

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Peter KUHAR

**ANALIZA TEHNIČNEGA STANJA NAPRAV ZA  
NANOS FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV NA  
OBMOČJU JUGOVZHODNE SLOVENIJE**

MAGISTRSKO DELO

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Peter KUHAR

**ANALIZA TEHNIČNEGA STANJA NAPRAV ZA NANOS  
FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV NA OBMOČJU  
JUGOVZHODNE SLOVENIJE**

MAGISTRSKO DELO

**ANALIZING THE TECHNICAL CONDITIONS OF PESTICIDE  
APPLYING EQUIPMENT ON AREA OF SOUTHEAST SLOVENIA**

M. SC. THESIS

Ljubljana, 2016

Magistrsko delo je zaključek podiplomskega študija agronomije. Opravljeno je bilo na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani in s tehničnimi pregledi naprav za nanos FFS po jugovzhodni Sloveniji, ki jih izvaja Grm Novo mesto, Center biotehnike in turizma.

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani ter po sklepu Senata Biotehniške fakultete z dne 14. 12. 2015 je bilo potrjeno, da kandidat izpolnjuje pogoje za magistrski Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti ter opravljanje magisterija znanosti s področja agronomije. Za mentorja je bil imenovan prof. dr. Rajko Bernik.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Rok MIHELIČ  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Franci Aco CELAR  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Miran LAKOTA  
Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede

Datum zagovora: 10. 06. 2016

Podpisani izjavljam, da je magistrsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Peter KUHAR

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Md
DK	UDK 632.95:631.348(497.4)(043.3)
KG	Kmetijska mehanizacija/škropilnice/pršilniki/fitofarmaceutvska sredstva/tehnično stanje/prečni nanos
AV	KUHAR, Peter, univ. dipl. ing. agronomije
SA	BERNIK, Rajko (mentor)
KZ	SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti, področje agronomije
LI	2016
IN	ANALIZA TEHNIČNEGA STANJA NAPRAV ZA NANOS FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV NA OBMOČJU JUGOVZHODNE SLOVENIJE
TD	Magistrsko delo
OP	XIII, 84 str., 9 pregl., 90 sl., 29 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V letih od 2004 do 2013 smo opravljali tehnične preglede za nanos FFS na območju jugovzhodne Slovenije. Med te preglede so bile vključene dve vrsti naprav in sicer škropilnice in pršilniki. Ugotavljali smo njihovo tehnično brezhibnost. Na vsaki napravi je bilo pregledanih 13 sklopov, kot so pogon, protikapni ventili, šobe, filtri, cevi, manometri, pipe in zasuni, regulatorji tlaka, mešalo, črpalka, praznjenje, rezervoar ter škropilne letve oziroma puhala pri pršilnikih. Analizirali smo podatke o napakah in ugotovili, da je bilo tehnično stanje naprav v začetnem obdobju, to je od leta 2004 do leta 2008, zelo slabo. Tehnično stanje škropilnic in pršilnikov se je v obdobju od leta 2009 do 2013 zelo izboljšalo. Ugotovili smo tudi, da se vsi sklopi na napravi kvarijo oziroma imajo napake, ne glede na to, koliko so obremenjeni. Obstajajo namreč različni dejavniki, ki povzročajo poškodbe. Poleg tega je bilo ugotovljeno, da tehnično stanje naprav ni odvisno od območja njenega nahajanja. Je pa območje Posavja izstopalo po najmanjšem deležu okvarjenih naprav. Razlog za to vidimo predvsem v tem, da se naprave nahajajo na velikih kmetijah, kjer jih pogosto uporabljajo in redno vzdržujejo. Ker pa se okvare in napake sicer v manjši meri pojavljajo vsakoletno, lahko sklepamo, da je s pregledi potrebno nadaljevati, če hočemo obdržati doseženo stanje tehnične brezhibnosti, kajti naprave se ob uporabi prej ali slej obrabijo.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Md
- DC UDC 632.95:631.348(497.4)(043.3)
- CX Agriculture machinery/boom sprayers/orchard sprayers/pesticides/technical conditions/cross application
- AU KUHAR, Peter
- AA BERNIK, Rajko (supervisor)
- PP SI – Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Postgraduate Study of Biological and Biotechnical Sciences, Field: Agronomy
- PY 2016
- TI ANALIZING THE TECHNICAL CONDITIONS OF PESTICIDE APPLYING EQUIPMENT ON AREA OF SOUTHEAST SLOVENIA
- DT M.Sc. Thesis
- NO XIII, 84 p., 9 tab., 90 fig., 29 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB In the years from 2004 to 2013, we were performing a testing procedure for pesticide applying equipment from area of south-east Slovenia. In these tests were included boom sprayers and orchard sprayers on which we evaluated technical conditions. Each of these machines had 13 parts to be measured and those are: PTO (power take off), anti-drip system, nozzles, filters, hoses, manometers, pipes and valves, pressure regulators, agitation system, pumps, emptying valves, tank and booms on boom sprayers and fan system on orchard sprayer. By the analyzing of the data, we found out that the technical conditions of the sprayers were very bad in first period that is from 2004 to 2008. Technical conditions did improve for both types of machines and in period from 2009 to 2013, there were only few sprayers per year defective. Besides that, we also found out that all parts of machines were defective, even they are exposed or not. The fact is that there are many factors that can cause the defects. How many of the machines are defective, it does not depend from which part of southeast Slovenia it came from. However there is »Posavje« region, where the share of defective machines is the lowest. The reason for that as we see is that there must be bigger farms, and machines are commonly used. Therefore, farmers cannot afford malfunction of sprayers and are also well maintained and repaired, if defects happen. However, technical conditions of the sprayers in this area of Slovenia due to data we have, are good. We must continue with this process because using of sprayers leads to cause the defects on it sooner or later. It would be a pity, to go back to technical conditions of the sprayers that were at the beginning of testing period that is in 2004.

## KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK	IX
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XII
SLOVARČEK	XIII
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	1
1.3 NAMEN RAZISKAVE	1
<b>2 PREGLED OBJAV</b>	<b>2</b>
2.1 TEHNIČNI PREGLEDI NAPRAV	2
2.2 TEHNIČNI PREGLEDI V EU	2
2.3 MOŽNOSTI TEHNIČNIH PREGLEDOV	5
2.4 TEHNIČNA SESTAVA NAPRAV	6
<b>2.4.1 Regulator tlaka</b>	<b>6</b>
<b>2.4.2 Črpalke</b>	<b>7</b>
<b>2.4.3 Mešalni mehanizmi</b>	<b>8</b>
<b>2.4.4 Rezervoar</b>	<b>9</b>
<b>2.4.5 Praznjenje rezervoarja</b>	<b>9</b>
<b>2.4.6 Pipe in zasuni</b>	<b>10</b>
<b>2.4.7 Manometer</b>	<b>11</b>
<b>2.4.8 Cevi</b>	<b>12</b>
<b>2.4.9 Filtri</b>	<b>12</b>
<b>2.4.10 Šobe</b>	<b>13</b>
<b>2.4.11 Škropilne letve</b>	<b>14</b>
<b>2.4.12 Protikapni mehanizem na šobah</b>	<b>15</b>
<b>2.4.13 Pogon naprave</b>	<b>15</b>
<b>2.4.14 Puhalo pršilnika</b>	<b>16</b>
<b>3 MATERIAL IN METODE</b>	<b>17</b>
3.1 LOKACIJA IN ČAS PREIZKUSA NAPRAVE ZA NANOS FFS	17
3.2 SPLOŠNE ZNAČILNOSTI DELA	17
<b>3.2.1 Vrednotenje rezultatov</b>	<b>17</b>
3.2.1.1 Merilni inštrumenti in ostala oprema	17
3.3 TEHNIČNI PREGLED ŠKROPILNIC	18
<b>3.3.1 Črpalka in manometer</b>	<b>18</b>
<b>3.3.2 Regulator pretoka in tlaka, razdelilni ventili</b>	<b>19</b>
<b>3.3.3 Prečni nanos, šobe</b>	<b>20</b>
<b>3.3.4 Končanje pregleda</b>	<b>21</b>
3.4 TEHNIČNI PREGLED PRŠILNIKA	21
<b>3.4.1 Črpalka in manometer</b>	<b>22</b>
<b>3.4.2 Regulator pretoka in tlaka, razdelilni ventili</b>	<b>23</b>
<b>3.4.3 Šobe</b>	<b>23</b>

<b>4</b>	<b>REZULTATI</b>	<b>25</b>
4.1	TEHNIČNO STANJE VSEH NAPRAV (PRŠILNIKI IN ŠKROPILNICE SKUPAJ)	25
<b>4.1.1</b>	<b>Tehnično stanje škropilnic</b>	<b>27</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Tehnično stanje posameznih sklopov – škropilnica</b>	<b>30</b>
4.1.2.1	Protikapni mehanizmi škropilnice	32
4.1.2.2	Manometri škropilnice	33
4.1.2.3	Regulator tlaka škropilnice	34
4.1.2.4	Šobe škropilnice	36
4.1.2.5	Pipe in zasuni škropilnice	37
4.1.2.6	Mešalo škropilnice	38
4.1.2.7	Cevi škropilnice	39
4.1.2.8	Pogon naprave - škropilnice	40
4.1.2.9	Škropilne letve	42
4.1.2.10	Črpalka škropilnice	43
4.1.2.11	Filtri škropilnice	44
4.1.2.12	Rezervoar škropilnice	45
4.1.2.13	Praznjenje škropilnice	47
<b>4.1.3</b>	<b>Tehnično stanje pršilnikov</b>	<b>48</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Tehnično stanje posameznih sklopov – pršilniki</b>	<b>51</b>
4.1.4.1	Manometri pršilnika	53
4.1.4.2	Regulator tlaka pršilnika	54
4.1.4.3	Protikapni mehanizem pršilnika	55
4.1.4.4	Šobe pršilnika	56
4.1.4.5	Pipe in zasuni pršilnika	57
4.1.4.6	Pogon naprave - pršilnik	58
4.1.4.7	Mešalo pršilnika	58
4.1.4.8	Cevi pršilnika	59
4.1.4.9	Filtri pršilnika	60
4.1.4.10	Črpalka pršilnika	61
4.1.4.11	Puhalo	62
4.1.4.12	Rezervoar pršilnika	63
4.1.4.13	Praznjenje pršilnika	63
4.2	TEHNIČNO STANJE NAPRAV GLEDE NA MESTO PREGLEDA	64
4.3	OKVARJENOST SKLOPOV GLEDE NA OBREMENJENOST	67
<b>4.3.1</b>	<b>Okvarjenost sklopov pri škropilnicah</b>	<b>67</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Okvarjenost sklopov pri pršilnikih</b>	<b>68</b>
<b>5</b>	<b>RAZPRAVA</b>	<b>70</b>
5.1	TEHNIČNO STANJE VSEH NAPRAV	70
<b>5.1.1</b>	<b>Tehnično stanje škropilnic</b>	<b>70</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Tehnično stanje pršilnikov</b>	<b>71</b>
5.2	TEHNIČNO STANJE SKLOPOV ŠKROPILNICE IN PRŠILNIKA	71
<b>5.2.1</b>	<b>Protikapni mehanizmi</b>	<b>71</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Manometri</b>	<b>72</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Regulatorji tlaka</b>	<b>72</b>
<b>5.2.4</b>	<b>Šobe</b>	<b>73</b>
<b>5.2.5</b>	<b>Pipe in zasuni</b>	<b>73</b>
<b>5.2.6</b>	<b>Mešalo</b>	<b>74</b>
<b>5.2.7</b>	<b>Cevi</b>	<b>74</b>

<b>5.2.8</b>	<b>Pogon naprave</b>	74
<b>5.2.9</b>	<b>Črpalka</b>	75
<b>5.2.10</b>	<b>Filtri</b>	75
<b>5.2.11</b>	<b>Rezervoar</b>	75
<b>5.2.12</b>	<b>Praznjenje</b>	75
5.3	TEHNIČNO STANJE LOČENIH SKLOPOV	75
<b>5.3.1</b>	<b>Puhalo</b>	75
<b>5.3.2</b>	<b>Škropilne letve</b>	76
5.4	TEHNIČNO STANJE GLEDE NA OBMOČJE PREGLEDA	76
5.5	OKVARJENOST SKLOPOV GLEDE NA OBREMENJENOST	76
<b>6</b>	<b>SKLEPI</b>	78
<b>7</b>	<b>POVZETEK (SUMMARY)</b>	80
7.1	POVZETEK	80
7.2	SUMMARY	81
<b>8</b>	<b>VIRI</b>	82

ZAHVALA



## KAZALO PREGLEDNIC

	Str.
Preglednica 1: Podatki o pregledanih napravah (škropilnice in pršilniki skupaj) v posameznem letu	25
Preglednica 2: Podatki o pregledanih napravah (škropilnice) v posameznem letu	27
Preglednica 3: Rezultati linearnega mešanega modela na podatkih za posamezne sklope - škropilnice	29
Preglednica 4: Podatki o okvarah na sklopih v posameznem letu	30
Preglednica 5: Podatki o pregledanih napravah (pršilniki) v posameznem letu	48
Preglednica 6: Rezultati linearnega mešanega modela na podatkih za posamezne sklope - pršilniki	50
Preglednica 7: Podatki o okvarah na sklopih v posameznem letu	51
Preglednica 8: Rezultati na podatkih za posamezne sklope - škropilnice	68
Preglednica 9: Rezultati na podatkih za posamezne sklope – pršilniki	69

## KAZALO SLIK

Slika 1:	Regulator tlaka	7
Slika 2:	Črpalka na škropilnici	8
Slika 3:	Mešalna (Venturijeve) šoba na dnu rezervoarja	9
Slika 4:	Izpust iz rezervoarja z ventilom	10
Slika 5:	Pipe in zasuni škropilnice	11
Slika 6:	Manometer	11
Slika 7:	Cevi na škropilnih letvah	12
Slika 8:	Filter	13
Slika 9:	Šoba s pahljačastim curkom	14
Slika 10:	Škropilne letve	14
Slika 11:	Membranski protikapni mehanizem	15
Slika 12:	Kardanska gred z zaščito	16
Slika 13:	Puhalo z zaščitno mrežo na pršilniku	16
Slika 14:	Priklop merilnega kovčka na škropilnico	19
Slika 15:	Regulator tlaka	19
Slika 16:	Razdelilna enota z ventili	20
Slika 17:	Merilni voziček SprayerTest 1000 za ugotavljanje prečnega nanosa FFS	20
Slika 18:	Postavitev traktorja s škropilnico na klančino za merjenje prečnega nanosa (voziček na končni točki)	21
Slika 19:	Primer prikaza meritev prečnega nanosa	21
Slika 20:	Merilni kovček Herbst ROT-650/60/40/10	22
Slika 21:	Notranjost merilnega kovčka	23
Slika 22:	Preizkus pretoka šob pri pršilnikih	24
Slika 23:	Naprava za meritev pretoka šob na pršilnikih	24
Slika 24:	Delež okvarjenih naprav za obe vrsti naprav v posameznem letu – soda leta	25
Slika 25:	Delež okvarjenih naprav za obe vrsti naprav v posameznem letu – liha leta	26
Slika 26:	Delež okvarjenih naprav za obe vrsti naprav v posameznem letu	26
Slika 27:	Delež okvarjenih naprav v posameznem letu – soda leta	27
Slika 28:	Delež okvarjenih naprav v posameznem letu – liha leta	28
Slika 29:	Delež okvarjenih naprav v posameznem letu	28
Slika 30:	Delež napak za posamezen sklop v odvisnosti od leta - število 0 na abscisni osi ponazarja začetno leto 2004	29
Slika 31:	Delež okvar za posamezen sklop glede na leto	31

Slika 32:	Delež okvar za posamezen sklop glede na celotno obdobje.	31
Slika 33:	Delež napak na protikapnih ventilih, nameščenih v šobah v posameznem letu	32
Slika 34:	Neustrezen protikapni mehanizem – ventilski	32
Slika 35:	Protikapna membrana z oblogami (levo) in nesnago (desno)	33
Slika 36:	Delež napak na manometrih škropilnic v posameznem letu	33
Slika 37:	Manometer s poškodovano Bourdonovo cevjo in brez olja	34
Slika 38:	Delež okvarjenih regulatorjev tlaka v posameznem letu	34
Slika 39:	Zlomljena ročka za vklop in izklop	35
Slika 40:	Notranjost tlačnega regulatorja – vidno zeleno tesnilo na batu, ter vodilo (kovinski izgled)	35
Slika 41:	Delež napak na šobah v posameznem letu	36
Slika 42:	Dva različna tipa šob na eni napravi (levo rdeča ploska, desno rumena vrtnična šoba)	36
Slika 43:	Delež napak na pipah in zasunih na škropilnicah v posameznem letu	37
Slika 44:	Zlomljena ročka ventila	37
Slika 45:	Delež napak na mešalu v posameznem letu	38
Slika 46:	Poškodovana (odpadla) mešalna šoba	38
Slika 47:	Delež napak na ceveh v posameznem letu	39
Slika 48:	Poškodovana cev na letvi	39
Slika 49:	Poškodovana tlačna cev	40
Slika 50:	Delež napak na pogonih naprav v posameznem letu	40
Slika 51:	Kardanska gred z neustrezno zaščito	41
Slika 52:	Delež napak na letvah v posameznem letu	42
Slika 53:	Poškodba škropilne letve	42
Slika 54:	Delež napak na črpalkah v posameznem letu	43
Slika 55:	Počena membrana hidravličnega blažilca (levo) in počena batna membrana (desno)	43
Slika 56:	Počen pokrov hidravličnega blažilca	44
Slika 57:	Delež napak na filtrih v posameznem letu	44
Slika 58:	Zamašen in poškodovan filter	45
Slika 59:	Delež napak na rezervoarjih v posameznem letu	45
Slika 60:	Merilna skala na rezervoarju – skala ni vidna	46
Slika 61:	Notranjost rezervoarja – razpoka	46
Slika 62:	Delež napak na praznjenjih v posameznem letu	47
Slika 63:	Zastarel, neustrezen izpust, brez zapornega ventila	47

Slika 64:	Delež okvarjenih naprav v posameznem letu – soda leta	48
Slika 65:	Delež okvarjenih naprav v posameznem letu – liha leta	49
Slika 66:	Delež okvarjenih naprav v posameznem letu	49
Slika 67:	Delež napak za posamezen sklop v odvisnosti od leta - številka 0 na abscisni osi ponazarja začetno leto 2004	50
Slika 68:	Delež okvar za posamezen sklop glede na leto	52
Slika 69:	Delež okvar za posamezen sklop pršilnika glede na celotno obdobje	53
Slika 70:	Delež napak na manometrih v posameznem letu	53
Slika 71:	Poškodovan visokotlačni manometer	54
Slika 72:	Delež napak na regulatorjih tlaka v posameznem letu	54
Slika 73:	Delež napak na protikapnih mehanizmih v posameznem letu	55
Slika 74:	Ohišje protikapnega mehanizma	55
Slika 75:	Število napak na šobah v posameznem letu	56
Slika 76:	Poškodovana- korodirana šoba	56
Slika 77:	Delež napak na pipah in zasunih v posameznem letu	57
Slika 78:	Poškodovana razdelilna enota	57
Slika 79:	Delež napak na pogonih naprave v posameznem letu	58
Slika 80:	Delež napak na mešalih v posameznem letu	58
Slika 81:	Delež napak na cevah v posameznem letu	59
Slika 82:	Delež napak na filtrih v posameznem letu	60
Slika 83:	Delež napak na črpalkah v posameznem letu	61
Slika 84:	Delež napak na puhalih v posameznem letu	62
Slika 85:	Puhalo pršilnika in zaščitna mreža	62
Slika 86:	Delež napak na rezervoarjih v posameznem letu	63
Slika 87:	Število napak na praznjenju v posameznem letu	63
Slika 88:	Delež okvarjenih naprav za posamezno območje – soda leta	64
Slika 89:	Delež okvarjenih naprav za posamezno območje – liha leta	65
Slika 90:	Delež okvarjenih naprav za posamezno območje	66

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Okrajšava	Pomen
FFS	Fitofarmaceutvska sredstva
PTO	kardanska gred (Power Take Off)
KSS	Kmetijsko svetovalna služba
BrKKSe	Brežice, Krško, Sevnica
ČrMe	Črnomelj, Metlika
NMTr	Novo mesto, Trebnje
o/min	Število obratov na minuto

## SLOVARČEK

Antidrift nozzles	Šobe, katerih konstrukcija pripomore k zmanjšanju odnašanja FFS pri škropljenju.
Boom sprayer	Škropilnica, naprava, ki za nanos FFS uporablja škropilne letve. Uporablja se večinoma v poljedelstvu.
Orchard sprayer	Pršilnik, naprava, ki za nanos FFS uporablja šobe na obodu, v katerem se nahaja ventilator, ki ustvarja zračni tok. Ta škropivo zanese na ciljno površino.
Bourdonova cev	Spiralno zavita cev, ki se ob spremembi tlaka krči oziroma razteza. Je ključni element pri delovanju mehanskih manometrov.

## 1 UVOD

### 1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Naprave za nanos fitofarmaceutskih sredstev (FFS) so stroji oziroma naprave, ki s svojim delovanjem učinkovino nanesejo na ciljno površino. Najbolj razširjene so naprave, ki to učinkovino nanašajo večinoma s pomočjo vode. Te naprave imenujemo škropilnice in pršilniki (Mrhar, 1997). Fitofarmaceutska sredstva, ki jih te naprave nanašajo, so snovi namenjene uničenju, zatiranju, nadzorovanju ali odganjanju škodljivih organizmov, ki negativno vplivajo na rast, razvoj in skladiščenje rastlin ali rastlinskih proizvodov (Blažič, 2009).

Zelo veliko vlogo pri nanosu FFS imajo prav te naprave, zato je zelo pomembna njihova tehnična brezhibnost. Še tako kakovostna naprava za nanos FFS ne zadostuje, če ta ni pravilno uporabljena in vzdrževana. Razvoj naprav za nanos FFS, kot tudi tehnični pregledi teh naprav, so močno usmerjeni k zagotavljanju natančnosti nanosa (natančni odmerki, kvaliteten nanos itd.) in k mnogim drugim dejavnikom (na primer hitrost) (Roettele in sod., 2011). Naprave za nanos FFS morajo zagotavljati natančen nanos in natančno odmerjanje FFS ves čas njene uporabe. Da to lahko zagotovimo, morajo biti naprave za nanos FFS redno pregledovane, da se lahko ugotovi in odpravi tehnične okvare (Ganzelmeier, 2004a).

V Sloveniji so tehnični pregledi naprav za nanos FFS zakonsko opredeljeni že v letu 1994 (Zakon o zdravstvenem ..., 1994). Tehnični pregledi tako potekajo že več kot dve desetletji in nas zanima, kakšni so rezultati in učinki tehničnih pregledov naprav za nanos FFS.

### 1.2 DELOVNE HIPOTEZE

Predvidevamo, da so bile naprave za nanos FFS pred začetkom obveznih rednih pregledov v zelo slabem tehničnem stanju.

Predvidevamo, da se je z uvedbo tehničnih pregledov stanje z leti bistveno izboljšalo.

Predvidevamo, da tehnično stanje naprav ni bilo odvisno od lokacije pregleda.

Predvidevamo, da se napake oziroma okvare pogosteje pojavljajo na sestavnih delih, ki so bolj obremenjeni.

Predvidevamo, da bo s tehničnimi pregledi potrebno nadaljevati, saj se okvare ponavljajo.

### 1.3 NAMEN RAZISKAVE

Pokušali bomo ugotoviti, ali je bilo smiselno izvajati tehnične preglede oziroma, kakšno je bilo tehnično stanje naprav pred uvedbo pregledov in kakšno je danes. Skušali bomo tudi ugotoviti, ali je morda tehnično stanje odvisno od lokacije oziroma območja, kjer se naprava nahaja. Raziskali bomo tudi, ali se kateri od strojnih sklopov pogosteje kvarijo.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 TEHNIČNI PREGLEDI NAPRAV

Naprave za nanos FFS morajo s svojim delovanjem zagotoviti natančno nanašanje FFS. Zaradi tega morajo biti te naprave redno tehnično pregledane, da ugotovimo morebitne napake in jih po potrebi odpravimo (Ganzelmeier, 2004a).

### 2.2 TEHNIČNI PREGLEDI V EU

Za članice EU sta bila objavljena standarda SIST EN 13790-1 (2004) in SIST EN 13790-2 (2004), ki postavljata tehnične zahteve za opravljanje pregledov naprav za nanos FFS. Namen tega standarda je bilo vzpostaviti poenotene tehnične preglede na enaki ravni za celotno EU (Ganzelmeier, 2004b).

Ganzelmeier (2004b) omenjena standarda v grobem opredeli z naslednjimi postavkami:

- združuje različne postopke, ugotovitve in tehnične zahteve, ki so obstajale pri članicah EU že do sedaj,
- temelji na metodah in zahtevah, ki so bile že predhodno sprejete kot uspešne v članicah EU
- dosega visoko tehnično raven brez nepotrebne časa in denarja
- članice EU so zavezane sprejeti ta standard in umakniti stare
- predstavlja osnovo za poenotenje tehničnih pregledov znotraj EU in možno kasnejše vzajemno sprejemanje pregledov,
- določa tehnične zahteve, ne posega pa v regulatorne odločitve posameznih članic EU.

Nekatere članice EU so imele pregledovanje naprav urejeno že pred izidom standarda, vendar vsaka na svoj način (Ganzelmeier, 2004b).

Tako je, denimo, Poljska z uzakonjenjem tehničnih pregledov začela leta 1995, od leta 1999 pa je pregledovanje obvezno. Holownicki in sod. (2004) navajajo, da je imela Poljska pred uvedbo SIST EN 13790-1 (2004) in SIST EN 13790-2 (2004) standardov dokaj podobne, že vpeljane prijeme pri tehničnih pregledih, kljub temu pa so bili določeni sklopi naprav za nanos FFS podvrženi manj strogi kontroli, predvsem vizualni. Na Poljskem so bile pregledom podvržene naprave za nanos FFS, ki se tako ali drugače priključijo na traktor, ter samovozne (običajno večjih dimenzij). Navajajo tudi, da je bilo na Poljskem v uporabi okoli 302.000 škropilnic, večinoma opremljenih s 300 l rezervoarjem in škropilnimi letvami širine 10 – 20 m. Težava je bila v tem, da so večino naprav naredili sami doma, in so zato potrebovale znatno tehnično posodobitev. Se pa je na srečo v zadnjih letih pojavljalo čedalje več novih, tudi večjih naprav, s prostornino 1000 – 2000 l in večjimi širinami.

Poleg škropilnic je bilo na Poljskem okoli 28.000 pršilnikov dimenzij okoli 1000 l, ki so večinoma vlečenega tipa. Holownicki in sod. (2004) navajajo, da je bilo potrebno prav



pršilnikom posvetiti največ pozornosti, saj se je ravno z njimi nanoslo največji delež vseh pripravkov za varstvo rastlin.

Poljska je imela v svoji organizaciji 321 preglednih enot s približno 1.322 usposobljenimi tehniki, ki so morali opraviti 35 urni tečaj za pridobitev licence. Pregledovali so obvezno samo čiste naprave, vse elemente so predhodno vizualno pregledali pri izklopljeni napravi, ki morajo biti dobro dostopni. Po vklopu naprave so preverili delovanje črpalke, manometra in mešalne naprave. Preverjanje šob je bilo odvisno od tipa naprave in sicer pri pršilnikih so merili pretočnost šob, pri škropilnicah pa prečno razporeditev (Holownicki in sod., 2004).

Norveška ima tehnične preglede za škropilnice vpeljane že od leta 1990 in sicer kot prostovoljne, za pršilnike pa od leta 1995, prav tako na prostovoljni osnovi. Od leta 2000 pa je pregled obvezen za vse naprave. Pršilnikov je bilo pri njih v tistem obdobju okoli 1.000, vendar ocenjujejo, da je nevarnost za okolje, ki jo povzročajo pršilniki zaradi načina nanosa večja kot pri škropilnicah, ki jih je po oceni okoli 12.000. Zato so bolj poudarjali pregled teh naprav. Tehnične preglede so imeli dokaj dovršene, vendar so postopke prilagodili standardoma SIST EN 17390-1 (2004) in SIST EN 13790-2 (2004), kjer je bilo to potrebo (Bjugstad in sod., 2004).

Pregled naprave pri njih traja okoli 2 uri, v tem času opravijo tudi vse nastavitve, posodobitve in potrebna popravila. Polega tega uporabnika naprave tudi informirajo oziroma mu razložijo rezultate ter po potrebi podučijo o nastavitvah naprave za boljšo kasnejšo uporabo.

Oprema za pregled pri njih sestoji iz:

- merilnika vrtilne hitrosti za merjene obodne hitrosti priključne gredi
- merilnika pretoka za merjenje pretoka črpalk
- treh referenčnih manometrov za preverjanje manometra škropilnice/pršilnika
- merilnika prečnega nanosa s 50 mm razdelkom
- merilnika pretoka šob za pršilnike
- merilnika pretoka posamezne šobe
- filtrirnih vzorcev za ugotavljanje gostote filtrov
- higienskih pripomočkov za preglednike
- osebne varovalne opreme za prikaz
- poteka pregleda
- kontrolnega seznama
- rezervnih delov

Pregled naprave opravijo vsakih 5 let, lastnik pa mora znati napravo na osnovnem nivoju pregledati vsako leto. Po opravljenem tehničnem pregledu lastnik prejme izvod postopka po katerem je bil opravljen pregled ter tudi kontrolni list z ustreznimi vrednostmi za posamezen

sklop (samo prvič). Poleg tega se na napravo nalepi še nalepka, ki izkazuje tehnično brezhibnost naprave. Pregledniki morajo opraviti tudi izobraževanje za pridobitev licence, ki se mora obnavljati vsakih 5 let, ne glede na to, ali delajo kot zasebniki ali kot javni uslužbenci (Bjugstad in sod., 2004).

V Italiji so s tehničnimi pregledi za pršilnike začeli že v letu 1980 in sicer v provinci Bolzano, medtem ko po nekaterih pokrajinah pregledov še nimajo urejenih. Od vseh 20 regij jih je imelo v letu 2004 vpeljanih samo 9. Nekaj testnih postaj so na novo ustanovili v letih 1996 – 1999, pravi porast pa beležijo v letih 2002 – 2004 (Balsari in sod., 2004). Vseh postaj je bilo tako 120, vendar je bil pregled obvezen zaenkrat samo v eni pokrajini in sicer Toscani. Večino pregledov so opravile privatne ustanove. Nekaj pa so jih opravile javne ustanove, posebno tam, kjer so pregledi prostovoljni in med drugim eksperimentalne narave (Balsari in sod., 2004).

V pokrajini Piemont (Italija) traja pregled v povprečju 110 minut, odvisno od lastnosti naprav, oziroma ali gre za pršilnik ali škropilnico, in od velikosti naprave, predvsem od števila šob. Če naprava tehničnega pregleda ne opravi, lastnik prejme priporočila za odpravo napak, nato mora ponovno opraviti pregled. Vsi podatki so računalniško obdelani. Ko naprava izpolnjuje pogoje in so vsi izmerjeni parametri v dovoljenem obsegu, lastnik prejme končno poročilo, v katerem so razvidni nekateri izmerjeni parametri. Poleg tega lastnik prejme tudi nalepko, ki jo nalepi na napravo. Ugotavljajo, da je bilo takrat v Italiji pregledanih samo okoli 4 % naprav, kar je zelo malo, še posebno v primerjavi z nekaterimi članicami EU (Balsari in sod., 2004).

Nemčija je tehnične preglede za škropilnice na prostovoljni ravni vpeljala že v koncu 60-tih let prejšnjega stoletja, za pršilnike pa sredi 80-tih let prejšnjega stoletja. Dandanes je v Nemčiji okoli 1.000 preglednih enot, ki pokrivajo območje okoli 2.000 lokacij. Do leta 1993, ko je pregledovanje postalo obvezno, je bilo vsako leto pregledanih okoli 30.000 naprav. Po letu 1993 pa je število letno pregledanih naprav naraslo na 6.3000 (Osteroth, 2004).

Tehnični pristop k pregledovanju so v Nemčiji razvijali od pojava prvih naprav za pregled v 70-ih letih prejšnjega stoletja pa vse do danes. Pod vodstvom takratne BBA so družili različne pristope, ki so jih izvajali po nemških zveznih deželah. Pristopi so se spreminjali skladno z novimi tehničnimi zahtevami, glavni elementi pregleda pa so po zadnji smernici 1-3.2.1 bili (Osteroth, 2004):

- pogon – zaščite vseh pogonov
- črpalka – pretok in tlak, tesnjenje, nihanje, tlačno varovalo
- mešalo – dobro vidno mešanje
- rezervoar – tesnjenje, cedilo, polnjenje, izpust
- kontrolni sistem – tesnjenje, delovanje, čitljivost med obratovanjem, manometer – natančnost
- zasuni – tesnjenje
- filtri – sesalni in tlačni

- škropilne letve – stabilnost, poškodovanost, pravilno usmerjeno škropljenje
- šobe – vse istega tipa, brez kapljanja, prečna porazdelitev

Omenjenemu evropskemu standardu je tehnične preglede nato prilagodila tudi Nemčija (Osteroth, 2004).

### 2.3 MOŽNOSTI TEHNIČNIH PREGLEDOV

Za tehnične preglede pršilnikov, predvsem za preverjanje vertikalnega nanosa pri pršilnikih, pogosto uporabljajo testirne stene z lamelnimi elementi, ki so zmožne zbiranja kapljic pri pršenju. Te naprave se pogosto uporablja za preverjanje delovanja različnih pršilnikov in njihovo nastavitvev. Kljub temu pa je dejansko stanje nanosa na listno površino zelo različno, ker na to poleg naprave vpliva tudi višina krošnje in njena oblika. (Pergher, 2004). Večina tako nastavljenih naprav je namreč prilagojenih na največje velikosti krošenj v vegetaciji. Znano je namreč, da nekateri nasadi nimajo stalne velikosti krošnje, ampak se ta spreminja, kot na primer pri vinski trti (Pergher, 2004).

Poleg tega lahko uporabljajo tudi razne druge metode, ki pokažejo kakovost nanosa in dajo dobre rezultate, vendar slonijo na zapletenih kemičnih analizah in ne ponujajo možnosti analize v dejanskem času. Lističi, občutljivi na vodo, so sicer dobri za oceno nanosa, vendar ponujajo rezultate samo s kakovostnega vidika (Fox in sod., 2003).

Še vedno pa iščejo metodo, ki bi bila zanesljiva, dostopna in preprosta za uporabo. Metoda s termografijo se kaže kot obetavna. Deluje na osnovi, da je temperatura vode, ki se nanaša, manjša, kot je temperatura listne površine (Menesatti in sod., 2008). S termo kamero se takoj po škropljenju posname rastline in na podlagi temperaturnih razlik dobimo termično sliko nanosa. Rezultati raziskav kažejo, da je metoda uporabna, saj ponuja vrsto možnosti, kot so: prenosljivost, hitrost, daje veliko informacij, merjenje brez dotikanja rastlin in uporabnost na mestu samem, na primer v sadovnjaku (Menesatti in sod., 2008).

Pri vseh meritvah naprav (ob tehničnih pregledih) za nanos FFS je v ozadju skupen cilj in sicer čim manjše onesnaževanje okolja ob hkratnem čim kakovostnejšemu varstvu rastlin. Eden izmed največjih dejavnikov, ki predstavljajo nevarnost za onesnaževanje, je odnašanje FFS, poznano tudi pod izrazom spray-drift. Ta se lahko pojavlja tudi pri nanosu FFS s škropilnico, predvsem kadar gre za vetrovne razmere. Da se čim bolj približamo ciljem, ki jih narekujejo razne direktive, je potrebno uporabiti metode, s katerimi lahko izmerimo morebitno odnašanje FFS (Gil in sod., 2014). Gil in sod. (2014) so uporabili testno ploščad v naravnih razmerah. Ugotovili so, da na odnašanje FFS vplivajo tako smer kot tudi hitrost vetra. Veter s hitrostjo pod 1m/s nima omembe vrednega vpliva, ne glede na smer. Ugotovili so tudi, da ima čelni veter v primerjavi s stranskim večji vpliv na odnašanje FFS.

Tudi evropska zakonodaja vse bolj in bolj teži k zmanjševanju negativnih stranskih učinkov ob nanašanju FFS. Glede odnašanja FFS na neciljne površine so se zaenkrat posluževali varovalnega pasu, ki je bil odvisen od občutljivosti območja, kjer se naša gojena rastlina nahaja, vrste naprave, vrste pripravka in koncentracije kot tudi časa nanosa. Varovalni pas pa bi se lahko določal tudi na podlagi klasifikacije naprav za nanos FFS (Balsari in sod., 2007).

Na univerzi v Torinu (Italija) so razvili merilno opremo, s katero lahko v kratkem času izmerijo odnašanje FFS. Ugotovili so, da s prilagajanjem opreme za nanos FFS lahko bistveno prispevamo k zmanjšanju odnašanja. Eden od načinov je višina škropilne letve, drugi pa tip šob. Višje nameščene letve z običajnimi šobami imajo navadno večje odnašanje pripravka, nižje nameščene pa manjšega. Enako je tudi s šobami, kjer šobe proti zanašanju FFS bistveno zmanjšajo odnašanje v primerjavi s klasičnimi šobami (Balsari in sod., 2007).

## 2.4 TEHNIČNA SESTAVA NAPRAV

### 2.4.1 Regulator tlaka

Regulator tlaka je namenjen natančni regulaciji delovnega tlaka od 0 do 12 barov pri škropilnicah ter od 5 do 30 - 40 barov (odvisno od izvedbe) pri pršilnikih. Dandanes obstajajo tako elektronski kot tudi ročni oziroma mehanski (slika 1). Mehanski so običajno sestavljeni iz centralnega regulacijskega ventila, razvodnih ventilov, čistilnih filtrov ter manometra (Nošene..., 2013). Centralni regulacijski ventil omogoča nastavitve delovnega tlaka, katerega kasneje tudi vzdržuje. Ob spremembi pretoka, zaradi povečanja ali zmanjšanja števila obratov črpalke (vendar ne pod minimalno potrebno), oziroma zapiranja ali odpiranja razvodnih ventilov, se delovni tlak ne sme spremeniti (Mrhar, 1997). Na regulatorju tlaka se nahaja tudi samočistilni filter, ki tekočino pred vstopom v šobe dodatno prečisti. Delci, ki ostanejo na vložku filtra, se ob čiščenju vložka vračajo nazaj v rezervoar skozi ventil na dnu filtra – ta mora biti med delovanjem zaprt. Od tod tudi ime »samočistilni«, vendar je tak ukrep začasen, kajti smeti ostanejo v sistemu in je potrebno kasnejše temeljito čiščenje celotnega sistema (Nošene ..., 2013).

Razvodni ventili, ki se nahajajo na regulatorju tlaka, služijo za zapiranje in odpiranje posameznih enot na škropilni letvi ter morebitnih ostalih sestavov, ki so na napravi, in potrebujejo pretok tekočine za svoje delovanje (Nošene ..., 2013).

Regulator tlaka je dokaj občutljiv sistem, od njegovega pravilnega oziroma nepravilnega delovanja je zelo odvisna tudi kvaliteta nanosa FFS na ciljno površino. Zato je zelo pomembno, da po vsakem delu regulator temeljito očistimo s čisto vodo. To velja za vse pregibne sklope kot tudi za filter. Občasno pa je potrebno sistem delno razstaviti in ga temeljiteje očistiti. Ob tem opravimo tudi mazanje pregibnih in tesnilnih sklopov. S tem bistveno prispevamo k pravilnemu delovanju in dolgi življenjski dobi. Razni pripravki so namreč korozivni in razjedajo tako kovinske in plastične kot tudi gumijaste dele (Nošene ..., 2013).



Slika 1: Regulator tlaka  
Figure 1: Pressure regulator

## 2.4.2 Črpalke

Črpalke so hidravlični stroji, ki ustvarjajo tok tekočine pod določenim tlakom. Hidravlična energija, ki jo prejme tekočina ob delovanju črpalke, omogoča da se le-ta prenese na mesto, kamor zahteva sistem cevi, regulatorjev in ventilov. Vsi ti sklopi prispevajo k določenemu tlačnemu upor in izgubamv pretoku, še preden tekočina doseže končno mesto – šobo. Zato so zahteve, da pravilno dimenzionirana črpalka za določeno napravo (škropilnico oz. pršilnik) nudi do 30 % večji pretok, kot ga pri predvidenem obratovalnem tlaku škropilnice steče skozi šobe (Mrhar, 1997).

V preprostejše izvedbe naprav za nanos FFS so vgrajene preproste črpalke centrifugalnega tipa. Te ne potrebujejo posebnega sistema za uravnavanje tlaka (predvsem hidravličnih blažilcev), tudi nimajo sesalnih in tlačnih ventilov (Mrhar, 1997). Vendar so te naprave dokaj redke in manjših dimenzij.

Večje naprave imajo vgrajene črpalke na osnovi batnega sistema, nekatere brez membrane ter večinoma z membranami. Za črpalke brez membran je značilno, da pride škropivo v stik z gibljivimi deli črpalke in je možnost obrabe večja (Pevec in sod., 2008). Večinoma so grajene sicer iz odpornih materialov, kot so keramike in kovine, odporne na korozijo (Žmavc, 2002). Za črpalke s keramičnimi bati je značilno, da ne smejo obratovati brez tekočine, sicer se črpalka poškoduje. Že sama konstrukcijska značilnost onemogoča, da bi bila črpalka brez vsake tekočine, vendar moramo biti na to vseeno pozorni.

Batno membranske črpalke (slika 2) so najbolj razširjene pri škropilnicah in pršilnikih. V osnovi delujejo enako kot batne, le da imajo na bat pritrjeno membrano, ki ločuje nad batni prostor (delovni prostor) od bata in cilindra in ostalih delov, ki so v bloku črpalke (Pevec in sod., 2008). Ti deli so v oljni kopeli in dobro zaščiteni pred obrabo in imajo temu primerno dolgo življenjsko dobo. Taka črpalka lahko nemoteno deluje tudi brez tekočine, saj so vsi vitalni deli v oljni kopeli. Nivo olja moramo redno pregledovati in ga po potrebi doliti, vendar nikakor ne čez zgornjo dovoljeno mejo. Pri teh črpalka je možna okvara (pokanje) membrane, kar se opazi predvsem kot emulzija v olju, zato moramo olje toliko bolj redno pregledovati. Padec tlaka namreč ni tako očiten tudi ob počeni membrani, še posebno kadar gre za več-batne črpalke (Pevec in sod., 2008).



Slika 2: Črpalka na škropilnici  
Figure 2: Pump on boom sprayer

### 2.4.3 Mešalni mehanizmi

Glavna nosilna faza pri uporabi večine FFS sredstev je voda, v kateri se ta sredstva razporedijo in dobimo škropilno brozgo (Mrhar, 1997). Sredstva oziroma pripravki, ki jih v praksi uporabljamo, so sestavljeni iz ene ali več aktivnih snovi in dodatkov. Aktivna snov ali učinkovina je glavna sestavina pripravka in deluje na ciljni organizem. Dodatne snovi se aktivni snovi dodajajo z namenom, da se izboljša njena učinkovitost, obenem pa omogočajo enakomernjšo razporeditev aktivne snovi po škropljeni površini. Tako poznamo zaradi različnih mešanic aktivne in dodatnih snovi tako imenovane oblike ali formulacije FFS. Te se različno obnašajo v škropilni brozgi, zato je potrebno zagotoviti stalno kakovostno mešanje vsebine rezervoarja (Pevc in sod., 2008).

Mešalni mehanizmi omogočajo enakomerno koncentracijo FFS in preprečujejo sesedanje. Najpogostejši sistemi so hidravlični sistemi, ki so grajeni iz ejektorskih šob (slika 3) z lastnim tlačnim vodom (Pevc in sod., 2008). Te mehanizme je potrebno redno pregledovati, če delujejo. Šoba se namreč lahko zamaši in kot taka ne opravlja svoj naloge. Mešalni sistem mora delovati že ob pripravi škropilne brozge, kakor tudi med transportom do mesta uporabe in vse do trenutka, ko brozgo porabimo. Še posebno je to pomembno, kadar uporabljamo manjše količine vode in višjo koncentracijo FFS (Pevc in sod., 2008). Mešalni tok naj bi znašal 5 % inducirane prostornine rezervoarja naprave (Bernik, 2006).

Mešanje pa lahko poleg hidravličnega načina, zagotovimo tudi mehansko. To se izvaja predvsem pri napravah, večjih od 1000 l, kjer imajo mešalni sistemi tudi lasten pogon (Bernik, 2006).

Med tehničnimi pregledi se dandanes uporablja zgolj vizualna ocena delovanja mešalnih sistemov (Balsari in sod., 2004). Vendar obstajajo tudi tehnične možnosti za merjenje učinkovitosti mešanja. Balsari in sod. (2012) navajajo, da so se za tovrstne meritve izkazale kot učinkovite metode z uporabo steklenih mikro kroglic. Delujejo kot nekakšne sledi, ki se ob mešanju razporedijo po tekočini v rezervoarju. Z meritvijo zastopanosti mikro kroglic po rezervoarju lahko sklepamo o učinkovitosti mešanja (Balsari in sod., 2012).



Slika 3: Mešalna (Venturijeva) šoba na dnu rezervoarja  
Figure 3: Venturi nozzle on the bottom of the tank

#### 2.4.4 Rezervoar

Rezervoarji naprav za nanos FFS so izdelani iz materialov, ki so odporni na FFS (Žmavc, 2002). Večinoma so izdelani iz steklenih vlaken, polietilena ali nerjavečega jekla (Roettele in sod., 2011). Volumen rezervoarja mora biti za najmanj 5 % večji od deklariranega, zaradi morebitnega penjenja škropilne brozge. Rezervoar mora imeti vodostajno kazalo ali elektronski kazalec količine brozge v rezervoarju. Oblikovan mora biti tako, da se lahko v vodoravni legi popolnoma izprazni (Pevc in sod., 2008). Pri rezervoarjih večjih dimenzij, ki so izdelani iz steklenih vlaken, se pojavi težava predvsem pri mešanju, kadar se zaradi konstrukcijske stabilnosti uporablja notranje stene. Kljub temu vseeno uporabljajo steklena vlakna, tudi pri velikih rezervoarjih, saj se ta material lepo oblikuje in po drugi strani omogoča zaobljeno izdelavo – ni ostrih robov in vogalov. Zaradi te konstrukcijske značilnosti se vsebina lažje meša, rezervoar pa dobro očisti po končanem delu. Pri ostrih kotih se pogosto začnejo nabirati usedline, ker se le-ti težje čistijo. Podobno se dogaja npr. pri rezervoarjih pršilnikov, ki imajo pogosto skozi sredino speljano luknjo, skozi katero vodi pogon za ventilator. Površje notranjih sten mora biti gladko in ne sme zadrževati tekočine na sebi. Ta lastnost stene je bolj odvisna od kakovosti izdelave, kot pa od materiala samega (Roettele in sod., 2011).

#### 2.4.5 Praznjenje rezervoarja

Praznjenje rezervoarja mora omogočati popolno odstranitev ostankov pripravka, kadar je naprava v vodoravni legi. Omogočeno mora biti tako, da pri zbiranju ostanki ne pridejo v stik s človekom in z opremo, ki ni temu namenjena (SIST EN ISO 4254-6, 2009).

Nekatere naprave imajo to rešeno s tako imenovanim tri-potnim ventilom. Ta omogoča tri položaje in sicer popolnoma zaprto, kar omogoča npr. čiščenje filtra in druga dela na cevovodih ob polnem rezervoarju. Drugi položaj oz. delovni položaj se uporabi, kadar napravo na nanos FFS uporabljamo, tekočina teče iz rezervoarja v črpalko. Tretji položaj pa pomeni izpust ostankov (tistih, ki ostanejo v sistemu in jih črpalka ne more več potisniti skozi šobe zaradi prisotnosti zraka) iz naprave (Navodila ..., 2012).

Ocenjuje se, da je pri povprečni škropilnici ali pršilniku delež ostankov FFS razporejen sledeče: mešalni sistem 30 %, dno (karter) rezervoarja 20 %, povratni vod 30 %, ostale povezave 15 %, ob prečrpavanju v zunanjo posodo 5 %. Da so ti ostanki čim manjši, naj bi se tik pred koncem delovanja ugasnil hidravlični mešalni mehanizem, in s tem preprečil nenehno vračanje pripravka nazaj v rezervoar (Roettele in sod., 2011). Poleg tega, mora biti dno rezervoarja oblikovano tako, da črpalka izčrpa čim več tekočine, kolikor je tehnično mogoče. Poleg zapiranja mešalnega sistema, naj bi se ob prazni napravi zaprl tudi povratni vod, da voda za čiščenje teče samo skozi črpalko, regulator tlaka in proti šobam, brez vračanja v rezervoar (Roettele in sod., 2011). Tehnični ostanki škropiva smejo biti pri napravah z rezervoarji do 400 l prostornine največ 4 %, pri večjih rezervoarjih pa največ 3 % imenske prostornine rezervoarja (Pravilnik o pridobitvi ..., 1999).



Slika 4: Izpust iz rezervoarja z ventilom

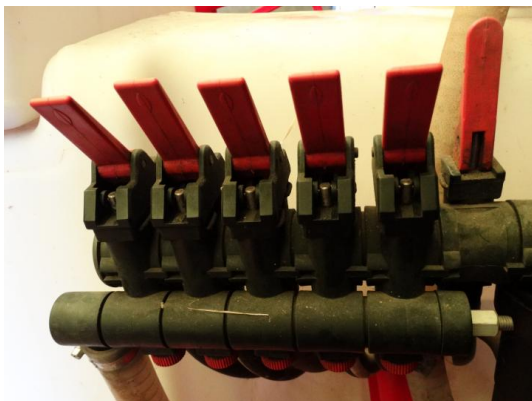
Figure 4: Release from the tank with valve

#### 2.4.6 Pipe in zasuni

Ti elementi omogočajo zapiranje oz. odpiranje in s tem regulirajo dovod tekočine do porabnikov. Pri starejših izvedbah so večinoma ročni, na novejših napravah pa so nameščeni tudi elektronski, celo z računalniško podporo. Ti ventili morajo biti dobro dostopni z voznikovega sedeža, zato je pogosto omogočeno, da se te ventile namesti v kabino (Pevec in sod., 2008). V tem primeru je še posebej dobrodošla elektronska izvedba, saj se veliko lažje v kabino namesti električne kable kot debele in trde cevi. Če imamo sodoben sistem, ki je voden preko GPS, nam lahko npr. avtomatsko zapira ali odpira dotok do šob na letvah, kadar le-te zaidejo izven ciljne površine (Roettele in sod., 2011).

Ventili so elementi, ki se pogosto premikajo, zato je pomembno njihovo redno vzdrževanje, predvsem mazanje po končanem delu. Drugače se lahko sprimejo tesnilni elementi, predvsem v mrtvi sezoni, in jih ob naslednji uporabi poškodujemo (Navodila ..., 2012).





Slika 5: Pipe in zasuni škropilnice  
Figure 5: Relief valves on the boom sprayer

### 2.4.7 Manometer

So naprave za merjenje tlaka, konkretno za merjenje delovnega tlaka škropilnice ali pršilnika. Za njih je značilno, da imajo glicerinsko polnjenje, kar preprečuje nihanje kazalca. Velikost prikazovalnega dela manometra mora biti v premeru najmanj 60 mm.. Skala mora imeti za škropilnice do oznake 5 barov razdelke po 0,2 bara. Za pršilnike pa mora imeti razdelke po 1 bar do oznake na skali 20 barov, nad 20 bari pa razdelke po 2 bara (Pevec in sod., 2008).

Manometri so dokaj občutljiva skupina elementov, ki skrbijo za pravilno delovanje oz. rokovanje z napravo. Declercq in sod. (2012) navajajo, da je v Belgiji prav okvarjenost ali druga neustreznost manometrov drug na seznamu napak, zaradi katerega se zavrnejo naprave pri tehničnih pregledih. Pregledajo celotno območje delovanja, ki je predvideno za neko napravo. Najprej se preveri delovanje manometra z referenčnim, ki se priklopi namesto šobe. Če se pokaže odstopanje za več kot 10 %, manometer odstranijo in priklopijo na testni manometer. Če je tudi tam preveliko odstopanje, zavrnejo celotno napravo (Declercq in sod., 2012).



Slika 6: Manometer  
Figure 6: Manometer

### 2.4.8 Cevi

Cevi so nameščene na ogrodje naprave in na škropilne letve pri škropilnicah. Njihova naloga je, da se po njih privede tekočina do mesta porabe. Pri škropilnicah uporabljajo gibke cevi, posebno na pregibnih delih škropilne letve. Ob stalnem delu, predvsem ob zlaganju in razpiranju škropilne letve ter tudi ob čiščenju, se lahko cevi poškodujejo. Zato je potrebno stanje spojev in cevi nenehno preverjati, kajti prav na teh elementih, če niso brezhibni se lahko zgodijo največje izgube in onesnaževanje okolja (Nošene ..., 2013).

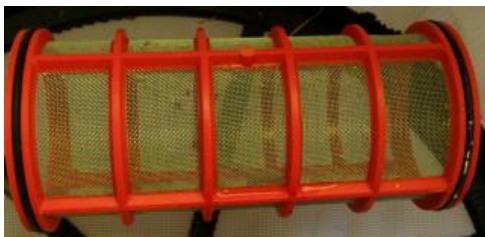


Slika 7: Cevi na škropilnih letvah  
Figure 7: Hoses on boom of sprayer

### 2.4.9 Filtri

Glavna naloga filtrov je, da prečistijo škropilno brozgo morebitnih trdnih delcev (nesnage) in s tem preprečijo mašenje šob. Okence mreže tlačnega filtra mora biti manjše kot najmanjši premer vrtine pri najmanjših šobah na škropilnici ali pršilniku. Gostota filtrov se označuje z ameriško mero M (Mesh), ki pomeni število niti na 1 colo (25,5 mm) (Pevac in sod., 2008). Nalivno sito je prvi in največji filter in služi grobi filtraciji. Sesalni filter je finejši in služi finejši filtraciji, medtem ko tlačni služi najfinejši filtraciji. Pri zamenjavi poškodovanih filtrskih vložkov je potrebno upoštevati ustrezno gostoto mrežice (Pevac in sod., 2008).

Tlačni filter mora biti nameščen pred manometrom, da dobimo res točen podatek o pritisku na šobah. Če je nameščen pred šobami, ne opazimo, da je morda delno zamašen in je pritisk na šobah nižji, in tako porabimo manj škropiva, kot smo načrtovali. Tlačni filter moramo pogosto čistiti, najbolje takoj po končanem škropljenju. Izpust iz filtra je povezan z rezervoarjem, da ne pride do razlitja škropilne brozge po tleh (Pevac in sod., 2008).



Slika 8: Filter  
Figure 8: Filter

#### 2.4.10 Šobe

Šobe so strojni element, ki omogočajo doziranje in oblikovanje izstopnega curka, večinoma raznih tekočin na različnih tehničnih področjih. Tekočina pride do šobe po cevi pod določenim tlakom in ker šoba predstavlja zožitev, se tudi z njo lahko uravnava pretok in hkrati oblikuje obliko curka. To se s pridom izkorišča pri napravah za nanos FFS, kjer šobe predstavljajo zelo pomemben element pri zagotavljanju kakovostnega nanosa pripravka na ciljno površino (Žmavc, 2002).

Obstajajo različni tipi šob, ki so namenjene specifični uporabi in nekateri avtorji ugotavljajo, da je potrebno dobro razmisliti, kateri tip bomo uporabili (Foque in Nuyttens, 2011). Na primer, različni tipi šob, uporabljeni na isti napravi, močno spremenijo pokritost listne ploskve tako z zgornje kot s spodnje strani. Poleg pokritosti se močno spremeni tudi absolutni nanos pripravka na listno površino (Foque in Nuyttens, 2011).

Poleg zagotavljanja kvalitetnega nanosa pripravka na ciljno površino, se pri napravah za nanos FFS pojavlja še ena težava in to je zanašanje sredstva izven območja nanosa oz. tako imenovani »drift«, na katerega imajo šobe tudi zelo velik vpliv. Tako so različni proizvajalci razvili šobe proti odnašanju, ki precej prispevajo k manjšemu zanašanju pripravka izven zelenega območja (Zhao in sod., 2014). Zhao in sod. (2014) na primer navajajo, da med vsemi testiranimi šobami proti odnašanju svoje delo najboljše opravijo Lechler šobe tipa AD120-02.

Ker je še vedno glavna naloga nanašanja FFS, da (večinoma) rastline zaščitimo, je pomembno, kako ob zagotavljanju okoljevarstva zagotoviti enako raven varstva rastlin. Pomislimo namreč lahko, da imajo šobe proti odnašanju slabši učinek nanosa. Tega se namreč bojijo še mnogi pridelovalci in odlašajo z uporabo anti-drift šob (Lešnik in sod., 2005). Lešnik in sod. (2005) pa ugotavljajo, da med standardnimi in antidriftnimi šobami na splošno ni bistvenih razlik v učinkovitosti pripravka, razen manjših izjem.



Slika 9: Šoba s pahljačastim curkom  
Figure 9: Flat fan nozzle

#### 2.4.11 Škropilne letve

Te se nahajajo na škropilnicah. So pomemben sestavni del, saj so na njih nameščene cevi in šobe. Naprave so lahko opremljene s trodelnimi ali večdelnimi letvami, odvisno od širine. Te naprave se najpogosteje uporabljajo za škropljenje nizkih posevkov (Žmavc, 2002). Škropilne letve morajo biti narejene tako, da so lahko nastavljive in da na nagnjenih terenih obdržijo enako oddaljenost od tal, ne glede na konfiguracijo terena. To ravnovesje je težje zagotoviti pri napravah, ki so širše od 12 m, zato se pri takih letvah pogosto na obeh koncih uporablja podporne drse, ki preprečujejo preveliko nihanje. Pri še večjih napravah, to je 15 m in več, pa mora biti uravnavanje rešeno paralelogramsko za ravne terene ali hidravlično za nagnjene terene. Običajno je sredinski del letve togo pritrjen na nosilno ogrodje, levi in desni krak pa sta z zglobi povezana na način, da se lahko odmikata v vodoravni smeri, da se ob morebitnem srečanju z oviro ne poškodujejo šobe ali škropilne letve. Poleg tega zglobi služijo tudi zato, da se letve lahko zložijo v transportni položaj. Škropilne letve morajo biti nastavljene tudi po višini, ki je običajno v območju med 30 in 120 cm, razmik med šobami pa 50 cm (Pevec in sod., 2008).



Zložene škropilne  
letve

Slika 10: Škropilne letve  
Figure 10: Boom of sprayer

#### 2.4.12 Protikapni mehanizem na šobah

To je mehanizem, ki preprečuje izcejanje oziroma kapljanje FFS iz šob po končanem delu, oziroma po zaprtju dovodnega ventila. S tem se je pripomoglo k manjšemu onesnaževanju okolja in izgubi FFS. Pri škropilnicah so ti mehanizmi pogosto grajeni na podlagi krogličnega, polkrogličnega ali membranskega zapirala. Po zaprtju dovoda tekočine pade tlak v vodu in vzmet zapre pretok tekočine k šobi (Pevec in sod., 2008). Dovoljeno kapanje je 2 ml/min (Pravilnik o pridobitvi ..., 1999). Vzmeti v teh sistemih so nastavljene na tlak 0,2 bara (Žmavc, 2002).



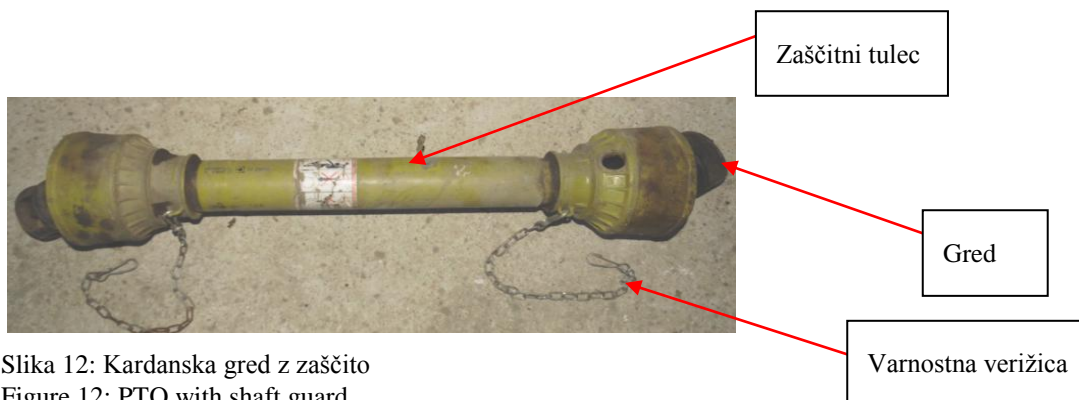
Slika 11: Membranski protikapni mehanizem  
Figure 11: Anti-drip valve with diaphragm

#### 2.4.13 Pogon naprave

Pogon večine naprav za nanos FFS, ki so priključene na traktor, se vrši preko kardanske gredi, ki povezuje pogonsko gred (na traktorju) in gnano gred (na priključku). Ker gredi nista soosni (v isti ravnini), se mora poleg gredi uporabiti tudi križne zglobe, ki omogočajo prenos vrtilnega momenta pod določenim kotom. Vmesna gred, ki povezuje dva križna zgloba, mora biti teleskopske izvedbe, da je omogočen vzdolžen pomik (npr. pri spuščanju ali dvigovanju naprave) (Mrhar, 1997).

Poleg tega mora biti kardanska gred zaščitena s plastičnimi tulci, ki se tudi teleskopsko gibajo. Tulec mora biti z verižico pripet na eni strani na stroj, na drugi strani pa na traktor, da se s tem prepreči vrtenje tulca (Žmavc, 2002).





Slika 12: Kardanska gred z zaščito  
Figure 12: PTO with shaft guard

#### 2.4.14 Puhalo pršilnika

Puhalo je pri večini pršilnikov izvedeno z aksialnim ter prečnim ventilatorjem. Naloga teh ventilatorjev je, da ustvarijo primeren zračni tok, s katerim se škropivo zanese v krošnje nasadov. Pršilniki z aksialnim ventilatorjem imajo navadno nalogo, da zagotovijo velike količine zraka, saj so zasnovani tako, da premenjajo celotno količino zraka v habitusu rastlin. Nudijo torej velike količine zraka, so pa zato hitrosti zraka manjše, celo samo 25 m/s. Pršilniki s prečnim ventilatorjem pa so konstruirani predvsem za zmanjševanje odnašanja kapljic. Prečni ventilator namreč dobavi veliko zraka z zelo izenačenim profilom hitrosti (Mrhar, 1997).



Slika 13: Puhalo z zaščitno mrežo na pršilniku  
Figure 13: Fan system with protective mesh on orchard sprayer

### 3 MATERIAL IN METODE

Tehnični pregledi naprav so se izvajali skladno s pravilnikom o pogojih in postopkih, ki jih morajo izpolnjevati in izvajati pooblaščen nadzorni organi za redno pregledovanje naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev (Pravilnik o pogojih ..., 2000, Pravilnik o spremembi pravilnika ..., 2002, Pravilnik o spremembah in dopolnitvi ..., 2005). Podrobnosti glede samega tehničnega postopka so opredeljene v omenjenih pravilnikih.

#### 3.1 LOKACIJA IN ČAS PREIZKUSA NAPRAVE ZA NANOS FFS

Za našo raziskavo so meritve potekale od leta 2004 do vključno leta 2013. Potekale so na skupno 86 lokacijah po jugovzhodni Sloveniji. Lokacije so zajemale območja, ki jih pokrivajo kmetijsko svetovalne službe in sicer KSS Trebnje, Novo mesto, Metlika, Črnomelj, Krško, Sevnica in Brežice. Tako se je pokrivalo območje od Trebnjega, Bele krajine, Novega mesta, Škocjana, Šentjerneja, Kostanjevica na Krki, Krškega, Brežic ter vse do Bizeljskega. Mikrolokacije (mesto pregleda) so se skozi leta spreminjale (zaradi različnih dogovorov pri lokalnih skupnostih), vendar to ni vplivalo na končni nabor naprav, ki so bile pregledane.

#### 3.2 SPLOŠNE ZNAČILNOSTI DELA

Na dogovorjeno mesto pregleda, ki je bilo običajno asfaltirana površina v kar se da vodoravni legi, so okoliški kmetje sami s svojimi traktorji pripeljali naprave za nanos FFS na pregled. Naprave so morale biti čiste, v rezervoarjih so morali imeti vsaj  $\frac{1}{2}$  čiste vode. Povprečen čas pregleda je bil 15 min na napravo, odvisno od njene velikosti, predvsem širine letev pri škropilnicah.

##### 3.2.1 Vrednotenje rezultatov

Pri tehničnih pregledih smo z merilnimi inštrumenti dobili različne tehnične podatke, ki so bili poleg vizualne ocene osnova za odločitev, ali je določen sklop v redu ali ne. V program SkropTest, s katerim smo vodili vse evidence, pa smo vnesli samo rubrike, kot so bodisi »v redu« bodisi »napaka« oziroma »popravljen«. Samih izmerjenih veličin, razen pretokov in tlakov, pa nismo vnašali v arhiv.

##### 3.2.1.1 Merilni inštrumenti in ostala oprema

- merilni kovček Herbst ROT-650/60/40/10
- merjenje pretoka črpalke
- merjenje delovnega tlaka in preverjanje manometra
- merilne menzure Herbst ED 16 ECO
- merilni elektronski voziček SprayerTest 1000
- brezžični usmernik Linksys

- računalnik IBM Lenovo R60
- lovilni bazen
- Aluminijske tračnice za voziček
- Postopek pregleda (tiskan protokol)

Pred priklopom naprave na merilne inštrumente se je predhodno opravil vizualni pregled naprave, ki je obsegal:

- tesnjenje naprave
- zunanja čistost (predvsem pršilnikov)
- zaščitenost kardanske gredi
- čistoča vode v rezervoarju
- odčitek številke nalepke prehodnega pregleda
- splošen izgled stanja naprave

### 3.3 TEHNIČNI PREGLED ŠKROPILNIC

Na škropilnicah smo pregledovali naslednje sklope: rezervoar, praznjenje, mešalni mehanizem, tlačni regulator, pipe in zasune, manometer, cevi, filtri, šobe, letve, protikapni mehanizem in pogon.

Vizualno oziroma brez uporabe merilnih inštrumentov smo pregledali naslednje sklope:

- rezervoar: tesnjenje, vidnost merilne skale, nalivna odprtina, druge poškodbe
- praznjenje: delovanje ventilov, tesnjenje, stanje filtra
- cevi: tesnjenje, pregibnost/stisnjenost, razpokanost
- filtri: čistost, poškodovanost
- letve: poškodovanost (zvitost), zložljivost
- pogon: zaščita kardanske gredi

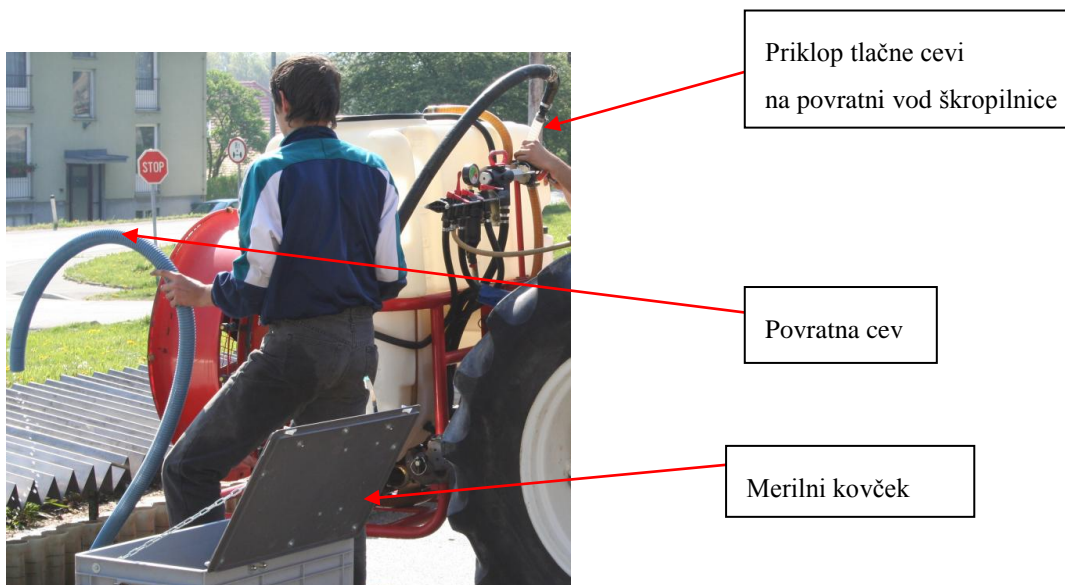
Z merilnimi napravami pa smo pregledali delovanje črpalk, manometrov, regulatorje tlaka in pretoka ter prečni nanos škropilne brozge (šobe).

#### 3.3.1 Črpalka in manometer

Napravi smo, v kolikor ni imela za to namenjenega priklopa, na cev povratnega voda priklopili vstopno cev merilnega kovčka (Herbst ROT-650/60/40/10) na način, da je spoj prenesel delovni tlak. Izstopno cev merilnega kovčka smo vstavili v rezervoar naprave. Glavni tlačni ventil naprave se je razbremenil, zaprli so se vsi ostali razvodni ventili. Stranka (traktorist) je bil pozvan k vklopu naprave z zahtevo, da je vrtilna frekvenca kardanske gredi



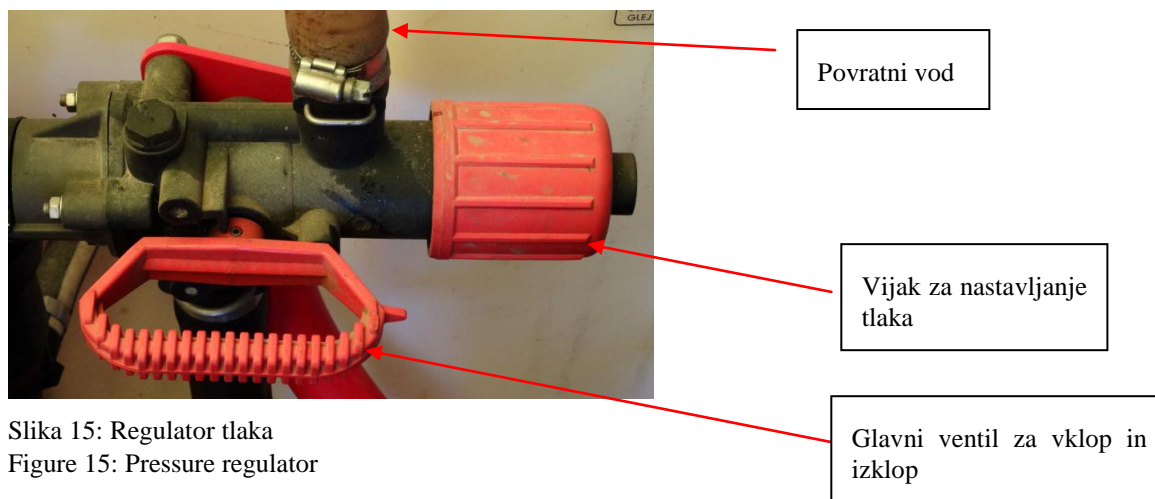
540 o/min. V merilnem kovčku smo nato odčitali pretok črpalke pri 0 barih, nato se je postopoma naravnalo tlačni ventil do tlaka 5 barov. V tej stopnji se je odčitalo pretok črpalke pri 5 barih in preverilo manometer na napravi, ali kaže pravilno. Po končanih meritvah smo ustavili napravo in odklopili merilne inštrumente.



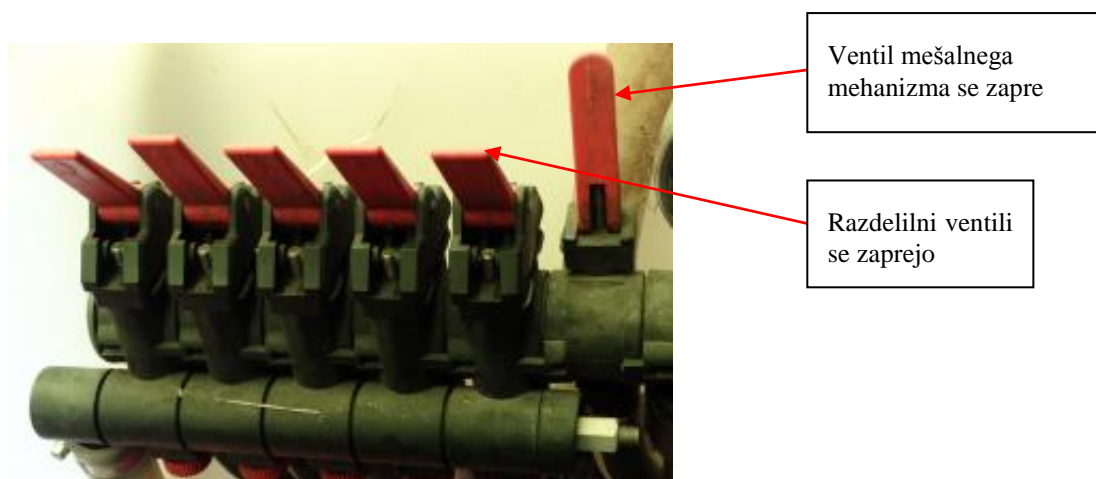
Slika 14: Priklop merilnega kovčka na škropilnico  
Figure 14: Test bench connection on orchard or boom sprayer

### 3.3.2 Regulator pretoka in tlaka, razdelilni ventili

Po končanih prvih meritvah smo napravo pripravili na naslednje meritve. Pod nizkimi obrati kardanske gredi smo preverili delovanje tlačnega regulatorja tako, da smo nastavili delovni tlak na 3 bare, pri zaprtih razdelilnih ventilih. V kolikor se je v tej fazi pokazalo škropljenje skozi katere od šob, smo posumili o delovanju razdelilnih ventilov. Po končani preverbi, smo napravo napotili na napravo za preverjanje prečnega nanosa FFS (Sprayertest 1000).



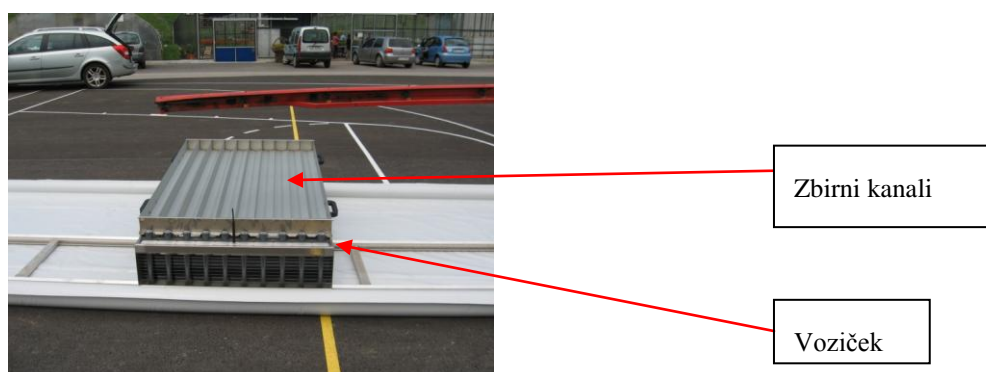
Slika 15: Regulator tlaka  
Figure 15: Pressure regulator



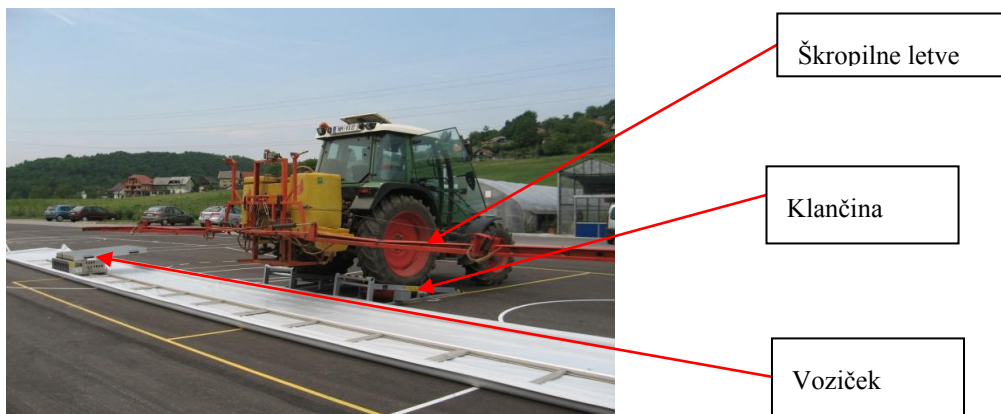
Slika 16: Razdelilna enota z ventili  
Figure 16: Boom valve unit

### 3.3.3 Prečni nanos, šobe

Sprayer Test 1000 je naprava (voziček), ki se med merjenjem pomika pod škropilnimi letvami oziroma šobami. Traktorist zapelje traktor na posebno klančino (s tem se še dodatno dvigne od tal), da so lahko škropilne letve dovolj oddaljene od zbirnih kanalov tekočine iz šob (strehe), to je 0,5 m. Ob meritvi so vklopljene vse šobe, delovni tlak je nastavljen na 3 bare, voziček pa se prečno glede na škropilne letve pomika za 1 m. S tem ponazorimo razmere na polju. Meritev se začne na referenčni točki, ki jo določi preglednik glede na širino naprave, to je navadno skrajno desna šoba, če gledamo traktor (škropilnico) od zadaj. Po opravljeni meritvi se pomakne na naslednjo točko, kjer spet opravi meritev in tako naprej do skrajne točke, ki jo določi preglednik, navadno je to skrajna šoba na drugi strani letve glede na začetno šobo. Naprava je vodena brezžično preko WiFi povezave in z ustreznim programom. Poleg tega pošilja tudi izmerjene podatke brezžično ob vsaki meritvi v računalnik, kjer se nato računalniško obdelajo in prikažejo, lastniku pa izpiše meritve. Na končnem izvidu je moč videti odstopanje posameznih šob ter izračunano porabo škropilne brozge (l/ha) pri določeni delovni hitrosti škropilnice.



Slika 17: Merilni voziček SprayerTest 1000 za ugotavljanje prečnega nanosa FFS  
Figure 17: Measuring vehicle SprayerTest 1000 for cross application measuring



Slika 18: Postavitev traktorja s škropilnico na klančino za merjenje prečnega nanosa (voziček na končni točki)  
Figure 18: Tractor and sprayer adopting system for measuring the cross application (the vehicle is at end point)



Slika 19: Primer prikaza meritev prečnega nanosa  
Figure 19: An example of boom sprayer cross application

### 3.3.4 Končanje pregleda

V kolikor so vsi sklopi na napravi delovali, je lastnik prejel potrdilo, preglednik pa je na napravo namestil nalepko, kjer sta bila razvidna tudi datum in leto veljavnosti. V kolikor naprava ni ustrezala vsem kriterijem, smo jo zavrnil, lastniku pa naročili, da napako odpravi.

## 3.4 TEHNIČNI PREGLED PRŠILNIKA

V določenih delih je tehnični pregled pršilnika enak kot pri škropilnici, v določenih pa bistveno drugače. Pregledovalo se je iste sklope kot so: rezervoar, praznjenje, mešalni

mehanizem, tlačni regulator, pipe in zasune, manometer, cevi, filtri, šobe, protikapni mehanizem in pogon ter puhalo.

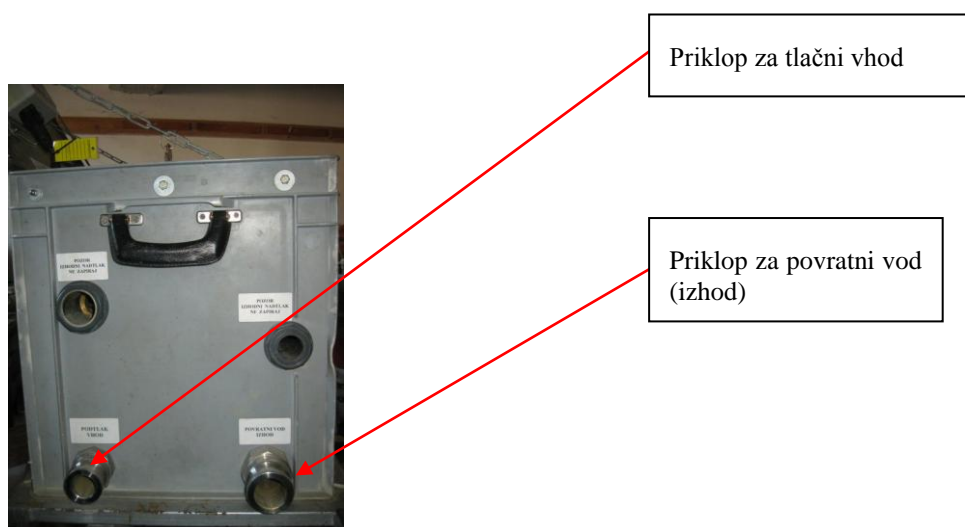
Vizualno oziroma brez uporabe merilnih inštrumentov smo pregledali naslednje sklope:

- rezervoar: tesnjenje, vidnost merilne skale, nalivna odprtina, druge poškodbe
- praznjenje: delovanje ventilov, tesnjenje, stanje filtra
- cevi: tesnjenje, pregibnost/stisnjenost, razpokanost
- filtri: čistost, poškodovanost
- puhalo: ležaji, zaščita
- pogon: zaščita kardanske gredi

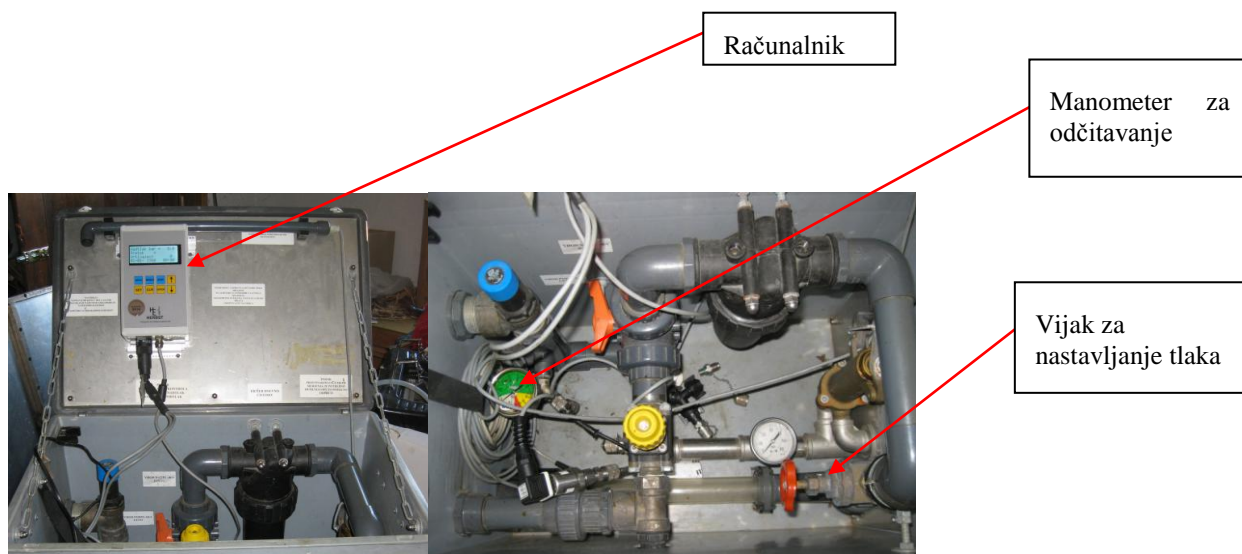
Z merilnimi napravami pa se je pregledalo: črpalko in manometer, regulatorje pretoka in tlaka z razdelilnimi ventili ter šobe.

### 3.4.1 Črpalka in manometer

Na pršilnik smo, v kolikor ni imel za to namenjenega priklopa, na cev povratnega voda priklopila vstopna cev merilnega kovčka (Herbst ROT-650/60/40/10) tako, da je spoj merilnika in cevi vzdržal delovni tlak. Izstopna cev merilnega kovčka smo vstavili v rezervoar naprave. Glavni tlačni ventil naprave se je razbremenil, zaprli so se vsi ostali razvodni ventili. Stranka (traktorist) je bil pozvan k vklopu naprave z zahtevo, da je vrtilna frekvenca kardanske gredi 540 o/min. V merilnem kovčku smo nato odčitali pretok črpalke pri 0 barih, nato smo postopoma naravnali tlačni ventil do 10 barov (oziroma koliko je dopuščal spoj). Na tej stopnji smo odčitali pretok črpalke pri 10 barih in preverili manometer na napravi, ali kaže pravilno. Po končanih meritvah smo ustavili napravo in odklopili merilne inštrumente.



Slika 20: Merilni kovček Herbst ROT-650/60/40/10  
Figure 20: Measuring case Herbst ROT-650/60/40/10



Slika 21: Notranjost merilnega kovčka  
Figure 21: Inner of test bench

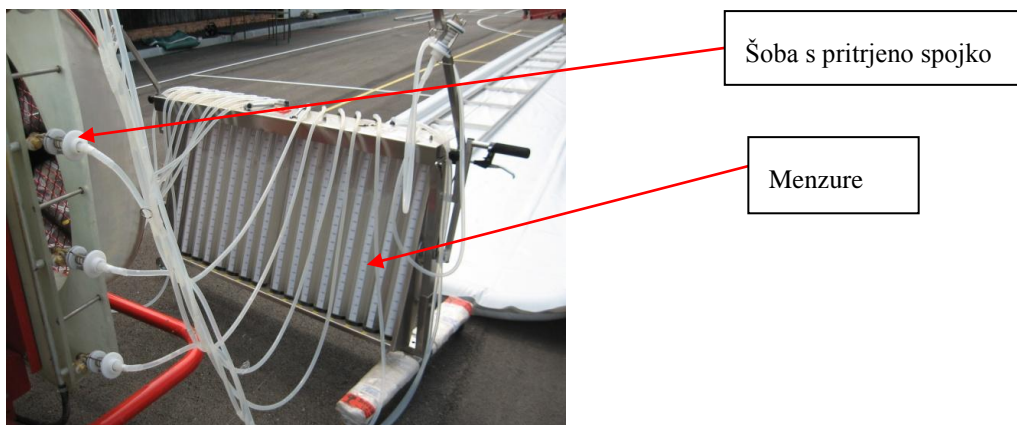
### 3.4.2 Regulator pretoka in tlaka, razdelilni ventili

Po končanih prvih meritvah smo napravo pripravili na naslednje meritve. Pod nizkimi obrati kardanske gredi smo preverili delovanje tlačnega regulatorja tako, da smo nastavili delovni tlak na 5 barov, pri zaprtih razdelilnih ventilih. V kolikor se je pri tem postopku pokazalo škropljenje skozi katero od šob, smo podvomili o delovanju razdelilnih ventilov. Po končanem pregledu, smo napravo napotili na napravo za preverjanje delovanja šob.

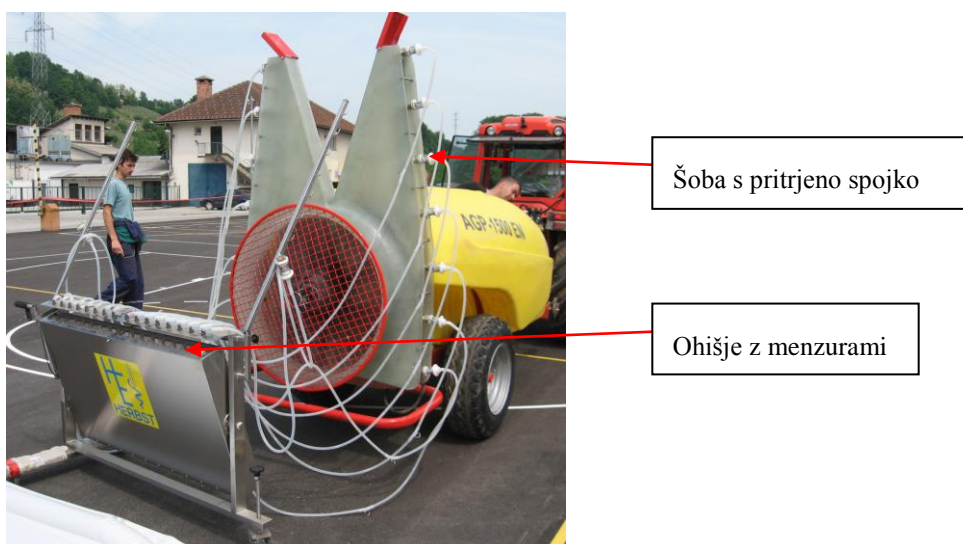
### 3.4.3 Šobe

Delovanje šob smo pri pršilnikih merili z uporabo menzur. S posebnimi nastavki smo na posamezno šobo priklopili cev, ki je speljana v menzuro. Vsaka šoba tako dobi svoj priklop in menzuro. Ko so bile vse šobe priklopljene, smo vključili napravo in tlačni regulator nastavili na 10 barov. Nato so se odprli razvodni ventili in tekočina je stekla po ceveh v menzuro. Ob tem se je meril tudi čas od odprtja do zaprtja razvodnih ventilov, da smo dobili podatke o pretoku. Ventili so se zaprli, ko je dosegel nivo tekočine v menzurah okoli 1,5 l. Če so pretoki ustrezali imenskemu pretoku šob in med menzurami ni bilo prevelikih odstopanj, smo končali s pregledom naprave.





Slika 22: Preizkus pretoka šob pri pršilnikih  
Figure 22: Nozzle test bench for orchard sprayer



Slika 23: Naprava za meritev pretoka šob na pršilnikih  
Figure 23: Test bench for nozzle flow rate measure on orchard sprayer

### 3.5 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Podatke smo statistično obdelali v programu R, različica 3.0.2. Za analizo povezanosti med deležem napak in leti smo uporabili regresijske modele –linearne mešane modele. Stopnja tveganja je bila 5 %.

## 4 REZULTATI

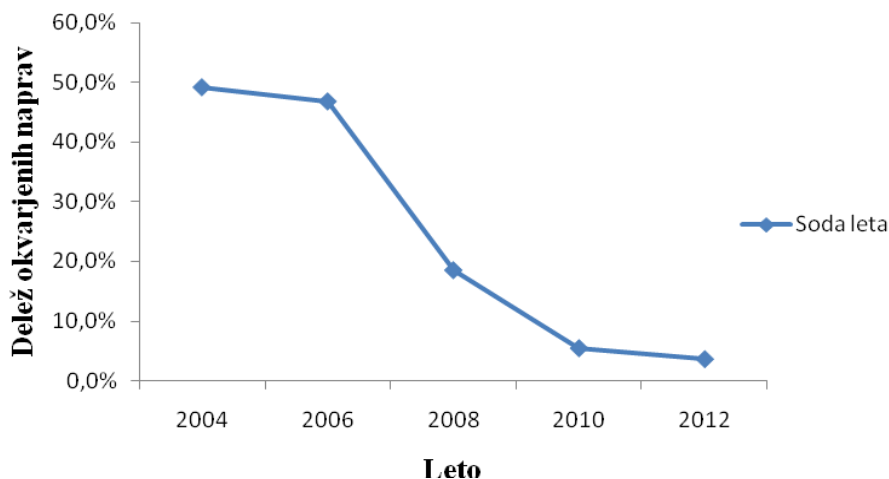
### 4.1 TEHNIČNO STANJE VSEH NAPRAV (PRŠILNIKI IN ŠKROPILNICE SKUPAJ)

Tehnično stanje naprav se je spreminjalo skozi leta, vrednosti smo prikazali v preglednici (tabela 1).

Preglednica 1: Podatki o pregledanih napravah (škropilnice in pršilniki skupaj) v posameznem letu  
Table 1: Data of tested devices (boom and orchard sprayers) in a particular year

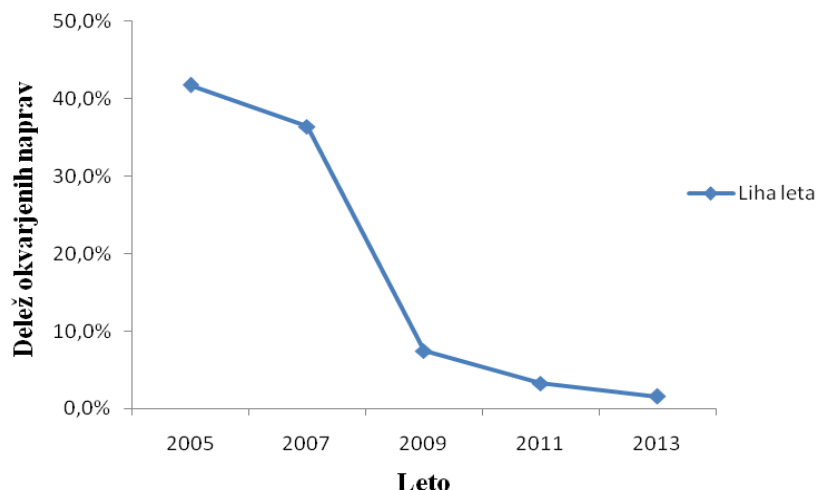
Leto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Št. pregledanih	1440	2037	799	1419	1012	2006	1013	1939	1056	1823
Št okvarjenih	708	851	374	517	188	150	56	63	39	29
Delež okvarjenih	49,2%	41,8%	46,8%	36,4%	18,6%	7,5%	5,5%	3,2%	3,7%	1,6%

Vsaka naprava je bila pregledana vsako drugo leto, zato bomo prikazali ločeno soda in liha leta, ter oboje skupaj. Ena napaka pomeni eno okvarjeno napravo, četudi je imela okvarjenih več sklopov. Slika 24 prikazuje, kako so se napake (okvarjene naprave), gledane celotno za vse naprave skupaj, zmanjševale po sodih letih, slika 25 pa prikazuje, kako so se napake zmanjševale v lihih letih.



Slika 24: Delež okvarjenih naprav za obe vrsti naprav v posameznem letu – soda leta

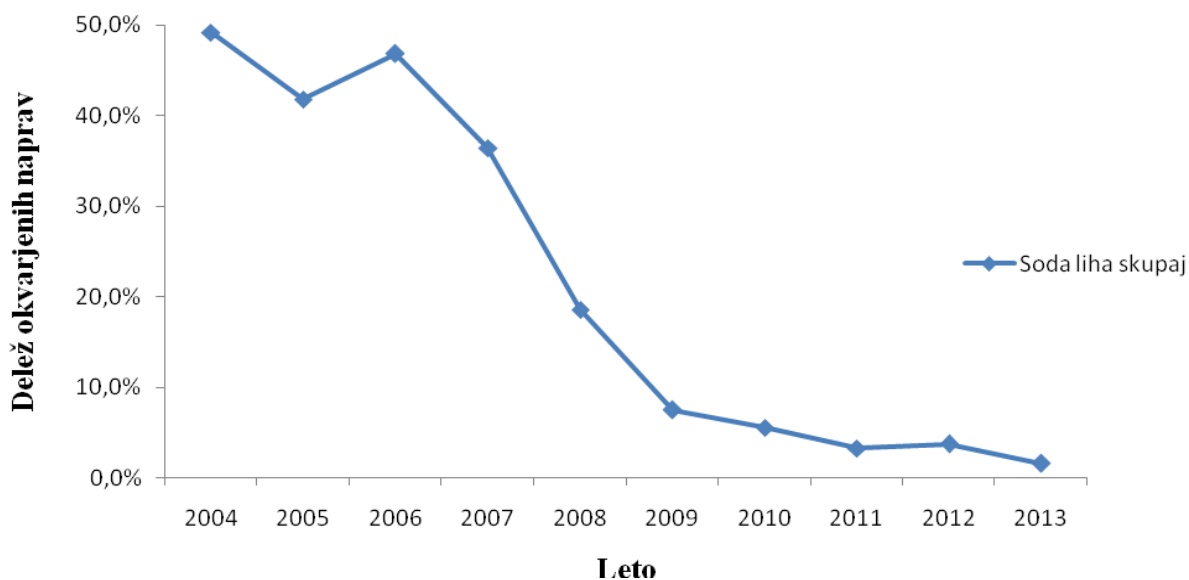
Figure 24: Share of defected machines in a particular year for both types of machines – even years



Slika 25: Delež okvarjenih naprav za obe vrsti naprav v posameznem letu – liha leta

Figure 25: Share of defected machines in a particular year for both types of machines – odd years

Ker gre vsako leto za enake naprave, lahko vse skupaj pokažemo na enem grafu (slika 26).



Slika 26: Delež okvarjenih naprav za obe vrsti naprav v posameznem letu

Figure 26: Share of defected machines in a particular year for both types of machines

Na sliki 26 lahko vidimo, da se je delež napak vsako leto manjšal, razen v letu 2006, ko je prišlo do rahlega povečanja. Največji upad beležimo od leta 2004, ko je delež napak največji, do leta 2009, ko je delež napak pod 10 %. Do leta 2013 se je delež napak še zmanjševal, vendar ne v taki meri, kot v prvem obdobju.



#### 4.1.1 Tehnično stanje škropilnic

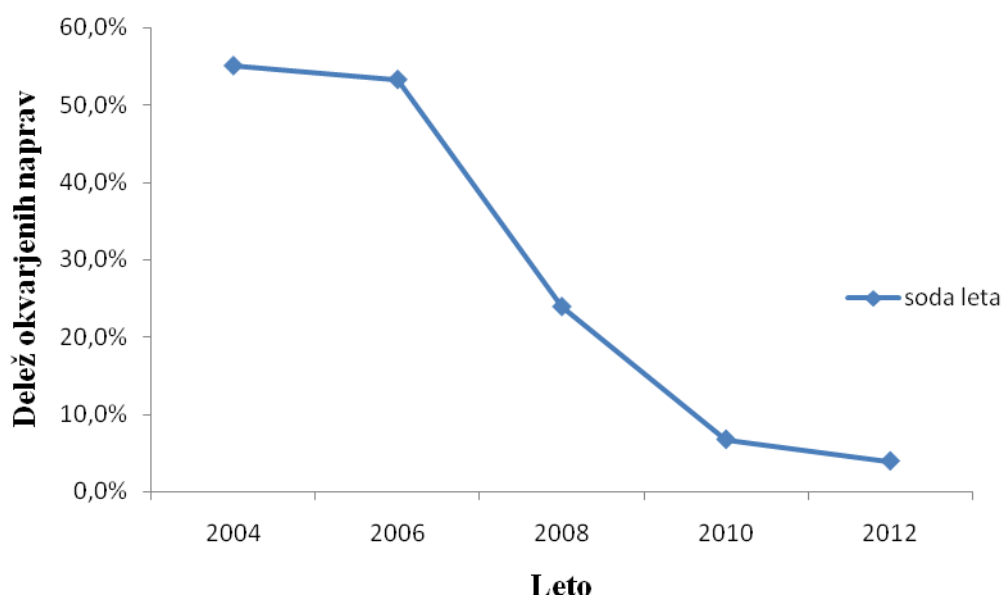
Podatke o spremembah tehničnega stanja škropilnic smo prikazali v spodnji preglednici (preglednica 2).

Preglednica 2: Podatki o pregledanih napravah (škropilnice) v posameznem letu

Table 2: Data of tested devices (boom sprayers) in a particular year

Leto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Št. pregledanih	1080	1504	594	1085	713	1461	719	1381	722	1287
Št okvarjenih	594	731	316	472	170	132	48	56	28	23
Delež okvarjenih	55,0%	48,6%	53,2%	43,5%	23,8%	9,0%	6,7%	4,1%	3,9%	1,8%

Slika 27 prikazuje, kako se je delež okvarjenih naprav zmanjševal po sodih letih.

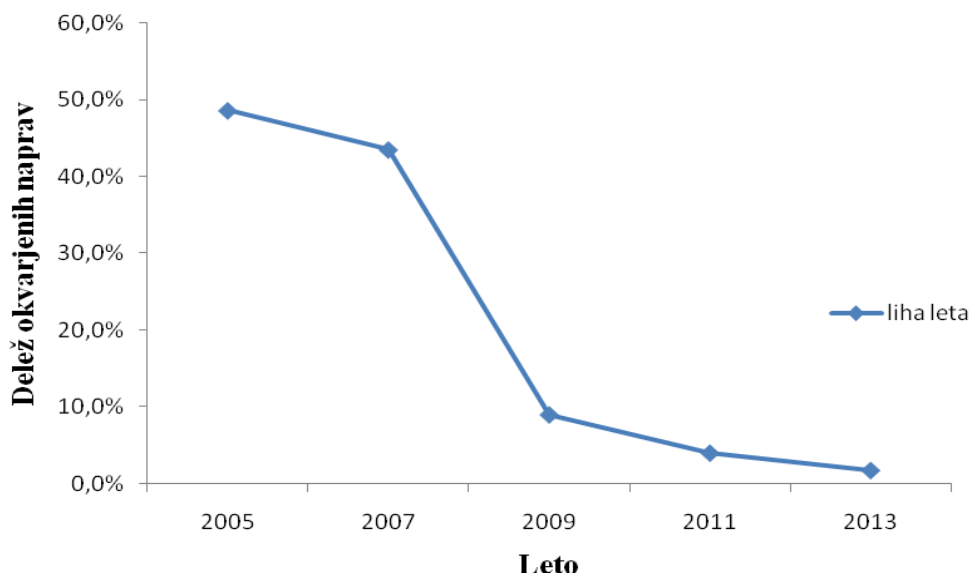


Slika 27: Delež okvarjenih naprav v posameznem letu – soda leta

Figure 27: Share of defected boom sprayers in a particular year – even years

V letih 2004 in 2006 je bil delež napak nad 50%, nato pa je strmo padel, v letu 2010 in 2012 pod 10 %.

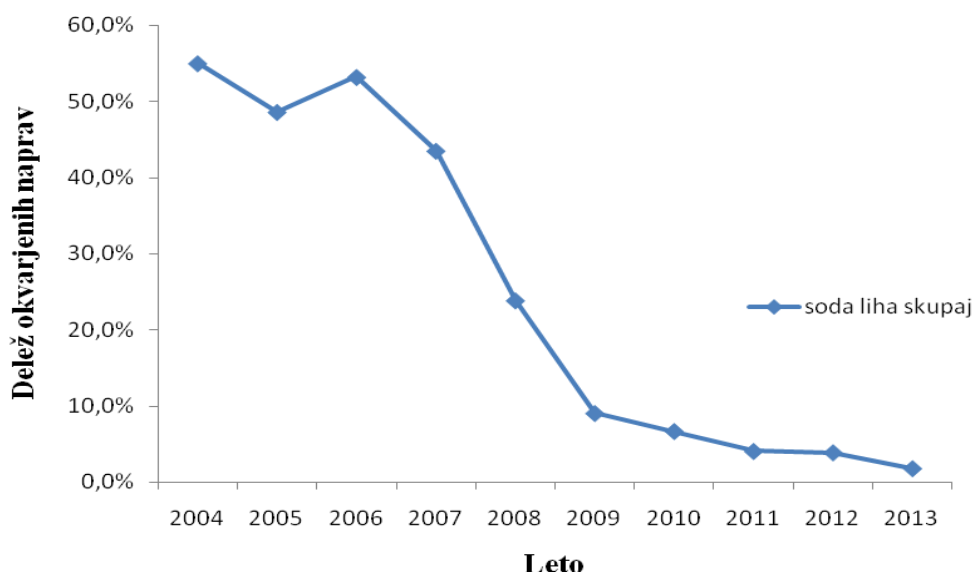
Slika 28 prikazuje, kako se je delež okvarjenih naprav zmanjševal po lihih letih.



Slika 28: Delež okvarjenih naprav v posameznem letu – liha leta  
Figure 28: Share of defected boom sprayers in a particular year – odd years

V lihih letih je bil delež napak na začetku pod 50 %, v letu 2007 okoli 45 %, nato pa strmo pade na 10 % in manj v letih 2009, 2011 in 2013.

Ker gre vsako leto za enake naprave, lahko vse skupaj pokažemo na enem grafu (slika 29).



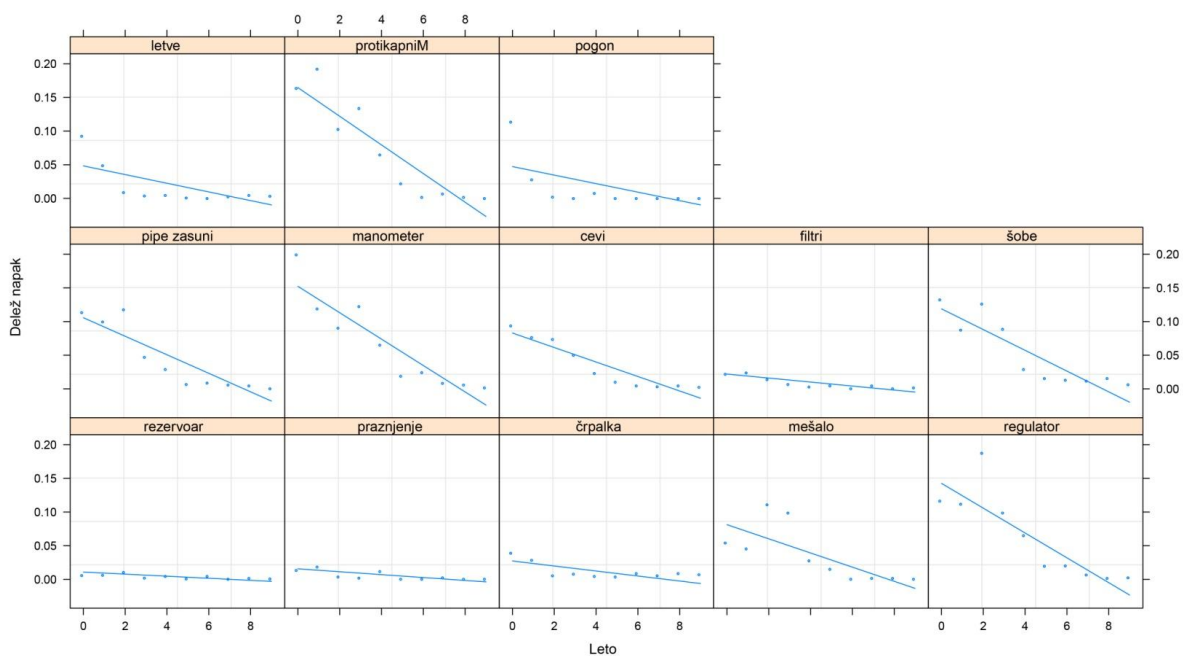
Slika 29: Delež okvarjenih naprav v posameznem letu  
Figure 29: Share of defected boom sprayers in a particular year

Predvidevali smo, da se je delež napak v 10 letnem obdobju zmanjšal. Analizo smo naredili na podatkih za posamezne sklope na škropilnici.

Preglednica 3: Rezultati linearnega mešanega modela na podatkih za posamezne sklope - škropilnice  
Table 3: Results of linear mixed model on data for each part of sprayer- boom sprayers

	Koeficient	St. napaka	df	t	p-vrednost
Presečišče	0,079	0,016	116	4,863	0,0000
Leto	-0,010	0,002	116	-4,895	0,0000

Ocena koeficienta je negativna in statistično značilna kar nakazuje, da se delež napak z leti zmanjšuje.



Slika 30: Delež napak za posamezen sklop v odvisnosti od leta - število 0 na abscisni osi ponazarja začetno leto 2004

Figure 30: Share of defects for each part of sprayer dependig on year – mark 0 means year 2004

Na sliki 30 lahko vidimo, kako se je delež okvar pri vseh sklopih z leti zmanjševal. Pri nekaterih so razlike minimalne, pri drugih pa so bistveno večje.

#### 4.1.2 Tehnično stanje posameznih sklopov – škropilnice

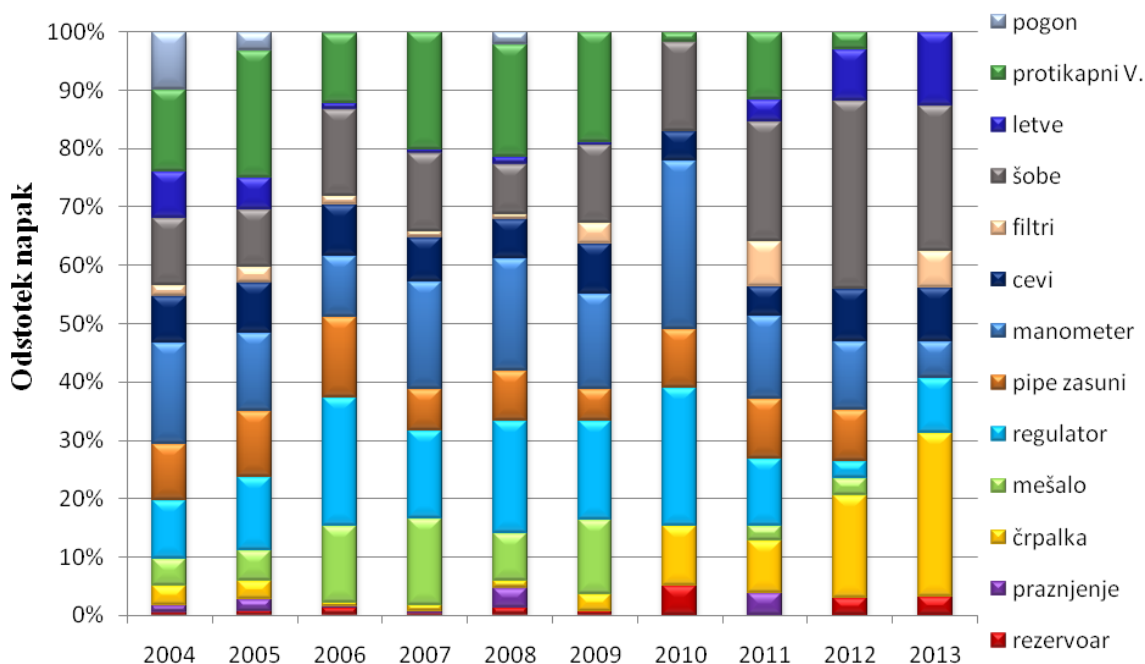
Tehnično stanje posameznih sklopov na škropilnicah smo prikazali v spodnji preglednici (preglednica 4).

Preglednica 4: Podatki o okvarah na sklopih v posameznem letu

Table 4: Data of damaged parts of sprayer in a particular year

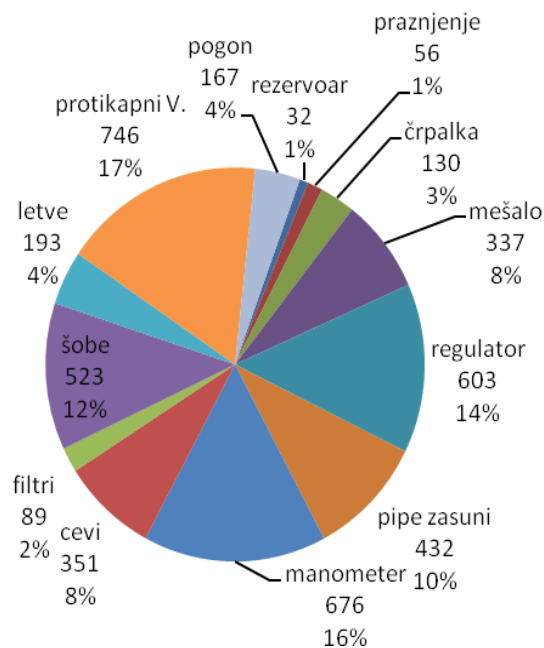
leto	št. naprav	Število okvar												
		rezervoar	praznjenje	črpalka	mešalo	regulator	pipe zasuni	manometer	cevi	filtri	šobe	letve	protikapni ventil	pogon
2004	1060	6	14	41	57	123	120	211	99	23	140	98	173	120
2005	1480	9	27	42	67	165	147	176	113	35	129	72	284	41
2006	587	6	2	3	65	110	69	53	43	8	74	5	60	1
2007	1064	2	2	8	105	105	50	130	53	7	94	4	142	0
2008	695	3	8	3	19	45	20	45	16	2	20	3	45	5
2009	1430	1	0	5	21	28	9	27	14	6	22	1	31	0
2010	705	3	0	6	0	14	6	17	3	0	9	0	1	0
2011	1366	0	3	7	2	9	8	11	4	6	16	3	9	0
2012	709	1	0	6	1	1	3	4	3	0	11	3	1	0
2013	1278	1	0	9	0	3	0	2	3	2	8	4	0	0

Ker je tehnična brezhibnost naprave odvisna od posameznega sklopa, smo analizirali vsak sklop posebej. Ker se je v prehodnih poglavjih pokazalo, da lahko podatke za soda in liha leta prikažemo skupaj, bomo vsak sklop prikazali samo na enem skupnem grafu. Slika 31 prikazuje, v kolikšnem deležu okvar je bil prisoten posamezen sklop glede na leto, gledano glede na število vseh okvar v določenem letu.



Slika 31: Delež okvar za posamezen sklop glede na leto  
Figure 31: Proportion of defects for each component per year

S slike 31 lahko razberemo, da so bili posamezni sklopi v posameznem letu različno zastopani glede okvar. Na sliki 32 pa vidimo, kako so napake po sklopih zastopane za celotno obdobje.

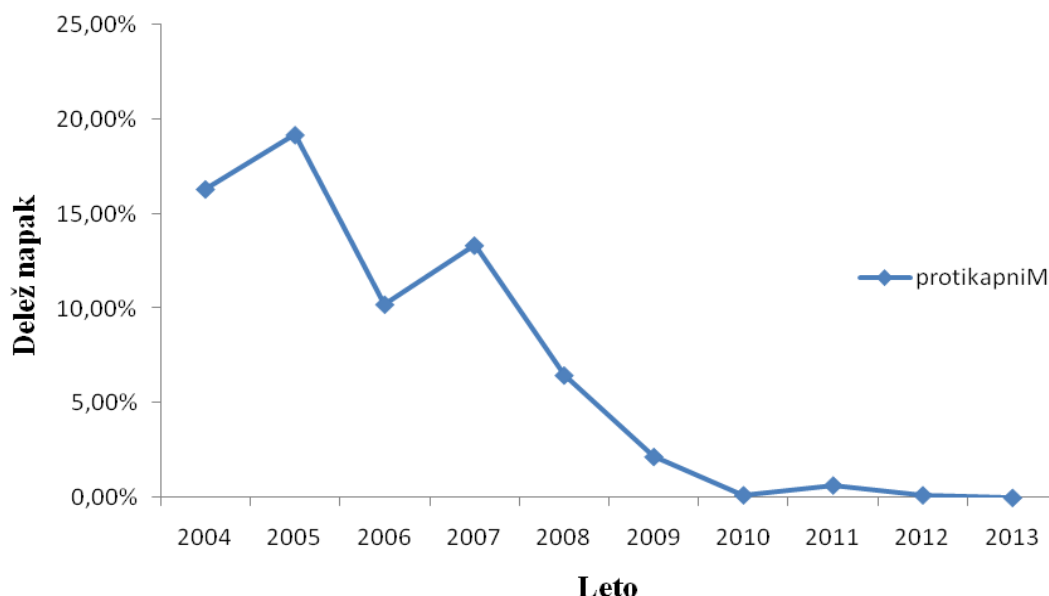


Slika 32: Delež okvar za posamezen sklop glede na celotno obdobje.  
Figure 32: Proportion of defects for each component for whole period

V nadaljevanju pa bomo pogledali, kakšni so bili deleži okvarjenih sklopov glede na število pregledanih naprav.

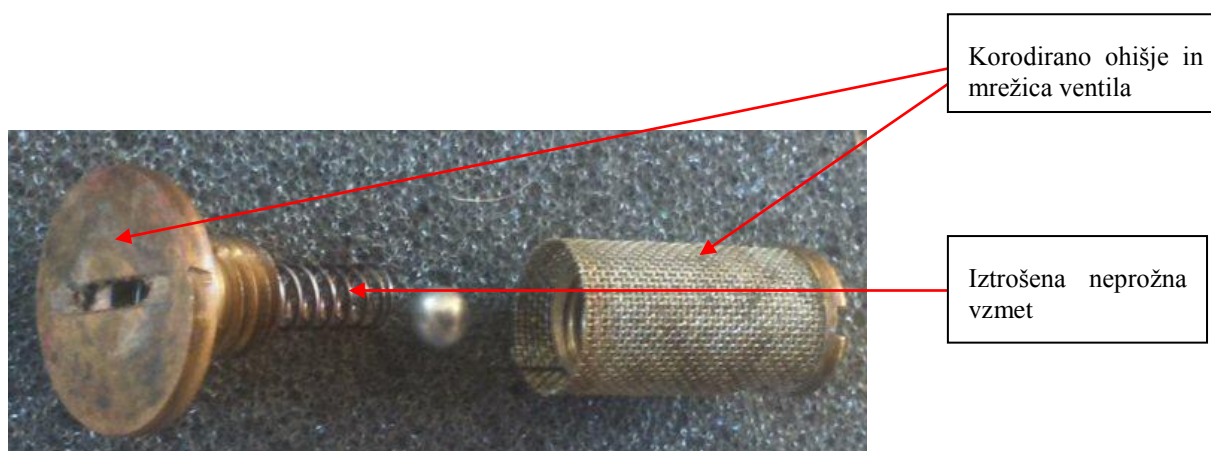
#### 4.1.2.1 Protikapni mehanizmi škropilnic

Največ napak je bilo pri protikapnih mehanizmih na šobah, to je 17 % vseh napak (slika 32). Na sliki 33 pa vidimo, kako se je delež napak spreminjal po letih glede na število pregledanih naprav.



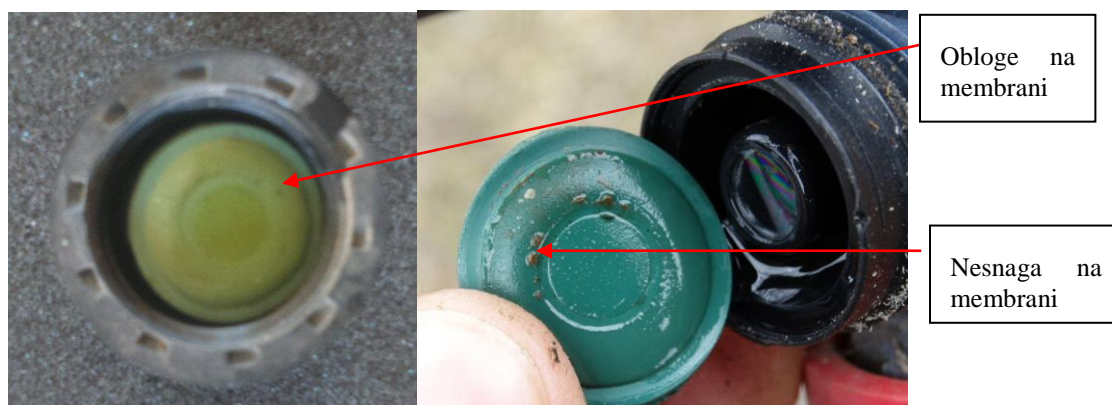
Slika 33: Delež napak na protikapnih ventilih, nameščenih v šobah v posameznem letu  
Figure 33: Share of defects on anti-drip system fixed in nozzles in a particular year

S slike 33 lahko vidimo, da je bilo med leti 2004 do 2007 16,3 – 19,2% napak na protikapnih mehanizmih, v letu 2008 pa pod 10%. Po letu 2009 pa delež napak pade na praktično ničelno raven.



Slika 34: Neustrezen protikapni mehanizem – ventilski  
Figure 34: Inappropriate anti drip – valve type

Na ustju ventilskega vložka se vidi korozija, ki se lušči in posledično povzroča težave pri tesnjenju. Na kovinski kroglici so obloge, ki tudi ovirajo tesnjenje (slika 34).

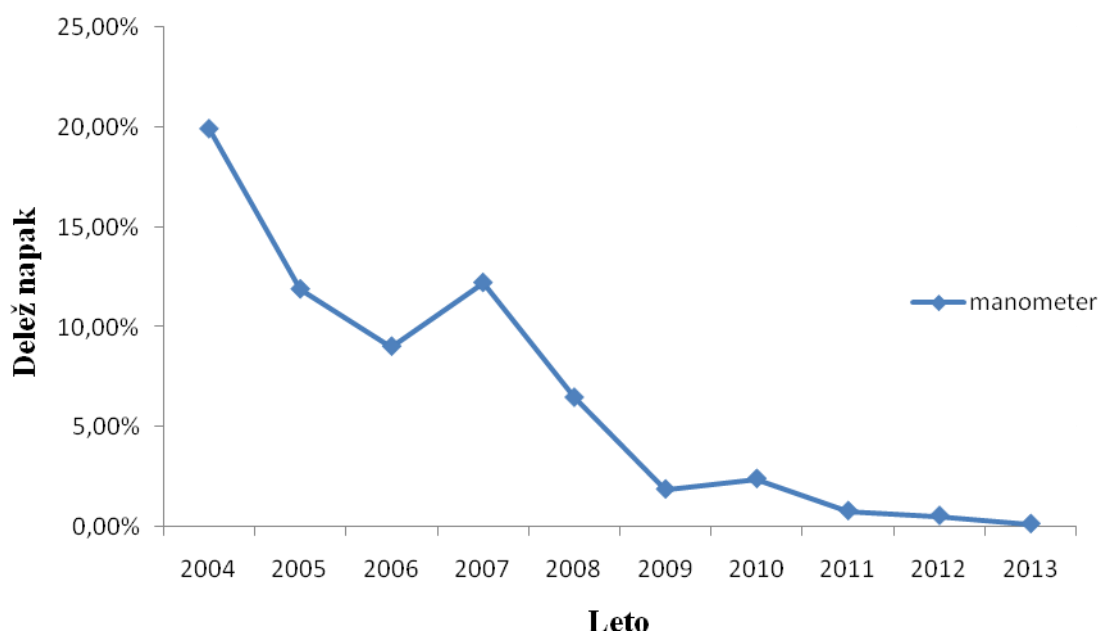


Slika 35: Protikapna membrana z oblogami (levo) in nesnago (desno)  
Figure 35: Anti-drip membrane with coverings (left) and dust (right)

Na membranah membranskega ventila so vidne obloge in smeti, ki ovirajo tesnjenje in povzročajo kapljanje iz šob (slika 35).

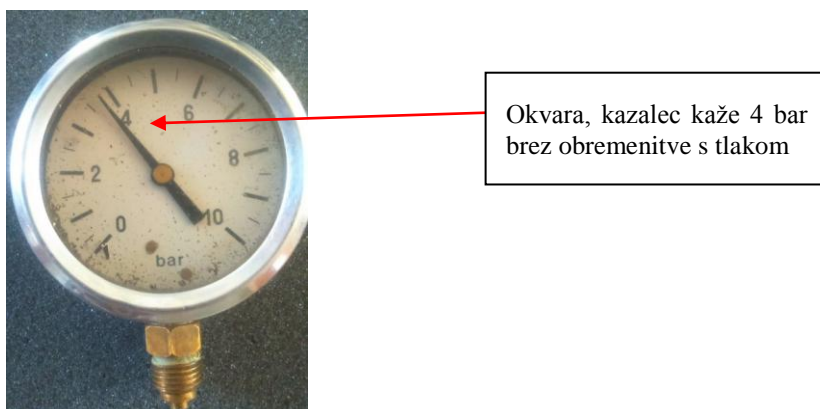
#### 4.1.2.2 Manometri škropilnic

Glede na delež okvar, so bili na drugem mestu manometri.



Slika 36: Delež napak na manometrih škropilnic v posameznem letu  
Figure 36: Share of defects on manometers of boom sprayers in a particular year

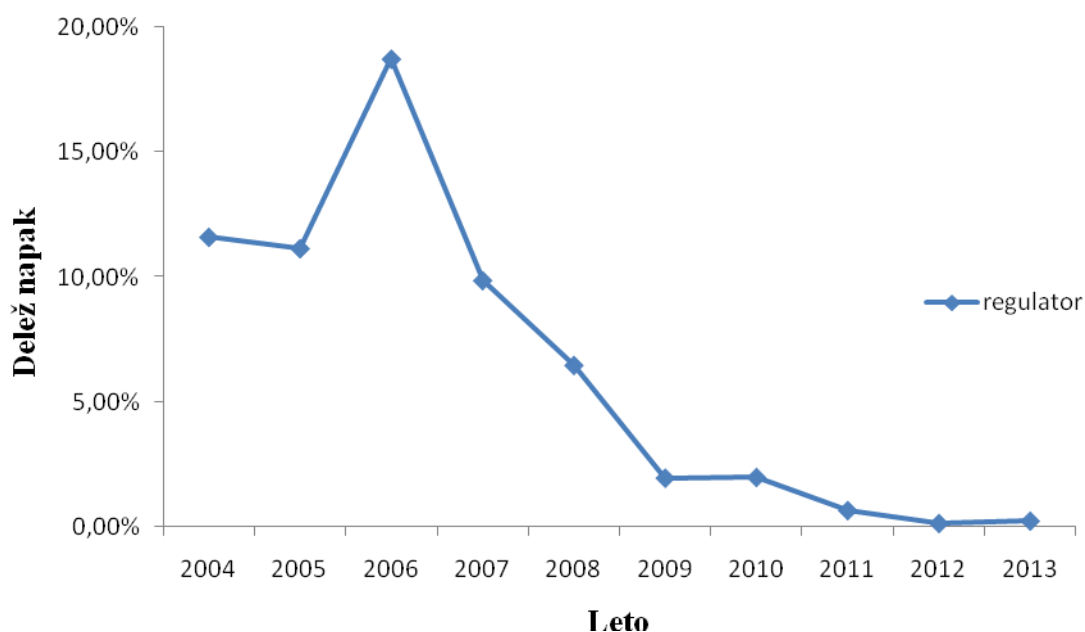
S slike 36 lahko vidimo, da je bil v letu 2004 delež okvarjenih manometrov 19,9 %, v 2005 pa 11,9 %, v letih 2006 in 2008 med 6,5 – 12,2 %, po letu 2008 pa je bil delež pod 3 %.



Slika 37: Manometer s poškodovano Bourdonovo cevjo in brez olja  
Figure 37: Mannometer with damaged Bourdon tube and oil abscence

#### 4.1.2.3 Regulatorji tlaka škroplilnic

Zelo občutljiv tehnični sklop, ki je pomemben za kakovostno delovanja naprave.



Slika 38: Delež okvarjenih regulatorjev tlaka v posameznem letu  
Figure 38: Share of defected boom sprayer pressure regulators in a particular year

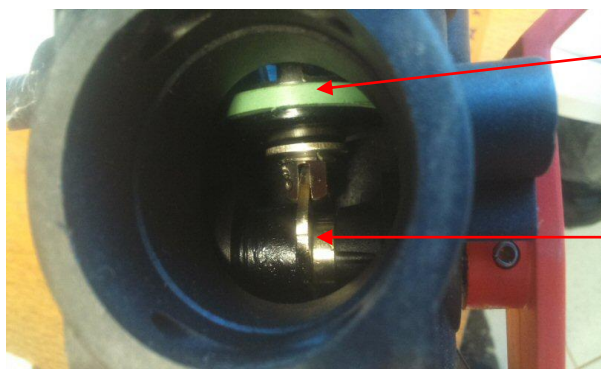
S slike 38 lahko vidimo, da je bilo med leti 2004 in 2005 okvarjenih dobrih 11 % regulatorjev tlaka, v letu 2006 pa 18,7 %. Po letu 2008 pa je ta delež padel pod 2 %.





Zlomljena ročka

Slika 39: Zlomljena ročka za vklop in izklop  
Figure 39: Broken on-off handle



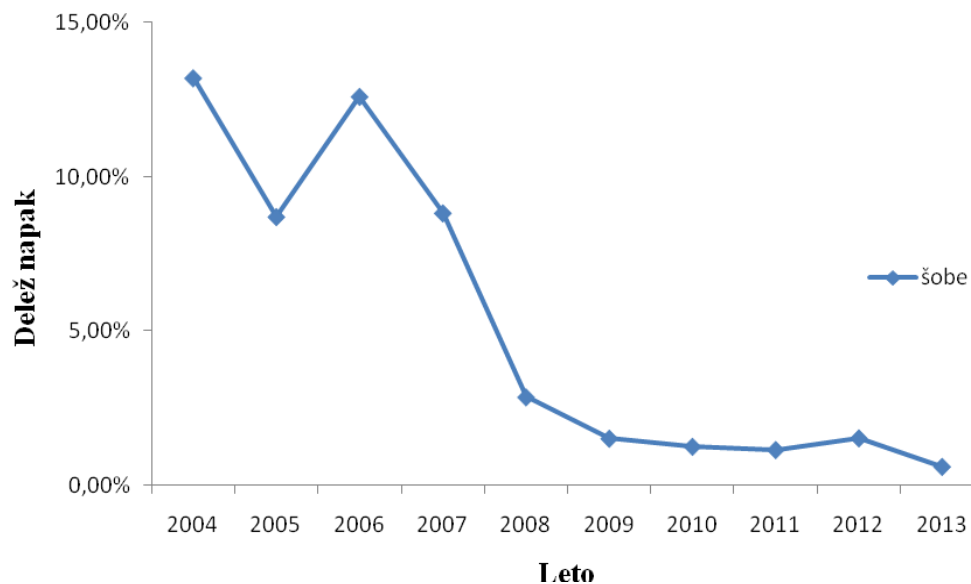
Tesnilo

Vodilo

Slika 40: Notranjost tlačnega regulatorja – vidno zeleno tesnilo na batu, ter vodilo (kovinski izgled)  
Figure 40: Inner of pressure regulator with green seal on piston and iron lever

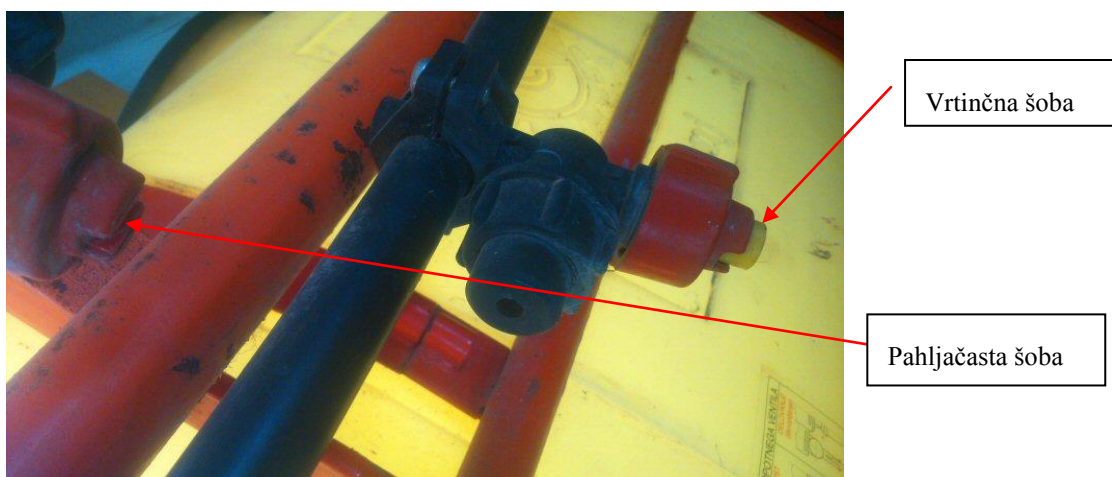
#### 4.1.2.4 Šobe škropilnic

Pogosto so bile izrabljene tudi šobe, katere so bistveni element za učinkovit in pravilen nanos FFS na rastlino.



Slika 41: Delež napak na šobah v posameznem letu  
Figure 41: Share of defects on nozzles in a particular year

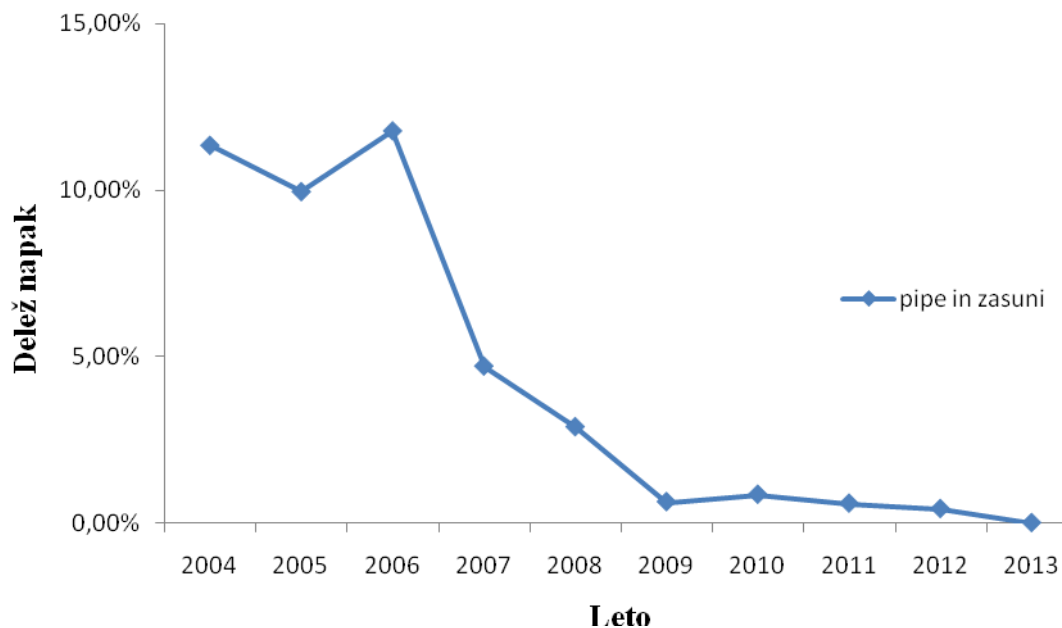
S slike 41 lahko vidimo, da je bil delež napak na šobah v letu 2004 13,2 %, v letu 2005 je 8,7 %, v letu 2006 12,6 % ter v letu 2007 8,8 %. Po letu 2007 je bil delež napak pod 3%.



Slika 42: Dva različna tipa šob na eni napravi (levo rdeča ploska, desno rumena vrtinčna šoba)  
Figure 42: Two types of nozzles (left red one with flat fan and right one yellow - cone nozzle)

#### 4.1.2.5 Pipe in zasuni škropilnic

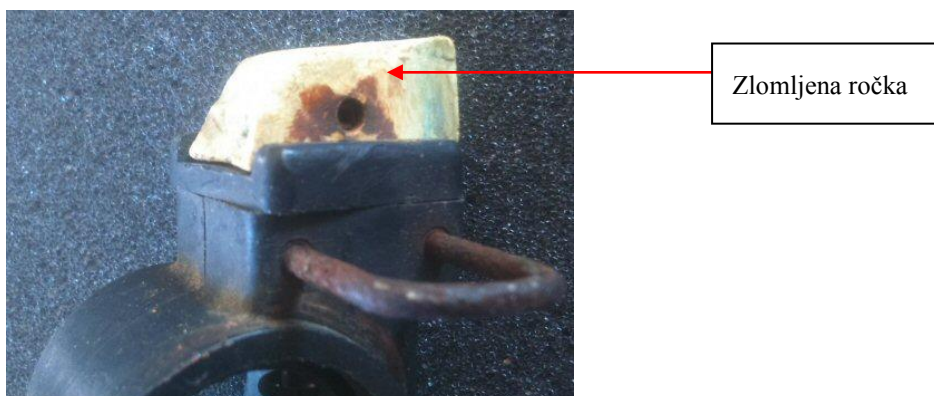
So namenjeni usmerjevanju toka škropilne brozge do šob, filtrov in čistilnih vodov.



Slika 43: Delež napak na pipah in zasunih na škropilnicah v posameznem letu

Figure 43: Share of defects on pipes and valves on boom sprayers in a particular year

Na sliki 43 lahko vidimo, da je bilo v letih 2004 - 2007 okvarjenih okoli 10 – 12 % pip oziroma zasunov, po letu 2007 delež pade pod 5 % in do leta 2013 na 0 %.

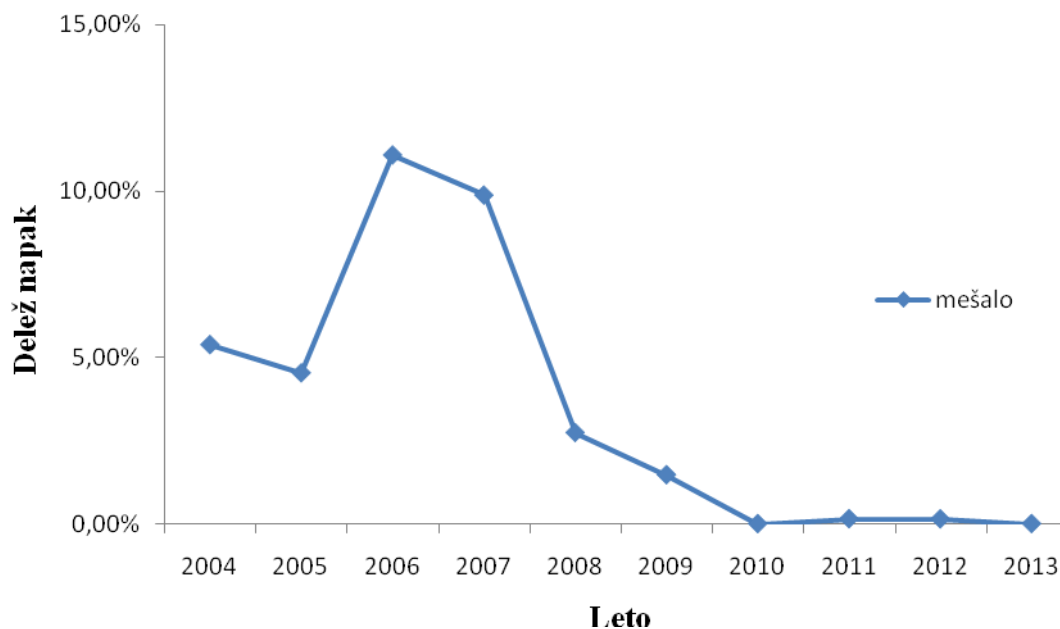


Slika 44: Zlomljena ročka ventila

Figure 44: Broken handel of valve

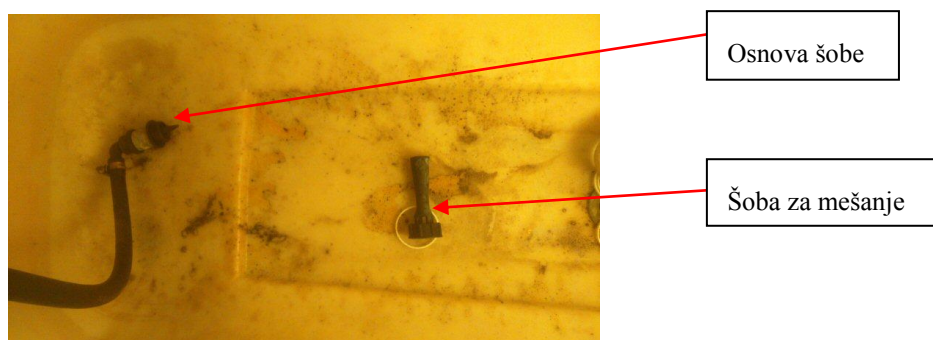
#### 4.1.2.6 Mešala škropilnic

Je element nameščen v rezervoarju naprave. Sestavljen je iz šobe v obliki Venturijeve cevi. Ta s pomočjo toka tekočin ustvari hidravlično mešanje v rezervoarju.



Slika 45: Delež napak na mešalu v posameznem letu  
Figure 45: Share of defects on agitation system in a particular year

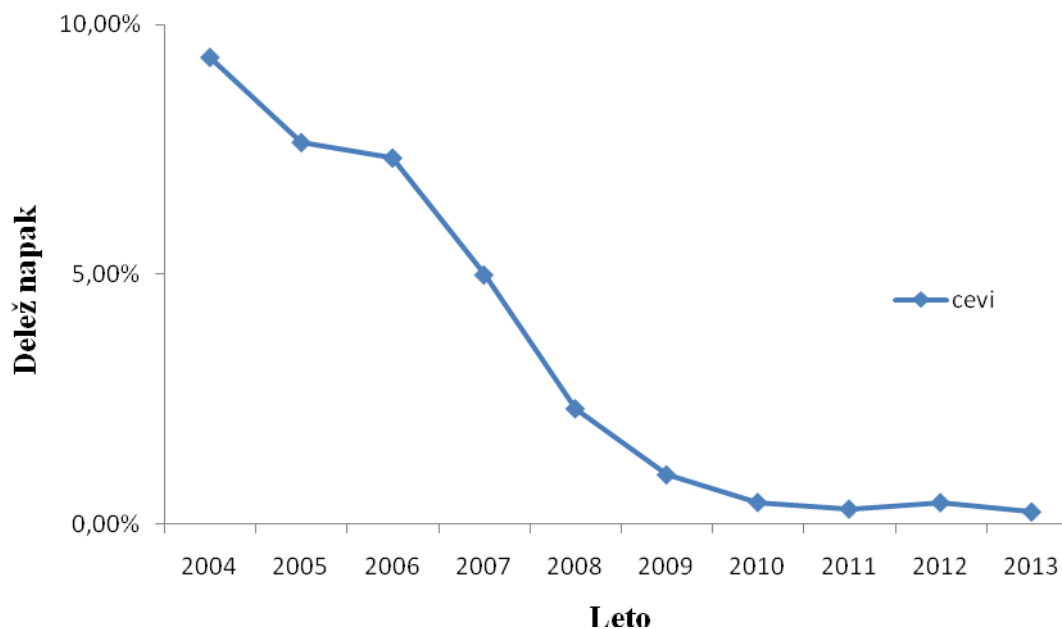
Iz slike 45 lahko razberemo, da se je delež napak iz začetnih 5 % v letih 2004 in 2005 dvignil na okoli 10 % v letih 2006 in 2007, nato je v letih 2008 in 2009 padel pod 3 %. Po letu 2009 je bil delež napak praktično neznamen.



Slika 46: Poškodovana (odpadla) mešalna šoba  
Figure 46: Damaged (removed) ejector nozzle

#### 4.1.2.7 Cevi škropilnic

Povezujejo vse do sedaj navedene elemente v napravi.



Slika 47: Delež napak na ceveh v posameznem letu

Figure 47: Share of defects on hoses in a particular year for each year

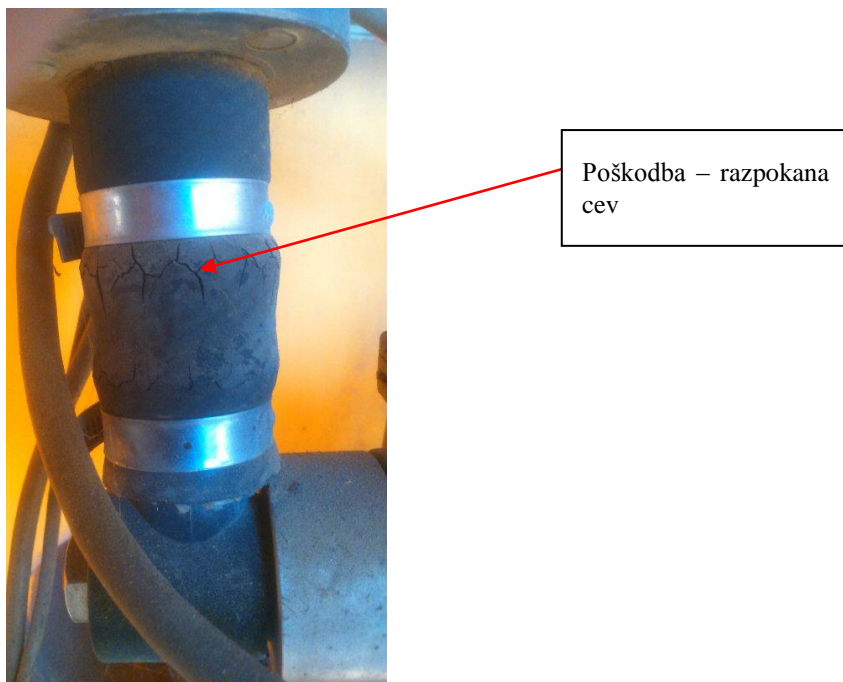
V letu 2004 je bil delež napak največji, to je slabih 10 %. Delež nato strmo pada, od leta 2009 dalje pa ne presega 1 %.



Poškodovana – obdrgnjena  
cev

Slika 48: Poškodovana cev na letvi

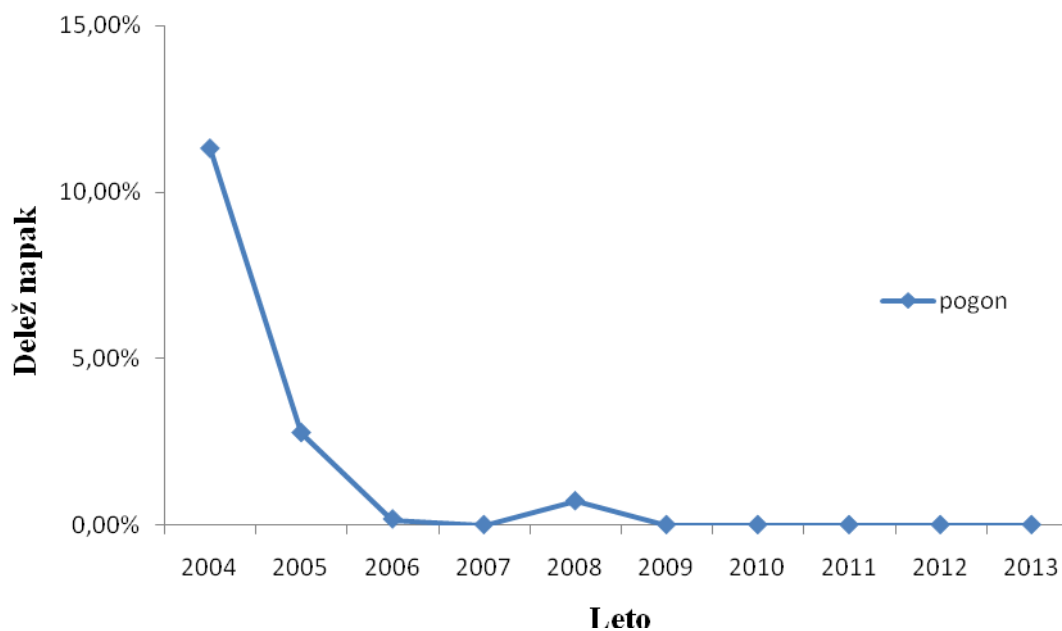
Figure 48: Damaged hose on boom



Slika 49: Poškodovana tlačna cev  
Figure 49: Damaged pressure hose

#### 4.1.2.8 Pogoni naprav - škropilnice

Pogon naprave oziroma črpalke je izveden preko priključne gredi traktorja.



Slika 50: Delež napak na pogonih naprav v posameznem letu  
Figure 50: Share of defects on PTO in a particular year

Delež napak na pogonih je bilo v letu 2004 13,3%, v letu 2005 pa 2,8 %. V naslednjih letih, razen v 2008, je bil delež praktično nič.



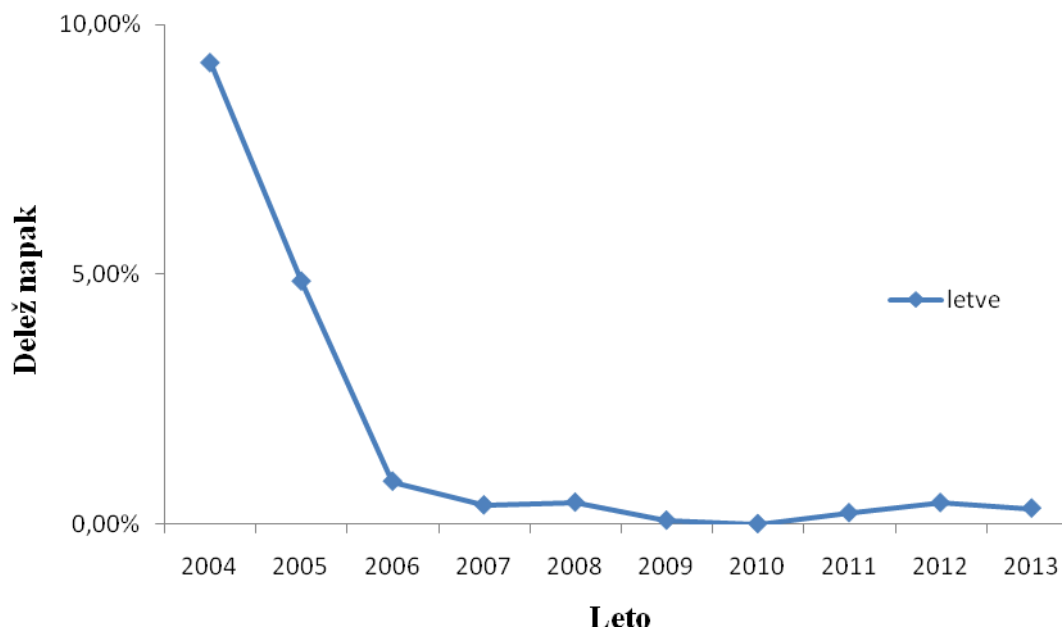
Poškodovan zaščitni tulec brez varnostnih verižic

Slika 51: Kardanska gred z neustrezno zaščito  
Figure 51: PTO with inappropriate protection



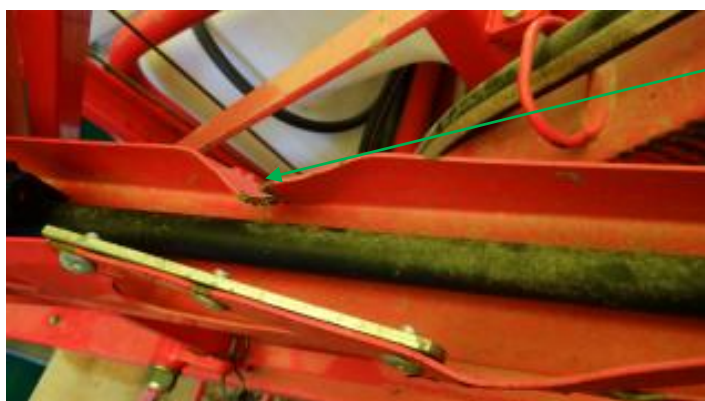
#### 4.1.2.9 Škropilne letve

S škropilnimi letvami se določi delovna širina škropljenja. Na njih so nameščene šobe.



Slika 52: Delež napak na letvah v posameznem letu  
Figure 52: Share of defects on boom in a particular year

Na sliki 52 lahko vidimo, da se je delež okvar z dobrih 9 % v letu 2004 že v letu 2005 zmanjšal pod 5 %, od leta 2006 dalje pa je bil ta delež pod 1 %.



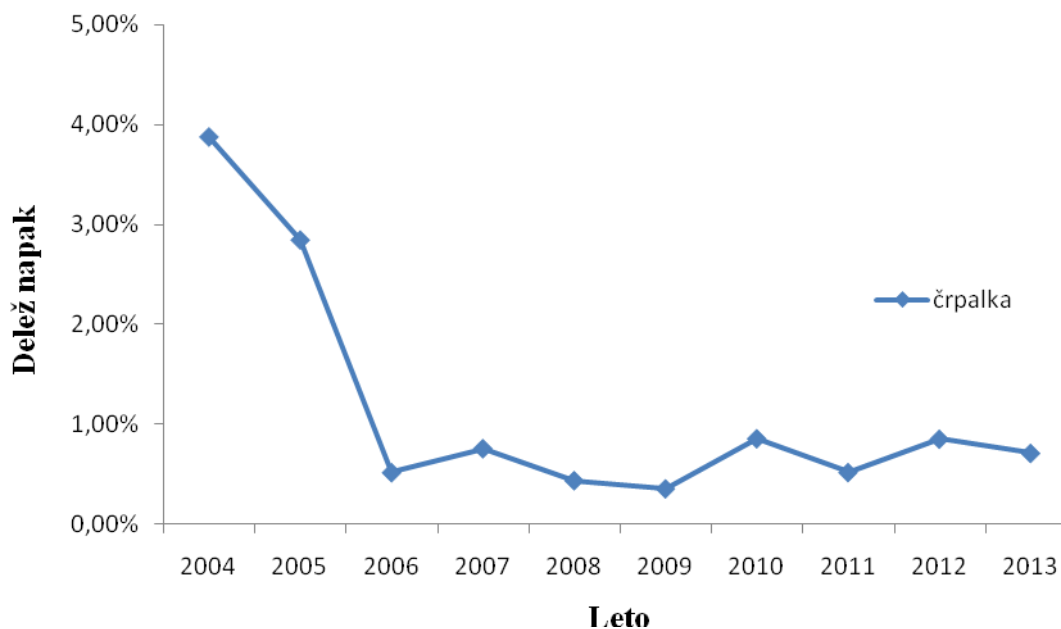
Poškodovana  
škropilna letev

Slika 53: Poškodba škropilne letve  
Figure 53: Damaged boom of sprayer



#### 4.1.2.10 Črpalke škropilnic

Je strojni sklop, ki pretvarja mehanično energijo v hidravlično.



Slika 54: Delež napak na črpalkah v posameznem letu  
Figure 54: Share of defects on pumps in a particular year

Slika 54 kaže, da je bil delež napak v letu 2004 pod 4 %. V letu 2005 je bil ta delež pod 3 %, v naslednjih letih pa je bil delež napak pod 1 %.



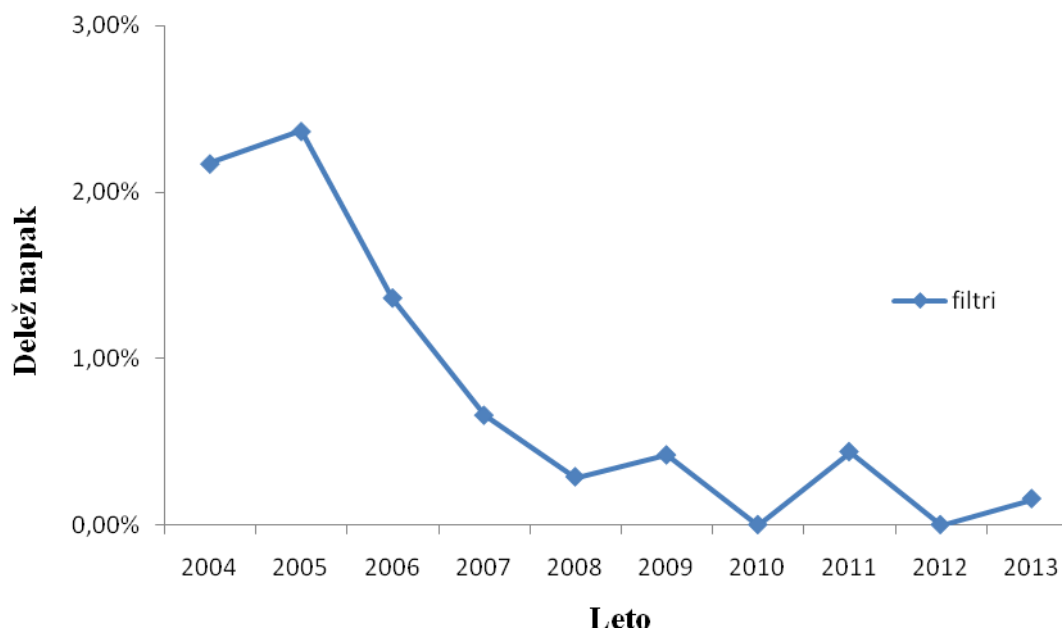
Slika 55: Počena membrana hidravličnega blažilca (levo) in počena batna membrana (desno)  
Figure 55: Broken diaphragm of hydraulic shock absorber (left) and piston membrane (right)



Slika 56: Počen pokrov hidravličnega blažilca  
Figure 56: Broken head of hydraulic shock absorber

#### 4.1.2.11 Filtri škropilnic

Odstranjujejo nečistoče in trde delce v škropilni brozgi.



Slika 57: Delež napak na filterih v posameznem letu  
Figure 57: Share of defects of filters in a particular year

Iz slike 57 je razvidno, da je bilo v letih 2004 in 2005 okvarjenih 2,2 – 2,3 % filtrov, v letu 2006 je bilo okvarjenih 1,4 % filtrov, od leta 2007 pa je bil ta delež pod 1 %.

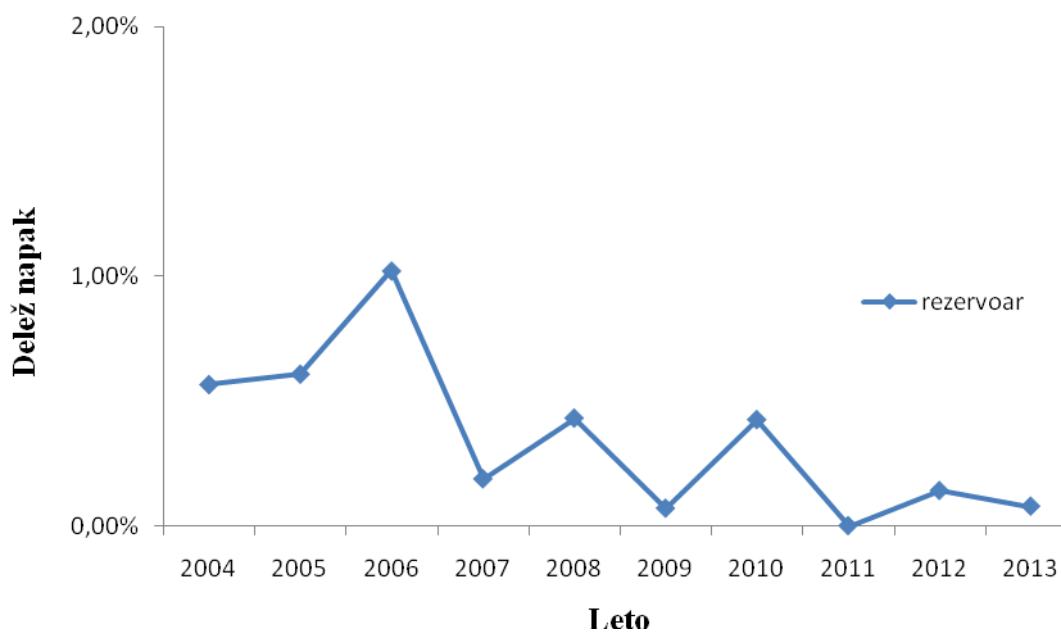


Zamašen in  
poškodovan filter

Slika 58: Zamašen in poškodovan filter  
Figure 58: Broken and clogged filter

#### 4.1.2.12 Rezervoarji škropilnic

Služijo hranjenju škropilne brozge za čas nanosa FFS.



Slika 59: Delež napak na rezervoarjih v posameznem letu  
Figure 59: Share of defects on sprayer tanks in a particular year

Iz slike 59 lahko razberemo, da je bil delež napak rezervoarjev ves čas pod 1 %, razen v letu 2006, ko je bil ta delež rahlo nad 1 %.



Zelo slabo vidna skala  
za nivo tekočine

Slika 60: Merilna skala na rezervoarju – skala ni vidna  
Figure 60: Abscense of fluid measuring scale

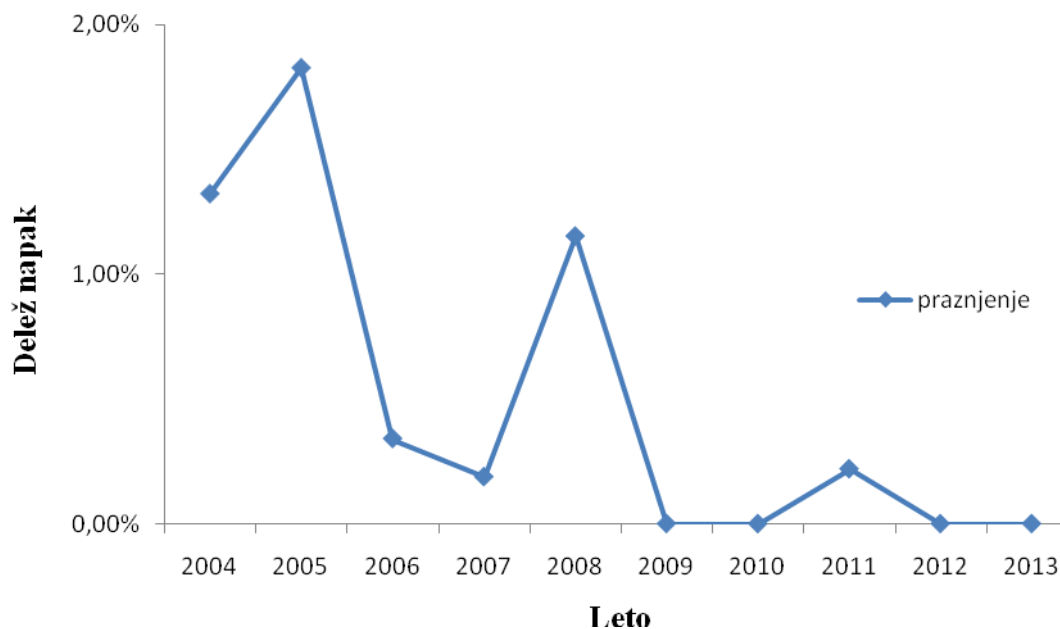


Poškodba  
rezervoarja

Slika 61: Notranjost rezervoarja – razpoka  
Figure 61: Inner of sprayer tank - leaked

#### 4.1.2.13 Praznjenje škropilnic

Služi izpustu tekočine iz rezervoarja.



Slika 62: Delež napak na praznjenjih v posameznem letu  
Figure 62: Share of defects on emptying system in a particular year

Delež napak je bil v letih 2004, 2005 in 2008 med 1 – 2 %, v ostalih letih pa je bil ta delež pod 1 %.



Izpust, ki ne omogoča  
čiščenja filtra pri  
polnem rezervoarju

Slika 63: Zastarel, neustrezen izpust, brez zapornega ventila  
Figure 63: Old, inappropriate release with no valve

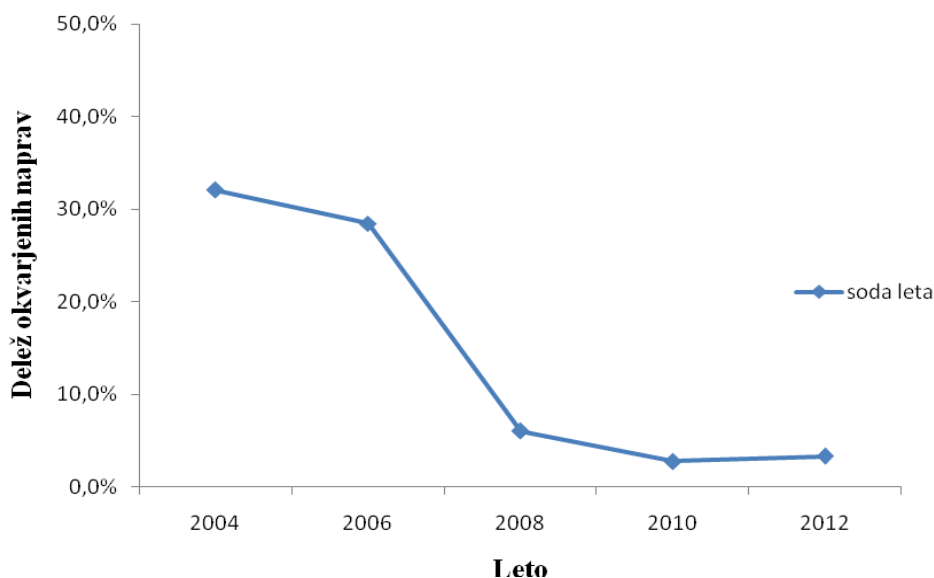
### 4.1.3 Tehnično stanje pršilnikov

Spreminjanje tehničnega stanja pršilnikov smo podali v preglednici (preglednica 5).

Preglednica 5: Podatki o pregledanih napravah (pršilniki) v posameznem letu  
Table 5: Data of tested devices (orchard sprayers) in a particular year

Leto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Št. pregledanih	356	531	204	332	299	541	294	555	334	534
Št okvarjenih	114	119	58	45	18	18	8	7	11	6
Delež okvarjenih	32,0%	22,4%	28,4%	13,6%	6,0%	3,3%	2,7%	1,3%	3,3%	1,1%

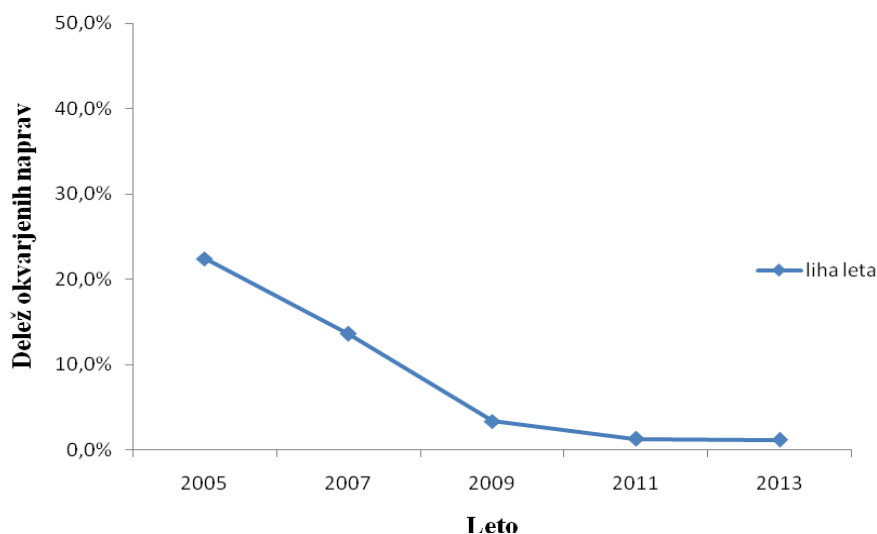
Po pričakovanjih, se je tehnično stanje pršilnikov ravno tako izboljševalo iz leta v leto. Slika 64 prikazuje, kako se je delež napak zmanjševal po sodih letih.



Slika 64: Delež okvarjenih naprav v posameznem letu – soda leta

Figure 64: Share of defected machines in a particular year – even years

Na sliki 64 lahko vidimo, da je bil delež okvarjenih naprav v letih 2004 in 2006 okoli 30 %, z letom 2008 dalje pa je bil ta delež pod 10 %.

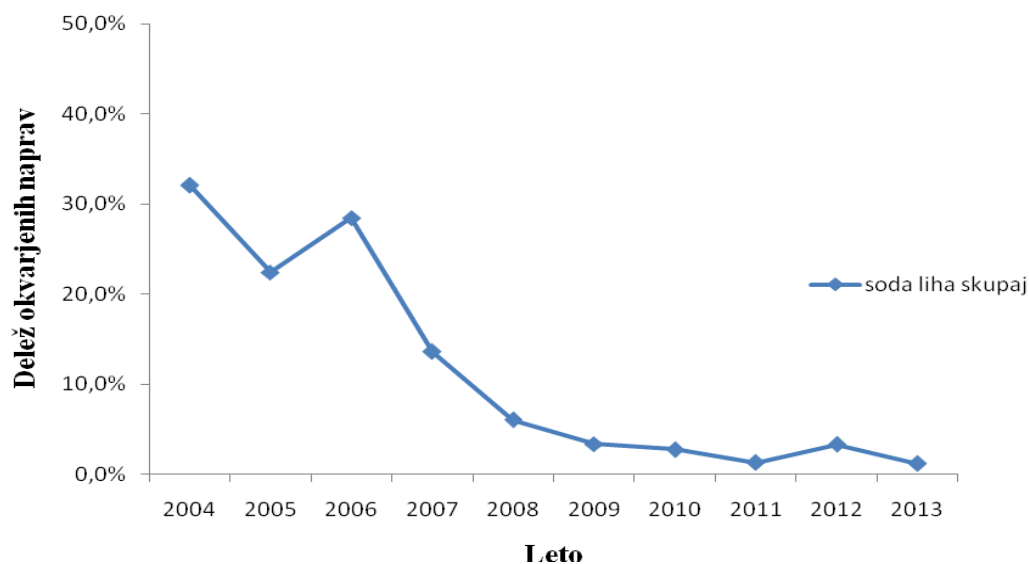


Slika 65: Delež okvarjenih naprav v posameznem letu – liha leta

Figure 65: Share of defected machines in a particular year – odd years

Iz slike 65 je razvidno, da je bil delež okvarjenih naprav v letu 2005 nekaj čez 20 %, v letu 2007 pa dobrih 13 %. V ostalih letih je bil ta delež pod 5 %.

Ker gre vsako leto za enake naprave, lahko vse skupaj pokažemo na enem grafu (slika 66).



Slika 66: Delež okvarjenih naprav v posameznem letu

Figure 66: Share of defected machines in a particular year

Na sliki 66 lahko vidimo, da je bilo med leti 2004 in 2006 okvarjenih 20 – 30 % naprav, v letu 2007 je bilo okvarjenih 13,6 % naprav, z letom 2008 dalje pa ta delež pade pod 10 %.

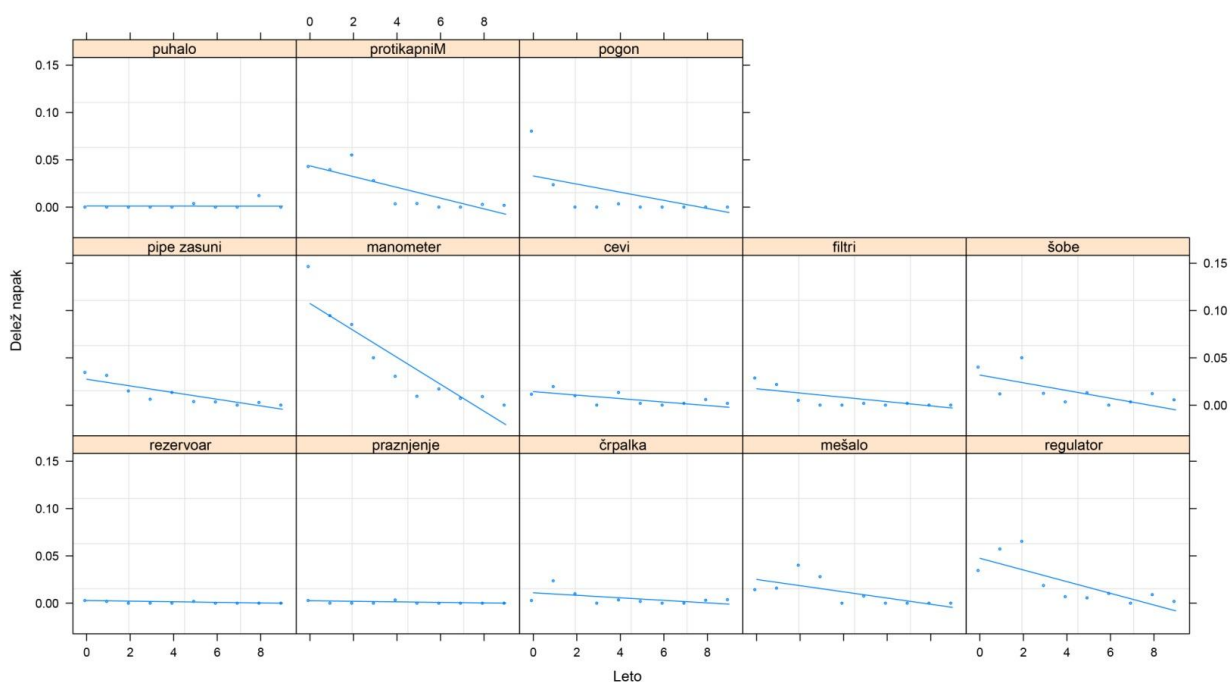
Podatke smo statistično obdelali. Predvidevali smo, da se je delež napak v 10 letnem obdobju zmanjšal.

Analizo smo naredili na podatkih za posamezne sklope na pršilniku.

Preglednica 6: Rezultati linearnega mešanega modela na podatkih za posamezne sklope - pršilniki  
Table 6: Results of linear mixed model on data for each part of sprayer – orchard sprayers

	Koeficient	St. napaka	Stopinje prostosti	t - vrednost	p-vrednost
Presečišče	0,023	0,008	116	3,313	0,0012
Leto	-0,004	0,001	116	-3,239	0,0016

Ocena koeficienta je negativna in statistično značilna kar nakazuje, da se delež napak z leti zmanjšuje.



Slika 67: Delež napak za posamezen sklop v odvisnosti od leta - številka 0 na abscisni osi ponazarja začetno leto 2004

Figure 67: Share of defects for each part of sprayer dependig on year – mark 0 means year 2004

Iz slike 67 lahko razberemo, da se pri vseh sklopih razen pri puhalu, delež okvar z leti zmanjšuje. Pri puhalu se je delež okvar v letih 2009 in 2012 nekoliko povečal.



#### 4.1.4 Tehnično stanje posameznih sklopov – pršilniki

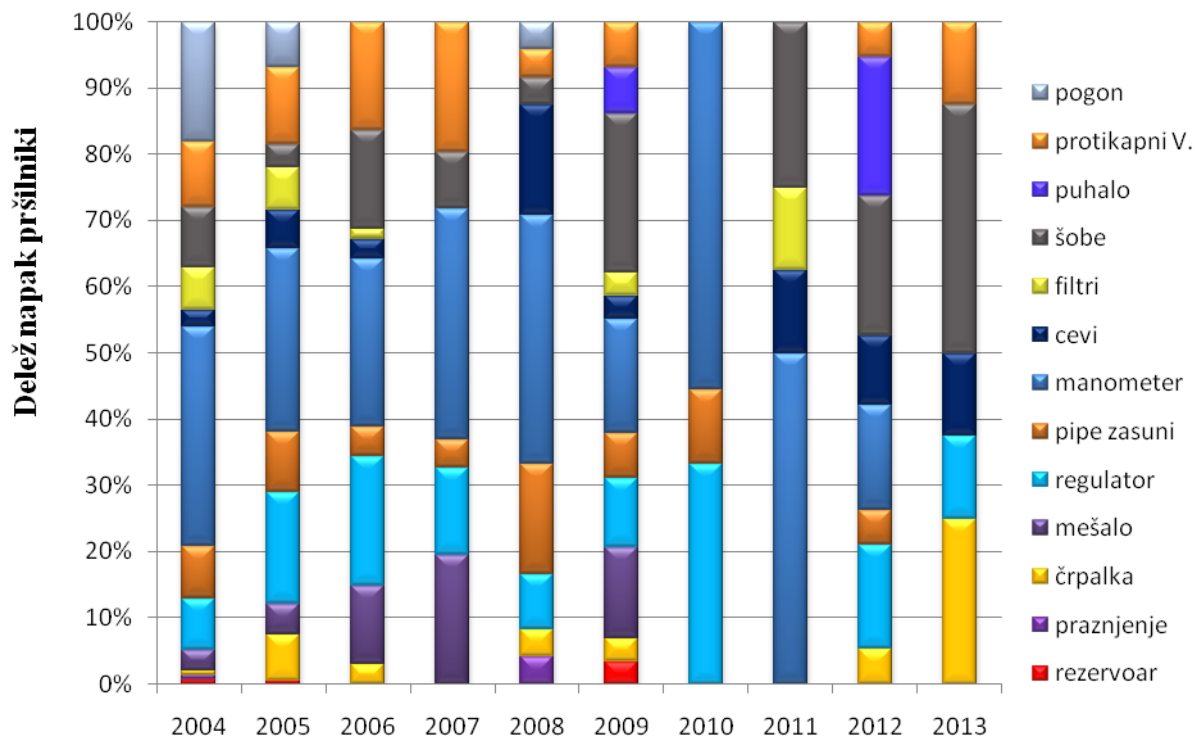
Tehnično stanje posameznih sklopov na pršilniku smo podali v spodnji preglednici (preglednica 7).

Preglednica 7: Podatki o okvarah na sklopih v posameznem letu

Table 7: Data of damaged parts of sprayer in a particular year

leto	št. naprav	Število okvar												
		rezervoar	praznjenje	črpalka	mešalo	regulator	pipe zasuni	manometer	cevi	filtri	šobe	puhalo	protikapni ventil	pogon
2004	348	1	1	1	5	12	12	51	4	10	14	0	15	28
2005	507	1	0	12	8	29	16	48	10	11	6	0	20	12
2006	199	0	0	2	8	13	3	17	2	1	10	0	11	0
2007	320	0	0	0	9	6	2	16	0	0	4	0	9	0
2008	294	0	1	1	0	2	4	9	4	0	1	0	1	1
2009	527	1	0	1	4	3	2	5	1	1	7	2	2	0
2010	290	0	0	0	0	3	1	5	0	0	0	0	0	0
2011	549	0	0	0	0	0	0	4	1	1	2	0	0	0
2012	330	0	0	1	0	3	1	3	2	0	4	4	1	0
2013	530	0	0	2	0	1	0	0	1	0	3	0	1	0

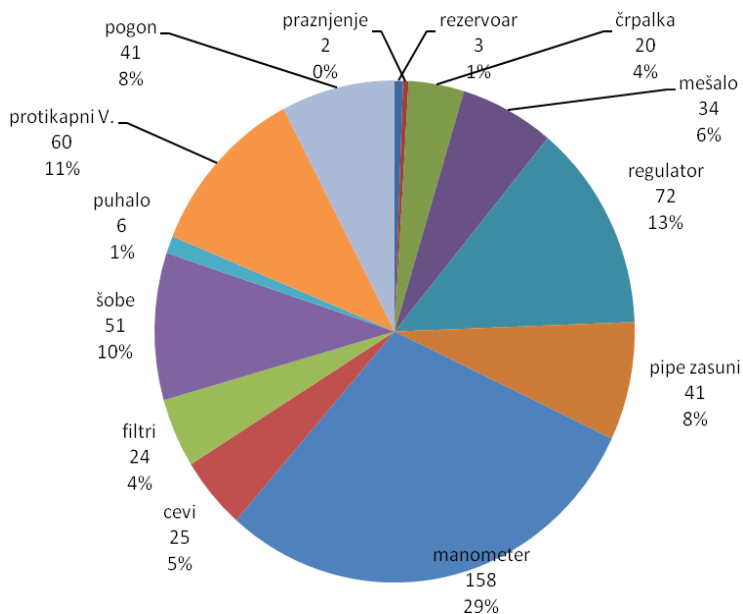
Ker je tehnična brezhibnost pršilnikov odvisna od posameznega sklopa, smo tudi pri njih analizirali vsak sklop posebej. Ker se je v prehodnih poglavjih pokazalo, da lahko podatke za soda in liha leta prikažemo skupaj, bomo vsak sklop prikazali samo na enem skupnem grafu. Slika 68 prikazuje, v kolikšnem deležu okvar je bil prisoten posamezen sklop glede na leto, gledano glede na število vseh okvar v določenem letu.



Slika 68: Delež okvar za posamezen sklop glede na leto

Figure 68: Proportion of defects for each component in a particular year

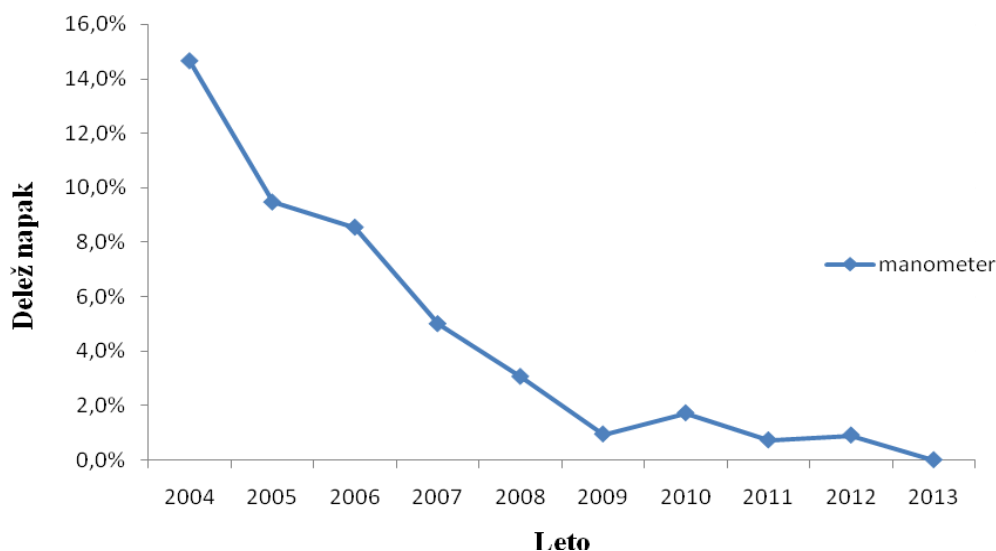
Iz zgornje slike 68 lahko razberemo, da so posamezni sklopi v posameznem letu različno zastopani glede okvar. V začetnih letih so se okvare pojavljale na vseh sklopih, z leti pa samo na nekaterih. V letu 2010 so se okvare tako pojavile samo na treh sklopih, v letu 2011 pa na štirih. V letu 2012 je bilo okvarjenih spet več sklopov, v letu 2013 pa pet. Na sliki 69 pa lahko vidimo, kako so napake po sklopih zastopane za celotno obdobje (2004 – 2013).



Slika 69: Delež okvar za posamezen sklop pršilnika glede na celotno obdobje  
 Figure 69: Percentage of defects for each component of orchard sprayer for period

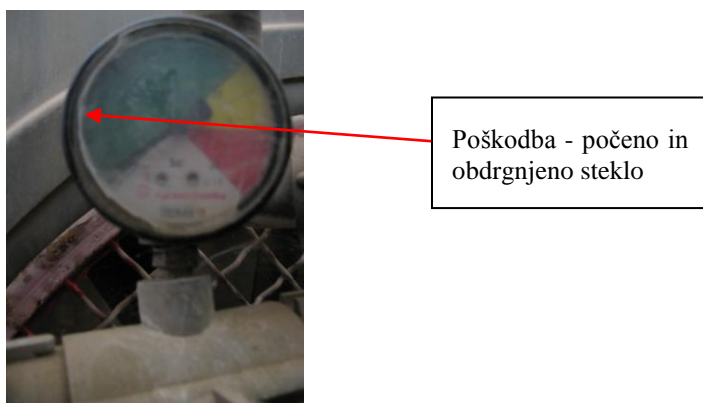
Za razliko od škropilnic, je bilo pri pršilnikih največ napak na manometrih, sledili so jim regulatorji tlaka, šele nato protikapni mehanizmi in ostali sklopi.

#### 4.1.4.1 Manometri pršilnikov



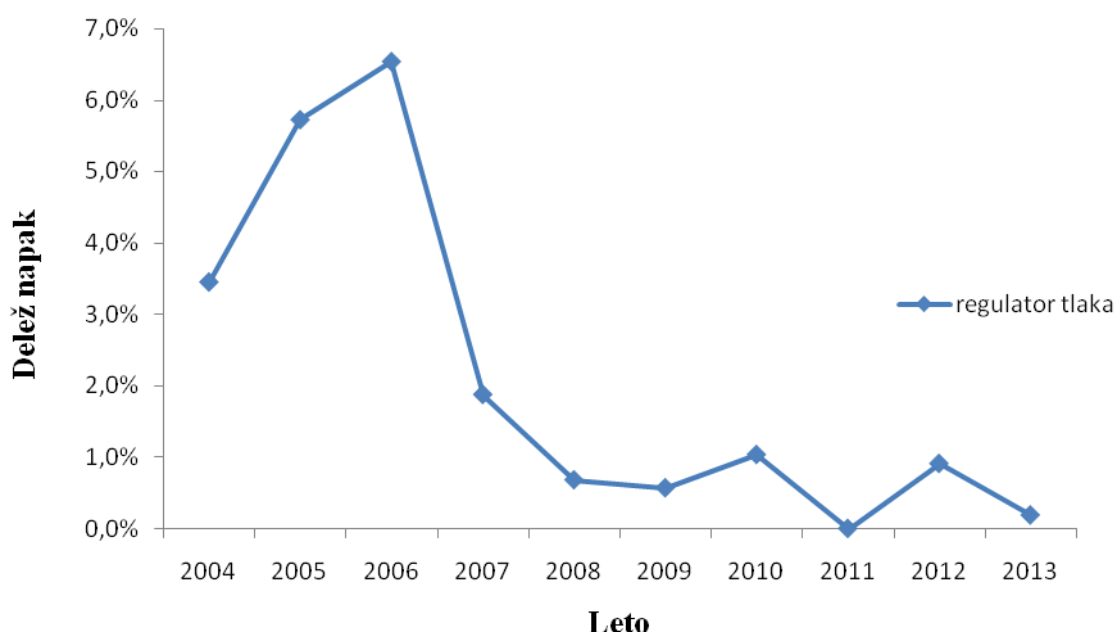
Slika 70: Delež napak na manometrih v posameznem letu  
 Figure 70: Share of defects on manometers in a particular year

Na sliki lahko vidimo, da je bilo v letu 2004 14,7 % napak na manometrih, v letu 2005 pa že pod 10 %. Delež napak pada vsako leto, od leta 2009 celo pod 2 %.



Slika 71: Poškodovan visokotlačni manometer  
Figure 71: Broken high pressure manometer

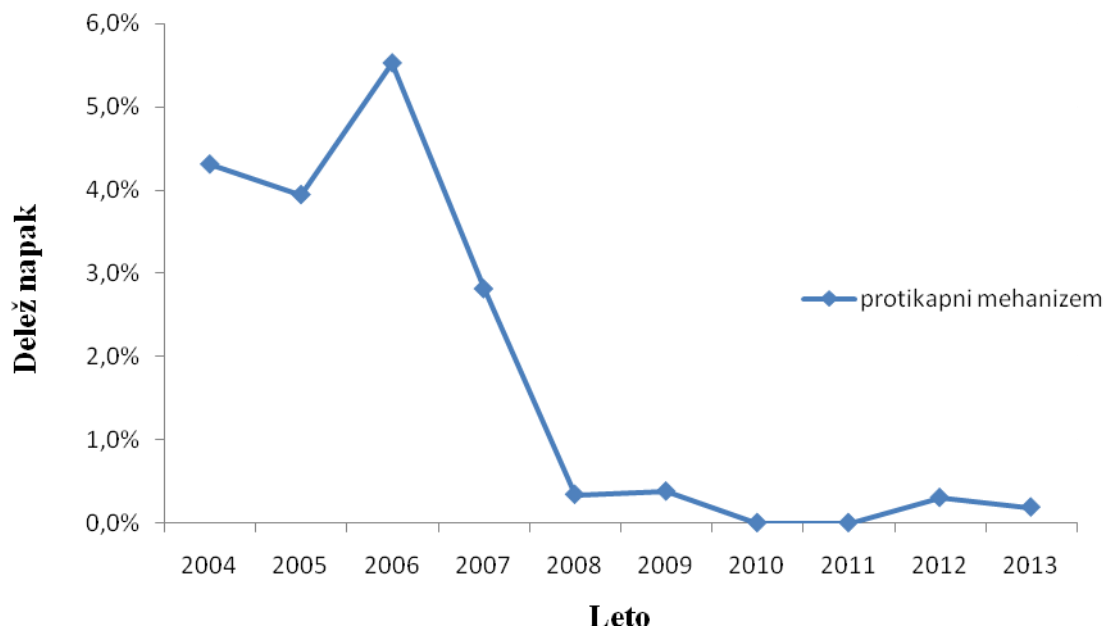
#### 4.1.4.2 Regulatorji tlaka pršilnikov



Slika 72: Delež napak na regulatorjih tlaka v posameznem letu  
Figure 72: Share of defects on pressure regulator in a particular year

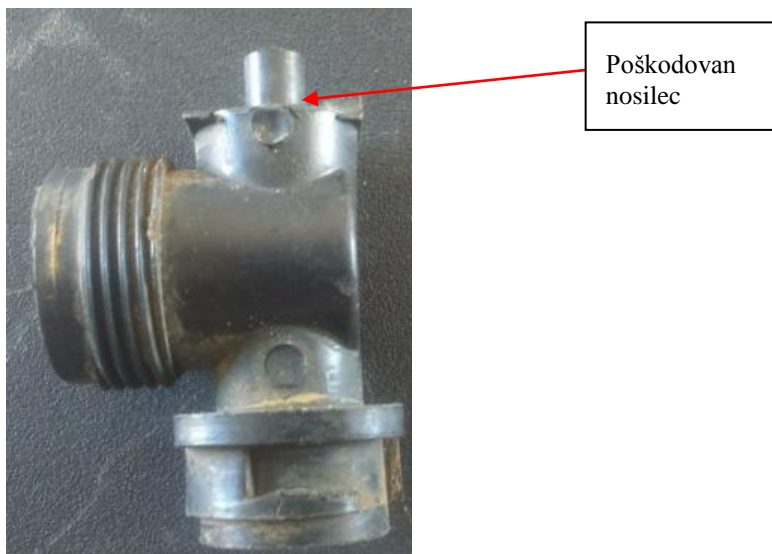
Delež napak je pri regulatorjih tlaka v začetnem obdobju naraščal in sicer iz dobre 3 % v letu 2004 na 6,5 % v letu 2006, vendar že v letu 2007 pade pod 2 %. Delež okvar je v naslednjih letih še upadal (slika 72).

#### 4.1.4.3 Protikapni mehanizmi pršilnikov



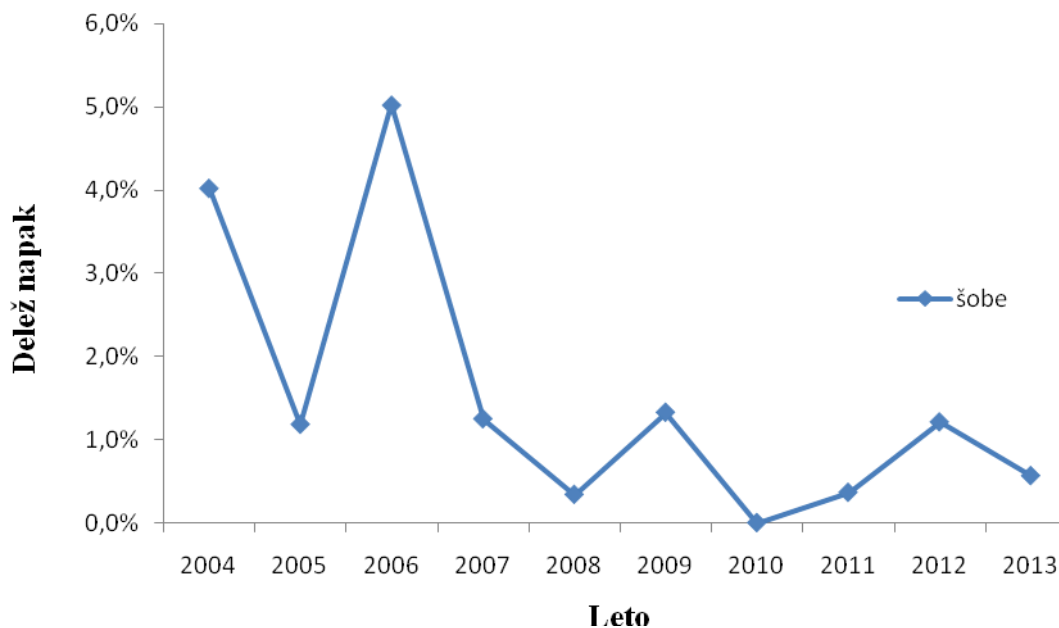
Slika 73: Delež napak na protikapnih mehanizmih v posameznem letu  
Figure 73: Share of defects on anti-drip system in a particular year

V obdobju 2004 do 2006 je bilo okvarjenih med 4 in 6 % protikapnih mehanizmov. V letu 2007 ta delež pade pod 3 %, z letom 2008 pa krepko pod 1 %.



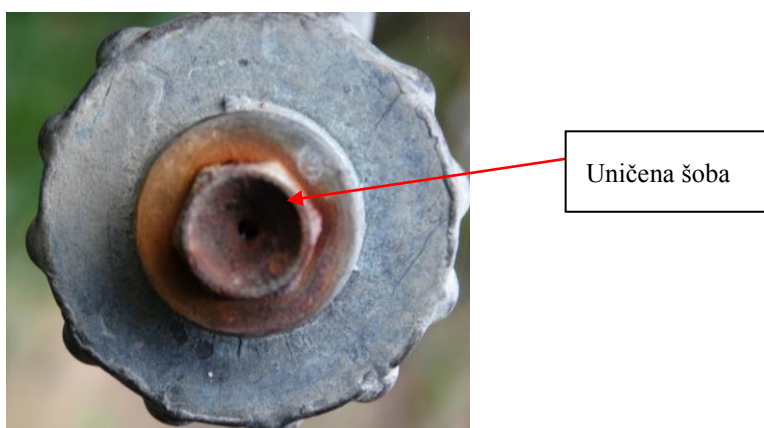
Slika 74: Ohišje protikapnega mehanizma  
Figure 74: Housing of anti-drip system

#### 4.1.4.4 Šobe pršilnikov



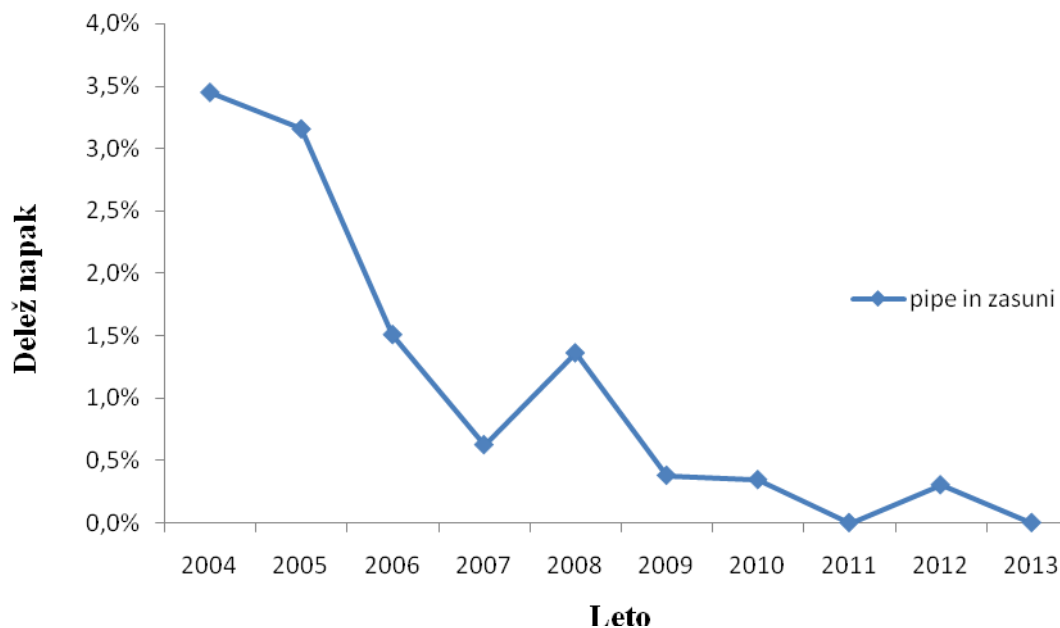
Slika 75: Število napak na šobah v posameznem letu  
Figure 75: Numbers of defects on nozzles in a particular year

Iz slike 75 je razvidno, da se delež napak na šobah v začetnem obdobju precej spreminja in sicer iz 4 % v letu 2004 na 1 % v letu 2005, v letu 2006 pa ponovno naraste in sicer na okoli 5 %. Z letom 2007 dalje pa delež okvarjenih šob pade na okoli 1 % ali manj.



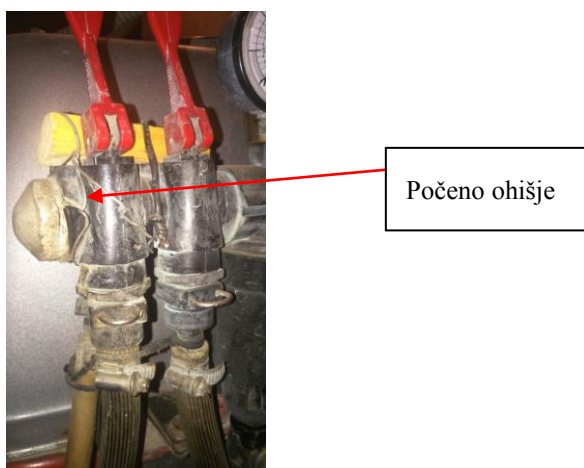
Slika 76: Poškodovana- korodirana šoba  
Figure 76: Damaged – corrosive nozzle

#### 4.1.4.5 Pipe in zasuni pršilnikov



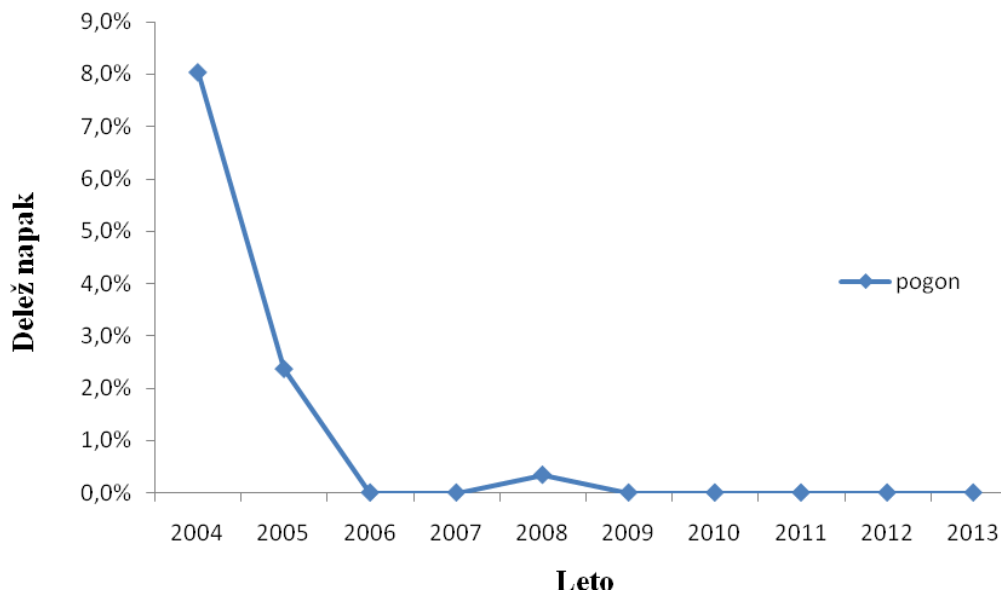
Slika 77: Delež napak na pipah in zasunih v posameznem letu  
Figure 77: Share of defects on pipes and valves in a particular year

Na sliki 77 lahko vidimo, da je bilo na pipah in zasunih leta 2004 slabih 3,5 % napak, v letu 2005 pa približno 3,2 %. Z letom 2006 dalje pa delež napak pade na okoli 1,5 % in manj.



Slika 78: Poškodovana razdelilna enota  
Figure 78: Damaged distribution unit

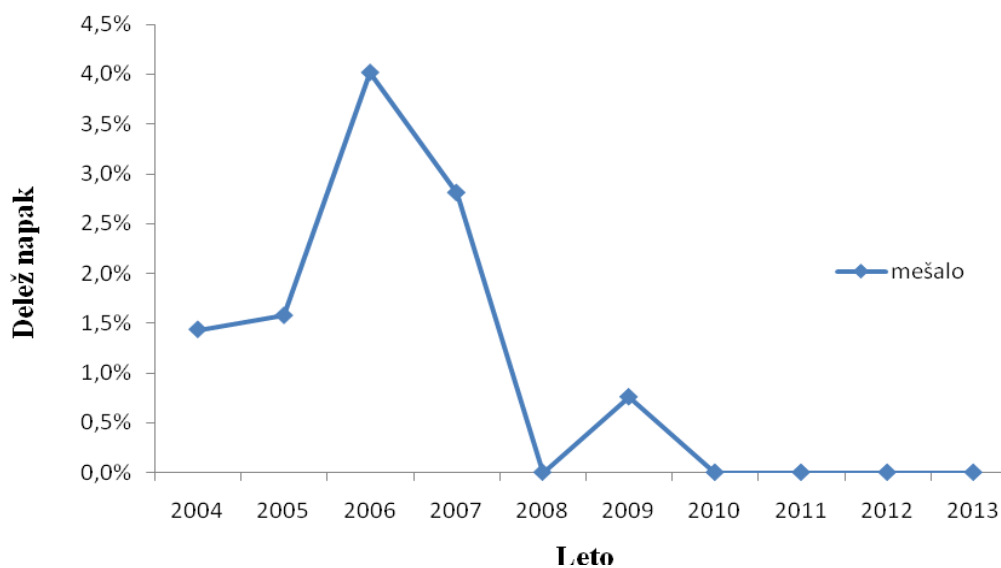
#### 4.1.4.6 Pogoni naprav - pršilniki



Slika 79: Delež napak na pogonih naprave v posameznem letu  
Figure 79: Share of defects on PTO in a particular year

S slike 79 je razvidno, da je bilo leta 2004 okvarjenih 8 % pogonov, leta 2005 pa že manj kot 3 %. V naslednjih letih teh napak praktično ni bilo.

#### 4.1.4.7 Mešala pršilnikov

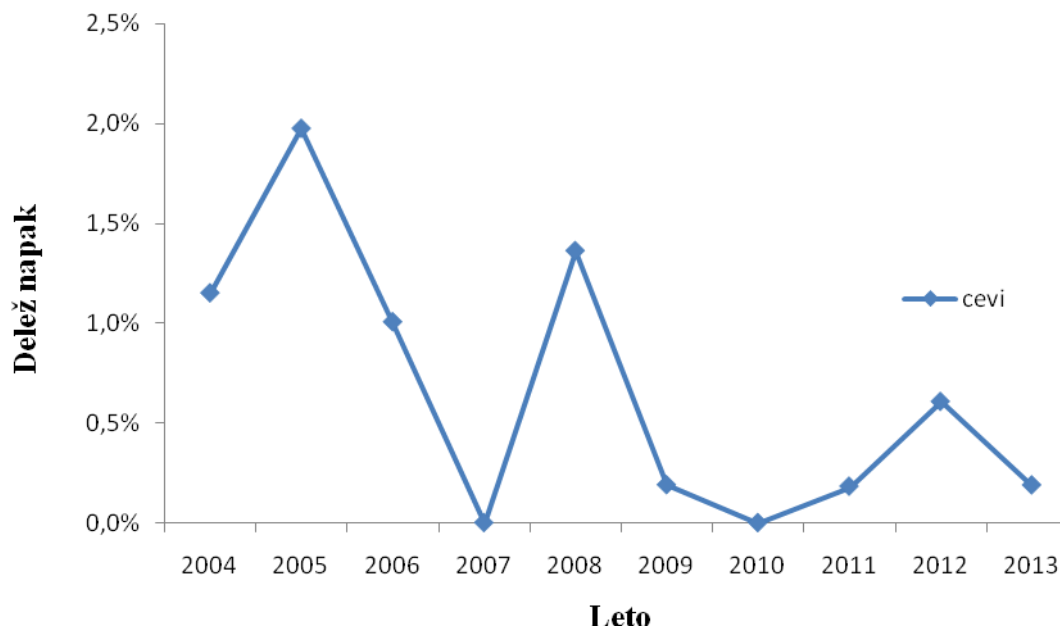


Slika 80: Delež napak na mešalih v posameznem letu  
Figure 80: Share of defects on agitation system in a particular year



S slike 80 lahko razberemo, da se delež napak na mešalih iz dobrega 1,5 % v letu 2004 in 2005 poveča na dobre 4 % v 2006 ter nato v letu 2007 pade na 3 %. V ostalih letih z izjemo leta 2009 napak na mešalih nismo ugotovili.

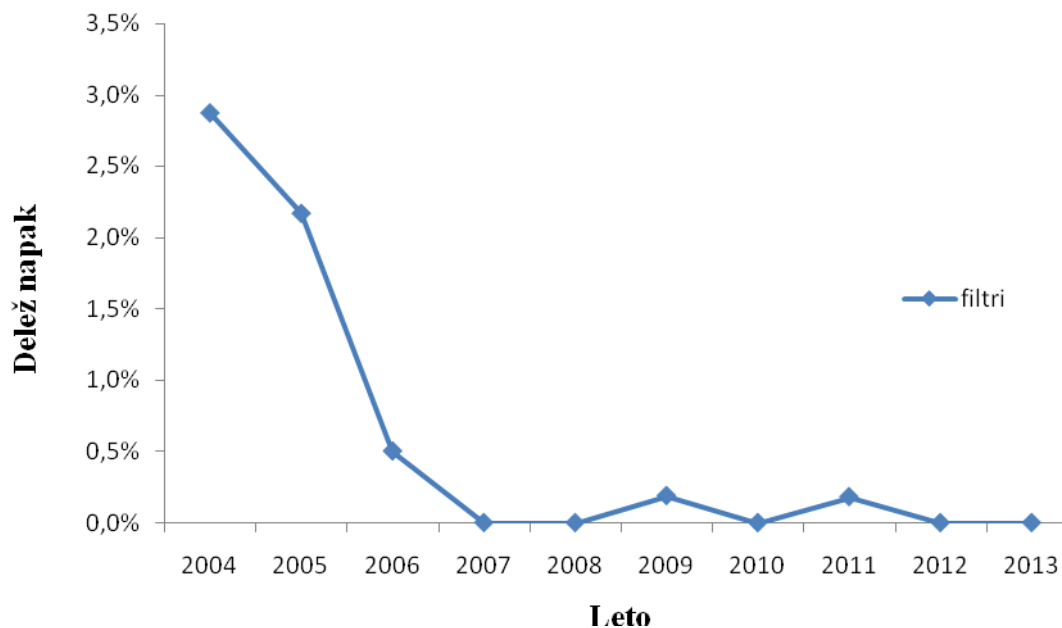
#### 4.1.4.8 Cevi pršilnikov



Slika 81: Delež napak na ceveh v posameznem letu  
Figure 81: Share of defects on hoses in a particular year

Na sliki 81 lahko vidimo, da je bil delež napak v letih 2004 – 2006 med 1 – 2 %. V letu 2007 napak ni bilo. V letu 2008 je bilo nekaj manj kot 1,5 % napak, v ostalih letih pa je delež napak pod 1 %.

#### 4.1.4.9 Filtri pršilnikov

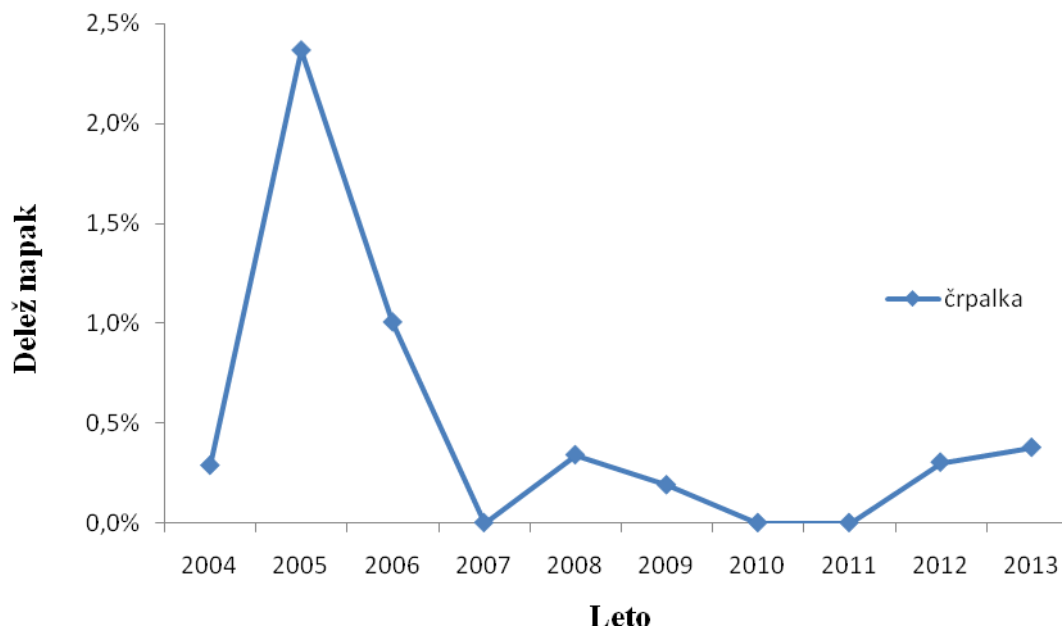


Slika 82: Delež napak na filtrih v posameznem letu

Figure 82: Share of defects on filters in a particular year

Na sliki 82 lahko vidimo, da je bilo leta 2004 in 2005 na filtrih med 2 in 3 % napak. V naslednjih letih, razen v 2009 in 2011, napak na filtrih nismo ugotovili.

#### 4.1.4.10 Črpalke pršilnikov



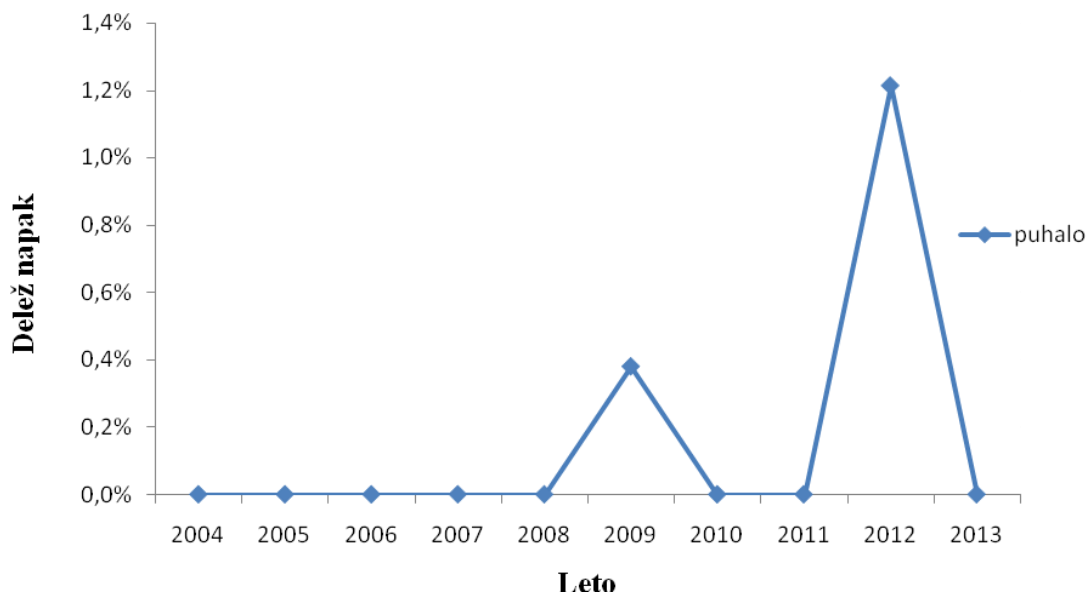
Slika 83: Delež napak na črpalkah v posameznem letu

Figure 83: Share of defects on pumps in a particular year

Iz slike 83 je razvidno, da je bilo leta 2004 na črpalkah manj kot 0,5 % napak, leta 2005 pa je ta delež narasel na slaba 2,5 %. V letu 2006 je delež okvarjenih črpalk padel na 1 %, v naslednjih letih pa pod 1 %.

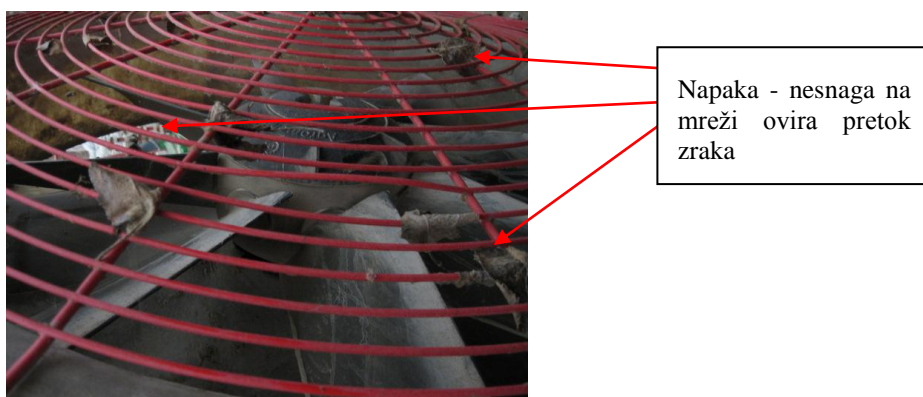
#### 4.1.4.11 Puhala

Je naprava na pršilnikih, katera s pomočjo zračnega toka nosi kapljice s FFS na ciljno površino.



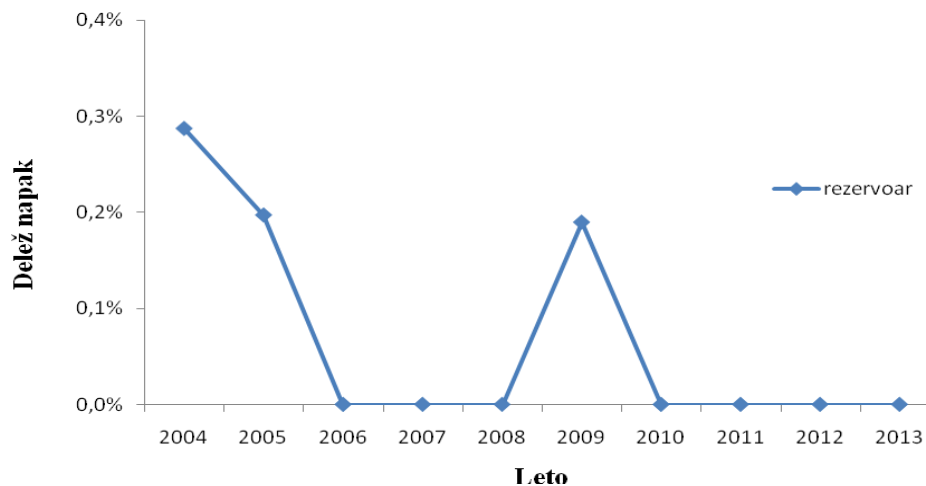
Slika 84: Delež napak na puhalih v posameznem letu  
Figure 84: Share of defects on fan system in a particular year

Iz slike 84 lahko razberemo, da so bile napake na tem sistemu samo v letu 2009, ko je bilo 0,4 % napak in v letu 2012, ko je bilo 1,2 %. V ostalih letih napak nismo ugotovili.



Slika 85: Puhalo pršilnika in zaščitna mreža  
Figure 85: Fan system of orchard sprayer and protective mesh.

#### 4.1.4.12 Rezervoarji pršilnikov

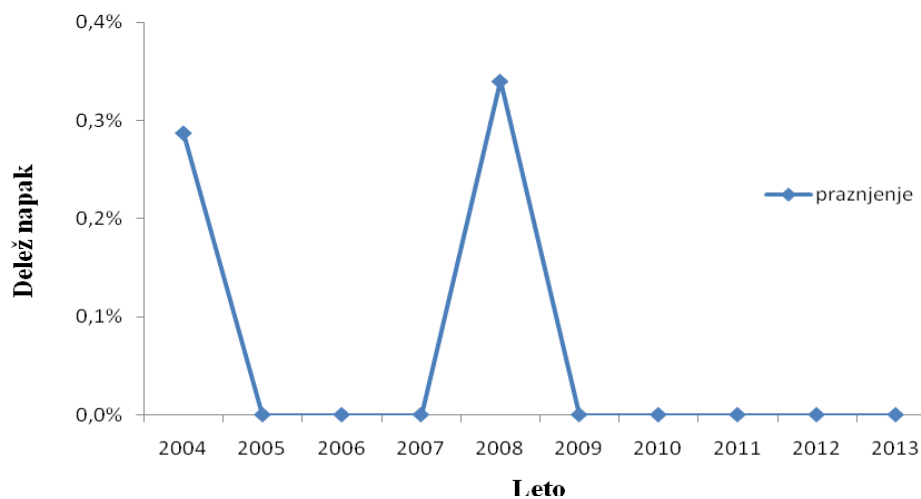


Slika 86: Delež napak na rezervoarjih v posameznem letu

Figure 86: Share of defects on sprayer tank in a particular year

S slike 86 lahko vidimo, da je bilo v letu 2004 in 2005 med 0,2 in 0,3 % napak. V ostalih letih napak ni bilo razen v letu 2009, ko je bilo 0,2 % napak.

#### 4.1.4.13 Praznjenje pršilnikov



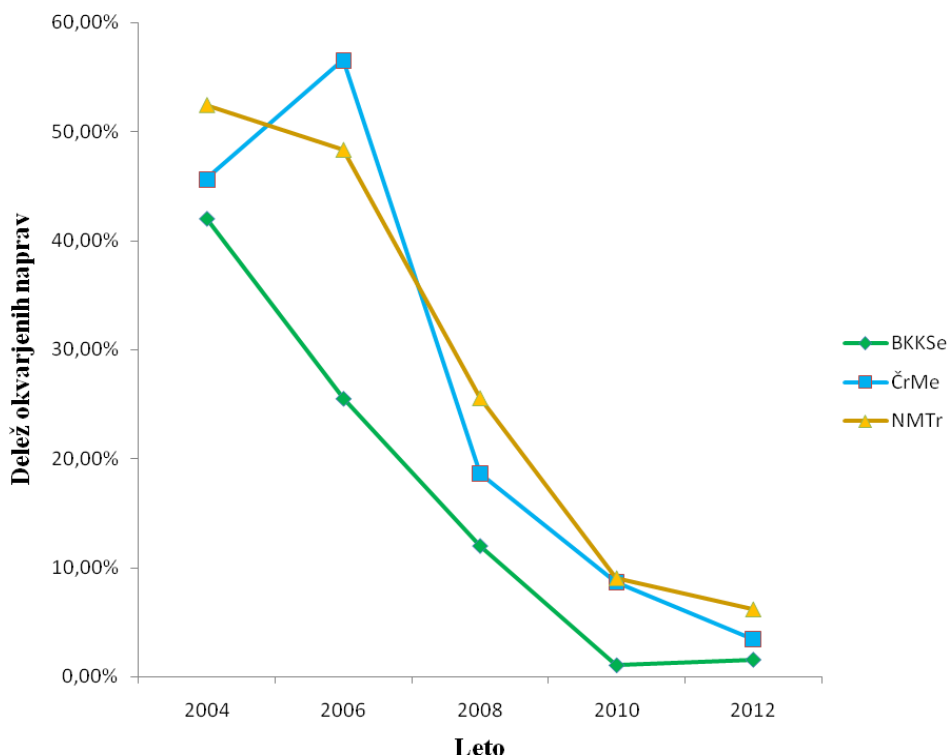
Slika 87: Število napak na praznjenju v posameznem letu

Figure 87: Numbers of defects on emptying system in a particular year

Na sliki 87 lahko vidimo, da so bile napake na praznjenju samo v letih 2004 in 2008, njihov delež pa je bil pod 0,4 %.

## 4.2 TEHNIČNO STANJE NAPRAV GLEDE NA MESTO PREGLEDA

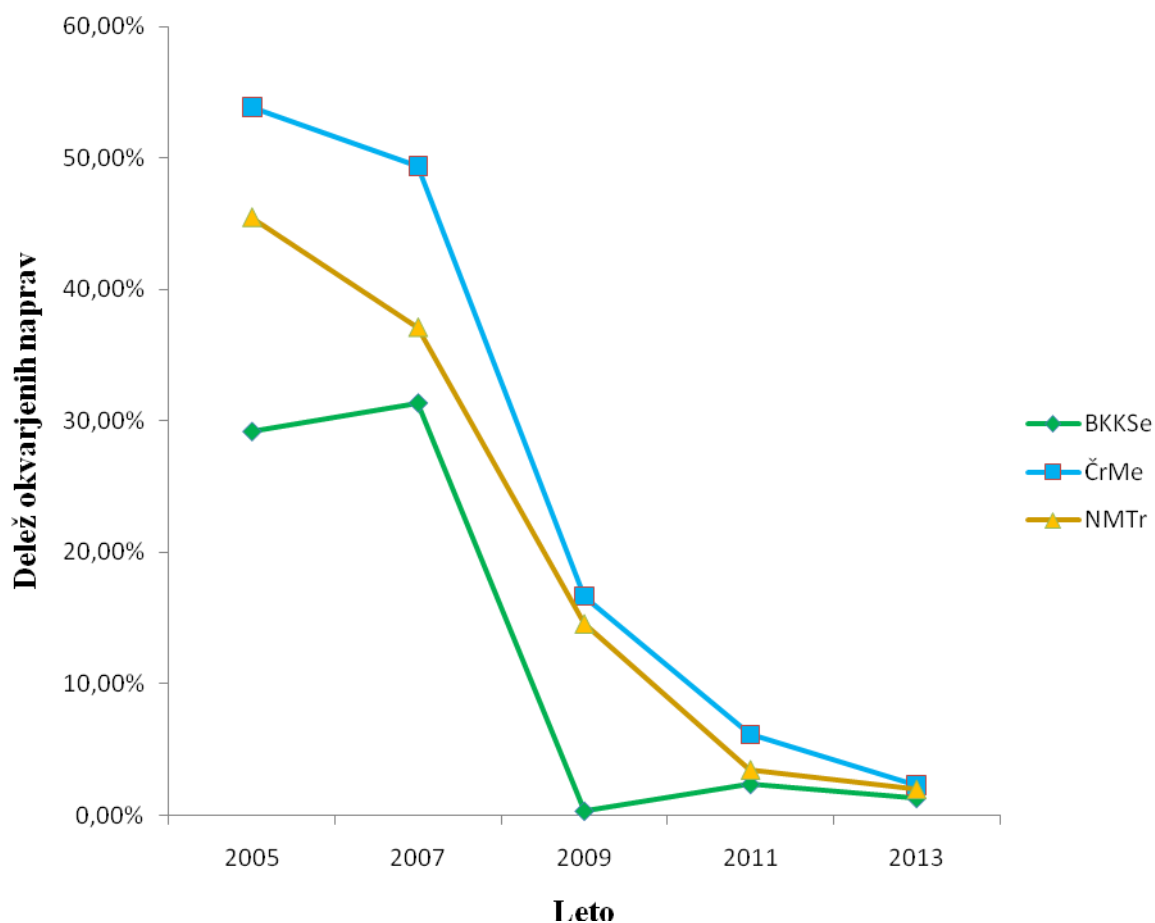
Mesta pregledov so bili različni kraji, ki so se skozi čas menjavali, zato smo kot enoto za kraj vzeli območje, ki ga pokriva določena izpostava kmetijsko svetovalne službe (KSS). Tako smo dobili 7 enot, ki pa smo jih zaradi smiselnosti obdelave podatkov združili na geografski osnovi na tri območja. Skupaj smo združili KSS Novo mesto in Trebnje (NMTr) v enoto osrednja Dolenjska. KSS Črnomelj in Metliko (ČrMe) smo združili v enoto Bela krajina ter Brežice, Krško KSS in Sevnica (BKKSe) v enoto Posavje. Rezultate bomo predstavljeni tako, da bomo prikazali vse okvarjene naprave za oba tipa naprav skupaj ločeno po sodih in lihih letih.



Slika 88: Delež okvarjenih naprav za posamezno območje – soda leta

Figure 88: The proportion of defective devices for an individual area – even years

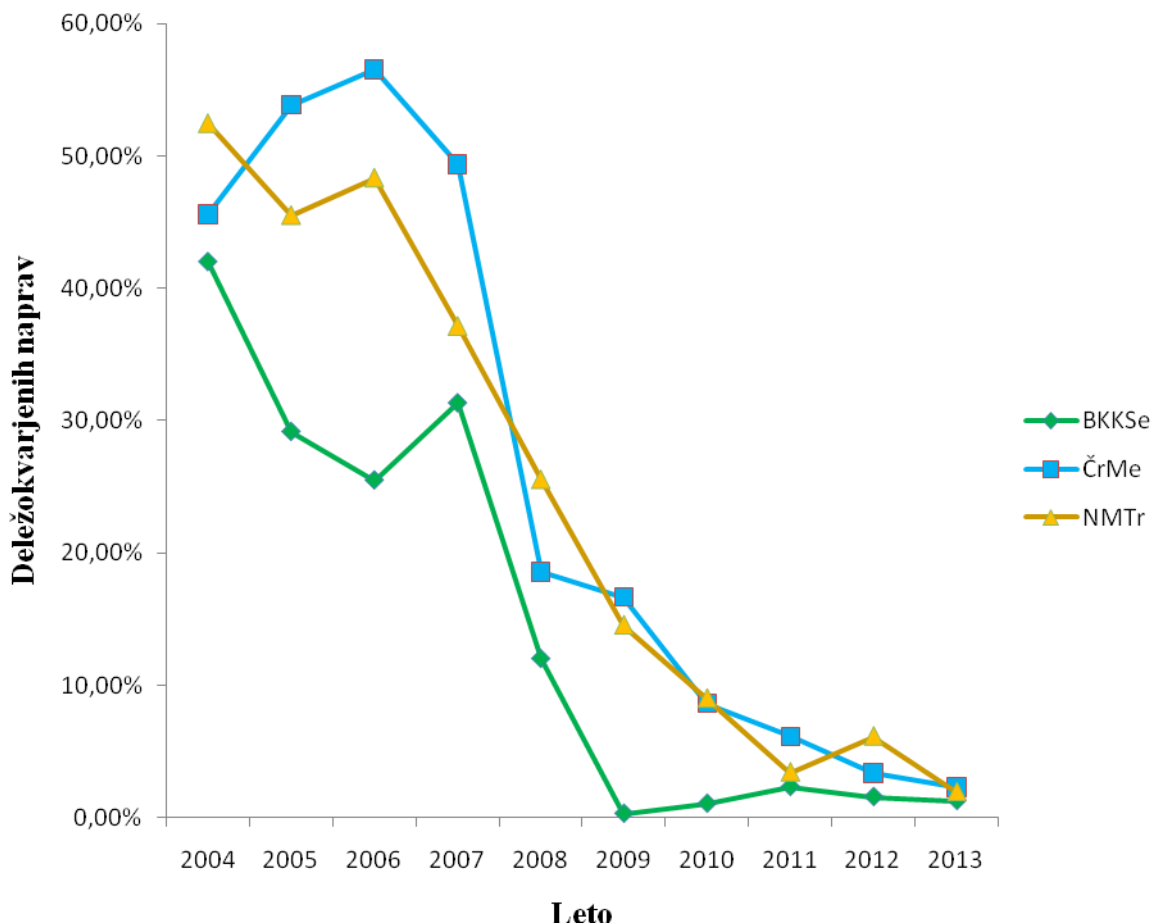
S slike 88 za soda leta je razvidno, da je bilo v vseh regijah v letu 2004 največji delež okvarjenih naprav, izjema je Bela krajina, kjer se delež takih naprav v letu 2006 poveča, v ostalih dveh pa zmanjša. Delež okvarjenih naprav se je v ostalih letih v vseh regijah močno zmanjševal.



Slika 89: Delež okvarjenih naprav za posamezno območje – liha leta  
Figure 89: Share of defected machines for each area – odd years

Za liha leta lahko iz slike 89 razberemo, da se delež okvarjenih naprav z leti zmanjšuje. Največji deleži so bili v letu 2005, razen v območju Bela krajina, kjer se je ta delež v letu 2007 nekoliko povečal. V ostalih letih je bil delež okvarjenih naprav v vseh območjih nizek.

Ker gre vsako leto za enake naprave, lahko za vsa leta skupaj pokažemo na enem grafu.



Slika 90: Delež okvarjenih naprav za posamezno območje  
Figure 90: Share of defected machines for each area

Na sliki 90 lahko vidimo, da je bil delež okvarjenih naprav na območju Bele krajine v letu 2006 glede na leto 2004 nekoliko večji, nato pa je začel strmo padati. Rahlo nihanje lahko vidimo tudi pri območju osrednje Dolenjske, kjer je bil delež okvarjenih naprav v letu 2006 nekoliko večji, nato pa je ponovno sledilo strmo upadanje. Na območju Posavja pa je delež okvarjenih naprav močno upadal že v prvih treh letih, nato pa v letu 2007 nekoliko narastel. Po tem letu je ponovno sledilo izrazito manjšanje deleža okvarjenih naprav.



### 4.3 OKVARJENOST SKLOPOV GLEDE NA OBREMENJENOST

Sklopi na napravah so različno obremenjeni, zato smo predvidevali, da se bodo napake pri pregledih pogosteje pojavljale na sklopih, ki so bolj obremenjeni.

#### 4.3.1 Okvarjenost sklopov pri škropilnicah

Pri škropilnicah smo kot bolj obremenjene sklope upoštevali naslednje:

- Črpalka
- Pogon
- Regulator tlaka
- Pipe in zasuni
- Šobe
- Letve
- Protikapni mehanizem

Kot manj obremenjene pa smo upoštevali:

- Rezervoar
- Praznjenje
- Mešalo
- Manometer
- Cevi
- Filtri

Podatke smo statistično obdelali. Preverili smo odvisnost deleža napak od samega mesta (sklopa) okvare (obremenjeni in neobremenjeni deli) z uporabo podatkov za sklope na škropilnici.

Preglednica 8: Rezultati na podatkih za posamezne sklope - škropilnice

Table 8: Results on data for each part of sprayer – boom sprayers

	Koeficient	St. napaka	df	t	p-vrednost
Presečišče	0,079	0,016	116	4,863	0,0000
Obremenjeni/ neobremenjeni	-0,001	0,006	11	-0,129	0,8996

Izračunana p vrednosti nakazuje, da je delež napak med obema skupinama sklopov podoben, in med njima ni statistično značilnih razlik.

Iz preglednice 8 in slike 30 lahko s primerjavo razberemo, da med obema vrstama sklopov na škropilnici ni statistično značilnih razlik po zastopanosti okvar.

#### 4.3.2 Okvarjenost sklopov pri pršilnikih

Pri pršilnikih smo kot bolj obremenjene sklope upoštevali naslednje:

- Črpalka
- Pogon
- Regulator tlaka
- Pipe in zasuni
- Puhalo
- Šobe
- Protikapni mehanizem

Kot manj obremenjene pa smo upoštevali:

- Rezervoar
- Praznjenje
- Mešalo
- Cevi
- Filtri
- Manometer

Podatke smo statistično obdelali. Preverili smo odvisnost deleža napak od samega mesta (sklopa) okvare (obremenjeni in neobremenjeni deli) z uporabo podatkov za sklope na pršilniku.

Preglednica 9: Rezultati na podatkih za posamezne sklope – pršilniki

Table 9: Results on data for each part of sprayer – orchard sprayers

	Koeficient	St. napaka	df	t	p-vrednost
Presečišče	0,028	0,008	116	3,313	0,0012
Obremenjeni/ neobremenjeni	-0,0005	0,003	11	0,187	0,854

Izračunana p vrednosti nakazuje, da je delež napak med obema skupinama sklopov podoben, in med njima ni statistično značilnih razlik.

Iz preglednice 4 in slike 67 lahko s primerjavo razberemo, da med obema vrstama sklopov na pršilniku ni bistvenih razlik po zastopanosti okvar.

## 5 RAZPRAVA

### 5.1 TEHNIČNO STANJE VSEH NAPRAV

Tehnično stanje vseh naprav, tako škropilnic kot pršilnikov, se je po pričakovanjih izboljševalo iz leta v leto.

Tehnične preglede naprav za nanos FFS v Sloveniji opravljajo že dobri dve desetletji, vendar so bili ti do leta 2002 na prostovoljni osnovi. Tehnično stanje naprav je bilo temu primerno zelo slabo, saj so verjetno na preglede hodili samo nekateri posamezniki, ki so se bodisi zavedali pomena skrbi za okolje, ali pa so imeli resno kmetijsko pridelavo in so se zavedali pomena dobrega delovanja naprave. S tem so namreč lahko zagotovili kakovosten nanos FFS na ciljno površino in njihovo dobro učinkovanje, po drugi strani pa ni prihajalo do nepotrebnih izgub FFS, v smislu puščanja naprave, zanosa, prevelikega ali celo premajhnega odmerka. Vse pa je seveda povezano tudi z ekonomiko porabe FFS. Vsaka skrajnost pri odmerkih namreč pomeni slabše oziroma negospodarno ravnanje s FFS.

Žal pa je bilo več takih, ki so imeli samooskrbno kmetijsko pridelavo in so bili verjetno zadovoljni že z zelo površnim delovanjem naprave. Imeli so manjše površine, na katerih so porabili absolutno gledano manjše količine FFS, in jim to ni predstavljalo prevelikih stroškov, tudi če ta niso učinkovala tako, kot bi morala. To lahko sklepamo po tem, da je bilo v prvih letih obravnavanega obdobja, to je od 2004 do vključno 2008, izredno veliko okvar na napravah za nanos FFS, največ v prvih dveh letih, to je 2004 in 2005. Takrat so uporabniki začeli voziti svoje naprave na preglede, ker jih je v to prisilil zakon. Ob tehničnih pregledih je prisotni mehanik hkrati opravljal tudi servis. S tem je odpravil veliko pomanjkljivosti, uporabniki so bili takrat tudi poučeni o pravilnem ravnanju in vzdrževanju naprave.

Rezultati dela so bili dobro vidni v kasnejšem obdobju, to je nekje od leta 2009 do 2013, ko se je število okvar na napravah drastično zmanjšalo. S tem lahko potrdimo, da se je z uvedbo tehničnih pregledov tehnično stanje naprav z leti zelo izboljšalo.

Glede na to, da so v kasnejšem obdobju kljub vsem tehničnim pregledom na napravah še vedno napake, lahko sklepamo, da je potrebno s pregledi nadaljevati. Tudi dejstvo, da je bilo v začetnih letih, to je nekje od leta 2004 do 2008, zelo veliko okvarjenih naprav, ki so bile nekoč nove in verjetno vsaj takrat brezhibne, govori v prid temu, da se na napravah prej ali slej pojavijo napake. Zato lahko sklepamo, da se bo na napravi, ki je sicer trenutno brezhibna, prej ali slej pojavila napaka, tudi taka, ki je očem skrita, na primer prečna porazdelitev pri škropilnicah.

#### 5.1.1 Tehnično stanje škropilnic

Tudi za škropilnice lahko rečemo, da se je po pričakovanjih njihovo tehnično stanje zelo izboljšalo. V začetnem obdobju, to je nekje od 2004 do 2008, je bilo zelo veliko okvarjenih sklopov, največ prav prvi dve leti, to je 2004 in 2005. Delež okvar na posameznih sklopih je bil različen.

### 5.1.2 Tehnično stanje pršilnikov

Tudi pri pršilnikih se je tehnično stanje zelo izboljšalo, tako kot smo pričakovali. Največ okvar je bilo v letih 2004 in 2005, tako kot pri škropilnicah. V kasnejših letih se je tehnično stanje bistveno popravilo.

## 5.2 TEHNIČNO STANJE SKLOPOV ŠKROPILNICE IN PRŠILNIKA

Ker so nekateri sklopi pri škropilnici in pršilniku enaki, jih je smiselno opisati skupaj.

### 5.2.1 Protikapni mehanizmi

Proti pričakovanju, je bilo pri škropilnicah največ napak pri protikapnih mehanizmih, to je 17 % vseh napak. Pri pršilnikih je bil protikapni mehanizem po okvarjenosti na tretjem mestu.

Pogosto je šlo za okvare na vitalnih delih mehanizma, predvsem vzmeteh in zapiralnih elementih, kot so membrana oziroma kovinska kroglica. V nekaterih primerih pa je bil le-ta celo odstranjen. Praktično edine izvedbe protikapnih mehanizmov, ki smo jih srečali pri pregledih, sta bili konstrukcijski izvedbi s krogličnim ventilom in z membrano.

Delovanje tega sklopa je, poleg njegove tehnične brezhibnosti, zelo odvisno od vzdrževanja celotne naprave, predvsem čiščenja. Prisotnost kakršnih koli tujkov v škropilni brozgi lahko povzroči puščanje sistema. Ker so bile naprave v začetku tehnično slabo vzdrževane, je bilo tudi njihovo čiščenje zelo površno. Posledično je bilo v napravi zelo veliko usedlin in prav zato zelo veliko napak prav na tem sistemu. Dejstvo je namreč tudi to, da je lahko uporabnik kljub nedelovanju tega sistema, napravo vseeno uporabljal, seveda zelo neakovostno, predvsem ko gre za varovanje okolja.

Konstrukcijska izvedba s krogličnim ventilom je sestavljena iz vzmeti, ki potiska kroglico (običajno kovinsko) k zapornemu ustju. V kolikor se na kroglici ali ustju nabere nesnaga, ta ne tesni in posledično pušča. Poleg tega se lahko na obeh omenjenih elementih s časom uporabe in zaradi slabega vzdrževanja (predvsem slabega čiščenja po uporabi) naberejo obloge, ki tudi preprečujejo tesnjenje. Poleg zapornega ustja in kroglice lahko težave povzroča tudi vzmet, ki je v nekaterih primerih počena, stisnjena, polna nesnage in oblog, v določenih primerih pa je bila celo odstranjena. Odprava te napake je lastniku povzročila minimalne stroške, in so jo pogosto izvedli kar na lokaciji pregleda.

Membranski tip je sestavljen iz zaporne membrane in vzmeti, ki to membrano pritiska na zaporno ustje. Kadar se je na prehodu med membrano in ustjem nabrala nesnaga oziroma obloge, ki so ravno tako posledica slabega čiščenja po uporabi, je prišlo do puščanja oziroma kapljanja skozi šobo. Poleg teh okvar so bile ugotovljene tudi počene membrane, predvsem stare, toge in neelastične ter okvarjene vzmeti, predvsem počene. V nekaterih primerih je bil protikapni ventil celo odstranjen.

Odprava teh napak je bila dokaj preprosta in ni predstavljala večjega finančnega zalogaja. V večini primerov je bilo potrebno zgolj očistiti sistem, v nekaterih pa zamenjava obrabljenih oziroma dotrajanih delov.

### 5.2.2 Manometri

Okvar na manometrih je bilo veliko. Pri pršilnikih so bili manometri na prvem mestu po okvarjenosti, pri škropilnicah pa na drugem, takoj za protikapnimi mehanizmi.

Gre za merilno napravo, ki ob nepravilni uporabi in neustreznem vzdrževanju preneha pravilno delovati. Veliko manometrov je bilo mehansko poškodovanih, predvsem so bila počena stekelca na merilniku tlaka. Poleg tega večino teh ni imelo ustrezne količine olja (glicerola), oziroma so bili celo brez njega. Take okvare se navadno zgodijo, ko s tršim predmetom udarimo ob manometer, kar se lahko zgodi med skladiščenjem, med odpenjanjem ali pripenjanjem na traktor ter tudi med uporabo, npr. udarec veje v sadovnjaku.

Manometri so bili okvarjeni tudi tako, da so neobremenjeni kazali neko številčno vrednost. V tem primeru je šlo za poškodbo notranjega mehanizma, večinoma Bourdonove cevi. Velikokrat je bila to posledica zmrzovanja tekočine, lahko pa tudi zaradi hitrega sunka previsokega tlaka, kar se zgodi, če je pokvarjen regulator tlaka.

V vsakem primeru je bilo potrebno manometer zamenjati. Večino teh okvar bi lastniki lahko preprečili in te menjave ne bi bile potrebne. Manometer namreč ni zelo izpostavljen obrabi in ima lahko dolgo življenjsko dobo, je pa občutljiv za poškodbe in neustrezno ravnanje.

Poleg omenjenih napak so bili na napravah nameščeni neustrezni manometri, predvsem visokotlačni na nizkotlačni napravi, ki niso imeli pravega razdelka na merilni skali in hkrati niso bili dobro vidni iz kabine traktorja.

### 5.2.3 Regulatorji tlaka

Regulator tlaka je zelo pomemben sestavni sklop, saj uravnava delovanje celotnega sistema. Praktično vsi, ki smo jih pregledali, so bili mehanski, elektronskih je bilo le peščica. Napake so se pojavljale na več mestih na regulatorjih. Ročka za vklop in izklop, s katero se usmeri tok tekočine proti šobam oziroma na povratni vod, je bila pri določenih napravah, predvsem pri škropilnicah, zlomljena. Razlog za to je bil pogosto zasušen in z zlepljenimi elementi poškodovan regulator, ker le-ta v času mirovanja (običajno preko zime) ni bil pravilno shranjen (podmazan). Razlog je bil tudi v tem, glede na izjave lastnikov, da jih niso nikoli uporabljali oziroma spreminjali nastavitve. Tesnila na batu regulatorja se sprimejo oziroma zlepijo z ohišjem. Ko želimo kasneje na začetku sezone ventil odpreti, s silo pritisnemo na ročko in ta se zlomi, še posebno, če gre za že staro napravo in je plastika preveč krhka (neelastična).

Če ročka kljub vsemu ne popusti, pa pogosto popusti vodilni mehanizem med ročko in batom ventila. Ta okvara zahteva bistveno večje in dražje servisne posege, kot je zgolj zamenjava

ročke. Tudi vrtenje tlačnega vijaka mnogokrat ni zadostovalo za sprostitev mehanizma. V takih primerih je potrebno preveriti tudi tesnila na batu. Ker je bilo v takih skrajnih primerih okvarjenih veliko sestavnih delov, so pogosto zamenjali celoten regulator.

Vijak za nastavljanje tlaka je bil v nekaterih primerih tudi deformiran, oziroma je imel poškodovan navoj. V takih primerih so ga zamenjali brez večjih posegov in stroškov.

Tehnično stanje regulatorjev je bilo zelo slabo, kar je negativno vplivalo na kakovost delovanja naprave. S servisnimi posegi, ki smo jih sprožili s tehničnimi pregledi, se je stanje na tem področju zelo izboljšalo. Poleg tega so bili lastniki vsaj osnovno seznanjeni tudi o vzdrževanju regulatorjev. V kasnejših obdobjih je bilo okvar na regulatorjih zelo malo.

#### **5.2.4 Šobe**

So elementi na koncu sistema in bistveno prispevajo h kakovostnemu nanosu FFS. Pri škropilnicah je bil pogosto razlog za napako v tem, da je imela naprava dva ali več različnih tipov šob. Lastniki so pogosto, kadar so katero od šob izgubili, to nadomestili z novo. Če so uspeli dobiti isti tip šobe, so jo nadomestili s to, v nasprotnem primeru so izbrali čim bolj podoben približek nadomestnih šob. V tem primeru niti prvi niti drugi način nista v redu. Nova šoba deluje drugače kot rabljene, kljub temu da gre za isti tip. Drugačen tip šobe pa tudi ne more ustrezno delovati v istem sistemu z drugimi tipi šob. Pršilniki so tukaj izjema, kjer se lahko uporablja dva ali več različnih šob hkrati.

Poleg tega so bile šobe pogosto stare in obrabljene, nekatere celo fizično poškodovane in zlomljene. Pojavljali so se tudi primeri s počenimi nosilci oziroma ohišji šob. Nekateri uporabniki so šobe čistili s trdimi predmeti (npr. žico) in jih pri tem nevede poškodovali. Šobe imajo namreč zelo majhno odprtino in običajno okvare ne moremo videti s prostim očesom. Okvara se kaže kot nepravilna oblika curka ter prevelik pretok. Poleg tega so se pogosto pojavljali tudi tujki v šobah, predvsem pri slabo vzdrževanih napravah. Pri nekaterih škropilnicah, ki nimajo bajonetnega sistema za vstavljanje šob, je bilo potrebno nastavljati tudi kot zamika ploskih šob. Napako so lastniki večinoma odpravili na mestu samem, saj menjava šob ne predstavlja zahtevnega tehničnega posega, niti velikih stroškov.

Šobe so tudi elementi, ki se morajo po določenem času delovanja preprosto zamenjati, četudi so na prvi pogled v dobrem tehničnem stanju.

#### **5.2.5 Pipe in zasuni**

So elementi, s katerimi odpiramo oziroma zapiramo dotok škropiva do porabnikov. Pri delu se pogosto uporabljajo. Okvare, ki so se pojavljale, so bile pogosto zlomljene ročke. Razlog za to je bil podoben kot pri tlačnem regulatorju. Tudi tukaj so se tesnila med dobo mirovanja sprijela oziroma zlepila z ohišjem. Ko smo hoteli ventil premakniti, se je ročka zlomila. Včasih je šlo tudi za stare ročke s preperelo plastiko. Kadar se ročka kljub vsemu ni zlomila, je prišlo do poškodovanja tesnil v ventilu in le-ta ni opravljal svoje naloge. V nekaterih primerih pa so bila tesnila poškodovana že predhodno, bodisi so bila stara ali kako drugače

uničena. V teh primerih je bilo potrebno ali zamenjati ročke in tesnila, včasih pa tudi celoten ventil.

Poleg omenjenih težav, je pogosto prihajalo do puščanja med posameznimi enotami ventilov, pogosto zaradi poškodovanega tesnila. To se je pokazalo ob testiranju na višjem tlaku od delovnega, vendar vsekakor v mejah normalne uporabe, običajno pri 5 barih za škropilnice in 10 – 15 barih za pršilnike.

### **5.2.6 Mešala**

To je sklop, ki skrbi za stalno mešanje vsebine rezervoarja. Pri napravah, ki smo jih pregledovali, so bili vsi hidravličnega tipa, nekatere so bile celo brez mešala. Lastniki so tem napravam mešala naknadno namestili, saj poseg ni bil niti tehnično niti stroškovno prezahteven. Okvare so se pojavljale predvsem v smislu kot so odstranjene mešalne šobe, nepravilno nameščene (prosto gibanje po rezervoarju), odsotnost šobe (prisotna samo cev) in šobe nameščene na cevi povratnega voda. Odprava teh napak tudi ni bila stroškovno in tehnično zahtevna.

### **5.2.7 Cevi**

Cevi so sklop, ki hidravlično povezujejo ostale sklope med sabo in morajo biti brezhibne, kajti vsaka manjša napaka na ceveh posledično pomeni če že ne takojšnje, pa nekoliko kasnejše izpuščanje škropiva. Zadeva je toliko bolj občutljiva, ker izpuščanje v primeru okvare ne pomeni puščanje po kapljicah, ampak v velikih količinah, v skrajnem primeru celotne vsebine rezervoarja. Okvare so bile vidne predvsem v razpokanosti cevi, ki so jo morali kljub morebitni trenutni tesnosti, zamenjati. V skrajnih primerih so bile cevi tudi vidno počene, oziroma so počile ob pregledu, zaradi testiranja pri višjem tlaku od delovnega, podobno kot pri ventilih in zasunih, to je 5 barov oziroma 10 – 15 barov. Najbolj poškodovane so bile tlačne cevi med črpalko in tlačnim regulatorjem ter pregibne cevi pri škropilni letvi. Lastniki so v nekaterih primerih te težave reševali z neustreznim tesnjenjem z raznimi lepilnimi trakovi, oziroma namestili neustrezne cevi. Te napake so lahko lastniki ob pregledu tudi hitro odpravili.

### **5.2.8 Pogoni naprav**

Vse naprave, ki so tako ali drugače priključene na traktor, imajo tudi njegov pogon. Ta se vrši preko kardanske gredi, ki povezuje priključno gred traktorja ter priključno gred črpalke. Napake, ki so se pojavljale na tem sklopu, so bile večinoma varnostne narave, saj je bil pomanjkljiv mehanizem za varovanje pred poškodbami lastnika oziroma upravljavca naprave, ali pa je bil celo popolnoma odstranjen. V večini primerov je šlo za plastične teleskopske tulce, ki so bili polomljeni, prekratki, brez varnostnih verižic itd. Te napake je moral lastnik odpraviti, v večini primerov z namestitvijo novih zaščitnih elementov. Pojavljali pa so se tudi primeri, ko so bili varnostni elementi napačno uporabljeni, na primer verižica, ki preprečuje vrtenje zaščite kardanske gredi, pripeta na napačnem mestu.



### 5.2.9 Črpalke

Črpalka je eden izmed najbolj obremenjenih sklopov, ki pa je bil proti pričakovanju, malokrat okvarjen. Razlog je morda v tem, da so lastniki ta sklop morali vsaj nekoliko vzdrževati, kajti če ni deloval, škropilnice niso mogli uporabljati.

Napake, ki so se pojavljale pri tem sklopu, so bile počene membrane, bodisi na hidravličnem blažilcu, ali pa batne membrane. Te okvare so lastniki težko odpravili na mestu samem, večinoma so se vrnili na pregled kasneje. Brez delujoče črpalke namreč ni bilo moč začeti s tehničnim pregledom. V nekaterih primerih so bili okvarjeni tudi ventili v črpalci, kar se je pokazalo z zmanjšanim pretokom, predvsem pri obremenitvi. Kadar so bile črpalke mastne od olja, pa je bil jasen kazalec, da so okvarjena tesnila na gredi črpalke.

Nekatere od teh napak (predvsem membrane blažilca) je bilo moč odpraviti na kraju samem, večjih posegov pa ne.

### 5.2.10 Filtri

Filtri so sklop, ki čistijo škropivo pred morebitno nesnago, zato je bila poglobitna napaka tega sklopa zamašenost. V nekaterih primerih so bili tudi strgani in polomljeni oziroma kako drugače poškodovani. Napake na teh sklopih so v večini primerov odpravili s čiščenjem na kraju samem oziroma z zamenjavo z novim. Napaka se je pogosto pokazala kot zmanjšan pretok ob merjenju pretoka črpalke.

### 5.2.11 Rezervoarji

Napake, ki so se pojavljale na rezervoarjih, so bile predvsem v slabih pokrovih in nalivnih sitih. To napako so odpravili z nabavo in namestitvijo novih elementov. Napake, kot so bile počeni rezervoarji, slabo vidna skala za nivo tekočine, pa so zelo težko odpravili, vsekakor ne na kraju samem. V takih primerih je bilo potrebno rezervoar zamenjati.

### 5.2.12 Praznjenja

Praznjenje rezervoarja je rešeno z izpustnimi ventili. Napake na teh sklopih so bile predvsem v slabem tesnjenju in nedelovanju oziroma blokadi ročke za upravljanje ventila. Napake so lahko odpravili na kraju samem z zamenjavo tesnil oziroma s podmazovanjem. Nekatere naprave so bile še celo brez ventilov, tem smo namestili nove.

## 5.3 TEHNIČNO STANJE LOČENIH SKLOPOV

### 5.3.1 Puhala

Je značilen sklop za pršilnike. Večino naprav je imelo aksialne izvedbe puhal, nekatere, predvsem sodobne, pa tudi radialne. Okvar na teh sklopih je bilo malo, večinoma so bile okvare na obrabljenih ležajih, kar se je slišalo kot ropot že pri nizkih vrtilnih hitrostih

delovanja. Poleg tega je bila pri nekaterih napravah poškodovana varnostna zaščitna mreža puhala. Teh napak lastniki niso mogli odpraviti na mestu samem. Gre za specifično okvaro, predvsem ležajev, ki ob obrabi kmalu privede do popolne neuporabnosti naprave, zato so lastniki te sklope morali dobro vzdrževati, posledično je bilo navedenih napak malo.

### 5.3.2 Škropilne letve

To je kovinsko ogrodje, ki nosi cevi in šobe. Napake na teh klopah so bile predvsem v deformiranih in polomljenih letvah. V nekaterih primerih je bil okvarjen mehanizem za dviganje in spuščanje (če ga je naprava imela), ter mehanizem, ki je preprečeval samodejno razpiranje letev. Teh napak lastniki večinoma niso mogli odpraviti na kraju samem, ampak v ustrezni delavnici.

## 5.4 TEHNIČNO STANJE GLEDE NA OBMOČJE PREGLEDA

Območje, ki smo ga vzeli kot eno enoto, je območje, ki ga pokriva določena enota kmetijsko svetovalne službe. Smiselno smo te enote združili v tri geografska področja. Predvidevali smo, da tehnično stanje naprav ni bilo odvisno od mesta pregleda, kar smo tudi potrdili. Večjih razlik ni, je pa vidno, da ima območje Posavja kljub vsemu ves čas nekoliko nižji delež okvar. Razlogov za to je lahko več. Ena od možnosti je ta, da gre za območja z nekoliko resnejšo kmetijsko pridelavo, kjer kmetje obdelujejo večje površine in imajo zato kvalitetnejše in novejšje stroje za nanos FFS, ki so manj podvrženi okvaram, oziroma jih dobro vzdržujejo. Po izkušnjah s tehničnimi pregledov so namreč najbolj sporni tako imenovani mali kmetje, ki obdelujejo zelo majhne površine. Ti imajo svoje naprave za nanos FFS, vendar so praviloma že stare in iztrošene. Novih ne nabavljajo, niti ne vzdržujejo obstoječih, saj jim ekonomika pridelave tega ne omogoča. Verjetno tudi to ni čisto pravi razlog, kajti tudi ostala, vsaj nekatera območja KSS, so kmetijsko močna in imajo veliko kmetij z resno pridelavo. Zato bi bilo dobro raziskati, kako so katere od KSS v zgodovini delovale na področju osveščanja in izobraževanja s področja rabe fitofarmaceutskih sredstev.

## 5.5 OKVARJENOST SKLOPOV GLEDE NA OBREMENJENOST

Sklope smo po lastni presoji razdelili med manj in bolj obremenjene. Posamezno smo proučili škropilnice in pršilnike.

Rezultati so nam pokazali, da so okvare dokaj enakomerno razporejene po obeh skupinah sklopov, tako da lahko rečemo, da se kvarijo tudi manj obremenjeni sklopi. To velja tako za škropilnice kot tudi pršilnike. Zakaj je temu tako, bi bilo potrebno raziskati.

Dejstvo je, da so ljudje nekatere sklope primorani vzdrževati, tudi če sicer slabo skrbijo za napravo. To so sklopi, brez katerih naprava ne more delovati. Sem sodijo predvsem črpalke in puhala. Če je kateri od teh sklopov v okvari, naprave ne moremo uporabljati. Če to primerjamo s slabimi šobami ali pa z slabo delujočim manometrom, bo lastnik vseeno lahko nanašal FFS, sicer zelo površno, okolju škodljivo in neučinkovito. Če pa črpalka ne deluje pravilno, ni hidravličnega toka in naprave ne moremo uporabljati. Zato so bili ti sklopi, kljub zelo veliki obremenjenosti, vsaj delno vzdrževani.

Pred uvedbo Pravilnika o pridobitvi certifikata o skladnosti za naprave za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev (1999) in Pravilnika o pogojih in postopkih, ki jih morajo izpolnjevati in izvajati pooblaščen nadzorni organi za redno pregledovanje naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev (2000), skupaj z njegovimi dopolnitvami (Pravilnik o spremembah in dopolnitvi ..., 2000; Pravilnik o spremembah in dopolnitvi ..., 2005) so bile na trgu lahko naprave, ki v osnovni konstrukciji niso izpolnjevale tehničnih zahtev, navedenih v pravilnikih. Glede na tako stanje, je bilo v začetku pregledovanja tudi to vzrok številnim napakam na napravah.

## 6 SKLEPI

Na območju jugovzhodne Slovenije, ki je zajemal področja, ki jih pokrivajo kmetijsko svetovalne službe Trebnje, Metlika, Črnomelj, Novo mesto, Krško, Sevnica in Brežice, smo opravljali tehnične preglede naprav za nanos FFS v letih od 2004 do 2013.

Naprave so bile pred uvedbo tehničnih pregledov v zelo slabem tehničnem stanju. Lastniki so posvečali premalo pozornosti rednemu vzdrževanju in odpravljanju napak.

Rezultat slabega vzdrževanja, kamor sodi predvsem čiščenje naprave po uporabi, podmazovanje, menjavanje potrošnih delov (na primer šobe), je bil viden predvsem v prisotnosti nesnage, tako v rezervoarji, filtrih, kot tudi v šobah, ki so se mašile. Poleg tega je bilo veliko sklopov, predvsem pa tlačnih regulatorjev, neuporabnih, saj so se vsi vitalni gibljivi deli zlepili zaradi dolgotrajnega nevezdrževanja. Šobe, ki so na koncu sistema in so ključne za kvaliteten nanos, so bile mnogokrat še iste kot pri novi napravi. Rezultat tega je bila izredno slaba prečna razporeditev nanosa škropilne brozge pri škropilnicah. Pri pršilnikih se je slabo tehnično stanje šob pokazalo kot neizenačeni pretoki skozi šobe.

Slabo vzdrževanje se je kazalo tudi pri protikapnih mehanizmih, ki so zelo občutljivi na prisotnost nesnage in oblog. Nedelovanje se je kazalo kot kapljanje iz šob po zaprtju dovoda škropilne brozge.

Stanje cevi je bilo mnogokrat tudi zelo slabo, saj lastniki le-teh niso menjali ob njihovi dotrajanosti. Okvara na tem sklopu ima lahko za okolje izredno negativne posledice, saj lahko ob poškodbi naenkrat v okolje izteče zelo velika količina FFS. Mnogokrat so bile tudi cevi nadomeščene z neustreznimi, predvsem vrtnimi cevmi za vodo.

Manometer se je pri mnogih napravah poškodoval predvsem zaradi neustreznega skladiščenja, zlasti zaradi zmrzovanja. Poleg tega so bila poškodovana tudi stekelca na merilni skali ter bili brez brez glicerola, kar je posledica mehanskega udarca. Vse te napake so v večini primerov posledica neustreznega ravnanja z napravo.

Poleg tega lastniki mnogokrat niso poskrbeli za odpravo mehanskih poškodb, ki so se dogajale med delom. Sem sodijo velikokrat poškodovane škropilne letve (zvite in zlomljene), polomljene ročke, bodisi na pipah in zasunih ter na regulatorju tlaka. Nezaščitena kardanska gred je tudi posledica malomarnega pristopa k zagotavljanju varnosti pri delu s stroji.

Glede na opravljeno delo v tem 10 letnem obdobju ter dobljene rezultate lahko zapišemo, da se je tehnično stanje naprav, ki so bile redno tehnično pregledane, bistveno izboljšalo. Napake oziroma okvare se sicer še vedno pojavljajo, vendar gre večinoma za manjše stvari, ki so se tako ali drugače poškodovale oziroma izrabile v kratkem preteklem obdobju zadnjih 2 ali 3 let. Take okvare, na primer izrabljene šobe, načeloma tudi ne povzročijo izrazite škode v okolju, saj gre v tem primeru, četudi je okvara, za nizko stopnjo odstopanja od zahtevanega. Dejstvo je, da se naprave, ki jih uporabljamo, prej ali slej izrabijo.

Območje, v katerem se naprava nahaja, ne vpliva na tehnično stanje naprav. To lahko sklepamo po tem, da so imela vsa tri območja dokaj podoben delež naprav z napakami. Je pa opazno, da območje Posavja odstopa od ostalih dveh po manjšem deležu okvarjenih naprav. To lahko pripišemo boljši osveščenosti ljudi o pomenu dobro vzdrževane naprave za nanos FFS, in hkrati s tem, da so stroji, ne samo škropilnice in pršilniki, ki jih pogosto uporabljajo, načeloma v boljšem tehničnem stanju. To so praviloma naprave na večjih kmetijah oziroma naprave, s katerimi opravljajo strojne usluge.

Vsi sklopi na napravi za nanos FFS imajo svojo vlogo pri zagotavljanju brezhibnega delovanja. Nekateri so bolj obremenjeni kot drugi, vendar to glede na rezultate raziskave ne vpliva na njihovo kvarjenje. Okvare oziroma napake se namreč dogajajo iz različnih vzrokov, zato so okvarjeni tako obremenjeni kot manj obremenjeni sklopi. Nekateri zaradi posledice obrabe, drugi kot posledica neustreznega vzdrževanja in rokovanja z napravo. Na primer, popolnoma nov manometer, ki smo ga obravnavali kot manj obremenjenega, lahko poškodujemo že, če ga izpostavimo temperaturam pod 0 °C.

Ker so okvare tudi posledica neprimerne ravnanja z napravo, igra veliko vlogo tako imenovani človeški dejavnik. Zato se lahko okvare pojavijo na popolnoma novi, sicer tehnično brezhibni napravi, kot tudi na starejši, ki je redno vzdrževana. Poleg tega pa svoj delež prispeva tudi redna oziroma predvidena obraba. To sta dva poglobljena razloga, zaradi katerih je potrebno s pregledi nadaljevati. Glavni cilj tehničnih pregledov je bil namreč vzpostaviti kar se da dobro tehnično stanje naprav za nanos FFS in to vzdrževati. Če bi s pregledi prenehali, bi zelo verjetno v nekaj letih prešli na stanje, kot je bilo v začetnih obdobjih tehničnih pregledov. Še enkrat je namreč treba poudariti, da so vse tiste naprave, ki so v začetnih obdobjih zahtevale toliko popravil, bile nekoč nove in tehnično brezhibne, vendar nekatere niso bile izdelane po zahtevah pravilnika.

## 7 POVZETEK (SUMMARY)

### 7.1 POVZETEK

Na območju jugovzhodne Slovenije smo opravljali tehnične preglede naprav za nanos FFS. Obravnavali smo 10-letno obdobje, med leti 2004 in 2013. Tehnične preglede smo opravljali kot terensko delo tako, da smo se s tehnično opremo dnevno prestavljali iz kraja v kraj in tako uporabnikom omogočili čim lažji dostop do pregledov. Večinoma so naprave namreč pripeljal s traktorji, ki težko premagujejo velike razdalje.

Tehnične preglede smo opravljali z opremo nemškega proizvajalca Herbst. Meritve so zajemale pretoke črpalk, tlake črpalk, delovanje manometra in delovanje oziroma pretok na šobah. Pri škropilnicah smo merili tudi prečno razporeditev nanosa FFS ter porabo v l/ha.

Pretoke in tlake črpalk ter delovanje manometrov smo pri obeh vrstah naprav, tako pri škropilnicah kot pršilnikih, merili z merilnim kovčkom Herbst ROT-650/60/40/10. Prečno razporeditev nanosa FFS smo pri škropilnicah merili z vozičkom SprayerTest 1000. Delovanje šob na pršilnikih pa smo merili z menzurami Herbst ED 16 ECO.

V prvem obdobju tehničnih pregledov, to je od leta 2004 do leta 2008, je bilo na napravah zelo veliko napak. Pri škropilnicah so bili najpogosteje okvarjeni protikapni mehanizmi, manometri, šobe ter regulatorji tlaka. Pri pršilnikih pa so bili najpogosteje okvarjeni manometri, regulatorji tlaka, protikapni mehanizmi ter šobe.

V kasnejšem obdobju, to je nekje od leta 2009 do leta 2013 je bilo okvar bistveno manj. S tem smo potrdili predvidevanja, da se bos tehničnimi pregledi tehnično stanje naprav izboljšalo.

Tehnično stanje naprav je bilo po območjih pregleda sicer nekoliko različno, vendar so bili deleži okvarjenih naprav podobni. Izstopalo je sicer območje Posavja z najnižjim deležem okvarjenih naprav. Razlog za to smo videli predvsem v tem, na kakšnem gospodarstvu se naprava nahaja oziroma in če z njo opravljajo strojne usluge. Naprave, ki jih veliko uporabljajo, so praviloma bolj vzdrževane.

Naprave za nanos FFS so sestavljene iz več sklopov, ki so različno obremenjeni, vendar to ne vpliva na njihovo kvarjenje. Napake se namreč pojavljajo tako na sklopih, ki so manj obremenjeni, in na sklopih, ki so bolj obremenjeni. Razlogi za okvare so namreč tehnične narave, nastanejo, ko se določen del obrabi, ter tako imenovanega subjektivnega tipa, ko okvaro oziroma napako povzroči človek z neustreznim ravnanjem.

S tehničnimi pregledi se je glede na rezultate raziskave vzpostavilo dokaj zadovoljivo tehnično stanje naprav, kar pa je potrebno vzdrževati. Ob prenehanju tega ukrepa bi verjetno kmalu prešli na začetno stanje pred pregledi.

## 7.2 SUMMARY

In the years from 2004 to 2013, we were performing a testing procedure for pesticide applying equipment from area of southeast Slovenia. This testings were carried out as outdoor procedure, with daily relocation from one to another location. Those were as much as possible close to local farmer, to avoid long distance to be defeated with tractor.

Testing procedure was done with equipment produced in Germany by Herbst. Measurements were carried out for pumps flowrate, manometer functionality and nozzle flowrate. On boom sprayers we also measured nozzle width distribution and consumption in l/ha.

Flowrates and pressures of the pumps and manometers functionality were for both types of sprayers measured with measuring case Herbst ROT-650/60/40/10. Width distribution for boom sprayers were measured with vehicle SprayerTest 1000. Nozzles on orchard sprayers were measured with measuring cylinders Herbst ED 16 ECO.

In first period of testing procedure, that is from 2004 to 2008, there were many machines, that did not pass the test. On boom sprayers were most commonly defective anti-drip systems, manometers, nozzles and pressure regulators. On orchard sprayers most defective parts were manometers, pressure regulators, anti-drip systems and nozzles.

In second period, that is from 2009 to 2013, there was significantly less defects on sprayers. With that we can confirm, that the technical conditions of the sprayers did improve.

The technical conditions of the sprayers are not depended from which area of southeast Slovenia they came from. All area had almost the same share of defective machines. But in area covered with Agricultural Advisory Service of Krško and Sevnica (Posavje region), there was less defects on sprayers in whole period, if compared with area »Bela krajina« and »osrednja Dolenjska«. Reason for that as we see is, that this depends from what kind of farm the sprayers came from. If the sprayers are frequently used, as on big farms, they are also well maintained.

The sprayers are composed from several components, that are variously exposed, but this does not affect on their defects. Defects occur on less loaded components as much as on more loaded components. The reason for that is, that some defects are done as result of incorrect handling, while other are done as result of using the sprayers.

With this testing procedure, we established good technical conditions of the sprayers in this area of Slovenia. We must continue with this process, because using of sprayers leads to cause the defects on it sooner or later. It would be a pity, to go back to technical conditions of the sprayers, that were at the beginning of testing period, that is in 2004.

## 8 VIRI

- Balsari P., Marucco P., Oggero G., Tamagnone M. 2004. Inspection of sprayers in Italy with special regard to the Piemonte region. V: First European workshop on standardised procedure for the inspection of sprayer in Europe. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt. Braunschweig, Germany, 27. – 29. apr. 2004. Ganzelmeier H., Wehmann H. J. (ed.). Berlin, Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin und Braunschweig: 43-50
- Balsari P., Marucco P., Tamagnone M. 2007. A test bench for the classification of boom sprayers according to drift risk. *Crop Protection*, 26: 1482-1489
- Bjugstad N., Hermansen P., Fridheim D. F. 2004. Testing of sprayers in Norway. V: First European workshop on standardised procedure for the inspection of sprayer in Europe. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt. Braunschweig, Germany, 27. – 29. apr. 2004. Ganzelmeier H., Wehmann H. J. (ed.). Berlin, Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin und Braunschweig: 57-62
- Blažič M., Bolčič Tavčar M., Bukovec P., Drofénik J., Fatur T., Jukič Soršak L., Koprivnikar B. M., Lešnik M., Malovrh M., Šarc L., Vranac S., van der GEEST B. 2009. Gradivo za usposabljanje prodajalcev FFS in izvajalcev varstva rastlin. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Fitosanitarna uprava Republike Slovenije: 94 str.
- Foque D., Nuyttens D. 2011. Effects of nozzle type and spray angle on spray deposition in ivy pot plants. *Pest Management Science*, 67: 199-208
- Fox R. D., Derksen R.C., Cooper J.A., Krause C.R., Ozkan H.E. 2003. Visual and image system measurement of spray deposits using water sensitive paper. *Applied Engineering in Agriculture*, 19, 5: 549-552
- Ganzelmeier H. 2004a. Preface. V: First European workshop on standardised procedure for the inspection of sprayer in Europe. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt. Braunschweig, Germany, 27. – 29. apr. 2004. Ganzelmeier H., Wehmann H. J. (ed.). Berlin, Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin und Braunschweig: 4
- Ganzelmeier H. 2004b. European standard EN 13790 - the basis for sprayer inspections in Europe. V: First European workshop on standardised procedure for the inspection of sprayer in Europe. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt. Braunschweig, Germany, 27. – 29. apr. 2004. Ganzelmeier H., Wehmann H. J. (ed.). Berlin, Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin und Braunschweig: 24 – 42
- Gil E., Gallart M., Balsari P., Marucco P., Amlajano M<sup>a</sup>. P., Llop J. 2014. Influence of wind velocity and wind direction on measurements of spray drift potential of boom sprayers using drift test bench. *Agricultural and Forest Meteorology*, 202: 94-101
- Holownicki R., Doruchowski G., Godyn A., Swiwochowski W. 2004. Obligatory inspection of sprayers in Poland – organisation and first experiences. V: First European workshop on standardised procedure for the inspection of sprayer in Europe. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt. Braunschweig, Germany, 27. – 29. apr. 2004. Ganzelmeier H., Wehmann H. J. (ed.). Berlin, Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin und Braunschweig: 51-56



- Lešnik M., Vajs S., Kač M., Košir I. 2005. Primerjava uspešnosti zatiranja nekaterih škodljivcev in bolezni jablan pri nanosu pripravkov s standardnimi ali z antidriftnimi šobami. V: Zbornik predavanj in referatov 7. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin. Zreče, 8. - 10. mar. 2005. Vajs S., Lešnik M. (ur.). Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 41-56
- Menesatti P., Biocca M., D`Andrea S., Pincu M. 2008. Thermography to analyze distribution of agricultural sprayers. *Quantitative InfraRed Thermography Journal*, 5, 1: 81-96
- Mrhar M. 1997. Kmetijski stroji in naprave. Ljubljana, Kmečki glas: 226 str.
- Nošene traktorske škropilnice. Navodilo za uporabo. Kranj, Agromehanika: 52 str.
- Osteroth H. J. 2004. Inspection of sprayers in Germany – results and experience over past decades. V: First European workshop on standardised procedure for the inspection of sprayer in europe. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt. Braunschweig, Germany*, 27.–29. apr. 2004. Ganzelmeier H., Wehmann H. J. (ed.). Berlin, Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin und Braunschweig: 68-73
- Pergher G. 2004. Field evaluation of a calibration method for air-assisted sprayer involving the use of vertical patternator. *Crop Protection*, 23, 5: 437-446
- Pergher G., Rizzi C. 2005. Vertical spray paterrens for sprayer calibration. *Rivista di Ingegneria Agraria*, 36, 1: 59-63
- Pevec T., Kalan M., Škerbot I., Friškovec I., Zadravec D., Kapun S., Moličnik - Oblak S., Škerbot I., Jančar M., Miklavc J., Blažič M., Kodrič I., Matis G., Tomše S. 2008. *Varstvo rastlin: priročnik za uporabnike fitofarmaceutskih sredstev*. Ljubljana, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije: 112 str.
- Pravilnik o pogojih in postopkih, ki jih morajo izpolnjevati in izvajati pooblaščen nadzorni organi za redno pregledovanje naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev. 2000. Ur. l. RS št. 12/00
- Pravilnik o pridobitvi certifikata o skladnosti za naprave za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev. 1999. Ur. l. RS, št. 56/99
- Pravilnik o spremembah in dopolnitvi Pravilnika o pogojih in postopkih, ki jih morajo izpolnjevati in izvajati pooblaščen nadzorni organi za redno pregledovanje naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev. 2005. Ur. l. RS št. 97/05
- Pravilnik o spremembi pravilnika o pogojih in postopkih, ki jih morajo izpolnjevati in izvajati pooblaščen nadzorni organi za redno pregledovanje naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev. 2002. Ur. l. RS št. 18/02
- Roettele M., Balsari P., Doruchowski G., Marucco P., Wehman H. J. 2011. *Environmentally Optimized Sprayer Background and documentation*.  
[http://www.topps-eos.org/documents/EOS-Handbook\\_fin15\\_3-2011.pdf](http://www.topps-eos.org/documents/EOS-Handbook_fin15_3-2011.pdf) (23. 12. 2015)
- SIST EN 13790-1. *Agricultural machinery - Sprayers - Inspection of sprayers in use - Part 1: Field crop sprayers*. 2004: 20 str.
- SIST EN 13790-2. *Agricultural machinery - Sprayers - Inspection of sprayers in use - Part 2: Air-assisted sprayers for bush and tree crops*. 2004: 18 str.

SIST EN ISO 4254-6. Agricultural machinery. Safety. Sprayers and liquid fertilizer distributors. 2009: 15 str.

Zhao H., Xie C., Liu F., He X., Zhang J., Song J. 2014. Effects of sprayers and nozzles on spray drift and terminal residues of imidacloprid on wheat. *Crop Protection*, 60: 78-82

Zakon o zdravstvenem varstvu rastlin. 1994. Ur. L. RS, št. 82/94

Žmavc M. 2002. Kmetijska tehnika za danes in jutri. Novo mesto, Srednja kmetijska šola  
Grm: 328 str.

## ZAHVALA

Za pomoč in napotke pri izdelavi tega dela se zahvaljujem mentorju prof. dr. Rajku Berniku. Zahvaljujem se tudi dr. Vučajnk Filipu za nasvete pri pisanju.

Velika zahvala gre tudi ženi Heleni, sinu Boru, hčerki Kristini in nekemu, ki ga še ne poznamo, za podarjen čas in spodbude, ter svaku dr. Flajšman Marku.

Za razne vsestranske nasvete se zahvaljujem tudi sodelavcu mag. Marku Hrastelju ter prijatelju mag. Domnu Štefanič.