

RTU Enerģētikas institūts  
Disciplīna Alternatīvie enerģijas avoti

## **Ilgspējīgas energoapgādes iespējas**

***Praktiski piemēri kursa/praktiskā darba izpildei***

**S.Jermuts, maģistrs**  
**J.Rozenkrons, RTU profesors**

**Rīga, 2010**

## Saturs

1. Saules starojuma enerģijas izmantošana.
2. Hidropotenciāls
3. Vēja enerģijas izmantošana.
4. Nodrošinājums ar siltumenerģiju un motordegvielām.

# 1. Saules starojuma enerģijas izmantošana.

## Piemērs.

Lai segtu visa Ropažu novada elektroenerģijas patēriņu  $E_p = 16,3$  GWh pie Saules starojuma vidējās enerģijas Ropažu novadā  $K_1 = 1160$  kWh/m<sup>2</sup> [3].

Atvērt <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php> [3] un ievadīt izejas datus: Novads/ pagasts/, plānoto instalēto saules bateriju (PV) jaudu, papildus var izvēlēties opcijas un tad nospiegt „Calculate” (sk. 1.att.). Iegūto rezultātu salīdzinām ar novadā nepieciešamo, ja jaudas vēl trūkst, tad izvēlamies lielāku PV jaudu, rezultātā piemeklējot tādus fotoelementus, lai nosegtu novadā nepieciešamo jaudu (iegūto rezultātu konvertēt uz .pdf failu, izdrukāt un pievienot darbam, sk. 2.att.).

The screenshot shows the JRC PVGIS interface. The top navigation bar includes 'EUROPA > EC > JRC > IES > RE > SOLAREC > PVGIS > Interactive maps >'. The search bar contains 'Latvia, Ropaži'. The map shows the location of Ropaži in Latvia. The right-hand panel is titled 'Performance of Grid-connected PV' and contains the following settings:

- PV technology: Crystalline silicon
- Installed peak PV power: 13500 kWp
- Estimated system losses [0;100]: 14 %
- Fixed mounting options:
  - Mounting position: Free-standing
  - Slope [0;90]: 38 °  Optimize slope
  - Azimuth: 0 °  Also optimize azimuth
- Tracking options:
  - Vertical axis Slope [0;90]: 0 °  Optimize
  - Inclined axis Slope [0;90]: 0 °  Optimize
  - 2-axis tracking
- Output options:
  - Show graphs  Show horizon
  - Web page  Text file  PDF

The 'Calculate' button is located at the bottom of the settings panel.

1.att. Izejas dati saules bateriju aprēķinam.

## Performance of Grid-connected PV

### PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 56°58'26" North, 24°37'52" East, Elevation: 39 m a.s.l.,

Nominal power of the PV system: 13500.0 kW (crystalline silicon)  
Estimated losses due to temperature: 8.2% (using local ambient temperature)  
Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.0%  
Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%  
Combined PV system losses: 23.4%

Fixed system: inclination=38 deg., orientation=0 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	8380.00	260000	0.72	22.3
Feb	21600.00	605000	1.88	52.5
Mar	33800.00	1050000	3.05	94.4
Apr	47300.00	1420000	4.50	135
May	57400.00	1780000	5.68	178
Jun	55100.00	1850000	5.59	168
Jul	53100.00	1650000	5.46	169
Aug	46200.00	1430000	4.66	144
Sep	34600.00	1040000	3.35	101
Oct	21800.00	676000	2.01	62.2
Nov	9370.00	281000	0.83	24.8
Dec	4950.00	153000	0.43	13.2
Year	32900.00	999000	3.18	96.9
Total for year		12000000		1160

2-axis tracking system				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	10200.00	316000	0.87	27.0
Feb	27200.00	783000	2.38	68.7
Mar	43200.00	1340000	3.89	121
Apr	64900.00	1950000	6.11	183
May	86500.00	2680000	8.39	260
Jun	83100.00	2490000	8.22	247
Jul	79200.00	2450000	7.95	247
Aug	63300.00	1980000	6.29	195
Sep	44800.00	1340000	4.32	130
Oct	27000.00	837000	2.50	77.8
Nov	11100.00	332000	0.99	29.7
Dec	5670.00	182000	0.50	15.8
Year	45600.00	1390000	4.38	133
Total for year		16700000		1600

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m2)

Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m2)

## 2.att. Saules enerģijas iegūtie rezultāti.

Šeit redzam (2.att.), ka uzstādot saules baterijas ar kopējo uzstādīto jaudu 13,5 GW mēs gada laikā varam iegūt Ropažu novadā 16,7 GWh elektroenerģijas.

Vai arī var pielietot analītisko aprēķina metodi, balstoties, ka pielietojot saules baterijas (PV fotoelementus) no kvadrātmetra vidēji var iegūt 80-85 W, iekārtām ar augstāku efektivitāti - līdz 130 W. Saules elementu izmantošanas stundu skaitu gadā pieņemt atbilstoši MK 262 [9].

## 2. Hidropotenciāls

Pamatsakarība, ko izmanto hidroenerģētiskos aprēķinos, seko no objekta pārvietošanās /krišanas/ gravitācijas spēka lauka iedarbības rezultātā. Objektam ar masu  $m$  pārvietojoties/krītot par augstumu  $H$  gravitācijas spēka laukā ar brīvās krišanas paātrinājumu  $g$ , atbrīvojas enerģija  $E$

$$E = m \cdot H \cdot g$$

Tā kā hidroloģiskos datus tradicionāli uzdod kā caurplūdi laika vienībā /visbiežāk  $m^3$ /sekundē vai  $km^3$ /gadā/, tad augstākpievestā formula jāmodificē.

/Ievērosim, ka enerģija laika  $t$  vienībā ir jauda,  $P = E/t$ ./

$$P = (m \cdot H \cdot g)/t = m/t \cdot H \cdot g$$

Apskatīsim ūdens /ar blīvumu  $\rho = 1000 \text{ kg}/m^3$ / plūsmu  $Q \text{ } /m^3/s$ /. Ūdens plūsmai  $Q$  atbilstošā masas plūsma būs  $m/t = Q \cdot \rho$ , ievietojot to formulā iegūstam

$$P = Q \cdot \rho \cdot H \cdot g \quad /W/$$

Tā kā ūdenim skaitliski  $\rho = 1000$ , to atmetot iegūstam jaudu kW

$$P = Q \cdot H \cdot g \quad /kW/$$

Tā kā jūras līmeni, kā arī nelielos augstumos  $g = 9,8 \text{ m}/s^2 \approx 10 \text{ m}/s^2$ , formula tālāk vienkāršojas

$$P = 10 \cdot Q \cdot H \quad /kW/$$

Ja  $Q$  uzdots kā  $km^3$ /gadā –  $Q_g$ , lai pārietu uz pierastajām mērvienībām  $m^3/s$ , jāievēro, ka  $1 \text{ km} = 1000 \text{ m} = 10^3 \text{ m}$ , bet gadā ir apt.  $31 \cdot 10^6$  sekunžu. Tad

$$Q = Q_g (10^3)^3 / 31 \cdot 10^6 \approx 32 \cdot Q_g \approx 30 \cdot Q_g \quad /m^3/s/$$

Lai iegūtu gadā maksimāli saražojamās/iegūstamās enerģijas vērtību /hidropotenciālu/, pieņemam, ka hidroiekārtu lietderības koeficients ir maksimālais, t.i. 1, iegūtās jaudas vērtības jāpareizina ar gadā nostrādāto sekunžu skaitu.

$$E = P \cdot h \quad /J/$$

Izsakot jaudu vatos  $W$ , iegūtās enerģijas  $E$  mērvienība būs džouli  $J$ .

Lai iegūtu tradicionālo elektroenerģijas mērvienību kWh, jāievēro, ka gadā vidēji ir 8760 h /stundas/, bet reālais stacijas darba laiks ir mazāks un noteikts MK 262 noteikumos [9]. Tad izsakot jaudu kW un reizinot ar stundu skaitu, maksimāli saražojamo enerģiju /hidropotenciālu/ iegūstam pēc izteiksmes

$$E = P \cdot h \quad \text{/kWh/}$$

## **2.1. Aprēķinu piemērs: Hidropotenciāls Ropažu novadā esošai Lielai Juglai un tās pietekām**

### ***Īss upes baseina un tuvinājumu raksturojums.***

L.Jugla veidojas satekot Mergupei un Sudai (Sudei), abu šo L.Jugla baseina upju hidropotenciāls jānosaka atsevišķi. Upes posmā no sateces līdz apt. Silakrogam, spriežot pēc digitālās kartes ir vairākas nelielas pietekas (vērtēju, ka katras no tām noteces baseina laukums nepārsniedz 30 - 50 km<sup>2</sup>, - secīgi - to vidējā notece nepārsniedz 0,3 - 0,5 m<sup>3</sup>/s (vadoties no apt. raksturlieluma Latvijas apstākļiem, ka 100 km<sup>2</sup> baseina platība dod vidējo noteci 0,5 - 1,0 m<sup>3</sup>/s)). Pieteku kritums nav liels - orietējoši nepārsniedzot 30 - 50 m, tādēļ to hidropotenciāls ir niecīgs salīdzinot ar pārējo L.Jugla baseina upju hidropotenciālu un to tālāk neapskatu/neievēroju.

Caurplūdes pieaugumu pa L.Juglas garumu apskatu atsevišķos, manis izvēlētos 3 posmos - pieņemu, ka katrā posmā visā garumā upes līmenis ir nemainīgs (atbilst situācijai, ja uz upes būtu uzcelti 3 aizsprosti, kuru radītā uzpludinājuma kopējais augstums atbilst kopējam L.Juglas kritumam). Pieņemu, ka katrā šajā posmā visā tā garumā caurplūde ir nemainīgs lielums, tāpat pieņemu, ka caurplūde palielinās katrā posmā palielinās lēcienveidīgi par manis izvēlētu vērtību (apt. 2 m<sup>3</sup>/s - skat. tālāk), jo L.Juglas sateces baseina laukums palielinās apt. lineāri pa L.Juglas garumu. Aprēķinos izmantoju vidējās noteces vērtības - līdz ar to uzskatu, ka visa pavasara palos atbrīvotā ledus sega tiek aizturēta attiecīgos upes posmos līdz pilnīgai izkušānai un viss atbrīvotais ūdens var tikt izmantots hidroenerģijas iegūšanai.

L.Juglā netālu no grīvas, praktiski jūras līmenī ietekošās Tumšupe un Krievupe, nedod vērā ņemamu ieguldījumu L.Juglas hidropotenciālā, abu pieteku hidropotenciāls jānosaka atsevišķi. Ūdens zudumus (noteces samazināšanos)

iztvaikošanas, iepļūdes pazemē, saimnieciskās darbības uc. iemeslu dēļ neapskatu. Visos aprēķinos pieņemu, ka lietderības koeficienti ir maksimālie, t.i. 1.

Tātad jāaprēķina hidropotenciāls šādām upēm:

1. Mergupei.
2. Sudai.
3. Krievupei.
4. Tumšupei.
5. L.Juglai.

### **Izejas datus izmantoju no šādiem avotiem:**

1. I.Lukss, Ar laivu Latvijas ūdeņos, 1991; lielākā daļa grāmatā minēto datu pievesti arī internetā: [www.vertikalex.lv](http://www.vertikalex.lv) sadaļā **Laivas**.
2. Enciklopēdija: Latvijas daba, 6 sējumos, Rīga, 1994 - 1998.g.
3. Varētu izmantot arī: Latvijas Elektifikācijas pamati, Rīga, 1931.

### **2.2. Hidropotenciāla aprēķins.**

1. Mergupe, vidējā caurplūde grīvā  $Q_1 = 3,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ; sateces baseina laukums  $S_1 = 285 \text{ km}^2$ ; kritums  $H_1 = 157 \text{ m}$  [    ].

Tā kā caurteces sadalījums pa upes garumu nav zināms, hidropotenciāla jaudu aprēķinu pēc tuvinātās formulas (integrēju upes modeli, pieņemot, ka kritums pa upes garumu samazinās lineāri, bet notece pieaug kvadrātiski); tāpēc parādās reizinātājs  $1/3$

$$P_1 \sim 1/3 \cdot Q_1 \cdot g \cdot H_1$$

2. Suda, vidējā caurplūde grīvā nav atrodama. Sateces baseina laukums  $S_2 = 170 \text{ km}^2$ ; kritums  $H_2 = 50 \text{ m}$  [    ]. Pieņemu, ka hidroloģiskais režīms Sudai ir līdzīgs kā Mergupei, līdz ar to noteci Sudas grīvā aprēķinu ievērojot sateces baseinu laukumu atšķirības:

$$Q_2 = S_2/S_1 \cdot Q_1 = 1,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P_2 \sim 1/3 \cdot Q_2 \cdot g \cdot H_2$$

3. Krievupe, vidējā caurplūde grīvā  $Q_3 = 1,3 \text{ m}^3/\text{s}$ ; kritums  $H_3 = 70 \text{ m}$  [    ].

Tā kā caurteces sadalījums pa upes garumu nav zināms, hidropotenciāla jaudu aprēķinu pēc tuvinātās formulas

$$P3 \sim 1/3 \cdot Q3 \cdot g \cdot H3$$

4. Tumšupe, vidējā caurplūde grīvā  $Q4 = 1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ; kritums  $H4 = 69 \text{ m}$  [    ].

Tā kā caurteces sadalījums pa upes garumu nav zināms, hidropotenciāla jaudu aprēķinu pēc tuvinātās formulas

$$P4 \sim 1/3 \cdot Q4 \cdot g \cdot H4$$

5. L.Juglas notece grīvā  $Q5 = 14 \text{ m}^3/\text{s}$ , kritums no sateces līdz jūras līmenim  $H51 = 70 \text{ m}$  [    ].

5.1. L.Juglas visā tās garumā hidropotenciālā dod ieguldījumu Sudas un Mergupes notece, kas satekot kopā veido L.Juglu

$$P51 \sim (Q1 + Q2) \cdot g \cdot H51$$

5.2. Tumšupes un Krievupes pietece ( $Q3 + Q4$ ) netālu no L.Juglas grīvas, praktiski jūras līmenī, nedod ieguldījumu L.Juglas hidropotenciālā. L.Juglas garumā no citām, mazajām pietekām nonāk pieplūdums  $Q52$  un tas dod papildus ieguldījumu hidropotenciālā

$$Q52 = Q5 - (Q1 + Q2) - (Q3 + Q4) \quad (= Q53 + Q54 + Q55 \text{ -sk.tālāk}) \sim 6 \text{ m}^3/\text{s}$$

5.3. Apskatu L.Juglas hidropotenciālu 3 manīs izvēlētos posmos; pieņēmumi-vērtējumi un aprēķini atsevišķos posmos

1. posmam - kritums no  $H53 = 70 \text{ m}$ , pieplūde  $Q53 = 2 \text{ m}^3/\text{s}$ ,

$$P53 \sim Q53 \cdot g \cdot H53$$

5.4. 2. posmam - kritums no  $H54 = 40 \text{ m}$ , pieplūde  $Q54 = 2 \text{ m}^3/\text{s}$ ,

$$P54 \sim Q54 \cdot g \cdot H54$$

5.5. 3. posmam - kritums no  $H55 = 20 \text{ m}$ , pieplūde  $Q55 = 1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ,

$$P55 \sim Q55 \cdot g \cdot H55$$

6. Kopējo L.Juglas baseina hidropotenciālu (enerģiju) nosaku summējot visus atsevišķi noteiktos hidropotenciālus (jaudas) un reizinot to ar gadā nostrādāto vidējo stundu skaitu atbilstoši MK 262 [9].

$$P_{\text{kop}} = P1 + P2 + P3 + \dots$$

$$E = P_{\text{kop}} \cdot h \quad / \text{vēlams izteikt kWh/}$$



Skaitliski L.Juglas baseina hidropotenciāls

$$P_{kop} = 6060 \text{ kW /L.Jugla/} + 2850 \text{ kW /pietekas/} = 8900 \text{ kW}$$

$$E = 8900 \text{ kW} \cdot h = 8900 \cdot h = \dots \text{ kWh}$$

Hidropotenciāla vērtība  $E = 78 \text{ GWh}$  atbilst 1,2 % Latvijas pēdējo gadu elektroenerģijas patēriņam /6500 GWh/. Ropažu novada 6500 iedzīvotāji sastāda tikai 0,27 % no Latvijas iedzīvotāju skaita; varētu pieņemt, ka to elektroenerģijas patēriņš būtu atbilstošs, t.i. – arī 0,27 % jeb 20 GWh. Tātad statistiski skatot, veidojot mazās HES un izmantojot tikai nelielu daļu no Lielās Juglas baseina hidropotenciāla varētu segt it visu Ropažu novada elektroenerģijas patēriņu.

Zināms, ka atjaunotas: Skuķīšu dzirnavas, tagad HES, uz Tumšupes, kritums 5 m, instalēto agregātu jauda nav zināma; Ropažu HES uz Lielās Juglas, kritums 6 m, instalēto agregātu jauda nav zināma. Jau dati par izmantoto kritumu vien liecina, ka pašlaik Ropažu novadā tiek izmantota pavisam niecīga daļa no pieejamā hidropotenciāla.

### 3. Vēja enerģijas izmantošana.

Enerģijas daudzums, ko var iegūt no vēja, ir proporcionāls vēja plūsmas iedarbības laukumam un vēja ātrumam trešajā pakāpē.

$$E \sim S \cdot v^3,$$

- kur
- $E$ - iegūstamā enerģija
  - $S$ - vēja iedarbības laukums
  - $v$ - vēja ātrums.

Ja vēja ātrums pieaug divas reizes, tad enerģijas daudzums palielinās kubiski - astoņas reizes. Vispiemērotākās vietas vēģeneratoru uzstādīšanai ir kaili pakalni vai jūras piekraste un šelfs, jo vēja ātrums ir visai jutīgs pret virsmas nelīdzenumiem. Nav racionāli vēģeneratorus izvietot šķēršļotā apkārtņē, piem., mežā, starp ēkām, pat atsevišķu koku tuvumā. Kādreizējās idejas, ka katrs saimnieks uzstādīs savu vēģeneratoru, nav attaisnojušās, jo šādas nelielas iekārtas spētu izmantot tikai visai nepastāvīgos pievirsmas vējus. Maģistrālā vējenerģētikas attīstības tendence ir aizvien lielākas iekārtas – šobrīd jau sasniegti 5 MW – un aizvien augstākos torņos, lai izmantotu pastāvīgos ģeostrofos vējus, līdz ar to saražotās enerģijas pašizmaksa aizvien samazinās.

Aprēķinos jāievēro, ka vēja ātrums mainās pieaugot augstumam. Mūsdienās vēja ģeneratora torņa augstums  $h$  parasti var sasniegt 120-150 m, bet standarta meteoroloģiskajos novērojumos vēja ātrumu mēra 10-12 m augstumā.

Līdzenā reljefā vēja ātrums, pieaugot augstumam  $h$ , palielinās pēc eksponenciālas sakarības /Helmana formula/:

$$v_h = v_0 \cdot (h/h_0)^\alpha$$

kur

- $v_h$ - vidējais vēja ātrums augstumā  $h$  [m/s]
- $v_0$ - vidējais vēja ātrums novērošanas augstumā  $h_0$  [m/s]
- $h_0$ - novērošanas augstums [m]
- $\alpha$ - koeficients /Helmana eksponente/, kas ievēro apvidus reljefu (atklātai jūrai - 0,1, mežiem, ēkām - 0,4)

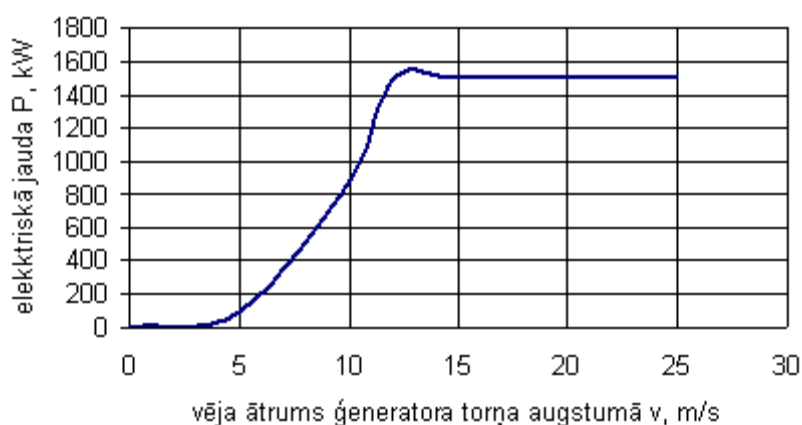
**Ropažos** vidējais, meteorologu noteiktais vēja ātrums ir apt. 4 m/s ( $v_0$ ). Torņa augstumu pieņemam vienādu ar 120 m ( $h$ ), meteoroloģiskos novērojumus uzskatām par veiktiem 10 metru augstumā ( $h_0$ ). Koeficientu  $\alpha$  pieņemam vienādu ar 0,3, jo Ropažu novadā ir daudz mežu masīvu, kas mijas ar laukiem. Tātad vēja ātrums vēja ģeneratora torņa augstumā būs vienāds ar :

$$v_h = 4 \cdot (120/10)^{0,3} = 8,43 \text{ m/s}$$

Mūsu gadījumā vēja enerģijas aprēķinam izmantojam Vācijas firmas *Enerkon* ražotā un izplatītā vējģeneratora E-66 raksturlīkni, kura dota attēlā /66 atbilst vējģeneratora spārnu aprakstītā riņķa diametram metros/.

Pēc *Enerkon* ģeneratora raksturlīknes vidējā jauda pie 8,4 m/s apt. 600 kW, gada laikā – 8760 stundās - iegūstamā enerģija – 5,2 GWh. Lai segtu aprēķināto Ropažu novada elektroenerģijas patēriņu 16,3 GWh nepieciešami vismaz 3 *Enerkon E-66* vējģeneratori. Bet vēja stacija nekad nedarbosies visu gadu, tai ir noteikts to izmantošanas laiks, skatīt MK 262 [9]. Šajā gadījumā vēja ģeneratoru skaits būs nepieciešams daudz lielāks.

Vējģeneratorus varētu novietot pie Ropažiem vai Kangariem, jo šajos rajonos ir vispiemērotākais reljefs – klajas vietas ar paaugstinājumiem – pauguriem.



1.att. Vēja ģeneratora E-66 raksturlīkne.

#### **4. Nodrošinājums ar siltumenerģiju un motordegvielām.**

Galvenie siltumenerģijas patērētāji ir ēkas un ražošanas procesi. Latvijā abās sfērās pēdējā desmitgadē notiek un arī turpmāk nenovēršamas būtiskas pārmaiņas. Ražošanas procesos novecojušās padomju tehnoloģijas nomaina Rietumu tehnoloģijas un iekārtas, kuras izstrādājot, liela vērība tiek pievērsta enerģijas patēriņa samazināšanai. Līdz ar to mazvarbūtīgs ir enerģijas, t.sk. arī siltumenerģijas, patēriņa pieaugums būtiski augot ražošanas apjomiem.

Parasti pieņemts ēkas un pilsētas uzskatīt par enerģijas patērētājiem. Rietumeiropā jau izplatās ēkas ar enerģijas patēriņu tuvu 0, ir izstrādātas arī ēku konstrukcijas un aprīkojums, kas ļauj, izmantojot ēkas, pat ražot enerģiju virs pašpatēriņa. Ir izstrādātas arī augsti efektīvas, mūsdienīgas koksnes apkures iekārtas ar lietderības koeficientu 80 – 90 % līmenī salīdzinot ar 30 %, kas raksturīgi 30-o gadu krāšņu konstrukcijām.

Ievērojama daļa ēku Latvijā ir celtas vēl pirms kariem vai padomju periodā, kad siltumenerģijas taupīšanai un patēriņa samazināšanai tikpat kā nepievērsa uzmanību. Ēku siltumizolācijas uzlabošana /siltināšana/ uzsākta tikai nesen, atšķirībā no Rietumeiropas valstīm Latvijā tam vēl nav piešķirta valstiska nozīmē. ES toties tiek pieņemta jau direktīva, kas liek ES kandidātvalstīm paaugstināt enerģijas izmantošanas efektivitāti. Arī ēku apsaimniekotāju interese samazināt izdevumus par siltumenerģiju un tās patēriņu tikai aug, tā ka nākotnē visdrīzāk gaidāma siltumenerģijas patēriņa samazināšanās, neskatoties uz masveidīgu jaunu, toties labi siltinātu ēku celtniecību un kopumā ekspluatācijā esošo ēku skaita pieaugumu.

Latvijā par tuvākajā nākotnē nozīmīgiem atjaunojamiem siltumenerģijas avotiem jāuzskata koksne visdažādākajos veidos un kūdra, meži aizņem 48 %, bet purvi – 11 % valsts teritorijas, kas ir visai daudz salīdzinot ar vairumu Eiropas valstu. Saules enerģijas siltuma kolektori, ģeotermiskā enerģija utl. tehnoloģijas Latvijas apstākļos kopumā ir un tuvākā nākotnē paliks vēl pārāk eksotiskas un dārgas iekārtas.

Kūdras ieguve un izmantošana Latvijā maksimumu sasniedza ap 1965.g., kad Rīgas TEC-1 darbināja ar frēzkūdru, bet individuālajā apkurē plaši izmantoja presētas kūdras briķetes. Kopš tā laika kūdru aizvien vairāk aizstāj citi, lietošanā ērtāki

energonesēji, galvenokārt dabas gāze. Daudzās, kādreiz uzceltās kūdras ieguves fabrikas, tajās parasti ir uzstādīti arī koģeneratori ar elektrisko jaudu līdz 10 MW, faktiski stāv dīkā, to noslogošanai un kūdras plašai izmantošanai energoapgādē nepieciešama valstiska ievirze. Pašlaik kūdras izmantošanā Latvijā dominē tās eksports uz Rietumeiropu mazdārziņu mēslošanai.

Koksne malkas veidā tradicionāli dominē individuālās apbūves apkurē Latvijā. Kokrūpniecības uzplaukums pēdējā pārmaiņu desmitgadē veicinājis arī jaunu enerģētiskās koksnes sagatavošanas veidu /šķelda, granulas/ apgūšanu. Parasti kā izejvielas tiek izmantoti lietkoksnes apstrādē nenovēršami radušies atlikumi – mizas, nomaļi, skaidas utl. Latvija aizvien kāpina enerģētiskās koksnes eksportu, pašlaik ikgadējais apjoms jau ir apt. 1 mio. tonnu. Atšķirībā no malkas, šķeldas un granulu izmantošanu apkurē var viegli automatizēt. Aizvien vairāk kādreiz ar importēto mazutu un oglēm darbinātās centralizētās apkures katlumājas rajonu pilsētās uc. centros aizstāj ar vietējās koksnes apkuri, it īpaši tajos Latvijas reģionos, kur nav pieejas dabas gāzei. Jānorāda, ka kvalitatīvu koksnes granulu siltumspēja ir visai augsta - 23 MJ/kg, t.i. apt. puse no akmeņogļu vai dīzeļdegvielas masas vienības siltumspējas.

Ilgspējība koksnes un kūdras izmantošanā nozīmē, ka to izmantošanas apjomi nepārsniedz ikgadējo pieaugumu. Kūdras pieaugumu aprēķina visai pašvaldības purvu platībai, tās ieguve parasti notiek vienā vai dažās koncentrētās/centralizētās vietās. Koksnes ieguve iespējama gan izcērtot vienkopus platību, gan veicot meža retināšanu. Šajā darbā uzskatām, ka koksni iegūst no vienkopus kailcirtes. Izcirtuma normas Latvijā /parasti 0,5 – 1,5 % robežās/ noteiktas zem pieauguma, t.i. mežkopībā tiek nodrošināta ilgtspējība. Uzskatām, ka koksne lietošanai tiek izzāvēta, apkures iekārtu lietderības koeficientu pieņemam maksimālo, t.i. 1.

Individuālās mobilitātes un autotransporta lomas pieaugums vērojams it visur pasaulē. Pašlaik kā enerģijas avots nospiedoši dominē naftas produkti, tomēr neatlaidīgi tiek meklētas diversifikācijas iespējas, lai samazinātu naftas īpatsvaru. Rietumeiropā masveidā veicina benzīna auto papildināšanu ar otru - saspiešanas dabas gāzes barošanas iekārtu. Perspektīvā dabas gāzi var aizstāt atjaunojams avots - biogāze. Tropiskos rajonos mēģina izmantot cukurniedres un no tām iegūto bioetanolu.

Ziemeļeiropas klimatiskajos apstākļos kā komerciāli izdevīgu līdz šim sevi apliecinājusi tikai rapša eļļa kā dīzeļdegvielas aizstājējs. Praktiski katrā Vācijas auto uzpildes stacijā ir atsevišķa uzpildes kolonna ar apzīmējumu BIODIESEL. Aizvien biežāk Vācijas lauksaimnieki ar izaudzēto rapša eļļu darbina arī koģeneratorus elektro- un siltumenerģijas pašpatēriņa segšanai. Rapša eļļu iespējams pārveidot arī lietošanai benzīna motoros, tomēr plašu izplatību šī tehnoloģija pašlaik nav guvusi.

Latvijā arī uzsākta un strauji iet plašumā rapša audzēšana, pašlaik gan apt. 90 % ražas tiek eksportēts, vietējās izmantošanas apjomi autotransportā vēl ir niecīgi. ES paredz, ka 2010.g. apt. 6 % no autotransporta degvielas jābūt biodegvielai. Latvijā pēc ilgas nenoteiktības nesēn pieņemta Biodegvielu nacionālā programma – galvenais uzsvars tuvākajos gados: rapša audzēšanas veicināšana un pārstrādes rūpnīcu veidošana. Latvijas apstākļos rapša audzēšana var izrādīties visienesīgākais zemes apstrādāšanas veids. Daudzās šobrīd pamestās vai mazintensīvi izmantotās lauksaimnieciskās platības var izmantot rapša audzēšanai, novērtējums liecina, ka it visu Latvijā patērēto auto degvielu varētu šeit arī izaudzēt, t.i. realizēt ilgtspējību apgādē un neatkarību no ārējām piegādēm. Jānorāda, ka uzkrājot agrotehnisko pieredzi biodegvielu ieguvums no hektāra var būtiski pieaugt – pat līdz 2 reizēm.

#### **4.1. Aprēķinu secība.**

##### **Primārās enerģijas veids: kvalitatīva koksne**

Mērķis	Aprēķināt meža izcirtuma platību, lai ar koksni segtu siltumenerģijas patēriņu pašvaldībā
Nepieciešamie izejas dati	Mežu platība pašvaldībā Sm Vidējā krāja Latvijas mežos – 300 m <sup>3</sup> /ha Pieļaujama izcirtums – 1 % no krājas Koksnes blīvums – 800 kg/m <sup>3</sup> Žāvētas koksnes siltumspēja – 15 MJ/kg Siltumenerģijas patēriņš pašvaldībā Es
Aprēķinu etapi	Nosaka koksnes patēriņu dalot siltumenerģijas patēriņu Es ar koksnes siltumspēju Pārrēķina gada patēriņu m <sup>3</sup> patēriņu dalot ar koksnes blīvumu

Aprēķina izcērtamo platību Si

Salīdzina izcērtamo platību Si ar vidējo pieļaujamo izcirtuma normu pašvaldībā 1 % . Sm

### **Primārās enerģijas veids: rapsis**

Mērķis

Aprēķināt cik sējumu hektāru /ha/ sedz it visu vidējo motordegvielu patēriņu pašvaldībā

Nepieciešamie  
izejas dati

Lauksaimnieciskās zemes platība pašvaldībā Sz  
pieņemam, ka rapsim var izmantot pusi Sz  
Rapša eļļas ieguvums pašlaik vidēji Latvijā - 1000 kg/ha  
Rapša eļļas siltumspēja – 40 MJ/kg  
Pašvaldības visu iedzīvotāju motordegvielu patēriņš Em /J/

Aprēķinu etapi  
siltumspēju

Nosaka rapša eļļas patēriņu daļot Em ar rapša eļļas  
Nosaka nepieciešamo platību daļot rapša eļļas patēriņu ar rapša  
eļļas pašreizējo vidējo ieguvumu Latvijā - 1000 kg/ha  
Salīdzina nepieciešamo platību ar pieejamo – ½ Sz