

Viedā dabasgāzes sadale kā šodienas vīzija un nākotnes perspektīva



Aleksandrs Broks, Leo Jansons, Ainārs Selickis

Nepieciešamība samazināt siltumnīcefektu izraisošo gāzu (SEG) emisijas un atkarību no visu veidu energoresursu importa, vienlaikus apmierinot pieaugošo enerģijas pieprasījumu, liek Eiropas Savienības (ES) enerģētikas politikas veidotājiem nopietni domāt par to, kā nākotnē salāgot enerģijas tirgu un tehnoloģiju pārmaiņas ar straujo datu ieguves, apstrādes un arhivēšanas automatizācijas (digitalizācijas) tempu.

Stimulējot datu apstrādes digitalizāciju enerģētikā, Eiropas Komisija ir pasludinājusi atbalstu būtībā visu viedo enerģijas sistēmu attīstībai. Šajā kontekstā vienlaicīga dabasgāzes un atjaunīgo gāzu (AG) izmantošana varētu kļūt par vienu no galvenajiem ES enerģētikas ilgtspējas nodrošinājuma stūrakmeņiem. Pirmkārt, tā palīdzētu sasniegt ES noteiktos energoefektivitātes mērķus un, otrkārt, ļautu ieviest inovatīvus, sinerģiskus risinājumus ne tikai sekundāro, bet arī primāro energoresursu izmantošanas jomā.

Dabasgāzes un AG sinerģija nozīmē nepieciešamību pēc mūsdienīgas, viedas un ilgtspējīgas enerģētikas infrastruktūras, kas ļautu nodrošināt elastīgākas rezerves un balansēšanas jaudas, efektīvus resursu uzglabāšanas risinājumus un modernus pieprasījuma un piedāvājuma izlīdzināšanas mehānismus.

Šajā rakstā aplūkotas dažas viedās dabasgāzes sadales (*smart gas distribution*; VDS) sistēmas attīstības tendences, īpašu uzmanību pievēršot dabasgāzes lomai ES energoapgādē, viedās enerģijas terminoloģijai un viedajai dabasgāzes uzskaiti kā būtiskai VDS sastāvdaļai, kuru plaši izmantojam jau šodien.

Dabaszgāze ES energoapgādē

Dabaszgāzei vēsturiski bijusi atvēlēta būtiska loma ES valstu energoapgādē, tai nodrošinot apmēram 23%–26% no visa Eiropā patērētā enerģijas daudzuma. Statistika rāda, ka dabaszgāzes patēriņš kopš 2010. gada ir bijis relatīvi svārstīgs: 2010. gadā tas sasniedza maksimālo līmeni – 521 miljardu kubikmetru (m^3) –, bet 2014. gadā noslidēja līdz zemākajam – 401,7 mljrd. m^3 līmenim.

Aizpērn, salīdzinot ar 2017. un 2018. gadu, ES dabaszgāzes patēriņš atkal nedaudz palielinājās līdz 469,6 mljrd. m^3 . Savukārt, 2020. gada dabaszgāzes patēriņa apjoms varētu būt krietni mazāks par 2019. gadā fiksēto, jo jau pērnā gada pirmajos sešos mēnešos, salīdzinot ar identisku periodu 2019. gadā, tas saruka par visai būtisku daļu – 8%. Apmēram tikpat liels kritums varētu būt atspoguļots arī 2020. gada otrās puses dabaszgāzes tirgus analīzes datos.

Ņemot vērā vietējo dabaszgāzes ieguves apjomu straujo samazināšanos, lielākā daļa no visām Eiropas dabaszgāzes piegādēm nāk tieši no trešajām valstīm. Krievijas Federācijas piegāžu daļa vien ir pieaugusi no 35,2% 2010. gadā līdz 40% 2018. gadā. Tiesa, kā atzīst enerģijas tirgus analītiķi, dabaszgāzes piegādes ES ir pietiekami diversificētas gan piegādes ceļu, gan arī avotu ziņā, lai tiktu novērsti viena avota vai piegādātāja iespējamā monopolstāvokļa rašanās draudi. Apvienotajai Eiropai ir pieejami vairāki cauruļvadu un sašķidrīnātās dabaszgāzes (LNG) piegādes ceļi no tādām valstīm kā Norvēģija, Alžīrija, ASV, Katara, Azerbaidžāna un Lībija. Īpaši strauji palielinās LNG īpatsvars ES dabaszgāzes piegādes struktūrā: aizvadītajā desmitgadē vēl sešas Eiropas valstis ir pievienojušās agrākajiem reģiona LNG importētājiem, taču regazifikācijas jaudu izmantošana ES joprojām ir relatīvi zema, vidēji svārstoties 30–35% robežās.

ES dabaszgāzes patēriņš variē gan gadu no gada, gan arī sezonāli, tomēr lielākais šo pārmaiņu virzītājspēks parasti ir ekonomiskie faktori un laikapstākļi, nevis strukturālas enerģijas loģistikas ķēžu izmaiņas. Arī pašreizējo dabaszgāzes patēriņa relatīvo stabilitāti ES nosaka vairāki faktori, piemēram, izmaksu konkurētspēja, piegādes drošība, resursu pieejamība un to izmantošanas ilgtspēja.

Attiecībā uz dabaszgāzes vides ilgtspēju un ieguldījumu ES SEG emisiju mazināšanā jāatceras, ka tā jau līdz šim ir palīdzējusi samazināt Eiropas reģiona SEG emisiju intensitātes līmeni. Taču tīra gaisa problēma ES dalībvalstīs vēl arvien ir gana aktuāla, un savu aktualitāti tā, visticamāk, nezaudēs vēl ilgi. Eiropas Vides aģentūras dati liecina, ka, piemēram, 2016. gadā tikai viens gaisa piesārņojuma veids – putekļi jeb cietās daļiņas – Eiropas valstīs izraisīja aptuveni 400 tūkstošus priekšlaicīgas nāves gadījumus. Savukārt, slāpekļa dioksīda emisiju piesārņojuma rezultātā tajā pašā gadā priekšlaicīgi nomira vēl 79 tūkstoši eiropiešu.

Pakāpeniska pāreja no akmeņogļu un brūnogļu izmantošanas uz dabaszgāzes izmantošanu elektroenerģijas ražošanā un atteikšanās no dīzeļdegvielas par labu visu veidu alternatīvajām degvielām, arī saspīestajai (CNG) un sašķidrīnātajai dabaszgāzei ES autotransporta nozarē ļautu vēl daudz efektīvāk un operatīvāk risināt šo problēmu.

Zīmīgi, ka kopš 2010. gada, vairākām ES dalībvalstīm elektroenerģijas ražošanā daļēji aizstājot akmeņogļu un brūnogļu jaudas ar dabaszgāzes jaudām, ES ir ietaupījusi aptuveni 500 miljonus tonnu oglekļa dioksīda (CO_2) emisiju – tas ir apjoms, kas līdzvērtīgs 200 miljonu tradicionālo degvielu auto nomainībai pret elektroauto, kuru ekspluatācija vispār nerada tiešas CO_2 emisijas.



Aleksandrs Broks, AS "Gaso" Reģionu pārvaldības daļas vadītājs



Ainārs Selickis, AS „Gaso” Rīgas iecirkņa vadītājs

Viedā dabaszgāzes sadale

Eiropas valstu dabaszgāzes infrastruktūra ir ne tikai optimāli funkcionējoša energoresursu loģistikas sistēma, bet arī vērtīgs aktīvs, kuru nākotnē nevajadzētu saglabāt tikai pašas saglabāšanas dēļ, bet gan tādēļ, lai veicinātu ES enerģētikas ilgtspēju un saglabātu augstu reģionālo enerģijas piegāžu drošības līmeni. Vidēja un ilga termiņa perspektīvā, lai nodrošinātu

Galvenās tradicionālo un viedo enerģijas sistēmu atšķirības

Tradicionālās enerģijas sistēmas	Viedās enerģijas sistēmas
Elektromehāniskie enerģijas uzskaites mēraparāti	Digitālie enerģijas uzskaites mēraparāti
Vienpusēja komunikācija	Divpusēja komunikācija (ar atgriezenisko saiti)
Neliels sensoru skaits	Ievērojams sensoru skaits
Pilnīgi manuāla apkope	Gandrīz pilnīgi automatizēta apkope
Manuāls monitorings	Automatizēts monitorings
Ierobežotas kontroles iespējas	Neierobežotas kontroles iespējas
Neiespējama dinamiska piekļuve sistēmai un enerģijas patēriņa datiem	Iespējama dinamiska piekļuve sistēmai un enerģijas patēriņa datiem. Tajā skaitā gandrīz reāllaika attālināta enerģijas uzskaites mēraparāta veikspējas analīze
Manuāla rēķinu sagatavošana	Automātiska rēķinu sagatavošana
Grūti iespējama vai neiespējama VDS un citu integrēto automatizācijas un viedizācijas risinājumu izmantošana	Neierobežota VDS un citu integrēto automatizācijas un viedizācijas risinājumu izmantošana

turpmāku esošās dabasgāzes infrastruktūras izmantošanu un ES enerģētikas dekarbonizāciju, būs jāievieš viedie risinājumi un vienlaicīga AG un dabasgāzes izmantošana, pakāpeniski samazinot pēdējās procentuālo īpatsvaru. Savukārt, ņemot vērā to, ka sistēmas viedizācija būs aktuāla ne tikai dabasgāzes transportēšanai un uzglabāšanai, bet arī sadalei, dabasgāzes sadales jomu tuvākajās desmitgadēs sagaida nopietni tehnoloģiski un organizatoriski pārkārtojumi.

Tas nozīmē, ka šobrīd pazīstamā un tik pierastā dabasgāzes sadales sistēma pakāpeniski pārtaps par VDS. Tiesa, ir teju neiespējami precīzi paredzēt, kāda būs ES valstu dabasgāzes sadales saimniecība pēc VDS ieviešanas, jo pašlaik nevienā no ES dalībvalstīm neeksistē dabasgāzes sadales

matizācijas potenciālu un identificētu iespējamus sinerģijas punktus starp dažādiem enerģētikas sektora segmentiem. Vairākos pētījumos norādīts, ka viedās enerģijas sistēmas ir rentablas, ilgtspējīgas, drošas un digitalizētas enerģijas sistēmas, kurās atjaunīgās enerģijas ražošana, pārvade, sadale, uzglabāšana un realizācija ir pilnībā salāgota. Turklāt viedajās enerģijas sistēmās nozīmīga loma atvēlēta tā dēvētajiem aktīvajiem enerģijas lietotājiem (*prosumers*). Viedās enerģijas sistēmas mēdz būt gan visaptverošas – tādas, kas ietver visu veidu enerģijas veidus un avotus –, gan arī pilnībā balstītas uz atjaunīgās enerģijas izmantošanu. Galvenās tradicionālo un viedo enerģijas sistēmu atšķirības ir apkopotas tabulā.



Pašlaik ES dabasgāzes sadales tīklos darbojas tikai daži VDS elementi – piemēram, dabasgāzes uzskaitē. Attēlā: viedie mājāsaimniecību dabasgāzes skaitītāji

sistēma, ko varētu nodēvēt par pārtiesi viedu. Faktiski “viedo enerģijas sistēmu” (*smart energy systems*) un “viedās dabasgāzes sadales” koncepti vēl joprojām nav pilnīgi precīzi definēti.

Pašlaik ES dabasgāzes sadales tīklos darbojas vai tiek plaši ieviesti tikai daži VDS elementi – tādi kā viedā dabasgāzes uzskaitē un AG ražotņu pieslēgumi dabasgāzes sadales sistēmai. Turklāt AG ražotņu integrācija dabasgāzes sistēmā gandrīz pilnībā attiecināma uz biometāna ražošanu un nodošanu dabasgāzes sadales tīklā, jo industriāla apjoma zaļā ūdeņraža ražošana ar tā nodošanu dabasgāzes sadales sistēmā ES dalībvalstīs vēl ir tālākas nākotnes jautājums.

Jēdzienu “viedās enerģijas sistēmas” enerģētikas profesionāļi plaši lieto dažādos kontekstos, un tas lielā mērā tika ieviests, lai definētu enerģētikas digitalizācijas un auto-

VDS uztverama kā neatņemama viedo enerģijas sistēmu koncepta sastāvdaļa, un galvenie ieguvumi no tās ieviešanas ES varētu būt šādi:

- SEG emisiju apjoma samazināšana,
- atkarības no dabasgāzes importa samazināšana un energoapgādes drošības paaugstināšana,
- AG (biometāns, ūdeņradis, sintētiskās gāzes u. c.) īpatsvara palielināšana kopējā enerģijas bilancē,
- energoefektivitātes uzlabošana, nodrošinot aktīvu enerģijas lietotāju līdzdalību gan enerģijas tirgus, gan arī enerģijas ražošanas procesos,
- efektīvāka energoresursu izmantošana, reāllaika režīmā izvēloties ekonomiskākos enerģijas piegādes risinājumus,
- optimāla esošo dabasgāzes tīklu, tehnoloģiju un iekārtu izmantošana,

- dabasgāzes un elektroenerģētikas un dabasgāzes un transporta sektoru sinerģijas veicināšana.

Tiesa, kā tika minēts iepriekš, pagaidām nedz ES dalībvalstīs, nedz citviet pasaulē nav izstrādāta un akceptēta vienota VDS definīcija, kas aptvertu visus tās iespējamus elementus. Tomēr trīs galvenie elementi, kas minēti būtībā visās VDS definējuma versijās, ir:

- inovatīvu digitālo tehnoloģiju ieviešana, gandrīz reāllaikā sniedzot informāciju par dabasgāzes pārvades sistēmas funkcionēšanu un dabasgāzes galapatēriņu,

- attālināta datu ieguve, uzkrāšana, arhivēšana un analīze, kas ļauj ātri pieņemt lēmumus gan gāzapgādes drošības garantēšanai, gan sistēmas vispārējās darbības efektivitātes paaugstināšanai,

- automatizētu, integrētu gāzapgādes procesu vadības un monitorinģa sistēmu izveide un ieviešana.

Paredzams, ka līdz ar plašāku VDS ieviešanu dabasgāzes sadales sistēmas operatoru ikdienas darbā arvien vairāk ienāks viedie sensori, kontrolieri un tehnoloģijas, kas integrētas dabasgāzes tīklu elementos (vārsti, regulatori, gāzes mērīšanas punkti, viedās uzskaites mēraparāti u. c.). Turklāt dati no atsevišķiem viedās sistēmas elementiem, kas uzkrāti un analizēti mākonī ar SCADA starpniecību, ļaus neka vējoties reaģēt uz sistēmas stabilitāti un netraucētu darbību apdraudošiem faktoriem. Tas nozīmē, ka VDS nevajadzētu vērtēt kā kaut ko atrautu un tālu no citu enerģētikas sektora segmentu un tautsaimniecības nozaru topošās digitālās informatīvās vides, jo atsevišķi viedās gāzapgādes elementi, piemēram, sensori vai kontrolieri, bez integrācijas vienotā datu apstrādes platformā nevarēs sniegt to praktisko atdevi, ko no tiem būs pamats gaidīt.

Tomēr centralizēta gāzapgādes sadales sistēmu ekspluatācijas, apkopes un monitoringa informācijas apkopošana, apstrāde un arhivēšana teorētiski var izraisīt zināmus sistēmas pārvaldības integritātes riskus. Šie potenciālie riski nosacīti var tikt iedalīti četrās kategorijās, kas attiecināmas uz: viedajiem gāzesvadiem un mobilajām tehnoloģijām, vadības automatizāciju, sistēmas datu reģistrēšanu un uzkrāšanu, kā arī šo datu apstrādi un analīzi.

Tas nozīmē, ka VDS ieviešanai būs nepieciešama visaptveroša plānošana, ietverot gan gāzesvadu drošības, optimālas risku un aktīvu pārvaldības, gan arī efektīvas klientu komunikācijas un datu apmaiņas faktorus. Tomēr papildus šiem faktoriem būtu izceļams vēl viens, kas, visticamāk, tikpat lielā mērā ietekmēs VDS izveidi un attīstību ES da-

VDS potenciālie pārvaldības integritātes riski

Kategorija	Potenciālo risku avoti
Viedie gāzesvadi un mobilās tehnoloģijas	<p>Iebūvēti sensori, in-line roboti – cauruļvadu pārbaudes mērierīces un ultraskaņas pārbaudes ierīces, kas savienotas ar SCADA</p> <p>Attālināta dabasgāzes noplūdes noteikšana, izmantojot automašīnu vai citas mobilās tehnoloģijas, piemēram, bezpilota lidaparātus</p> <p>Viedie dabasgāzes skaitītāji ar paplašinātu funkcionalitāti un savienojamību ar citiem pārvades tīkliem</p> <p>Mobilās ierīces ar mākoņa informācijas apmaiņas un glabāšanas funkcijām</p>
Vadības automatizācija	<p>Tālvadības vārsti un automatizēti slēgvārsti, kas savienoti ar SCADA</p> <p>Pārmērīgas plūsmas vārsti un tālvadības slēdži (atvienotāji), kas integrēti viedajos dabasgāzes skaitītājos</p> <p>Dabasgāzes sadales sistēmas vizualizācija dabasgāzes operāciju vadības centrā</p>
Sistēmas datu reģistrēšana	<p>Uzņēmumu sistēmu integrācija, ieskaitot ģeogrāfiskās informācijas sistēmas (ĢIS) un uzņēmuma aktīvu pārvaldību utt.</p> <p>Datu un informācijas pārvaldība, ieskaitot automātisku validāciju, lai nodrošinātu nepārtrauktu informācijas kvalitāti</p>
Sistēmas datu apstrāde un analīze	<p>Vides informācijas avotu (piemēram, laikapstākļi, augsne, seismiskie apstākļi, satiksme utt.) monitorings</p> <p>Rīki dinamiskai riska modelēšanai un darba prioritāšu noteikšanai, pamatojoties uz draudu varbūtību un sekām</p> <p>Datu arhivēšana, droša glabāšana un analīze pēc pieprasījuma</p>

lībvalstīs, – informācijas privātums (*information privacy, data privacy*). Personas datu aizsardzības prasības ES dalībvalstīs izriet no Eiropas Parlamenta un Padomes 2016. gada 27. aprīļa Regulas (ES) 2016/679 par fizisku personu aizsardzību attiecībā uz personas datu apstrādi un šādu datu brīvu apriti, un ar to tiek atcelta Direktīva 95/46/EK¹, kuras prasības Latvijas likumdošanā atspoguļotas Fizisko personu datu apstrādes likumā².

Šajos dokumentos cita starpā paredzēts, ka sadales sistēmas operatoram (SSO) kā datu pārziniņam vai apstrādātājam ir jāgarantē viedās energoresursu uzskaites sistēmas un enerģijas lietotāju datu drošība. ES energoresursu uzskaites sistēmas un enerģijas lietotāju datu aizsardzības stratēģija ir balstīta uz pieņēmumu, ka SSO izmantotajam sakaru tīklam jābūt autonomam, lai nodrošinātu maksimālu sistēmas un enerģijas lietotāju datu drošību. Bet tad, ja sakaru tīklus vienlaicīgi izmanto vairāki pakalpojumu sniedzēji, ir nepieciešams garantēt, ka datu aprites drošības nosacījumi tiek pilnībā ievēroti un sistēma spēj apstrādāt arvien pieaugošu datu apjomu.

1 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/?uri=CELEX%3A32016R0679>

2 <https://likumi.lv/ta/id/300099-fizisko-personu-datu-apstrades-likums>



Ne tikai viedā dabasgāzes uzskaitē, bet arī ikdienas reāllaika dabasgāzes patēriņa uzraudzība ir viena no VDS nodrošinātajām funkcijām. Attēlā: dabasgāzes un ūdens resursu izmantošanas reāllaika monitoringa sistēma (Lielbritānija)

Viedā dabasgāzes uzskaitē un tās loma VDS

Viedā dabasgāzes uzskaitē ir viens no svarīgākajiem VDS elementiem, jo tā nodrošina nepārtrauktu gandrīz reāllaika divvirzienu datu komunikāciju starp SSO un enerģijas lietotājiem bez cilvēka iejaukšanās³. Tas nozīmē, ka nav nepieciešams sūtīt speciālistus, lai nolāsītu dabasgāzes skaitītāju rādījumus klientu dzīvesvietās vai uzņēmumos, līdz ar to ievērojami var samazināt sistēmas pārvaldības izdevumus. Viedā dabasgāzes skaitītāja datu nolāsīšana var tikt realizēta ar bezvadu komunikācijas sistēmu starpniecību vai arī izmantojot fiksētus savienojumus. Bezvadu sakari ietver mobilo datu apmaiņu, Wi-Fi un citus nelielas jaudas bezvadu tīklus.

Šobrīd vairāk nekā 45% dabasgāzes un 85% elektroenerģijas lietotāju ES izmanto viedās elektroenerģijas un dabasgāzes uzskaites ierīces savās māsaimniecībās un uzņēmumos. Lielākajā daļā ES dalībvalstu pilnīga tradicionālo elektroenerģijas skaitītāju nomaina pret viedajiem jau ir noslēgusies vai tiks noslēgta apmēram triju gadu laikā, taču visaptveroša viedās dabasgāzes uzskaites izmantošana visos patēriņa sektora segmentos ir paredzēta tikai septiņās valstīs, tostarp Itālijā un Somijā. Eiropā ārpus ES pilnīga dabasgāzes uzskaites viedizācija ir plānota arī Lielbritānijā, kur līdz 2020. gada beigām, realizējot līdz šim plašāko enerģijas uzskaites viedizācijas programmu, bija plānots uzstādīt 53 miljonus viedo elektroenerģijas un dabasgāzes skaitītāju. To integrācijai informācijas apmaiņas tīklā tika izmantoti 30 miljoni bezvadu sakaru mezglu.

Viedie skaitītāji ļauj precīzāk sekot energoresursu patēriņam un tādējādi uzlabot arī visas enerģijas sistēmas izmantošanas efektivitāti. Ja tie – tajā skaitā dabasgāzes nozarē – netiks plaši ieviesti ES dalībvalstīs pārredzamā nākotnē, enerģijas

pāreja un SEG samazināšana būs dārgāka, bet AG ražošana un nodošana dabasgāzes tīklā – mazāk pārredzama. Turklāt nākotnē, ieviešot vēl citus VDS elementus dabasgāzes SSO saimniecībā, sagaidāms, ka viedās uzskaites un datu apstrādes, arhivēšanas un glabāšanas izmaksas varētu samazināties vidēji par 7% gadā.

Tā kā ES pagaidām nav vienotu prasību viedās dabasgāzes uzskaites tehniskā aprīkojuma un programmatūras izvēles jomā, radusies situācija, ka dalībvalstīs izmanto dažādas datu nolāsīšanas un apmaiņas platformas. Nav arī noteiktas prasības viedo skaitītāju ārējai barošanai objektos ar lielu dabasgāzes patēriņu, kur vairākas reizes dienā ir jānolasa un jāpārraidā liels datu daudzums. Zināmā mērā šie faktori varētu kavēt VDS ieviešanu apvienotajā Eiropā.

Viedā dabasgāzes uzskaitē atbilst ātras un precīzas dabasgāzes patēriņa datu apkopošanas, analīzes un arhivēšanas prasībām, kā arī nodrošina SSO iespēju efektīvāk novērtēt un plānot

dabasgāzes apgādes sistēmas attīstību arī Baltijā un Latvijā. Latvijas dabasgāzes sadales sistēmā automātiski tiek apstrādāti aptuveni 85% no visiem patēriņa datiem. Datu pārraide tiek veikta, izmantojot GSM sakaru sistēmu, datu pārraides ierīcē ievietojot SIM karti. Ir uzstādīti apmēram 3100 spiediena un temperatūras korektori, no kuriem 510 ir aprīkoti ar telemetriju. Pēc tehniskajiem un funkcionālajiem parametriem vienotas prasības dabasgāzes viedajiem skaitītājiem Latvijā vēl nav noteiktas. Tomēr Energoefektivitātes likuma (EEL) 16. panta ceturrtā daļa ļauj sistēmas operatoram, ņemot vērā enerģijas patērētāju vajadzības un iespējamus ieguvumus, noteikt viedā komerciālās uzskaites mērāparāta minimālās funkcijas, tostarp iespēju iegūt informāciju par faktisko enerģijas patēriņu noteiktā laika periodā. EEL arī nosaka, ka sistēmas operatoram, uzstādot viedo komerciālās uzskaites ierīci, enerģijas patērētājiem jāsniedz informācija par skaitītāju pārvaldības un enerģijas patēriņa uzraudzības iespējām.

Viedās uzskaites nozīmi šodienas gāzapgādes sistēmu optimālā darbībā un nākotnes VDS pastiprina arī tā dēvēto sliktu datu noteikšanas un klasificēšanas nepieciešamība. Uz šiem datiem var norādīt vairāki faktori: netipiskas informācijas plūsmas, ko izraisa neplānoti sistēmas darbības traucējumi vai īslaicīgi pārtraukumi, nekorekta datu apkopošanas, apstrādes un arhivēšanas algoritmu izpilde utt. Tā kā sistēmā nonāk arvien vairāk informācijas no dažādiem izcelsmes avotiem, proporcionāli palielinās arī datu apstrādes kļūdu rašanās iespējas, ar kurām nākotnē vieglāk būs cīnīties tieši VDS tipa automatizētajā sistēmā. **E&P**

Šo pētījumu finansē Latvijas Republikas Ekonomikas ministrija, projekts "Latvijas dabasgāzes infrastruktūras attīstības tendences, izaicinājumi un risinājumi (LAGAS)", Nr. VPP-EM-INFRA-2018/1-0003.

³ <https://content.sciendo.com/view/journals/lpts/57/6/article-p23.xml>