (prach usušený v nátěru, mechanická poškození, látky narušující ovhčení, atd.). Poškození jsou opravena okamžitým obroušením skvrny a v závislosti na rozsahu defektu úplným nebo částečným přelakováním vrchním lakem – viz kap. 3.8.1.1.

3.8.2 Techniky snižování emisí do ovzduší

3.8.2.1 Emise do ovzduší

Sériové lakování nových automobilů představuje významný zdroj emisí VOC. NMVOC jsou emitovány z lakovacích boxů, sušících boxů a při čištění aplikačních zařízení. Emise NMVOC z tohoto sektoru se mohou významně lišit v jednotlivých státech. V zemích EU-25 byla úroveň emisí pro NMVOC rok 2000 (dle modelu RAINS), 74,2 kt což je 0,7% z celkových emisí NMVOC. Celkově bylo lakováno 18 367 150 vozidel a průměrný emisní faktor byl 4 kg NMVOC/vozidlo. Toto ukazuje, že emise z tohoto sektoru jsou v zemích EU-25 již částečně upravovány (neupravený emisní faktor je pro jednotlivé země specifický a může dosáhnout až 10 kg/vozidlo). Výše uvedená hodnota je v EU-25 průměrně okolo 40 – 67 g VOC/m², v porovnání se stavem bez regulace, kdy je přepočet cca 100 – 167 g VOC/m² (oba rozsahy jsou závislé na velikosti modelu).

V automobilovém průmyslu se výrazně investovalo do aktivit směřujících ke snižování používání rozpouštědel (v 70-tých letech). Před zavedením opatření byly obvyklé úrovně emisí mezi 200 a 300 g/m² (měřeno dle SED). (*Upravené/neupravené v tomto významu znamená nejenom zpracování odpadního plynu, ale také všechny ostatní opatření pro snížení emisí VOC).

SED udává hmotnostní limity emisí VOC pro zařízení pro lakování automobilů 60 g/m² u současných zařízení a 45 g/m² pro nově instalované linky. Poslední termín pro dosažení těchto emisních hladin pro současná zařízení je 30. říjen 2007. Začátkem roku 2005 překračovalo v Evropě limit 60 g/m² 27 provozů, které mají přijaty vhodné programy pro dosažení limitu v daném termínu.

Většina členských států akceptovala a zavedla limity SED, v některých státech jsou dokonce používány nižší emisní limity. Například Německo má dlouhou tradici v zavádění legislativy VOC a vyžaduje snížení průmyslových emisí do 20 let z 60 g/m² na 35 g/m² pro práškové nátěrové hmoty. Obdobná legislativa je zavedena v Rakousku a v České republice.

Nanášení a sušení plnicí, vrchních laků a čirých krycích laků obvykle přispívá přibližně z 80 % k emisím VOC pocházejících z povrchových úprav v automobilové výrobě. Konečné úpravy (opravy) vrchních a čirých krycích laků, čištění a další zdroje (např. lakování malých součástek, nanášení ochrany podvozků) přispívají zbývajících 20% emisí. Přibližně 70 až 90 % celkových emisí VOC vzniklých při nanášení a sušení pochází z lakovacích kabin; zbývajících 10 – 30 % emisí ze sušáren. Všeobecně platí, že množství emisí závisí na typu použitých rozpouštědel, skladby nátěrového systému a účinnosti způsobu jeho aplikace. Odpadní vzduch ze sušáren obsahující VOC přechází do systémů termického čištění odpadního plynu.



Uvedené hodnoty jsou vztaženy na povrch karosérie s e-povlakem, kde jsou nanášeny plniče a vrchní čiré krycí laky na asi 10 – 15 m² lakovaného povrchu, přičemž celkový povrch je obvykle 65 – 95 m². V současnosti představují průměrné specifické emise těkavých organických látek z německého automobilového průmyslu okolo 35 – 45 g/m² elektroforeticky lakovaného povrchu. To odpovídá průměrné spotřebě rozpouštědla 2,5 – 4 kg na automobil (podle modelu a specifických požadavků). Rakousko odhaduje emise VOC na 21 – 27 g/m² a okolo 1,8 kg na jeden automobil, 40 – 80 mg/Nm³ NO_x, 25 – 80 mg/Nm³ CO a méně než 3 mg/Nm³ tuhých částic (TPB). V evropském automobilovém průmyslu jsou dosaženy emise mezi 35 a 45 g/m², zejména pro provoz ve Švédsku a Nizozemí i pro některé provoz v Belgii, Velké Británii, Francii, Itálii, Portugalsku a České republice. Tato hodnota nebyla dosažena v dalších provezech v Evropě, kde VOC emise dosahují hodnot mezi 60 a 120 g/m².

Kromě emisí VOC je nutné uvažovat i emise tuhých částic nátěrové hmoty (s možností obsahu těžkých kovů). Emise částic z prostřiků jsou obecně pod 5 mg/Nm³, což je zajištěno použitím mokrych a suchých odlučovačů v lakovacích kabinách.

Efektivita zachycování emisí VOC je závislá na použitých technikách, jejichž součástí je efektivita aplikace, obsah VOC v nátěrovém systému, zachycování par a úprava odpadního plynu.

Po termické úpravě je ve vyčištěném plynu běžně dosahováno koncentrace 10 mg C/m³. Relativně vysoké úspory nákladů je dosaženo pro často snižovanou první polovinu emisí VOC, vzhledem k ostatním. Účinnost termické oxidace je 90 % pro sušárny kombinované s adsorpcí na aktivním uhlí, 80 % pro plnič, 70 % pro základní lak, 75 % pro transparentní lak. Pro úpravu odpadního plynu v Německu (spalováním) jsou dosahovány emisní hodnoty pod 10 mg C/Nm³, a pro NO_x a CO okolo 100 mg/m³, přestože teplota spalování byla snížena ze 730 na 700 °C a spotřeba energie tak byla redukována.

3.8.2.2 Vodou ředitelné nátěrové systémy

Při elektroforetickém nanášení vodou ředitelné nebo ve vodě dispergované nátěrové hmoty obsahují tyto materiály 1 – 6 %, obvykle 1 – 2 hm. % rozpouštědla.

Materiály pro vytváření elektroforetických povlaků jsou dopravovány uzavřeným systémem a jsou nanášeny ponorem. Pro aplikaci základních a podkladových povlaků se používají vodou ředitelné nátěrové hmoty, které obsahují ve vodě rozpuštěné nebo dispergované filmotvorné složky (alkyd, polyester, akrylát, melamin a epoxy pryskyřice). Materiály pro základní a podkladový nátěr se dodávají uzavřeným systémem a jsou nanášeny stříkáním. Vodou ředitelné systémy mají následující obsah rozpouštědel (hm. %): základní nátěr 5 – 10 % a podkladový nátěr 10 -15 % (base-coat).

Obvyklé emisní faktory VOC pro lakovny pracující s vodou ředitelnými nátěrovými hmotami jsou 1 – 2 g/m² pro plnič a 6 – 8 g/m² pro podkladový nátěr (pro výrobky s rychlou dobou zasychání 7 – 9 %) bez regulace emisí.

Vodou ředitelné materiály mohou být použity jako elektroforeticky vytvořené povlaky, základní nátěry, podkladové nátěry a pro některé opravné nátěry. Používají se na kovy i na plasty. Nepoužívají se však pro jednovrstvé vypalovací nátěrové hmoty, protože ty musí být utěsněny transparentním lakem. Existují sice vodou ředitelné transparentní laky, ale příliš se v automobilovém průmyslu nepoužívají vzhledem k jejich špatnému vzhledu a kvalitě. Nutno poznamenat, že vzhled a kvalita vrchních laků nezávisí na tom, zda je použita vodou ředitelná nebo rozpouštědlová nátěrová hmota, ale závisí na typu a kvalitě



použitého pojiva a kvalitě (stabilitě) pigmentů při dopadu UV záření. Výsledným efektem pak je barevná stálost, odolnost proti agresivitě vnějšího prostředí, minimální ztráta lesku atd.

Přeměna lakovny používající rozpouštědlové nátěrové hmoty na vodou ředitelný systém je obtížná nejenom investičně, ale i pro technická omezení. Potřeba delších pecí se zónami pro odvětrání mezivrstvy, které splňují požadavky pro zasychání, znamená, že v lakovnách konstruovaných pro rozpouštědlové systémy nemusí být dostatek prostoru pro úpravu na vodou ředitelné systémy. Dalším požadavkem souvisejícím s přeměnou je, že potrubí pro rozvod nátěrových hmot, ale i části stříkacích zařízení, musí být z korozivzdorné oceli. Dodatečné náklady spojené s provozními požadavky, materiály a instalací zařízení způsobují, že vodou ředitelné systémy jsou často omezeny na nové lakovny, nebo ty, které jsou již vybaveny potřebnými systémy. Lakovací kabiny pro vodou ředitelné nátěrové hmoty musí být vybaveny přesnějším řízením teploty a vlhkosti a komponenty pro daleko rychlejší výměnu vzduchu. Vzhledem k tomu, že oproti konvenčním mají nátěrové hmoty na bázi vody o něco delší časům schnutí, dochází k mírnému snížení produktivity.

3.8.2.3 Aplikace nátěrových hmot ponorem

Předběžně povrchově upravené karoserie automobilů se před ponořením do bezolovnaté elektroforetické lázně elektricky nabíjí. Lázeň je obvykle na bázi vody a je ředěna demineralizovanou vodou a obsah rozpouštědel je v rozmezí 2 – 6 hm. %, obvykle 1 – 2 hm. %.

Elektroforetickým ponorem se vytvoří povlak na všech plochách, jak vnitřních, tak i vnějších. V závislosti na rozměru a tvaru se vytváří na jednom automobilu povlak na ploše 60 – 100 m².

Limity emisí VOC jsou velmi nízké, vlivem malého obsahu rozpouštědel a dále vlivem toho, že nátěrová hmota není jako při stříkání rozprašována. Obvyklé emise jsou < 0,2 kg/vozidlo, což odpovídá mezi 2 – 4 g VOC/m², v závislosti na velikosti elektroforeticky upravovaného povrchu. Se snížením odpadních plynů ze sušárny může být dosaženo až pod 1 g VOC/m².

Nanášení se provádí ve speciálně vybudovaném provozu s odsáváním. Karoserie opatřené základním nátěrem musí před aplikací následujícího povlaku projít operací sušení (vypalování).

Tato technologie se používá pro celé karoserie automobilů a kovových součástí, včetně povrchu panelů, které jsou obtížně přístupné. V současné době je použití techniky aplikace ponorem značně rozšířeno, ale je omezeno pouze na katalforetickou aplikaci základové barvy.

Při výrobě automobilů je optická kvalita vrchního laku velice důležitá, a tudíž se pro aplikaci plničů a vrchního laku používá výhradně stříkání.

3.8.2.4 Zpracování odpadního plynu

Pro zpracování odpadního plynu jsou nejčastěji používány následující techniky:

- Venturiho systém,
- pračka plynu,
- systém suchých filtrů,
- elektrostatický filtr,
- vnitřní koncentrace rozpouštědla jako předběžná úprava při zpracování odpadního plynu,



- externí koncentrace rozpouštědla jako předběžná úprava při zpracování odpadního plynu,
- přiřazený systém pro úpravu odpadního plynu zařazený do sušárny,
- adsorpce: na pevném loži, na fluidním loži a na oběžném adsorpčním kole,
- spalování: rekuperační, katalytické a regenerační.

3.8.3 Dosahované emisní úrovně

Pro přestříkávání vozidel – opravárenství s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,5 t/rok a nátěry při výrobě nových silničních a kolejových vozidel s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel menší než 15 tun/rok je v REZZO 2014 uvedeno celkem 278 zdrojů. Emisní koncentrace VOC byly statisticky zpracovány.

Emisní koncentrace VOC (mg/m ³)	
MIN emisní koncentrace	0,4
MAX emisní koncentrace	46,4
průměrná dosahovaná koncentrace	17,4
medián emisních koncentrací	15,0
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,6
10. nejmenší koncentrace*	3,20
10. největší koncentrace**	36,00
75% kvartil emisních koncentrací***	25,20
95% percentil emisních koncentrací****	36,46

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykazalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykazalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.

Poznámka: Zákonem stanoveného limitu emisní koncentrace VOC (50 mg/m³) lze dosáhnout jedině použitím podlimitních nátěrových hmot, mnohdy s použitím filtrů z aktivního uhlí. Při aplikaci nadlimitních nátěrových hmot je tento zákonem stanovený limit překračován i při použití filtrů z aktivního uhlí.



3.9 Nanášení práškových plastů (kód 9.11.)

3.9.1 Používané techniky a postupy

3.9.1.1 Práškové nátěrové hmoty – konvenčně vytvrzované

Práškové nátěrové hmoty jsou bezrozpouštědlové materiály, které obsahující částice o velikosti v rozmezí 25 – 60 μm . Probíhá vývoj práškových nátěrových hmot vytvrzovaných zářením, avšak většina práškových nátěrových hmot se vytvrzuje v konvekčních vysoko teplotních pecích.

Hlavními složkami tvořícími povlak jsou polyesterové nebo epoxidové pryskyřice. Při vytvrzování je materiál zahříván v konvekčních sušárnách kde se taví a slinují do povlaku. Práškové povlakové systémy mají následující příznivé vlastnosti:

- většinou nevznikají emise rozpouštědel,
- k zachycení přestříků ve stříkacím boxu není zapotřebí žádné vody,
- při recyklaci nátěrové hmoty vzniká malé množství odpadu,
- technicky možná recyklace nátěrové hmoty (až do 95 %) je nezbytná z ekonomických důvodů,
- vysoká účinnost nanášení až do 100 %,
- vysoké množství cirkulujícího vzduchu ve stříkacím boxu snižuje spotřebu energie.

Existují však následující nevýhody:

- je obtížné regulovat tloušťku povlaku: např. v automobilovém průmyslu se dosahuje silnější vrstvy (asi 55 – 60 μm) než je nutné, což vede k vyšší spotřebě nátěrových hmot. V současné době je však možné dosáhnout tenčích vrstev (přibližně 55 – 60 μm);
- je potřeba vyšších teplot vypalování (přibližně 140 – 200 $^{\circ}\text{C}$). Vzhledem k tomu není možné nanášet práškovou barvu na každý podklad. Na trhu se však stále více objevují práškové hmoty, které se vytvrzují při teplotách 60 – 100 $^{\circ}\text{C}$;
- podmínky nanášení jsou přesně určeny (teplota, vlhkost),
- ruční nanášení je možné pouze v případech, jestliže jsou dodržena bezpečnostní opatření (proti tvorbě prachu, elektrostatické napětí).

Aplikace práškových povlaků je v několika oblastech již dobře zavedenou technikou. Použití práškových povlaků má vzrůstající tendenci vzhledem k jejich příznivému vlivu na životní prostředí, možnosti automatizace a dobré efektivnosti recyklace přestříku. Práškové povlaky se nanášejí elektrostatickým stříkáním, a jsou tudíž vhodné zejména pro nanášení na kovy.

V současné době nedosahují systémy práškových povlaků v automobilovém průmyslu u většiny výrobců v Evropě požadavků na kvalitu, jakož i provozní problémy spojené se změnou procesu (jako je udržení správného zbarvení a konečné úpravy).

Tato technika je připravená pro průmyslovou výrobu zemědělských a stavebních prostředků.

Na kovových obalech mohou být práškové povlaky aplikovány na svařované plechovky, „složené“ ze tří částí. Nejsou vhodné pro plechovky typu DWI.

Povlaky na výrobcích z plastů jsou v současné době používány pouze v malosériové povrchové úpravě malých částí, jako jsou kompozitní části z kovů a plastů pro radiátory automobilů.

Použití práškových povlaků je omezené i pro plastické hmoty z důvodu jejich špatné elektrické vodivosti a citlivosti na teplotu.



3.9.1.2 Práškové suspenze

Práškové suspenze jsou prášky dispergované a stabilizované ve vodě a jsou aplikované na tradičních zařízeních pro kapalné barvy. Používají se při vytváření transparentních povlaků („clear coat“).

Tato technika je v současné době používána pouze v automobilovém průmyslu.

3.9.2 Techniky snižování emisí do ovzduší

3.9.2.1 Práškové nátěrové hmoty – konvenčně vytvrzované

Při aplikaci práškových povlaků nevzniká žádná odpadní voda ani významné emise VOC.

Při technologii elektrostatického stříkání prášků není zapotřebí zachycovat přestříky částic nátěrové hmoty do vody. Odpadá tedy úprava odpadní vody s použitím přísad (jako jsou koagulační přísady).

Zařízení pro nanášení a kompletní stříkací kabiny se mohou čistit vakuovým čištěním nebo ofukováním stlačeným vzduchem. Tímto způsobem se uspoří zdroje a zabrání se tvorbě emisí rozpouštědla.

Pro vytvrzování je zapotřebí vysokých vytvrzovacích teplot. Vytvrzování kombinací techniky infračerveného záření s cirkulací vzduchu má vyšší účinnost než konvenční technika vytvrzování.

Vlivem chemismu radiace mohou vznikat při vytvrzování malá množství VOC.

Možné zdravotní riziko pracovního prostředí vlivem, např. používaných mutagenních látek jako TGIC.

3.9.2.2 Práškové suspenze

Při použití práškové suspenze nevzniká žádná odpadní voda ani emise VOC. V automobilovém průmyslu lze dosáhnout velkých úspor energie náhradou dvousložkového transparentního povlaku průhledným povlakem z práškové suspenze aplikované systémem mokrý do mokrého. Při této technice se může vypustit mezioperační sušení.

3.9.2.3 Aplikace práškových povlaků – elektrostatické stříkání

Částice prášku jsou nabitы elektrostatickým nábojem a stříkány za použití tlakového vzduchu na uzemněné výrobky.

Dosáhne se materiálové účinnosti v rozmezí 80 – 95 %.

Stříkací kabiny a aplikační zařízení se čistí vakuovým čištěním nebo ofouknutím tlakovým vzduchem. Tímto způsobem se šetří suroviny a eliminují se emise.

Koncové techniky k omezování, případně odstraňování emisí VOC, které jsou využitelné také pro výše uvedené techniky a postupy, jsou uvedeny v kapitole 4.



3.9.3 Dosahované emisní úrovně

Pro nanášení práškových plastů je v REZZO 2014 uvedeno celkem 542 zdrojů. Emisní koncentrace VOC byly statisticky zpracovány.

Emisní koncentrace VOC (mg/m ³)	
MIN emisní koncentrace	0,3
MAX emisní koncentrace	228,0
průměrná dosahovaná koncentrace	11,4
medián emisních koncentrací	8,0
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,6
10. nejmenší koncentrace*	1,21
10. největší koncentrace**	35,00
75% kvartil emisních koncentrací***	14,00
95% percentil emisních koncentrací****	31,85

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.



3.10 Nátěry při výrobě nových silničních a kolejových vozidel s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 15 tun/rok (kód 9.14.)

Lakovny pro povrchové úpravy vozidel této kategorie (s projektovanou roční spotřebou organických rozpouštědel větší než 15 tun) a jsou provozované ve zvláštním režimu. Používají převážně techniky a postupy povrchových úprav sériové (automatizované, robotizované) nebo v kombinaci s ručními (povrchové úpravy některých partií na výrobní lince nebo při opravách vad na výrobní lince vzniklých se provádějí ručně). V těchto lakovnách se prakticky provádějí povrchové dvoustupňových vozidel (osobních nebo užitkových, včetně přívěsů a návěsů), ať už silničních nebo kolejových. Lakovny se zabývají povrchovými úpravami celků nebo jejich podsestav či dílů nebo oběma těmito komoditami, ať už jako hlavní dodavatelé nebo subdodavatelé.

3.10.1 Používané techniky a postupy

Používané techniky a postupy jsou podrobně popsány v kapitole 3.8.1. Proto jsou zde uvedena některá specifika povrchových úprav užitkových vozidel.

3.10.1.1 Povrchové úpravy silničních užitkových vozidel (autobusů, trolejbusů, nákladních automobilů, kamionů, atd.)

Předúprava – odmašťování a fosfátování ponorem

Karosérie užitkových vozidel jsou před lakováním obvykle upravovány běžnými procesy předúpravy, jako je odmašťování a fosfátování. Po procesech předúpravy se nanáší základní nátěr stříkáním nebo ponorem. Ale provádějí se také klasicky (ručně). Někteří výrobci volí v zájmu zjednodušení povrchových úprav, eliminace reklamací a vyšší životnosti, pro kritické partie podvozků nebo spodních částí karosérií ušlechtilé materiály (antikoro...), což se projevuje i na další operaci – nanášení základových nátěrů.

Předúpravy podvozků užitkových vozidel se po smontování provádějí ručně (některé jejich díly mohou být předupraveny ponorem).

Základní nátěr nanášený kataforeticky ponorem

V jednom německém provozu se k nanášení základního nátěru na karosérii vozu používá kataforetické nanášení základové barvy ponorem. Pro odstranění mastnot, zbytků z broušení nebo jiných nečistot je karosérie vozu předtím vyčištěna ve vodném alkalickém roztoku (při teplotě 60 °C). Pak se provádí oplach. Povrch pro přípravu následného fosfátování je aktivován. Vytvořením konverzní vrstvy na karosérii vozu (při teplotě v rozmezí 50 – 55 °C) se zajišťuje antikorozi ochrana a přilnavost nátěrových vrstev, které jsou dále aplikovány. Aby se zvýšila účinnost fosfátované vrstvy, je povrch ještě pasivován. Poté jsou karoserie několikrát opláchnuty demineralizovanou vodou při běžné teplotě. Následně je kataforeticky ponorem nanesen povlak. Použitý materiál je vodou ředitelný s obsahem organického rozpouštědla okolo 3 %. Takto upravené karoserie jsou automaticky a manuálně opláchnuty demineralizovanou vodou a sušeny při 175 °C (teplota kovu) v sušárnách vybavených jednotkou spalování vzdušiny, před tím než jsou umístěny do chladicí zóny.

Zavedením kataforetického nanášení základové barvy ponorem je možné snížit emise VOC až na 60 %. Tento proces byl zaveden v roce 1990. Kromě kataforetický nanášených vodou ředitelných nátěrů ponorem jsou ještě běžně používány rozpouštědlové dvousložkové epoxidové materiály nanášené stříkáním. Tyto materiály obsahují okolo 40 – 50 % rozpouštědel a jsou nanášeny manuálním stříkáním.



Ochrana podvozku a utěšňování spár

Po očištění karosérie autobusu se provádí utěšňování spár vnitřních a vnějších povrchů, stejně jako ploch podvozku. Pouze na vnější povrch podvozků se nanáší ochrana. Materiálem pro ochranu podvozku je dvousložkový polyuretan nebo vodou ředitelný nátěr. Utěšňování spár a nanášení ochrany podvozku se provádí ručně.

Aplikace plniče

Nanesením plniče se upraví povrch pro následné nanesení vrchního nátěru. Tímto způsobem jsou vyplněny nerovnosti, nedostatky vrstvy základního nátěru, takže je zajištěna přilnavost a v případě použití plniče s antikorozními pigmenty i posílena antikorozní ochrana. Další funkce plniče jsou popsány v kapitole 3.8.1.2.2. V současnosti jsou v Německu používány pouze rozpouštědlové plniče pro povrchovou úpravu autobusů. Nanášení se provádí ručně, poté probíhá sušení. V jednom z provozů se plnič nanáší automatizovaně rychle rotujícími zvonky a pomocí robotů. V některých odůvodněných případech (nižší krycí schopnost aplikovaného barevného odstínu) je možné použít tónované plniče (pestrými-barevnými nebo nepestrými-šedými pigmenty) odpovídající barevnému odstínu vrchního laku), přičemž se kryvost zajistí menším počtem jeho nástríkových vrstev ve prospěch materiálové úspory.

Aplikace vrchního laku

Vzhledem k požadavkům na individuální provedení užitkových vozidel se u určitých sériových nebo kusových zakázek používají se různá atypická barevná řešení (včetně vícebarevných) karosérií. Ruční nanášení vrchních laků, které při povrchových úpravách užitkových vozidel převažuje, proto potřebné variabilitě vyhovuje. Používají se jednovrstvé 2-K vrchní laky nebo dvouvrstvé i vícevrstvé vrchní laky překryté finální vrstvou 2-K čírého krycího laku.

Vrchní laky ve všech používaných barevných odstínech nejsou dosud k dispozici ve vodou ředitelném provedení (nebo s ním lze jen obtížně provádět dekorace). Proto se v současnosti používají převážně v provedení rozpouštědlovém. Pro aplikaci označení a popisů a dekorace se používají i lepicí fólie. Přestože se jejich používáním povrchové úpravy nátěrovými hmotami redukuje, emise VOC se zásadně nesnižují, protože při přípravě fólií jsou používána lepidla s obsahem rozpouštědel. Práškovými barvami, lze „mokrý“ nátěrové hmoty (ve prospěch snížení emisí) nahradit jen částečně, protože jsou vhodné pouze pro vnitřní použití. Toho už se v řadě případů využívá.

Utěšňování dutin

Aby byla zajištěna úplná protikorozní ochrana autobusů, musí být povrchy s dutinami v konstrukci karosérie utěsněny použitím vrstvy vosku. Jako těsnění dutin se používá vosk obsahující asi 60 % rozpouštědla.

3.10.1.2 Povrchové úpravy kolejových vozidel

Kromě vysoké estetické kvality nátěrů je pro kolejová vozidla (zejména u železničních souprav pro osobní dopravu nebo tramvají) požadována také dobrá protikorozní ochrana. Používané systémy povrchových úprav musí odolat otěru, agresivitě vnějšího prostředí a čistících prostředků (zejména těch pro odstraňování graffiti), stejně jako oděru.

Obvykle jsou systémy povrchové úpravy, požadovaný typ nátěrové hmoty, barevný odstín a tloušťky nátěrových vrstev stanoveny zákazníkem. V menších provozech není vzhledem k velkým průtokům a diskontinuálnímu provozu nutné zavádět čištění odpadního plynu ze stříkacích kabin a sušáren



termickým spalováním. Avšak v některých větších provozech je běžnou praxí čištění odpadního plynu ze sušáren.

Procesy povrchových úprav kolejových vozidel je možné rozdělit na povrchové úpravy nových vozů a údržbu. Obě činnosti se obvykle provádějí ve výrobních provozech. Nátěrové systémy pro povrchovou úpravu nových vozů a pro údržbu jsou shodné. Typické činnosti údržby, které jsou také uplatňované pro nová vozidla, jsou uvedeny v následujících odstavcích.

Z hlediska vlivu na životní prostředí při údržbě jsou významné tyto činnosti:

- Oprava nátěru v procesu výroby (vady a poškození během manipulace) nebo při údržbě – viz popis v kapitole 3.8.1.1.
- Zhotovení zcela nového nátěrového systému na starém vozidle: Základní podmínkou je odmaštění, zdrsnění a očištění stávajícího vrchního laku, obroušení nátěru na vrstvu plniče nebo základové barvy nebo kompletní obroušení (otryskání) na kov.
- Obvykle se nátěr odstraňuje manuálně otryskáváním drtí. Při odstraňování nátěru z hliníku a korozivzdorné oceli (např. nástavby) se používá jako tryskací prostředek korund. Pro konstrukční ocel se používá jako tryskací prostředek zase ocelová drť. Po otryskávání je z povrchu odstraněn prach ofoukáním stlačeným vzduchem. Obvykle je všechn tryskací prostředek recyklován.

Procesy povrchové úpravy nových železničních vozů jsou podrobněji popsány dále, a protože jsou používané techniky a materiály shodné, lze je použít i pro procesy údržby.

Předúprava vagónů

Po montáži se provádí vhodné odmaštění vodným alkalickým odmašťovacím prostředkem (především pro hliník). Následně jsou vnitřní a vnější povrchy čištěny tryskáním. Tryskací prostředek je částečně recyklován.

Aplikace základové barvy (na vnější plochy a vnitřní povrchy)

Základová barva je nanášena na celý povrch vagonu. Nátěr je nanášen manuálně vysokotlakým bezvzduchovým (airless) stříkáním. Kromě běžných nátěrových hmot je možné použít i vodou ředitelné dvousložkové nátěrové hmoty neobsahující chromáty na bázi epoxidové pryskyřice. Obsah rozpouštědla se v těchto materiálech pohybuje okolo 3 – 5 %. Tloušťka vrstvy základního nátěru je přibližně 60 – 100 µm na střeše a přibližně 200 µm na bočních stěnách. Další díly jako zavazadlové police jsou povrchově upravovány rozpouštědlovými nebo práškovými nátěrovými hmotami.

Tmelení

Po zaschnutí základního nátěru je manuálně stěrkami nanášena vrstva tmelu. Materiál obsahuje asi 16 % rozpouštědla (8 % je reaktivních a nevýznamných pro vznik emisí). Po vytvrzení materiálu se provádí broušení bočních stěn. Vzniklý prach je odstraněn ofoukáním tlakovým vzduchem a použitím čistících prostředků. Obvykle se tmel nanáší pouze na svařené spáry (minimální použití tmelu). Někteří výrobci volí konstrukce vozidel (hliníkové karoserie, lepené kovové napínané kovové pásy) tak, aby bylo dosaženo absolutní roviny a hladkosti karosérií, čímž se ušetří operace tmelení.

Aplikace plniče (obvykle pouze na vnější povrchy)

Plnič je na boční stěny nanášen tlakovým stříkáním. Rozšířený je ve verzi konvenční dvousložkové na bázi epoxidu vytvrzovaný aminem (obsahující 3 % organického rozpouštědla) nebo jako polyuretan



na bázi rozpouštědel (obsahující 35 % organického rozpouštědla). Tloušťka vrstvy je okolo 60 μm . Doba zasychání je asi dvě až tři hodiny. Při použití sušárny (80 °C) trvá sušení 45 minut. Teplota podkladu nesmí na celém vagonu kvůli elektrickému vybavení překročit 45 °C.

Aplikace vrchního laku (obvykle pouze na vnější povrchy)

Na různé části kolejových vozidel se nanáší různý počet nástřikových vrstev vrchního laku. Např. u vagonů se používají se tři rozdílné barevné odstíny – pro boční stěny, střechu a podvozek. Nátěr se nanáší tlakovým stříkáním. Mezi nanášením jednotlivých nástřikových vrstev probíhá čas na vytěkání. Po nanesení poslední nástřikové vrstvy následuje sušení při teplotách 50 – 60 °C. V případě potřeby je možné po dvou hodinách (u speciálních vrchních laků s urychlovači lze tento čas zkrátit až na 0,5 hodiny) hotový nátěr maskovat a nanést další vrstvu vrchního laku (např. pruh odlišného barevného odstínu). Tloušťka nátěrového systému může být až 120 μm . Používají se rozpouštědlové vrchní a čiré krycí laky, ale také vodou ředitelné (mimo čirých krycích laků). Převážně je určují zákazníci. Je potřeba dobrého provedení systémů povrchových úprav. Toto je důležité zejména pro vysokorychlostní vlaky (300 km/h), pro pravidelné čištění a odstraňování graffiti.

Ochrana podvozku

Na podvozek je nanesen vodou ředitelný systém bezvzduchovým stříkáním. Nanesená vrstva má minimální tloušťku 120 – 200 μm .

3.10.2 Techniky snižování emisí do ovzduší

3.10.2.1 Povrchové úpravy silničních užitkových vozidel (autobusů, trolejbusů, nákladních automobilů, kamionů, atd.)

Alternativní systémy a způsoby snížení emisí – autobusy, trolejbusy

V některých případech jsou pro nátěry autobusů (trolejbusů) používány vodou ředitelné nátěrové hmoty (kataforickým ponorem nanášené nátěrové hmoty a ochrana podvozku). Až na výjimky nejsou vodou ředitelné nátěry používány jako vrchní nátěr. Práškové nátěrové hmoty jsou využívány pouze pro díly a součástky interiérů. Při povrchových úpravách autobusů (trolejbusů) jsou metody primární redukce emisí zavedené jen velmi omezeně (manuální nanášení, malé objemové jednotky a specifické požadavky zákazníka).

Pro snížení emisí se používají takové koncové techniky jako spalování odpadních plynů ze sušáren, a tedy pouze malý podíl emisí VOC je odsáván a upravován. Pro účinnější snížení emisí z odpadních plynů ze stříkacích kabin a sušáren kombinací adsorpce na aktivním uhlí a spalování ještě nebyly žádné údaje publikovány.

Emise od ovzduší z povrchové úpravy autobusů (trolejbusů)

Emise VOC z lakování autobusů (trolejbusů) tvoří 0,6 % z celkových emisí automobilového průmyslu a jsou vyšší na metr čtvereční než emise ze sériové výroby osobních automobilů z těch samých důvodů jako u kamionů.

Ve sledovaném provozu vznikly emise VOC přibližně 225 g/m² bez zavedení metod snížení emisí odpadních plynů ze sušáren.

Emise z čištění mohou být sníženy pod 20 g/m² používáním správné praxe při údržbě, čištění a použitím náhrad.

Emise pevných částic z přestřiku jsou běžně pod emisní hodnotou 3 mg/m³.



Vodou ředitelné nátěrové systémy – autobusy (trolejbusy)

Pro povrchovou úpravu autobusů (trolejbusů) jsou používány následující vodou ředitelné nátěrové systémy:

- elektroforézní povlak: 3 – 4 % hm.,
- plnič: 8 % hm. obsah rozpouštědla,
- základová barva (base coat): 13 % hm. obsah rozpouštědla.

Je možné dosáhnout významné snížení použití VOC a emisí. Při použití elektroforetického povlaku může být vynechána aplikace plniče. Tím se docílí snížení emisí rozpouštědla o 90 až 130 g/m².

Techniky a zařízení pro aplikaci nátěrových hmot – autobusy (trolejbusy)

Stříkání povrchů autobusů (trolejbusů) se provádí manuálně. Používají se pneumatické a elektrostatické stříkácké techniky. Elektrostatika se používá pouze pro plniče. Nicméně k dispozici nejsou žádné informace, které z následujících stříkáckých technik a zařízení se používá:

- konvenční vysoko- a nízkotlaké stříkání;
- nízkotlaké velkoobjemové stříkání (HVLP);
- stříkácké procesy s elektrostatickým rozprašováním;
- elektrostatické stříkání rychle rotujícími zvonky;
- elektrostatické stříkání stlačeným vzduchem, bez vzduchové a za asistence vzduchu;
- lakovací kabiny s mokřím odlučováním;
- klasické lakovací kabiny;
- technika vodní emulze ve stříkáckých kabinách.

Elektroforetické nanášení (ETL) – autobusy (trolejbusy)

Všechny používané elektrolytické povlaky jsou vodou ředitelné; s typickým obsahem 3 – 4 % hm. rozpouštědel.

Obvyklé specifické emise VOC jsou v rozmezí 6 – 7 g VOC/m² podle povrchu karoserie.

Výhodou elektroforetických povlaků jsou souvislé a kompletní povlaky (rovněž v prohlubních), které netvoří na okrajích podtekliny, s vysokou účinností a možností plné automatizace procesu. Nevýhodou je nutnost věnovat velkou pozornost údržbě lázní s nátěrovou hmotou, právě tak jako zajištění kvality.

V současné době je technika široce používána a je běžně používána při lakování osobních a užitkových automobilů, v malém rozsahu se používá v provozech pro výrobu autobusů (trolejbusů).

Emise do ovzduší z povrchové úpravy nákladních automobilů, kamionů a jejich modifikací

Emise VOC z lakování kamionů, kabin nákladních automobilů, kamionů a jejich modifikací tvoří 9,4 % z celkových emisí v automobilovém průmyslu a jsou vyšší na čtvereční metr než emise z procesů lakování osobních automobilů z následujících důvodů:

- nižší objemy výroby než u osobních aut (obvykle 150 000 až 300 000), takže investice do snižování emisí VOC budou relativně vyšší, což povede k vysokým nákladům na tunu uniklých VOC v porovnání se sektorem osobních aut (M1);
- menší automatizace kvůli relativně vysokým investičním nákladům versus roční objemy, musí být pokryta vyšší plocha a větší požadavky pro přístup na dosažení celé lakované plochy. Toto vede, včetně komplikovaných tvarů a rozměrů, k nižší účinnosti než u M1 a vyšším emisím;



- větší velikost užitkových automobilů požaduje větší stříkací boxy a pece a dále větší upravované objemy v případě metod pro snižování emisí. To dělá snižování emisí méně ekonomicky přijatelné;
- metody dostupné pro osobní automobily nejsou často dostupné nebo musí být upraveny s vysokými náklady, protože lakované užitkové automobily jsou velké a v menším výrobním objemu;
- mnohem rozsáhlejší barevná škála (300 – 800 rozdílných barev, požadavky firem na vozový park):
 - nejsou dostupné vodou ředitelné systémy pro vícebarevné vozy a pro množství různých barev nebo nemohou splnit specifikace zákazníků,
 - více oplachů kvůli velkému počtu barev,
 - více požadovaného čištění, protože nemůže být použito sériové lakování (batch painting),
 - malé dávky barev, používané občas, zbytek materiálu musí být zlikvidován,
 - některé barvy vyžadují větší tloušťku filmu z důvodu proměnitelnosti, a tudíž je nutno používat vícebarevné plniče nebo je požadováno dvojí lakování,
 - vícebarevné vozy znamenají více povlaků, a tudíž více emisí;
- větší plochy povrchu jsou náchylnější k poškození a defektům, tedy více oprav;
- vzrůstající požadavek na metalické barvy zvyšuje emise VOC (metalízy jsou rozpouštědlové);
- více omezení technologií díky různým typům materiálů/doplňků, které se lakují na té samé lince;
- více lakování interiérů (méně pokrývání panely ve srovnání s osobními vozy).

Vodou ředitelné nátěrové systémy – nákladních automobily, kamiony a jejich modifikace

Vodou ředitelné nátěrové systémy jsou aplikovány jako:

- elektrolytický povlak: 8% hm. organického rozpouštědla,
- plnič: 15% hm. organického rozpouštědla,
- základová barva: 15% hm. organického rozpouštědla.

Celkové emise VOC pro tyto povlaky jsou v rozmezí 31 do 36 g VOC/m² bez vrchního povlaku a před jakýmkoliv snížením emisí. Je používáno okolo 25 různých vodou ředitelných (dvousložkových) vrchních laků pro asi 95 % podvozků.

Jelikož vodou ředitelné nátěrové hmoty poskytují nižší aplikační účinnost, musí se vzít v úvahu vyšší spotřeba nátěrových hmot. Uvádí se, že:

- spotřeba vodou ředitelného plniče je asi o 5 % vyšší než u konvenčních rozpouštědlových plničů,
- spotřeba vodou ředitelné barvy je asi o 10 % vyšší než u konvenčních rozpouštědlových podkladových nátěrů.

Náhrada rozpouštědlových plničů a vrchních laků vyžaduje výměnu lakovacích kabin a automatizovaných stříkacích zařízení; náklady se pohybují v širokém rozsahu v závislosti na uspořádání provozu. V mnoha případech, vzhledem k potřebě dodatečného prostoru pro prodloužení lakovacích boxů, je nutné vybudovat nový provoz v nové budově.

Zpracování odpadních plynů – kamiony a užitkové vozy

1) Spalování

Po konečném oplachu elektrolyticky vyloučeného povlaku jsou užitková vozidla (kabiny a podvozky) sušeny v sušárnách, které jsou obvykle vybaveny spalovacím zařízením. Zejména při používání konvenčních (rozpouštědlových) nátěrových hmot.



Jinak musí být lakovací kabiny pro tuto kategorii lakoven vybaveny adsorpcí s aktivním uhlím, aby tak splnily emisní limit.

Investice pro výše uvedená opatření pro snížení emisí závisí na velikosti provozu.

Pro lakovnu kabin užitkových vozidel s kapacitou 25 000 jednotek/rok je investice pro instalaci jednotky pro spalování ze sušek přibližně 3 miliony EUR. Což pro jedno nalakované vozidlo představuje přibližně 12 EUR. Kromě toho je nutné počítat s náklady na energii okolo 300 000 EUR/rok, které představují cca 12 EUR na nalakované vozidlo.

Pro lakovnu vozidel s kapacitou 50 000 jednotek/rok je investice pro instalaci spalovací jednotky ze sušek přibližně 4 miliony EUR, což odpovídá přibližně 8 EUR pro jedno nalakované vozidlo. Kromě toho vznikají dodatečné náklady na energii okolo 400 000 EUR/rok, což pro jedno nalakované vozidlo znamená přibližně 8 EUR.

2) Adsorpce na aktivním uhlí

Pokud jsou aplikovány rozpouštědlové nátěrové hmoty, může být odpadní plyn z lakovacích kabin a sušáren předběžně upraven, např. v adsorpčním kole s následnou spalovací jednotkou.

Pro lakovnu kabin kamionů s kapacitou 25 000 jednotek/rok je investice pro instalaci zařízení na regenerativní adsorpci a spalovací jednotku pro částečné zpracování emisí VOC ze stříkacích kabin přibližně 12 milionů EUR. Což pro jedno nalakované vozidlo představuje přibližně 60 EUR. Kromě toho je nutné počítat s náklady na energii okolo 650 000 EUR/rok, které představují 26 EUR na nalakované vozidlo.

Pro lakovnu užitkových vozidel s kapacitou 50 000 jednotek/rok je investice pro instalaci spalovací jednotky ze sušek přibližně 15 milionů EUR, což odpovídá přibližně 30 EUR pro jedno nalakované vozidlo. Kromě toho vznikají dodatečné náklady na energii okolo 1,2 milionů EUR/rok, což znamená pro jedno nalakované vozidlo přibližně 24 EUR.

3.10.2.2 Povrchová úprava kolejových vozidel

Emise do ovzduší

Při čištění odpadního plynu se odstraňují pouze pevné částice z přestříku a prach z tryskání. Lze tak dosáhnout emisních koncentrací pod 3 mg/m³. Emise VOC z procesů povrchových úprav jsou vypouštěny do ovzduší jako přímé nebo fugitivní emise. V některých zařízeních, která spadají pod platnost zákona o IPPC, jsou již zavedeny termické spalovací jednotky pro čištění odpadního plynu ze sušáren a jsou dosahovány emisní koncentrace pod 50 mg/m³. Protože stříkací kabiny jsou extrémně velké a objemy vypouštěného vzduchu jsou okolo 200 000 m³/h, jsou preferovány systémy suchých filtrů.

Při nanášení běžných nátěrových systémů na bázi rozpouštědel bez čištění odpadního plynu vzniká okolo 326 g emisí VOC na m². Z celkového vstupu rozpouštědel 187,6 tun ve sledovaném provozu vzniklo 134,08 tun emisí a 53,52 tun bylo zlikvidováno jako odpad (není instalována jednotka termického spalování). Dodržení národní legislativou stanovených emisních limitů lze dosáhnout zavedením následujících opatření:

Volba materiálů:

- používání vodou ředitelných základových barev, plniců a vrchních nátěrů,
- používání běžného transparentního nátěru pouze na dvouvrstvé BC-vrchní laky,
- vodou ředitelné jednovrstvé základově-vrchní barvy (trvale pružné odolávající nárazům kamene),
- vodou ředitelné základové barvy a plnice,
- minimální použití tmelů a použití tmelů s nízkým obsahem styrenu,



- zpracování předpřipravených materiálů (lakované kovové pásy) pro nové konstrukce kolejových vozidel.

Postupy zvláštních technik:

- snížení množství mokřých procesů upravovaných povrchů, např. použitím lepících fólií pro označení nebo jako ochranu proti graffiti,
- účinné stříkací pistole: HVLP airless nebo airless s podporou vzduchu,
- recyklace čistících rozpouštědel destilací odpadních nátěrových hmot obsahujících rozpouštědla a kalu nátěrových hmot,
- použití automatického dávkování koagulantu pro mokrou vypírku zvyšující životnost vody.

Vodou ředitelné nátěrové systémy

Pro povrchovou úpravu vlaků se používají následující vodou ředitelné nátěrové systémy:

- základové barvy: 3 – 5 % hm. organické rozpouštědlo, dvousložkový, bezchromanový, na bázi epoxidů,
- plniče: 3 % hm. obsah rozpouštědla, dvousložkový, na bázi epoxidů,
- vrchní laky,
- jednvrstvé základově-vrchní barvy.

Vodou ředitelné nátěrové hmoty se běžně nepoužívají jako vrchní nátěr.

Třebaže jsou k dispozici vodou ředitelné vrchní nátěry (jednvrstvý vrchní lak, metalický nebo perleťový vrchní lak) se stejnými vlastnostmi, dosud nejsou odběrateli akceptovány, a proto jsou aplikovány pouze sporadicky.

Kontinuálně lakované pásy

Kontinuálně lakované pásy mohou být použity k výrobě povrchově upravených součástí jako náhrada stříkacích procesů.

Značné snížení emisí VOC podle stávajících stříkacích technik, které jsou nahrazovány kontinuálně lakovanými materiály.

Kontinuálně lakované pásy jsou stále více používány při výrobě kolejových vozidel, včetně osobních a spacích vagonů.

Techniky a zařízení pro aplikaci nátěrových hmot

- Konvenční vysoko a nízkotlaké stříkání – tato aplikační metoda je běžně používána.
- Vysoko objemové nízkotlaké stříkání (HVLP) – tato aplikační metoda je běžně používána.
- Bezvzduchové (airless) stříkání – tato aplikační metoda je běžně používána.
- Elektrostatické stříkání tlakovým vzduchem, bezvzduchové a za podpory vzduchu – tato aplikační metoda je běžně používána.
- Lakovací kabiny s mokřým odlučovačem přestříků.

Zpracování odpadních plynů

1) Venturiho separace částic

Venturiho systémy jsou používány pro zlepšení účinnosti absorpčního zařízení.

2) Mokrá vypírka

Jsou používány lakovací kabiny s mokřým odlučováním. Nejsou k dispozici žádné informace týkající se zpracování odpadní vody a plynu. Uvádějí se hodnoty emisí tuhých částic z lakovacích kabin, které jsou < 3 mg/m³.



3) Systémy suchých filtrů

Uvádějí se hodnoty emisí tuhých látek z lakovacích kabin, které jsou $< 3 \text{ mg/m}^3$.

4) Elektrostatický filtr

Uvádějí se hodnoty emisí tuhých částic z lakovacích kabin, které jsou $< 3 \text{ mg/m}^3$.

5) Spalování

V některých provozech jsou pro zpracování odpadních plynů ze sušáren začleněny jednotky termického spalování. Ze sušáren je však emitováno pouze 20 % rozpouštědel z celkového vstupního množství, přičemž 80 % rozpouštědel vytéká jako fugitivní emise nebo přejde do odpadu. Odpadní plyn ze stříkacích kabin není zpracováván.

3.10.3 Dosahované emisní úrovně

Pro nátěry při výrobě nových silničních a kolejových vozidel s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 15 tun/rok je v REZZO 2014 uvedeno celkem 44 zdrojů. Emisní koncentrace VOC byly statisticky zpracovány.

Emisní koncentrace VOC (mg/m^3)	
MIN emisní koncentrace	2,1
MAX emisní koncentrace	143,0
průměrná dosahovaná koncentrace	38,1
medián emisních koncentrací	32,0
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,6
10. nejmenší koncentrace*	25,60
10. největší koncentrace**	35,10
75% kvartil emisních koncentrací***	44,23
95% percentil emisních koncentrací****	108,15

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykazalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykazalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.



3.11 Navalování navíjených drátů s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.15.)

3.11.1 Úvod

Dle informací z REZZO je v ČR 12 zdrojů této kategorie.

Dle *informačního zdroje 1 (BREF STS)* Evropský průmysl výroby vinutých drátů zahrnuje kolem 40 zařízení a 4600 pracovníků. Typická velikost zařízení spadajícího pod IPPC je 50 až 250 zaměstnanců, většina z nich jsou rodinné společnosti.

Navalované dráty (tj. dráty elektricky izolované tenkou vrstvou dielektrika) jsou převážně měděné, pouze výjimečně hliníkové. Navalované dráty se používají na vinutí cívek motorů, transformátorů a dalších elektromagnetických zařízení používaných k převodu energie: elektrické na elektrickou (o jiných parametrech), elektrické na mechanickou, a mechanické na elektrickou.

Použití navalovaných drátů je výhodné pro jejich velmi tenký, vysoce specifický izolační povlak, který umožňuje těsné skládání závitů a výrobu energeticky účinného vinutí, které může být používáno i za vysokých teplot.

Hlavním BAT pro tuto oblast je proces bez použití organických rozpouštědel. Avšak elektrotechnický průmysl je vázán mezinárodními a evropskými technickými normami a o volbě procesu rozhodují tyto normy a dále požadavky zákazníka pro jeho schválený typ výrobku.

3.11.2 Používané techniky

Vyrábí se dva druhy vinutého drátu: kulaté a obdélníkové vinuté dráty. Z pohledu emisí VOC zásadní rozdíl je, že pouze na kulaté dráty se nanáší mazadlo, jelikož potřebují klouzat vedle sebe pro zajištění hustého navinutí.

Výrobní proces povlakovaných drátů je následující: po výrobě holého měděného drátu tažením nebo válcováním se provádí jeho žihání, obojí je bezrozpouštědlový proces. Tyto procesy proto nejsou dále zmiňovány.

Následující operace jsou nanášení povlaku, sušení, vytvrzování a nanášení maziva. Rozpouštědla se používají pouze při potahování povlakem a podle typu procesu i při nanášení maziva. Také při sušení a vytvrzování vznikají emise rozpouštědel.

Vznik VOC emisí závisí, mimo jiné, na technologii použité každým jednotlivým strojem, průměru drátu a požadovanou kvalitou produktu.

Nanášení povlaku

Povlak je obvykle nanášen na pohybující se dráty tak, že drát kontinuálně prochází lázní nánosové hmoty/smaltu a tloušťka nánosů je přesně dána velikostí průvlastku. Další možnost nanášení povlaku je pomocí plstěných tamponů. Každá aplikovaná vrstva má obvykle tloušťku 1 – 10 µm, podle průměru drátu.

Nanášení povlaku lázní a průvlastkem

Dráty se většinou obalují tažením skrz lázeň s nánosovou hmotou/smaltem, která má koncentraci ředidla 50 až 80%, v závislosti na produktu. Čím větší nároky na kvalitu a čím tenčí drát, tím musí být větší obsah ředidla. Pro každou vrstvu se odstraňuje přebytečný povlak tažením drátu přes průvlastek.



Nanášení povlaku pomocí plstěných tamponů

Další možnost navalování je tažení drátu skrz plstěné tampony, do kterých je dávkován roztok nánosové hmoty/smaltu. Tato technologie se vzhledem k jemné manipulaci obvykle využívá pro kvalitní dráty. S plstěnými tampony, které nemají dlouhou trvanlivost, se poté nakládá jako s odpadem.

Sušení a vytvrzování

Potažený drát prochází sušárnou, kterou tvoří vyhřívaná zóna (horizontálně nebo vertikálně uspořádaná), kde vytéká rozpouštědlo, a dále zónou s vyššími teplotami (400-700°C), kde dochází k vytvrzení povlaku. Drát pak může jít zpátky do nanášecího cyklu pro nanesení další vrstvy povlaku. V tomto kontinuálním procesu může být nanášeno až 30 vrstev povlaku, dokud není dosaženo celkové požadované tloušťky vrstvy.

V současné době jsou při výrobě povlakovaných drátů používány sušárny s recirkulací vzduchu. Směr proudu vzduchu může být ve směru nebo proti směru pohybujícího se drátu. Recirkulace vzduchu má tu výhodu, že odsávané množství vzdušiny může být menší. Při procesu vytékání dochází k vypařování rozpouštědla a směs vzduchu a rozpouštědla je obvykle vedena na (katalytické) termické spalování.

Produkované teplo z termického spalování je možné využít v procesu sušení povlaku, respektive pro přehřátí cirkulujícího proudu vzduchu.

V plynem ohříváných sušárnách je rozpouštědlem nasycený vzduch veden přímo do plynového hořáku, kde jeho provedení umožňuje dokonalé smísení čerstvého i sekundárního vzduchu a následnou oxidaci. Pro zabezpečení toho, aby koncentrace rozpouštědla nepřesáhla spodní limit výbušnosti, je důležité, aby byl zabezpečen přebytek vzduchu.

Při použití elektrického ohřívání je rozpouštědlem nasycený vzduch veden přes topná tělesa, aby se ohřál na více jak 500°C. Toto je obvykle dostačující k dosažení kompletní oxidace. Ve všech případech se v elektricky ohříváných sušárnách používají katalyzátory z drahých kovů. Účinnost oxidace VOC je dostačující. Po termální nebo katalytické oxidaci rozpouštědel je proud vzduchu recirkulován pro dosažení úplného nebo částečného ohřevu sušárny a vytvrzovacího zařízení.

Povlakové zařízení je obvykle provozováno s podtlakem, aby bylo možné zachytit všechny fugitivní emise ze systému zásobování nánosovou hmotou a degradační produkty nebo produkty spalování ze vzduchu přiváděného do pracovního prostoru. Uzavřením prostoru v okolí nanášení povlaku se sníží fugitivní emise z kapalné nánosové hmoty.

Nanášení maziva na drát

Vrstva mazadla je nezbytná pro další manipulace jako navinování na cívku u zákazníka. Příliš málo nebo příliš mnoho mazadla dělá natáčený drát lepkavým a zabraňuje těsnému navinutí. Vrstva mazadla je téměř monomolekulární s asi 30 – 60 mg/m² mazadla použitým pro střední nebo silné dráty a 5 – 10 mg/m² mazadla pro jemné dráty s průměrem do 0,10 mm.

Aplikace maziva na bázi ředidla se také nazývá mokré mazání. V tomto procesu se drát táhne skrz plst', která je nasáklá mazadlem na bázi ředidla, obsahujícím 98 - 99 % váhových ředidla a 1 % váhových parafinu. Plst' není možno recyklovat a musí se s ní nakládat jako s odpadem.

Mazadla na bázi ředidla nemohou být vysušena sušicí/vytvrzovací peci protože by se vosk vypálil za takto vysokých teplot. Proto se schnutí odehrává za pokojové teploty v otevřeném prostoru. Odtaž a následné spálení těchto velkých objemů vzduchu s malými koncentracemi VOC (50 – 100 mg/m³) a nízkými teplotami je problematické. Ředidla z nanášení maziv tvoří asi 60 % emisí VOC z celkového procesu.

Alternativou k použití rozpouštědel může být nanášení taveniny maziva na povrch drátu pomocí namočené plsti nebo protahováním konečného povlakovaného drátu přes vrstvu maziva, která se roztaví vlivem zbytkového tepla drátu. Další technika je nanášení maziva pomocí omotaného vlákna 2 –



3krát okolo povlakovaného drátu a jeho pohybem ve stejném směru jako drát, i když nižší rychlostí. Ani jedna z těchto technik zatím neumožňuje nanášení maziva na velmi tenké dráty o průměru menším než 0,1 mm.

3.11.3 Dosahované emisní úrovně

Emisní údaje z REZZO k uvedené kategorii zdrojů byly statisticky zpracovány do formy níže uvedené tabulky:

Emisní koncentrace VOC v kategorii 9.15 dle Zákona o ochraně ovzduší	VOC
MIN emisní koncentrace [mg/Nm ³]	12,0
MAX emisní koncentrace [mg/Nm ³]	34,0
průměrná dosahovaná koncentrace [mg/Nm ³]	24,0
medián emisních koncentrací [mg/Nm ³]	25,0
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,3
10. nejmenší koncentrace [mg/Nm ³]*	#NUM!
10. největší koncentrace [mg/Nm ³]**	#NUM!
75% kvartil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ***	27,55
95% percentil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ****	32,71

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 - 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.

Tuto analýzu nelze interpretovat, protože tato kategorie zdrojů má stanoven emisní limit pouze v g VOC / kg výrobku.



3.12 Nanášení adhezivních materiálů s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.16.)

3.12.1 Úvod

Dle informací z REZZO je v ČR 145 zdrojů této kategorie.

Nanášení adhezivních materiálů je jakákoli činnost zahrnující aplikaci adhesivních materiálů na povrchy včetně následného lisování těchto materiálů.

Nanášení adhezivních materiálů je procesní krok v mnoha různých odvětvích průmyslu, např. automobilový průmysl, výroba lepenek, stavebnictví, výroba nábytku, textilní, kožedělný a obuvnický průmysl.

Tato činnost nezahrnuje:

- Nanášení adhesivních nátěrů a laminování v polygrafii
- Laminování dřeva a plastů (v tomto dokumentu popsáno jako zdroj znečištění ovzduší pod kódem 9.18)
- Nanášení lepidel v obuvnickém průmyslu (v tomto dokumentu popsáno jako zdroj znečištění ovzduší pod kódem 9.21 Výroba obuvi)

Pokud aplikace adhesivních materiálů zahrnuje operaci, při které je tentýž výrobek potiskován jakoukoli tiskařskou technologií, je tato tiskařská operace považována za součást nanášení adhesivních materiálů. Samostatné tiskařské činnosti však do těchto činností zahrnuty nejsou.

Adhesivním materiálem se rozumí jakákoliv směs, včetně organických rozpouštědel a včetně složek nezbytných pro její správnou aplikaci, která je použita ke spojování oddělených částí vyráběných výrobků.

BREF STS (*zdroj informací 1*) popisuje z tohoto tak rozsáhlého sektoru pouze výrobu lepicích pásek, která též patří do této oblasti. Výroby lepicích pátek jsou však (převážně) velkokapacitní a svou spotřebou rozpouštědel spadají do IPPC (nad 200 t VOC ročně). Proto se následující popis soustřeďuje na menší aplikace, než je uvedená výroba lepicích pásek.

Kolem 50 % lepidel na bázi ředidla se v Evropě používá na výrobu lepicích pásek a zbylých 50 % se dělí mezi výše uvedené spotřebitele.

3.12.2 Používané techniky

V důsledku širokého využití lepidel se liší i použité technologie – od ručního nanášení k automatizovanému ve větších průmyslových aplikacích. Charakteristika procesu závisí na druhu lepidla, povrchu a tvaru pokrývaného objektu.

Obvyklé nanášecí metody pro lepidla na bázi ředidel zahrnují nástřik, natírání, nanášení stěrkou (manuální metoda), nanášení válečkem a vytlačovací pistolí – které mohou být automatizované. Manuální metody jsou náročné na čas a v průmyslu jen výjimečně používané.



Primery se využívají pro první ošetření (naleptání) určitých povrchů kvůli zlepšení síly spoje. Konvenční primery obsahují kolem 95 - 98 % rozpouštědla jako např. butanol. Dříve se hojně využívaly primery na bázi dichlormetanu.

Lepicí spreje se často využívají v domácnostech, ale jsou i průmyslové aplikace, často využívané při výrobě nábytku, výjimečně při výrobě lepicích pásek.

Lepicí pistole se typicky používají pro aplikaci automobilových a průmyslových tmelů, těsnění a lepidel. Poskytují velkou rychlost průtoku a přesnou kontrolu vytlačování vysoce viskózních materiálů.

Průmysl výroby lepenek většinou používá válcový systém. Vrstvený materiál se pomocí válce nanáší na povrch lepenky. Potom se lepidlo nechá zaschnout, zchladnout a natočit na roli.

Čas zaschnutí/vytvrzení je zásadní vlastnost většiny lepidel, stejně jako síla spoje. Lepidlo, které schne moc rychle – rychleji než se části k sobě napasují – je problémové, stejně jako lepidlo, které schne příliš dlouho. Lepidla jsou většinou vyráběna s použitím směsí ředidel, které zajišťují optimální vlastnosti pro každé využití, od domácího po průmyslové.

Druhy lepidel

Pro uspokojení různých nároků na použití se vyrábí velké množství druhů lepidel. Žádné standardizované rozdělení lepidel neexistuje.

Lepidla se mohou dělit podle:

- pojiva (polyuretanové, epoxidové, polyakrylátové)
- způsobu aplikace (tavicí, kontaktní)
- použití (papír, dřevo), nebo druhu ředidel.

Dělení podle složení lepidel je následující:

- Lepidla na bázi ředidel
- Lepidla s vysokým obsahem sušiny
- Lepidla na vodní bázi (emulze)
- Tavná lepidla
- Lepidla vytvrzovaná ultrafialovým zářením

Organická ředidla se používají pro usnadnění nanášení a též pro regulaci schnutí lepených spojů.

Lepidla na bázi ředidel

Poměr ředidla v konvenčních lepidlech na bázi ředidla je mezi 60 a 75%.

Lepidla na bázi ředidel mají výhodu, protože pojiva se mohou až do zatvrdnutí volně pohybovat, což umožňuje dosáhnout vysokou přilnavost. To neumožňuje v mnoha aplikacích jejich náhradu bezrozpouštědlovými systémy.

Běžné druhy lepidel na bázi ředidel jsou:

- citlivé na tlak
- necitlivé na tlak
- kontaktní.

Lepidla citlivá na tlak se většinou používají pro pásky a nálepky, necitlivá jako těsnění a tmely. Kontaktní lepidla se používají v obuvnickém a stavebním průmyslu.



Lepidla s vysokým obsahem sušiny

Vysokosušinná lepidla obsahují až 60% sušiny, a v závislosti na jejich složení jen 40% organických ředidel. Vysokosušinná lepidla se ještě považují za lepidla na bázi ředidel.

Lepidla na bázi ředidel obvykle obsahují směs ředidel, často alifatických a/nebo aromatických uhlovodíků, např. toluen (nejčastěji používaný), xylen, hexan, heptan, oktan, dichlormetan, butanon, n-butylacetát, nafta a benziny.

Lepidla na vodní bázi, tavná lepidla a lepidla vytvrzovaná ultrafialovým zářením neobsahují VOC a nejsou tedy dále popisována.

Dle *informačního zdroje 1 (BREF STS)* jsou pro **výrobu lepicích pásek** určeny následující BAT:

- snížení emisí VOC ve výrobě pásek používající rozpouštědlová lepidla, použitím kombinací technik ve spojení s obecně použitelnými BAT, včetně
- použití bezrozpouštědlových lepidel, pokud je to možné. Vodou ředitelná lepidla a lepidla na bázi horké taveniny obsahují pouze malá množství rozpouštědel (např. při čištění). Avšak se dají použít pro některé aplikace,
- použití jednoho z následujících zpracování odpadního plynu nebo kombinací: a+b, a+c, b, nebo c, kde je:

a) kondenzace po předsušení za použití sušárny s inertním plynem,

b) adsorpce s účinností regenerace větší než 90% rozpouštědla na vstupu a přímých emisí po této technice snížení menší než 1%,

c) oxidační jednotky s regenerací energie.

Tyto BAT však nelze u menších zdrojů VOC očekávat.

3.12.3 Příklady některých procesů

Potahování plastových a hliníkových profilů pro výrobu oken PVC fólií

Potahování plastových a hliníkových profilů pro stavební průmysl fóliemi PVC od renomovaných německých firem Renolit a Hornschuch se provádí na speciálních kaširovacích strojích, které jsou konstruovány na tzv. studený proces.

Tento proces používá lepidla a látky potřebné pro naleptání povrchu (primery), ve kterých je obsažen dichlormethan. V lepidle, primeru, čističi a tužidle se tato látka vyskytuje dle bezpečnostních listů v koncentraci 50-100%.

Firma provozovala filtrační zařízení záchyt dichlormethanu a dalších VOC na aktivním uhlí, avšak účinnost tohoto zařízení vůči uvedeným látkám nebyla uspokojivá, a provoz zařízení byl nákladný.

Firma zjistila dostupnost technologie pro stejný účel na tzv. „teplý proces“ a čerpala na toto opatření dotaci z OPŽP ve výši cca 5 mil. Kč.

Principem opatření je náhrada látek s obsahem dichlormethanu látkami bez obsahu VOC. Aby byla tato náhrada umožněna, je nutná technologická změna spočívající ve výměně částí kaširovacích strojů. Po realizaci opatření je namísto tekutého lepidla s obsahem VOC používáno tavné lepidlo (proto „teplý proces“) bez obsahu VOC.

Realizace uvedeného opatření mělo za důsledek odstranění emisí více než 7 t dichlormethanu a více než 1,5 t ostatních VOC do ovzduší ročně.



Pozn.: Dle současné právní úpravy by se v tomto příkladu jednalo vlastně o dvě kategorie zdrojů znečištění ovzduší:

- **Potahování hliníkových profilů by patřilo do (této) kategorie 9.16.** Nanášení adhezivních materiálů s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok.
- **Potahování plastových profilů by patřilo do kategorie 9.18.** Laminování dřeva a plastů s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok.

Podnik popisovaný v tomto příkladu díky podpořené investici přestal být vyjmenovaným zdrojem znečištění ovzduší používajícím organická rozpouštědla, a nespadá tedy ani do jedné z obou kategorií.

Zdroj informací: Vlastní šetření autora

3.12.4 Dosahované emisní úrovně

Emisní údaje z REZZO k uvedené kategorii zdrojů byly statisticky zpracovány do formy níže uvedené tabulky:

Emisní koncentrace VOC v kategorii 9.16 dle Zákona o ochraně ovzduší	VOC
MIN emisní koncentrace [mg/Nm ³]	0,9
MAX emisní koncentrace [mg/Nm ³]	154,0
průměrná dosahovaná koncentrace [mg/Nm ³]	26,5
medián emisních koncentrací [mg/Nm ³]	23,8
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,6
10. nejmenší koncentrace [mg/Nm ³]*	3,60
10. největší koncentrace [mg/Nm ³]**	46,00
75% kvartil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ***	40,18
95% percentil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ****	48,00

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 - 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.

Dle této analýzy lze usoudit, že všechny zdroje (nebo převážná část zdrojů) této kategorie plní emisní limit, který je stanoven až pro projektovanou spotřebu VOC nad 5 t ve výši 50 mg/m³ nebo 150 mg/m³ pro zdroje využívající regenerovaná organická rozpouštědla.

Vzhledem k vysokému počtu zdrojů v této oblasti by se dalo usuzovat na potenciál pro aplikaci zařízení k odstranění emisí za podpory OPŽP 2014+. Podle výše uvedené analýzy ale bude mít problematické emise pouze málo z nich.



3.13 Impregnace dřeva s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.17.)

3.13.1 Úvod

Dle informací z REZZO je v ČR 11 zdrojů této kategorie.

Impregnaci dřeva provádí pro odběratele většina výrobců řeziva – prken, lišt, fošen a trámů – tedy zejména provozovatelé pil. Nejmenší provozy zajišťují impregnaci dřeva nátěrem štětcem, stříkáním nebo máčením ve vaně. Velké provozy zajišťují aplikace konzervačních látek pomocí tlakových/vakuových procesů.

Provozovatelem impregnace dřeva jsou též stavební firmy a další podnikatelé, kteří nakupují neupravené dřevo, a před jeho použitím provádějí jeho impregnaci.

Používají se konzervační prostředky na bázi organického rozpouštědla, kreozotu nebo konzervačních prostředků bez obsahu rozpouštědla.

V tomto odvětví je jednoznačný trend přechodu od nebezpečných k méně nebezpečným látkám, a od použití organických rozpouštědel k vodouředitelným přípravkům.

3.13.2 Používané techniky

Impregnační systémy

Konvenční rozpouštědlové konzervační prostředky

Tradiční konzervační systémy se skládají přibližně z 10% aktivní složky a 90% organického rozpouštědla, obvykle lakového benzínu nebo jiných ropných uhlovodíků. Aktivní složky mohou zahrnovat insekticidy a fungicidy, např. dinitrofenol, pentachlorfenol, chloronaftalen, chlorobenzeny, lindan, dieldrin, organické sloučeniny síry a karbamáty, a naftanáty mědi a zinku. Od některých insekticidů a fungicidů se ustupuje kvůli toxicitě, jejich používání omezují nebo zakazují předpisy z oblasti chemických látek.

Kreosot

Kreosot je olej připravený destilací černouhelného dehtu. Přibližně 10% kreosotu používaného pro konzervaci dřeva se skládá z VOC. Postupně je nahrazován vodou ředitelnými alternativami.

Kreosot je nejstarší formou konzervace dřeva a používá se pro externí aplikace.

Koncentrované systémy pesticidů

Vodné roztoky s vysokou koncentrací pesticidů. Výhodou je vyšší rychlost nanášení pro stejné množství rozpouštědla.

Vodou ředitelné konzervační prostředky

Vodou ředitelné konzervační prostředky jsou složeny z roztoků solí ve vodě nebo jiných látek ve vodě, obvykle za malého přídatku organických rozpouštědel.

Byly používány soli mědi, chrómu a arsenu. Byly nanášeny stejným způsobem jako kreosot.

V současné době používají novější systémy organické pesticidy s nižší toxicitou, někdy ve spojení s jedním nebo více kovy.



Systémy nanášení

Nanášení konzervačních látek se může uskutečňovat vakuovým procesem, ponorem, postřikem nebo nanášením štětcem. Vakuové procesy se mohou lehce obměňovat v závislosti na použitém konzervačním prostředku. Účinnost nanášení pesticidů u ponoru a nanášení štětcem je v blízkosti 90% a při vakuovém procesu s úplnou kontrolou je blízko 100 %. Mnohem nižší účinnost má postřik, tj. okolo 10 – 50%.

Použití vakua

Ve velkých průmyslových zařízeních se používá vakuový proces. Provoz se skládá ze tří nádob. Součástí nádob je systém, který umožňuje nakládat a vykládat balíky dřeva buď ručně nebo automaticky. Dveře nádoby pro zpracování mají bezpečnostní zařízení, které zabrání nastartování procesu dříve než jsou dveře plně zavřené a uzamknuté. Současně zabrání otevření dveří před dokonalým odstraněním konzervační látky. Běžné jsou dvě skladovací nádrže; jedna je pracovní, ve které je konzervační prostředek pro naplnění pracovní nádoby a další je velkokapacitní, která se používá pro dodávku nového konzervačního prostředku a vyprazdňování pracovní nádoby.

Proces má šest hlavních stádií:

- 1) Počáteční vakuum – používá se k odstranění vzduchu ze dřeva. Délka a použitý stupeň vakua této etapy se mění podle specifikace procesu, který bude následovat. Množství odstraněného vzduchu ovlivní konečnou absorpci a penetraci konzervační látky.
- 2) Zaplavování – konzervační roztok se transportován z pracovní nádoby do nádoby na konzervaci. Během transportu se udržuje vakuum, takže jeho účinek se neztratí.
- 3) Tlaková etapa – jakmile se nádoba na konzervaci naplní, tlak se zvýší až na atmosférický tlak. Dřevo se udržuje v konzervačním roztoku po určitou dobu, nebo kde je to vyžadováno, tak se během této doby aplikuje přetlak.
- 4) První okap – na konci tlakové periody je přepraven konzervační prostředek zpět do pracovní nádoby a dřevo se nechá okapat.
- 5) Koncové vakuum – koncové vakuum se zařazuje, aby se odstranil z povrchové vrstvy dřeva jakýkoliv přebytek konzervačního prostředku a snížil se okap ze dřeva na konci procesu. V průběhu uvolnění vakua se vzduch přemísťuje zpět do nádoby a do povrchových buněk dřeva a unáší sebou konzervační prostředek zbylý na povrchu dřeva.
- 6) Koncový okap – během koncového vakua se konzervační prostředek shromážděný v nádobě pro konzervaci přečerpává do pracovní nádoby. Před transportem dřeva z nádoby se nechá procházet nádobou čerstvý vzduch, aby se odstranily páry z pracovního prostoru v okolí dveří a tím se minimalizovala expozice obsluhy.

Dřevo se přeloží na dopravní vozík tak, aby dřevo vycházelo z procesu zpracování co nejsušší. Ve dřevě zůstává okolo 15 – 25% rozpouštědla. Velká část tohoto zbytkového rozpouštědla se pravděpodobně odpaří během používání výrobku.



Uvolňování VOC nastává při přečerpávání konzervačního prostředku z dodávkové cisterny do objemné nádoby, mezi jednotlivými nádobami, ze systému vakuových čerpadel a ze samotného zpracovávaného dřeva. Jelikož ve vzdušině mohou být přítomny kapénky přípravku, vzdušina prochází nejprve systémem kondenzace.

3.13.3 Příklady některých procesů

Příklad 1 – Impregnace dřeva na malé pile

Pila v Jihočeském kraji má 11 zaměstnanců a zpracovává 5000 m³ kulatiny ročně. Část produkce pily prochází impregnací v máčecí vaně o objemu 19m³ přípravkem BOCHEMIT QB. Dle bezpečnostního listu je obsah VOC v BOCHEMITu QB 0,095 kg/kg produktu. Pila udává spotřebu (doplňování) BOCHEMITu ve výši 2t ročně. Pila používá 190 kg VOC ročně, tj. není vyjmenovaným zdrojem znečištění ovzduší.

Zdroj informací: Vlastní šetření autora

Příklad 2 – Modelový provoz impregnace dřeva

Údaje pro velký modelový provoz jsou podstatně rozdílné od Příkladu 1:

- objem dřeva určený pro úpravu: 5000 m³/rok
- doba plného zatížení: 6000 hod./rok
- rozpouštědlo na vstupu: 99 t/rok

Zdroj informací: BREF STS

3.13.4 Dosahované emisní úrovně

Při nanášení konzervačních látek v menších provozech ponorem, postřikem nebo nanášením štětcem obvykle nejsou emise VOC odsávány, a veškeré emise jsou tedy fugitivní. I v případě odsávání vzdušiny je pravděpodobné, že provoz bude plnit emisní limit i bez koncového zařízení. Zařízení na snížení emisí v malých provozech může být ekonomicky nedostupné (a to i s podporou OPŽP – vzhledem k provozním nákladům).

Impregnaci s vakuovým procesem využívají pouze velké průmyslové podniky a na odplynky má být nasazena některá technika na snížení emisí popsána v poslední kapitole.

Emisní údaje z REZZO k uvedené kategorii zdrojů byly statisticky zpracovány do formy níže uvedené tabulky:

Emisní koncentrace VOC v kategorii 9.17 dle Zákona o ochraně ovzduší	VOC
MIN emisní koncentrace [mg/Nm ³]	9,9
MAX emisní koncentrace [mg/Nm ³]	21,2
průměrná dosahovaná koncentrace [mg/Nm ³]	15,6
medián emisních koncentrací [mg/Nm ³]	15,6
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,5
10. nejmenší koncentrace [mg/Nm ³]*	#NUM!
10. největší koncentrace [mg/Nm ³]**	#NUM!



75% kvartil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ***	18,38
95% percentil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ****	20,64

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 - 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 - 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.

Dle této analýzy lze usoudit, že všechny zdroje této kategorie plní koncentrační emisní limit, který je stanoven na 100 mg/m³. Na plnění limitu stanoveného v kg/m³ dřeva nelze usuzovat



3.14 Laminování dřeva a plastů s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.18.)

3.14.1 Úvod

Dle informací z REZZO je v ČR 11 zdrojů této kategorie.

Činnost "Laminování dřeva a plastů" zahrnuje laminování dřeva, laminování plastů, kombinované laminování dřeva a plastů, a související čištění zařízení.

Laminování dřeva a plastů probíhá buď ve specializovaných firmách, nebo jako výrobní krok na pilách či v jiném dřevozpracujícím průmyslu, např. ve výrobě parket.

Tato činnost nezahrnuje:

- Činnost spočívající ve spojování hliníku a plastů za účelem výroby laminovaných výrobků;
- Jakékoliv laminace v rámci polygrafických činností, při které se spojují dva či více ohebných materiálů
- Nanášení adhezivních materiálů pro jiné účely než k produkci laminovaného dřeva a / nebo laminovaných plastů nebo jejich kombinaci (v tomto dokumentu popsáno jako zdroj znečištění ovzduší pod kódem 9.16)

Lepidla na vodní bázi nebo lepidla bez rozpouštědla jsou BAT laminovací procesy. Nicméně, existují výjimky kvůli chemické a tepelné stabilitě lepených spojů.

Jsou-li používána lepidla na rozpouštědlové bázi, pak termická oxidace odplynů a minimalizace fugitivních emisí může vést k emisním úrovním srovnatelným s hodnotami dosaženými při použití lepidla na bázi vody.

Tato činnost se provádí v různých odvětvích průmyslu. Hlavní obory jsou:

- flexibilní obaly
- zpracování dřeva (výroba laminátů pro parketové podlahy, nábytek atd.)

Omezení na dřevo a / nebo plastovou laminaci s tím, že se nezahrnují laminační procesy spojené s polygrafií, zmenšuje rozsah této kategorie stacionárního zdroje.

Ani laminování hliníku nebo papírových fólií plastem, ani výroba vlákniny vyztužených plastů (vláknových kompozitů) nejsou zahrnuty do této kategorie stacionárního zdroje.

Výroba parket nebo laminátů pro nábytkářský průmysl totiž nevyužívá lepidel na bázi rozpouštědel. Nejběžnější jsou tavná lepidla, pryskyřice a vysokotlaké aplikace.

3.14.2 Používané techniky

Laminační proces má několik kroků:

- příprava plastu, dřeva a lepidla
- laminační proces
- mechanický proces
- odeslání výrobku zákazníkovi

V tomto procesu jsou zdrojem VOC kroky:

- příprava / ředění lepidla rozpouštědly – fugitivní emise
- laminační proces – z něj jsou emise vedeny do oxidační jednotky, a též vznikají fugitivní emise



Emise unikající do vzduchu během laminovacího procesu (včetně fugitivních) a následná termální oxidace (v závislosti na účinnosti) jsou nejdůležitějším zdrojem emisí spojených s použitím lepidel na bázi ředidla při laminování. Příprava lepidla – přidávání ředidla pro úpravu viskozity – je považováno za malý, ale stále ještě důležitý zdroj emisí.

Lepidla na bázi ředidla pro laminování jsou většinou polyuretanová – směsi rozpuštěné v etylacetátu. Obsah ředidla v lepidle dodávaném výrobcem se pohybuje v rozmezí 30 - 50% a obvykle se před použitím zvyšuje se na 60 – 70% přidáním ředidla.

Aplikace lepidla se provádí na jednom z povrchů, které jsou k sobě nepřetržitě tlačeny rychlostí 120 - 180 m/min. Proces schnutí probíhá ve stejném zařízení, použitím teplého vzduchu kolem 60 – 70 °C. Sušící proces je řízen tak, aby se koncentrace ředidla v proudu vzduchu udržovala na 20 – 25% spodní výbušné koncentrace (LEL – lower explosion limit).

Pokud – tak jako je tomu ve většině případů – je použit pouze etyl-acetát, výše zmíněné hodnoty se pohybují kolem 15 – 19 g/m³ ředidla.

Použitá ředidla

Nejdůležitějším ředidlem pro laminování plastů je etylacetát (> 90%). Butanon a aceton jsou další možné látky.

3.14.3 Příklady některých procesů

V závislosti na použitém plastu a potřebných vlastnostech spotřeba ředidel kolísá od 4 – 8 g/m². Za předpokladu, že průměrná rychlost laminování je 160 m/min a šířka fólie 1 m, spotřeba VOC odpovídá 40 – 80 kg/h.

Proud vzduchu ze sušící jednotky závisí na velikosti laminovacího zařízení. Pro příklad popsany výše se obvykle používá rozmezí 4 000 – 6 000 Nm³/h.

Celkový objem odpadního vzduchu, představující odtah z pracovní oblasti závisí na velikosti a počtu laminovacích zařízení.

Zdroj informací: 5

3.14.4 Dosahované emisní úrovně

Emisní údaje z REZZO k uvedené kategorii zdrojů byly statisticky zpracovány do formy níže uvedené tabulky:

Emisní koncentrace VOC v kategorii 9.18 dle Zákona o ochraně ovzduší	VOC
MIN emisní koncentrace [mg/Nm ³]	7,9
MAX emisní koncentrace [mg/Nm ³]	127,1
průměrná dosahovaná koncentrace [mg/Nm ³]	48,6
medián emisních koncentrací [mg/Nm ³]	21,9
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,6
10. nejmenší koncentrace [mg/Nm ³]*	#NUM!
10. největší koncentrace [mg/Nm ³]**	#NUM!
75% kvartil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ***	71,80
95% percentil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ****	116,00

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykazovalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li



uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 - 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.

Tuto analýzu nelze interpretovat, protože tato kategorie zdrojů má stanoven emisní limit pouze v g VOC / m² dřeva nebo plastu. Emise TZL nebyly analyzovány.



3.15 Výroba kompozitů za použití kapalných nenasycených polyesterových pryskyřic s obsahem styrenu s projektovanou spotřebou těkavých organických látek od 0,6 t/rok (kód 9.19.)

3.15.1 Úvod

Dle informací z REZZO je v ČR 79 zdrojů této kategorie.

Výrobou kompozitů za použití kapalných nenasycených polyesterových pryskyřic se zabývají spíše menší podniky nebo menší dílny větších podniků jako doplňková součást výroby.

Pro menší podniky je typický výrobní program:

- lodí jako kajaků a kanoí pro sladkou vodu
- součástí člunů, lodí a jachet určených pro moře
- laminátových nádrží, kanalizačních šachet, apod.

Větší podniky z této oblasti mají např. výrobní program:

- zařízení pro energetiku, potrubí, rozstřikovací tyče
- nádrže pro skladování chemikálií a chemické aparáty
- výrobky pro ekologii, velkoobjemové nádrže, čerpací stanice, kanalizační trouby
- kanalizační program
- výroba podlah do automobilů
- výroba skeletů kajutových plachetnic

V minulosti byl velkým odběratelem kompozitů na bázi nenasycených polyesterových pryskyřic automobilní průmysl, který však často přechází na kompozity s jinými pojivy.

Jiná pojiva používaná při výrobě jiných kompozitů jsou např. vinylestery, epoxidy a fenolické pryskyřice. Zde je i mnoho dalších specifických výrobních postupů, než popsaných níže (jako např. výroba uhlíkových kompozitů). Takové výroby se však nezahrnují pod tento zdroj znečištění ovzduší.

3.15.2 Používané techniky

Výrobní postup začíná většinou nástřikem vrstev tzv. gelcoatu do forem a následuje ruční nebo strojové nanášení vrstev skla prosycovaného pryskyřicí. Součástí polyesterových pryskyřic je styren, proto dochází během výroby k emisím této chemické sloučeniny. K čištění pracovního náčiní se používá aceton, ten je rovněž součástí emisí v odplynech.

Vnitřní strana připravených forem se potře gelcoatovým nátěrem (forma polyesterové pryskyřice). Po vytvrzení se nanáší další vrstvy tvořené rohoží ze skleněných vláken prosycených polyesterovou pryskyřicí. Tloušťka těchto vrstev závisí na požadované stěně výrobku (cca 2-6 mm). Po dalším vytvrzení dochází k ořezu po obvodu formy. Pak probíhá případné další opracování (broušení, vrtání atd.). Výroba se může provádět i tzv. vakuovou technikou, kdy se poslední nanesená vrstva uzavírá speciální fólií.

Tyto činnosti se provozují obdobně jako technologie nanášení adhezivních nátěrů či nátěrových hmot. Snižování emisí se provádí analogickými technickými prostředky jako v lakovnách. Rozdílem je, že je používáno velké množství styrenu, který se z velké části zapracovává do výsledného výrobku.

Typická koncová zařízení pro omezení emisí z výroby kompozitů za použití kapalných nenasycených polyesterových pryskyřic s obsahem styrenu jsou adsorpce a termické nebo katalytické spalování, při vyšších objemech odsávané vzdušiny v kombinaci s koncentrátory. Při návrhu katalytického spalování



je třeba vzít v úvahu možnost existence katalytických jedů v odsávané vzdušině. Další možnosti je instalace biofiltru. Obvyklé účinnosti koncových technik jsou uvedeny v kapitole 4.

Kromě běžných opatření jako filtrace TZL jsou prováděna primární opatření ke snižování emisí styrenu:

- aplikace katalyzátorů pro urychlení reakce, styren se zabudovává rychleji a neodpaří se,
- přidávání aditiv (na bázi parafinu), které na povrchu vrstvy vytvoří nepropustný film, k reakci dochází pod ním a styren neuniká v takovém množství
- používání nízkoemisních pryskyřic,
- náhrada acetonu na mytí součástí jinými prostředky.

Přes veškerá opatření se ale u laminoven doporučuje instalace biofiltru či dopalování (oxidace).

3.15.3 Příklady některých procesů

Laminovna velkých dílů

Laminovna je malý podnik se sedmi zaměstnanci. Malosériové laminování velkých dílů (rozměr až 8 m) je možné pouze ručně, automatizace zde není dostupná. Laminování probíhalo ve velké hale za nedokonalého odsávání vzdušiny s výpary a na výduchu nebyl plněn emisní limit 75 mg/m³ (podle právní úpravy platné v roce 2009).

S podporou OPŽP byla realizována investice do ochrany ovzduší. Páteřní vzduchotechnické potrubí bylo rekonstruováno a nově zavěšeno na pomocné konstrukce, a přes elektrický vrátek je toto potrubí dle potřeby spouštěno nebo zvedáno podle stavu výrobního procesu do prostoru laminace tak, aby účinnost odvodu těkavých látek byla co nejvyšší. Vzduchový výkon jednotlivých páteřních potrubních větví je možné usměrňovat pomocí regulačních klapek.

Vzduchový výkon odvodu vzduchu z laminace je 5500 Nm³/h a je pro dílnu vyhovující. Páteřní odvodní vzduchotechnické potrubí ústí přes filtry k odloučení tuhých látek do katalytické technologie likvidace VOC. Tato investice snížila emise do ovzduší na jednotky mg/m³ VOC a roční snížení emisí činilo více než 10 t VOC. Celková investice činila 6,5 mil Kč, z čehož laminovna získala dotaci 5,2 mil Kč (forma podpory „de minimis“).

Zdroj informací: Vlastní šetření autora

3.15.4 Dosahované emisní úrovně

Emisní údaje z REZZO k uvedené kategorii zdrojů byly statisticky zpracovány do formy níže uvedené tabulky:

Emisní koncentrace VOC v kategorii 9.19 dle Zákona o ochraně ovzduší	VOC
MIN emisní koncentrace [mg/Nm ³]	0,7
MAX emisní koncentrace [mg/Nm ³]	80,5
průměrná dosahovaná koncentrace [mg/Nm ³]	37,7
medián emisních koncentrací [mg/Nm ³]	39,8
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,5
10. nejmenší koncentrace [mg/Nm ³]*	8,40
10. největší koncentrace [mg/Nm ³]**	62,30
75% kvartil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ***	53,52
95% percentil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ****	74,60



* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 - 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 – 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.

Dle této analýzy lze usoudit, že zdroje této kategorie plní koncentrační emisní limit, který je stanoven na 85 mg/m³. Na plnění limitu stanoveného v kg/t nelze usuzovat. Emise TZL nebyly analyzovány.



3.16 Výroba nátěrových hmot, adhezivních materiálů a tiskařských barev s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 10 t/rok (kód 9.20.)

3.16.1 Úvod

Dle informací z REZZO je v ČR 105 zdrojů této kategorie.

V této oblasti jsou v ČR zastoupeny všechny velikosti podniků, od velkých přes střední i malé. Nejmenší podniky domíchávají barvy např. pro opravy motorových vozidel v přesném odstínu barvy v drobných množstvích, i pouze na úrovni 1 kg.

Většina výrobců nátěrových hmot, adhezivních materiálů a tiskařských barev v Evropě jsou nezávislé malé nebo střední podniky. Některá zařízení patří k podnikům s několika výrobními závody v jedné zemi a několik závodů jsou součástí nadnárodních společností působících v celé Evropě nebo na celém světě.

Barvy, inkousty, laky a lepidla jsou suspenze jemně rozptýlených částic v kapalině, která při nanesení na povrch ve vrstvě vytvoří pevný, kompaktní a přilnavý povlak.

Produkty jsou přizpůsobeny k pokrytí nebo přilnutí na různé druhy materiálu, např. kámen, kov, dřevo, papír, plasty a kůže.

Produkty se mohou dělit podle tří různých kategorií:

- průmyslové použití (např. nátěry vozidel, dřeva, inkoust na tisk, lepicí pásy),
- jiné profesionální použití (např. dekorační barvy, opravy laků motorových vozidel, ochranné nátěry, podlahová lepidla).
- amatérské použití

Jako alternativa k lakům, inkoustům, lepidlům a barvám na bázi ředidla byly vyvinuty produkty na vodní bázi a také reaktivní a práškové systémy.

Vlastnosti vodou ředitelných barev začínají být v mnoha ohledech srovnatelné s rozpouštědlovými, a vodouředitelné systémy získávají stále důležitější pozici na trhu nátěrovými hmotami.

3.16.2 Používané techniky

Jedná se o poměrně složité a variabilní technologie v závislosti na vyráběných produktech. Princip výroby je většinou šaržovitý a obecně spočívá v následujících bodech:

1. Nadávkování vody nebo rozpouštědla do pojízdné či stacionární výrobní nádoby.
2. Dávkování dalších tekutých složek (aditiv) za stálého míchání pod dissolverem, případně míchačkou.
3. Dávkování sypkých složek za stálého míchání pod dissolverem, případně míchačkou.
4. Dispergace směsi předepsanou dobu při předepsaných otáčkách.
5. Mletí polotovaru v košovém mlýnu v chlazené výrobní nádobě.
6. Dokončení výrobku dávkováním dalších složek pod dissolverem, případně míchačkou.
7. Filtrace výrobku přes sádkový filtr pomocí čerpadla.
8. Stočení výrobku do přepravních obalů.

Vznikají emise VOC odparem z používaných rozpouštědel. Jsou odsávány a vzdušina by měla být vedena do odlučovačů. Jsou používány většinou termické procesy.

Velké množství emisí vzniká při skladování a manipulaci s rozpouštědly, používán je zpětný odvod par při navážení surovin. Cca 97 % vstupů ale zůstává ve výrobcích.

Používají se otevřené a polootevřené systémy, a to zejména v menších podnicích pravidelně produkujících méně než jednu tunu stejného produktu. Pokud se pravidelně produkují větší množství (sériová výroba), používají se obvykle uzavřené systémy.

Dodávka a skladování

Tekuté komodity se většinou dodávají v cisternách nebo sudech. Emise VOC se mohou vyskytovat při přepravě ředidel autocisternami do skladovacích nádrží – které často mají kapacitu až 30m³ – pokud se nepoužívá rekuperace emisí.

Emise ze sudů se mohou vyskytnout, pokud je špatně zavíkován nebo zazátkován.

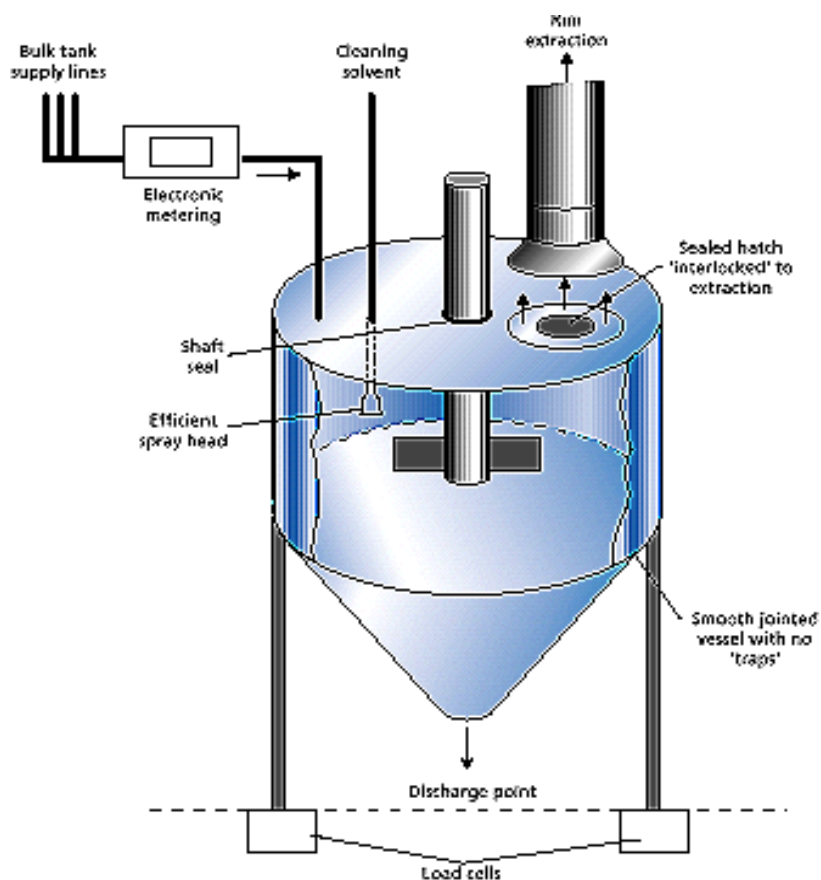
Dávkování a předmíchání

Surové kapalné materiály se nalijí do nádrží a míchají se, dokud nevytvoří viskózní materiál, poté se přidávají pigmenty.

Nádrže s kapacitou pod jednu tunu jsou většinou přemísťovatelné, aby se mohly přemístit ke stacionárnímu dissolveru. Nádrže této velikosti mohou být otevřené, polootevřené nebo uzavřené. Nádrže s kapacitou nad jednu tunu jsou většinou uzavřené.

V uzavřených systémech se jednotlivé složky jako pigmenty, pryskyřice a ředidla čerpají do a z nádrží bez kontaktu s okolním vzduchem. Často se používají jednoduché dřevěné nebo plastové uzávěry, umožňující výřez pro míchací součást. Pokud řádně netěsní, dochází k úniku emisí během plnění, dávkování a míchání.

Mechanická síla míchání velkého množství materiálu může vést k hromadnému ohřevu. Při dodání pryskyřice v pevném skupenství (místo kapalného), ohřívání se ještě navyšuje. Ohřev může vést ke zvýšení emisí VOC, pokud se nepoužívá uzavřený systém.



Uzavřená míchací nádoba s odtahem, čistícím zařízením a přímým plněním



Překlad popisu:

Bulk tank supply lines	Zásobování z objemných zásobníků
Electronic metering	Elektronické měření (množství)
Cleaning solvent	Čistící rozpouštědlo
Main extraction	Hlavní výduch
Shaft seal	Šachtové utěsnění
Sealed hatch interlocked to extraction	Utěsněný poklop zajištěný proti vytržení
Efficient spray head	Vysokoučinná rozprašovací hlava
Smooth jointed vessel with no „trap“	Hladký vnitřní povrch nádoby bez nerovností
Discharge point	Vyprazdňovací místo
Load cells	Tenzometry (měření váhy)

Mletí a dispergace

Po předmíchání se materiál rozemílá pro dosažení jemného rozptýlení částic. Pro tento účel se materiál plní nebo čerpá do mlýnů, které rozemílají shluky částic pomocí např. malých valounů nebo koulí. Poté se materiál znovu převede do nádrží a disperguje se, dokud není dostatečně promíchán a nestala se z něj jemná disperze. Dispergátor může zahrnovat míchací jednotku s utěsněním nebo bez. Emise VOC mohou pocházet z plnění, přepravy, dispergování a dočasného skladování, pokud nejsou nádrže dostatečně utěsněny.

Dokončování a míchání

Pro dokončení produktu se přidávají materiály pro dosažení vlastností jako viskozita, barva a odstín. Disperze pigmentů, organických rozpouštědel a pryskyřic se obvykle přidávají do produktů na bázi ředidla. Voda, konzervanty, odpěňovače a emulze polyvinylacetátu se používají v produktech na vodní bázi.

V uzavřených systémech se upravující příměsi čerpají přímo do nádrží. Při malých množstvích produkce se často používají otevřené či polootevřené systémy. Zatímco emise VOC se mohou vyskytovat u uzavřených systémů, pokud jsou uzávěry nadzvednuty, z otevřených a polootevřených systémů unikají stále.

Materiál je dokončen mícháním, a pokud je potřeba, provede se doplňkové rozmělnění pro splnění požadavků zákazníka.

VOC emise se mohou objevovat u dočasného skladování, pokud nádrže nejsou správně uzavřeny.

Plnění a balení

Dokončený produkt se plní do obalů jako např. kontejnery, sudy, hoboky a plechovky. Velikost obalu a složení produktu se řídí podle přání zákazníka. Plnicí proces se různí od ručního plnění po plně automatizované, a od otevřených k zcela uzavřeným systémům. Při použití otevřených systémů dochází k únikům emisí VOC.

Čištění výrobního zařízení

Na začátku nové dávky/šarže musí být většina nádrže a všechny součásti systému dokonale čisté pro zabránění zbytkům snižovat kvalitu nové dávky.

Velké nádrže se často čistí pomocí automatizovaných mycích strojů. Mytí menších nádrží a částí se také může odehrávat v mycích strojích, ale převažuje ruční mytí. K čištění se většinou používá organických rozpouštědel, alkalických roztoků se používá jen zřídka.

Četnost čištění závisí na objemech produkce a na možnosti kombinace produktů s minimálním nebo žádným čištěním (např. bílá barva následovaná bílou barvou).



Rekuperace ředidel

Automatizované čisticí systémy se často používají v kombinaci s destilační aparaturou pro přečištění kontaminovaných čisticích rozpouštědel. Destilace se také dá využít pro destilaci ředidel z navrácených reklamací, nebo zbytkových ředidel z výroby.

Pokud primární opatření nepostačují pro snížení emisí na potřebnou úroveň, poté jsou zapotřebí systémy rekuperace nebo odstranění VOC z odpadních plynů. Jelikož je obnova ředidel energeticky náročná, a většinou výhodná pokud dojde k obnově čisté látky (ne směsi), většinou se používají systémy pro odstranění emisí z odpadních plynů. Tyto systémy zahrnují jak termální, tak biologické metody.

Spotřeba ředidel a úrovně emisí

Spotřeba ředidel ve výrobě záleží na charakteristice a rozsahu produktů. Výrobci interiérových dekorativních barev a výrobci inkoustů pro ofset typicky využívají ředidla pouze pro účely čištění zařízení a tak obvykle nemají vysoké spotřeby rozpouštědel. U většiny výrobců barev na bázi ředidel je tomu naopak.

Množství emisí VOC se zásadně liší v závislosti na primárních opatřeních (uzavření systémů, účinnost čištění, nakládání s rozpouštědly) a na rekuperačních nebo omezovacích systémech emisí, které se použijí.

Okolo 95% vstupních VOC končí ve finálním produktu. Výstup VOC v odpadech záleží na množství reklamací a produktových zbytků. Také záleží na tom, zda jsou použity interní nebo externí recyklace čisticích rozpouštědel. Množství VOC v odpadu (jako % vstupu) může být okolo 2% před znovuzískáním a méně než 1% pokud se destilace provádí na místě. Emise do vzduchu se pohybují okolo 1 -5 % vstupu a mohou vyžadovat ošetření odpadního plynu některou koncovou technikou.

3.16.3 Primární opatření ke snížení emisí VOC

Hlavními zdroji znečištění během výroby barev, laků, inkoustů a lepidel jsou: plnění nádob a nádrží, rozpouštění, míchání, míšení, dále plnění a balení produktů stejně jako čištění nářadí a regenerace čisticích ředidel.

Organické těkavé látky mohou být nahrazeny změnou charakteristiky koncového produktu, přechodem k produktům na vodní bázi, práškovým produktům nebo reaktivním.

Emise se mohou účinně snižovat udržováním nádob uzavřených kdykoliv je to možné a použitím uzavřených systémů (např. uzavřené míchací a rozpouštěcí nádrže, přímo spojené se skladovacími nádržemi pomocí potrubí a čerpacích systémů).

Redukce organických těkavých látek se dá docílit patřičným čištěním. Trubky se mohou vyplachovat pomocí „projektilového čištění“ (pomocí plastické kuličky hnané tlakovým vzduchem, vyprazdňující zbytkový materiál do zásobníku). Nádrže a ventily se mohou čistit uzavřenými automatizovanými systémy čištění. Automatizované mytí čisticími prostředky s rozpouštědly se může kombinovat s regenerací pomocí destilace a znovuvyužitím. Mycí systémy bez VOC, používající alkalická rozpouštědla mají též dobré čisticí schopnosti.

3.16.4 Sekundární opatření ke snížení emisí VOC

Pokud je snížení produkce odpadního plynu nezbytné ke snížení emisí pod limitní hodnoty, může se použít regenerační technologie, termické nebo biologické ošetření. Regenerační technologie jako např. adsorpce a zpětná desorpce, kondenzace nebo vymražení mohou mít v koncentrovaných proudech z výrobních zařízení vysokou účinnost až 99%. Další redukce VOC se může dosáhnout technickými kroky, jako efektivní údržba a inspekční plány, detekcí úniku a programem údržby/oprav. Důkladná



koncepce skladovacích zařízení a pracovních míst pro míchání a dispergaci mohou pomoci k redukci VOC snížením okolní teploty (podzemními úložišti chránícími před slunečním svitem, atd.).

3.16.5 Dosahované emisní úrovně

Emisní údaje z REZZO k uvedené kategorii zdrojů byly statisticky zpracovány do formy níže uvedené tabulky:

Emisní koncentrace VOC v kategorii 9.20 dle Zákona o ochraně ovzduší	VOC
MIN emisní koncentrace [mg/Nm ³]	2,2
MAX emisní koncentrace [mg/Nm ³]	20000,0
průměrná dosahovaná koncentrace [mg/Nm ³]	431,9
medián emisních koncentrací [mg/Nm ³]	17,0
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	1,0
10. nejmenší koncentrace [mg/Nm ³]*	5,90
10. největší koncentrace [mg/Nm ³]**	82,50
75% kvartil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ***	74,70
95% percentil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ****	144,00

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 - 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 - 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.

Dle této analýzy lze usoudit, že méně než 5% zdrojů této kategorie neplní koncentrační emisní limit, který je stanoven na 150 mg/m³. Tyto zdroje však mohou využívat emisního limitu stanoveného jako podíl hmotnosti emisí VOC a hmotnosti vstupních organických rozpouštědel (3 nebo 5% dle kapacity).



3.17 Výroba obuvi s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok (kód 9.21.)

3.17.1 Úvod

Dle informací z REZZO je v ČR 21 zdrojů této kategorie.

Jedná se o poměrně složité a variabilní technologie v závislosti na vyráběných produktech. Dochází k máčení, barvení, lepení, lisování, čištění a dalším operacím s vývinem VOC. Jejich snižování je odvislé od charakteru výroby, jde většinou o náhrady surovin za nízkorozpouštědlové či instalace odlučovačů.

Sektor výroby obuvi se skládá z malých a středních podniků, jen zřídka velkých podniků (např. výroba sportovní obuvi). Pro malé podniky je typická pro výroba účelové obuvi, jako např. taneční obuvi. Malá výroba taneční obuvi je popsána jako příklad.

Vyráběnou obuv lze zhruba rozdělit do následujících tříd:

- bezpečnostní obuv
- sportovní obuv
- vycházková obuv
- sandály
- speciální obuv

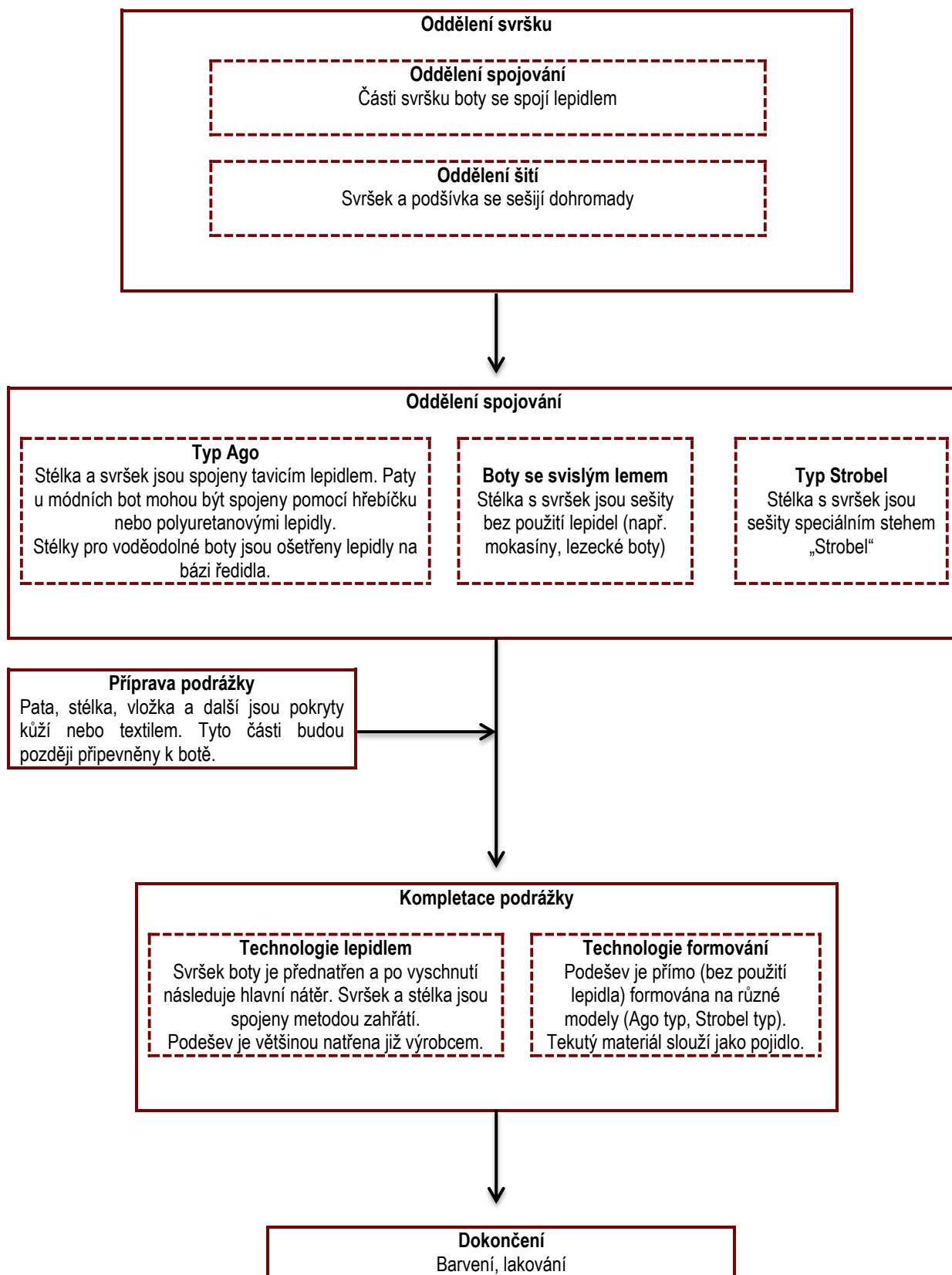
3.17.2 Používané techniky

Běžná bota se skládá z 50-150 částí: podrážky, vložky, patní části... Tyto jsou vyráběny zvlášť dodavateli a jsou vyrobeny z různých materiálů, jako např.: textil, plasty nebo kůže. Tyto materiály se liší technologickými vlastnostmi (jako např. připevňovací schopnosti).

Procesy výroby se liší v závislosti na druhu vyráběné boty (dětské, trekové, pánské a dámské módní, vycházkové či sportovní).

Ve svrškové části se k sobě připevňují díly svršku a podšívky. Požadavky na kvalitu spojení jednotlivých částí jsou rozdílné vzhledem k různým tvarům a funkcím částí. Jednotlivé části svršku mohou být pohyblivé či pevné a důležitý může být jejich vzhled či požadavek na odolnost v tahu. Ve švech (překrývající se části) může být použito lepidla – jejich rozsah se může lišit, což ovlivňuje stupeň použití lepidla.

Proto jsou v tomto oddělení aplikovány různé techniky a postupy využití lepidla. Části jsou obvykle spojeny překrytím a sešitím. Jenom asi 10% lepidel použitých ve svrškové části jsou na bázi ředidel. Zbytek lepidel jsou buď disperzní (70%), nebo tavná (10%).





Ve spodkové části se k sobě připojují svršek boty se stélkou. U bot typu Ago (nejběžnější druh) je použito tavné lepidlo, zatímco boty se svislým lemem a typu Strobel jsou sešity bez použití lepidla. Disperzní lepidla jsou také použita ve spodkové části, jelikož vlastnosti tavných i disperzních lepidel jsou podobné.

Malá množství lepidel na bázi ředidla jsou použita při výrobě voděodolných bot typu Ago pro vyplnění mezer mezi podešví a stélkou.

Paty, stélka, vložky, a další, jsou pokryty kůží nebo textilem v oddělení přípravy podešve. Tyto části jsou připraveny pro pozdější upevnění v oddělení kompletace podešve. K připevnění jsou většinou použity disperzní nebo tavicí lepidla, ovšem pro upevnění zakřivených částí jsou nutná lepidla na bázi ředidel.

Stejně tak jako lepidla je nutné použít i „halogenizér“ (naleptání materiálu) k předúpravě podešve pro zajištění dobrého držení lepidla.

V oddělení kompletace podešve je podešev připevněna ke stélce a svršku. Při tomto může být použito lepení, nebo vstřikování do formy.

Použití lepidla zahrnuje ošetření svršku nátěrem dvousložkového lepidla. Tento nátěr se vsákne do kůže a slouží ke zpevnění materiálu. Po odpaření se aplikuje hlavní vrstva nátěru. Stélka je většinou předem ošetřena výrobcem/dodavatelem. Spojení svršku a stélky je provedeno metodou kde se předem natřené části zahřejí, což je přilepí dohromady.

Lepidla na bázi ředidla poskytují lepší odolnost vůči mastnotám a větší sílu v tahu oproti dispersním a proto jsou jako jediné použity při kompletaci podešve. Obvykle je použito polyuretanových či neoprenových lepidel.

Vstřikování do formy zahrnuje přímé formování podešve k svršku a stélce. Při této metodě není použito lepidla – tekutý materiál při chladnutí a tvrdnutí slouží jako spojovací. Mohou být ovšem zapotřebí ředidla k čištění zformované podešve.

V oddělení kompletace se dokončuje barvením, lakováním a tmelením. Většinou se používají disperze (barvy a laky na vodní bázi a latexová lepidla). U sandálů se podešev připevňuje pomocí lepidel na bázi ředidla. Mohou být i použité barvy a laky na bázi ředidla.

Průběh procesu a s ním spojené emise těkavých organických látek

Následující diagramy průběhu ukazují, jak se výroby různých druhů bot odlišují, což se odráží na spotřebě rozpouštědel a emisích VOC. To je způsobeno rozdíly v požadavcích na bezpečnost a vzhled bot a různými použitými materiály.

Pro módní boty je použito mnoho různých materiálů a některé z nich mohou být nelepivé (jako kombinace dřeva, plastů, syntetických materiálů, korku, atd....). Toto je především případ dámských bot. Také tvar podešve může být různě zakřivený v porovnání s vycházkovými botami, což vyžaduje zvláštní nároky na připevnění (tzv. vysoká počáteční způsobilost k připevnění). Tento problém se nejčastěji řeší použitím lepidel na bázi ředidla.

Proto část kompletace podešve (připojení „módních materiálů“) produkuje nejvíce emisí rozpouštědel v celém procesu výroby (> 40 %). Dokončení bot – barvení, lakování atd.... - také vytváří vysoké emise (~ 20 % z celkového množství).

Náhrada lepidel na bázi ředidla je možná, ale řešení musí být posouzena samostatně na daný problém a není možné je používat všeobecně.

Těžké boty (např. pro hasiče) a trekové boty musí být vysoce kvalitní, odolné a bezpečné.

Proto se klade důraz na připevňovací vlastnosti materiálů, které jsou nejdříve „halogenizovány“ (naleptány) pro zlepšení možností jejich přilnavosti. Tento proces vytváří asi 11% VOC emisí, což je velké množství v porovnání s módními botami, kde tento proces vytváří asi 1% celkových VOC emisí.



Lepidla na vodní bázi jsou těžko využitelná, jelikož „halogenizací“ vzniká kyselina chlorovodíková, která reaguje s vodní částí lepidel a snižuje sílu připevnění. Proto jsou používány lepidla na bázi ředidla.

Těžké boty jsou vyráběny voděodolné pomocí utěsnění materiálů pomocí lepidel na bázi ředidla. Proto i příprava materiálu k nátěru svršku vytváří výjimečně vysoké emise (kolem 30%).

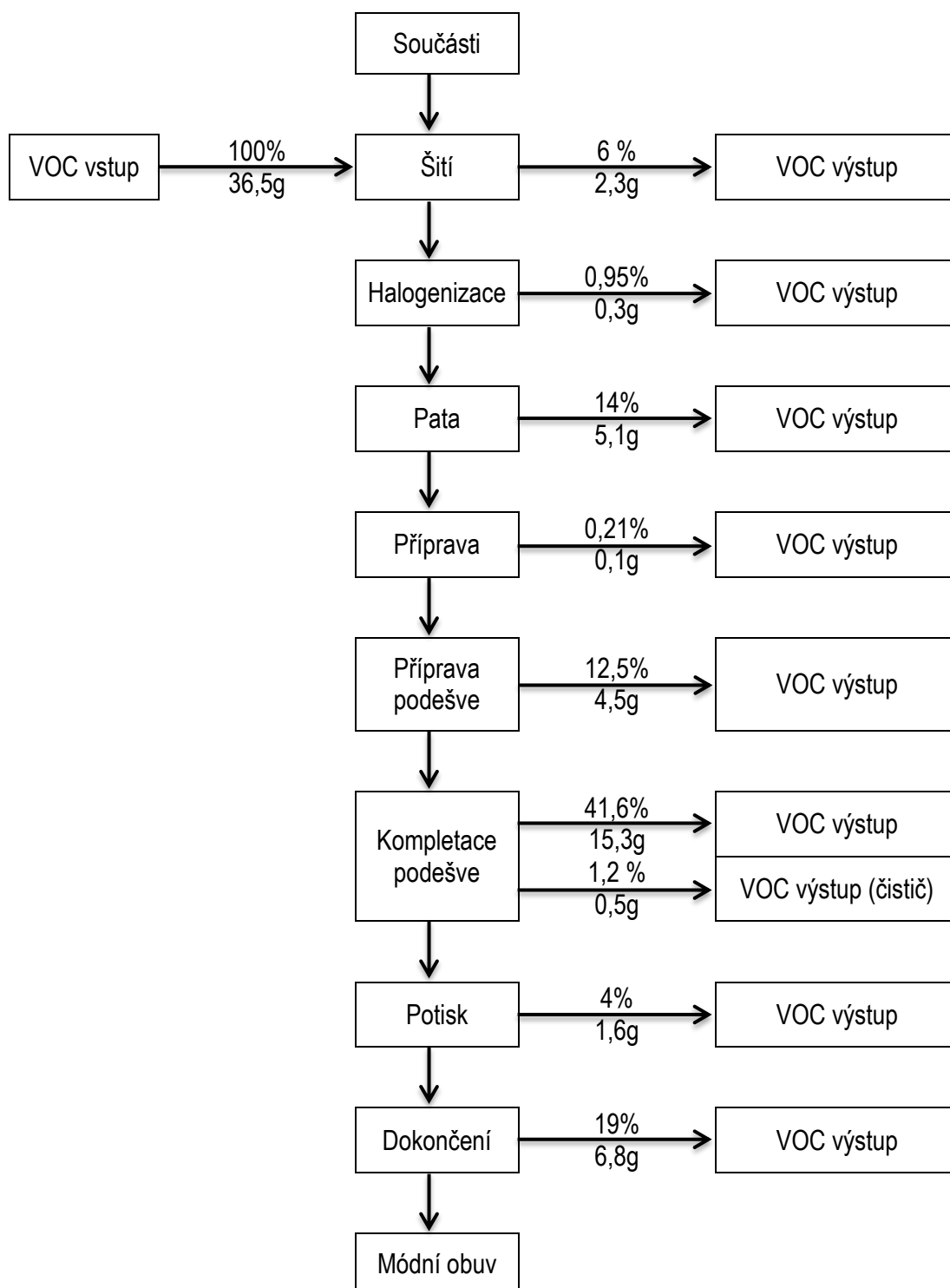
Podešve dětských bot jsou lisovány ve formách, a proto jsou emise nízké. Stále ovšem vzniká malé množství emisí (0,4% v porovnání s 41% módních bot a 24% těžkých bot) při čištění.

Protože přímé formování je použitelné pouze u rovných podešví, je tato technologie využitelná jen pro malé množství druhů bot, produkovaných ve velkých objemech (např. pro „tenisky“, ale ne pro většinu dámských módních bot).

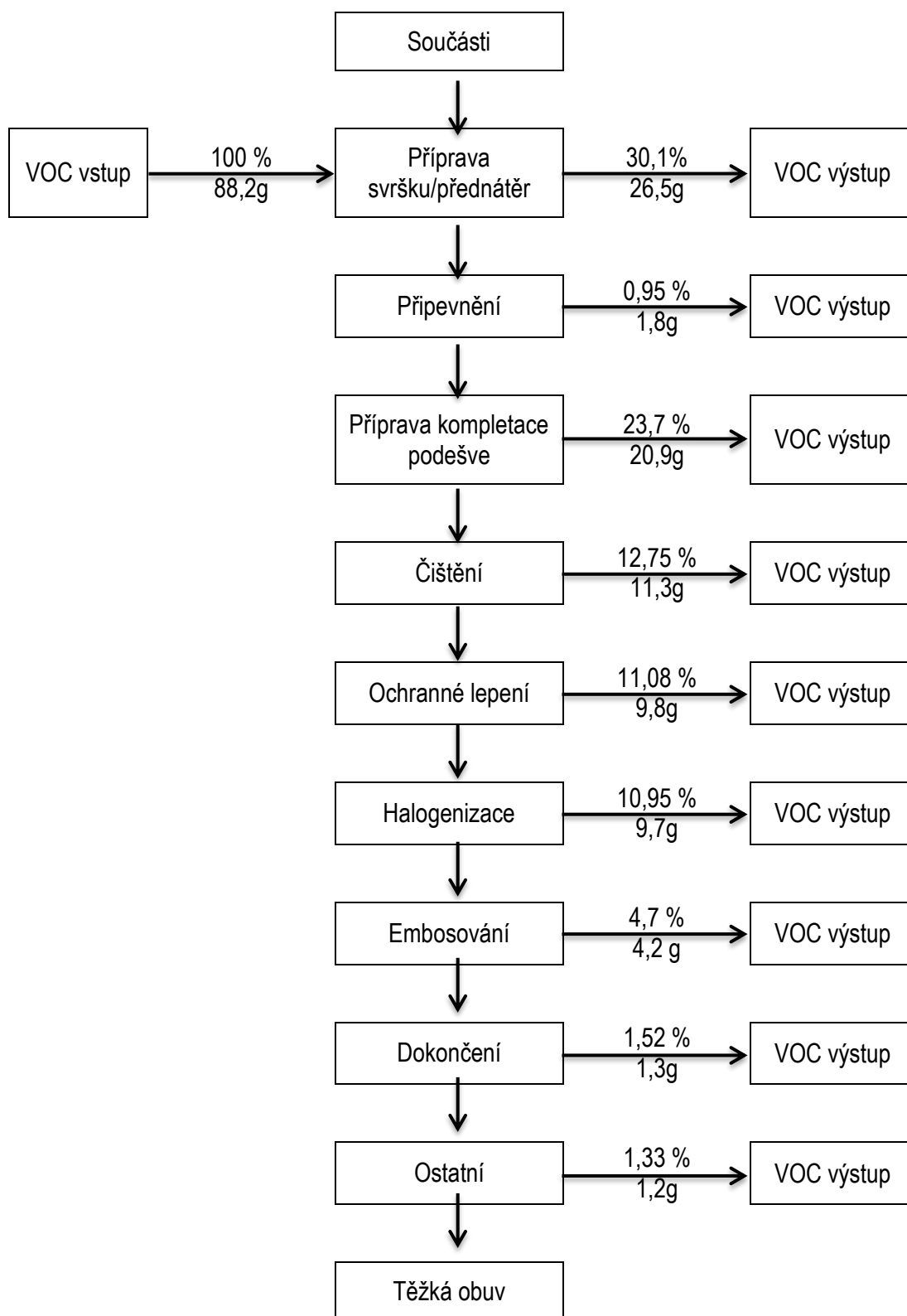
Dokončování dětských bot vytváří téměř 54% emisí z tohoto procesu. Zejména kvůli barvení.



Tento graf ukazuje obvyklou spotřebu VOC ve výrobě módních bot

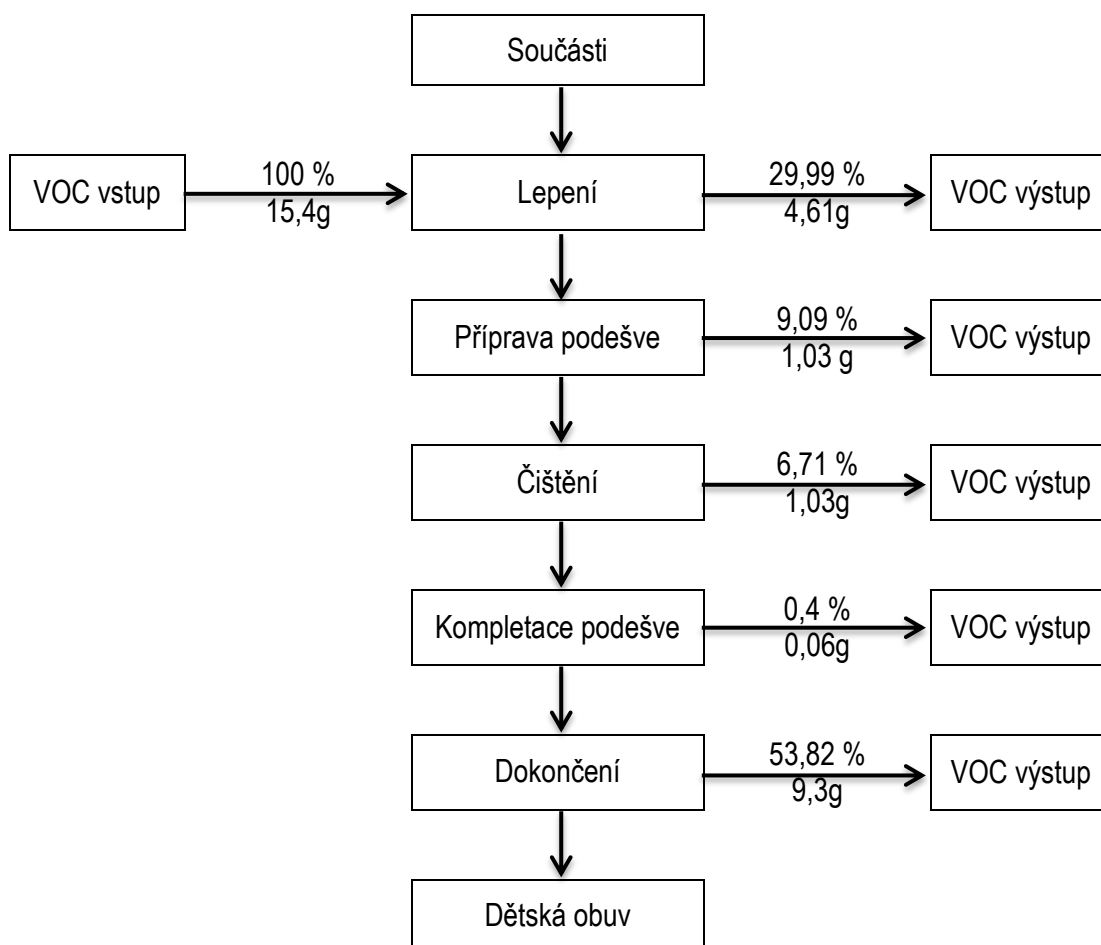


Tento graf ukazuje obvyklou spotřebu VOC pro výrobu těžkých bot





Tento graf ukazuje obvyklou spotřebu VOC pro výrobu dětských bot





Použitá rozpouštědla, emise a dopad na životní prostředí

Použitá rozpouštědla

Zhodnocení trhu Evropských výrobců lepidel znázorňuje následující druhy lepidel pro výrobu obuvi celkově a zvláště pro připevnění podešvi:

Tabulka: Hodnocení lepidel nabízených pro výrobu obuvi/připevnění podešví

	Počet	Podíl	Počet pro připevnění podešví	Podíl
Lepidla na bázi ředidla	151	55,1 %	74	79,6 %
Lepidla na vodní bázi	61	22,3 %	15	16 %
Tavicí lepidla	61	22,3 %	4	4,3 %
Pásky	1	0,3 %	0	0 %
Celkem	274	100 %	93	100 %

Vysoký podíl využití lepidel na bázi ředidla je zapříčiněn tím, že tato lepidla nabízejí silnou spojovací sílu hned po aplikaci – to je důležité, jelikož spojované materiály jsou často pod tlakem. Po ztvrdnutí slepené spoje musí odolávat vysokým hodnotám mechanického namáhání a musí být voděodolné. Tyto požadavky často splňují právě jen lepidla na bázi ředidla. Následující tabulka ukazuje lepidla hojně využívaná v obuvnickém průmyslu.

Tabulka: Lepidla využívaná v obuvnickém průmyslu

Lepidla na bázi ředidla	Lepidla na vodní bázi	Tavicí lepidla
Polyuretanová, neoprenová	Polyuretanová, přírodní i syntetický kaučuk	Polyester, polyamid, EVA

Rozpouštěcí složka v **lepidlech na bázi ředidla** se pohybuje v rozsahu od 70 do 80%. Rozpouštědla použitá v polyuretanových soustavách obsahují aceton, butanon (metyletylketon) a etylacetát (etylester kyseliny octové). Rozpouštědla použitá v neoprenových soustavách mohou obsahovat hexan, cyklohexan, heptan, ketony a etylacetát.

Vysoký podíl rozpouštědel v těchto lepidlech poskytuje lepší vstřebávání lepidel do vláken látek.

Lepidla na vodní bázi jsou většinou založeny na polyuretanech, přírodním či syntetickém kaučuku, kde voda funguje jako rozpouštědlo. Tato lepidla jsou také známá jako „latexová“ nebo „disperzní“. Většina lepidel na vodní bázi nevytváří žádné VOC emise, s určitými výjimkami obsahujícími do 2% VOC.

Tavná lepidla jsou bez rozpouštědel, založená na polyesteru, polyamidu a vinylacetátu. Volba těchto lepidel závisí na procesu a citlivosti spojovaných materiálů na teplotu.

„**Halogenizátory**“ mohou být použity pro zlepšení spojovacích vlastností materiálů (např. guma a textil). Skládají se z až 100% VOC.

Dokončovací materiály (barvy a laky) mohou obsahovat rozpouštědla.



3.17.3 Příklady některých procesů

Příklad výrobního postupu pro malosériovou výrobu taneční obuvi po jednotlivých pracovních funkcích:

Výroba svršku

Manipulant-svrškař

Manipulant vysekává pomocí předem zhotovených nožů dílce podle šablon do materiálu, kterým je plátnem podžehlený satén a podšívková useň. Vysekává je pomocí vysekávacího stroje podle značek a dbá na maximální přesnost. Také vysekává dílce podešví. Tyto šablony předává svrškaře-šičce.

Svrškař-šička

Svrškařka – šička zhotovuje kompletní vrchní dílce, jako jsou např.: pásky nártní, pásek s trnem, patní část. Mezi useň a satén dílců pásek vkládá keprovku a po okrajích zaklepává na kamenném povrchu tak, aby okraje byly co nejpřesnější.

Keprovka je vlepuvána speciálním lepidlem nazývaným Robinol. Když jsou pásky zaklepané a natřené lepidlem, taktéž i zaklepané patní dílce, přiloží se na podšívku dle značení, kde svrškařka umístí poutka s háčky (které se nacházejí mezi vrchním dílcem a dílcem podšívky), dílce jsou připraveny k prošíání. Tedy po celém obvodu se prošijí, aby splňovaly co nejpřesnější rozměry a aby se zabránilo povolování pásku, či jejich trhání.

Svrškařka-šička zároveň umísťuje háčky, vytváří očka a vkládá zapínání s trnem. Další činností je potažení podpatku saténem tak, že nejprve tělo podpatku natře lepidlem a po zavadnutí potáhne materiálem. Krčková část se brousí, kvůli umístění podpatku ke stélce. Svrškařka šička předává hotové vrchní dílce cvikařovi. Dále chystá podešve a kosí je v okrajích klenkové a krčkové části.

Výroba spodku a kompletizace

Cvikař

Cvikař stélku olemuje po obvodu saténem a přibije ji hřebíky ke kopytu.

Upravuje napínací stélku, přikládá šablonu na stélku a značí si ze spodní strany umístění pásek nártních. V místě, kam patří umístit pásky, ztenčí stélku, aby po přilepení materiál nepřebýval a pro vyrovnání povrchu. Okraje svršku natře lepidlem Vukolep1, které schne cca 5-10 minut, taktéž natře i okraje stélky. Cvikař do patní části svršku vlepí opatek mezi vrchový materiál (satén) a podšívkovou useň a napne ji pomocí obuvnických kleští, hřebíků a lepidla k napínací stélce. Taktéž napne dílce nártní, tak že pásky směřuje do vyznačených míst vespod napínací stélky. Dále se kopyto se stélkou a svrškem kalibruje na kalibrovacím stroji. Při nerovnostech se upravuje do hladkého tvaru na „patovce“, která má žehlící vlastnosti.

Dále po zaschnutí veškerého lepení se celá spodní strana napínací stélky natře 2x lepidlem včetně půdy pod podpatek, natírá se i podpatek (půdu i krček). Po zavadnutí podpatek přiloží na půdu obuvi. Dále se lepí i přichystané podešve. Taktéž se dělají 2 nátěry lepidla, po zavadnutí se lepí podešev na obuv.

Obuv se z kopyta vyzuje, nejprve však musí jeden den schnout, aby se nezohýbal výrobek, a přibíjí se podpatek hřebíky na přibíjecím stroji.

Zadní část napínací stélky se opatřuje latexovou pěnou pro větší komfort a pohodlí budoucího zákazníka. Vlepuje se vlepuvací stélka na napínací stélku pro sjednocení barvy.

Posledním krokem je přiložení patníku na podpatek a připevnění přitlučením kladiva. Ten slouží k zmírnění nárazu při tanci a chůzi.

Zdroj informací: [3]



3.17.4 Dosahované emisní úrovně

Emisní údaje z REZZO k uvedené kategorii zdrojů byly statisticky zpracovány do formy níže uvedené tabulky:

Emisní koncentrace VOC v kategorii 9.21 dle Zákona o ochraně ovzduší	VOC
MIN emisní koncentrace [mg/Nm ³]	95,0
MAX emisní koncentrace [mg/Nm ³]	277,0
průměrná dosahovaná koncentrace [mg/Nm ³]	186,0
medián emisních koncentrací [mg/Nm ³]	186,0
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,5
10. nejmenší koncentrace [mg/Nm ³]*	#NUM!
10. největší koncentrace [mg/Nm ³ **	#NUM!
75% kvartil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ***	231,50
95% percentil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ****	267,90

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 - 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 - 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.

Tuto analýzu nelze interpretovat, protože tato kategorie zdrojů má stanoven emisní limit pouze v g VOC / jeden pár bot.



3.18 Výroba farmaceutických směsí – bez průběhu chemické reakce (kód 9.22.)

3.18.1 Úvod

Dle informací z REZZO je v ČR 48 zdrojů této kategorie.

Tyto výroby jsou poměrně specifickou činností. Většinou se jedná o několikastupňové chemické či chemicko-biologické reakce. Fermentace, rektifikace, destilace, extrakce, krystalizace, promývání a další kroky jsou pro farmaceutické výroby typické. U většiny zařízení jsou používány velké objemy rozpouštědel. Technologie jsou hermetizovány a odplyný jsou svedeny do zařízení ke snižování emisí. Každá technologie bývá originálem.

Výroba farmaceutických směsí zahrnuje výrobu, syntézy, fermentace, extrakce, míchání a dokončení farmaceutických produktů včetně výroby farmaceutických meziproduktů.

Výroby farmaceutických směsí lze zhruba rozdělit na primární a sekundární, přičemž:

- primární představuje zejména výrobu: syntézy a/nebo fermentace
- sekundární představuje zejména extrakci a jiné způsoby separace, granulaci, sušení a potah tablet

Farmaceutický sektor se skládá z velkých podniků pokrytých IPPC, ale též z menších podniků vyrábějících speciální produkty nebo meziprodukty.

Vzhledem k tomu, že chemické výroby s průběhem chemické reakce jsou pokryty zákonem o integrované prevenci, tento dokument se dále zabývá zejména sekundární výrobou farmaceutických směsí. Syntéza a fermentace jsou zde zmíněny pouze pro úplnost.

3.18.2 Používané techniky

Výroba farmaceutických směsí využívá VOC jako rozpouštědla v širokém rozsahu procesů. Následně je uveden obecný přehled nejčastějších procesů, využívajících organická rozpouštědla:

Syntéza

Většina aktivních farmaceutických látek (active pharmaceutical ingredients – API) se vyrábí syntézou, tedy chemickou reakcí, a organická rozpouštědla jsou používána k rozpuštění reagujících látek, nebo k vytváření reakčního prostředí.

Různé typy přístrojů a zařízení zahrnují reaktory, kondenzátory, krystalizátory, odstředivky a destilační kolony.

Vysoká různorodost chemických reakcí vyžaduje využití širokého rozsahu rozpouštědel, jako aceton, etanol, toluen, izopropanol nebo metylenchlorid.

Fermentace

Proces farmaceutické fermentace představuje výrobu a oddělení medicínálních produktů, jako např. antibiotik nebo vitaminů, od živného prostředí a mikroorganismů. Organická rozpouštědla jsou používána k extrakci aktivních farmaceutických látek (např. penicilin). Fermentační proces probíhá ve fermentačních nádobách, které jsou často speciálně konstruované pro určitý proces. Průmyslový fermentační proces může být dělen do dvou základních typů – dávková fermentace a kontinuální fermentace – v různých podobách a modifikacích.



Extrakce

Extrakce je používána k separaci organických chemikálií z rostlinných materiálů nebo živočišných tkání za účelem přípravy rostlinných nebo biologických látek.

Extrakce může nabývat různých forem, a pro konkrétní aktivní farmaceutické látky jsou doporučeny různé druhy a množství rozpouštědel k extrakci.

Po několika přečišťovacích krocích může být extrahovaná složka sušena např. ve vakuové sušárně, aby se odstranilo rozpouštědlo. Typická rozpouštědla použitá k extrakci jsou ethanol, methanol, toluen nebo heptan, a proces obvykle probíhá v destilační jednotce.

Vzhledem k tomu, že se v mnoha případech používají jednosložkové rozpouštědlové systémy, je často možné extrakční činidlo regenerovat a znovu použít.

Účinnost regenerace rozpouštědla závisí na konkrétním použitém rozpouštědle a jeho těkavosti.

Sušení

Sušení je důležitý proces ve výrobě a dokončování farmaceutických výrobků, kterým se obsah rozpouštědla snižuje na definované nejvyšší zbytkové množství. Typicky používané techniky sušení jsou: bubnové a vakuové sušárny, vymrazovací a rozprašovací sušárny, sušárny s fluidním ložem, a sušárny s mikrovlnným nebo infračerveným ohřevem.

Míchání/rozpouštění

Organická rozpouštědla bývají využívány jako aktivní látky ve finálním produktu (např. tekutá léčiva) nebo jako pomocné přípravky v procesu míchání/rozpouštění.

Jsou-li rozpouštědla použita jako pomocné přípravky, jsou odstraňována sušením.

Pokud jsou organická rozpouštědla použita jako aktivní látky, pak zůstávají ve finálním produktu, ale emise mohou být produkovány během míchání/rozpouštění.

Granulace

Granulace je proces výroby částic (zm) požadované velikosti, koncentrace aktivní látky, a fyzikálních vlastností pro vytlačování. Jsou používány dávkové nebo kontinuální systémy. Fluidní systém se často používá pro granulaci rozprašováním a aglomerační procesy; vertikální granulátory mohou být použity pro granulaci za mokra. Organická rozpouštědla jsou někdy používány jako zvlhčovací činidla nebo jako součást procesu granulace.

Potah tablet

Potahování tablet, buď dávkově, nebo kontinuálně, se provádí na konci výrobního procesu. Většina tablet je potahována z kosmetických důvodů nebo pro uvedení značky výrobce. Potah však může mít též specializované funkce - jako je například enterický potah, ochrana proti vlhkosti, potah pro řízené uvolňování, ochucovací potah, překryvací chuťový potah, atd. Moderní potahovací stroje na tablety jsou obvykle uzavřené rotující bubny, ve kterých jsou tablety potahovány v horkovzdušném fluidním loži. Horký vzduch vysušuje povlak, který je fluidně nanesen na tabletu. Fluidní nanášení může být také použito pro kontinuální povlak tablet. Příklady organických rozpouštědel používaných při potahu jsou izopropanol (2-propanol), dichlormetan (DCM, metylenchlorid), aceton, a ethanol. Kromě organických rozpouštědel se používají též vodné systémy a roztoky vody a alkoholických rozpouštědel (např. voda / ethanol).

Kromě potahu účinným filmem se u tablet také používají potahy cukrem jako ochranné a/nebo kosmetické vrstvy. Potahy cukrem jsou ve vodě rozpustné a neobsahují žádná rozpouštědla. Ve srovnání s filmovým potahem, je povlak cukrem časově náročnější a výrazně zvyšuje hmotnost tablet (až o 50%).



Výroba kapalných přípravků

Účinné složky kapalných přípravků jsou nejprve rozpuštěny a potom je upravena koncentrace na požadovanou hodnotu pro následné plnění. V průběhu přípravy a plnění kapalin mohou vznikat emise organických rozpouštědel, které jsou součástí výroby.

Čištění výrobních zařízení

Při výrobě léčiv je velice důležitá vysoká čistota výrobních zařízení. Používané čisticí prostředky musí být schopné zajistit dosažení zákonem předepsaných maximálních úrovní zbytkových nečistot v produktech.

Farmaceutické výroby používají k čištění následující procesy:

- Ruční čištění s nebo bez mechanických pomůcek
- Polo-automatické čisticí procesy
- Plně automatické procesy

Ve výrobě léčiv by měl být použit plně automatizovaný čisticí proces s integrovaným CIP procesem (cleaning in place, čištění na místě). Organická rozpouštědla se často používají k odstranění organických chemických nečistot z výrobního zařízení.

3.18.3 Dosahované emisní úrovně

Emisní údaje z REZZO k uvedené kategorii zdrojů byly statisticky zpracovány do formy níže uvedené tabulky:

Emisní koncentrace VOC v kategorii 9.22 dle Zákona o ochraně ovzduší	VOC
MIN emisní koncentrace [mg/Nm ³]	0,7
MAX emisní koncentrace [mg/Nm ³]	320,0
průměrná dosahovaná koncentrace [mg/Nm ³]	44,5
medián emisních koncentrací [mg/Nm ³]	17,0
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,7
10. nejmenší koncentrace [mg/Nm ³]*	7,40
10. největší koncentrace [mg/Nm ³]**	25,00
75% kvartil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ***	50,25
95% percentil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ****	140,89

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 - 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 - 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.

Tuto analýzu nelze interpretovat, protože tato kategorie zdrojů má stanoven emisní limit až od spotřeby 50t rozpouštědel za rok.

Koncentrační emisní limit je stanoven ve výši 20 mg/m³ nebo 150 mg/m³ pro zdroje využívající regenerovaná organická rozpouštědla.



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Tyto zdroje však mohou využívat emisního limitu stanoveného jako podíl hmotnosti emisí VOC a hmotnosti vstupních organických rozpouštědel (5%).



3.19 Zpracování kaučuku, výroba pryže s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 5 t/rok (kód 9.23.)

3.19.1 Úvod

Dle informací z REZZO je v ČR 81 zdrojů této kategorie.

Toto odvětví představuje operace plastikace kaučuku a sestavování kaučukových směsí míšením, hnětením, kalandrováním, drcením, mletím, barvením, operace zpracování kaučukových směsí vytlačováním (extruzí), lisováním, vstřikovacím lisováním, operace vulkanizace a jakékoliv další pomocné operace, které jsou součástí procesu přeměny přírodního či syntetického kaučuku do konečného pryžového výrobku.

Zpracování kaučuku a výroba pryže je doménou převážně velkých podniků. Největší spotřebitel kaučuku je výroba pneumatik. Dále duší, ale i hydraulických hadic, dopravních pásů, klínových řemenů, a podobně.

Protektorování pneumatik, výroba klínových řemenů, spojovacích a těsnících profilů, hadiček a dalších drobných pryžových výrobků může být zajišťována i malými dílnami.

Gumárenská výroba obecně je zdrojem VOC zejména z technického benzínu a též významným zdrojem pachových látek.

3.19.2 Používané techniky

Jako příklad výroby je uvedena výroba pneumatik, která obsahuje všechny běžné gumárenské operace. V menších provozech se provádějí pouze vybrané operace.

VÝROBA POLOTOVARŮ

Před konfekcí plášťů je nutno připravit řadu *polotovarů*, ze kterých se surový plášť následně poskládá.

Příprava směsí

Příprava kaučukových směsí pro výrobu polotovarů probíhá ve vnitřním hnětiči v několika stupních. V *prvním* stupni se obvykle zamíchají kaučuky, oleje a plniva na tzv. základovou směs. Po vypuštění z hnětiče se často základová směs homogenizuje ve vytlačovacím stroji a na dvouválci se tváří na pás požadovaných rozměrů. Pás je pak opatřen vrstvou separátoru a ochlazen.

V *posledním* stupni míchání se k základové směsi přidají vulkanizační přísady (musí se přitom udržovat poměrně nízká teplota, aby při míchání nedošlo k navulkanizaci) a získá se tzv. finální směs.

Příprava *složitých směsí* často vyžaduje větší počet stupňů míchání. Někdy bývá např. v prvním stupni zamíchána jen část olejů a plniv, aby se při míchání příliš nezvýšila teplota směsi. Zbývající plnivo se přidá v dalším míchacím stupni (takže se základová směs míchá ve více než jednom stupni). Zvláštní pozornost je nutno věnovat přípravě směsí se silikou, protože kvalita těchto směsí značně závisí jak na době, tak i na teplotě míchání.

Před dalším zpracováním finálních směsí se provádí *kontrola kvality*, která obvykle zahrnuje stanovení průběhu vulkanizace a základních vlastností vulkanizátu.



Polotovary

Polotovary pro výrobu pláštů se připravují dvěma základními způsoby: válcováním a vytlačováním.

Pro přípravu tenkých vrstev kaučukové směsi a pro *nánosování tkanin* z textilních a ocelových kordů se používají kalandry. Připravené polotovary lze při dalším průchodu kalandrem dublovat. Na kalandru připravené polotovary se prokládají textilní vložkou, která zabraňuje jejich slepení.

Kalandr k *pogumování textilu* je obvykle čtyřválcový. Nános se však často vytváří i na tříválci při zvýšené frikci (tzv. frikcionování), aby se zajistilo co nejlepší prostoupení textilu kaučukovou směsí.

Dobře zakotvený nános kaučukové směsi umožňuje pevné *spojení* nánosovaných textilních materiálů s dalšími konstrukčními prvky při konfekci pláště. Vzájemné oddělení nití vulkanizátem v hotovém plášti brání vzájemnému tření nití o sebe, což snižuje tření při odvalování pneumatiky a současně zvyšuje životnost pláště.

Také tenké *profilované polotovary* se někdy připravují válcováním. Tlustší profily se vytlačují, často s použitím kolíkových vytlačovacích strojů.

Všechny *běhouny* se vytlačují. Často bývají složeny z několika kaučukových směsí, např. z vnější vrstvy ze směsi odolné proti oděru a ze spodní vrstvy s nízkou hysterezí. Směsi vícevrstvých běhounů se vytlačují buď každá zvlášť, nebo současně přes jednu vytlačovací hlavu (koextruze). Před konfekcí se běhouny délkově dělí na potřebné rozměry.

Polotovary z pogumovaného textilu nebo pogumovaného ocelového kordu v rozměrech potřebných pro konfekci se připraví mechanickým dělením nánosovaných pásů. Musí být nastaven správný úhel dělení, získaný polotovar se proloží textílem nebo PE fólií proti slepení a navine se na cívku. Dělicí linky mohou být kombinovány i s přídatným tříválcem pro nanášení vnitřní gumy na nastříhaný polotovar.

Ocelový *pneudrát* je opatřen vrstvou mosazi od externího dodavatele. Výrobci pláštů obvykle používají ke konfekci polotovary *patkových lan* různého průřezu, které jsou předem pogumovány v hubici vytlačovacího stroje. Pro urychlení konfekce pláštů se většinou patková lana sdružují s dalšími polotovary, jako je jádro nebo pogumovaný pásek.

KONFEKCE PLÁŠTŮ

Konfekce je výrobní operace, při které je na konfekčním stroji z jednotlivých polotovarů *sestaven surový plášť*. Kvalitu pláštů významně ovlivňuje nejen kvalita polotovarů, ale také obsluha konfekčního stroje, protože řada operací se při konfekci provádí ručně.

Pro většinu vyráběných pláštů se užívá postup konfekce předepsaný pro *radiální* pláště. Nejčastěji se jedná o tzv. dvoustupňovou konfekci, kdy se v prvním stupni (na prvním konfekčním stroji) sestaví kostra pláště a v druhém stupni (na druhém konfekčním stroji) se vytvarovaná kostra pláště opatří nárazníky a běhounem.

Surový radiální plášť musí být *vytvarovaný* (bombírovaný), protože tuhý výztužný pás radiálního pláště znesnadňuje jeho tvarování během lisování.



Při konfekci *diagonálních* plášťů jsou kordové vložky ukládány tak, že následující vložka má vždy opačný sklon kordových nití než vložka předchozí. Výsledkem je surový diagonální plášť válcového tvaru.

VULKANIZACE

Provedení

Vulkanizace plášťů se provádí ve vyhřívaných vulkanizačních formách umístěných ve vulkanizačních lisech. K formám je surový plášť zevnitř přitlačován topnou membránou. Přímý ohřev přes topnou membránu dává dobrý přestup tepla. K ohřevu může být v membráně použita nejen horká voda a vodní pára, ale ke zvýšení tlaku i dusík jako inertní plyn.

Vulkanizace probíhá tak, že po uložení surového pláště do vyhřáté formy membránového vulkanizačního lisu se plášť nejprve tlakem vodní páry v membráně vytvaruje a pak se parou a horkou tlakovou vodou působením tepla z vulkanizuje.

Protože topné medium musí současně zajistit i přítlak pláště do formy, může se v případě potřeby použít ke zvýšení tlaku dusík. Vulkanizací získají pláště konečné vlastnosti, tvar a požadovaný dezén běhounu.

Pro přírodní kaučuk se v *praxi* často používá teplota lisování do 150°C (kvůli jeho nižší tepelné stabilitě) a u syntetických kaučuků teplota do 180 až 220°C.

Po vulkanizaci plášťů obvykle následuje ořezání přetoků, vizuální kontrola, kontrola uniformity (tj. proměření rovnoměrnosti plášťů), RTG kontrola (pro celocelové pláště), rozdělení do tříd kvality, případná oprava chyb a expedice plášťů.

Průběh vulkanizace

Průběh vulkanizace kaučukových směsí je charakterizován vulkanizační křivkou naměřenou na vulkametru. Z vulkanizační křivky je možno pro každou kaučukovou směs odečíst dva nejdůležitější časy: zpracovatelskou bezpečnost a technickou dobu vulkanizace.

Příliš vysoká hodnota *bezpečnosti* kaučukových směsí prodlužuje dobu potřebnou k vulkanizaci plášťů, zvyšuje spotřebu energie a snižuje kapacitu vulkanizačních lisů. Příliš nízká bezpečnost neumožňuje důkladné zatečení kaučukové směsi do dezénu vulkanizační formy.

K dosažení *uspokojivých výsledků* je nutno zajistit jak vhodné vulkanizační vlastnosti kaučukových směsí, tak i správné nastavení a dodržování podmínek vulkanizace.

Průběh ohřevu při vulkanizaci plášťů bývá často předem naprogramován na řídicím počítači. Protože vulkanizace plášťů neprobíhá za izotermních podmínek, je ke stanovení průběhu vulkanizace plášťů nutno proměřit vulkanizační křivky použitých kaučukových směsí pro různé teploty.

Rychlost vulkanizace plášťů ve formách ovšem závisí nejen na teplotě formy a vulkanizačních charakteristikách kaučukových směsí, ale i na tepelné vodivosti použitých materiálů. Zpřesnění odhadu průběhu vulkanizace pro konkrétní plášť umožňuje matematické modelování. Jednodušší a častěji používaný postup je však simulace průběhu vulkanizace podle teplot předem naměřených při vulkanizaci na různých místech pláště pomocí termočlánků.



3.19.3 Použití a emise VOC a pachových látek ve zpracování kaučuku a výrobě pryže

VOC

V prvních stupních výroby – ve výrobě polotovarů a přípravě gumárenských směsí – se VOC nepoužívají.

Hlavní funkce ředidel při výrobě pneumatiky spořívá v přípravě surové gumy před každým krokem výroby. Toto je nezbytné pro zvýšení adheze, což zajišťuje, že různé vrstvy směsí budou držet u sebe.

V operacích konfekce se aplikuje benzin na povrch spojovaných částí. Benzin naleptá povrch dílů surové gumy, a zajistí snadné vytlačení vzduchových bublin mezi materiály, které mohou vést k separacím v hotovém výrobku (významná vada kvality).

Emise benzínu vznikají při aplikaci, následně přirozeným vytěkáním ze surových pláštů, a zbytek při ohřátí při vulkanizaci.

V obecné výrobě gumárenských výrobků se používají rozpouštědlová lepidla pro spojení částí před vulkanizací a též separační prostředky pro zamezení ulpívání gumy při jejím vytlačování do forem, při kterém může zároveň docházet k vulkanizaci.

Čištění nástrojů v kontaktu s gumou je také zajištěno použitím ředidel, ale je méně podstatným zdrojem znečištění, obvykle mezi 3 a 10 % spotřeby ředidel.

Pachové látky

Pachové látky vznikají téměř při všech krocích gumárenské výroby: při manipulaci se surovinami, při výrobě/hnětení kaučukových směsí, míchání finální směsi, při válcování a vytlačování polotovarů, při pogumování polotovarů, ale zejména při samotné vulkanizaci gumy.

3.19.4 Příklady některých procesů

Ochrana ovzduší v pneumatikářské výrobě Mitas a.s.:

- V roce 2000 byla uvedena do provozu likvidační jednotka benzinových par, na které jsou benzinové páry odsávány z výroby nejprve koncentrovány a potom spáleny. Tímto opatřením je tedy minimalizován únik těkavých organických látek z provozů do ovzduší ve VÚ Praha.
- Jednotka stejného typu, ale s větším výkonem byla uvedena do provozu v roce 2003 ve VÚ Zlín.
- Na provozu výroba gumárenských roztoků je od roku 1996 instalována likvidační jednotka benzinových par, která slouží k adsorpci par benzínu, následně rekuperaci a opětovnému použití takto získaného benzínu ve výrobě.
- V roce 2003 byl zahájen projekt MICA – MITAS Clean Air zabývající se dalším snížením množství emisí organických a pachových látek do ovzduší.
- V roce 2009 bylo zahájeno spalování benzinových par z provozu konfekce na přívodu spalovacího vzduchu na kotelně v Praze
- V roce 2012 bylo zahájeno spalování benzinových par z výroby pneu na přívodu spalovacího vzduchu na kotelně Alpiq Zlín.

Zdroj informací: webové stránky www.cgs.cz

3.19.5 Dosahované emisní úrovně

V menších provozech se používají malá množství VOC (technický benzin) a veškeré emise jsou fugitivní, nebo případné výduchy vzduchotechniky jsou vyvedeny do okolního prostředí.



Větší provozy (výroba pneumatik) jsou nuceny kvůli přítomnosti VOC a pachových látek ve výrobě provozovat účinnou vzduchotechniku. Na výstupech vzduchotechniky jsou aplikovány zařízení k rekuperaci VOC, nebo k jejich spalování. Tímto způsobem jsou minimalizovány i emise pachových látek.

Emisní údaje z REZZO k uvedené kategorii zdrojů byly statisticky zpracovány do formy níže uvedené tabulky:

Emisní koncentrace VOC v kategorii 9.23 dle Zákona o ochraně ovzduší	VOC
MIN emisní koncentrace [mg/Nm ³]	2,1
MAX emisní koncentrace [mg/Nm ³]	305,4
průměrná dosahovaná koncentrace [mg/Nm ³]	57,9
medián emisních koncentrací [mg/Nm ³]	16,7
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,7
10. nejmenší koncentrace [mg/Nm ³]*	305,40
10. největší koncentrace [mg/Nm ³]**	#NUM!
75% kvartil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ***	66,91
95% percentil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ****	203,30

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 - 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 - 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.

Tuto analýzu nelze interpretovat, protože tato kategorie zdrojů má stanoven emisní limit až od spotřeby 15 t rozpouštědel za rok.

Koncentrační emisní limit je stanoven ve výši 20 mg/m³ nebo 150 mg/m³ pro zdroje využívající regenerovaná organická rozpouštědla.

Tyto zdroje však mohou využívat emisního limitu stanoveného jako podíl hmotnosti emisí VOC a hmotnosti vstupních organických rozpouštědel (25%).



3.20 Extrakce rostlinných olejů a živočišných tuků a rafinace rostlinných olejů (kód 9.24.)

3.20.1 Úvod

Dle informací z REZZO je v ČR 6 zdrojů této kategorie.

Pro výrobu rostlinných olejů v podnebních podmínkách ČR připadají v úvahu následující suroviny:

- řepková semena
- slunečnicová semena
- sójové boby

Výrobní postup má nejčastěji čtyři kroky:

- příprava suroviny
- lisování
- extrakce (a regenerace rozpouštědla)
- rafinace

3.20.2 Používané techniky pro zpracování semen olejnin

Příprava suroviny

Výroba surového rostlinného oleje ze semen olejnin je dvoustupňový proces. Prvním krokem je čištění, příprava, tj. sušení, vyloupání, vločkování, kondicionace a lisování semen.

Surovina se nejprve vyčistí od cizích materiálů jako je dřevo, kamení a kov, např. na sítích a magnetických separátorech. Pak se odstraní jemné nečistoty, jako jsou zbytky rostlin, prach a písek, např. na vibračních sítích, pneumatických zařízeních a cyklonech. Odstraní se slupky a otruby semen, jako je soja nebo slunečnice a semena se pak nadrtí a pneumaticky třídí, aby se odhalilo „jádro“ suroviny. Potom se obvykle jádro kondicionuje nebo suší na potřebný obsah vlhkosti obvykle 9 – 10 % a rozválcuje na vločky.

Lisování

Lisování se provádí v jednom nebo dvou krocích, jejichž výsledkem je surový vylisovaný olej a koláč s obsahem oleje 12 až 25 %. Extrakce hexanem se už neprovádí, jestliže koláč po vylisování obsahuje jen 6 až 12 % oleje. Boby, obsahující 20 % a méně oleje se (naopak) pro nízký obsah oleje nelisují, ale rovnou se po čištění a přípravě extrahují.

Extrakce

Druhý krok procesu zahrnuje extrakci oleje z vylisovaného koláče nebo vločkových bobů hexanem. Extrakce se provádí v protiproudém režimu. Směs hexanu a oleje, zvaná miscella se dále zpracuje destilací pro regeneraci hexanu z rostlinného oleje. Rozpouštědlo prochází procesem separace hexanu a vody a potom se znovu použije v procesu extrakce. Zbývající hexan se z koláče vyžene parou. Proces odstraňování a „vypékání“ rozpouštědla také snižuje aktivitu enzymů a mikroorganismů v pokrutinách.

Páry hexanu a vody se používají v procesu destilace miscelly pro regeneraci rozpouštědla a tepla. Pokrutiny se suší a chladí vzduchem, než se uloží do sila nebo naloží k expedici.



Rafinace

Rafinací se odstraní nečistoty, jako jsou slizovité látky, volné mastné kyseliny, pigmenty, a pro chuť a vůni nežádoucí sloučeniny. Obecně řečeno, pro rafinaci olejů ze semen existují dva způsoby: fyzikální a běžnější chemická rafinace. Konvenční chemická rafinace, jak se používá například pro surový olej, zahrnuje například odstraňování slizovitých látek, mj. fosfolipidů, neutralizaci k odstranění volných mastných kyselin, bělení pro odbarvení a deodoraci.

Odstraňování slizovitých látek se obvykle provádí přidáním vody za účelem hydratace všech přítomných pryskyřičných látek, které se odstraní následným odstředěním. Slizovité látky, které nelze takto hydratovat, se přemění na hydratovatelné formy pomocí kyseliny fosforečné nebo citronové, přidáním vody a odstředěním.

Dalším procesem je neutralizace, při níž se do oleje, předehřátého na 75°C až 95°C, rozptýlí sprchováním roztok alkalického činidla, zpravidla hydroxidu nebo uhličitanu sodného. Alkalické činidlo reaguje s volnými mastnými kyselinami v oleji a tvoří mýdla, která se oddělí usazováním nebo odstředěním. Po neutralizaci může následovat sušení pro úplné odstranění přidané vody.

Neutralizovaný olej se bělí, aby se odstranily barevné látky jako karotenoidy a další minoritní složky, jako jsou produkty oxidačního odbourávání. K bělení se používá aktivovaná bělicí valchářská hlinka a zpracování trvá 10 až 60 minut při teplotě 90°C až 130°C. Hlinka se do oleje nasává pomocí sníženého tlaku a odstraňuje se filtrací.

Na vybělený olej se za nízkého tlaku působí ostrou parou, kterou se vyhánějí těkavé složky, včetně látek s nežádoucí chutí a vůní. Tato operace se nazývá deodorizace a probíhá za teplot v pásmu 180°C až 270°C pod dobu 15 minut až 5 hodin podle povahy a množství oleje a druhu použitého zařízení. Jestliže se například používá šaržový deodorizér, bude operace trvat 4,5 až 5 hodin podle druhu a množství oleje. Jestliže se však stejné oleje zpracují v semikontinuálním deodorizéru, může to být jen asi 15 minut.

Fyzikální rafinace je jednodušší proces, v kterém se surový olej zbaví slizovitých látek a vybělí se. Potom se z něj parou vyženou volné mastné kyseliny, pachy a těkavé složky v jednom kroku. Olej se zahřívá na teplotu až 270°C a potom se rafinuje tak, že proudí přes řadu pater proti proudu ostré páry. Výhody fyzikálního postupu jsou vyšší výtěžek, nižší náklady a méně použitých chemikálií. Jednou z nevýhod v porovnání s chemickou neutralizací může být nižší jakost hotového produktu.

3.20.3 Emise do ovzduší

Emise TZL

Suchý prach se uvolňuje v průběhu dodávek semen, skladování v silech, čištění semen, přípravy semen, přepravy pokrutin a dopravy a přepravy uvnitř provozních prostorů.

Mokrý prach může vznikat při přípravě semen, sušení a chlazení pokrutin při dopravě a přepravě uvnitř provozních prostorů.

Emise VOC

Jestliže se provádí extrakce rozpouštědly, netěsnosti a doprava mohou působit ztráty do ovzduší. Po provedení extrakce se mohou emise rozpouštědla (hexanu) uvolňovat do ovzduší při sušení, chlazení, skladování a dopravě pokrutin a surového oleje.



Úrovně emisí pro hexan, spojené s různými semeny, používanými jako surovina jsou uvedeny níže.

Surovina	Výstup hexanu (kg hexanu/t surových semen)
Sojové boby	0,5 – 1,0
řepkové semeno	0,5 – 1,2
Slunečnicové semeno	0,5 – 1,2

Pachové látky

Některá semena, například řepkové, mohou mít vysoký obsah síry. Enzymatické a biologické procesy mohou přeměnit sloučeniny síry na sirovodík, který se může objevit zejména na výduchu z extraktorů. Zápach vzniká ve všech krocích, kde se provádí ohřev. Má původ v těkavých mastných kyselinách, organických sloučeninách dusíku a – v případě řepky – v sirovodíku a organických sloučeninách síry.

3.20.4 Specifické koncové technologie

Uvedené technologie integrované do výrobního procesu jsou velice specifické a používají se pouze při extrakci a deodoraci olejů. Tyto technologie jsou používány převážně ve vysokokapacitních výrobních spadájících pod IPPC.

Protiproudý systém odstraňování rozpouštědla při výrobě rostlinných olejů

Po extrakci oleje pokrutiny obsahují 25 – 40 % rozpouštědla. Rozpouštědlo se odstraňuje odpařením pomocí přímého a nepřímého ohřevu parou. Nádoba má několik předodpařovacích, odpařovacích a vyháněcích pater. Použití této technologie zajišťuje snížení ztrát rozpouštědla do extrahovaného šrotu a do životního prostředí.

Pračka s minerálním olejem pro regeneraci hexanu

Hexan a pára pocházející z odstraňování a vyhánění rozpouštědla parou z extrahovaného olejinového šrotu, z destilace miscely, spodního vařáku a vyháněcí kolony systému minerálního oleje, procházejí systémem kondenzačních chladičů. Složky, které nelze v chladiči zkondenzovat, se absorbují do minerálního oleje v pračce plynů (skrubru).

Pračka s minerálním olejem se skládá z absorpční kolony, v níž se hexan absorbuje do studeného minerálního oleje potravinářské čistoty. Hexan se pak regeneruje z minerálního oleje, nasyceného hexanem, vyháněním parou ve vyháněcí koloně.

Minerální olej se chladí a vrací do absorpční kolony k opakovanému použití.

Regenerace hexanu pomocí spodního vařáku a gravitačního separátoru

V procesu extrakce rostlinných olejů se jako rozpouštědlo používá hexan. Následkem toho hexanem bohatá pára kondenzuje za vzniku procesní vody a hexanu za teplot kolem 50°C. Nerozpuštěný hexan se většinou odděluje gravitačním dělením fází (v separátoru hexan/voda).

Veškeré obsažené zbytkové rozpouštědlo z vodné fáze separátoru hexan/voda se oddestiluje ohřevem vodné fáze asi na 80 až 95°C ve spodním vařáku.

Nezkondenzovatelné plynné podíly těchto par se zpracují po průchodu kondenzačním chladičem v pračce s minerálním olejem, kde se zbytkový hexan absorbuje.



Dvojitá pračka ve spojení s průtočným chladicím systémem při rafinaci rostlinných olejů

Páry z deodorace se zpracovávají v pračce plynů. Předčistěný proud par se směšuje s hnací parou z pomocné parní trysky. Instalace druhé pračky mezi pomocnou parní trysku a hlavní kondenzátor dovoluje další kondenzaci těkavých složek a nahrazuje vyháněcí a hnací páru před smícháním s chladicí vodou v hlavním kondenzátoru. Druhá pračka může mít pevnou náplň nebo může být vybavena speciální prací smyčkou, tepelným výměníkem pro odvádění kondenzačního tepla a odmížovačem.

Druhá pračka pracuje na vyšším tlaku a kvůli přidávání páry pomocnou parní tryskou se sníží parciální tlak těkavých složek. Oba tyto faktory umožňují další kondenzaci. Upořádání s dvojitou pračkou má za výsledek zlepšenou účinnost vypírání par z deodorace.

Jednoduchá pračka ve spojení s alkalickými systémy s uzavřenou smyčkou při rafinaci rostlinných olejů

Páry z deodorace se zpracovávají v pračce plynů. Předčistěný proud par se směšuje s hnací parou z pomocné parní trysky. Když materiál přiváděný do deodorizéru obsahuje vyšší koncentrace mastných kyselin s krátkým řetězcem, instalace druhé pračky mezi pomocnou parní ejektor a hlavní barometrický kondenzátor nesníží znečištění. V takovém případě a v podobných situacích může být použit systém s uzavřenou alkalickou smyčkou. Instalace systému s uzavřenou smyčkou způsobí, že investice do druhé pračky není nezbytná.

Jednoduchá pračka ve spojení se suchým kondenzačním systémem pro deodoraci rostlinných olejů

Suchý kondenzační systém, také nazývaný ledový kondenzační systém, se umísťuje mezi pračku a odvodušňovací systém. Hlavní podíl volných mastných kyselin se odstraní v pračce.

Systém odstraní zbytek volných mastných kyselin a vyháněcí páru, která byla použita pro oddestilování volných mastných kyselin s vodní parou. Zkondenzovatelné složky dosud přítomné v deodoračních parách po vyprání se z proudu par se odstraňují kondenzací (vymrazením) na povrchu tepelného výměníku o teplotě asi -30°C . Chladicí jednotka provádí mechanickou kompresi amoniaku, který se odpařuje v hadech výměníku. Chladicí jednotka vyžaduje další elektřinu a chladicí vodu.

Zdroj informací: BREF STS

3.20.5 Příklady některých procesů

Příklad – výroba jedlých rafinovaných olejů

Rostlinná semena (řepková, slunečnicová, sojová) se ze zásobníků vyskladňují krytým dopravníkovým pásem. Následně jsou semena klimatizována a drcena. Před vlastním lisováním jsou semena zahřívána na vyšší teplotu. Po vylisování tzv. "panenského oleje" jsou výlisky semen dále zpracovávány extrakcí. Z vylisovaného oleje se odstraňují mechanické nečistoty na vibračních sítích a filtrech.

Extrakce oleje z výlisků semen probíhá v protiproudém vertikálním extraktoru. Extrakčním činidlem je izohexan. Produktem extrakce je miscela (izohexan nasycený olejem) a šrot s obsahem izohexanu. Z miscely se prve odstraňují mechanické nečistoty na hydrocyklonech a následně se oddestilovává rozpouštědlo. Získaný rozpouštědla prostý olej se smíchává s vylisovaným olejem k expedici. Brýdové páry rozpouštědla a vody se kondenzují a nemísitelné rozpouštědlo se odděluje a vstupuje zpět do procesu. Z vody se vyvaňují zbytky rozpouštědla. Odplynění zařízení probíhá přes absorpční kolonu s medicínalním (čistým minerálním) olejem, kde se zachycují zbytkové emise rozpouštědla.

Odstranění rozpouštědla ze šrotu po extrakci probíhá v desolventizéru na bázi zahřívání výlisků ve vlhkém prostředí. Výsledný produkt po odstranění rozpouštědla je šrot určený ke zkrmování.



Jako další operace se provádí odsazení surových olejů, které představuje odstranění nežádoucích látek, mechanických nečistot a vody, které mohou vést ke zhoršení kvality surového oleje během skladování. Podnik je vybaven zásobníky (sily) na semena, zásobníky k meziskladování oleje před odsazením, zásobníky na konečný produkt - jedlý rafinovaný olej, nádržemi na izohexan, a rozsáhlým chladicím systémem ke kondenzaci par izohexanu.

3.20.6 Dosahované emisní úrovně

Emisní údaje z REZZO k uvedené kategorii zdrojů byly statisticky zpracovány do formy níže uvedené tabulky:

Emisní koncentrace VOC v kategorii 9.24 dle Zákona o ochraně ovzduší	VOC
MIN emisní koncentrace [mg/Nm ³]	7,2
MAX emisní koncentrace [mg/Nm ³]	8086,0
průměrná dosahovaná koncentrace [mg/Nm ³]	1485,5
medián emisních koncentrací [mg/Nm ³]	186,2
podíl zdrojů dosahujících průměrné emisní koncentrace	0,8
10. nejmenší koncentrace [mg/Nm ³]*	#NUM!
10. největší koncentrace [mg/Nm ³]**	#NUM!
75% kvartil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ***	407,60
95% percentil emisních koncentrací [mg/Nm ³] ****	6171,59

* Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace nižší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 - 9.

** Znamená, že 9 dalších měření emisí vykázalo koncentrace vyšší, než uvedená hodnota. Je-li uvedeno chybové hlášení, v sektoru byl počet měření emisí 0 - 9.

*** Znamená, že 3 čtvrtiny zdrojů dosahují uvedené hodnoty emisních koncentrací.

**** Znamená, že 5 % zdrojů dosahuje emisních koncentrací vyšších, než uvedená hodnota.

Tuto analýzu nelze interpretovat, protože tato kategorie zdrojů má stanoven měrný emisní limit až od spotřeby 10 t rozpouštědel za rok. Koncentrační emisní limit není stanoven.

Jsou stanoveny různé emisní limity pro různé extrahované materiály v rozmezí 1 až 4 kg VOC / t materiálu.



4 NEJLEPŠÍ DOSTUPNÉ TECHNIKY

Zpracování tohoto dokumentu ukázalo, že na rozdíl od zařízení ve smyslu zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci představují stacionární zdroje, které jsou předmětem tohoto dokumentu, natolik neuchopitelnou a velmi různorodou skupinu zdrojů, že pro není možné uplatnit obdobnou skupinu nejlepších dostupných technik ve smyslu integrované prevence. Takový přístup by byl v některých případech technicky neřešitelný, ekonomicky neúnosný a v mnoha případech nákladově velmi neefektivní. Navíc nelze uplatnit jednoduchý princip, že čím menší stacionární zdroj, tím menší šance na uplatnění nejlepší dostupné techniky.

Zadání zpracování tohoto dokumentu nicméně směřovalo na vazbu nejlepších dostupných technik a podporu ze strukturálních fondů EU. Ve vazbě na dotační podporu se otvírá mnohem širší pole uplatnění nejlepších dostupných technik, neboť se stírá jedna ze základních výše uvedených bariér – ekonomická přijatelnost pro provozovatele (pouze investiční - provozní ekonomická náročnost zůstává). Zpracování tohoto dokumentu ukázalo, že je možné, při presumpci podpory z fondů EU, vydefinovat skupinu nejlepších dostupných technik, které je vhodné uplatnit i na stacionárních zdrojích, které nejsou předmětem právní úpravy v oblasti integrované prevence. I tak lze ale nalézt u nejlepších dostupných technik mantinely definované výše uvedenými bariérami (technická neřešitelnost, ekonomická neúnosnost a nákladová neefektivita).

U nejlepších dostupných technik uplatnitelných na definované výduchy dokument uvádí emisní koncentrace dosažitelné uplatněním příslušné techniky, pokud jsou informace o těchto emisních koncentracích dostupné. U technik uplatnitelných na fugitivních emisích tato informace logicky uvedena není. Praxe ale ukazuje, že přínos těchto technik je nezanedbatelný a u některých typů zdrojů rozhodující. Jejich význam se navíc zvyšuje narůstající regulací definovaných emisí z výduchů.

S ohledem na obrovskou různorodost a širokou škálu jmenovitých parametrů (kapacita, výkony, příkony) není ve většině případů možné uvést jednotkové náklady na nejlepší dostupné techniky. Tam, kde zpracovatel dokumentu usoudil, že je to relevantní, jsou uvedeny konkrétní příklady nákladů a přínosů uplatnění nejlepších dostupných technik.

Poznámka:

Některé procesy využívající rozpouštědla (nástrík nátěrových hmot) jsou též zdrojem emisí tuhých částic – TZL. Aplikace primárních (preventivních) BAT pro obecné použití a primárních specifických BAT má za důsledek snížení emisí jak VOC, tak i TZL. V případě aplikace sekundárních (koncových) BAT je pro správnou funkci zařízení zcela nezbytné důkladně odfiltrvat TZL před vstupem do koncové techniky. Proto se kapitola sekundárních (koncových) BAT zabývá pouze snižováním VOC, a nikoliv TZL.

4.1 Primární (preventivní) BAT pro obecné použití

Uvedené BAT jsou aplikovatelné pro všechny uvedené zdroje:

- Školení, vzdělávání a motivace pracovníků na všech úrovních
- Optimalizace řízení procesů
- Zajištění dostatečné preventivní údržby.



- Systém environmentálního managementu (ISO 14001, EMAS) s jasně definovanými odpovědnostmi, pracovními pokyny a detailně popsány postupy, které mohou ovlivnit kvalitu ovzduší.
- Dodržování technologické kázně a předepsaných pracovních postupů a systém kontroly dodržování.
- Pravidelné provádění emisních bilancí a navrhování opatření k jejich dalšímu omezení
- Provádět detekci úniků emisí (v rámci možností daných procesů)

4.2 Primární specifické BAT

Procesy využívající VOC jsou velice rozmanité a v každém procesu lze aplikovat pouze některé z obecných BAT. Aplikovatelnost uvedených BAT navíc dále omezuje fakt, že tento dokument se vztahuje i na nejmenší provozy, dále že se vztahuje i na speciální provozy jako farmacie, kde změny postupů podléhají dalším pravidlům.

Primární specifický BAT pro procesy využívající organická rozpouštědla je náhrada VOC za netěkavé látky. Tento BAT může podle procesu nabývat mnoha různých podob:

- náhrada látek s obsahem VOC za látky bez obsahu VOC beze změny technologie (vodou ředitelné nátěrové systémy)
- náhrada procesu používajícího VOC za proces využívající látky bez obsahu VOC vyžadující změnu technologie (přechod na tavný proces)
- použití systémů vytvrzovaných zářeními (např. ultrafialovým)
- použití tavných systémů
- používání látek s nižším obsahem VOC (např. vysokosušinné nátěrové hmoty) beze změny procesu nebo se změnou procesu

Další primární specifické BAT:

- záměny nebezpečných VOC (dichlormetan) za méně nebezpečné
- zvýšení účinnosti využití materiálů, např. snížení prostřiku při lakování
- recirkulace vzduchu s obsahem VOC, čímž dochází ke zvyšování koncentrace
- udržováním nádob uzavřených kdykoliv je to možné
- dobře navržená a účinně provozovaná vzduchotechnika (odsávání vzdušiny), která zajišťuje dostatečnou výměnu vzduchu a odvádí znečištěnou s vysokou účinností
- zamezení fugitivním emisím utěsněním hal, zavíráním oken a dveří (předpokládá účinný odsávací systém)
- způsob čištění zařízení: pomocí „projektilového čištění“ (pomocí plastické kuličky hnané tlakovým vzduchem, vyprazdňující zbytkový materiál do zásobníku), uzavřenými automatizovanými systémy čištění kombinovanými s regenerací rozpouštědel pomocí destilace a znovuvyužitím, mycí systémy bez VOC používající alkalická rozpouštědla

4.3 Sekundární (koncové) BAT

U koncových technologií nebo též sekundárních technik ke snižování emisí VOC emisní úrovně dosažitelné technikami doporučenými k podpoře z OPŽP závisí na více faktorech. Obecně lze uvést:



Adsorbce na uhlíkových filtrech má účinnost cca 75% (od 60% do 85% podle podmínek). Emisní úrovně jsou do 50, případně 75 mg/m³ TOC. Hodí se pro nižší koncentrace emisí VOC (100 – 500 mg/m³) a pro často se měnící koncentrace VOC (např. nepravidelná, ruční, šaržovitá výroba). Obecný BAT: dobrá údržba filtru, dodržování stanovených dob regenerace nebo výměny náplně (při vyšším nasycení – nad 25% hm. náplně účinnost zachytu prudce klesá).

Termická/katalytická oxidace má obvykle vysokou účinnost od 95 do 99,9% odstranění VOC. Emisní úrovně by měly být do 10, případně 25 mg/m³ TOC.

Katalytická oxidace je účinná a energeticky úsporná i pro nižší koncentrace VOC (0,1 – 1 (3) g/m³), termická oxidace se hodí pro vyšší koncentrace (nad 1 – 3g/m³).

U oxidace je volitelný BAT rekuperace tepla ze spalín.

Rekuperace VOC kondenzací nebo vymražením je účinná pro vysoké koncentrace (při kondenzaci při teplotách nad 0°C jsou to stovky gramů/m³) rozpouštědel při znovuvyužití rozpouštědel. Výstupní koncentrace VOC po kondenzaci je většinou příliš vysoká a vyžaduje další koncovou techniku před vypuštěním vzdušiny (adsorpce, katalytická/termická oxidace, biofiltrace).

Biofiltrace má obvykle účinnost nad 90% odstranění VOC i pachových látek, a hodí se pro nižší nebo nepravidelné koncentrace VOC.

4.4 BAT jako souhrn opatření pro různé kapacity zdrojů

Dělení zdrojů znečištění ovzduší využívajících organická rozpouštědla dle jejich kapacity/spotřeby VOC je pouze modelové a orientační.

BAT pro malé provozy (roční spotřeba 0,1 až 2 t VOC)

BAT pro malé provozy je dodržovat/provozovat:

- Primární (preventivní) BAT pro obecné použití + Primární specifické BAT

BAT pro střední provozy (roční spotřeba 2 až 10 t VOC)

BAT pro střední provozy je dodržovat/provozovat:

- Primární (preventivní) BAT pro obecné použití + Primární specifické BAT
- Sekundární (koncové) BAT – adsorpční filtr nebo biofiltr

BAT pro velké provozy (roční spotřeba 10 až 200 t VOC)

BAT pro velké provozy je dodržovat/provozovat:

- Primární (preventivní) BAT pro obecné použití + Primární specifické BAT
- Sekundární (koncové) BAT – rekuperace VOC a/nebo katalytická/oxidační jednotka, případně s koncentrátorem, případně provozovat více takových linek paralelně

Zdroj informací: vlastní šetření autora

4.5 Základní statistika využívaných technik k omezování emisí v sektoru

Byla provedena základní statistika využívaných technik omezování emisí v sektoru procesů používajících VOC z údajů v REZZO v roce 2014 (jedná se tedy pouze o zdroje, které v tomto roce ohlašovaly emise).



Tabulka počtu instalací koncových technik v sektoru procesů používajících VOC

Technika	Počet instalací
F - s vláknitou vrstvou s automatickým oklepem	74
F - s vláknitou vrstvou	169
F - ze slinutých porézních vrstev	13
F - se zrnitou vrstvou	19
E - suchý	4
S - vírový jednočlankový (cyklon)	4
S - multicyklon	14
S - žaluziový	13
M - rozprašovací	8
M - hladinový	6
M - proudový	12
M - rotační	1
M - kondenzační	1
adsorpční metody	8
katalytické metody	6
absorpce plynů	194
absorpce plynů nízkoteplotní	6
absorpce plynů s chemickou reakcí	9
adsorpce plynů	205
nízkoteplotní kondenzace	6
spalování plynů v plameni (termické)	61
spalování plynů katalytické	41
biologická degradace – biofiltry, biopračky	3
zpětný odvod par	3
vícestupňové čištění (např. 4D filtr)	9
Celkem koncových technologií	889

Z této základní statistiky vyplývá, že v sektoru procesů používajících VOC jsou použity téměř všechny běžné techniky k odstranění emisí do ovzduší. Techniky k odstranění emisí VOC jsou logicky používány v nejvyšším množství.

Tyto techniky byly popsány v kap. 5.

4.6 Nejlepší dostupné techniky pro podporu z OPŽP

Kapitola nejlepší dostupné techniky vhodné pro podporu z OPŽP tvoří klíčovou kapitulu celého dokumentu. Nejlepší dostupné techniky definuje zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci jako určitý soubor technologií a know-how o jejich provozování. Tyto nejlepší dostupné techniky se uplatňují pro definovanou skupinu zařízení, u kterých je to možné a vhodné s ohledem na jejich velikost (technickou, kapacitní, ekonomickou i „vlivovou“ na životní prostředí) za účelem snížení vlivu těchto zařízení na životní prostředí.

4.6.1 Analýza prvního programového období OPŽP

V OPŽP bylo od zahájení činnosti programu do dubna 2014 v podoblasti podpory 2.2.c) Snížení VOC podpořeno celkem 53 projektů. Celkové náklady vynaložené všemi příjemci dotace dosáhly celkem



1 039 888 221 Kč, z toho činila podpora SF + spolufinancování ze SR celkem 421239902,9 Kč. Celkové snížení VOC dosáhlo (má dosáhnout) 713,24 t.

Z těchto údajů lze vypočítat:

- průměrná míra podpory v podoblasti podpory 2.2.c) činila 40,5%
- průměrné celkové měrné náklady na 1 odstraněnou tunu VOC činily 1 457 970 Kč
- průměrná měrná dotace na 1 odstraněnou tunu VOC činila 590 597 Kč.

Průměrná míra podpory je těžko interpretovatelná, neboť je průměrem všech druhů podpory (neveřejná, veřejná: de minimis, dočasný rámec, GBER ... atd.).

Průměrné měrné náklady jsou těžko interpretovatelné, neboť náklady zahrnují nejen samotnou investici, ale i náklady na propagaci, přípravné práce, a na technický dozor.

Nejlepší dostupné techniky pro podporu z OPŽP lze rozdělit do dvou skupin:

- opatření na zdroji nebo též primární techniky ke snižování emisí VOC
- koncové technologie nebo též sekundární techniky ke snižování emisí VOC

Analýzou využití podoblasti podpory 2.2.c) v OPŽP bylo zjištěno, že opatření na zdroji byla v menšině, zatímco většina podpořených opatření se týkala koncových technologií.

4.6.2 Opatření na zdroji nebo též primární techniky ke snižování emisí VOC

Všeobecným opatřením je náhrada procesu používajícího VOC za proces využívající látky bez obsahu VOC. Příklad takového opatření podpořeného z OPŽP je uveden v kapitole 9.16. Nanášení adhezivních materiálů s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok.

V OPŽP byla v této skupině dále podpořena tato opatření, spočívající ve změně technologií:

- Výstavba práškové lakovací linky náhradou za povrchové úpravy látkami s obsahem VOC
- Instalace moderních tiskových zařízení, které a) nepoužívají VOC, b) používají potiskové hmoty s nižším obsahem VOC, c) mají dokonalý systém odsávání VOC s instalovanou koncovou technologií
- V nemocnicích změna způsobu sterilizace (např. na proces bez použití formaldehydu)

Opatření ke snižování VOC na zdroji jsou velice různorodá, a nelze agregovaně odhadnout jejich investiční náklady. Tyto náklady závisí na druhu opatření a velikosti (kapacitě) zdroje. Náklady na jednotlivá opatření se v OPŽP pohybovaly od 3 mil. Kč do 66 mil. Kč.

4.6.3 Koncové technologie nebo též sekundární techniky ke snižování emisí VOC

V OPŽP byla podporována všechna koncová opatření se snižování emisí VOC, popsána v poslední kapitole tohoto dokumentu.

Nejčastější podpořená opatření byla:

- Pořízení uhlíkového filtru
- Pořízení jednotky na katalytickou termickou oxidaci odpadních plynů
- Pořízení jednotky na regenerativní nebo rekuperativní termickou oxidaci odpadních plynů

Uhlíkové filtry byly většinou dimenzované na nižší průtoky vzduchu do 5000 m³/hod. Hodí se pro nízké nebo proměnlivé koncentrace VOC. Při vyšších koncentracích je jejich provoz (pokud jsou provozovány správně) ekonomicky náročný (výměny / regenerace náplně).

Oxidační jednotky byly dimenzované nejčastěji na rozmezí průtoků vzdušiny 1000 – 10 000 m³/h. Pro vyšší průtoky vzduchu bylo použito více spalovacích jednotek, nebo byly přerazeny koncentrátoři na bázi aktivního uhlí nebo zeolitů.



V nákladech na uhlíkové filtry a oxidační jednotky převažuje cena samotné koncové technologie. Dále záleží na výši nákladů na výstavbu / rekonstrukci / rozšíření související vzduchotechniky.

Náklady na uhlíkové filtry se obvykle pohybují do 5 mil. Kč. Náklady na běžné velikosti oxidačních jednotek (průtok kolem 5000 m³/h) se pohybují řádově mezi 5 až 10 mil. Kč. Pokud se do technologie zařazuje koncentrátor, mohou být náklady 10 až 20 mil. Kč. Další náklady sebou může nést i rekuperace tepla ze spalin k oxidační jednotky.

V oblasti koncových technologií podpořen i jeden větší projekt s investičními náklady 500 mil. Kč.

4.7 Nejlepší dostupné techniky pro podporu z OPŽP a jejich dosažitelné emisní úrovně

U koncových technologií nebo též sekundárních technik ke snižování emisí VOC emisní úrovně dosažitelné technikami doporučenými k podpoře z OPŽP závisí na více faktorech. Obecně lze uvést:

Adsorbce na uhlíkových filtrech má účinnost cca 75% (od 60% do 85% podle podmínek). Emisní úrovně dosažitelné technikami doporučenými k podpoře z OPŽP jsou do 50, případně 75 mg/m³ TOC.

Termická/katalytická oxidace má obvykle vysokou účinnost od 95 do 99,9% odstranění VOC. Emisní úrovně dosažitelné technikami doporučenými k podpoře z OPŽP by měly být do 10, případně do 25 mg/m³ TOC.

Oxidační jednotku je možno doplnit rekuperací tepla ze spalin.

Rekuperace VOC kondenzací nebo vymražením je účinná pro vysoké koncentrace (při kondenzaci při teplotách nad 0°C jsou to stovky gramů/m³) rozpouštědel při znovuvyužití rozpouštědel. Výstupní koncentrace VOC po kondenzaci je většinou příliš vysoká a vyžaduje další koncovou techniku před vypuštěním vzdušiny (adsorpce, katalytická/termická oxidace, biofiltrace).

Biofiltrace má obvykle účinnost nad 90% odstranění VOC i pachových látek, a hodí se pro nižší nebo nepravidelné koncentrace VOC.

4.8 Souhrnná tabulka BAT pro snižování emisí VOC

Níže uvedená tabulka může sloužit mj. k indikaci nejvhodnější techniky BAT pro daný případ. Konečný návrh optimální techniky by však měl provést odborník – projektant s příslušnou kvalifikací nebo zástupce dodavatele technologií.

Orientační ekonomické charakteristiky technik jsou uvedeny v kapitolách 4.6.3 a 5.



Technologie	Vhodná vstupní koncentrace (mg/m ³)	Účinnost (%)	Emisní úroveň (mg/m ³)	Omezení využití
Zakoncentrace	0-1	60-95	50	Omezením je různá adsorbovatelnost různých látek a potřeba nízké teploty vzdušiny.
Adsorpce na aktivním uhlí	0-1	60-85	50 (75)	Omezením je teplota vzdušiny. Při zvýšení teploty aktivního uhlí (již nad 30°C) může dojít k desorpci. Dalším omezením je adsorbovatelnost různých látek, která se může velice lišit. Zejména pachové látky mohou mít velice nízkou účinnost adsorpce.
Přímá termická oxidace	0-100	96-99,9	10 (25)	Vysoká energetická náročnost při nízkých koncentracích.
Termická oxidace (rekuperativní, regenerativní)	1-10	96-99,9	10 (25)	
Termická oxidace katalytická	0,1-1 (3)	96-99,9	10 (25)	Omezením je citlivost katalyzátoru na katalytické jedy.
Kondenzace, kryogenní kondenzace	stovky g/m ³	60-90	stovky mg/m ³	Účinnost kondenzace je dána bodem varu látek a způsobem chlazení.
Biofiltr plošný, komorový	0-1	?? - 90	??	Účinnost biofiltrace nemusí být pro všechny znečišťující látky stejná (různá biodegradabilita).

?? - údaje nejsou dostupné

Zdroj informací: různé zdroje včetně vlastního šetření autora



5 TYPICKÁ KONCOVÁ ZAŘÍZENÍ NA ODSTRANĚNÍ VOC

Koncová zařízení na odstranění VOC bývají často předmětem žádostí o dotace z OPŽP. Proto je této kapitole věnována výjimečná pozornost.

Dále jsou uvedena pouze typická koncová opatření s příklady potřebných investic.

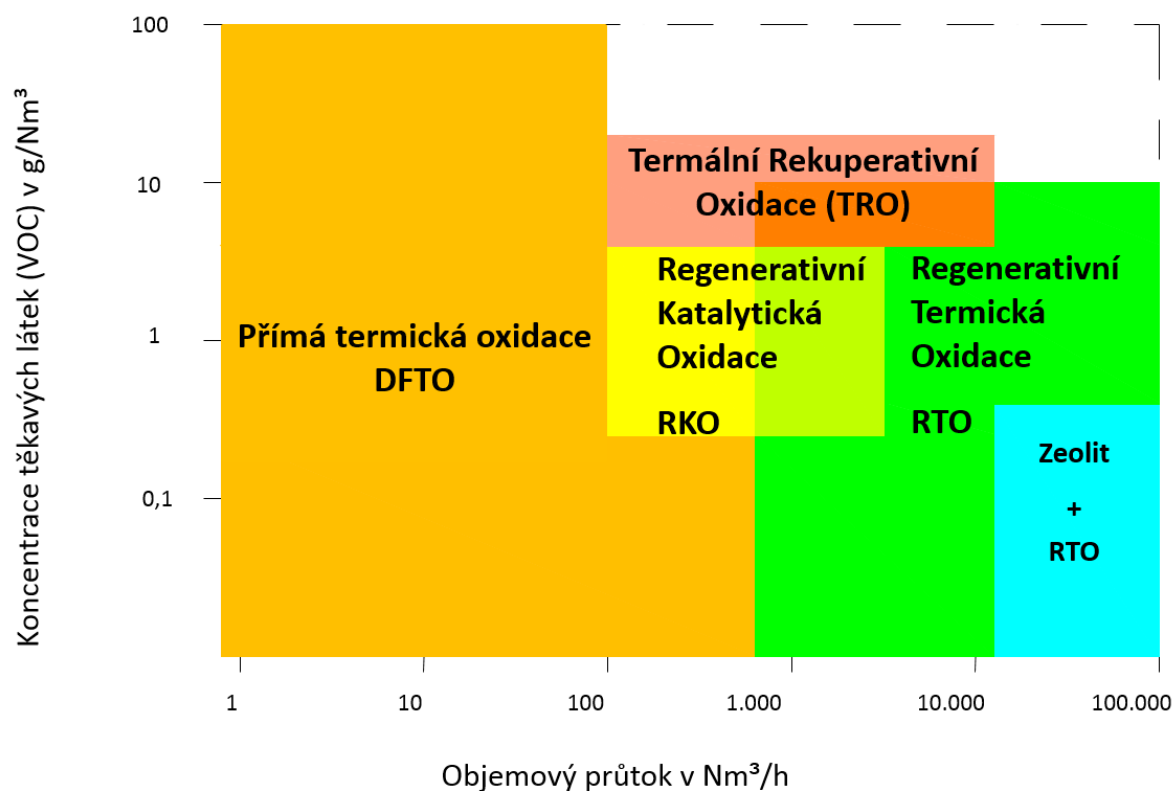
5.1 Úvod

Pro zpracování VOC látek (Volatile Organic Compound – těkavé organické látky) se osvědčily termické způsoby. Uhlovodíky při tomto procesu oxidují na oxid uhličitý CO_2 a vodu H_2O . K tomuto účelu se dají použít různé způsoby, které jsou znázorněny na následujícím obrázku. Při překrývajících se procesech je volba odpovídající technologie spíše formální záležitostí, při které záleží více na hospodárnosti a bezpečnosti.

Pro proces termické oxidace uhlovodíků je potřebná minimální teplota. V závislosti na chemickém složení exhalací se tato teplota pohybuje kolem 750–950 °C. S katalyzátorem se dá oxidační teplota, za určitých podmínek, snížit na rozmezí 350–500 °C.

V závislosti na konkrétních výhřevnostech a koncentracích VOC látek se redukuje potřeba přídavného paliva, neboť rozpouštědla se stávají palivem a přispívají tak k udržení oxidační teploty na potřebné výši.

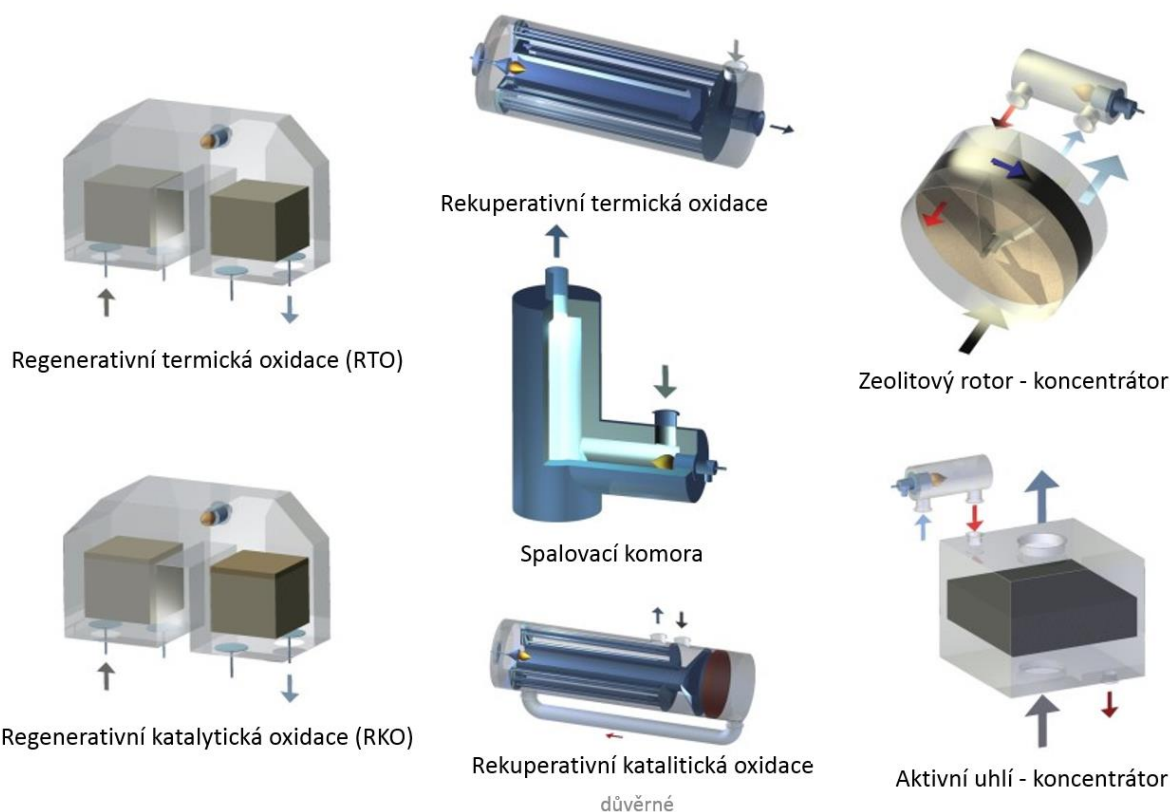
V dnešní době se termické oxidační systémy navrhují se zřetelem na snižování spotřeby energie v celém výrobním procesu.



5.2 Technologie termické oxidace

Aby bylo možné i při nízkých koncentracích redukovat množství přídavného paliva, aplikují se tepelné výměníky ke zpětnému získávání tepla. Ty přenášejí energii horkého plynu na studený plyn. Termické systémy se od sebe rozlišují druhem tepelného výměníku. Klasická spalovací komora s rekuperací neboli TOU – Thermal Oxidizer Unit, používá klasický rekuperátor (tepelný trubkový výměník) který dokáže rekuperovat max. 75 % tepelné energie. V případě regenerativní termické oxidace se používají regenerátory, keramická tělesa, ty dokážou udržet v systému okolo 95% energie. Čím vyšší stupeň zpětného získání tepla, tím menší spotřeba přídavného paliva. V optimálním případě stačí energie VOC látek, obsažená v odpadním plynu, k autotermnímu provozu. Jedná se o provoz oxidační jednotky bez potřeby externí energie, nejčastěji plynu.

Pro správnou volbu technologie je potřebné srovnat celkové náklady sestávající se z investic a provozních nákladů.



Přehled zkratk:

RTO – Regenerative Thermal Oxidizer – Regenerativní termická oxidace

RCO - Regenerative Catalytic Oxidizer – Regenerativní katalytická oxidace

TOU – Thermal Oxidizer Unit – Termická oxidační jednotka

TCU – Thermal Catalytic Unit – Termická katalytická jednotka

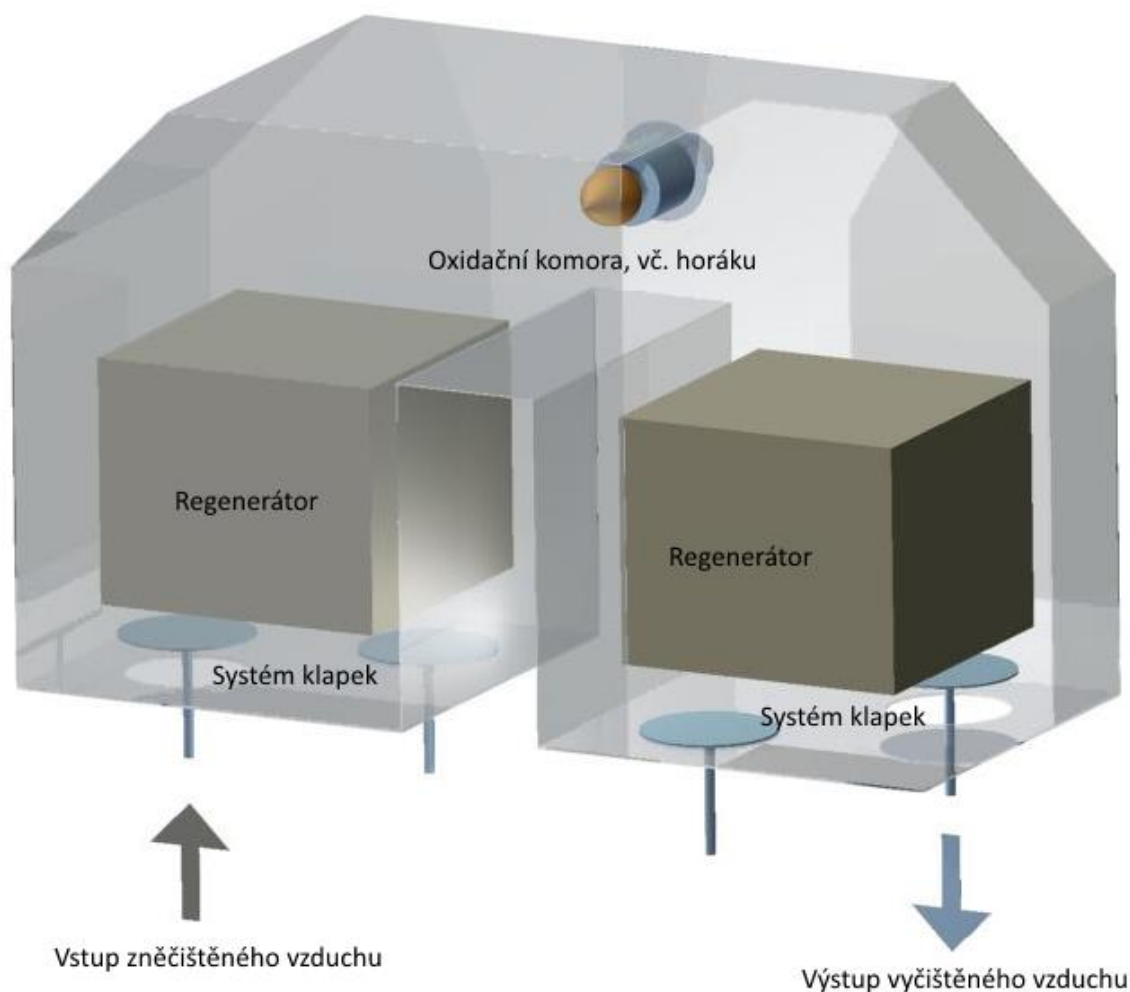
DFTO – Direct Fire Thermal Oxidation – přímá termická oxidace (spalovací komora)

AC – Active Carbon – Aktivní uhlí

5.3 RTO – Regenerativní termická oxidace

Schéma se nachází na následujícím obrázku. Znečištěný vzduch vstupuje do spodní části stanice a je pomocí klapkového systému přeměrován do první regenerační komory. Zde je ve voštinových tělesech, nacházející se v prostřední část stanice, nahromaděno velké množství tepelné energie. Znečištěný vzduch se prouděním přes regenerátor přehřívá na teplotu blízkou oxidační teplotě. Ve spalovací komoře, nacházející se v celé horní části zařízení, se znečištěný vzduch v případě potřeby dohřeje přidavným spalováním na potřebnou oxidační teplotu (800 – 850 °C). Čas potřebný k oxidaci ve spalovací komoře je dán velikostí komory, která se dimenzuje na konkrétní případ. Vyčištěný vzduch proudí druhým regenerátorem do klapkového systému, přičemž odevzdává svou tepelnou energii regeneračnímu mediu a proudí dále ven ze stanice. Kdyby se znečištěný vzduch nechal proudit delší dobu přes regenerační jednotku, začala by se teplota v oxidačním prostoru snižovat, neboť v prvním regenerátoru je uloženo jen omezené množství energie. Jak v prvním regenerátoru klesá množství energie, v druhém regenerátoru nashromážděná energie narůstá. Po přenastavení klapek odpadní plyn proudí skrze druhý regenerační komoru zpět do první a následně ven do atmosféry. Tento přepínací cyklus se opakuje v pravidelných intervalech.

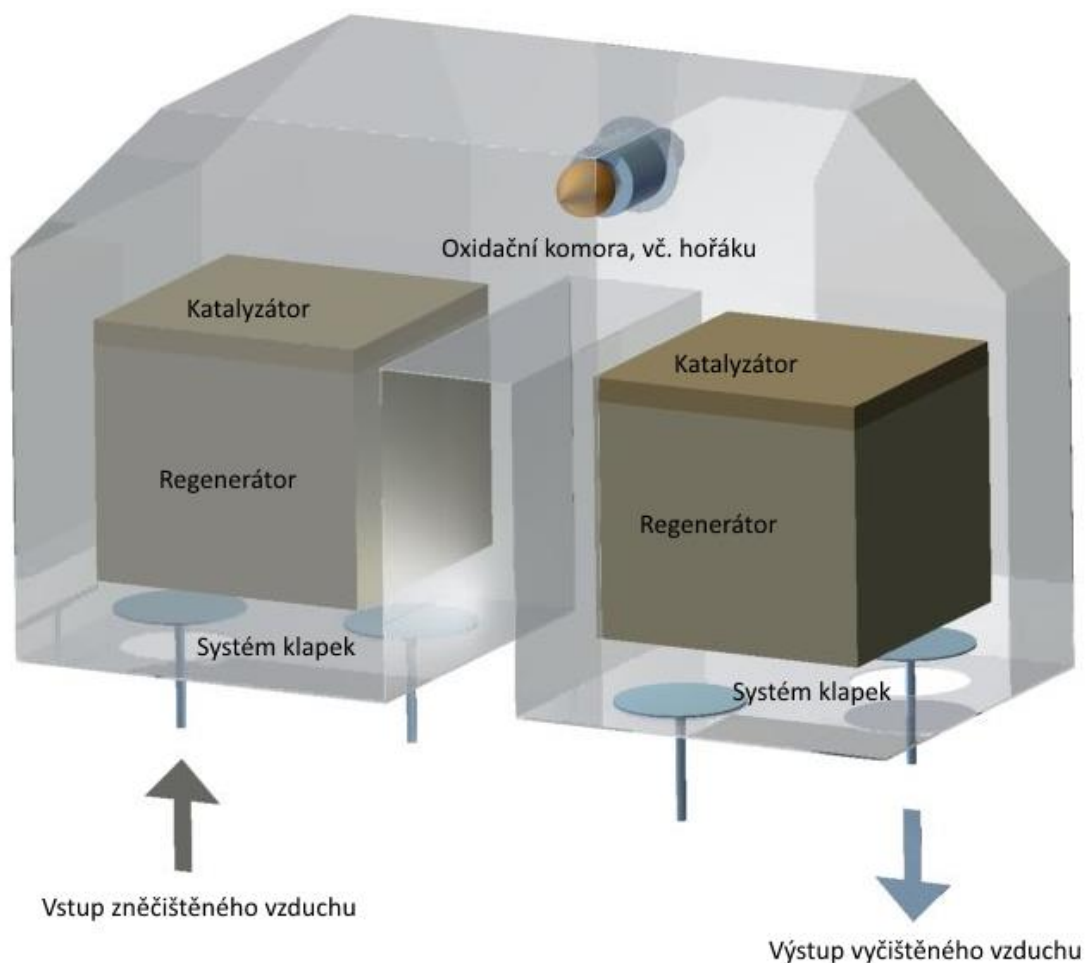
Třetí regenerační komora se nejčastěji instaluje k zamezení promíchání neoxidovaného a oxidovaného vzduchu, což může vést k nedodržení výstupních limitů.



5.4 RCO – Regenerativní katalytická oxidace

Jedná se o stejný funkční princip jako u technologie RTO. Jedna vrstva keramiky, nejbližší k oxidační komoře je nahrazena katalytickým materiálem. Tím lze docílit snížení teploty, potřebné pro oxidaci znečištěného vzduchu.

Nevýhodou tohoto systému jsou katalytické jedy, které negativně působí na životnost katalyzátoru. Životnost katalyzátoru se nejčastěji pohybuje rozmezí 2 – 5 let v případě správného návrhu.



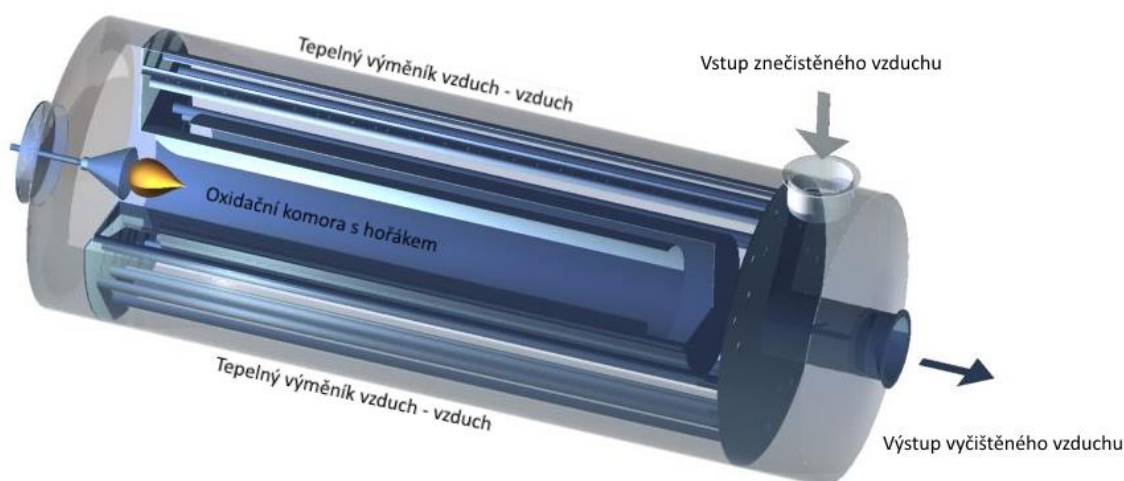
Cenový odhad pro RTO & RCO

- Nejčastěji se instalují jednotky o velikosti 5.000 Nm³/h až 20.000 Nm³/h.
- Jednotky ne navrhují pro provoz v autotermním bodě – 0 spotřeba plynu.
- Ceny pro RTO výše uvedených kapacit se pohybují v rozmezí 5 mil. až 12 mil. Kč.
- Jednotky vybavené katalyzátorem jsou díky ceně katalyzátoru v průměru o cca 10 až 20 % dražší.
- Jedná se o odhad cen, dle náročnosti projektu se ceny mohou lišit o ± 20 %.
- Příklad: $V = 10.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$, $\text{VOC} = 2,8 \text{ g/Nm}^3$, $T = 35^\circ\text{C}$
 - spotřeba plynu 0 m³/h
 - Investice 6 mil. Kč

5.5 TOU – Rekuperativní termická oxidace

Znečištěný vzduch vstupuje do zadní části jednotky a je směřován přes tepelný trubkový výměník (vzduch – vzduch) do přední části, kde se nachází oxidační komora. Trubkový tepelný výměník je navržen tak, aby se vzduch ohřál na max. 450 °C. Teplota je definována spodní mezí výbušnosti. Jedná se o teplotu, kdy zařízení nemusí mít systém pro hlídání meze výbušnosti, v případě překročení této teploty se musí instalovat odpovídající doplňková jednotka. Znečištěný vzduch dále proudí do oxidační jednotky, kde je za pomoci hořáku dohřán na potřebnou oxidační teplotu (min. 750 °C). Energie obsažená ve znečištěném vzduchu nevystačí k samostatnému dosažení potřebných teplot, tedy k bodu autotermního provozu. Čas potřebný k oxidaci ve spalovací komoře je dán velikostí komory, která se dimenzuje na konkrétní případ. Vyčištěný vzduch proudí přes trubkový výměník, kde předává svou energii vstupujícímu znečištěnému vzduchu, ven do volné atmosféry.

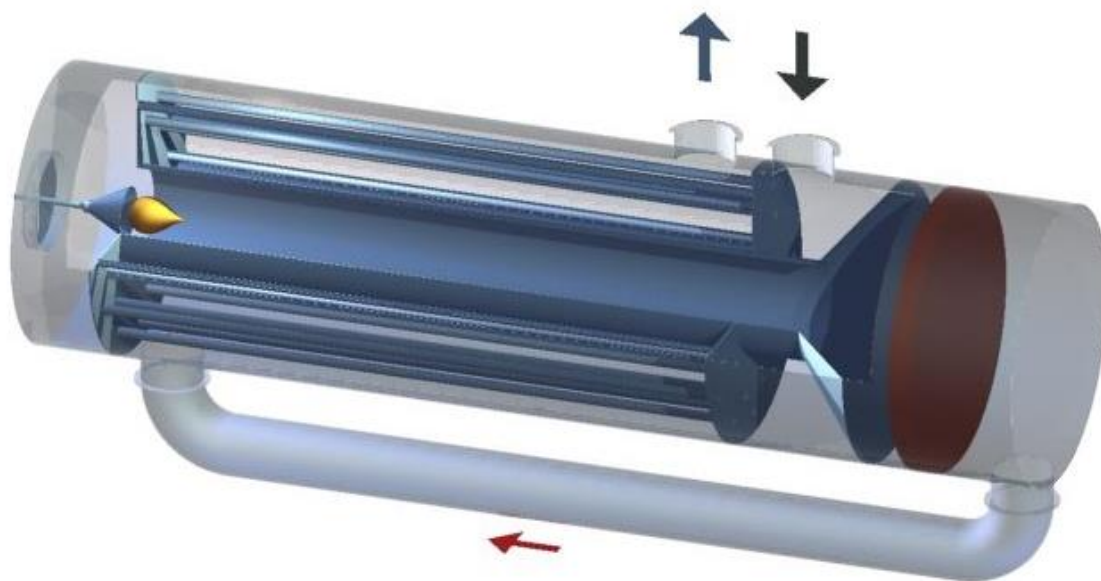
V poslední době se tyto jednotky instalují v případech, kdy není možné úspornějšími způsoby dosáhnout zákonem požadovaných hodnot na výstupu ze zařízení.



5.6 TCU – Rekuperativní katalytická oxidace

Jedná se o stejný funkční princip jako u technologie TOU. Než znečištěný vzduch projde tepelným výměníkem, kde předá svou energii, musí projít katalytickou částí jednotky. Tím lze docílit snížení teploty potřebné pro oxidaci znečištěného vzduchu (350-500 °C).

Nevýhodou tohoto systému jsou katalytické jedy, které negativně působí na životnost katalyzátoru. Životnost katalyzátoru se nejčastěji pohybuje rozmezí 2–5 let v případě správného návrhu.



Cenový odhad pro TOU & TCU

- Nejčastěji se instalují jednotky o velikosti 1.000 Nm³/h až 5.000 Nm³/h.
- Jednotky nejsou schopny autotermního provozu. Spotřeba podpůrného média k udržení potřebné teploty je vysoká.
- Ceny pro jednotky výše uvedených kapacit se pohybují v rozmezí 1 mil. až 6 mil. Kč.
- Jednotky vybavené katalyzátorem jsou díky ceně katalyzátoru a složitější konstrukci v průměru o cca 20 % dražší.
- Jedná se o odhad cen, dle náročnosti projektu se ceny mohou lišit o ± 10 %.
- Příklad: V = 10.000 Nm³/h, VOC = 2,5 g/Nm³, T = 25°C
 - spotřeba plynu 97 m³/h
 - Investice 5 mil. Kč

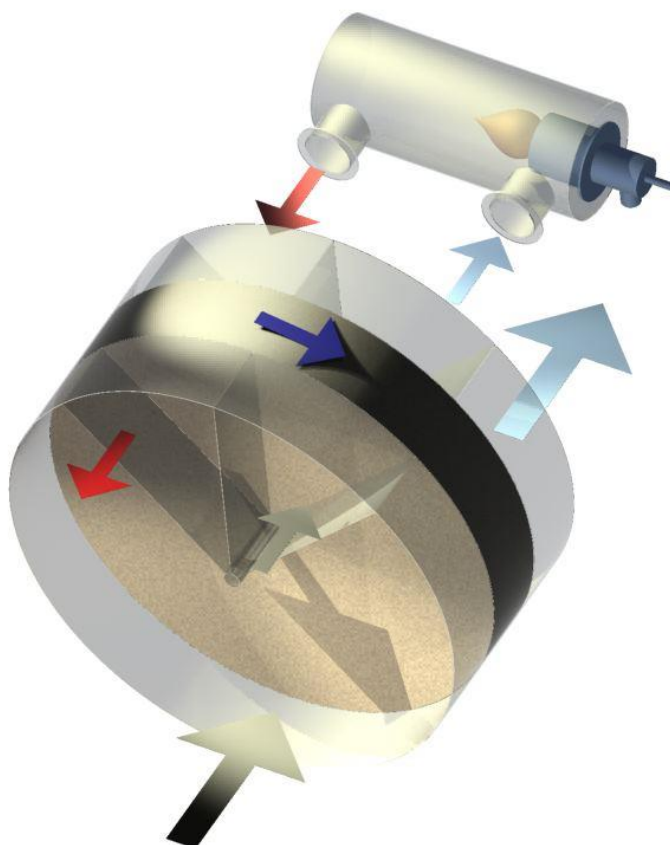
5.7 Zeolitový rotor

Tato technologie se nejčastěji používá jako první stupeň před oxidačními jednotkami. Používá se v případech nízkých koncentrací a zároveň nesmí vstupní teplota znečištěného vzduchu přesáhnout 50°C.

Schéma se nachází na následujícím obrázku. Znečištěný vzduch vstupuje do sorpční části stanice, kde dochází k zachycení VOC látek na povrchu zeolitového materiálu. Sorpční část rotoru zabírá cca $\frac{3}{4}$ z plochy rotoru. Díky pomalé rotaci rotoru se zachycené látky postupně dostávají do desorpčního úseku. Pomocí malého proudu vzduchu, může být až v poměru 1:25, o teplotě 200-220°C dochází k zahřívání sorpčního materiálu, který začne uvolňovat původně zachycené látky (VOC). Poslední částí desorpčního úseku je tzv. chladicí část, pro zchlazení ohřátého zeolitu a zároveň pro předehřev vzduchu, následně použitého pro desorpci. Desorpční teploty lze dosáhnout různými způsoby, nejčastěji se používá plynový hořák. Zregenerovaný zeolit opět vstupuje do sorpční části rotoru, kde se proces opakuje.

Tím, že potřebné množství desorpčního vzduchu může být až 25x menší než je hlavní proud znečištěného vzduchu, dochází k zvýšení koncentrace v tomto objemovém průtoku, který se přivede do následné termické jednotky.

Vzduch za sorpční částí rotoru je zbaven všech nečistot v limitech daných zákonem.





Cenový odhad pro zeolitový rotor

- Nejčastěji se instalují jednotky o velikosti 20.000 Nm³/h až 100.000 Nm³/h.
- Jednotky se provozují blízko autotermního bodu.
- Ceny pro jednotky výše uvedených kapacit se pohybují v rozmezí 8 mil. až 15 mil. Kč.
- Tyto jednotky s katalyzátorem se nedodávají.
- Jedná se o odhad cen, dle náročnosti projektu se ceny mohou lišit o $\pm 20\%$.
- Příklad: $V = 110.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$, $\text{VOC} = 180 \text{ mg/Nm}^3$, $T = 30^\circ\text{C}$
 - spotřeba plynu pro desorpci 17 m³/h
 - spotřeba plynu RTO 0 m³/h
 - investice 15 mil. Kč

5.8 AC – Active carbon (aktivní uhlí)

Tato technologie se nejčastěji používá jako první stupeň před oxidačními jednotkami. I zde je vstupní teplota omezena a závislá na druhu VOC.

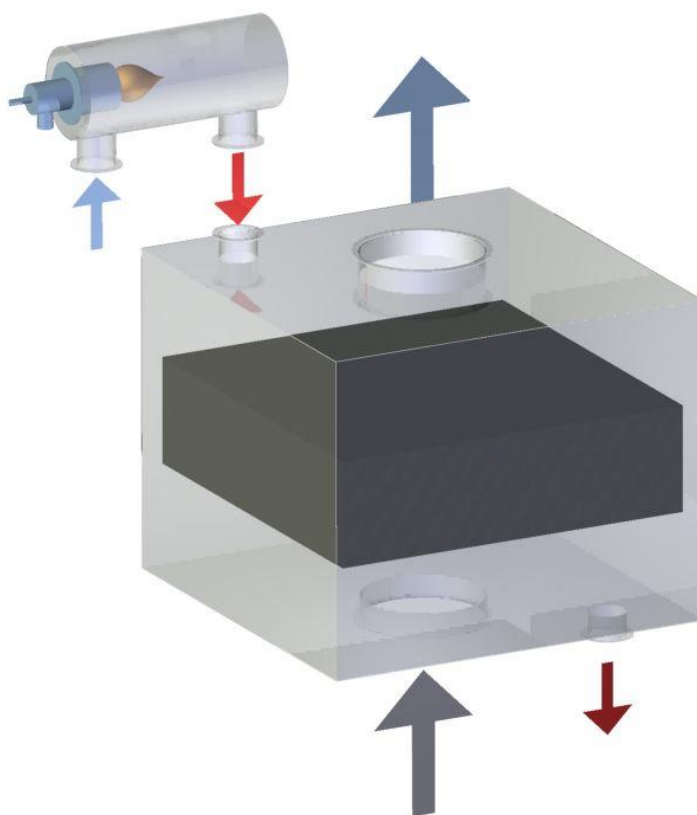
Schéma zařízení se nachází na následujícím obrázku. Znečištěný vzduch proudí vrstvou AC, kde dochází k jeho zachycení zespoda nahoru. V horní části je vzduch již bez zátěže a je možné jej odvádět do volné atmosféry. AC dokáže zachytit těkavé látky v množství 10 až 20 % své vlastní hmotnosti, dle druhu VOC látek, tedy 1 kg AC dokáže zachytit až 0,2 kg VOC.

V okamžiku, kdy je AC plně nasycené, musí dojít k jeho regeneraci (desorpci). To se provádí podobně jako u zeolitového rotoru: malý proud horkého vzduchu postupně zahřívá lože AC a uvolňuje tak zachycené VOC látky. Ty se následovně likvidují v termické jednotce.

Jedná se o stejný princip jako ZEOLIT + RTO. Likvidace VOC pomocí AC a RTO je náročnější na bezpečnost provozu a je v současné době na ústupu.

Použití v dnešní době:

Pro krátkodobé zdroje emitující VOC se používá AC samostatně bez termického stupně. Výměna spotřebovaného AC za nové se provádí i několikrát během roku. Jaká technologie je vhodná se musí posuzovat v každém projektu zvlášť.



Cenový odhad AC

1 Kg AC pro 0,2 kg VOC ca. 60-80 Kč

Kontejner pro cca. 4.200 Kg AC bez regenerace ca. 700.000 Kč

Kontejner pro 2x 4.200 Kg AC vč. RTO ca. 6.500.000 Kč

Nevýhoda: Vysoké požadavky na bezpečnost provozu.

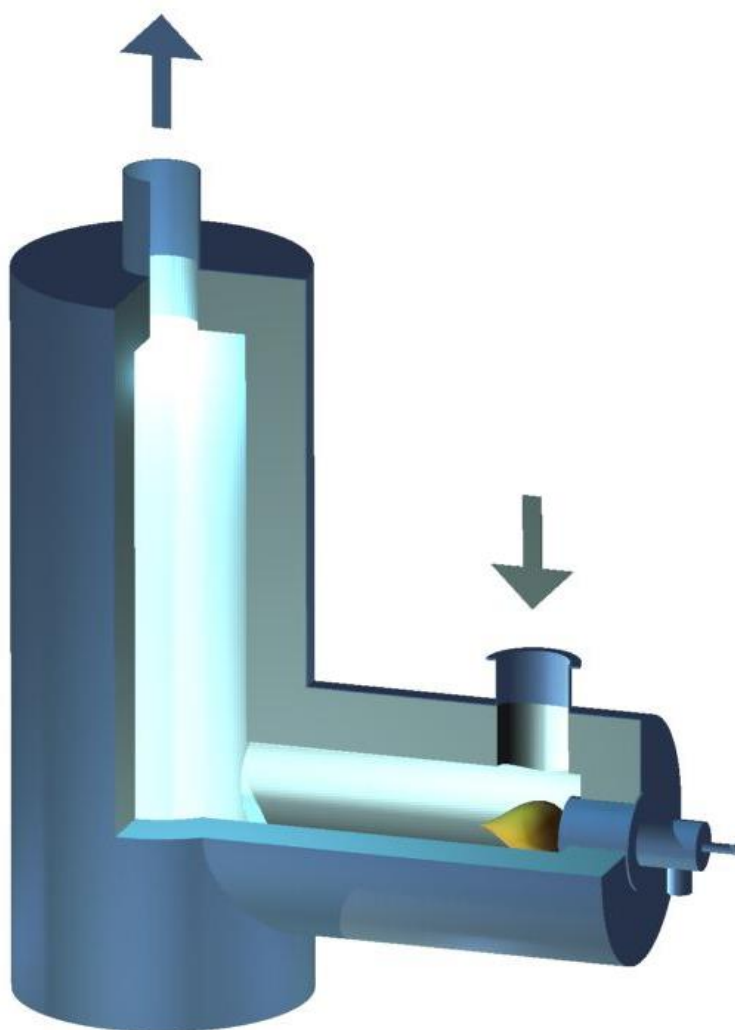
 Výměna nebo regenerace AC se musí provádět pravidelně.

- Jedná se odhad ceny, dle náročnosti projektu se ceny mohou lišit o $\pm 20\%$
- Příklad: $V = 6.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$, $\text{VOC} = 52 \text{ mg/Nm}^3$, $T = 30^\circ\text{C}$ – bez RTO
 - spotřeba AC 0,3 kg/h
 - provoz 1.600 h/rok
 - investice 0,8 mil. Kč

5.9 DFTO – Přímá termická oxidace

Přímá termická oxidace se používá nejčastěji v chemickém průmyslu. Do spalovací komory o teplotě větší než 1.000 °C se vhání látky, které jsou určené k oxidaci.

Zpravidla se jedná o velmi malé průtočné objemy s vysokým obsahem škodlivin a látek VOC, v řádech několika 10 g na Nm³.



Cenový odhad pro DFTO

- Nejčastěji se instalují jednotky o velikosti 500 Nm³/h až 3.000 Nm³/h.
- Ceny jednotek o uvedených kapacitách se pohybují v rozmezí 0,8 mil. až 2,5 mil. Kč jako dodávka na klíč.

Nevýhoda: Vysoké provozní náklady.

Jedná se odhad ceny, dle náročnosti projektu se ceny mohou lišit o ± 30 %

Zdroj informací: 16

5.10 Biotechnologie – biofiltrace vzduchu

Úvod

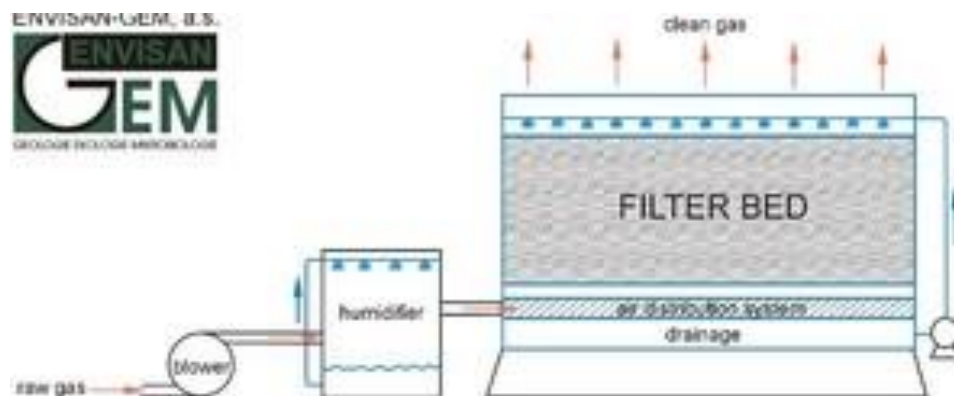
Biofiltrace vzduchu je poměrně stará technologie, která však vzhledem k jejímu zdokonalování, inovacím a také nízkým provozním nákladům, se stává stále častěji používanou pro eliminaci těkavých organických látek, zápachových látek i některých anorganických polutantů. Biofiltrace je ekonomickou a účinnou metodou především pro odstraňování nízkých koncentrací škodlivých a nežádoucích látek z odpadních plynů.

Co je biofiltr

Biofiltrace je čištění vzduchu založené na využití mikroorganismů k rozkladu nebo biotransformaci organických polutantů nebo zápachových látek. Mikroorganismy (nižší houby, bakterie, kvasinky) využívají organické látky většinou jako zdroj energie pro svůj růst a rozmnožování a běžně se vyskytují v půdě nebo v rozkládajícím se rostlinném materiálu. Biofiltry jsou zařízení, ve kterých jsou regulované podmínky a kde dochází ke styku organických polutantů nebo zápachových látek s mikroorganismy, které je mohou využívat jako zdroj energie. Konečnými produkty při úplné oxidaci organických látek jsou oxid uhličitý, voda a mikrobiální biomasa a současně se uvolňuje teplo. Někdy dochází pouze k biotransformaci molekuly polutantu, takže ztratí své negativní vlastnosti, ale není úplně mineralizována. Některé anorganické polutanty a současně zápachové látky jsou biologicky oxidovány (například sirovodík na síran, amoniak na nitrit a nitrát) na jiné anorganické látky, které však nemají nežádoucí vlastnosti. Průchod kontaminovaného vzduchu biofiltrem musí zaručovat snížení koncentrace polutantů na požadované výstupní limity.

Tradiční biofiltry byly většinou velkoplošné. Biofiltrační lože bylo tvořeno jednou vrstvou kyprého organického materiálu (rašelina, kompost, vřes, kůra) s mocností do 1 m. Na povrchu těchto materiálů jsou imobilizovány mikroorganismy. Tato zařízení měla obtíže s čištěním vyšších nebo kolísavých koncentrací polutantů a velký půdorys zařízení zvyšoval (někdy až neúnosně) investiční náklady nebo je neumožňoval umístit do průmyslových závodů s omezenou volnou plochou pro jeho stavbu.

Biofiltry nové generace využívají filtrační lože s novým složením, které nejenže zvyšuje odbourané množství polutantu v jednotce objemu náplně, ale umožňuje i regulaci pH, má lepší schopnost zadržovat vodu, umožňuje lepší distribuci živin, mají větší specifický povrch, apod. Často se používají i další podpůrná opatření: vzduch vstupující do biofiltru je upravován tak, aby měl dostatečnou vlhkost a stálou teplotu. Tato opatření vedla k několika násobnému zvýšení specifického objemového zatížení a podstatnému zmenšení objemu zařízení. Schéma biofiltru s pevným ložem je na obrázku níže.



Schématický diagram typického systému využívající technologii ENVI-BIOF

Kromě biofiltrů s pevným ložem se pro některé druhy polutantů začaly konstruovat náplňové biofiltry se zkrápěním, tzv. „trickling filtry“. Náplň je tvořena inertními materiály, jako je zeolit, umělohmotné prvky, aktivní uhlí, umělohmotné vestavby a podobně. Náplň se zkrápí vodou nebo roztokem živin, popřípadě střídavě. Na povrchu částic náplně nebo vestavby se v průběhu doby vytvoří biofilm, ve kterém probíhá biologický rozklad nebo transformace polutantů či zápachových látek. Tato zařízení mají větší specifickou odbourávací kapacitu než klasické biofiltry, avšak pouze pro některé polutanty. Schéma zkrápěného biofiltru je na obrázku níže.

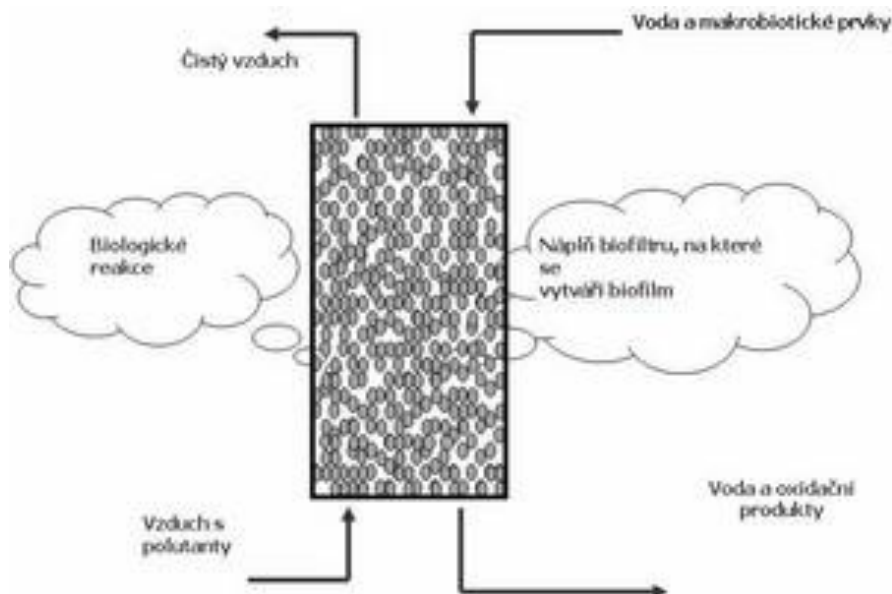


Schéma náplňového biofiltru se zkrápěním

Princip biofiltrace

Vzduch vstupující do biofiltru obsahuje molekuly organických polutantů nebo zápachových látek. Tyto molekuly se sorbují na povrchu biofilmu, který se vytváří na pevných částicích náplně. Biofilm je tvořen převážně bakteriemi, obsahuje však i nižší houby, prvoky a bezobratlé. Prvoci a bezobratlí se zpravidla živí bakteriemi a nižšími houbami. Odstraňování polutantů je několikastupňový proces. Prvním krokem je rozpouštění molekul polutantu ve vodě, následuje transport molekuly biofilmem k bakteriální buňce a transport molekuly přes buněčnou membránu do bakterie, kde dochází k samotnému metabolismu a rozkladu polutantu. Získaná energie oxidací polutantu se využívá v buňce k syntéze buněčné hmoty a rozmnožování.

Biofiltry odstraňují z odpadního vzduchu těkavé organické a anorganické sloučeniny, které jsou škodlivé lidskému zdraví či životnímu prostředí svými vlastnostmi nebo látky, které svým zápachem obtěžují okolí místa vzniku.

Biofiltry lze využít pro eliminaci organických těkavých polutantů a zápachových látek v nízkých koncentracích. Obecně se uvádí hranice do 1000 ppm objemových, provozně však pracují biofiltry se vstupními koncentracemi až 5000 ppm objemových. Reálná vstupní koncentrace polutantů závisí ve většině případů na druhu polutantu, jeho biologické odbouratelnosti a konkrétních ekonomických podmínkách. Při vyšších koncentracích polutantů (zhruba nad 1500 až 2000 ppm objemových) se stávají konkurenční metody (termická a katalytická oxidace, oxidace indukovaná UV světlem, skrubry) z ekonomického hlediska výhodnější.



Biofiltrace je velmi dobrou a především výhodnou alternativou konkurenčním technologiím pro čištění vzduchu z několika důvodů:

- účinnost biofiltrace dosahuje běžně 90 % a více pro běžné polutanty a zápachové látky byla prakticky prokázána.
- protože biofiltrace má menší investiční i provozní náklady, je výhodnější alternativou při čištění vzduchu s nižšími koncentracemi polutantů (do 1500 ppm objemových – to však závisí na kvalitě odstraňovaných látek a výstupních limitech a může proto široce kolísat) a nižšími průtokovými rychlostmi (obecně od 10 000 do 75 000 Nm³/h).
- biofiltrace nespotřebovává velká množství energie a neprodukuje další odpady
- není náročná na obsluhu a lidskou práci

Oblasti služeb a průmyslu, kde lze s výhodou biofiltraci aplikovat a polutanty, které lze biofiltrací odstraňovat, jsou uvedeny v tabulce. Tento přehled zahrnuje realizované biofiltry u nás i v zahraničí. Zkušenosti ukazují, že biofiltry jsou schopné velmi účinně odstraňovat i směsné kontaminace organických a anorganických polutantů, například zápachové látky z ČOV, odpadní vzduch z praní ovčí vlny, apod.

Praktické aplikace biofiltrace vzdušín v oblasti používání VOC

Průmysl, služby	Polutanty odstraňované biofiltrací
Tiskařský	Ethyl acetát, alkoholy, BTEX,
Výroba kabelů	Xylen
Výroba autokarů	Fenol, formaldehyd, ethanol,
Výroba nábytku	Hexan, ethanol, aceton, styren, ethyl acetát, toluen, xylen
Výroba kompozitů	Cyklohexanon, methylethyl keton
Výroba laminátových dílů	Styren, epichlorhydrin, aceton, BTEX
Kožený průmysl	Ethylacetát, butylacetát, aceton, toluen, ethanol
Výroba gumových dílů	Ethylacetát, butylacetát, aceton
Výroba obuvi	Ethylacetát, butylacetát, aceton

Vliv na životní prostředí

Jedním z často používaných argumentů proti aplikaci biofiltrů je otázka emise mikroorganismů z biofiltru. Touto otázkou se zabýval rozsáhlý výzkum mimo jiné iniciovaný v SRN, kde biofiltrace slouží u velkého počtu zařízení pro mechanicko-biologickou úpravu bioodpadů a kompostáren. Výsledky těchto zkoušek ukázaly, že emise mikroorganismů jsou velmi malé a prakticky nemají negativní vliv na životní prostředí.

Závěr

Zkušenosti z provozu biofiltrů ukazují, že jejich využití je technicky i ekonomicky výhodné a umožňuje producentům emisí se vyrovnat s požadavky platné legislativy. Z vlastních zkušeností víme, že často dochází při návrhu biofiltrů k jejich poddimenzování, takže třeba již zcela nové zařízení začíná pracovat přetížené. Důvodem je často podcenění úvodního monitoringu nebo jeho nesprávné provedení. Často se stává, že úvodní monitoring je zaměřen pouze na cílové polutanty (například sirovodík, merkaptany, amoniak, styren apod.), avšak neberou se v úvahu další přítomné balastní látky v odpadním vzduchu, které však biofiltr rovněž zatěžují (jsou biologicky odbouratelné). V tomto okamžiku, pokud byl biofiltr navržen jen na eliminaci cílových polutantů, bude v provozu přetěžován. Při návrhu biofiltru je třeba vzít v úvahu i biodegradční (eventuálně biotransformační) rychlosti jednotlivých polutantů a navrhnout



podle rychlosti nejpomalejšího procesu. Jinak nebudou dodrženy potřebné doby zdržení a nebude dosaženo požadované účinnosti.

Biofiltrace vzdušin je ekonomicky výhodným a technicky schůdným řešením pro eliminaci těkavých organických látek a zápachových látek z odpadního vzduchu. Při volbě této technologie je však třeba pečlivě zvážit konkrétní podmínky v místě, kde má být biofiltrace použita. Přestože je biofiltrace kontaminovaných vzdušin ekonomicky i technologicky výhodnou technologií, není použitelná vždy a za všech okolností.

Zdroj informací: 8



6 SEZNAM ZKRATEK

Zkratka	Význam
BAT	Best Available Technique (nejlepší dostupná technika)
BREF	BAT Reference Document (evropský referenční dokument k BAT)
OPŽP	Operační program Životní prostředí
SCR	Selective Catalytic Reduction (selektivní katalytická redukce)
SNCR	Selective non-Catalytic Reduction (selektivní nekatalytická redukce)
TOC	Total Organic Carbon (celkový organický uhlík)
TZL	tuhé znečišťující látky
VOC	Volatile Organic Compounds (těkavé organické látky)
ZL	znečišťující látka

Seznam zkratk ke kapitole 5

Zkratka	Význam
RTO	Regenerative Thermal Oxidizer – Regenerativní termická oxidace
RCO	Regenerative Catalytic Oxidizer – Regenerativní katalytická oxidace
TOU	Thermal Oxidizer Unit – Termická oxidační jednotka
TCU	Thermal Catalytic Unit – Termická katalytická jednotka
DFTO	Direct Fire Thermal Oxidation – přímá termická oxidace (spalovací komora)
AC	Active Carbon – Aktivní uhlí



7 POUŽITÉ ZDROJE

1. European Commission: Integrovaná prevence a omezování znečištění (IPPC) – Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách pro povrchové úpravy kovů a plastů s použitím elektrolytických nebo chemických postupů, překlad SVUOM s.r.o., srpen 2005
2. European Commission: Integrovaná prevence a omezování znečištění (IPPC) – Návrh referenčního dokumentu o nejlepších dostupných technikách „Povrchová úprava používající organická rozpouštědla“, konečný návrh, listopad 2006, český překlad, <http://www.ippc.cz/obsah/CF0205/vlastni-dokumenty-bref/povrchove-upravy-pouzivajici-organicka-rozpoustedla>)
3. Jiří Maláč: „Gumárenská technologie“ - 6. Výrobky, 2005
4. Návrh technologické dokumentace pro malosériovou výrobu obuvi, Bakalářská práce, Vysoké učení technické v Brně, Lenka Hůlková, 2012
5. Příručka ochrany kvality ovzduší, IREAS a Vodní zdroje Ekomonitor, 2013
6. Guidance on VOC Substitution and Reduction for Activities Covered by the VOC Solvents Emissions Directive (Directive 1999/13/EC), March 2009, Final Report, European Commission - DG Environment
7. Příručka pro oblast životního prostředí, D - ochrana ovzduší, listopad 2011
8. MATĚJŮ, Vít: Biofiltrace vzduchu. *Biom.cz* [online]. 2005-01-31 [cit. 2015-07-31]. Dostupné z <http://biom.cz/czt/odborne-clanky/biofiltrace-vzduchu>, ISSN: 1801-2655
9. Technologie výroby kompozitů, Ing. Zdeněk Kořínek, mujweb.cz/zkorinek/technologie.pdf
10. BREF FDM (Návrh referenčního dokumentu o nejlepších dostupných technologiích v průmyslu potravin, nápojů a mléka, konečný návrh, červen 2005, český překlad, <http://www.ippc.cz/obsah/CF0201/vlastni-dokumenty-bref/prumysl-potravin,-napoju-a-mleka>)
11. Český hydrometeorologický ústav, datový výstup REZZO 2014
12. CENIA, česká informační agentura životního prostředí: Interní archiv žádostí o vydání/změnu integrovaného povolení
13. Vyhláška č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší, v platném znění
14. Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, platném znění
15. Process Guidance Note ..., Statutory guidance ..., Department for Environment Food & Rural Affairs, 2012 – 2013, www.gov.uk/defra (více dokumentů z této řady)
16. Podklady dodané firmou Filtrační technika s.r.o., Praha, <http://www.ftec.cz>
17. <http://home.howstuffworks.com/dry-cleaning1.htm>
18. http://www.sfenvironment.org/sites/default/files/fliers/files/sfe_th_dry_cleaning_how_to_green_your_cleaning.pdf.pdf
19. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/hazardcontrol/hc16.html>
20. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/hazardcontrol/hc17.html>
21. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/hazardcontrol/hc19.html>



Tento dokument byl zpracován v rámci projektu „Zpracování referenčních dokumentů o nejlepších dostupných technikách u stacionárních zdrojů nespádajících pod BREF“.

říjen 2015

Zadavatel:

Ministerstvo životního prostředí ČR

Vedoucí projektového týmu: Ing. Petr Honskus

Složení projektového týmu (v abecedním pořadí): Ing. Stanislav Bartusek, Mgr. Petra Borůvková, Ing. Antonín Hlavatý, Ph.D., Ing. Adéla Katrušáková, Mgr. Jan Kolář, Ing. Jaroslav Kreuz, Ing. Pavel Machálek, Ing. Jaroslava Malířová, Ing. Jiří Morávek, RNDr. Lubomír Paroha, RNDr. Jan Prášek, Ing. Monika Příbylová, Ing. Ivana Špelinová, Ing. Jan Štejf, Ing. Jiří Valta, Ing. Miroslav Vlasák, CSc.



Evropská unie

Spolufinancováno z Prioritní osy 8 – Technická pomoc
financovaná z Fondu soudržnosti

Ministerstvo životního prostředí

Státní fond životního prostředí České republiky

www.opzp.cz

Zelená linka 800 260 500

dotazy@sfzp.cz