



**Grid aprēķinu vide**

teorija • metodes • aprēķini



## ANSYS GRIDIZĀCIJA

---

|                        |  |
|------------------------|--|
| Dokumenta faila vārds: | <b>ANSYS_MD_3aktiv-v3.doc</b>  |
| Aktivitāte:            | 3.aktivitāte "Lietojumprogrammu un lielu datu apjomu izmantošanas risinājumu izstrāde Grid vidē" |
| Projekta numurs:       | VPD1/ERAF/CFLA/05/APK/2.5.1./000055/027  |
| Organizācija:          | Latvijas Universitātes aģentūra "Latvijas Universitātes Matemātikas un informātikas institūts"   |
| Autori:                | <b>Kaspars Kalniņš, Leo Trukšāns,<br/>Kārlis Podiņš, Edgars Znots, Baiba Kaškina</b>             |

---

### Anotācija:

Šajā dokumentā aprakstīti ANSYS programmatūras darbības principi, tās pielietojums inženiertehnisku problēmu risināšanā un pielāgošana darbam Grid vidē. Atsevišķi aplūkota ANSYS lietošana Unix/Linux vidē, kā arī Grid vidēs Migrating Desktop un Grinder. Īsumā ir apskatīta arī ANSYS izejas datu sagatavošana.



## Saturs

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INŽENIERTEHNISKU APRĒĶINU DATORPROGRAMMATŪRA ANSYS.....</b>                  | <b>3</b>  |
| <b>2. ANSYS INSTALĀCIJA UN KONFIGURĀCIJA UNIX/LINUX VIDĒ .....</b>                 | <b>4</b>  |
| 2.1. LICENČU SERVERA INSTALĒŠANA.....  | 4         |
| 2.2. PIRMIE APRĒĶINI.....  | 4         |
| 2.3. PIRMĀ RĒĶINĀŠANAS MEZGLA INSTALĒŠANA.....                                     | 5         |
| 2.3.1. <i>Daži skripti.....</i>  | 5         |
| 2.3.2. <i>Nākamā rēķināšanas mezgla instalēšana.....</i>                           | 6         |
| <b>3. ANSYS APRĒĶINU PALAIŠANA MIGRATING DESKTOP VIDĒ .....</b>                    | <b>7</b>  |
| 3.1. GRID CA AUTORIZĀCIJA DARBAM AR MIGRATING DESKTOP .....                        | 7         |
| 3.2. MIGRATING DESKTOP DARBA VIDĒ.....   | 8         |
| 3.2.1. <i>Migrating Desktop Storage Element definēšana.....</i>                    | 8         |
| 3.2.2. <i>Migrating Desktop Grid Commander.....</i>                                | 9         |
| 3.2.3. <i>Migrating Desktop Application Wizard.....</i>                            | 9         |
| 3.3. ANSYS/LS-DYNA LOG- FAILA KONFIGURĒŠANA APRĒĶINIEM MIGRATING DESKTOP VIDĒ..... | 10        |
| <b>4. IZEJAS DATU FAILA SAGATAVOŠANA ANSYS.....</b>                                | <b>16</b> |
| <b>5. ANSYS GRIDIZĒŠANA AR GRINDER .....</b>                                       | <b>18</b> |
| 5.1. ANSYS LIETOTĀJAM.....   | 19        |
| 5.1.1. <i>Ievada formāts .....</i>   | 19        |
| 5.1.2. <i>Izvada formāts.....</i>  | 20        |
| 5.1.3. <i>Uzdevuma pārrēķināšana .....</i>   | 20        |
| <b>6. IZSTRĀDĀTO ANSYS GRIDIFIKĀCIJAS RĪKU SALĪDZINĀJUMS.....</b>                  | <b>21</b> |
| <b>IZMANTOTĀ LITERATŪRA .....</b>  | <b>22</b> |
| <b>1. PIELIKUMS.....</b>   | <b>23</b> |

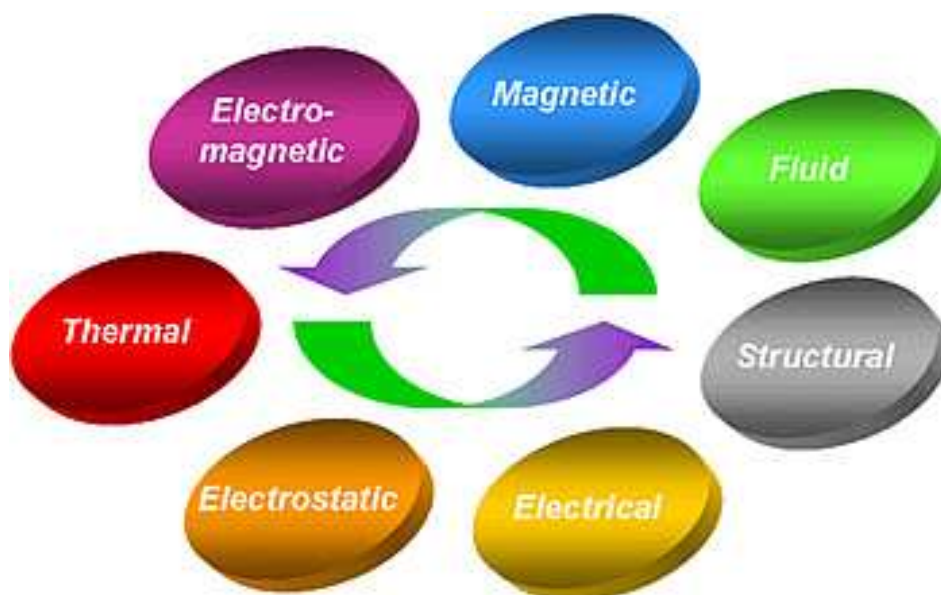
## 1. INŽENIERTEHNISKU APRĒĶINU DATORPROGRAMMĀTŪRA ANSYS



**Fig. 1 ANSYS – neierobežotas iespējas**

ANSYS V11. programmatūra ir viens no šobrīd jaudīgākajiem komerciāli pieejamiem skaitliskās simulācijas programmu komplektiem. Uz galīgo elementu analīzi bāzētā programmatūra ļauj produktu vai procesu projektētājiem veikt izstrādājamā produkta virtuālu analīzi turpat savā datorā. Dokumenta tapšanas brīdī šajā programmatūras komplektā bija integrēti vairāki matemātiski moduļi, kas paredzēti cietvielu, kā arī šķidrumu/gāzu mehānikas, elektromagnētisku, termisku un akustisku procesu simulēšanā.

Ar ANSYS palīdzību inženieri spēj skaitliski modelēt gan vienkāršus - lineārus, gan arī ļoti nelineāras dinamiskas uzvedības modeļus, kā arī novērtēt stohastisku procesu ietekmi uz izstrādājamo produktu. Šo skaitlisko modeļu aprēķinu laika ietilpība ir no pāris sekundēm līdz pat vairākiem mēnešiem, izmantojot vienu personālo datoru.



**Fig. 2 ANSYS integrētie aprēķina moduļi**

Neraugoties uz neefektīvo risinājumu, inženiertehnisku konstrukciju projektēšanas praksē šādi resursu un laika ietilpīgi modeļi ir ļoti bieži sastopami. Konstrukciju optimālu projektēšanas vadlīniju izstrādei vai optimizācijai ir ļoti svarīgi veikt skaitliskos eksperimentus dažādiem kvalitatīvajiem un kvantitatīvajiem parametriem. Programmatūra ANSYS nodrošina lietotājam darba programmas valodu, kurā parametriski var veikt aprēķina modeļa sagatavi. Pieaugot skaitlisko metožu aprēķinu apjomam un analīzes modeļu sarežģītībai, inženieru biroji nav spējīgi paši nodrošināt nepieciešamo skaitļošanas jaudu. Lai nesamazinātu nepieciešamo eksperimentu apjomu, labā prakse būtu Grid tehnoloģisko risinājumu izmantošana.

## 2. ANSYS INSTALĀCIJA UN KONFIGURĀCIJA UNIX/LINUX VIDĒ

### 2.1. LICENČU SERVERA INSTALĒŠANA

Licenču servera instalēšanas sākumā jāizvēlas dators, kurš būs "galvenais" no rēķināšanas datoriem, vai kāds no serveriem, kuru ilgstoši nepārinstalēs. Uz tā tiks laists ANSYS licenču serveris, kuram vienmēr jābūt ieslēgtam un no kura pārējie ANSYS datori saņems licences informāciju. Tas varētu būt arī dators, kas pilda Grid klastera pārvaldes funkcijas. Šis ANSYS licenču serveris ir divi mazi procesi (`ansyslmd` process aizņem 1,7M, `lmgrd` – 1,4M operatīvās atmiņas), kasniecīgi noslogo sistēmu.

Nepieciešams instalēt ANSYS no kompaktdiska uz izvēlētajā licenču servera. Instalācija mēģina atvērt ANSYS grafisko programmu. Ja tas neizdodas, automātiski tiek palaists teksta režīma instalētājs, kura darbības soļi ir salīdzinoši vienkārši. Programmatūru var instalēt piedāvātajā direktorijā `/usr/ansys_inc`. Pie izvēlnes par licenču serveri jāizvēlas variants, ka dotais dators būs licenču serveris. Uz šo serveri nepieciešams atvērt TCP portus 1055 un 60000 (pēdējais var būt patvaļīgs numurs; to norāda servera `license.dat` failā, DAEMON rindiņai pierakstot galā `port=60000`; pēc noklusēšanas ir 30000-60000 vai vēl lielāks apgabals).

Tālākajos soļos šim datoram veidotu (no ANSYS piegādājumiem) licenču failu (ar pieslēgtā tīkla IP, nevis `localhost`) noliek kā

```
/usr/ansys_inc/shared_files/licensing/license.dat.
```

Jāpārlicinās arī, lai datora `hostname` nav `localhost`. Tad izpilda šādas trīs komandas (`bash`, nevis `root`):

```
LM_LICENSE_FILE=/usr/ansys_inc/shared_files/licensing/license.dat
```

```
export LM_LICENSE_FILE
```

```
/usr/ansys_inc/shared_files/licensing/linia32/lmgrd >> /home/user/ans-lic.log
```

Pēc tām ir startējušies abi licenču serverim vajadzīgie procesi. Tie paliek par dēmoni un atdod vadību, bet izvadā drukā savu notikumu informāciju. Tādēļ komandas beigās pielikta pāradresāciju uz `log` failu.

### 2.2. PIRMIE APRĒĶINI

Turpat uz licenču servera tiek pārbaudīts, vai ANSYS strādā. Pozitīvs rezultāts nozīmēs, ka ar licencēm viss ir kārtībā.

ANSYS komandrindas programma ir `/usr/ansys_inc/v100/ansys/bin/ansys100`. Gan uz Ubuntu 6.06, gan Fedora5 pirms tās palaišanas jāuzstāda vides mainīgais: `LD_PRELOAD=/lib/libgcc_s.so.1`. Pēc tam tiek palaists `ansys100`. Tas tiek darīts ar parastā lietotāja tiesībām. Sākumā tiek parādīts garš lietošanas noteikumu dokuments. Ja ar licenci viss ir kārtībā (un tās serveris ir atbildējis), tad piedāvās nospiegt `Enter`, ja piekriņāt izvirsītājiem noteikumiem. Pēc tam var sākt vadīt ANSYS komandas īpaši šai videi izstrādātajā valodā.

Ja tas strādā, tad var ievadīt ANSYS kādu reālu uzdevumu. ANSYS programmā var darbināt iepriekš sagatavota rēķināšanas komandu faila saturu. Vienmēr sākumā tiek sagaidīts „`Enter`” kā apstiprinājums noteikumu ievērošanai. Direktorija `/usr/ansys_inc/v100/ansys/data/verif` satur daudzus testa uzdevumus. Tur ir iespējams izpildīt šādu komandu:

```
/usr/ansys_inc/v100/ansys/bin/ansys100 <  
/usr/ansys_inc/v100/ansys/data/verif/vm1.dat > izeja.txt
```

Izejas failā tiek izvadīti starprezultāti, bet failā vm1.vrt parādās tikai gala rezultāts. ANSYS ļauj plaši mainīt rezultātu izvada veidus. Tos var pieskaņot tam, kā plānots Grid sistēmā izsaukt šos uzdevumus.

## 2.3. PIRMĀ RĒĶINĀŠANAS MEZGLA INSTALĒŠANA

Labā prakse iesaka instalēt ANSYS uz pirmā rēķināšanas datora, to nokonfigurēt un tad noklonēt. Testēšanas rezultāti liecina par to, ka ANSYS instalācija atarhivē gatavu failu struktūru direktorijā /usr/ansys\_inc. Tādēļ ir iespējams saarhivēt šo direktoriju un atarhivēt uz pirmā rēķināšanas datora. Atskaitot to, ka katram datoram nepieciešams savs licenču fails, viss pārējais strādā identiski. Nepieciešams, lai šis dators ņemtu licenci no licenču servera. To dara ar iekļauto administrēšanas programmu /usr/ansys\_inc/v100/ansys/bin/ans\_admin100. Tajā jāiziet šādi soļi:

- *Licensing-specific administrative options*
- *Specify the license server (5.)*
- *Add server specification*
- *atstāj noklusēto portu un norāda licenču servera IP adresi*
- *Delete server specification – un izdzēš localhost serveri*
- *No server specification changes at this time*
- *Exit (11.)*

Tālāk tiek izpildīta ANSYS komandrindas programma /usr/ansys\_inc/v100/ansys/bin/ansys100, kura mēģinās slēgties klāt licences serverim un veiksmes gadījumā ļaus izpildīt rēķināšanas komandas. Pirms tam, protams, nepieciešams uzstādīt minēto vides mainīgo LD\_PRELOAD. No šīs programmas var iziet ar komandu EXIT. Uzreiz arī var pamēģināt izpildīt kādu piemēru no pārbaudes direktorijas.

Kad šis piemērs strādā, /usr/ansys\_inc direktoriju var kopēt uz pārējiem rēķināšanas datoriem. Tie visi slēgsies pie kopējā licenču servera, un viens no otra nekādi neatšķirsies. Šī direktorija ir saarhivēta failā ansys-node.tgz, kas zemāk tiek izmantota mezgla "instalēšanas" skriptā.

### 2.3.1. Daži skripti

Ir izveidoti skripti ANSYS palaišanai. Skripts ansys-lic-run.sh uz licenču servera palaiž tā procesus:

---

```
#!/bin/bash  
LM_LICENSE_FILE=/usr/ansys_inc/shared_files/licensing/license.dat; export  
LM_LICENSE_FILE  
/usr/ansys_inc/shared_files/licensing/linia32/lmgrd >> /home/user/ans-lic.log
```

---

To iespējams papildināt un uztaisīt arī par īstu pakalpojuma skriptu, ko likt `/etc/init.d` direktoriņā, un uztaisīt simboliskās saites uz to nepieciešamajos System V izpildes līmeņos, lai programma startējas automātiski, datoram startējot. Abus procesus var apturēt ar komandu "kill all lmgrd", jo `lmgrd` ir licenču pakalpojumu uzmanītājs, bet `ansyslmd` ir kāds konkrētā produkta licences zinātājs.

Uz rēķināšanas datora tiek izmantoti divi skripti. Pirmais ir `ansys-inst.sh` (izpilda ar root), kas "ieinstalē" ANSYS, ja iepriekš sagatavotā direktoriņa ir failā `ansys-node.tgz`:

---

```
#!/bin/sh
cd /usr
tar xzf ~/ansys-node.tgz
cd ~
mkdir ansys
chown user:user ansys
```

---

Tas uztaisa arī lietotājam apakšdirektoriņu `ansys/`, kurā paredzēts likt visus ar aprēķiniem saistītos failus.

Un skripts `ansys-run.sh` domāts aprēķinu izsaukšanai.

---

```
#!/bin/bash
# sintakse:
# ansys-run.sh <ANSYS rekināšanas komandu fails> <starprezultatu fails>
cd ~/ansys
LD_PRELOAD=/lib/libgcc_s.so.1; export LD_PRELOAD
/usr/ansys_inc/v100/ansys/bin/ansys100 < $1 > $2
```

---

Tas izmanto divus parametrus: `<ieejas fails>` `<izejas fails>`. Kā jau minēts, izejas failā ir starprezultāti. Līdz ar to izejas fails varētu būt arī `/dev/null`. Skripta izsaukšana:

---

```
~/ansys-run.sh /usr/ansys_inc/v100/ansys/data/verif/vml.dat izeja.txt
```

Un gala rezultātu var redzēt failā `~/ansys/vml.vrt`.

### 2.3.2. Nākamā rēķināšanas mezgla instalēšana

Tiek izpildītas šādas komandas, lai ieinstalētu un pārbaudītu ANSYS uz katra nākamā rēķināšanas datora:

---

```
wget --user=u --password=p ftp://ftp/ansys-inst.sh
wget --user=u --password=p ftp://ftp/ansys-run.sh
wget --user=u --password=p ftp://ftp/ansys-node.tgz
chmod a+x ansys-*.sh
sudo ./ansys-inst.sh
./ansys-run.sh /usr/ansys_inc/v100/ansys/data/verif/vml.dat /dev/null
ls -la ~/ansys/
```

### 3. ANSYS APRĒĶINU PALAIŠANA MIGRATING DESKTOP VIDĒ

Dokumenta tapšanas brīdī ANSYS gridifikācijai tika izmantota Migrating Desktop Grid virtuālā vide, kurā ir nokonfigurēts ANSYS/LS-DYNA aprēķinu modulis, kas paredzēts dažādu konfigurāciju kompozītu konstrukciju nestspējas skaitliskajiem eksperimentiem.

Šajā nodaļā tiks aprakstīta Migrating Desktop aktivizācijas procedūra tikai Windows operētājsistēmas vidē. Lietojot operētājsistēmu Windows, ir nepieciešams uzinstalēt Java grafiskā interfeisa versiju J2SE V1.4.2-15-JRE, kura bez maksas ir pieejama izstrādātājas kompānijas oficiālajā mājas lapā: [www.java.sun.com](http://www.java.sun.com) [1].

Migrating Desktop ir bezmaksas Grid virtuāla darba vide, kas ir pieejama izstrādātāja mājas lapā - [www.desktop.psnc.pl](http://www.desktop.psnc.pl) [2].



Fig. 3 Migrating Desktop mājas lapas adrese internetā

#### 3.1. GRID CA AUTORIZĀCIJA DARBAM AR MIGRATING DESKTOP

Lai būtu iespējams darboties Grid vidē, visiem nepieciešams iepriekš veikt Grid autorizācijas sertifikāta iegūšanas procedūru, kas precīzi aprakstīta un pieejama tīkla vietnē: „Kā sākt lietot Grid” - <http://grid.lumii.lv/section/show/24> [3].

Lai aktivizētu Migrating Desktop programmatūru, nepieciešams veikt lietotāja Grid sertifikāta autorizāciju, attiecīgi aizpildot nepieciešamo informāciju, kā parādīts **Fig. 4**.

Grid sertifikāta autorizācijai nepieciešams aizpildīt prasītos logus, norādot personas Grid CA:

##### Authentication

- User X509 certificate file path:
- User private key file path:

- Private key password
- Proxy configurations (nav nepieciešams mainīt!)
- Create VOMS proxy for VO: **balticgrid** (obligāti jāievēro sintakse un vārds balticgrid jāraksta ar visiem mazajiem burtiem)



Fig. 4 Migrating Desktop Grid lietotāja sertifikāta autorizācija

### Server settings

- Host address: **cedrus.man.poznan.pl**
- Host port: **8443**

### 3.2. MIGRATING DESKTOP DARBA VIDE.

Migrating Desktop ir lietotājam draudzīga grafiska vide, kurā visas galvenās izvēlnes pieejamas gan komandas izvēlē, gan ar ikonu palīdzību. Darba vides ikonas ir sagrupētas atbilstoši svarīgāko izvēlņu pieejamībai, kas ļauj vienkāršot un paātrināt darba procesu Migrating Desktop vidē. Izvēlņu un ikonu logs MD vidē ir apskatāms **Fig. 5**.



Fig. 5 Migrating Desktop izvēlņu un ikonas logs

#### 3.2.1. Migrating Desktop Storage Element definēšana

Kā pirmais solis, uzsākot darbu Migrating Desktop, ir definēt virtuālu datu glabāšanas elementa (*Storage Element*) adresi, kurā tiks glabāti visi lietotāja dati. Ir ļoti svarīgi šo datu glabāšanas elementu izvēlēties pēc iespējas tuvāku reālajai darba videi, tādējādi samazinot datu pārraides laika aizturi. Darbojoties Latvijas Grid ietvaros, ieteicams izmantot:

- Host: **birzs.latnet.lv**.

Konfigurējot datu glabāšanas elementu, ir svarīgi definēt pieslēguma veidu, kā parādīts **Fig.6**.

- Passive (ja pieslēgums ir attāls (ārzemes) un lēns);
- Active (ja pieslēgums ir ar adekvātu savienojuma ātrumu);
- Direct - apvienojumā ar Active;
- Tunneled – kombinācijā ar Passive.

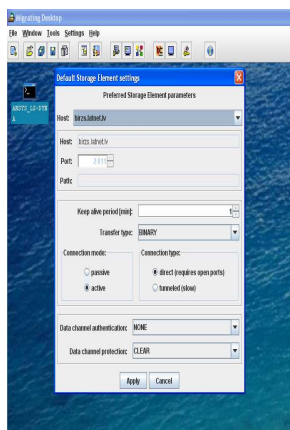


Fig. 6 Migrating Desktop Storage Element definēšana

### 3.2.2. Migrating Desktop Grid Commander

Grid Commander ir direktoriju un datņu pārlūkošanas programma, kas ļauj lietotājam sagatavot un apstrādāt nepieciešamos skaitliskos failus. Grid Commander ir viegli lietojams, jo praktiski dublē līdzvērtīgu programmu darbību Windows vai Unix vidēs, apskatāms **Fig. 7**. Tomēr svarīgi atzīmēt, ka kopēšana starp virtuālās direktorijas datu mapēm nav atļauta Grid Commander, tādējādi visu failu kopēšana jāveic ar reāla datu glabāšanas diska starpniecību.

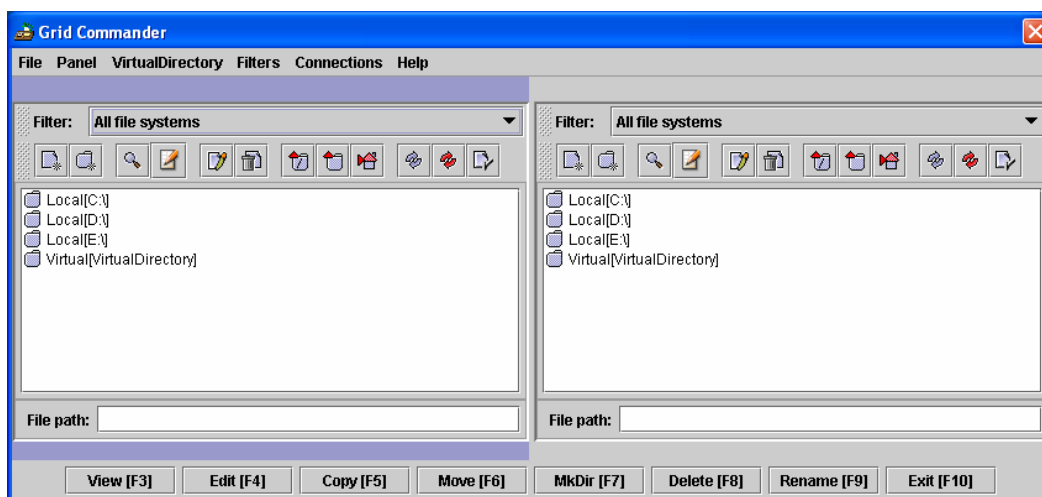


Fig. 7 Migrating Desktop Grid Commander

### 3.2.3. Migrating Desktop Application Wizard

Lai palaistu darbu (*submitting a job*) Migrating Desktop vidē, nepieciešams izvēlēties Application Wizard, kā parādīts **Fig. 8**. Dokumenta tapšanas brīdī ANSYS vēl nebija pilnībā integrēts Migrating Desktop aplikāciju izvēlē, tāpēc darba palaišanai jāizvēlas ComandLine opciju.

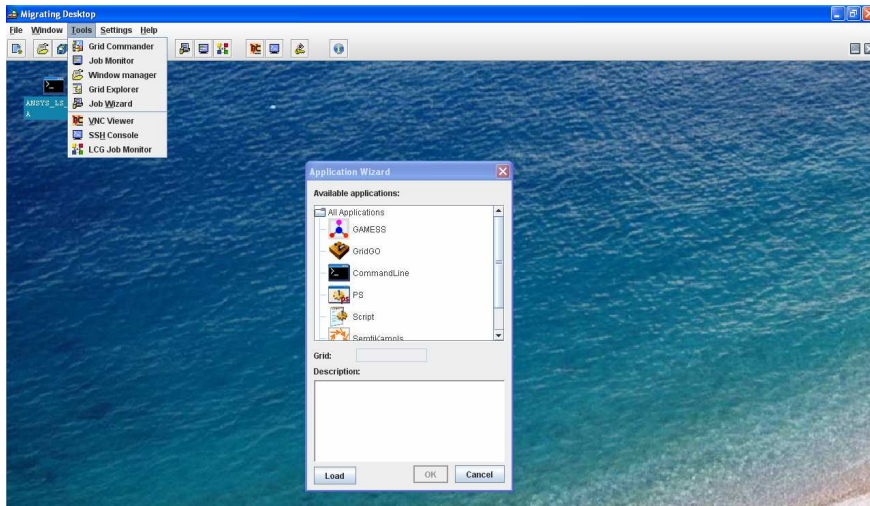


Fig. 8 Application wizard Migrating Desktop vidē

### 3.3. ANSYS/LS-DYNA LOG- FAILA KONFIGURĒŠANA APRĒĶINIEM MIGRATING DESKTOP VIDĒ.

Lai aprēķina failu varētu palaist Migrating Desktop vidē, ir nepieciešams iepriekš izveidot skripta failu *ls-dyna\_perform.sh*, kā parādīts **Fig. 9**. Šim failam ir jāsaturs ANSYS palaišanas, pārtraukšanas procedūru apraksts, kā parādīts **Fig. 10**.

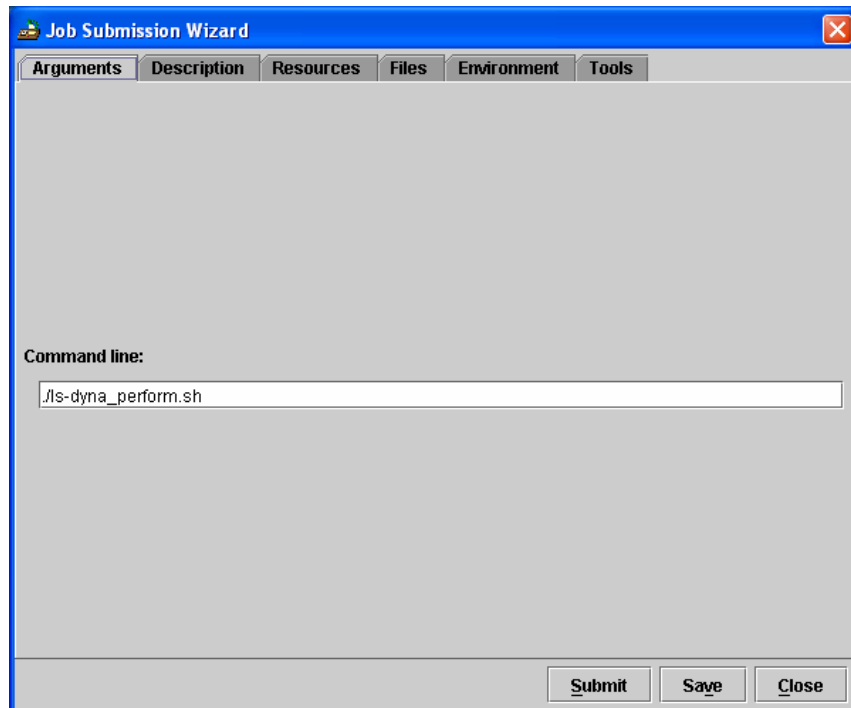


Fig. 9 Argumenta definēšana

```

ls-dyna_perform - WordPad
File Edit View Insert Format Help
[Icons]

echo "ANSYS v10.0"
echo ""
echo "***** Job Start *****"
echo ""
echo "Job %0 started on `date`"
echo "Executing on:"
uname -a
echo ""

echo "-----"
echo ""

#Extract archive
echo "extract:"
/usr/bin/time -p tar -xzf `pwd`/ansys-node.tgz 2>&1

echo ""

echo "LS-DYNA:"

/usr/bin/time -p `pwd`/ansys_inc/v100/ansys/bin/ansys100 -p ane3flds < loop.txt 2>&1
ls -l
echo "Everything went ok :)" > 2
echo ""
echo "-----"

echo ""
echo "***** Job End *****"

# exit
exit 0

```

Fig. 10 Ls-dyna\_perform.sh palaišanas, pārtraukšanas procedūru fails

Darba aprakstā praksē atļauts ietvert katra aprēķina faila specifikas aprakstu, ko praktiski nav iespējams definēt citās Migrating Desktop izvēlēs. Šī opcija parādīta Fig. 11.

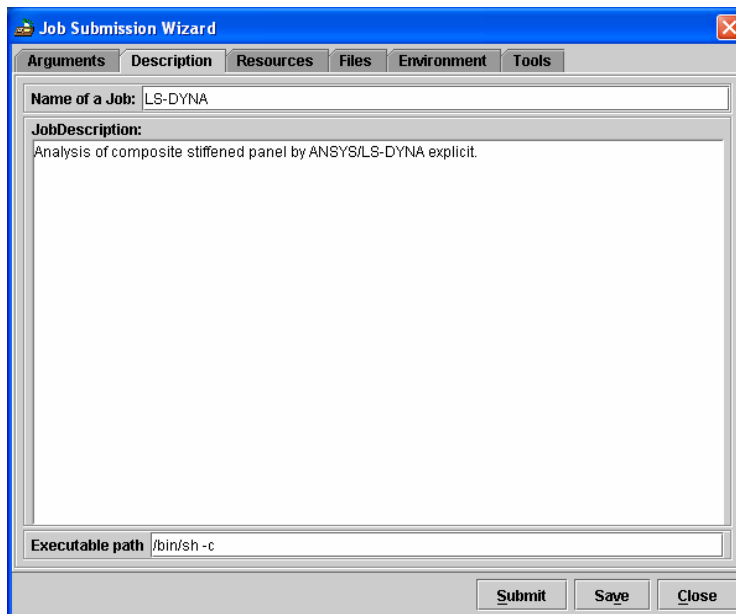


Fig. 11 Darba specifikācijas logs Migrating Desktop vidē.

Efektīvai Grid aprēķinu resursu pārvaldībai ieteicams izmantot: [grid3.mif.vu.lt](http://grid3.mif.vu.lt), kā parādīts Fig. 12.

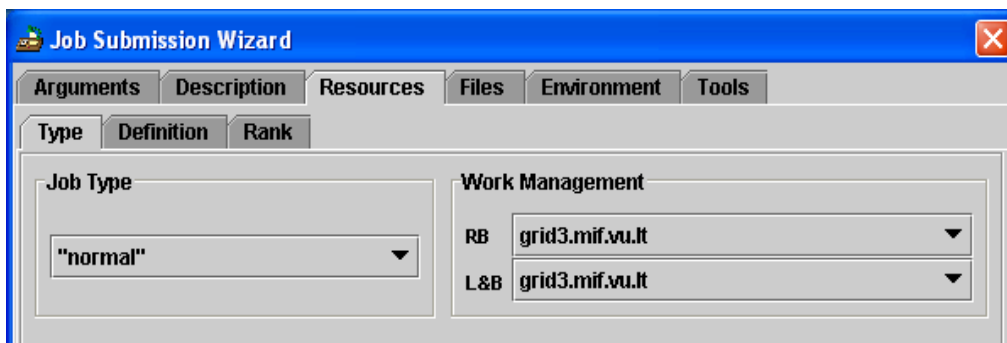


Fig. 12 Darba resursu pārvaldības logs Migrating Desktop vidē

Definējot resursus, ir nepieciešams izvēlēties aplikācijas servera adresi. ANSYS aplikācijai tiek rekomendēta: **ce01.grid.etf.rtu.lv:2119**, kā parādīts **Fig. 13**. Kā arī jāatslēdz Stochastic Ranking Policy, kā redzams **Fig. 14**.

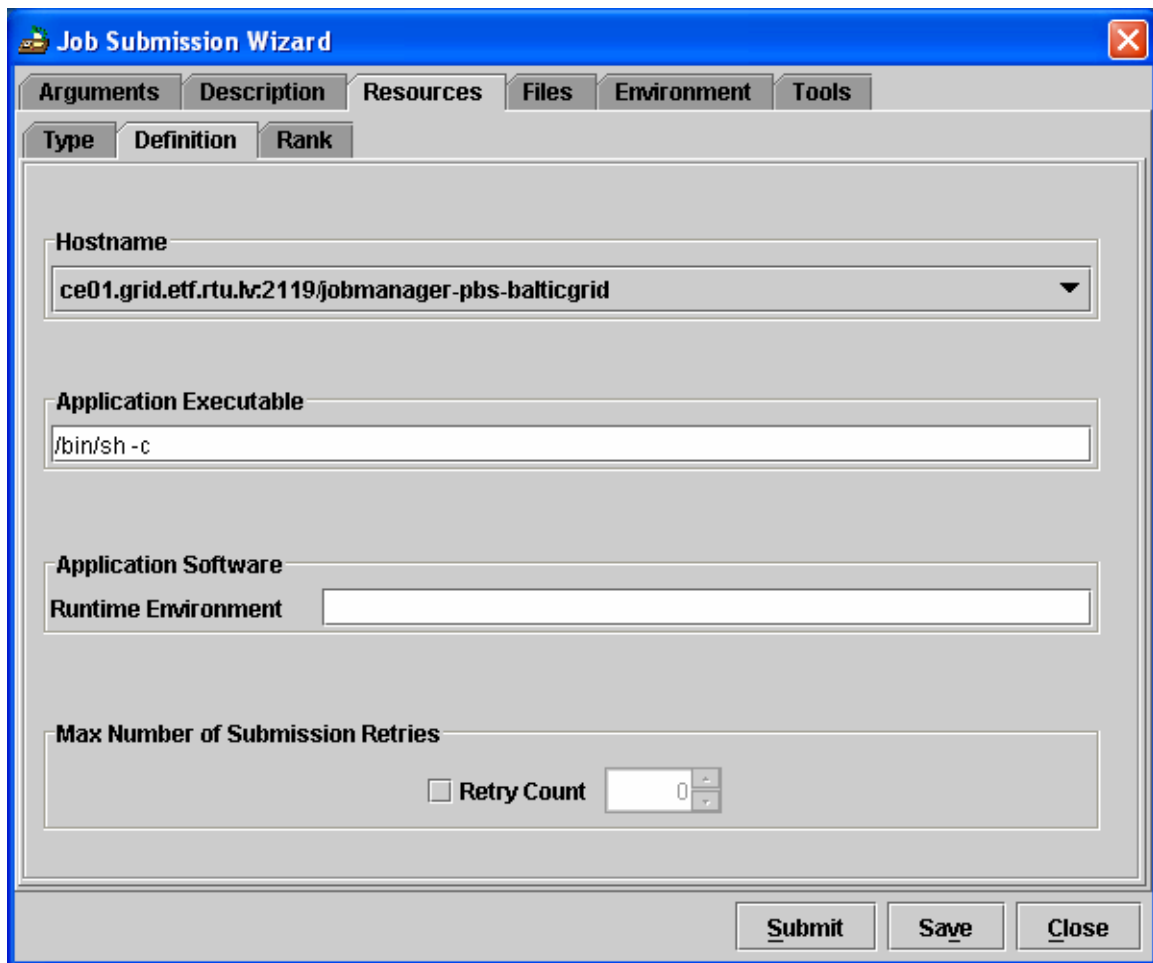


Fig. 13 Aplikācijas servera adreses izvēle Migrating Desktop vidē

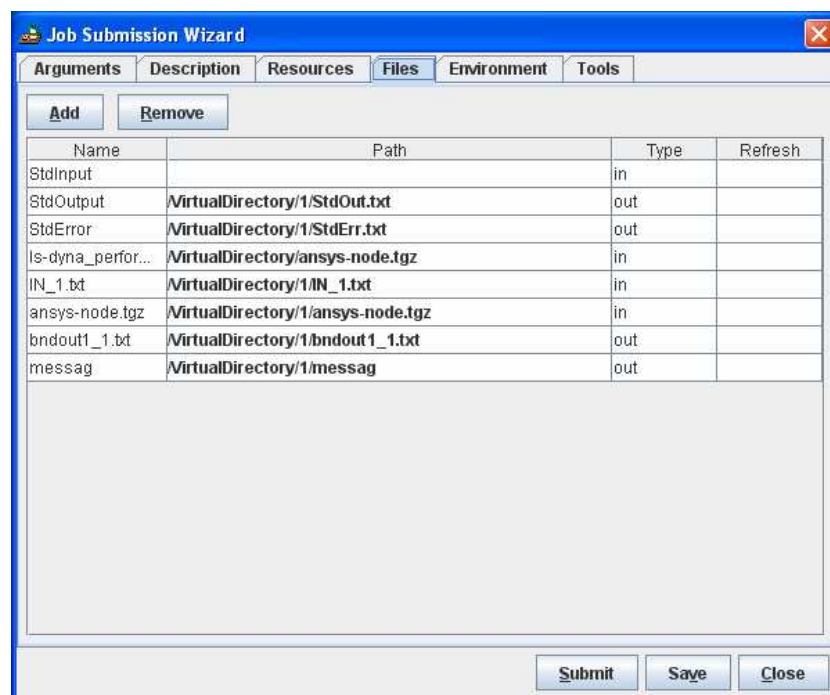


Fig. 14 Stochastic Ranking Policy Migrating Desktop vidē

Lai konfigurētu ievades izvades failus, vispirms nepieciešams izveidot virtuālo direktoriju, kurā visi šie faili jau iepriekš ir iekopēti. Tikai tad, ja šie faili ar šādiem nosaukumiem atradīsies norādītajā direktorijā, Migrating Desktop vidē rēķini tiks realizēti. Ievades izvades failu konfigurācija apkopota **Fig.15**.

- StdOutput – **out** – (Migrating Desktop darbības atskaites fails);
- StdError – **out** – (Migrating Desktop darbības kļūdas atskaites fails);
- Ls-dyna\_perform.sh – **in** – (ANSYS – aprēķina faila komandu rindu fails);
- Ansys-node.tgz – **in** - (ANSYS - arhīvs);
- Bndout1\_1.txt – **out** - (ANSYS aprēķina rezultātu fails);
- Message – **out** – (ANSYS aprēķina atskaites fails).

Lietotājam ir ar ļoti lielu uzmanību jāseko līdzi sintaksei, jo šī brīža Migrating Desktop versijā netiek nodrošināta ne automātiska kļūdu atpazīšana, ne novēršana. Tāpēc ir ļoti svarīgi pievērst vērību lielo/mazo burtu lietošanai un brīvsienu vietām nosaukumos.

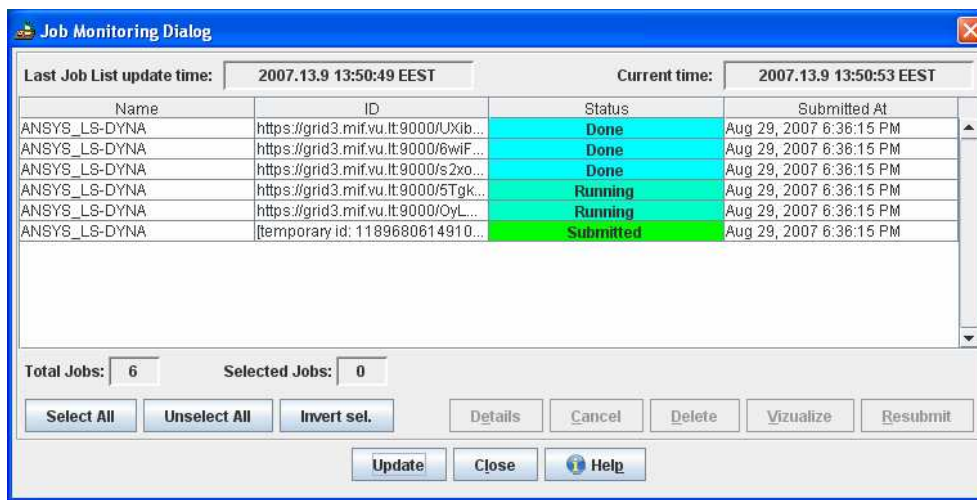


**Fig. 15** Ievad/izvades failu konfigurēšana Migrating Desktop vidē

Aktivizējot pogu **SUBMIT**, aprēķina fails tiek nosūtīts aprēķina izpildei Grid vidē.

Aprēķina procesu monitorēšanas logs ir parādīts **Fig.16**, kurā pēc attiecīgā darba izpildes gaitas iedalās sekojošās stadijās un viegli var atpazīt pēc atbilstošās krāsu stadijas:

- **Waiting for submission** - aprēķina projekts nosūtīts gatavības listei;
- **Submitted by RAS** – aprēķina projekts tiek pārbaudīts atbilstībai;
- **Submitted** – aprēķina projekts tiek pārsūtīts tālākai izpildei;
- **Scheduled** – aprēķina projektam tiek nozīmēti atbilstošie „darba rūķi”;
- **Running** – aprēķina projekts tiek izpildīts;
- **Done** - darbs izpildīts.



**Fig. 16** Darba procesu monitorēšanas logs Migrating Desktop vidē

Detalizētu projekta izpildes, vai arī neizpildes informācija ir apskatāma zem sadaļas **Details**, kas apkopo visas aprēķina projekta rēķināšanas laika un reālās vietas, kā arī datu ietilpības informāciju. Aprēķina projekta monitorēšanas procesa logs ir parādīts **Fig. 17**, kurā redzama vispārējā informācija sadaļā **General**, kā arī ir iespējams apskatīt atsevišķi aprēķina projekta atskaites failus, kā redzams **Fig.18**.

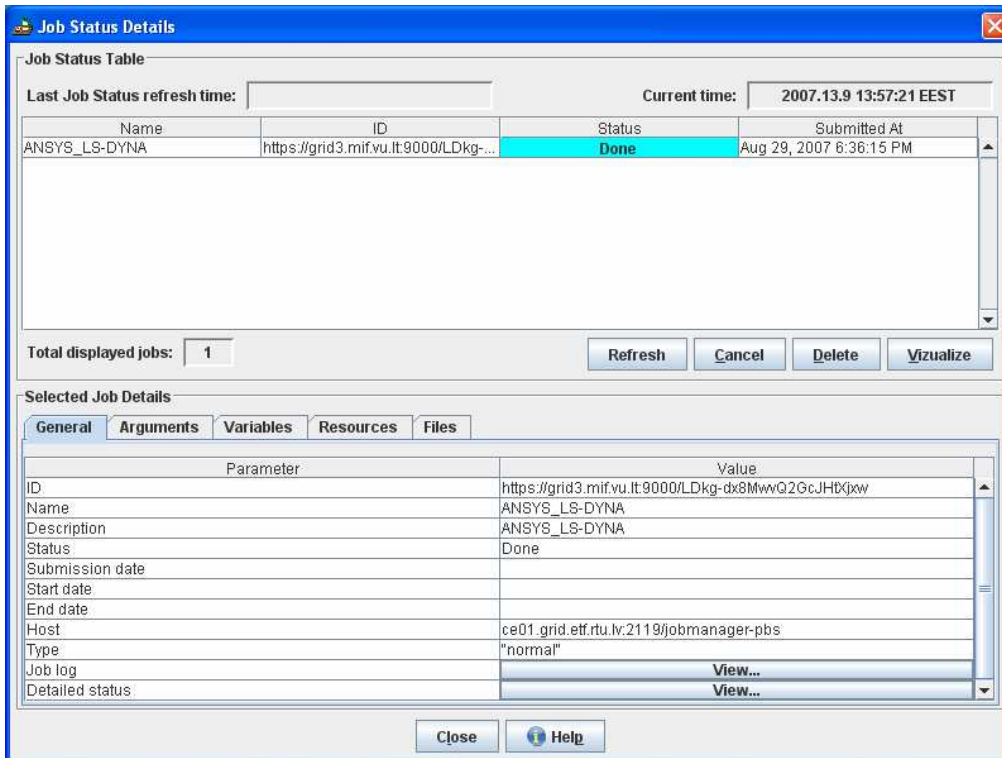


Fig. 17 Aprēķina projekta progressa logs Migrating Desktop vidē

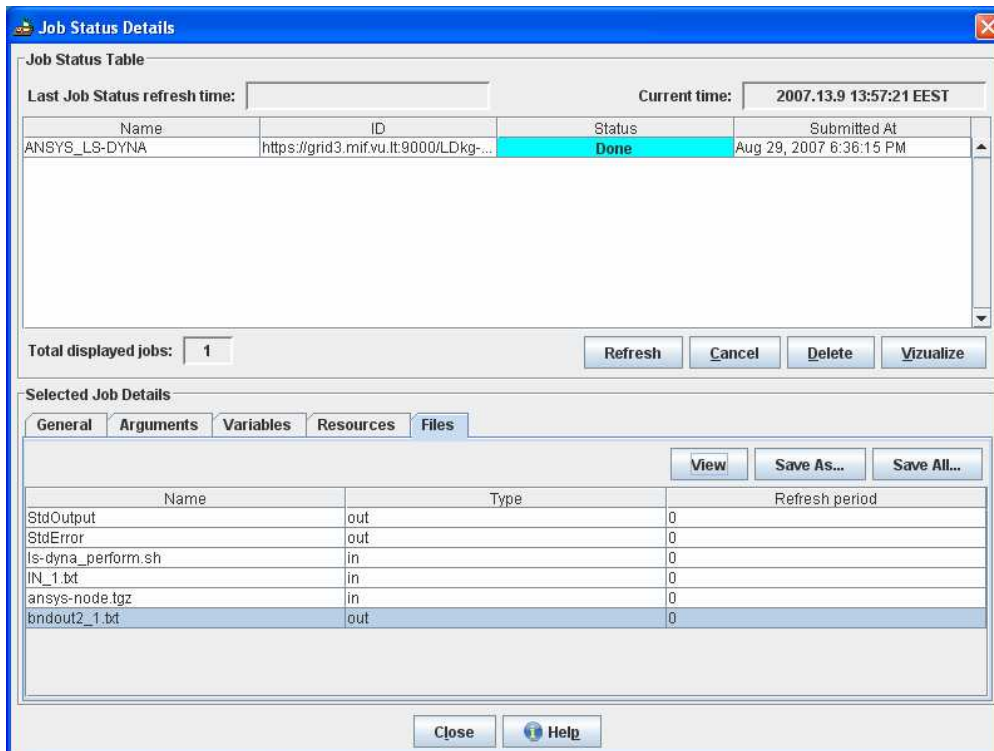


Fig. 18 Aprēķina projekta detaļu logs Migrating Desktop vidē

## 4. IZEJAS DATU FAILA SAGATAVOŠANA ANSYS

Strādājot ar ANSYS [4], lietotājs Windows vai Linux operētājsistēmas vidē ar grafiskās saskarnes starpniecību vai ar komandu rindām veic modelēšanas, aprēķina un rezultātu apstrādes funkcijas. ANSYS – Grid vidē tiek aktivizēts tikai ar komandu rindām, jeb ANSYS BATCH MODE, tādējādi ļoti svarīgi ir efektīvi sagatavot izejas datus komandrindā.

Sagatavojot skaitlisko aprēķina failu ANSYS vidē, jāpievērš uzmanība, lai izejas dati nesaturētu grafiskās selekcijas komandas (*graphical picking*). Visas pārējās komandas strādā vienlīdz labi gan grafiskā interfeisa vidē, gan komandrindu vidē.

Atsevišķa projekta aprēķina paraugs tiek definēts šādi:

```
/FILENAME,POLIMI axial compression test           !      Job name:test
mod10/10/07; 4/08/07
/PREP7
*SET,NR,1
*SET,L,0.640                                     !      Box length
*SET,R1,1.500                                    !      Panel radius
*SET,R2,1.500                                    !      Panel2 radius
*SET,D,0.706                                     !      Width of panel
*SET,P,0.001                                     !      Loading step
*SET,TIM,0.0125                                  !      Loading time
*SET,ELSIZE,0.02                                 !      Element Size
*SET,E,ELSIZE/2                                  !      Selection step
*SET,KEYOP,12                                    !      LS-DYNA keyoption
.....
k,01,0,0,0                                       !      Input of centerline
k,02,0,0,L
LSTR,1,2
...
*AFUN,deg
a1=R1*cos(fi1)-R2*sin(fi2)                       !      Creation of local coordinate
systems
a2=R2*cos(fi2)-R1*sin(fi1)
...
LARC,24,25,1,R2                                  !      Input of lines for part2
ADRAG,2,3,4,5,6,,1,,,,,
AATT,1,3,1, ,
...
ET,1,SHELL163
MP,DENS,1,1485
.....
```

Parametru kombināciju analīzei vispareizāk ir izmantot ANSYS PDS (*Probabilistic Design System*), kas pēc iepriekš sagatavota eksperimentu plāna (USERSAMP – piemērs parādīts zemāk) un parametru izejas faila (IN.txt – komandu rindu paraugs nodemonstrēts iepriekš) veic automatizētu eksperimentu punktu skaitlisko analīzi.

## USERSAMP

| ITER | CYCL | LOOP | NR | K  | TIM    | ELSIZE |
|------|------|------|----|----|--------|--------|
| 1    | 1    | 1    | 1  | 1  | 0.0125 | 0.015  |
| 1    | 1    | 2    | 2  | 1  | 0.025  | 0.015  |
| 1    | 1    | 3    | 3  | 1  | 0.05   | 0.015  |
| 1    | 1    | 4    | 4  | 1  | 0.125  | 0.015  |
| 1    | 1    | 5    | 5  | 12 | 0.0125 | 0.015  |
| 1    | 1    | 6    | 6  | 12 | 0.025  | 0.015  |
| 1    | 1    | 7    | 7  | 12 | 0.05   | 0.015  |
| 1    | 1    | 8    | 8  | 12 | 0.125  | 0.015  |

Automatizētai šo failu apvienošanai un aprēķina uzsākšanai tiek izveidots palaišanas fails (LOOP.txt), šī faila struktūra redzama zemāk:

```
/PDS
PDANL,'IN','txt',' '

PDVAR,NR,GAUS,0,1,0,0
PDVAR,K,GAUS,0,1,0,0
PDVAR,TIM,GAUS,0,1,0,0
PDVAR,ELSIZE,GAUS,0,1,0,0

PDVAR,E,RESP
PDMETH,RSM,USER
PDUSER,'USERSAMP','txt',' '

PDEXE,RESULTS_POLIMI_compresion_test,,8,
PDSAVE
PDCLR
```

Visas ANSYS komandas ir apkopotas lietotāja rokasgrāmatā [4], un specifiska konfigurēšana Grid aplikācijai nav nepieciešama.

## 5. ANSYS GRIDIZĒŠANA AR GRINDER

Kā alternatīvs risinājums ANSYS uzdevumu gridizēšanai Latvijas Universitātes Matemātikas un informātikas institūtā tika izstrādāta Grinder sistēma [5] ar mērķi nodrošināt lietotājam vieglāk konfigurējamu uzdevumu rēķināšanas pieeju Grid aprēķinu videi. Salīdzinājumā ar universālo Migrating Desktop vidi Grinder kā nenoslēgtai videi vajadzētu nodrošināt no programmēšanas viedokļa vienkāršu modifikāciju realizāciju. Lielākoties šādas modifikācijas ir nepieciešamas, saskaroties ar ANSYS specifiskiem aprēķinu modeļiem kā LS-DYNA, CFX un citi, kas pēc savas būtības ir atsevišķi aprēķinu bloki, integrēti ANSYS aprēķina programmatūrā (skat. Fig.19). Šo atsevišķo aprēķina bloku savstarpējās integrācijas kļūdas nav vēl pilnībā novērstas, tāpēc lietotājam ir nepieciešams veikt vienkāršas apstrādes darbības šajos izejas failos.

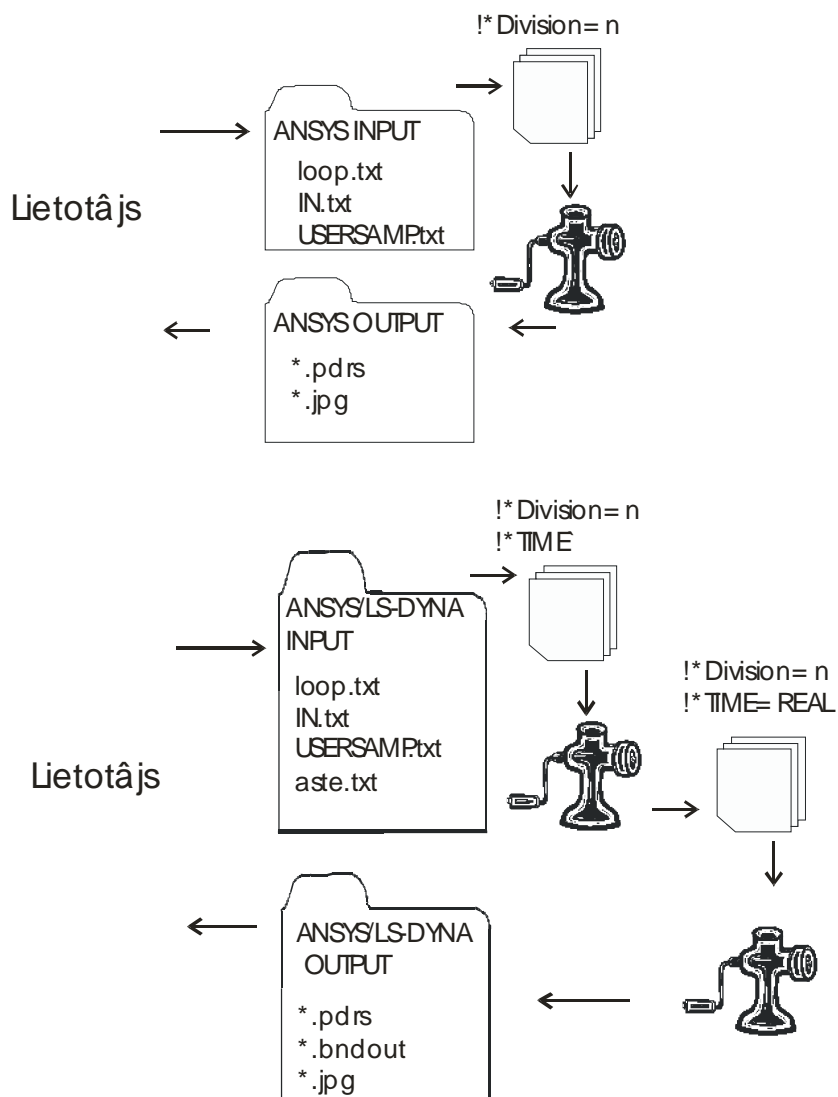


Fig. 19 ANSYS un ANSYS/LS-DYNA aprēķina izpildes shēma Grinder vidē

Grinder sistēma nolasa šo uzdevumu un sadala mazākos parametriskos uzdevumos, kuru daudzumu definē lietotājs, izvērtējot aprēķina ātrumu un pieejamo licenču skaitu. Tālāk šos atsevišķos „sadalītos uzdevumus” var modificēt atbilstoši ANSYS apakš-programmatūras noteikumiem (LS-DYNA) un automātiski nosūtīt aprēķiniem Grid tīklā. Visi „sadalīto uzdevumu” rezultāti tiek saglabāti un aprēķina beigās apvienoti, lai iegūtais rezultāts neatšķirtos no uzdevuma, kas risināts bez apakšsadalīšanas.

ANSYS ir komerciāla programmatūra, tāpēc tīpaša vērība jāpievērš licencēšanas jautājumiem. Grinder tiek izmantota iespēja definēt maksimālo paralēlo darbu skaitu, lai nepārsniegtu esošo licenču skaitu. Tā kā dokumenta tapšanas brīdī pieejamo licenču skaits bija neliels (~10), tad ANSYS darbu rēķināšanai tika izmantoti tikai Latvijas Grid klasteri – *puðuris.latnet.lv*, *birzs.latnet.lv* un *ce01.grid.etf.rtu.lv*, ar kuru administratoriem ir vieglāka sadarbība, jo ANSYS darbināšana prasa klasteru tīkla konfigurāciju maiņu, kas nodrošina korektu ANSYS licencēšanas programmatūras darbību.

Ievades failu un rezultātu failu apmaiņa ir realizēta, izmantojot `storage element grid` servisu, tāpat arī ANSYS un citas vajadzīgās programmatūras lejupielāde. Lai uzlabotu ātrdarbību, vajadzīgie instalācijas faili tiek noglabāti arī lokāli uz izpildes mezgliem, nodrošinot atkalizmantošanas laika efektivitāti.

## 5.1. ANSYS LIETOTĀJAM

Lietotājiem, kas grib izmantot šo Grinder vidi Grid aprēķiniem, nepieciešama failu apmaiņas iespēja ar Grinder sistēmu, lai vienkāršā veidā nosūtītu sagatavotos aprēķina uzdevumus un vēlāk saņemtu aprēķina rezultātus un atskaiti. Izstrādātajā risinājumā ANSYS lietotājam par saskarni failu apmaiņai kalpotu sFTP, tādējādi ļaujot izvēlēties sev ērtāko pārlūka programmatūru ar mūsdienīgu lietotāja saskarni. Kā piemērs attēlots sFTP klienta WinSCP lietotāja saskarne attēlā Fig.20.

### 5.1.1. Ievada formāts

Izmantojot ANSYS programmatūru, it īpaši veicot parametru ietekmes analīzi ar vairākiem simtiem konfigurācijas variantiem, lietotājs ir atbildīgs par uzdevuma sagatavošanu atbilstoši Grinder videi saprotamā izejas formātā. Grinder ievada formāta specifika ir aprakstīta šajā nodaļā.

Ieejas fails ir arhivēta direktorijs (\*.zip), kurā ir 3 faili – `loop.txt`, `IN.txt` un `USERSAMP.txt`. ANSYS/LS\_DYNA uzdevumiem vēl papildus ir arī `aste.txt` fails, kas tiek izmantots, lai labotu kļūdu starp ANSYS un LS-DYNA materiālu definīcijas kartēm. Sintaksi šiem failiem ir ļoti svarīgi ievērot, šobrīd nav vēl izveidota sintakses kļūdu novēršanas metodika.

ANSYS parametrisko uzdevumu ievada failā - `IN.txt` lietotājam ir jānorāda arī uzdevuma arhivācijas nosaukums un parametrs, cik smalki lielais uzdevums tiks sadalīts apakšuzdevumos, ierakstot attiecīgi rindas

```
!*DIVISION=<eksperimentu skaits katrā apakšuzdevumā>
```

```
!*TASKNAME=<uzdevuma nosaukums un datums>
```

### 5.1.2. Izvada formāts

Aprēķina .zip arhīvs tiek novietots direktorijā ANSYS/IN, Grinder uzsākot datu apstrādi un aprēķinus ANSYS vidē, atver izejas arhīvu un pievieno failu ar nosaukumu *processed*. Ja nepieciešams failam veikt atkārtotu aprēķinu, tad failu *processed* vienkārši izdzēš. Rezultātu faili tiek saglabāti direktorijā ANSYS/OUT, kurā datu faila nosaukums sakrīt ar lietotāja definētā uzdevuma nosaukumu. Faili ir sanumurēti atbilstoši apakšuzdevumu secībai ievada failā. Katra apakšuzdevuma rezultāti tiek saglabāti kā atsevišķs .zip arhīvs, .pdrs faili tiek apvienoti vienā failā tālākai kopīgai uzdevuma rezultātu apstrādei un visi ANSYS ģenerētie .jpg attēli tiek apkopoti vienā .zip arhīvā.

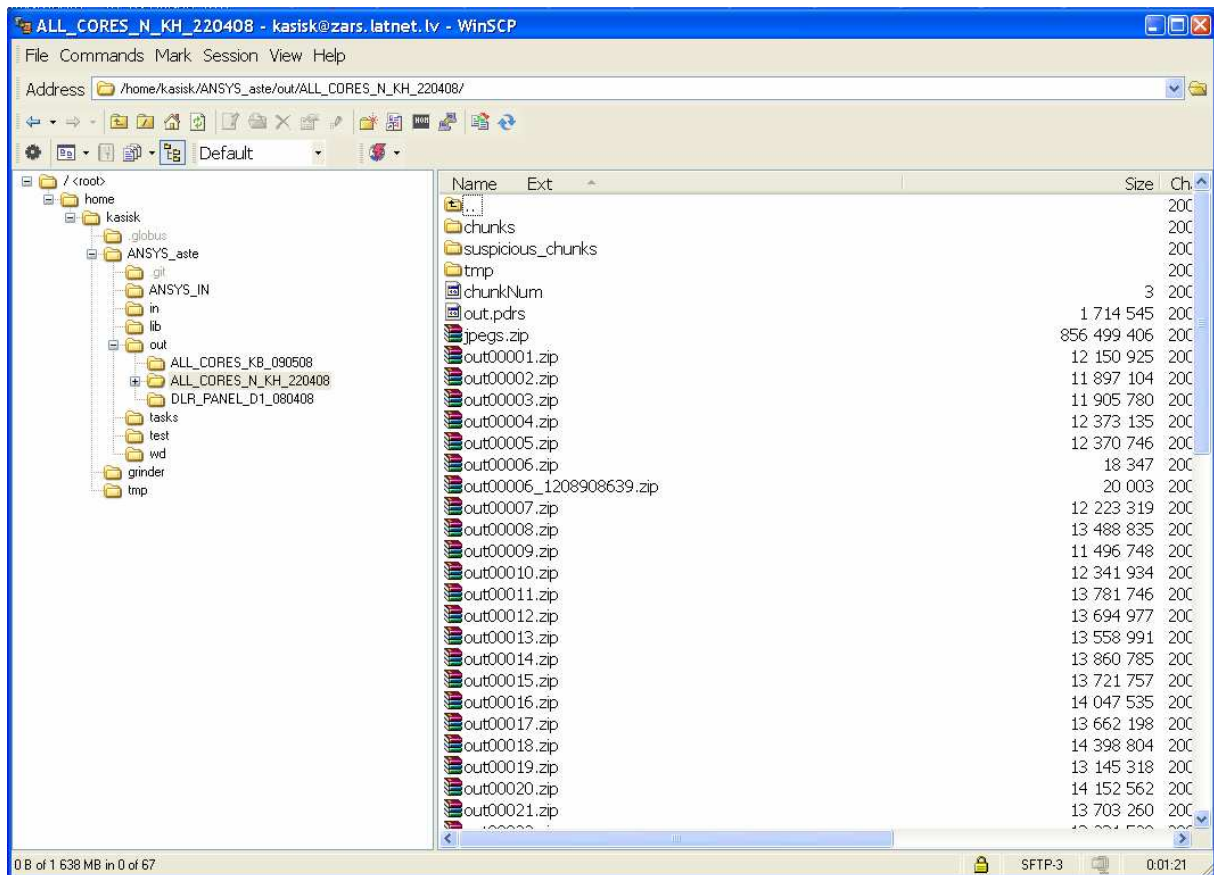


Fig. 20 sFTP klienta WinSCP lietotāja saskarne

### 5.1.3. Uzdevuma pārrēķināšana

Sagatavotie apakšuzdevumu faili tiek noglabāti arī atbilstošā rezultātu direktorijā, apakšdirektorijā *chunks*. Ja izpildē radusies kļūda (lielākoties licenču vai Grid darbības pārtraukumu sekas), tad atbilstošo uzdevumu nepieciešams iekopēt rēķināmo uzdevumu direktorijā, lai šis uzdevums tiktu izpildīts atkārtoti.

Mazs rezultātu arhīva izmērs var liecināt par kļūdu izpildē, tāpēc šādi rezultāti tiek noglabāti apakšdirektorijā *suspicious\_chunks*, kur lietotājam ir iespēja tos pārbaudīt.

## 6. IZSTRĀDĀTO ANSYS GRIDIFIKĀCIJAS RĪKU SALĪDZINĀJUMS

Objektīvam ANSYS Gridizācijas efektivitātes novērtējumam tika salīdzināts aprēķina ātrums stikla šķiedras ribota paneļa optimizācijas uzdevumam [6,7]. Salīdzināšana tika veikta uz diviem personālajiem datoriem ar Windows operētājsistēmu. Šie abi datori ir apgādāti ar vienu ANSYS programmatūras licenci. Salīdzinājumā ar šī paša uzdevuma aprēķiniem Grinder vidē izmantojot 5,7 un 9 ANSYS licences. Salīdzinājuma rezultāti apkopoti 1. Tabulā.

|                                     | Intel Core 2<br>E6859@<br>3.00GHz<br>2 GB RAM | Intel Core 2<br>E6600@<br>2.40GHz<br>2 GB RAM | Grinder<br>ANSYS    | Grinder<br>ANSYS     | Grinder<br>ANSYS |
|-------------------------------------|---|---|---------------------|----------------------|------------------|
| Paralēlo darbu<br>(licenču) skaits  | 1   | 1   | 9                   | 7                    | 5                |
| Klasteris                           |   |   | Brizs.latnet<br>.lv | ce01.grid.etf.rtu.lv | Birzs.latnet.lv  |
| Procesora laiks<br>(s)              | 35488   | 43483   | 59222               | 63156                | 59294            |
| Kopējais laiks*<br>(h)              | 14.5  | 18  | 7                   | 5                    | 7.5              |
| Uzdevuma<br>izpildes laiks**<br>(h) | 14.5  | 18  | 47                  | 28.6                 | 31               |

\*Kopējais laiks – laiks no uzdevuma iesūtīšanas grinder sistēmā līdz rezultāta saņemšanai.

\*\*Uzdevuma izpildes laiks – summārais laiks, kurā uzdevums ir rēķināts Grid vidē, visiem darbiem.

Tabula.1 ANSYS aprēķina ātruma salīdzinājums

Novērtējot aprēķina procesora laika rādītājus, var secināt, ka ANSYS kā programmatūra ir optimizēta darbam Windows vidē, kas ļauj aprēķinam tikt veiktam par apmēram 40% ātrāk nekā tas tiktu veikts Linux/Unix vidē. Šo ātruma un veiktspējas deficītu uz Grid klasteriem vai kompensēt ar lielāku licenču skaitu.

Minimālais kopējā laika ieguvums, salīdzinot izpildi ar 5 un 9 licencēm ir izskaidrojams ar klastera birzs.latnet.lv noslodzes politiku. 9 licenču gadījumā pārāk daudzi darbi darbojas uz viena fiziskā servera (4 darbi uz viena servera ar diviem divkodolu procesoriem), tā rezultātā ļoti strauji palielinājās gaidīšanas laiks uz ievad-izvad operācijām un procesori nebija optimāli noslogoti. Ce01.grid.etf.rtu.lv klasterim ir cita noslodzes politika, tāpēc, lai arī aparatūra ir lēnāka (procesora laiks vienam un tam pašam uzdevumam ir lielāks), uzdevuma izpildes laiks ir ievērojami mazāks.

Vislabākos laika ieguvumus dod darbu izpilde ar 7 ANSYS licencēm Grid vidē uz ce01.etf.rtu.lv klastera, kad uzdevuma izpildes laiks tika samazināts aptuveni trīs reizes, salīdzinot ar izpildes laiku 1 licences gadījumā. Lai izmantotu ātrdarbības uzlabojumus, ko sniedz ANSYS darbināšana Windows vidē, tiek plānots ANSYS darbus rēķināt gridā Windows vidē, izmantojot virtualizācijas tehnoloģiju.

## IZMANTOTĀ LITERATŪRA

1. JAVA: [www.java.sun.com](http://www.java.sun.com).
2. Migrating Desktop: [www.desktop.psnc.pl](http://www.desktop.psnc.pl)
3. Kā sākt lietot Grid? – <http://grid.lumii.lv/section/show/24>
4. ANSYS. Version 11.0. ANSYS, Inc., Canonsburg, PA, (2007). [www.ansys.com](http://www.ansys.com)
5. LatvijasGrid nodevums „Grinder – automatizēta Grid darbu pārvaldības sistēma”
6. K. Kalniņš, O. Ozoliņš, G. Jēkabsons. "Metamodels in design of GFRP composite stiffened deck structure". Proc. of 7<sup>th</sup> ASMO UK/ISSMO conference *Engineering Design Optimization - Product and Process improvement*. 7<sup>th</sup>-8<sup>th</sup> July. Bath. UK. 2008. Cd-ed: 11 pages.
7. K. Kalniņš, G. Jēkabsons, R. Beitlers, O. Ozoliņš. "Stiklplasta paneļu optimāla projektēšana ar eksperimentālu validāciju". *RTU zinātnisko rakstu krājums. Būvzinātne, sērija 2, sējums 9*. Rīga. 2008. pieņemts iespiešanai - 13 lpp.

## 1. PIELIKUMS

ANSYS Grid testa uzdevums „Hello World” ievades dati:

### //IN.txt

```
!*DIVISION=1
!*TASKNAME=HALLO_WORLD_ANSYS
/PREP7
NR=1          !      Nr of Experiment
R=0.5        !      Radius
T=0.0005     !      Thicknes
L=2          !      Length
ET,1,SHELL63
R,1,t
MP,EX,1,70E9
MP,NUXY,1,0.35
MP,DENS,1,2700
CYL4,0,0,R, , , ,L      !      Cylinder
ASEL,,,,3,4,1
AMESH,ALL
/SOL
ANTYPE,2
MODOPT,LANB,20
/STATUS,SOLU
SOLVE
FINISH
/POST1
*GET,FREQ_1,MODE,7,FREQ
*GET,FREQ_5,MODE,13,FREQ
```

### //loot.txt

```
/PDS
PDANL,'IN','txt',' '
PDVAR,NR,GAUS,90,1,0,0
PDVAR,R,GAUS,90,1,0,0
PDVAR,T,GAUS,90,1,0,0
PDVAR,L,GAUS,90,1,0,0
PDVAR,FREQ_1,RESP
PDVAR,FREQ_5,RESP
PDMETH,RSM,USER
PDUSER,'USERSAMP','txt',' '
PDEXE,RSM_HALLO_WORLD,,1,
PDSAVE
PDCLR
```

**//USERSAMP.txt**

USERSAMP

| ITER | CYCL | LOOP | NR | R   | T     | L   |
|------|------|------|----|-----|-------|-----|
| 1    | 1    | 1    | 1  | 1.3 | 0.002 | 2   |
| 1    | 1    | 2    | 2  | 2.2 | 0.004 | 2.5 |
| 1    | 1    | 3    | 3  | 3.1 | 0.003 | 3   |

Rezultāta fails:

**//file\_RSM\_HALLO\_WORLD.pdrs**

RSM\_HALLO\_WORLD

| ITER | CYCL | LOOP | ERR | NR | R   | T        | L   | FREQ_1           | FREQ_5           |
|------|------|------|-----|----|-----|----------|-----|------------------|------------------|
| 1    | 1    | 1    | 0   | 1  | 1.3 | 2.0e-003 | 2.0 | 7.947892488e-001 | 2.917357816      |
| 1    | 1    | 2    | 0   | 2  | 2.2 | 4.0e-003 | 2.5 | 5.532174676e-001 | 2.341340262      |
| 1    | 1    | 3    | 0   | 3  | 3.1 | 3.0e-003 | 3.0 | 2.091348077e-001 | 9.545613574e-001 |