

PORABA ENERGIJE ZA POGON PRŠILNIKA S SPREMENLJIVIM NAKLONSKIM KOTOM LOPATIC VENTILATORJA

Tomaž POJE¹

Kmetijski inštitu Slovenije, Oddelek za mehanizacijo,
SI-10001 Ljubljana, Slovenija

IZVLEČEK

Prikazane so povezave med potrebno močjo za pogon pršilnika prek priključne gredi traktorja glede na spreminjajoč nastavni kot lopatic ventilatorja. Na osnovi izmerjenega navora in števila vrtljajev priključne gredi, ki je poganjala pršilnik brez vklopljenega ventilatorja in z vklopljenim ventilatorjem, smo izračunali potrebno moč za pogon pršilnika, ki smo mu spreminjali nastavni kot lopatic ventilatorja. Ugotovili smo, da je ventilator na pršilniku velik porabnik energije, nastavni kot lopatic ventilatorja pa vpliva na velikost navora potrebnega za pogon pršilnika. Potrebna moč za pogon pršilnika raste linearno z večanjem nastavnega kota lopatic ventilatorja.

Ključne besede: navor, poraba energije, pršilnik, spreminjajoč nastavni kot lopatic ventilatorja

ABSTRACT

ENERGY USED BY THE SPRAYER WITH DIFFERENT ATTACK ANGLE OF VENTILATOR BLADES

In the paper the relation of engaged power required for driving of sprayers at different attack angle of ventilator blades is discussed. Measurement of torque and number of cycles on tractor PTO at driving of sprayer without and with ventilator turned on was used to calculate the power required for different attack angles of ventilator blades. Engaged power necessary for driving of the sprayer AGP 1000 EN grows linearly with the larger attack angle.

Key words: sprayer, variable attack angle of ventilator blades, torque, use of energy

1. UVOD

Ventilator na strojih za varstvo rastlin se uporablja za transport zraka. S tem je omogočen:

- transport tekočine,
- poveča se vnos kapljic škropiva med rastline,
- s premikanjem ciljnih površin (stebel in listov) se doseže boljša aplikacija škropiva, kakor tudi aplikacija na težje dostopnih mestih rastline (npr. spodnja stran listov).

Pri strojih za varstvo rastlin se uporablja aksialne in radialne ventilatorje. Količina transportiranega zraka s pomočjo ventilatorja je odvisna od hitrosti vrtenja ventilatorja, pa tudi od števila lopatic, premera ventilatorja, kota lopatic glede na prečno raven

¹ mag., univ. dipl. inž. agr., SI - 1000 Ljubljana, Hacquetova 17, E-mail: tomaz.poje@kis-h2.si

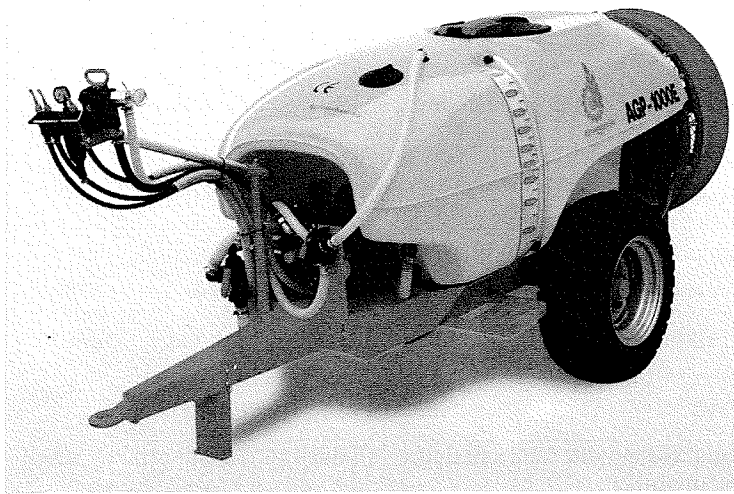
ventilatorja. Količina transportiranega zraka je premosorazmerna glede na število vrtljajev ventilatorja. Za kolikor povečamo vrtljaje ventilatorja, za toliko se poveča tudi količina transportiranega zraka.

2. METODE

Za določitev potrebne energije za pogon pršilnika z ventilatorjem, ki ima možnost nastavitve nastavnega kota lopatic smo uporabili pršilnik Agromehanika AGP 1000 EN. Pršilnik AGP 1000 EN ima možnost nastavitve zračne kapacitete ventilatorja in to s spremembo nastavnega kota lopatic ventilatorja. Nastavni kot lopatic je možno nastavljati na 5 različnih pozicij oziroma kot se lahko menja od 20 do 60 s stopnjevanjem po 10. Namen dela je bil ugotovitev odnosa angažirane moči za pogon pršilnika pri različnih nastavnih kotih lopatic ventilatorja.

Slika 1: Pršilnik Agromehanika AGP - 1000 EN

Figure 1: Sprayer Agromehanika AGP – 1000 EN



Preglednica 1: Glavni tehnični podatki za vlečeni pršilnik Agromehanika AGP - 1000 EN (po proizvajalcu)

Table 1: Major technical data for the sprayer Agromehanika AGP – 1000 EN (producer)

Prostornina rezervoarja (l)	1000
Premer ventilatorja (mm)	825
Količina zraka (m ³ /h)	16000 – 48000
Izhodna hitrost zraka (m/s)	12 – 40
Število vrtljajev ventilatorja (min ⁻¹)	2000
Število lopatic ventilatorja	8
Nastavni kot lopatic	20° do 60°
Črpalka Bertolini PA 154	

Preglednica 2: Pozicija lopatic ventilatorja in njihov nastavni kot v stopinjah**Table 2:** Position of ventilator blades and their attack angle in degrees

Pozicija lopatice	Nastavni kot lopatice (stopinja)
1	20°
2	30°
3	40°
4	50°
5	60°

Za pogon pršilnika smo uporabili traktor z močjo 100 kW. Pršilnik je bil za meritve napolnjen s čisto vodo, delovni tlak je bil 10 barov pri vseh meritvah. Meritve so pri vsaki poziciji lopatice (nastavnemu kotu) bile izvedene v treh repeticijah. Vsaka meritev je trajala 20 sekund s frekvenco vzorčenja podatkov 10 Hz, tako da je skupno število izmerjenih vrednosti bilo 200 vrednosti po enem izmerjenem signalu.

Merjene veličine

Na priključni gredi traktorja smo merili navor in število vrtljajev priključne gredi.

Izračun

Iz rezultatov meritev je bila s pomočjo naslednjih enačb izračunana moč za pogon. Moč za pogon:

$$P_p = M\omega \quad (1) \quad P_p = M\pi \frac{n}{30} \quad (2)$$

Pomen oznak:

P_p - potrebna moč za pogon priključkov (pršilnika) prek priključne gredi W
M - navor na priključni gredi Nm
ω - kotna hitrost rad
n - število vrtljajev priključne gredi min⁻¹

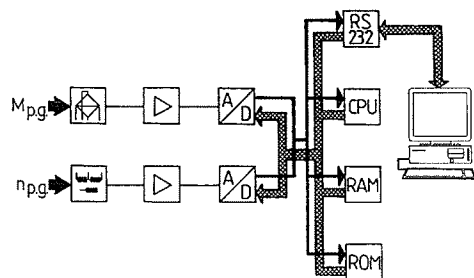
Merilna veriga

Merilna veriga je bila sestavljena iz treh delov: a) dajalniki (senzorji), b) merilni ojačevalnik, c) PC računalnik.

Za meritve navora in števila vrtljajev na priključni gredi črpalke smo uporabili dinamometer TF 30 Hottinger Baldwin, nazivne vrednosti 2000 Nm. Merilni ojačevalnik DMC 9012, Hottinger Baldwin smo uporabili za ojačanje merilnega signala in zbiranje podatkov pridobljenih z meritvami. Za zajem podatkov smo uporabili merilni program DMCBE Hottinger Baldwin, dobljeni rezultati pa so statistično obdelani s programom Excel.

Slika 2: Shema merilne verige

Figure 2: Scheme of measurement system



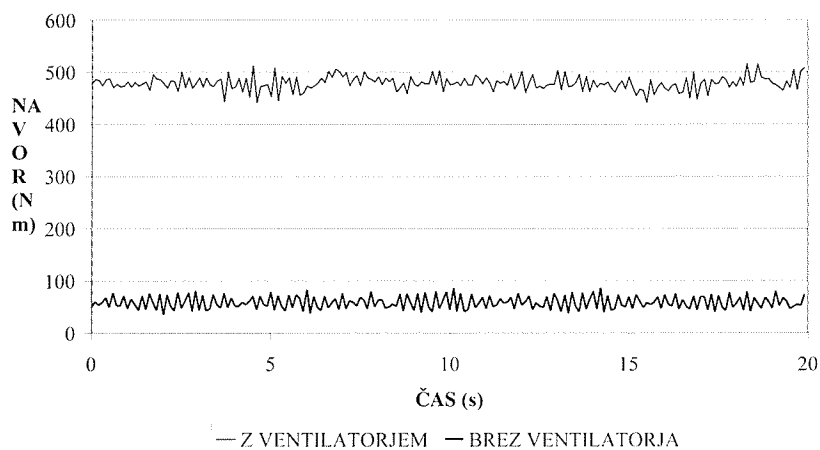
3. REZULTATI IN DISKUSIJA

Na pršilniku s spremenljivim nastavnim kotom lopatic ventilatorja smo proučevali odnos nastavnega kota lopatic in angažirane moči za pogon pršilnika. Na priključni gredi traktorja smo merili navor in število vrtljajev priključne gredi pri vključenem ventilatorju in to pri vseh nastavnih kotih lopatic ventilatorja. Opravljene so tudi meritve brez vključenega ventilatorja.

Na grafu 1 je prikazan navor na priključni gredi traktorja pri delovanju pršilnika brez vključenega ventilatorja in z vključenim ventilatorjem pri katerem so bile lopatice na poziciji 5 (nastavni kot lopatic je 60). Povprečni navor za prikazano meritev je bil pri pogonu ventilatorja 478,8 Nm, za pogon pršilnika brez vključenega ventilatorja pa 58,6 Nm. Podobne oscilograme smo dobili tudi za meritve pri drugih nastavnih kotih ter za repetitije.

Graf 1: Navor na priključni gredi traktorja pri pogonu pršilnika z in brez vključenega ventilatorja (lopatice ventilatorja so bile nastavljene na pozicijo 5)

Graph 1: Torque on tractor PTO used for driving of sprayer without and with ventilator turned on (blades of ventilator on position 5)



V preglednici 3 je prikazan povprečni navor vseh meritev in povprečna angažirana moč za pogon pršilnika brez vključenega ventilatorja in z vključenim ventilatorjem pri različnih nastavnih kotih lopatic ventilatorja (različna pozicija lopatic). Delovni tlak pršilnika je bil 10 bar, število vrtljajev priključne gredi 540 min⁻¹.

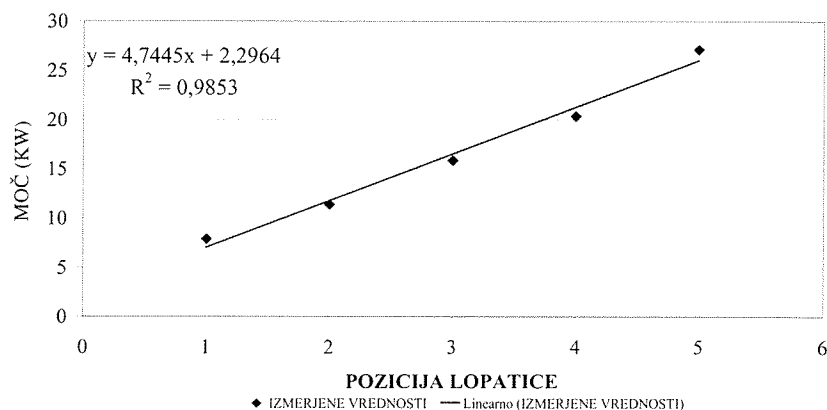
Preglednica 3: Povprečen navor na priključni gredi traktorja in povprečna angažirana moč za pogon pršilnika brez vključenega ventilatorja in z vključenim ventilatorjem

Table 3: Average torque on tractor PTO and average engaged power used for driving of sprayer without and with ventilator turned on

Pozicija lopatic ventilatorja	Povprečni navor na priključni gredi (Nm)	Povprečno angažirana moč za pogon (kW)
Brez pogona ventilatorja	58,35	3,29783
1	139,66	7,89355
2	201,53	11,39042
3	280,78	15,86941
4	360,41	20,37016
5	479,94	27,12625

Graf 2: Povprečna angažirana moč na priključni gredi traktorja za različne pozicije lopatic ventilatorja in izračunana linearna regresija

Graph 2: Average engaged power used for driving of sprayer for different attack angle of ventilator blades and calculated linear regression



Na osnovi izmerjenega navora in angažirane moči je izračunana linearna regresija s korelacijskim koeficientom $R^2 = 0,9853$. Iz grafa 2 je vidno, da z večanjem nastavnega kota lopatic ventilatorja raste tudi angažirana moč za pogon pršilnika. Regresijska enačba za porast pogonske moči z večanjem nastavnega kota lopatic ventilatorja pri pršilniku AGP 1000 EN se glasi: $y = 4,7445x + 2,2964$. Iz visokega korelacijskega koeficienta je vidno, da obstoja odlična povezanost med angažirano močjo za pogon pršilnika in nastavnim kotom lopatic ventilatorja.

4. SKLEPI

Z analizo navora na priključni gredi traktorja pri pogonu pršilnika AGP 1000 EN s spremenljivim nastavnim kotom lopatic ventilatorja in z analizo porabljene moči za pogon pršilnika lahko postavimo naslednje sklepe:

- Pri pršilnikih je ventilator velik porabnik energije.
- Nastavni kot lopatic ventilatorja vpliva na velikost navora potrebnega za pogon pršilnika.
- Potrebna moč za pogon pršilnika raste linearno z večanjem nastavnega kota lopatic ventilatorja.

5. VIRI

1. ADE, G., MANFREDI, E.; (1989) Certificato N. 3142. Università Degli Studi di Bologna, Istituto di Meccanica Agraria, Bologna, 2 s.
2. IRLA, E.; HEUSSER, J., SIEGDRIED, W. (1997) Obstbau – Sprühgeräte. FAT Berichte Nr. 499, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Tänikon, 22 s.
3. LÜDERS, W., (1979) Pflanzenschutzmaschinen und deren Einsatz. Pflanzenschutzdienst Baden – Württemberg, Stuttgart, s. 277 – 281
4. NOVAK, M., MAČEK, J., (1990) Tehnike nanašanja pesticidov. ČZP Kmečki glas, Ljubljana, s. 224 – 229
5. SAVI, D., (1996) Attrezzature per la difesa delle piante. Edizioni l'informatore agrario, Verona, s. 26 – 36