

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Būvniecības fakultāte
Siltuma, gāzes un ūdens tehnoloģijas institūts

Aivars BROKS

**DATORMODELĒŠANA GĀZES APGĀDES SISTĒMU
EFEKTIVITĀTES UN DROŠĪBAS PAAUGSTINĀŠANAI**

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskais vadītājs
Dr. sc. ing., docents
Ivars PLATAIS

Rīga 2008

UDK 621.64+622.691](043.2)

Br 695 d

Broks A. Datormodelēšana gāzes apgādes
sistēmu efektivitātes un drošības
paaugstināšanai.

Promocijas darba kopsavilkums

-R.:RTU, 2008.- 20 lpp.

Iespiests saskaņā ar SGŪTIS institūta 2008.gada
..... lēmumu, protokols Nr....

ISBN

**PROMOCIJAS DARBS
IZVIRZĪTS RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ
INŽENIERZINĀTŅU
DOKTORA GRĀDA IEGŪŠANAI**

Promocijas darbs inženierzinātņu doktora grāda iegūšanai tiek publiski aizstāvēts 2008.gada 2. jūlijā plkst. 10.00 Rīgas Tehniskās universitātes Būvniecības fakultātes sēžu zālē Āzenes ielā 16/20.

OFICIĀLIE OPONENTI

LZA goda loceklis, Dr.hab.sc.ing., profesors Viktors Zēbergs
LZA Fizikāli Enerģētiskais institūts

Dr.sc.ing., profesors Mārtiņš Gedrovics
Rīgas Tehniskā universitāte

Dr.sc.ing., Andra Ješinska
Akciju sabiedrība "Latvijas Gāze"

APSTIPRINĀJUMS

Apstiprinu, ka esmu izstrādājis doto promocijas darbu, kas iesniegts izskatīšanai Rīgas Tehniskajā universitātē inženierzinātņu doktora grāda iegūšanai. Promocijas darbs nav iesniegts nevienā citā universitātē zinātniskā grāda iegūšanai.

Aivars Broks(Paraksts)

Datums:

Promocijas darbs ir uzrakstīts latviešu valodā, satur anotāciju, 5. nodaļas, secinājumus, 32 attēlus, 5 tabulas, 3 pielikumus, kopā 110 lappuses. Literatūras sarakstā ir 85 nosaukumi.

Anotācija

Dabaszgāze ir dabai draudzīgs, plaši pielietojams energoresurss ne tikai pasaulē, bet arī Latvijā. Eiropas Savienības direktīvās ir noteikts virziens maksimāli samazināt kaitīgos izmešus un nodrošināt vides aizsardzību. Viens no risinājumiem un visvēlamākais kurināmais ir dabaszgāze.

Jautājumus par dabaszgāzi Latvijā, Baltijas valstīs un plašāk ir pētījuši A.Dāvis, M. Gedrovičs, A. Krēsliņš, I. Platais, P. Šipkovs, V. Zēbergs u.c. Tomēr tematam par Latvijas dabaszgāzes apgādes sistēmas operatīvo vadību, kontroli un aprīkojuma nodrošinājumu atbilstoši straujai tehnikas attīstībai pētījumu bija visai maz.

Promocijas darba mērķis ir izstrādāt priekšnosacījumus dispečeru darbības efektivitātes uzlabošanai, izveidot un ieviest informācijas apstrādes tehnoloģijas kompleksu drošības paaugstināšanai vienotā Latvijas gāzes apgādes sistēmā. Darbs balstās uz disertanta ilggadēju darbu dabaszgāzes piegādātāja – akciju sabiedrības “Latvijas Gāze” operatīvās vadības sistēmā. Teorētiskie un eksperimentālie pētījumi tika veikti uz esošās operatīvās vadības sistēmas bāzes, kura lieto mūsdienīgas iekārtas, aparātus un ierīces, kas izvēlētas un ir piemērotas Latvijas apstākļiem.

Darbā analizēts tehnoloģiskā aprīkojuma modernizācijas un informācijas tehnoloģiju risinājumu - datu savākšanas un apkopošanas sistēmu, ģeogrāfiskās informācijas sistēmas, modelēšanas sistēmas un ekspertu sistēmas pielietošana kā atbalsts dispečervadības un operatīvās rīcības darbā. Šajā tēmā sniegts padziļināts sistēmu savstarpējās pakārtotības izklāsts, kas pamato atsevišķu programmatūras moduļu ieviešanas secību un integrātī pārējās izmantotajās sistēmās.

Darbā noteikts virziens dispečeru metodiskās bāzes attīstībai un izvirzīti vienotas dispečeru personāla rīcības, gāzapgādes sistēmas kontroles un vadības kritēriji.

Papildus operatīvās informācijas analīzei autors sniedz objektīvu pamatojumu sašķidrinātās dabaszgāzes pielietošanai ārkārtas situācijās kā rezervi dabaszgāzes lietotāju nepārtrauktai gāzes apgādei un izvērtēti dispečeru vadības principi šajā segmentā.

Promocijas darba materiāli tiek izmantoti Rīgas Tehniskās universitātes bakalauru un inženieru studiju priekšmetā „Gāzes apgāde” un akciju sabiedrības “Latvijas Gāze” Dispečeru daļas personāla darbā.

Pētījuma galvenie rezultāti ir ziņoti 4 starptautiskās konferencēs un 1 studentu zinātniskā un tehniskā konferencē. Promocijas darbs ir uz 110 lappusēm latviešu valodā, tas sastāv no ievada, 5 nodaļām, 32 attēliem, 5 tabulām, 3 pielikumiem, literatūras sarakstā ir 85 nosaukumi.

Saturs

1. Latvijas gāzapgādes sistēma.....	5
2. Teorētisks dispečeru vadības pamatojums	8
2.1. <i>Kopējo prasību formulēšana</i>	8
2.2. <i>Gāzes apgādes procesu modelēšana</i>	11
2.3. <i>Ekspertu sistēmas praktiskās ieviešanas pārbaude</i>	15
2.4. <i>Ekspertu sistēmas izveidošana dispečeru lēmuma pieņemšanas atbalstam</i>	16
3. Dispečeru vadības attīstības perspektīva.....	17
4. Dispečeru vadības specifika sašķidrinātās dabasgāzes tehnoloģijai.....	18
Secinājumi.....	19
Publikācijas	20

1. LATVIJAS GĀZAPGĀDES SISTĒMA

Pirmo 294 km garo maģistrālo gāzes vadu Dašava - Viļņa – Rīga Latvijā izbūvēja 1962. gadā, un no šī brīža sākās intensīva Latvijas gazifikācija. Šajā pašā gadā tika uzcelta pirmā gāzes regulēšanas stacija (tagad GRP Nr. 90 Rīgā) un avārijas remontu punkts.

Lai uzkrātu vasaras mēnešos neizmantoto gāzi un izveidotu tās rezerves ziemas mēnešiem, 1968. gadā tika uzcelta Inčukalna pazemes gāzes krātuve (IPGK). Tās aktīvais tilpums 2007. gada sākumā bija 2,325 mljrd. m³ dabasgāzes. Ziemas mēnešos Latvija gāzi saņem no IPGK, kuras rezerves spēj nodrošināt Latvijas, Igaunijas, kā arī daļēji Lietuvas un Krievijas rietumu pierobežas apgabalu patēriņus.

Latvijas patērētāji tiek nodrošināti ar dabasgāzi, kura vasaras periodā tiek saņemta no Krievijas pa 2 paralēliem transporta (maģistrālajiem) cauruļvadiem saspīestā veidā. Lai uzskaitītu no Krievijas saņemtās gāzes daudzumu, uz Latvijas - Krievijas robežas 1997. gadā tika izbūvēta starpvalstu gāzes mērīšanas stacija (GMS) Korneti.

2008. gada 1. janvārī Latvijas maģistrālo gāzes vadu kopējais garums bija 1280,9 km, sadales sistēmas gāzes vadu kopgarums – 4339 km, darbojās 47 gāzes regulēšanas stacijas (GRS) un 3 automobiļu gāzes uzpildes kompresoru stacijas (AGUKS).

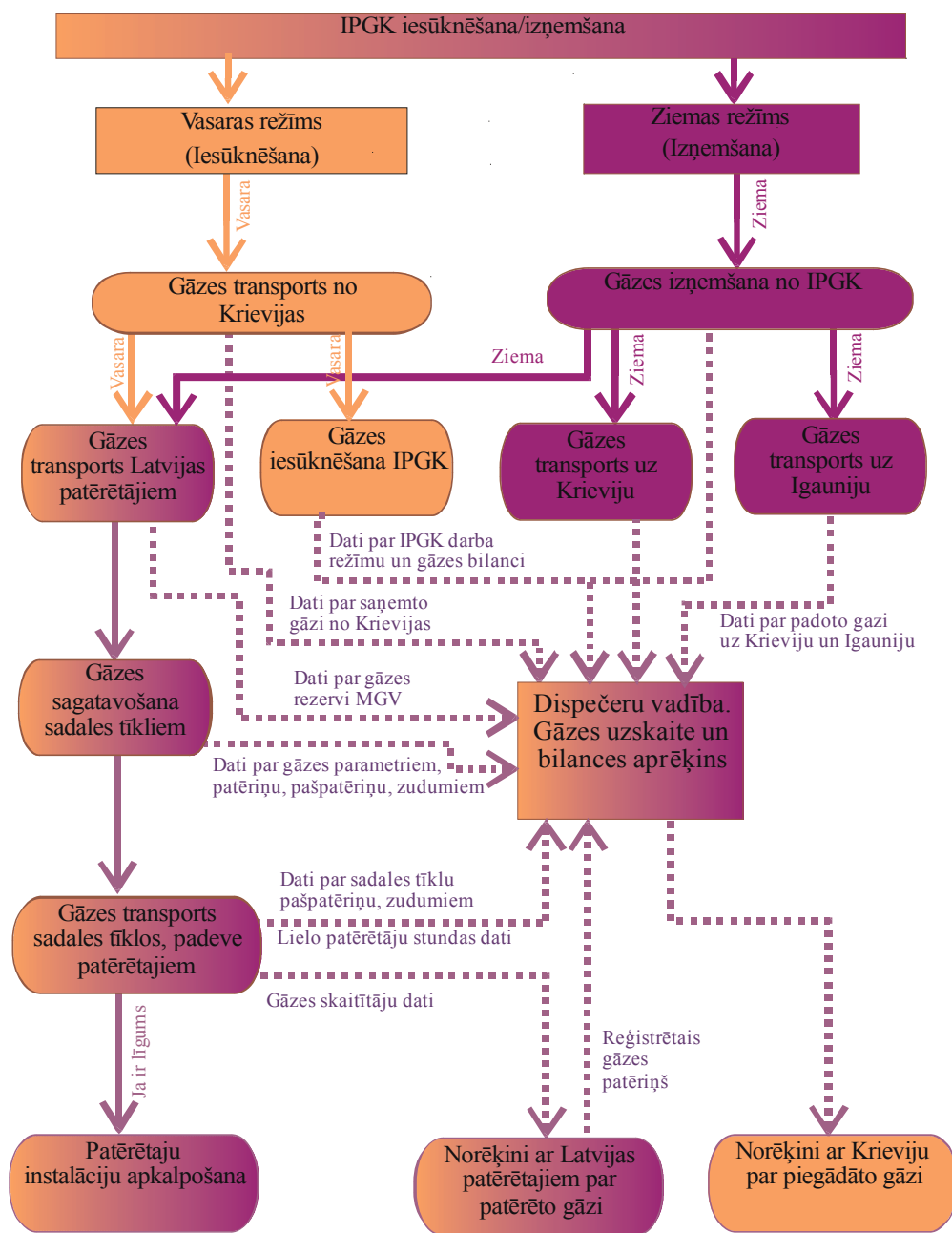
Nevar nepieminēt IPGK lomu Latvijas dabasgāzes apgādes sistēmā. Vasaras sezonā cauruļvadi tiek noslogoti, lai nodrošinātu iesūkņēšanu IPGK, ziemas sezonā gāze no IPGK tiek padota atpakaļ uz Krieviju, cauruļvadi strādā reversā režīmā. Izmantojot cauruļvadus ar reversu režīmu, īpaši jāuzmanās, veicot tehnoloģiskos pārslēgumus, jāņem vērā plūsmu hidraulikas izmaiņas. Bez tam sarežģītāka ir kopējās bilances aprēķināšana – vasaras periodā IPGK strādā patērētāja režīmā, ziemas periodā – kā gāzes padeves avots. Arī GMS Korneti un GMS Kemenai tehnoloģija ir paredzēta reversām plūsmām, līdz ar to gāzes bilancē atkarībā no darbības režīma tiek iekļautas kā patērētāji vai kā padeves avoti.

A/s “Latvijas Gāze” Dispečeru daļa kontrolē maģistrālā gāzes vada tīkla darbību to raksturojošajos punktos – pie līnijas slēgkrāniem, pārvienojumu krāniem, atzarkrāniem uz GRS un GMS. Ar divu SCADA sistēmu palīdzību dispečers seko saņemtās un patērētās gāzes apjomiem, kā arī citiem tehnoloģiskās sistēmas parametriem.

Esošā tehnoloģisko procesu dispečeru vadība veic divus savstarpēji saistītus uzdevumus:

- 1) Pārvadītās dabasgāzes uzskaitē klasiskā izpratnē. Tiek apkopoti dati par saņemtās, transportētās, uzglabātās, patērētājiem padotās gāzes daudzumiem, tāpat tiek sagatavota diennakts gāzes bilance, noteikti patēriņi tehnoloģiskajām vajadzībām un gāzes zudumi, noformēti muitas dokumenti.

- 2) Transportēšanas procesa operatīvā vadība. Tiek veikta nepārtraukta pārvades sistēmas telekontrolle, kontrolētas iekārtu un kopējās sistēmas darbības atkāpes no normas.



1.1.att. “Latvijas Gāze” tehnoloģisko procesu un datu plūsmu shēma

Otrā uzdevuma veikšana, ņemot vērā maģistrālā gāzes vada objektu izklieidētību, ir sarežģīts pasākumu komplekss, kas sevī ietver:

- 1) svarīgāko cauruļvada tīkla objektu pārraudzību un objektu raksturojošo parametru noteikšanu;
- 2) objekta parametru pārraidi uz vienoto dispečeru vadības centru;

- 3) parametru uzkrāšanu datubāzē, lai veidotu ilglaicīga perioda atskaites un statistiku, kā arī varētu analizēt sistēmas darbību iepriekšējos laika periodos, kas ir būtiski ekspertu sistēmas (EKSI) izveidei un pilnveidošanai;
- 4) dispečeru vadības centrā tiek veikta:
 - a) nepārtraukta telemetrijas datu apstrāde, tiek analizētas atsevišķu objektu atkāpes no normālas darbības, nepieciešamības gadījumos izsauc uz objektu atbildīgo personālu;
 - b) kopējās cauruļvadu transporta sistēmas režīmu kontrole normāla darba apstākļos, avārijas un remonta režīmu noteikšana, optimāli izmantojot cauruļvadu sistēmas iespējas;
 - c) avārijas un remonta darbu koordinēšana, maksimāli nodrošinot gāzes apgādes nepārtrauktību; ārkārtas situācijās ierobežojamo patērētāju grupu noteikšana;
 - d) īstermiņu periodu bilances un atskaišu sastādīšana, kas raksturo sistēmas darbību. Konstatējot kopējās sistēmas atkāpes no normālas darbības, tiek veikti pasākumi situācijas uzlabošanai;
 - e) gāzes pārvades režīmu un gāzes patēriņu prognozēšana;
 - f) pēc nepieciešamības – parametru aprēķināšana, kuri nepieciešami atsevišķu procedūru veikšanai.

Jāpiebilst, ka citu valstu gāzes pārvades sistēmas dispečeru dienesti veic arī gāzes patēriņu regulēšanu atbilstoši plānotajiem limitiem. Latvijā, pateicoties iespējai regulēt gāzes padevi no/uz IPGK, limitu pārsniegšanas ierobežojumi pagaidām netiek pielietoti.

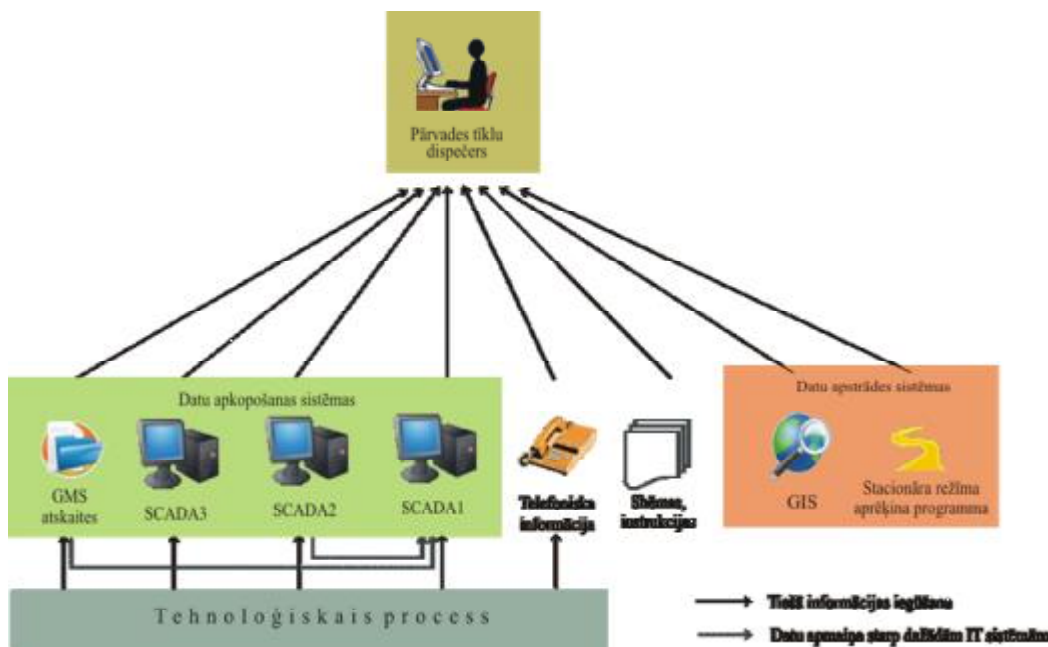
Strādājot normālā režīmā, dispečeru pamatuzdevums ir koordinēt nepārtrauktu padevi patērētājiem atbilstoši faktiskajam pieprasījumam, balansējot gāzes plūsmas. Remonta darbu vai avārijas situācijās, ja ir nepieciešams atslēgt maģistrālā gāzes vada posmu, tiek aizvērti maģistrālā gāzes vada krāni un, ja ir iespējams, tiek organizēta alternatīva gāzes padeve patērētājiem. Ja alternatīva padeve nav iespējama, tiek aprēķināta atlikušās gāzes rezerve neatslēgtajā posmā līdz patērētājiem un noteikts, cik ilgam laikam šī rezerve ir pietiekama. Ja šis laiks ir mazāks par remonta darbiem nepieciešamo, iepriekš brīdinot, tiek atslēgtas mazāk svarīgās patērētāju grupas, atstājot gāzes padevi tiem patērētājiem, kuru tehnoloģiskais process nav operatīvi pārtraucams.

Ņemot vērā sarežģīto pārvades sistēmas topoloģiju, ir ieviesta ģeogrāfiskās informācijas sistēma (ĢIS), kurā glabājas objektu ģeogrāfiskā informācija un iespējams ar meklētāja palīdzību atrast atsevišķu objektu. ĢIS pastāv kā atsevišķa informācijas sistēma, nesaistīta ar esošajām datu bāzēm. Faktiski ĢIS ir iekļauti tikai kartogrāfiskie dati elektroniskā formātā.

Dispečeru daļa izmanto arī gāzes vadu stacionāra režīma hidrauliskā aprēķina programmu OptiPlan, kurai ir veikta adaptācija Latvijas gāzapgādes sistēmai. Būtiski, ka ar šīs programmas palīdzību var ne tikai veikt esošās cauruļvadu sistēmas aprēķinus, bet arī iespējams modelēt jaunus objektus vai lielākas slodzes, kas ir būtiski, plānojot jaunu objektu izbūvi.

Pārvades sistēmas tehnoloģisko procesu vadības datu plūsma ir parādīta 1.1. att.

Esošais programmnodrošinājums (izņemot vizualizācijas sistēmu) nav orientēts kā palīgs dispečeru lēmumu pieņemšanai. SCADA sistēmu apkopoto avārijas paziņojumu filtrēšana ir vāji attīstīta, dispečeram ir vajadzīgas ļoti labas tehnoloģijas un SCADA programmas pielietojuma zināšanas, lai sekmīgi apstrādātu pienākošos avārijas paziņojumus. Risinājums ir EKSI sistēmas pielietošana, kad, pamatojoties uz kompleksu datu apstrādi, programma izstrādā apkopojošu stāvokļa novērtējumu un ieteicamās dispečera darbības. EKSI jādarbojas kā papildu kontroles līmenim, lai mazinātu cilvēciskā faktora izraisītas kļūdas.



1.2. att. Tehnoloģisko procesu vadības datu plūsma

2. TEORĒTISKS DISPEČERU VADĪBAS PAMATOJUMS

2.1. Kopējo prasību formulēšana

Dabagāzes pārvades vadības sistēma ir sarežģīts, dinamiski attīstījies organizatoriski ekonomisks organisms, kurā ietilpst informācijas un sakaru datoru programmu tehniskie līdzekļi, kas orientēti uz pakārtotu līmeņu gāzes saimniecības funkcionālo uzdevumu risināšanu. Tehnoloģiskā vadība ir veidojusies kā automatizētā vadības sistēma, kurā mērķus uzstāda funkcionālās apakšsistēmās, bet katrai apakšsistēmai ir raksturīgs dažāda veida nodrošinājums: informātikas, tehniskais, matemātiskais, programmēšanas, ekonomiskais, tiesību, ergonomiskais u.c.

Dispečeru vadība kontrolē visus gāzes piegādes tehnoloģiskos procesus, no kuriem lielāko daļu pēc nozīmes un kapitālieguldījumiem ieņem gāzes transportēšana un uzglabāšana. Tā kā šie procesi ir tehnoloģiski bīstami, tas, protams, palielina dispečeru lēmumu drošības un efektivitātes prasības.

Vēl ir svarīga vienotas informācijas vides prasība pastiprināt iekšējo un ārējo dispečeru dienestu darba harmonizēšanu un koordināciju reģionā, kā to rāda citu valstu (Krievijas, Vācijas, Francijas, Itālijas, Nīderlandes, Beļģijas) pieredze. Tas ir svarīgi, lai organizētu gāzes vadu ekonomisku un saskaņotu funkcionēšanu, kā arī, lai unificētu dispečeru procedūras, izpildot iekšējo un starpvalstu līgumu nosacījumus.

Iepriekšējos gados notikušas izmaiņas dispečeru dienestu informācijas programnodrošinājumā (piemēram, SCADA sistēmu ieviešana), palielinājušās prasības dispečeru personāla sagatavošanā. Būtiska novitāte ir, ka dispečeru vadība papildus līdz šim veiktajām kontroles funkcijām veic arī jaunas funkcijas – situācijas novērtēšanu un lēmumu pieņemšanu. Tehnoloģiskais risks izvirza daudzus uzdevumus, kas prasa radīt dispečeru sistēmu kā vienotu uzdevumu kompleksu, kurā šie uzdevumi saistīti cits ar citu, bet to risinājumiem jābūt teorētiski pamatotiem.

Dispečeru vadības teorētisko pamatu izveide prasa pamatotus zinātnes pētījumus, kuri jārisina ar atbilstošu mūsdienu zinātnes un tehnikas sasniegumu integrāciju. Dispečeru vadības teorijā varētu būt sintezētas atziņas no vairākiem zinātniskajiem virzieniem: vadības teorijas, informātikas, mākslīgā intelekta teorijas, sistēmas analīzes, sinerģētikas, psiholoģijas, datoru apmācības u.c. Dispečeru vadības teorijas ietvaros ir jānosaka šādi uzdevumi:

- dispečeru darbības sistēmas analīze;
- matemātisku moduļu un algoritmu izstrāde, lai kvalitatīvi uzlabotu tehnoloģisko procesu dispečeru vadības lēmumus;
- vadības sistēmas “dispečers - tehnoloģiskais process” funkcionēšanas sistēmas aprēķina metodes un novērtējuma izveidošana (īpaši tiek vērtēta pieņemto lēmumu drošības un ekoloģisko prasību izpilde);
- unificētu objektu modeļu izstrāde, lai imitētu un optimizētu kopējo tehnoloģisko procesu;
- metodiskas, teorētiskas un praktiskas bāzes izveidošana dispečeru personāla sagatavošanai;
- datoru apmācību kompleksu izstrādes tehnoloģijas izveidošana dispečeru kvalifikācijas paaugstināšanai;
- dispečeru zināšanu izstrādāšanas un strukturizēšanas tehnoloģijas izstrāde;
- dispečeru zināšanu bāzes izveidošana dispečeru lēmumu pieņemšanai, izmantojot tādas tehnoloģijas kā ekspertu sistēmas (EKSI), neironu tīkli un citi; intelektuālo datorsistēmu izveide dispečeru lēmumu izstrāde u.c.

Operatīvās dispečeru vadības sistēmā aktīvi izmanto dispečeru zināšanas. Dispečeru pieredze bieži kompensē uzņēmumu zemo automatizācijas un informatizācijas līmeni. Dispečeru zināšanu bāze tiek apkopota no iepriekš analizētu raksturīgo situāciju risinājumu dispečeru noformulētiem lēmumiem un rīcības. Uz dispečeru zināšanu bāzes pamata izstrādātiem noteikumiem ir jārealizējas SCADA sistēmas paziņojumu secīgai apstrādei.

Dispečers, veicot lēmuma pieņemšanu, vadās pēc noteikumiem, metodēm un paņēmieniem. Ja metodes bāzējas uz optimālas vadības teoriju, tad lēmumu pieņemšanas paņēmieniem ir pakārtots raksturs, bet noteikumi ir uzkrātās pieredzes rezultāts, kurš ir nenovērtējams slikti formatētas sistēmas gadījumā. Pieredze izpaužas, ka, veicot reālas vadības uzdevumus, dispečeram izveidojas noteikumi (termins “noteikumi” tiek lietots tā, kā to saprot mākslīgais intelekts, piemēram, procedūru modelī “ja...tad...”). Dispečeru zināšanu bāzei noteikumus, starp citu, var formēt ar datoru apmācību kompleksu, kurā tiek modelētas ārkārtas un avārijas situācijas (piemēram, gāzes pārvadē vai sadalē). Šādas datoru apmācības programmas tiek izmantotas Krievijas, no kurienes Latvija saņem dabasgāzi, dispečeru dienestu personāla kvalifikācijas paaugstināšanai. Dispečeriem jānosaka pieņemamākais lēmums interaktīvā režīmā, kurš noformēts kā produkcija – noteikumi un ir ietverts dispečeru zināšanu bāzē “paziņojumu loga” līmeņos. Izveidojot dispečeru zināšanu un lēmumu realizācijas bāzi datorā, iespējams saglabāt un aktīvi izmantot dispečeru personāla gadiem gūto pieredzi, uz kuras pamata izveido informācijas pamata bāzi. Sarežģītāk ir formēt kopējā tehnoloģiskā līmeņa uzdevumus, to varēs veikt, attīstot EKSI praktisko pielietojumu, paplašinot informatīvo bāzi. Analīze parāda, ka gāzes pārvades operatīvajā dispečeru vadībā ir jābūt:

- SCADA sistēmai;
- papildu programmu nodrošinājumam tehnoloģisko režīma uzdevumu risinājumam;
- cauruļvadu transporta režīmu modelēšanas un režīmu optimizācijas kompleksam;
- ekspertu sistēmai (ar dispečeru zināšanu bāzi);
- GIS;
- dispečeru apmācības kompleksam.

Šodienas tehniskā progresa attīstības rezultātā dispečeru dienestiem ir pieejami jauni vadības līdzekļi un iespējas, bet tajā pašā laikā nav izstrādāta zinātniski metodiskā bāze, kas palīdzētu mūsdienīgi risināt automatizētās dispečeru vadības uzdevumus ar vienotu pozīciju gan atsevišķā specializētā jomā, gan kopējā tehnoloģiskajā procesā.

Kā viens no būtiskiem vadības sistēmas uzdevumiem ir telemērījumu datu apstrādes funkcija. Mūsdienu SCADA sistēmām ir iespējama dažādu līmeņu moduļu struktūra, kas realizē kontroles, reģistrācijas, regulēšanas, vadības un modelēšanas funkcijas. Šie modeļi, vairāk vai mazāk, paredzēti darbam reāla laika apstākļos, lielu informācijas apjomu apstrādāšanai, t.sk. biežai informācijas atjaunošanai, datu rezervēšanai, papildu aparātūras uzturēšanai “karstajā rezervē”, savietošanai ar citām IT sistēmām, informācijas dublēšanai, drošībai.

Datu apstrādes sistēmas uzdevumi sadalāmi četrās grupās:

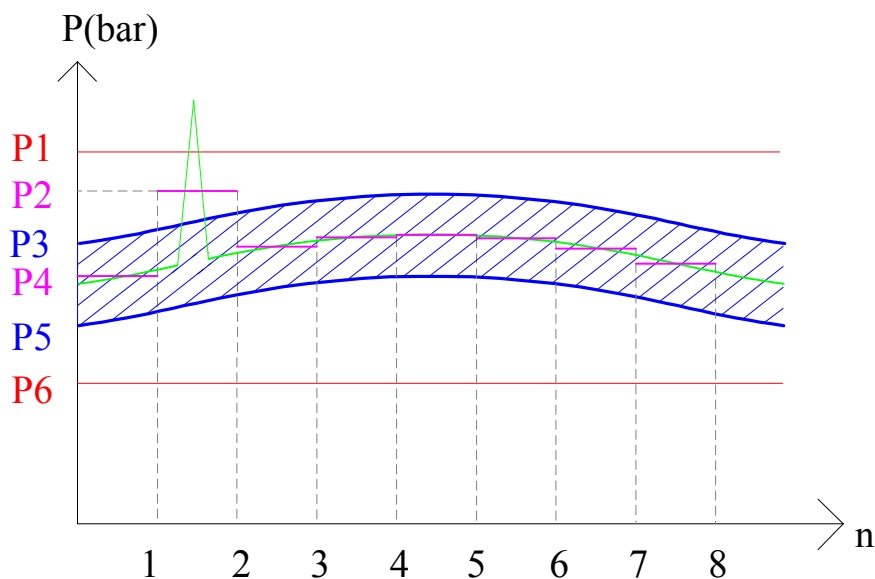
- 1) informācijas nodrošināšana visu līmeņu kontroles un vadības dienestiem;
- 2) telemērījumu datu apstrāde un automātiskās vadības uzdevumu risināšana;
- 3) vadības funkciju veikšana;
- 4) iekārtu aizsardzība avārijas situācijās.

1. tabula

Dispečeru vadības uzdevumi

Uzdevumu risināšanas laiks	5. minūtes	Pēc nepieciešamības	Pusstunda	Diennakts	Mēnesis
Tips	Transportēšanas režīma dinamikas modelēšana	Transportēšanas režīma dinamikas prognozēšana	Transportēšanas režīma dinamikas prognozēšana	Transportēšanas režīma dinamikas plānošana	Dispečeru grafiku plānošana
Uzdevumi	1. Gāzes bilances aprēķins 2. Telemērījumu pārbaude 3. Iztrūkstošo telemērījumu papildināšana 4. Iekārtu kontrole, avārijas situāciju noteikšana	Režīmu dinamikas aprēķins, lai kontrolētu ietekmējošos faktorus	Sistēmas darbības prognozēšana līdz 12. stundām, lai prognozētu ārkārtas situācijas	1. Operatīva gāzes patēriņa un gāzes padeves prognozēšana diennakts periodam 2. Plānoto un faktisko patēriņu salīdzināšana 3. Pašpatēriņu, zudumu noteikšana 4. Gāzes kvalitātes noteikšana	1. Mēneša grafika sastādīšana atbilstoši plānotajiem patēriņiem 2. Optimālas padeves shēmas noteikšana

Telemetrijas informācijas patiesumu pārbauda dažādos veidos. Vienkāršākais un visvairāk izplatītais veids ir telemērījumu atsijāšana, tiem izejot no noteiktajām robežām (sk. 2.1. att. robežas P1 - P6) - tiek pārbaudīts, vai ir kaut neliela parametra mainība, fiksētas centrālās telemehānikas sistēmas kļūdas. Šie veidi var tikt pārbaudīti papildus ar dublētiem telemērījumiem (piemēram, spiediena salīdzināšana gāzes kompresora izejā un pie noslēgkrāna). Šie nosauktie veidi var parādīt kļūdu atsevišķos gadījumos un ir jāizmanto kā pirmreizējā “rupjā” pārbaude.



2.1. att. Uzstādītās parametra robežas

P1 – Kontrolējamā parametra iestādītā augšējā robeža; P2 – parametra novirze no aprēķinātās robežas; P3 – parametra aprēķinātā augšējā robeža; P4 – kontrolējamā parametra periodiskie mērījumi; P5 – parametra aprēķinātā apakšējā robeža; P6 – kontrolējamā parametra iestādītā apakšējā robeža; n – mērījumu skaits

2.2. Gāzes apgādes procesu modelēšana

Matemātiskās modelēšanas sistēmas uzdevums ir precīzi kontrolēt un prognozēt cauruļvadu sistēmas darba režīmus, pamatojoties uz tehnoloģiskās sistēmas hidraulikas un gāzes plūsmu bilances aprēķiniem. Modelēšanas laikā ir jāveic transportēšanas procesa novērtējums – to veicot, ir jāņem vērā liels ietekmējošo faktoru daudzums.

Modelēšanas kompleksa ieviešana nodrošina dispečeram informāciju, kas nepieciešama režīma kontrolei un operatīvu lēmumu pieņemšanai, pie tam - vadošus ieteikumus izstrādā un lēmuma pieņemšanu veic cilvēks – dispečers. Galvenais modelēšanas kompleksa attīstības virziens – paplašināt risināmo uzdevumu loku un vienlaicīgi palielināt aprēķinu ātrumu, kas atļauj optimālos lēmumus pieņemt ātrāk un precīzāk.

Modelēšanas kompleksam jārealizē sekojošas funkcijas:

1. Tehnoloģiskās sistēmas darba operatīva kontrole - tiek izpildīta kā SCADA telemetrijas sistēmas datu apstrāde, kā arī ar gāzes plūsmas kvalitātes un kvantitātes parametru imitācijas modelēšanas palīdzību, pa visiem objektiem reāla laika (*on line*) režīmā. Tāpat prognozē parametru izmaiņu dinamiku, sākotnēji ne mazāk kā vienu reizi stundā.
2. Gāzes transportēšanas tehnoloģisko procesu pārkāpumu operatīva noteikšana (*real time* režīmā), kā, piemēram, gāzes vada pārrāvuma un avārijas vietas noteikšana, gāzes noplūdes intensivitātes noteikšana, hidrātu kondensāta aizsērējumu noteikšana; citu tehnoloģisko procesu izmaiņu, kuras pasliktina energoiesēju taupīšanas, drošības un ekoloģijas rādītājus, noteikšana.
3. Interaktīva imitācijas modelēšana (*off line* režīmā), lai noteiktu GTS dinamikas rādītājus dažādos stāvokļos (arī avārijas). Dispečeram ir pieejami dažādi situācijas vadības veidi (krānu vadība, KS iekārtu režīmu maiņa) un iespēja izmainīt gāzes transportēšanas nosacījumus vai, sadarbībā ar dabasgāzes lietotājiem, piegādes plānu patērētājiem.

4. Operatīvu un perspektīvu gāzes transportēšanas režīmu plānošana (*off line* režīmā), pamatojoties uz vairāku variantu aprēķiniem, izmantojot stacionāru neizotermisku plūsmas modeli kopējai tehnoloģiskajai sistēmai vai atsevišķai tās apakšsistēmai. Gāzes piegādes režīmu optimizācijas uzdevumu risināšana dažādiem mērķiem ar dažāda veida tehnoloģiskajiem ierobežojumiem un ierobežojumiem, kurus nosaka drošības, ekoloģijas u.c. prasības.
5. Parametru aprēķins (*on line* un *off line* režīmos), kas raksturo tehnoloģiskās sistēmas un tās objektu stāvokli, - aprēķina parametrus, kas nosaka manevrēšanu ar plūsmām sistēmas ietvaros vai kopā ar citām sistēmām, gāzes transportēšanas sistēmas funkcionalitātes efektivitātes parametrus u.c.

2. tabula

Modelēšanas uzdevumu sastāvs un risināšanas paņēmieni

Uzdevums	Metode	Paņēmiens
Stacionāra izotermiska kustība	<p>Gāzes plūsmas bilanci nosaka, risinot nelineāru algebrisku vienādojumu sistēmu.</p> <p>Gāzes plūsmas parametrus nosaka, risinot nelineāru diferenciālvienādojumu sistēmu.</p> <p>Sistēmas objekta tīkla izveide, tā elementu minimizēšana.</p> <p>Mezglu potenciālu metode, lai noteiktu gāzes spiedienus tīkla mezglos, lai noteiktu zaru plūsmu bilances.</p> <p>Posma gāzes plūsmas bilances gradienta metode un posma parametru izmaiņu analīzes datu apstrāde, lai noteiktu avārijas situācijas</p>	<p>Sakārto pakārtotos objektus, apvieno tīkla zarus.</p> <p>Automātiski formē (pamatojoties uz tīklā saistīto objektu matricu) un risina nelineāru vienādojumu sistēmu, lai noteiktu gāzes plūsmas bilanci jebkurā tīkla zarā.</p> <p>Plūsmu bilances risinājumu sistēmas regulēšana, pamatojoties uz noteikumiem, lai gāzes plūsmas parametri iekļautos pieļaujamajās robežās.</p>
Nestacionāra izotermiska kustība	<p>Identiskas stacionārai kustībai, izņemot:</p> <p>gāzes plūsmas parametrus nosaka, risinot nelineāru diferenciālvienādojumu sistēmu ar parciālo atvasinājumu.</p>	<p>Identiski stacionārai kustībai</p>

Cauruļvadu sistēmas darbības novērtēšanas pamatkritērijs ir faktiskais hidrauliskās pretestības koeficients λ , jeb ar to saistītais hidrauliskās efektivitātes koeficients:

$$K_{EF} = \sqrt{\frac{\lambda}{\lambda_T}}, \text{ kur:} \quad (2.1)$$

K_{EF} – hidrauliskās efektivitātes koeficients; λ – faktiskais hidrauliskās pretestības koeficients;
 λ_T – teorētiskais hidrauliskās efektivitātes koeficients

Šie rādītāji ietilpst modelēšanas sistēmā un būtiski ietekmē cauruļvadu aprēķina caurlaides spēju.

Rādītāji K_{EF} un λ ir atkarīgi no:

- cauruļvada iekšējā stāvokļa;
- cauruļvada aizsērējumiem, t.sk. kondensāta un hidrātu nosēdumiem;
- modelī nedefinētām vietējām pretestībām (pagriezieni, diametru pārejas utt.);
- modelī nedefinētām noplūdēm neblīvumu vai bojājumu vietās.

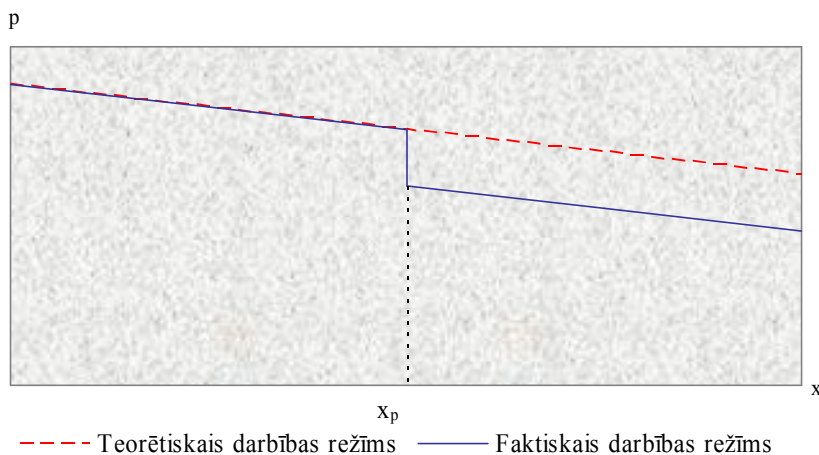
Tā kā λ ietekmē dažādi faktori, tad kā cauruļvadu darbības kritēriju lietderīgi ir izmantot nevis hidrauliskās pretestības koeficientu λ , bet efektivitātes koeficientu K_{EF} vai hidrauliskās pretestības labojuma koeficientu $\delta_\lambda = \lambda - \lambda_T$. To nosaka tas, ka koeficients δ_λ nav tieši saistīts ar tehnoloģisko režīmu, bet saglabā saistību ar cauruļvada faktisko stāvokli. Jo lielāks ir koeficients δ_λ , jo sliktākas ir cauruļvada dinamiskās īpašības.

Veicot modeļa adaptāciju faktiskajam režīmam, laika periodā $[t_0, t_m]$ tiek pieņemts, ka cauruļvada īpašības šajā laikā nemainās, t.i. $\delta_\lambda(t) = \text{const}$ un $K_{EF}(t) = \text{const}$. Ja parametru δ_λ un K_{EF} identifikāciju veiku slīdošiem laika posmiem $[t_0 + \tau; t_m + \tau]$ (reāla laika režīms) vai secīgi izvēlētiem laika periodiem, tad veidosies parametru vērtību $\delta_{j,\lambda}$ un $K_{j,EF}$ laika rindas. Laika rindu statistiskas apstrādes – izlīdzināšanas, filtrēšanas u.c. rezultātā nosakām funkciju $\delta_\lambda(t)$ un $K_{EF}(t)$ vērtības, kuras savukārt izmantojam cauruļvadu sistēmas stāvokļa novērtējumam. Arī parametru izmaiņas ātrums

$$\frac{\delta_\lambda(t_{j+1}) - \delta_\lambda(t_j)}{t_{j+1} - t_j}, \text{ kur:} \quad (2.2)$$

δ_λ - hidrauliskās pretestības labojuma koeficients; t – laiks, var tikt izmantots kā cauruļvada stāvokļa novērtējums.

Šāda vērtējuma izstrādi modelēšanas sistēmās iespējams veikt, ja ir pietiekoši daudz laika – mērījumu solis ir vairāk kā 10 minūtes. Diemžēl operatīvai kontrolei, it īpaši *real time* režīmā, šāds risinājums neiekļaujas laikā, tāpēc modelēšanas sistēmās pielieto nedaudz vienkāršotu metodi.



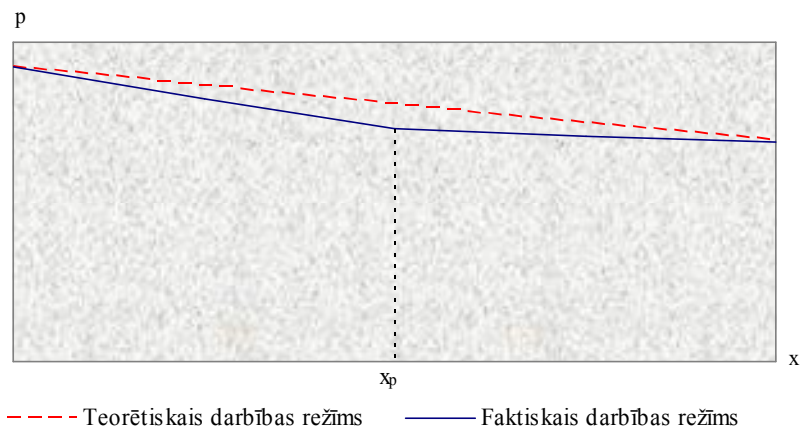
2.2.att. Spiedienu sadalījumu principiālā shēma aizsērējuma gadījumā

Ja cauruļvada posmā ar koordināti x_p notiek aizsērēšana, bet spiediens, temperatūra un caurplūde cauruļvada sākumā nemainās, tad spiediens cauruļvada beigās būs zemāks par noteikto, tāpēc ka būs lielāks spiediena kritums $\delta_\lambda(t)$ attālumā x_p . Spiedienu sadalījumu principiālā shēma parādīta 2.2. att.

Lai nodrošinātu iepriekšējo caurplūdi, nepieciešams palielināt spiedienu cauruļvada sākumā. Rezultātā parametra $\delta_\lambda(t)$ vērtība noteiktā laika periodā var pieaugt un stabilizēties noteiktā līmenī. Parametra $\delta_\lambda(t)$ izmaiņas atkarīgas no daudziem faktoriem: aizsērēšanas procesa intensitātes, aizsērēšanas ietekmes uz kopējo cauruļvadu sistēmas darbību, aizsērēšanas ilguma utt.

Ja notiek nesankcionēta krāna aizvēršana, tad principiālā spiedienu shēma ir līdzīga – pirms posma x_p notiek spiediena paaugstināšanas, pie x_p ir krass spiediena kritums – vērtība $\delta_\lambda(t)$ strauji pieaug.

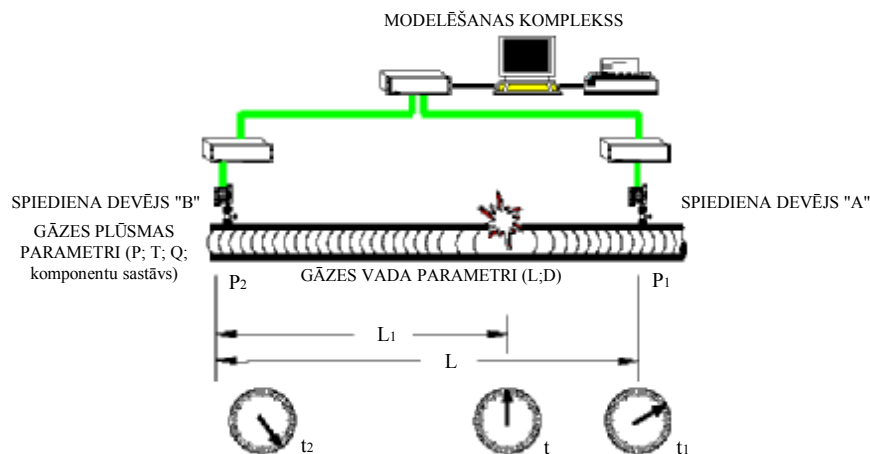
Gadījumā, ja notiek pasākumi cauruļvada hidraulisko parametru uzlabošanai (cauruļvada attīrīšana, gāzes parametru izmaiņas), tad par to efektivitāti liecinās parametra $\delta_\lambda(t)$ samazināšanās. Savukārt, ja šādi pasākumi netiek veikti, bet krasi pieaug cauruļvada caurlaides spēja, tad tas liecina vai nu par nesankcionētu gāzes patēriņu (nav paredzēts modelēšanas sistēmā) vai noplūdes rašanos neblīvumu rezultātā. Spiedienu sadalījumu principiālā shēma parādīta 2.3. att.



2.3 att. Spiedienu sadalījumu principiālā shēma noplūdes gadījumā

Pie nelielām noplūdēm parametrs $\delta_\lambda(t)$ stabilizēties atbilstoši jaunajam hidrauliskajam režīmam. Cauruļvada pilnīgas pārraušanas gadījumā spiediens cauruļvadā pirms un pēc pārrāvuma kritīsies, gāzes caurplūde līdz pārrāvumam krasi pieaugs, pēc pārrāvuma mainīsies plūsmas virziens, pieaugs gāzes caurplūde pretējā virzienā.

Apskatīsim nestacionāras gāzes kustības modelēšanu gāzes pārvades sistēmā (2.4. att).



2.4. att. Nestacionāras gāzes kustības mērījumu shēma

SCADA sistēma nosaka spiediena izmaiņas gāzes vadu sistēmā. Modelēšanas sistēma saņem no SCADA sistēmas datus un paralēli tehnoloģiskās sistēmas faktiskajai darbībai veic sistēmas darba parametru salīdzināšanu, matemātiski pārbaudot un salīdzinot ar modelēšanas sistēmā noteiktajiem lielumiem. Piemēram, 2.4. att. redzamajā shēmā tiek veikti spiediena

mērījumi attālumā L un gadījumā, ja notiek gāzes vada pārrāvums šajā posmā, tad pēc laika perioda t_1 sāks samazināties spiediens pie spiediena devēja "A". Vēl pēc laika perioda t_2 spiediens sāks samazināties pie spiediena devēja "B".

Modelēšanas sistēma nosaka parametra pieļaujamo apgabalu (2.1 att. robežas no P3 līdz P5). Ja parametram būs atkāpes no noteiktā apgabala, modelēšanas sistēma noteiks avārijas situāciju. Analizējot gāzes spiediena P1 un P2 izmaiņas attiecīgos laika posmos t_1 un t_2 , spiediena izmaiņas ΔP_1 un ΔP_2 nākošos laika periodos, modelēšana var noteikt:

- 1) avārijas veidu (pārrāvums, aizsērēšana);
- 2) iespējamo avārijas vietu (attālumu L_1);
- 3) izplūstošās gāzes daudzumu – tādā veidā raksturojot avārijas lielumu;
- 4) cauruļvadā atlikušās gāzes daudzumu;
- 5) spiedienu gāzes vada mezglos pēc noteikta laika perioda (prognozēšana).

Lai identificētu situācijas un noteiktu to parametrus, jāpielieto individuāli algoritmi, kuri balstīti uz attiecīgā procesa parametru attīstības dinamikas īpatnībām.

Ir izstrādāti dažādi modelēšanas kompleksi, kuri risina šos uzdevumus, bet tiem ir dažāda pieeja uzdevumu risināšanai. Uzdevumu risināšanas metodes atšķiras:

- 1) pēc izmantotās informācijas veida:
 - tikai spiedieni transportēšanas sistēmas mezglu punktos;
 - spiediena mērījumi katrā krāna laukumā un gāzes patēriņi transportēšanas sistēmas sākumā/beigās.
- 2) devēju novietojuma:
 - gāzes vada sākumā/beigās;
 - krāna laukumos, t.sk pārvienojumu laukumos;
 - noteiktā attālumā no posma sākuma/beigām.
- 3) mērījumu virknes dinamikas analīzes vai aprēķināto parametru virknes metodēm:
 - kontrolējamo parametru izmaiņas ātrums un salīdzinājums ar iestādītajām robežām, virziena analīze;
 - kontrolējamo parametru (vērtība, izmaiņu ātrums u.c.) salīdzināšana ar pieļaujamiem intervāliem, kas raksturo bezavāriju stāvokli;
 - citas metodes.

2.3. Ekspertu sistēmas praktiskās ieviešanas pārbaude

Izmantojot pieredzi, dispečers ikdienā vada tehnoloģiskos procesus un pieņem vadības lēmumus. Dispečeru pieredze ir specifiskas zināšanas par gāzes transportēšanas sistēmas parametriem, sistēmas izmantošanas principiem utt. Daļēji šīs zināšanas tiek apkopotas dažādās atskaitēs kā tehnoloģiskās sistēmas tehniskie dati, darba parametri un cita statistiskā informācija. Lai varētu labāk izmantot dispečeru pieredzi, ir lietderīgi šīs zināšanas uzkrāt ekspertu sistēmas (EKSI) zināšanu bāzē.

Ja dispečers pilnībā nepārzina ar nozari saistītās zināšanas, tad var notikt kļūdaina lēmuma pieņemšana. Trūkums šajā gadījumā ir arī tas, ka var notikt vienveidīga vadības ietekmju izvēle, kas varbūt nemaz nav optimālākais risinājums visos gadījumos.

EKSI šīs zināšanas sniegtu kā vadības ieteikumus, līdz ar to dispečeram tas būtu palīgs lēmuma pieņemšanā. EKSI nevar aizstāt dispečeru, jo nevar apgalvot, ka informācijas sistēmā būs paredzēti visi vadības jautājumi. EKSI nozīme ir, ka tā sniedz dispečeram ieteikumus, bet dispečeram paliek lēmuma pieņemšanas funkcijas.

Atzīmēsim dažas priekšrocības, ko dod EKSI izmantošana. Kā mākslīgās kompetences priekšrocības būtu jāmin:

EKSI patstāvība. Cilvēka kompetence ar laiku mazinās. Pārtraukums cilvēka eksperta darbībā aktuālajā nozarē var nopietni ietekmēt profesionālās spējās.

Saskarsmes efektivitāte. Zināšanu nodošana no viena cilvēka otram ir garš un dārgs process. Savukārt mākslīgās informācijas nodošana – vienkāršs programmas vai faila kopēšanas process.

Rezultātu patstāvība. Cilvēks eksperts emocionālu faktoru ietekmē saspringtās situācijās var pieņemt dažādus lēmumus. Savukārt EKSI lēmumi nav atkarīgi no emocionālās iedarbības.

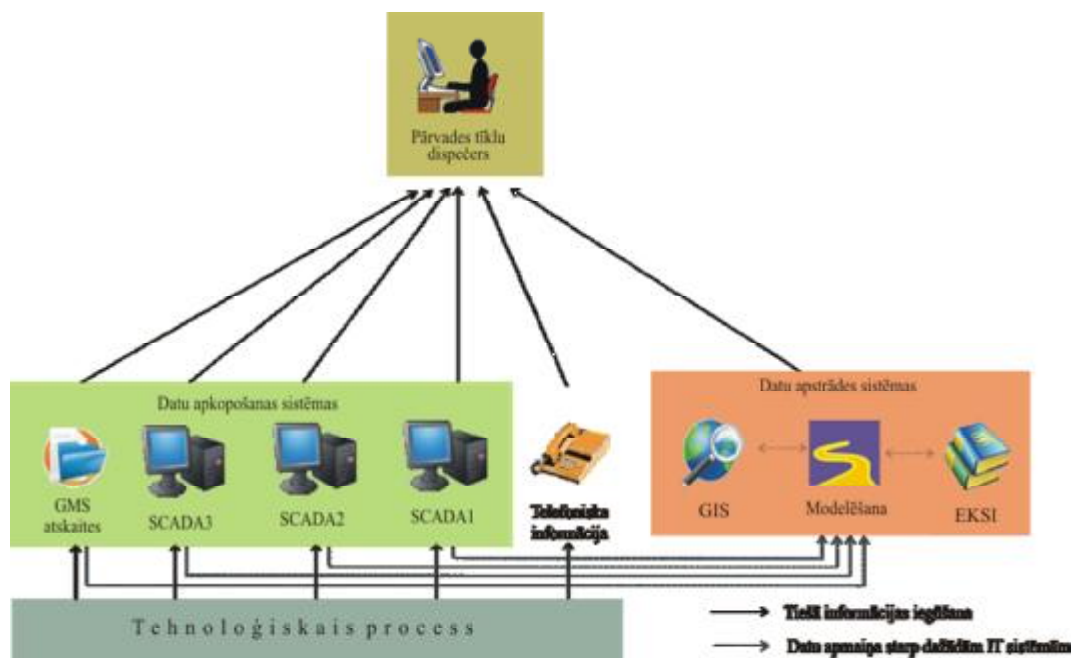
Izmaksas. Ekspertu darbs, īpaši augstas kvalifikācijas, izmaksā ļoti dārgi, EKSI izmaksas salīdzinoši nav lielas. Sistēmas izstrāde ir dārga, bet ekspluatācijas izmaksas - samērīgas.

Tomēr EKSI izstrāde nedod iespēju pilnīgi atteikties no cilvēka eksperta darbības. Lai arī EKSI labi tiek galā ar savu darbu, taču dažos virzienos cilvēka kompetence ir pārāka par mākslīgo. Arī šajos gadījumos EKSI var atļaut atteikties no dārgajiem, augstas kvalifikācijas eksperta pakalpojumiem. EKSI pielietošana dod iespēju risināt problēmas, izmantojot EKSI un ekspertu ar vidēju kvalifikāciju. Tādējādi EKSI papildinās eksperta profesionālās zināšanas.

Gāzes transportēšanas ekspertu sistēmā saikni ar ārpasauli nodrošina SCADA sistēma.

2.4. Ekspertu sistēmas izveidošana dispečeru lēmuma pieņemšanas atbalstam

Lai uzlabotu dispečeru vadības procesu kopumā, tiek veikti pētījumi, kā uzlabot dispečera lēmuma pieņemšanas procedūru – gan uzlabojot lēmuma pieņemšanas ātrumu, gan operatīvi pamatojot lēmumu ar raksturojošiem datiem vai aprēķinu rezultātiem. Dispečeru lēmumu izstrādes pamatā ir operatīva domāšana, kura ietver analīzi, situācijas klasifikāciju, plānošanu, uzdevuma risināšanas algoritma izvēli, diagnostiku, pašapmācību, adaptāciju.



2.5.att. IT tehnoloģiju pielietojums

Mūsdienu IT līdzekļi spēj risināt pamatzdevumus, uz ko tiek balstīti dispečeru lēmumi. Savukārt, kompleksi apstrādājot informāciju, var veidot programmnodrošinājumu, kura rezultāts pielīdzināms dispečera vadības lēmumam. Protams, šiem lēmumiem būtu rekomendējoša ietekme, bet tos var izmantot dispečeru darbības kontrolē, kas savukārt mazinātu cilvēciskā faktora ietekmi.

Būtiski, ka, ieviešot iepriekš apskatītās IT sistēmas, ir jā saglabā saskarsmes vienotība. Pēc iespējas jāveido vienots lietotāja interfeiss, kurā tiktu apvienoti dažādu IT sistēmu funkcijas (sk.2.5. att.).

3. DISPEČERU VADĪBAS ATTĪSTĪBAS PERSPEKTĪVA

Dispečeru daļas darbības uzlabošanai nepieciešama attīstība šādos virzienos:

- 1) tehnoloģiskās uzskaites analīze;
- 2) informācijas aprites analīze.

Tehnoloģiskās uzskaites problēmu risināšanā nozīmīga loma ir EKSI sistēmas ieviešanai. EKSI ir jārisina šādi uzdevumi:

- 1) starpvalstu komercmezglu darbības parametru analīze, parametru salīdzināšana;
- 2) patērētāju un GRS uzskaites datu analīze, parametru salīdzināšana;
- 3) gāzes uzskaites nesaistes noteikšana, iespējamo cēloņu noteikšana.

Patērētāju datu analīzei ir nepieciešams ievērojams datu daudzums, tādēļ Dispečeru daļā ir jābūt pieejai lielo patērētāju operatīviem patēriņiem un pārējo patērētāju summāriem datiem par lielu laika periodu. Lai veiktu gāzes uzskaites nesaistes noteikšanu ir jānosaka mazo patērētāju varbūtējie patēriņi atkarībā no iepriekšējā perioda patēriņa un āra gaisa temperatūras.

Informācijas aprites analīze jāveic, lai risinātu šādus uzdevumus:

- a) optimāla IT resursu (SCADA; GIS, modelēšanas aprēķinu rezultāti) izmantošana;
- b) operatīvās informācijas aprites uzlabošana tehniskajā vadībā;
- c) operatīvās reaģēšanas ātruma uzlabošana ārkārtas situācijās;
- d) materiāli tehnisko līdzekļu uzskaites koordinēšana un lietderīga izmantošana.

Īpaši jāatzīmē, ka informācijas aprites analīzei ir jānosaka informācijas plūsmu „šaurās vietas” datu apmaiņā starp dažādiem dienestiem, pielietojot dažādus informācijas līdzekļus. Šodienas tehnoloģiju attīstība ļauj izmantot dažādus informācijas nosūtīšanas veidus. Dispečeru darbībā ir nepieciešami saziņas līdzekļi, kas vienlaicīgi var izsūtīt ziņojumus daudziem dažādiem adresātiem. Tādi līdzekļi var būt – iepriekš sagatavotas īsziņas, elektroniskā pasta vai faksa ziņojumi, kura adresāti ir, piemēram, viena gāzes apgādes rajona lielie patērētāji.

Informācijas analīzei jānodarbojas arī ar dispečeru darbības sfēru izvērtēšanu. Jāizvērtē dublējošas pārvades sistēmas dispečera darba vietas izveide, lai nepieciešamības gadījumā varētu strādāt divi dispečeri. Jāizstrādā metodika, lai, vienlaicīgi strādājot diviem dispečeriem, dispečeru ietekmes sfēras nepārklātos, bet pilnībā notiktu tehnoloģiskā procesa vadība. Nepieciešamības gadījumā jāveic IT sistēmu (SCADA, EKSI) korekcijas, lai tās atbilstu izstrādātajai metodikai.

Informācijas aprites analīze jāveic ne tikai par a/s „Latvijas Gāze” struktūru darbību, bet kompleksi – sākot no gāzes piegādātāja līdz pat tālākajam patērētājam. Šāda līmeņa datu nodrošināšanai ir jāpaplašina dispečeru darbība arī starpvalstu dispečeru dienestu līmenī. Gāzes izņemšanas sezonas laikā ir operatīvi jāpārvalda situācija Tallinā, kas ir gāzes padeves tālākais punkts no IPGK. Savukārt gāzes iesūkņēšanas periodā jāpārzina situācija līdz Valdajai, lai varētu operatīvi prognozēt iesūkņēšanas apjomus IPGK, nodrošinātu efektīvu un racionālu pārvades sistēmas un IPGK kompresoru darbību.

4. DISPEČERU VADĪBAS SPECIFIKA SAŠĶIDRINĀTĀS DABASGĀZES TEHNOLOĢIJAI

Sašķidrinātās dabasgāzes (SDG) pielietošana ir alternatīva maģistrālo gāzes vadu izbūvei vai kā pagaidu kurināmais, kamēr tiek izbūvēta dabasgāzes padeve pa cauruļvadu. Ne vienmēr gāzes vadu vai iekārtu remonta darbu laikā ir iespējama gāzes padeve patērētājiem pa sacilpotu vai paralēlu līniju. Pagaidu apvadlīniju izbūve, ja atslēgtā posma garums ir vairāki desmiti kilometru, arī nav lietderīga. Šādos gadījumos nepārtrauktas gāzes lietošanas nodrošināšanai vienīgā alternatīva ir SDG. SDG ir izmantota arī pie mums Latvijā. 2005. gada jūlijā a/s „Latvijas Gāze” veica maģistrālā gāzes vada Rīga-Daugavpils remonta darbus, kuru laikā vajadzēja atslēgt 24 km garu gāzes vada posmu. Plānotā gāzes atslēguma laikā uzņēmums “Lettglas” (bijušais “Līvānu stikls”) pirmo un līdz šim vienīgo reizi Latvijā izmantoja SDG, kas tika piegādāta no ražotnes Polijā.

Šobrīd būtu jāizvērtē, vai ir lietderīgi izmantot SDG tajos reģionos, kur šobrīd tuvumā nav maģistrālo gāzes vadu. Kurzemē tas būtu Kuldīgā, Talsos; Vidzemē – Madonā, Gulbenē u.c. Ja mazo ciematu gazifikācijā veidojas pastāvīgs SDG patēriņš, tad attiecīgi jāveido piegāžu tīkls un struktūrvienības, kas to nodrošinātu.

Darba ietvaros aplūkosim patērētāju kombinētu apgādi ar dabasgāzi un SDG. Risinot dispečeru vadības uzdevumus, ir jāņem vērā sekojošas SDG īpašības:

- vienkāršāka padeves / patēriņu regulēšana, neatkarīga no cauruļvadu noslogojuma;
- iespējama dažādu piegādātāju izmantošana;
- lielāka iepirkumu izmaksa, salīdzinot ar cauruļvados transportēto gāzi.

Latvijas maģistrālo gāzes cauruļvadu sistēma ir divi strupceļa gāzes vadi, kuru tālākajos galos atrodas rūpnieciskie patērētāji ar nepārtrauktu ražošanas ciklu. Notiekot avārijai uz vienas līnijas strupceļa gāzes vada, operatīvi ir jāizvērtē situācija un nepieciešamības gadījumā jāorganizē alternatīva gāzes apgāde ar SDG. Dispečeru vadībai ir jābūt gatavai risināt komplicētas situācijas, kad gāzes piegādes nodrošināšanai viena rajona gāzes patērētāji ir jāsadala grupās - lielākie patērētāji atslēdzami vai pieslēdzami pie SDG, bet mazo patērētāju gāzes apgāde nodrošināma no atslēgtā cauruļvada posmā esošā gāzes „balona”. Dispečeru vadībai šādos gadījumos jārisina sekojoši uzdevumi:

- 1) remonta darbu / patērētāju ierobežotās gāzes apgādes laika noteikšana;
- 2) patērētāju grupu sadalīšana; optimālās shēmas noteikšana, shēmas saslēgšanas kontrole;
- 3) atslēdzamo un ierobežojamo patērētāju brīdināšana, gāzes patēriņu kontrole;
- 4) atslēgtajam cauruļvadam pieslēgto gāzes patērētāju izlietotās gāzes koordinēšana;
- 5) cauruļvadā paliekošās gāzes parametru, gāzes „balona” kontrole;
- 6) SDG piegādes koordinēšana.
- 7) SDG pieslēgto gāzes patērētāju izlietotās gāzes koordinēšana;

Paredzams, ka ar laiku šiem uzdevumiem nāks klāt arī patērētājiem padotās gāzes samaksas noteikšana atkarībā no izmantotā piegādes veida. SDG ražošanai, piegādāšanai un izmantošanai ir jābūt koordinētām laikā, apjomā, kā arī pieskaņotām sezonas patēriņam.

Uzdevumi, kas saistīti ar gāzes patērētāju grupu noteikšanu un apziņošanu, ir laukietilpīgi, tāpēc to risināšanai ir svarīgi izveidot datorizētu datu apstrādi – ĢIS nosaka tehnoloģiskajā shēmā aizveramās noslēgierīces un kopējo patērētāju apjomu, modelēšanas sistēma un EKSI apstrādā datus, pamatojoties uz patēriņa datiem un piegādes prioritātēm. Pamatojoties uz IT sistēmu operatīvu datu apstrādi, dispečers var pieņemt lēmumu par patērētāju sadali grupās – atslēdzamie patērētāji, ierobežojamie patērētāji, neierobežojamie patērētāji un uz SDG pārvedamie patērētāji.

Secinājumi

1. Promocijas darbs balstās uz disertanta ilggadēju darbu dabasgāzes piegādātāja a/s „Latvijas Gāze” operatīvās vadības sistēmā, kas pašlaik nodrošina automatizētu datu savākšanu, to apstrādi, kā arī operatīvu, pamatotu lēmumu pieņemšanu un atbilstošu rīcību visā gāzes pārvades sistēmā, t.i. transporta gāzes vados, uzglabāšanā un sadales tīklos.
2. Esošā operatīvā vadības sistēma, uz kuras bāzes tika veikti teorētiskie un eksperimentālie pētījumi lieto mūsdienīgas iekārtas, aparātus un ierīces, kuras izvēlētas un piemērotas Latvijas apstākļiem, atbilstoši pamatotiem inženierisinājumiem un aprēķiniem.
3. Darbā ir izstrādāti priekšnosacījumi dispečeru darbības efektivitātes uzlabošanai, ieviešot informācijas apstrādes kompleksu – matemātiskās modelēšanas sistēmu, ģeogrāfisko informatīvo sistēmu (GIS), dispečeru lēmumu pieņemšanas atbalsta sistēmu.
4. Darbā ir piedāvāti risinājumi ekspertu sistēmas (EKSI) pielietošanai maģistrālo gāzes vadu darbības uzraudzībai. Piedāvātie risinājumi apkopo gan pieredzi un zināšanas, gan aprēķinus, kas balstīti uz reāla laika datiem.
5. Darbā piedāvāts attīstīt dispečeru metodisko bāzi, kurai jāregulē dispečeru darbības prasības (t.sk. ar informācijas tehnoloģijām risināmās problēmas). Noteikti kritēriji dispečeru personāla rīcībai, lai nodrošinātu vienotu gāzapgādes sistēmas kontroli un vadību.
6. Gāzes apgādes sistēmu vadības izpētes procesā ir secināts, ka ieviešot jaunu tehnoloģiskās vadības programmnodrošinājumu, ir jāturpina tā pakāpeniska attīstība. Pierādīts, ka pirmajā etapā jāievieš datu apstrādes matemātiskā modelēšana reālā laikā, pēc tam modelēšanas sistēma ir jāsavieto ar GIS sistēmu. Praktiski pārbaudīta darbība datu apstrādes augstākajā līmenī, kad EKSI izmantošana ir apvienota ar iepriekš ieviestās sistēmas dispečeru zināšanu bāzi.
7. Darbā piedāvāts izstrādāt datorizētu apmācību kompleksu dispečeru profesijas apgūšanai, kas balstīts uz dispečera - datora dialogu, kurā tiek imitētas dažādas gāzapgādes sistēmu ārkārtas situācijas.
8. Darbā ir piedāvāts izveidot darbinieku kompetences līmeņa uzturēšanai atbilstošas apmācības un regulāras treniņnodarbības, apzināt iespējamus riskus un novirzes, pielietojot tehnoloģisko procesu matemātisko modelēšanu.
9. Darbā izstrādātie dispečeru kvalifikācijas paaugstināšanas un apmācības principi tiek izmantoti Dispečeru daļā un ir pielietojami jauno gāzes nozares speciālistu apmācībā RTU programmā “Siltuma, gāzes un ūdens tehnoloģija”.
10. Sašķidrinātās dabasgāzes (SDG) tehnoloģiju izmantošana attīstas, tāpēc darbā izstrādāti principi operatīvai vadībai ārkārtas situācijās, specifiski dispečeru darbībai, pielietojot SDG.
11. Apvienojot darbā izskatītos jautājumus par vienotas tehniskās vadības sistēmu un dabasgāzes sašķidrināšanu, tiek iegūta perspektīva dabasgāzes apgādes vadības un kontroles sistēma.

Par darba rezultātiem ir ziņots sekojošās konferencēs un tie ir atspoguļoti šādās publikācijās:

1. Broks A, Platais I Dispečerdienesta datorizācijas pētījums dabasgāzes apgādes uzņēmumos.- RTU39. studentu zinātniskā un tehniskās konferences rakstu krājums, Rīga, 1998, 256. – 257. lpp.
2. Янисов В., Брокс А. Исследование возможности газификации регионов Латвии с использованием СПГ технологии.- Тр. 2-й международной конференции по СПГ «СПГ – универсальное топливо XXI века». Санкт-Петербург, 2002, с. 187 – 190.
3. Janisov V, Broks A. Gas supply Researches in the Regions of Latvia by the Usage of LNG Technology.- Proc. Post REHVA 45th General Assembly Conference, Riga, 2002, p. 124 – 127
4. Broks A, Krēsliņš A, Ješinska A. Latvian natural gas supply system. – Proc. 6th International Conference “Energy for Building Proceedings”, Vilnius, 2004, p. 37 - 47
5. Broks A, Platais I. Gāzes apgādes sistēmu dispečerizācija.- RTU 48. konference SGŪT sekcijas raksti, Rīga. 2007, 12 lpp.