



Toetab Euroopa Liit

# ROHELINE ENERGIA

## ÕPPEMATERJAL NR 1



## Sisukord

Sisukord.....	2
Lühiülevaade tuuleenergeetikast.....	3
Tööülesanne.....	4
Peaesmärk.....	5
Materjalid ja eelarve.....	5
Täiendavaid juhiseid.....	7
Üldohutusnõuded Tallinna Reaalkooli tööõpetuse klassis.....	8
Lisa 1 Eelarveleht.....	10
Lisa 2 Erinevaid tiivikute tüüpe .....	11
Lisa 3 Tuuleturbiini skeem.....	13
Lisa 4 Power Point esitluse koostamise põhimõtted .....	15

## Lühiülevaade tuuleenergeetikast

Voolava vee ja tuule energiat kasutasid inimesed juba kauges minevikus. Esimesed teated tuulikutest pärinevad Lähis-Idast. Ühe araabia üriku andmetel töötasid tuuleveskid praeguse Iraani ja Afganistani piirialal juba 644. aastal. Ristisõjas osalejad tõid tuulikute ehitamise oskuse Euroopasse. 12. sajandil ehitati pukktuulikuid (tuulikuid, mille kogu keret sai tuule suuna muutumisel koos tiivikuga pöörata) juba Inglismaal ja Prantsusmaal. Sealt kandus nende ehitamise oskus teistesse Euroopa maadesse, sealhulgas ka Eestisse. 19. sajandil töötas Eestis tuhandeid tuulikuid. Torn- ehk hollandi tuulikutel oli pööratav ainult pea. Torntuulikute tiiviku pikkus ulatus kuni 15 meetrini.

20. sajandi algul kaotasid tuulikud aegamööda oma tähtsuse. Uue stiimuli tuuleenergia kasutamiseks andis 1973. aastal puhkenud õlikriis, mis tõi endaga kaasa toornafta hinna järsu tõusu. Samuti kerkis vajadus piirata kasvuhoonegaaside paiskumist atmosfääri taastuenergiaallikate laialdasema rakendamise teel. Tuuleenergeetika arengus ja kasutamises on olnud tee-rajajaks Taani (on praegugi esikohal). 1978. aastal lasti seal käiku esimene megavatt-tuulejõujaam. 2004. aastal oli maailma suurimaks tuuleelektrijaamaks Saksamaal Magdeburgis paiknev 4,5 – megavattise võimsusega jaam, mille rootori läbimõõt on 112 m. Põhja- ja Läänemere rannikul töötas 2003. aastal 14 000 tuulegeneraatorit koguvõimsusega 12 000 megavatti.

Tuuleparke on hakatud rajama rannast paarikümne kilomeetri kaugusele merre. Merel puhuvad ühtlasemad ja tugevamad tuuled. Pealegi mõjutavad nad inimeste elu ja looduskeskkonda vähem – ära jäävad müra, maastikupildi rikkumine, valguspeegeldused tiivikutelt, suvituskohtade ja lindude pesitsuspaikade hõivamine.

Tuuleenergeetika on kõige kiirem arenev energeetikaharu maailmas keskmise kasvutempoga 30 % aastas!

Täiendavat lugemist leiab veel aadressidelt:

- [www.roheline.energia.ee](http://www.roheline.energia.ee)
- [www.tuuleenergia.ee](http://www.tuuleenergia.ee)
- [www.tuulepargid.ee/tuulepargid](http://www.tuulepargid.ee/tuulepargid)



## **Tööülesanne**

Ühel Eesti saarel paikneb linnake nimega Rohelus. Roheluse linnavalitsus on saanud üle-euroopalistest fondidest toetuse tuuleenergiajaama ehitamiseks. Et otsustada, millist süsteemi kasutada, kuulutati välja konkurss, leidamaks kõige efektiivsema ja disainilt sobivaima tuuleelektrijaama ehitaja. Linnavalitsus soovib, et iga konkursil osalev meeskond konstrueeriks ja disainiks tuuleelektrijaama mudeli. Valminud mudeleid testitakse ja analüüsitakse saadud tulemusi. Lõplik otsus parima projekti väljaselgitamisel langetatakse järgmiste tingimuste alusel:

- Hinna ja tootlikuse suhe - milline tuuleenergiajaam suudab toota väiksema hinnaga kõige rohkem elektrienergiat.
- Esteetilisus – milline tuulegeneraator näeb hea välja ja saastab vähem keskkonda.

Lisapunkte antakse ka töö kavandamisprotsessi, ladusalt sujuva meeskonnatöö, viimistluse ja hea presentatsiooni eest.

## Peaesmärk

Teie meeskonna peaesmärk on ehitada seade, mis toodab märkimisväärse koguse elektrienergiat minimaalse hinnaga (krooni vati kohta). Selle eesmärgi saavutamist hinnatakse kontrolltesti käigus. Seejuures asetatakse valmistatud turbiin tuuletoru ette ja ühendatakse mõõteseadmetega, mis määravad turbiini võimsuse.

## Meeskond peab jälgima, et:

- tuuleelektrijaama mudel ei ületaks etteantud mõõtmeid. Need on järgmised: **propelleri läbimõõt maksimaalselt 40 cm; propelleri keskpunkti kõrgus maapinnast peab olema propelleri vertikaalse asendi korral 35 cm; propelleri horisontaalse asendi korral ei tohi labade alumine serv olla maapinnale lähemal kui 15 cm ja ülemine serv maapinnast kaugemal kui 55 cm.**
- kasutada võib vaid etteantud vahendeid (vaata Materjalid ja eelarve);
- töö käigus ei ületataks etteantud tähtaegu (vaata Päevakava ja oma meeskonna poolt koostatud ajalist planeeringut)
- oleks järgitud kõiki ohutustehnika nõudeid (vaata Üldohutusnõuded Tallinna Reaalkooli tööõpetuse klassis).

## Materjalid ja eelarve

Iga meeskond saab kasutada tabelis 1 loetletud inventari.

Tabel 1

### Tasuta kasutatav inventar

1	Vaibanuga	13	Käärid
2	Käsisaag	14	Vineerisaie lehed
3	Nuga	15	Lihvimispaber 3 erinevat sorti 1 tk
4	Puuride komplekt	16	Sirkel
5	Pikendusjuhe	17	Joonlaud
6	Vineerisaag	18	Haamer
7	Kruvikeerajad	19	Juhtmekoorimistangid
8	Liimipüstol+üks liimipulk	20	Plekikäärid
9	Viilide komplekt		
10	Jootekolb		
11	Näpistangid		
12	Külglõiketangid		

Tabelis 2 loetletud materjalide ja teenuste eest tuleb tasuda vastavalt hinnakirjale ja pidada arvestust oma meeskonna kõikide rahaliste väljaminekute üle. Seetõttu on meeskond kohustatud valima raamatupidaja, kes pidevalt täidab eelarvelehte (LISA 1).

Tabel 2

## Tasulised materjalid ja teenused

<b>MATERJALID/TEENUSED</b>	<b>HIND kroonides/ ÜHIK</b>	<b>KOGUS</b>	<b>HIND KOKKU</b>
Labade/tiivikute valmistamise materjal			
Vahtplast	6 mlj/1dm <sup>3</sup>		
Plekk	3 mlj/ 0.16m <sup>2</sup>		
Puit			
Liist 3 x 45mm	1 mlj/ tk		
Liist 8 x 45mm	1,5 mlj/ tk		
Liist 10 x 25mm	2 mlj/ tk		
Muu	1 mlj/ tk		
Elektrimootor (4,5 – 9V)	2,3 mlj/ tk		
Pöörlemisülekanne mehhanism	2.875 mlj/ tk		
Kinnitusvahendid (Kruvid)	115000/ tk		
Kinnitusvahendid (Liimipulk)	115000/ tk		
Kinnitusvahendid (Naelad)	115000/ tk		
Kinnitusvahendid (Poldid)	125 000/ tk		
Juhtmed	1 mlj/ cm		
Klemmid juhtmete jätkamiseks	300000/ tk		
Värviline paber ja valge paber	100000/ tk		
Puupulgad/puitmaterjal			
Pulk 30x 25 mm	500000/ tk		
Vineer 290x175mm	100000/ tk		
Muud	150000/ tk		
Ümar puitmaterjal	250000/ tk		
Testimine	1 mlj		
Jootmistöö vahendid	125000/ kord		
Saagimine figuurisael	250 000/ kord		
Saagimine ketassaepingil	250 000/ kord		
Elektritrelli kasutamine	250 000/ kord		
Puurpingi kasutamine	250 000/ kord		
Tikksae kasutamine	250 000/ kord		
Akutreli kasutamine	250 000/ kord		
Peenikene traat	150000/ cm		
Jäme traat	300000/ cm		
Muud	100000/ cm		
<b>KARISTUSPUNKTID</b>			
Tööriista kaotamine	1 mlj/ ese		
Muud	500 000/ asi		

Lisaks tuleb eelarvelehele märkida testimise tulemused ja lõpptestimise järgselt arvutada võimsusühikuhind.

## **Täiendavaid juhiseid**

Enne mudeli valmistamise juurde asumist tehke detailne tööplaan, kavand ja joonised ning nimekiri kasutatavatest materjalidest.

### **Mõelge läbi,**

- kuidas kinnitada tuulejõujaam "maa" külge;
- kuidas seade püsib tugeva tuule käes stabiilsena;
- millise kujuga ja mitu tiivikut valmistada;
- kui suured tiivikud ehitada;
- kuidas ja millises suunas tiivikud orienteerida ja kinnitada (vertikaalselt või horisontaalselt);
- kuidas ja kuhu kinnitada generaator ja pöörlemisülekanne mehhanism;
- kuidas paigutada elektrijuhtmed generaatorist väljundklemmideni (LISA 3).

## **Üldohutusnõuded Tallinna Reaalkooli tööõpetuse klassis**

**Ohutu töö on võimalik ainult sel juhul, kui sa tunned ohutusnõudeid ja täidad neid täpselt!**

1. KLASSIRUUMIS OLE TÄHELEPANELIK ENDA ÜMBER TOIMUVA SUHTES!
2. ÜLERIIDED JÄTA KLASSIRUUMI ALGUSES OLEVASSE NAGISSE!
3. KLASSIRUUMIS KASUTA ALATI KAITSEKITLIT!
4. OMA TÖÖKOHALT LAHKU VAID MÕJUVAL PÕHJUSEL (IGASUGUNE LIIGNE LIIKUMINE KLASSIRUUMIS ON SUUREKS OHUALLIKAKS)!
5. ERINEVATE TÖÖVAHENDITE JUURES KASUTA VAJALIKKE ISIKUKAITSEVAHENDEID (TOLMU-JA KAITSEMASK VÕI PRILLID, KINDAD)!
6. MITTE KUNAGI EI TOHI KASUTADA TÖÖVAHENDIT, MIDA SIND EI OLE JUHENDATUD KASUTAMA JA MILLE OHUTUSNÕUETEST EI OLE SIND TEAVITATUD!
7. KASUTATUD TÖÖVAHENDID PANE TAGASI OMA KOHALE !!!
8. ÄRA ÜLETA TÖÖPINKIDE JUURES MAAS OLEVAT KOLLAST OHUTUSLINTI, KUI KEEGI TÖÖTAB TÖÖPINGIGA!!!!
9. VEENDU, ET SA EI OHUSTA OMA TEGEVUSEGA OMA KAASÕPILASI!
10. KUI EI TEA VÕI KAHTLED, KÜSI TARGEMALT!
11. ÕNNETUSE KORRAL VÕI SELLE OHU KORRAL LÕPETA TÖÖ NING TEAVITA SELLEST KOHESELT ÕPETAJAT!
12. KUNI ÕPETAJA KOHALEJÕUDMISENI TULEB TÖÖKOHT SÄILITADA SELLENA NAGU TA OLI ÕNNETUSJUHTUMI MOMENDIL (KUI SEE EI PÕHJUSTA OHTU KAASÕPILASTELE)!
13. HOIA OMA TÖÖKOHT KORRAS!

## **ÜLDOHUTUSNÕUDED TÖÖRIISTADEGA TÖÖTAMISEKS:**

- Elektriliste käsitööriistade ja tööpinkide kasutamiseks küsi eelnevalt luba juhendajalt.
- Tööriist peab olema töökorras, puhas, tera terav, terad korralikult kinnitatud jne.
- Tunne kasutusjuhendit, tööriistal olevaid juhend- ja hoiatuskleepse/silte jne.
- Enne elektrilise tööriistaga tööle asumist veendu, et toitejuhe ei oleks kahjustatud.
- Kui elektrilisele tööriistale on tootja poolt ette nähtud külgmine käepide, siis on kohustuslik teise käega just sellest kinni hoida. Nt puur või käsifrees võib millessegi kinni kiiluda.
- Juuksed ei tohi lehvida, vaid peavad olema fikseeritud nt mütsi alla või vastavasse soengusse. Kiiresti pöörlevate detailide ümber esineb õhupööriseid, millesse võivad sattuda eespoolsed juuksekarvad, nad kiiluda ümber kiiresti liikuva detaili.
- Ei tohi kasutada kindaid, sest need võivad haakuda kiiresti pöörlevasse puuri, spindlisse, detaili.
- Tööriistad, jakid jne peavad olema kinni nõõbitud, sest lahtine loperdav riie võib keerduda ümber pöörleva detaili.
- Kanda tuleb kaitseprille või veel parem: tervet nägu katva kaitset. Isegi näiliselt ohutu “väikepraht” võib tekitada tõsiseid silmakahjustusi .

**Juhendaja on tutvustanud ja olen teadlik**

**Tallinna Reaalkooli tööõpetuse ruumis**

**kehtivatest ohutusnõuetest**

Kuupäev \_\_\_\_\_

Õpilane \_\_\_\_\_

Allkiri \_\_\_\_\_

## Lisa 1 Eelarveleht

MATERJALID/TEENUSED	HIND kroonides/ ÜHIK	KOGUS	HIND KOKKU
Labade/tiivikute valmistamise materjal			
Vahtplast	6 mlj/ 1dm3		
Plekk	3 mlj/ 0,16m2		
Puit			
Liist 3 x 45mm	1 mlj/ tk		
Liist 8 x 45mm	1,5 mlj/ tk		
Liist 10 x 25mm	2 mlj/ tk		
Muu	1 mlj/ tk		
Elektrimootor (4,5 – 9V)	2,3 mlj/ tk		
Pöörlemisülekanne mehhanism	2,875 mlj/ tk		
Kinnitusvahendid (Kruvid)	115000/ tk		
Kinnitusvahendid (Liimipulk)	115000/ tk		
Kinnitusvahendid (Naelad)	115000/ tk		
Kinnitusvahendid (Poldid)	125 000/ tk		
Juhtmed	1 mlj/ cm		
Klemmid juhtmete jätkamiseks	300000/ tk		
Värviline paber ja valge paber	100000/ tk		
Puupulgad/puitmaterjal			
Pulk 30x 25 mm	500000/ tk		
Vineer 290x175mm	100000/ tk		
Muud	150000/ tk		
Ümar puitmaterjal	250000/ tk		
Testimine	1 mlj		
Jootmistöö vahendid	125000/ kord		
Saagimine figuurisael	250 000/ kord		
Saagimine ketassaepingil	250 000/ kord		
Elektritrelli kasutamine	250 000/ kord		
Puurpingi kasutamine	250 000/ kord		
Tikksae kasutamine	250 000/ kord		
Akutrelli kasutamine	250 000/ kord		
Peenikene traat	150000/ cm		
Jäme traat	300000/ cm		
Muud	100000/ cm		
<b>KARISTUSPUNKTID</b>			

Tööriista kaotamine	1milj/ ese		
Muud	500 000/ asi		
<b>Projekti maksumus kokku</b>			

Testimise tulemused	PINGE (V)	Voolu- tugevus (A)	Võimsus (W)	Krooni vati koht (võimsus- ühiku hind)
<b>1</b>				X
<b>2</b>				X
<b>3</b>				X
<b>4</b>				X
<b>Lõpptestimine</b>				

**MEESKONNA HINDAMINE** (täidab võistluse žürii)

Kategooria	osakaal	punktid	kommentaariid
Võimsusühiku maksumus (krooni/ W)	35%		
Võimsus	10%		
Disain	20%		
Esitlus	20%		
Töökultuur	15%		
	100%		

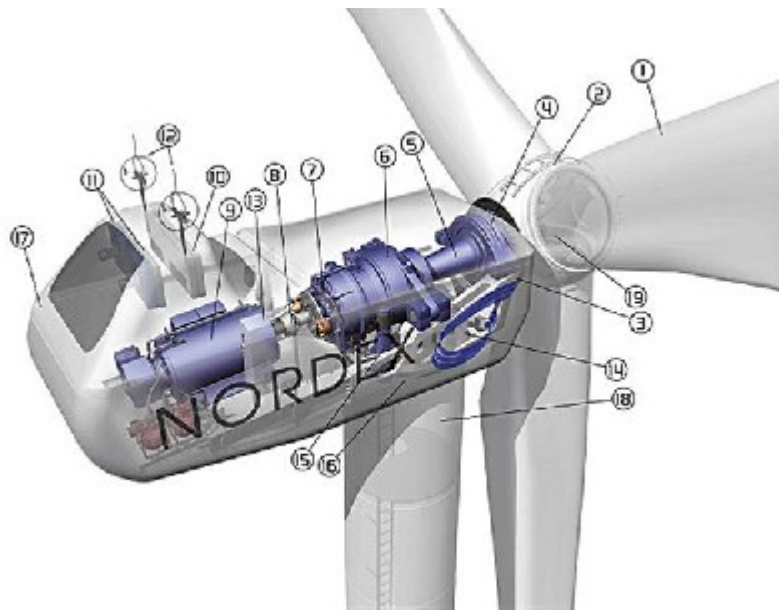
## Lisa 2 Erinevaid tiivikute tüüpe



Allikas: [www.copower.ee/alternatiiv](http://www.copower.ee/alternatiiv); 28.10.2006

### **Lisa 3 Tuuleturbiini skeem**

1. Rootori labad- rootori labad on tehtud klaaskiust ja kaetud tugevdatud plastikuga. Rootori reguleerimine toimub labade kaldenurga reguleerimise abil.
2. Turbiini rumm on valatud rauasulamist.
3. Turbiini korpuse raam on valatud kõrgekvaliteedilisest rauasulamist, mille juures on arvestatud tugeva jõu, massi ja vibratsiooni mõjudega ja müra vähenduse omaduste ja võimalustega.
4. Rootor on toetatud topelt kandelaagritele. Sfäärilised rull laagrid on kindlalt fikseeritud rauasulamist valatud kesta.
5. Rootori võll on valatud spetsiaalsest rauasulamist.
6. Käigukast on kahe astmeline ja planetaarülekanega.
7. Ketaspidur on varustatud kahe pidurdusanduriga ja paikneb käigukasti suurema kiirusega võllil.
8. Generaatori sidur on paindlik.
9. Generaatori võimsus on 2300 kW. Generaatoriks on uuel tehnoloogial põhinev topelt toitega asünkroongeneraator, mis on vedelikjahutusega.
10. Jahutusradiaator on üks osa käigukasti jahutussüsteemist.
11. Jahutusventilaatorid on generaatori ja jahutusradiaatori jahutamiseks.
12. Tuulemõõtmisüsteem koosneb kahest anemomeetrist ja tuulelipust, mis mõõdavad tuuletingimusi ja annavad signaali turbiini juhtimis- ja kontrollsüsteemile.
13. Juhtimis- ja kontrollsüsteem jälgib ja kontrollib tuuleturbiini töökäiku.
14. Hüdraulika süsteem säilitab ja kontrollib hüdraulika rõhku ketaspiduritel ja rummi pöörlemispiduritel.
15. Rummi pööramise süsteem koosneb kahest planetaarsest ülekandest, rummi pööravad elektrimootorid.
16. Rummi pööramise süsteemi laagrid koosnevad neljast välispidise hambuvusega kuullaagrist, lisaks millele on veel kursis hoidmise jaoks pidurdussüsteem.
17. Gondel on valmistatud samuti klaaskiust ja kaetud plastikuga. Gondli raam on valmistatud vastupidavuse suurendamiseks kvaliteetsest terasesulamist.
18. Tornil on torukujuline struktuur, mis on valmistatud terasest. Torn pannakse kokku erinevatest osadest vastavalt erinevatele kõrgustele.
19. Labade kaldenurga süsteem koosneb kolmest iseseisvast elektrimootorist.



Joonis 1 Tuuleturbiini skeem  
Allikas: [www.pakri-tp.ee](http://www.pakri-tp.ee), 28.10.2006

## Lisa 4 Power Point esitluse koostamise põhimõtted

Esitluse koostamine on imelihtne. Siiski on mõned väga olulised põhimõtted, millest tuleb kinni pidada, et esitlus oleks kvaliteetne.

### Esitluse koostamise juhend

Juhend koosneb lühikestest selgitustest, et sul oleks kergem jälgida ja aru saada.

Esitluse koostamisel on kasulik järgida järgmist loogikat:

1. avan uue esitluse ja salvestan selle kohe õige nimega õigesse kausta
2. sisestad slaididele tekstid, lisad pildid, vajadusel koostad skeemid
3. vali slaididele sobiv taust
4. lisa vajadusel efektid tekstide, piltide ja skeemide animeerimiseks

#### 1. Programmi avamine

Start / Kõik Programmid / Microsoft Office /...

#### Esitluse salvestamine

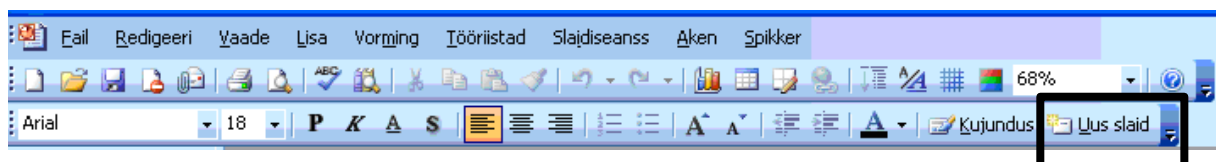
Salvesta oma esitlus kohe alguses **oma võistkonna nimega** töölauale.

Selleks vali menüüst **Fail / Salvesta** või vajuta nupule 

#### 2. Tekstide sisestamine

Sisesta esimesele slaidile suuremasse teksti kasti oma meeskonna nimi ja teise kasti õpilaste nimed, kes kuuluvad meeskonda

Uue slaidi lisamiseks vajuta tööriistaribal nupule uus slaid, vaata



Nii saad lisada alati uue slaidi.

Kui sul on vaja mõnda teist slaidi tüüpi, siis lisa esmalt uus slaid ja seejärel vali paremalt poolt teistsugune kujundus, tehes sobivale pildile hiirega klõps

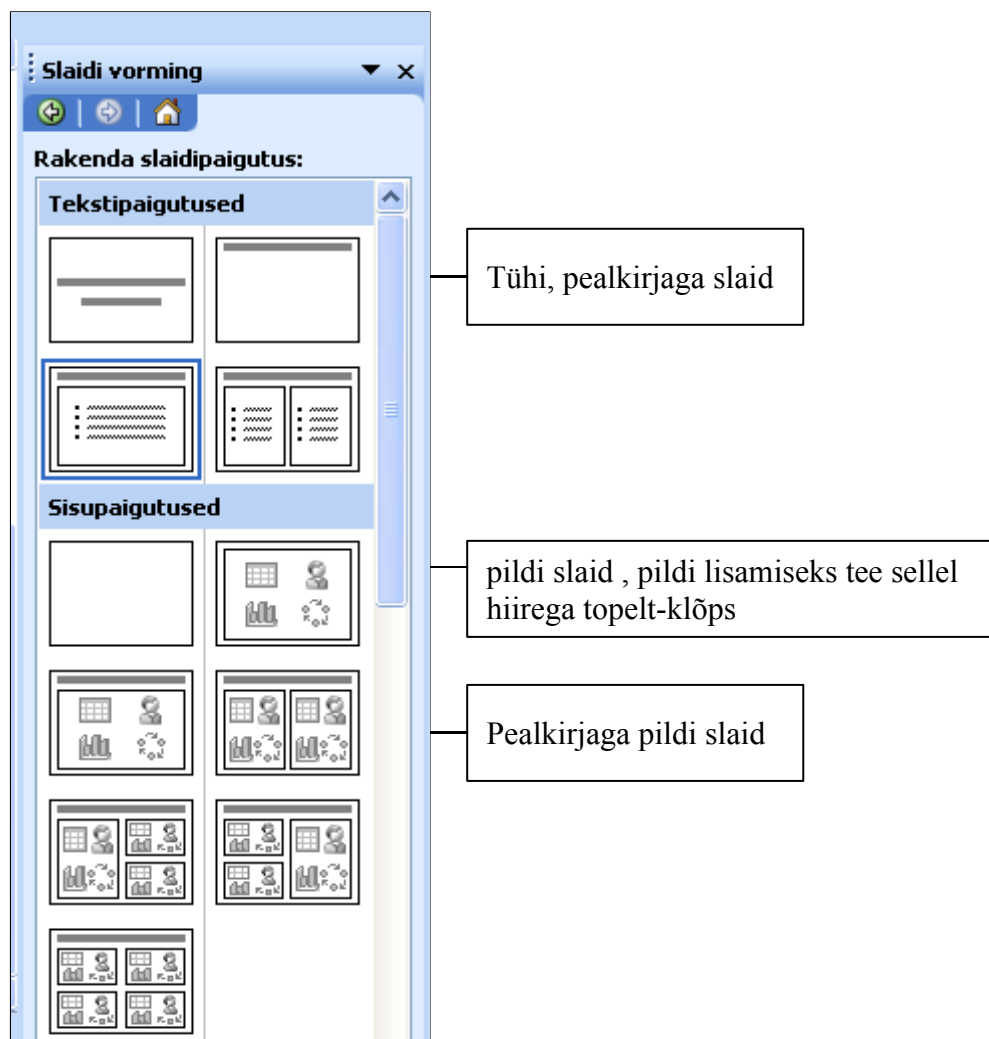

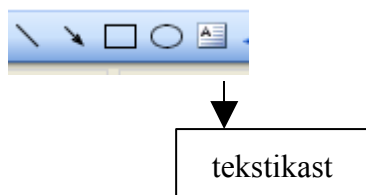
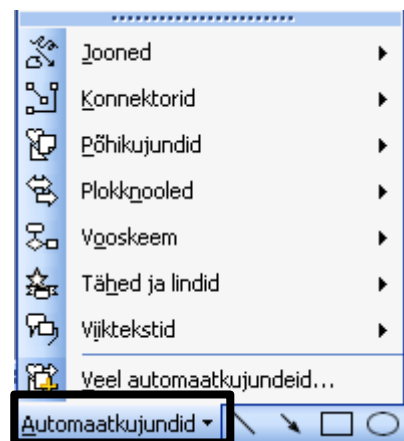


Foto lisamiseks vajuta programmiakna allosas oleva tööriistaribal nupule 

Kui sa soovid ise joonistada skeemi, siis kasta selleks samuti programmiakna allosas oleval tööriistaribal paiknevaid joonistamise vahendeid:

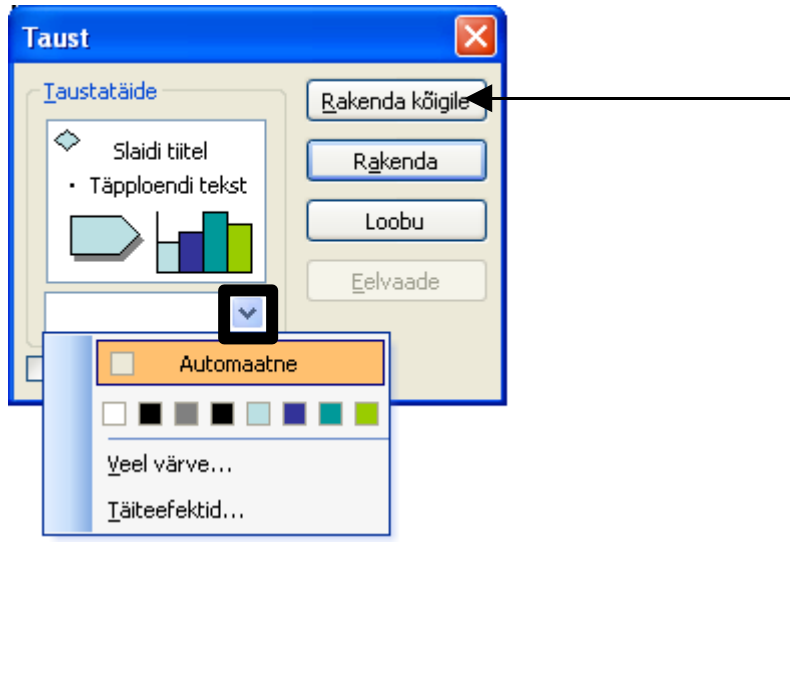


Kasulikke vahendeid leiad ka automaatkujundite valikust:



### 3. Slaididele tausta valimine

Klõpsa slaidil valge pinna peal hiire paremat klahvi ja vali **taust**, avanenud aknas tee klõps valiku nupule (märgitud musta ruuduga)

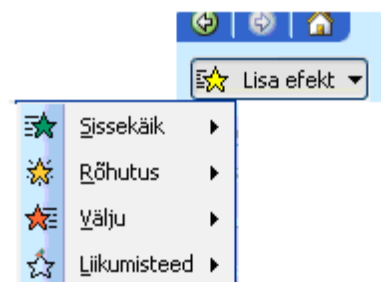


Klõpsa „Veel värve ...” – värvide saamiseks või  
„Täiteefektid” – saab valida erinevaid kujundatud taustasid  
Tausta lisamiseks kõikidele slaididele vajuta nuppu „Rakenda kõigile”

### 4. Efektide lisamine tekstile, pildile ja skeemidele

Kõige suurema valiku efektide lisamiseks saad, kui klõpsad tekstil, pildil või skeemil ja valid menüüst: **Slaidiseanss / Oma animatsioon...**

Akna paremal pool asetsevatest valikutest saad nupul „**Lisa efekt**” klõpsates määrata, millal efekt ilmub, kas sõna slaidile toomisel (**Sissekäik**), slaidilt lahkumisel (**Välju**), slaidil olles (**Rõhut**) ja lisada liikumisi oma skeemi järgi (**Liikumisteed**).



### **Esitluse hindamisel juhindub žürii esitluse koostamise põhimõtetes loetletud punktidest:**

- Tekst peab olema võimalikult lühike, konkreetne ja oluline.
- Teksti suurus peab olema nii suur, et see on loetav kõigile ruumis
- Kasuta kergesti loetavaid kirjatüüpe e fonti
- Ära kirjuta kogu teksti suurte tähtedega, niisugust teksti on oluliselt ebamugavam lugeda, kui tavalises kirjas kirjutatud.
- Tekst peab tausta pealt silma hakkama, s.t taust ei tohi muuta teksti loetamatuks. Soovitav on seetõttu, et tekst ja taust oleksid omavahel kontrastsed
- Pildid peavad olema kvaliteetsed, ei tohiks olla udused ja raskesti arusaadavad
- Efektidega ei tohi liialdada, need ei tohi hakata esitlust segama

### **Mõned soovitused ka esitluse ettekandjale**

- Räägi selge ja tugeva häälega, et kõik kuuleksid
- Küsi kuulajatelt kõne lõpus, kas neil on esitluse kohta küsimusi
- Ära karda küsimustele vastates öelda, et sa mõnda asja ei tea, mida pole uurinud või mille peale ise ei tulnud. Aus vastus on pool võitu!

Sinu esitlus peab sisaldama järgmiseid slide

- Meeskonna koosseis ja tööjaotus
- Ülesande sõnastus
- Tekkinud probleemid ja valitud lahenduse põhjendus
- Lõpptestimise tulemus
- Järeldused