

# LATVIJAS REĢIONĀLO HIDROĢEOLOĢISKO MODEĻU ĪSTENOŠANAS VĒSTURE RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ (METODES UN PROBLĒMAS)

**Aivars SPALVIŅŠ**

*RTU Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte,  
Vides modelēšanas centrs,  
e-pasts: [emc@cs.rtu.lv](mailto:emc@cs.rtu.lv)*

**Latvijas Universitātes 69. zinātniskā konference  
Ģeoloģijas sekcijas „Baltijas artēziskā baseina  
pazemes ūdeņi” apakšsekcija**

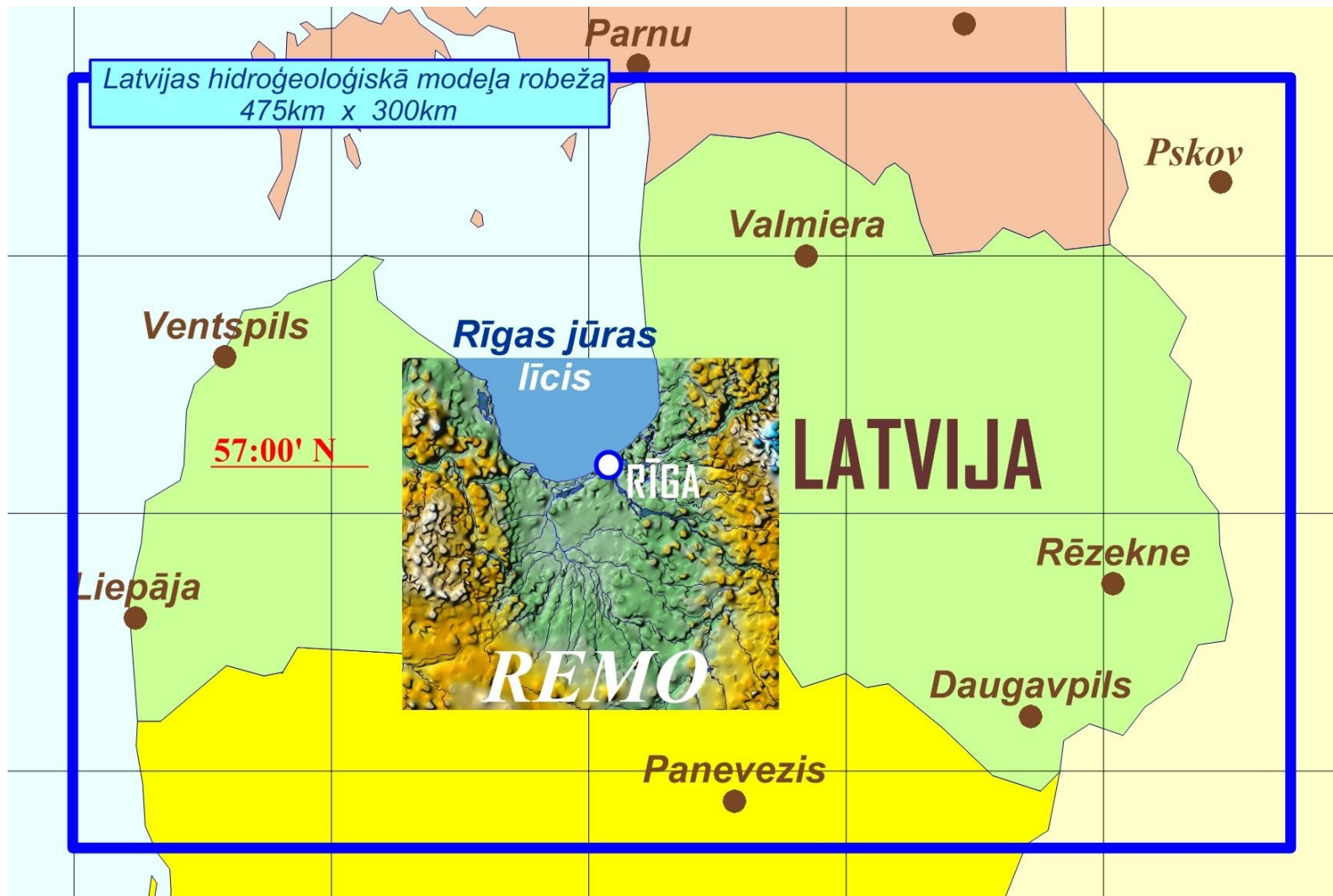
Kopš 1993. gada Rīgas Tehniskā universitāte (RTU) ir piedalījies Latvijas reģionālo hidroģeoloģisko modeļu īstenošanā: Reģionālais Modelis (REMO) „Lielā Rīga” veidots no 1993. gada līdz 1996. gadam un 2010. gadā uzsākts īstenot ERAF projektu *„Hidroģeoloģiskā modeļa izveidošana Latvijas pazemes ūdens krājumu apsaimniekošanai un vides atveseļošanai”*

Modelis REMO izveidots kopā ar bijušo Valsts Ģeoloģijas dienestu un paredzēts informācijas apkopošanai par Latvijas centrālās daļas Devona artēziskajām ūdensgūtnēm (Rīga, Jūrmala, Jelgava u.c.). Modelis tika izmantots Rīgas pilsētas jauno pazemes ūdens avotu pētīšanai (1996.g.), Inčukalna gudrona dīķu areāla HM veidošanai (1998.g.) un ūdensgūtnes aprēķiniem Coca-Cola rūpnīcai (2009.g.)

(HM) aptver 168km×156km  
platību. Režģa plaknes solis ir  
4000m. Vertikālā virzienā  
REMO satur 10 horizontus,  
kurus atdala sprostsļāņi.

Kopīgais mezglu skaits  
 $N=43 \times 40 \times 10=17200$ .

Modelēšanas rezultāti  
apkopoti karšu atlasā, kurš  
publicēts 1996. g.



## Reģionālo hidroģeoloģisko modeļu izvietojums

1996.gadā reģionālā HM „Lielā Rīga” izveidošana bija ievērojams profesionāls sasniegums. Modeļa īstenošanai tika radīti un izmantoti jauni algoritmi un programmatūras rīki (galvenā modelējošā programma, ģeoloģisko datu interpolācijas programma, kura var izmantot līnijas kā datu nesējus, zemes virsmas reljefa karte kā robežnoteikums reģionālās infiltrācijas plūsmas automātiskai aprēķināšanai u.c.).

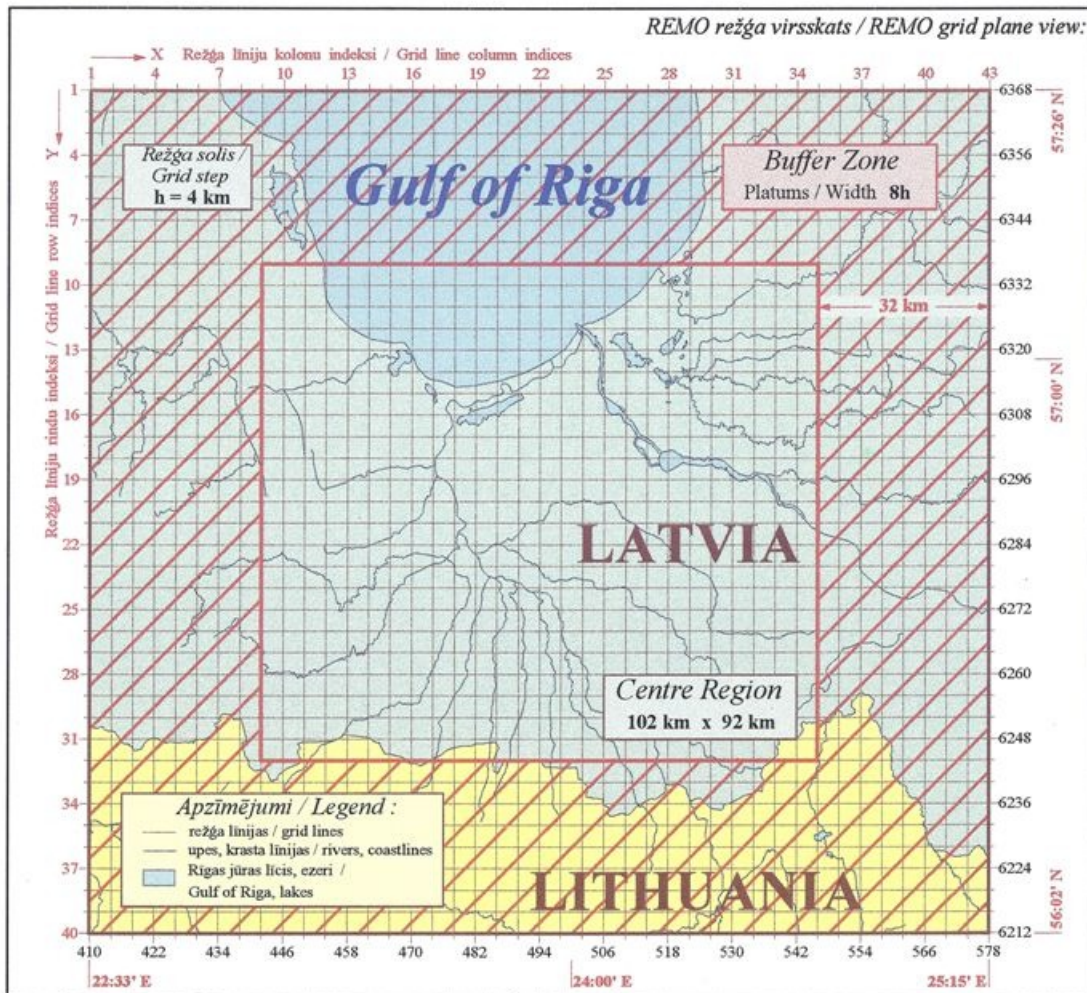


REMO  
"Large Riga"

# REMO VIRSSKATS UN VERTIKĀLĀ SHEMATIZĀCIJA

## REMO PLANE VIEW AND VERTICAL SCHEMATIZATION

1.2



Latvijas 1992.g. koordinātu sistēma (LKS-92); Transversālā Merkatora plakne;  
Latvian Coordinate System, 1992; Transverse Mercator Projection;

Ass meridiāns 24°00'E  
Central Meridian 24°00'E

Mērogs: 1 : 1 200 000  
Scale: 1 cm = 12 km

*Vertikālā shematizācija / Vertical schematization:*

| Nosaukums<br>Name  | Ģeoloģiskais kods<br>Geological code | REMO sekcijas Nr. un kods<br>No. and code of REMO section |
|--|--------------------------------------|---|
| Augsējās pjezometr.virsmas<br>Top piezometric surface  | relh                                 | 0. relh   |
| Quaternary   | zQ#                                  | 1. (z) zQ#  |
|  | Q                                    | 1. (xy) Q   |
| Kotleru<br>Žagares<br>Švėtes<br>Tėrvėtes<br>Mėru<br>Akmėnes<br>Kursas<br>Jonėšku<br>Elejas<br>Amulas<br>Stėpinu<br>Katlešu-Ogres<br>Daugavas<br>Daugavas<br>Salaspils<br>Plavėnu<br>Plavėnu<br>Amatas<br>Amatas<br>Gauja upper<br>Gauja upper<br>Gauja lower<br>Gauja lower<br>Burtņieku<br>Burtņieku<br>Arikula<br>Narvas<br>Narvas<br>Narvas<br>Pėrnavas | gQ                                   | 2. (z) gQ   |
|  | D3ktl                                | 2. (xy) D3fm#   |
|  | D3žg                                 |   |
|  | D3šv                                 |   |
|  | D3tr                                 |   |
|  | D3mr                                 |   |
|  | D3ak                                 |   |
|  | D3kur                                |   |
|  | D3jn                                 |   |
|  | D3el                                 | 3. (z) D3el#  |
| D3aml  |                                      |   |
| D3stp  | 3. (xy) D3dg#                        |   |
| D3ktl+og   |                                      |   |
| D3dg   |                                      |   |
| D3dg   | 4. (z) D3sl#                         |   |
| D3slp  |                                      |   |
| D3pl   | 4. (xy) D3pl                         |   |
| D3pl   | 5. (z) D3am#                         |   |
| D3am   |                                      |   |
| D3am   | 5. (xy) D3am                         |   |
| D3gj2  | 6. (z) D3gj2                         |   |
| D3gj2  | 6. (xy) D3gj2                        |   |
| D3gj1  | 7. (z) D3gj1                         |   |
| D3gj1  | 7. (xy) D3gj1                        |   |
| D2brt  | 8. (z) D2brt                         |   |
| D2brt  | 8. (xy) D2ar#                        |   |
| D2ar   |                                      |   |
| D2nr3  |                                      |   |
| D2nr2  | 9. (z) D2nr#                         |   |
| D2nr1  |                                      |   |
| D2pr   | 9. (xy) D2pr                         |   |

# - apvienotais slānis / united layer  
zQ# - augšējā morēna ar ietvertu aerācijas zonu /  
upper moraine, aeration zone included

|                                    |
|------------------------------------|
| Horizonts / Aquifer                |
| Sprotslānis / Semipervious stratum |

*Finansējums / Financed by:*

1. Valsts Ģeoloģijas dienests; Līgums Nr. 6060/95  
State Geological Survey of Latvia; Contract No. 6060/95

2. Latvijas Zinātnes padome; Grants Nr. 93.589  
Latvian Council of Science; Grant No. 93.589

Zin. vadītājs / Sc. Manager: A. SPALVIŅŠ



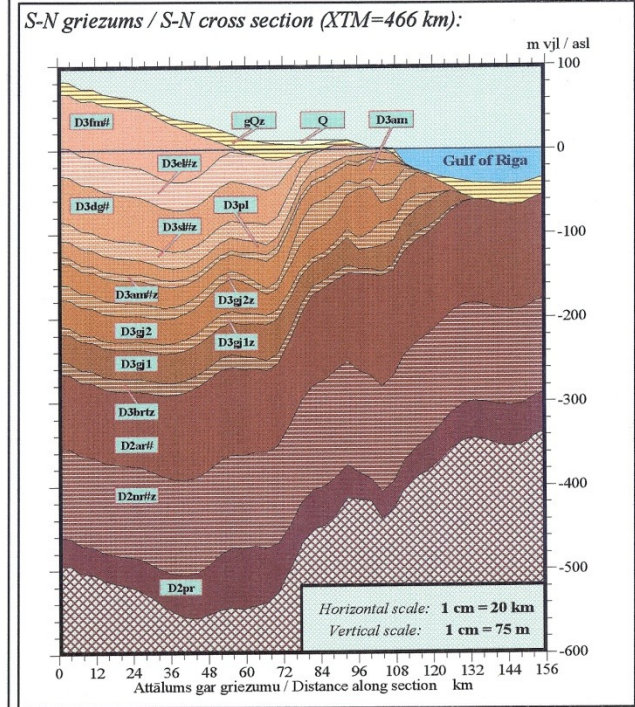
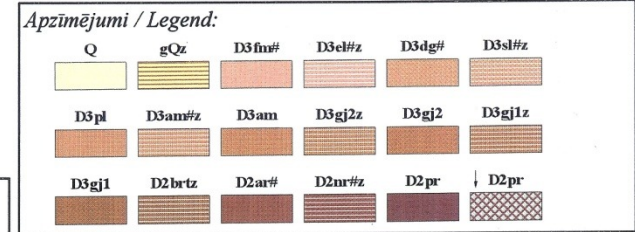
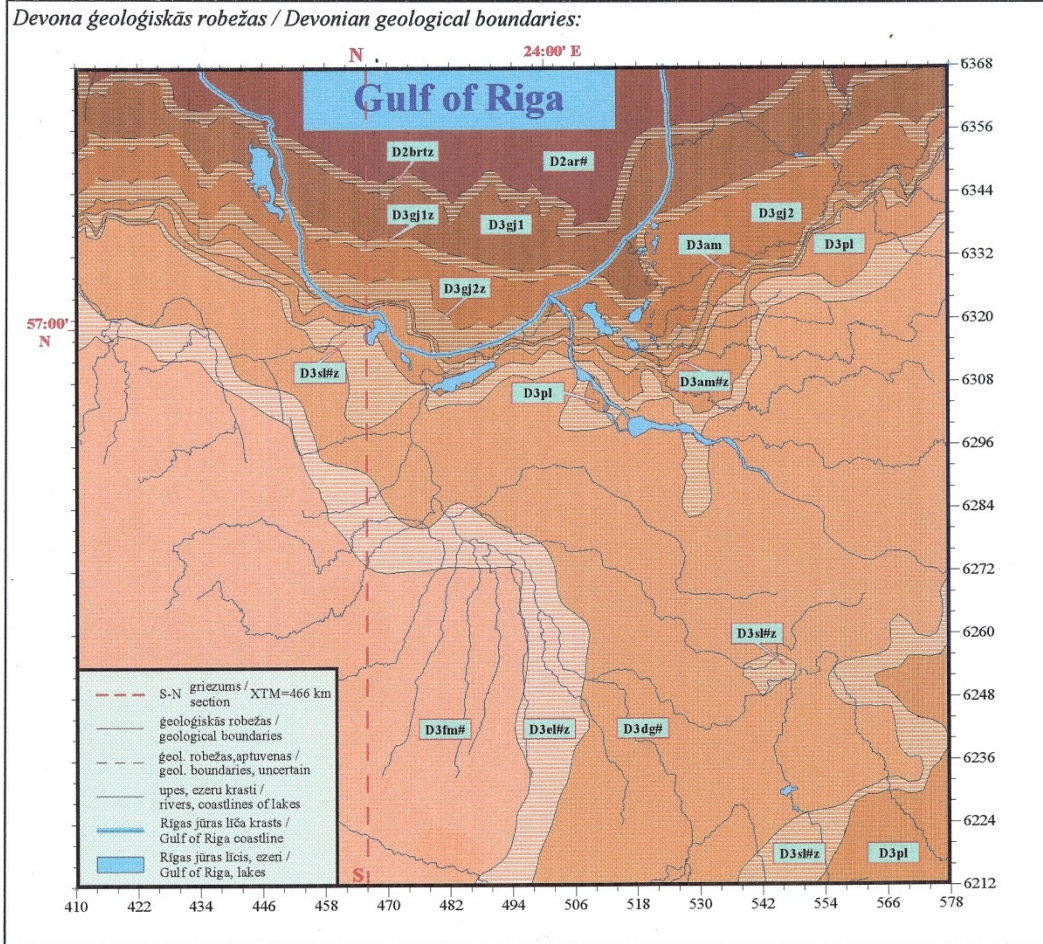
12.06.96



REMO  
"Large Riga"

DEVONA ĢEOLOĢISKĀS ROBEŽAS.  
REMO VERTIKĀLAIS S-N GRIEZUMS  
DEVONIAN GEOLOGICAL BOUNDARIES.  
REMO VERTICAL S-N CROSS SECTION

Encl. 2. Devonian geological boundaries. REMO vertical S-N cross section, map 1.3 from [2]



Finansējums / Financed by:

- Valsts Ģeoloģijas dienests; Līgums Nr. 6060/95  
State Geological Survey of Latvia; Contract No. 6060/95
- Latvijas Zinātnes padome; Grants Nr. 93.589  
Latvian Council of Science; Grant No. 93.589

Zin. vadītājs / Sc. Manager: A. SPALVIŅŠ

ENVIRONMENT MODELLING CENTRE \* RTU  
© Copyright 1996  
12.06.96

Latvijas 1992. g. koordinātu sistēma (LKS-92); Transversālā Merkatora plakne; Ass meridiāns 24°00'E  
Latvian Coordinate System, 1992; Transverse Mercator Projection; Central Meridian 24°00'E

Mērogs: 1 : 1 200 000  
Scale: 1 cm = 12 km



## Mūsdienu vērtējumā HM „Lielā Rīga” ir šādi trūkumi:

- modelis aptver tikai centrālo Latvijas daļu;
  - modeļa realizācijas programmatūra ir oriģināls rīks, kura sekmīgai izmantošanai lietotājam (Valsts ģeoloģijas dienests) bija jāsauglabā cieša saite ar autoriem. Pēc 1996. gada šāda saite nepastāvēja un tāpēc HM tika izmantots tikai RTU;
    - modeļa plaknes aproksimācijas solis 4000m ir pārāk liels;
    - modeļa izmantotā kvazi-trīsdimensiju galīgo starpību aproksimācijas shēma nedod precīzu saskaņojumu ar licenzētām programmatūrām, kuras izmanto ūdens daļiņu un piesārņojuma kustības modelēšanai.

Valsts ģeoloģijas dienestam pēc 1996. gada zuda aktīva vajadzība izmantot HM „Lielā Rīga” šādu iemeslu dēļ:

- tika pieņemts un īstenots lēmums par Daugavas plašu izmantošanu Rīgas pilsētas ūdens apgādei;

- visā Latvijā pazemes ūdens patēriņš būtiski samazinājās.

Laika posmā starp REMO un jauno ERAF projektu RTU Vides modelēšanas centrs, realizējot praktiskos uzdevumus, būtiski pilnveidoja prasmes, metodes un rīkus HM veidošanai. HM tiek veidoti komecprogrammatūras Groundwater Vistas (GV) vidē; Šī programmatūra tiek regulāri modernizēta un tiek plaši izmantota Eiropā un pasaulē; GV ietver plašu specializēto rīku klāstu: MODFLOW, MODPATH, MT3D u.c., kurus pilnveido ASV ģeoloģijas dienests;

Vairākkārt modernizēts (1999.g., 2007.g.) RTU izstrādātais ģeoloģisko datu interpolācijas rīks pilnveidota metodika, kura paredz zemes virsmas reljefa kartes izmantošanu infiltrācijas plūsmas realizācijai. Aprobēta HM īstenošanas metode, kura neprasa (vismaz modeļa būves sākumā) izmantot reālo ģeoloģiskās vides ģeometriju.

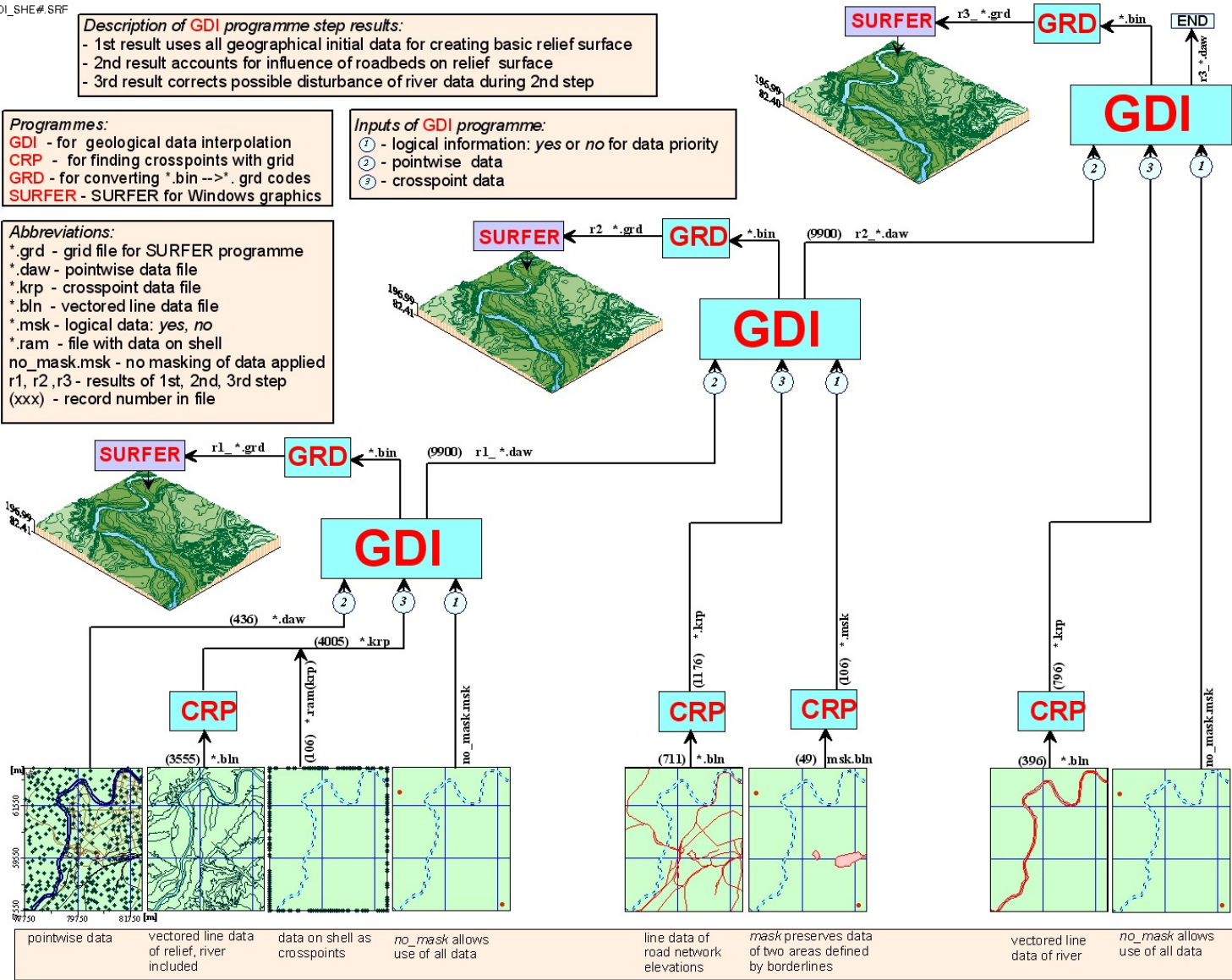


**Description of GDI programme step results:**  
 - 1st result uses all geographical initial data for creating basic relief surface  
 - 2nd result accounts for influence of roadbeds on relief surface  
 - 3rd result corrects possible disturbance of river data during 2nd step

**Programmes:**  
**GDI** - for geological data interpolation  
**CRP** - for finding crosspoints with grid  
**GRD** - for converting \*.bin --> \*.grd codes  
**SURFER** - SURFER for Windows graphics

**Inputs of GDI programme:**  
 ① - logical information: yes or no for data priority  
 ② - pointwise data  
 ③ - crosspoint data

**Abbreviations:**  
 \*.grd - grid file for SURFER programme  
 \*.daw - pointwise data file  
 \*.krp - crosspoint data file  
 \*.bln - vectored line data file  
 \*.msk - logical data: yes, no  
 \*.ram - file with data on shell  
 no\_mask.msk - no masking of data applied  
 r1, r2, r3 - results of 1st, 2nd, 3rd step  
 (xxx) - record number in file



# Modeļa ieejas datu (karšu) sagatavošanas shēma

Latvijas HM aptvers  
475km×300km areālu aktīvajai  
pazemes ūdens zonai (līdz  
Pērnavas horizontam), kuru Latvijā  
izmanto dzeramā ūdens apgādei.  
Modelis tiks realizēts GV vidē,  
plaknes aproksimācijas solis  
500m, izmantojot pilno  
trīsdimensiju galīgo starpību  
aproksimācijas shēmu.

Vertikālā  
shematizācija paredz  
25 modeļa plakņu  
izmantošanu. HM  
režģis ietver  
 $601 \times 951 \times 25 = 1428877$   
5 mezglus

#-apvienotais ūdens slānis; ---#z—apvienotais sprosts slānis



---> sprosts slānis

| Modeļa<br>plaknes<br>Nr.p.k. | Nosaukums                                | Ģeolo-<br>ģiskais<br>kods      | Modeļa<br>plaknes<br>kods |
|------------------------------|--|--------------------------------|---------------------------|
| 1.                           | Reljefs                                  | relj                           | relj                      |
| 2.                           | Aerācijas zona                           | aer                            | aer                       |
| 3.                           | Bezspiediena kvartārs                    | Q4-3                           | Q2                        |
| 4.                           | Augšējā morēna                           | gQ3                            | gQ2z                      |
| 5.                           | Spiediena kvartārs<br>Jura               | Q1-3<br>J                      | Q1                        |
| 6.                           | Apakšējā morēna<br>Triass                | gQ1-3<br>T                     | gQ1#z                     |
| 7.                           | Perma<br>Karbons<br>Škerveles<br>Ketleru | P2<br>C1<br>D3žk<br>D3ktl      | D3ktl#                    |
| 8.                           | Ketleru                                  | D3ktl                          | D3ktlz                    |
| 9.                           | Žaģares<br>Svētes<br>Tērvetes<br>Mūru    | D3žg<br>D3sv<br>D3tr<br>D3mr   | D3žg#                     |
| 10.                          | Akmenes                                  | D3ak                           | D3akz                     |
| 11.                          | Akmenes<br>Kursas<br>Jonīku              | D3ak<br>D3krs<br>D3jn          | D3krs#                    |
| 12.                          | Elejas<br>Amulas                         | D3el<br>D3aml                  | D3el#z                    |
| 13.                          | Stipņu<br>Katlešu<br>Ogres<br>Daugavas   | D3stp<br>D3ktl<br>D3og<br>D3dg | D3dg#                     |
| 14.                          | Daugavas<br>Salaspils                    | D3dg<br>D3slp                  | D3slp#z                   |
| 15.                          | Pļaviņu                                  | D3pl                           | D3pl                      |
| 16.                          | Pļaviņu<br>Amatas                        | D3pl<br>D3am                   | D3am#z                    |
| 17.                          | Amatas                                   | D3am                           | D3am                      |
| 18.                          | Augšējā Gauja                            | D3gj2                          | D3gj2z                    |
| 19.                          | Augšējā Gauja                            | D3gj2                          | D3gj2                     |
| 20.                          | Apakšējā Gauja                           | D3gj1                          | D3gj1z                    |
| 21.                          | Apakšējā Gauja                           | D3gj1                          | D3gj1                     |
| 22.                          | Burtnieku                                | D2brt                          | D2brtz                    |
| 23.                          | Burtnieku<br>Arikula<br>Narvas           | D2brt<br>D2ar<br>D2nr3         | D2ar#                     |
| 24.                          | Narvas<br>Narvas                         | D2nr2<br>D2nr1                 | D2nr#z                    |
| 25.                          | Pērnavas                                 | D2prn                          | D2pr                      |

## **pasākumi ir sadi:**

prasību saskaņošana ar LVĢMC par HM kā Vienotās vides informācijas sistēmas moduli; modeļa vertikālās shematizācijas izvēle; modeļa sākuma datu kopuma radīšana; modelim nepieciešamo digitālo karšu izveidošana; modeļa būve un kalibrēšana.

Visi modeļa īstenošanas pasākumi ir savstarpēji saistīti. Piemēram, modeļa kalibrēšanas etapā var rasties nepieciešamība koriģēt



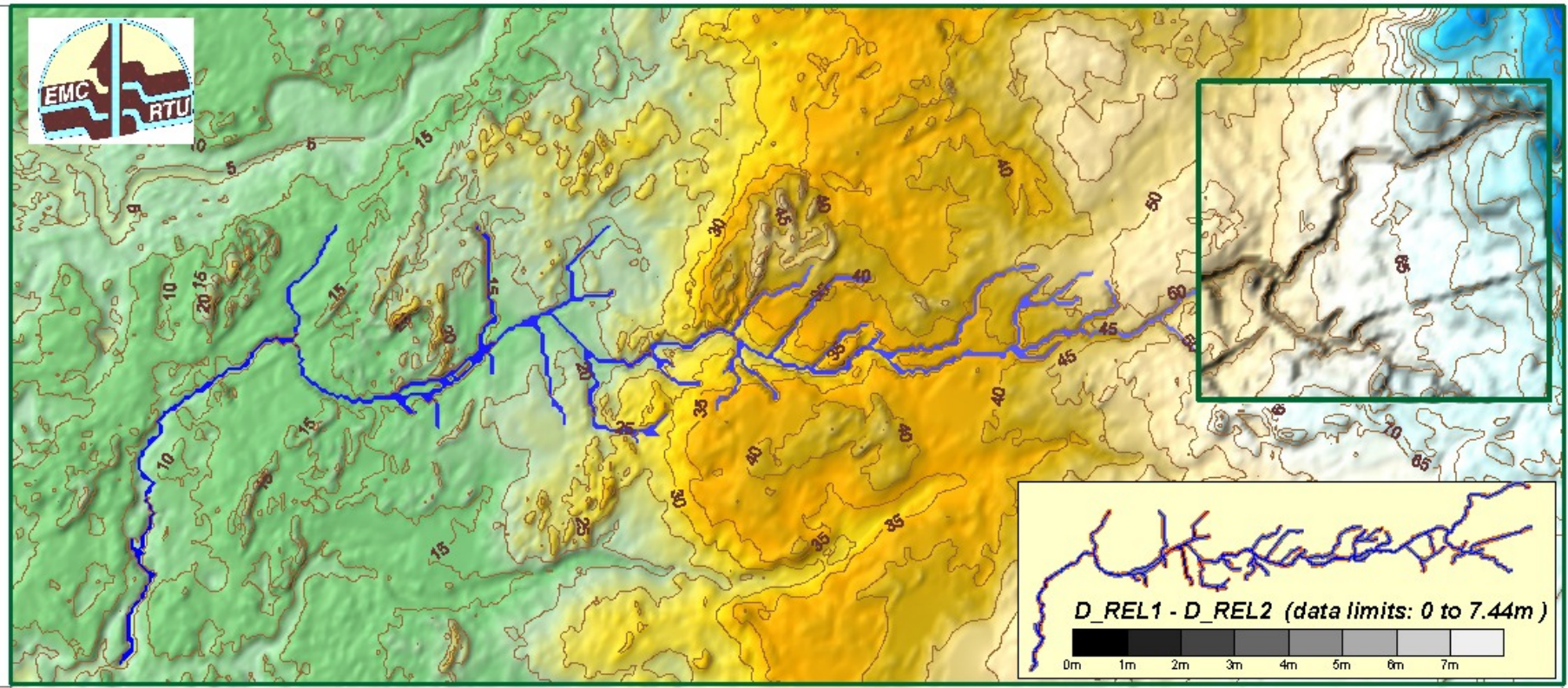
Darbietilpīga ir hidrogrāfiskā tīkla (upes, ezeri) izveidošana un iekļaušana zemes virsmas digitālajā reljefā. Upes modelī tiks uzdotas kā nepārtraukta līnija ar uzdotu garenprofilu, ezeri kā poligoni ar uzdotiem līmeņiem. Hidrogrāfiskais tīkls ir reljefa koriģējošs elements un tiks izmantots kā izkliedētais robežnoteikums.

6329240

6316150

6521080

550970



Krievupes baseina digitālā reljefa fragments ar iestrādātu hidrogrāfisko tīklu

ERAF projektā (2 gadi īstenošanai, finansējums 140900Ls) īstenotais HM būs daļa no Latvijas Vienotās vides informācijas sistēmas, kuru uztur Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs (LVĢMC). Modeļa esamība uzlabos šīs sistēmas kvalitāti, jo būs publiski pieejami dati, kuri nepieciešami pazemes ūdens resursu racionālai pārvaldībai un Eiropas Savienības direktīvu īstenošanai pirmajam plānošanas ciklam (2004.g.-2015.g.).