



**LATVIJAS**

**LEK**

**ENERGOSTANDARTS**

**084**

Otrais izdevums  
2020

## **HIDROAGREGĀTU TEHNISKĀS PRASĪBAS**

© AS "Latvenergo" teksts, 2020

© LEEA Standartizācijas centrs "Latvijas Elektrotehnikas komiteja" noformējums, makets, 2020

Šī energostandarta un tā daļu pavairošana un izplatīšana jebkurā formā vai jebkādiem līdzekļiem bez Standartizācijas centra "Latvijas Elektrotehnikas komiteja" un AS "Latvenergo" rakstiskas atļaujas ir aizliegta.

Latvijas Elektrotehnikas komiteja  
Šmerļa iela 1, Rīgā, LV-1006  
[www.lekenergo.lv](http://www.lekenergo.lv)

Reģistrācijas Nr. 223  
Datums: 17.08.2020.  
LEK 084  
LATVIJAS ENERGOSTANDARTS

**Anotācija**

Energostandarts attiecināms uz Latvijas Republikā no jauna izbūvējamiem vai pārbūvējamiem hidroagregātiem ar jaudu virs 0.5 MW.

Energostandarts nosaka galvenās tehniskās un konstruktīvās prasības jaunu hidroagregātu projektēšanai, esošu hidroagregātu pārbūvei, kā arī pārbaudes prasības jauniem un pārbūvētiem hidroagregātiem. Noteiktas pamatprasības hidroagregāta vadībai, aizsardzībai, mērīšanai un signalizācijai.

Energostandarts izstrādāts, balstoties uz Latvijas standartiem un energouzņēmumu darba pieredzi.

Energostandarts apstiprināts Latvijas Elektrotehnikas komitejā.

[www.lekenergo.lv](http://www.lekenergo.lv)

**Satura rādītājs**

1. Vispārīgie nosacījumi	5
1.1. Normatīvās atsauces	5
1.2. Energostandartā lietotie saīsinājumi	5
1.3. Termini	6
2. Hidroagregātu konstruktīvās prasības	7
2.1. Vispārīgās prasības	7
2.2. Darba rats	8
2.3. Vadaparāts	8
2.4. Turbīnas gultnis	9
2.5. Turbīnas vāks un palīgmehānismi	10
2.6. Regulēšanas sistēma	11
3. Hidroģenerators konstruktīvās prasības	13
3.1. Vispārīgās prasības	13
3.2. Stators un statora korpuss, un pamati	15
3.3. Ģenerators dzesēšanas un ventilācijas sistēma	16
3.4. Ģenerators rotors	17
3.5. Slīdgredzeni un suku aparāts	17
3.6. Pēdas gultnis un ģenerators vadgultnis	18
4. Vadība, aizsardzības, mērīšana, signalizācija	19
5. Hidroagregāta pārbaudes	23
6. Turbīneļļas	25

## 1. Vispārīgie nosacījumi

### 1.1. Normatīvās atsauces

Energostandarta sagatavošanā izmantotas izstrādes brīdī aktuālās normatīvo aktu un Latvijas standartu prasības. Energostandartā norādītas atsauces uz Latvijas Republikas normatīvajiem aktiem, Latvijas standartiem un Latvijas Elektrotehnikas komitejas energostandartiem.

Valsts normatīvo dokumentu prasības izpildāmas neatkarīgi no tā, vai energostandartā ir atsauce uz normatīvo dokumentu, vai tās nav.

Datētām norādēm piemērojams tikai norādītais izdevums. Nematētām norādēm piemērojams norādes dokumenta pēdējais izdevums (ieskaitot visus labojumus).

Energostandarta izstrādē izmantoti šādi normatīvie dokumenti, uz kuriem sniegtas atsauces:

#### **Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisijas padomes lēmums**

**Nr.1/4 "Tīkla kodekss elektroenerģijas nozarē"**, izdoti 26.06.2013.

#### **Latvijas standarti**

**LVS EN IEC 60193** "Hidrauliskās turbīnas, akumulējošie hidroagregāti un sūkņu turbīnas. Modeļa pieņemšanas testi (IEC 60193:2019)";

**LVS EN 60609** "Hidrauliskās turbīnas, akumulējošie sūkņi un turbīnsūkņi - kavitatīvās erozijas izvērtēšana" sērijas standarti.

#### **Citvalstu standarti**

**ISO 3448** "Industrial liquid lubricants — ISO viscosity classification";

**ISO 4406** "Hydraulic fluid power — Fluids — Method for coding the level of contamination by solid particles".

### 1.2. Energostandartā lietotie saīsinājumi

**AB** – augšbjefs;

**DR** – darba rats;

**ESI** – eļļas spiedieniekārta;

**HA** – hidroagregāts;

**HES** – hidroelektrostacija;

**HG** – hidroģenerators;

**LB** – lejasbjefs;

**PSO** – pārvades sistēmas operators;

**RA** – relejaizsardzība;

**RAA** – relejaizsardzība un automātika;

**SG** – sinhronais ģenerators;

**SK** – sinhronais kompensators;

**VA** – vadaparāts.

### **1.3. Termini**

#### **1.3.1.**

##### **frekvences primārā regulēšana**

hidroagregāta jaudas automātiskas izmaiņas, ko izsauc frekvences novirzes no nominālās vērtības.

#### **1.3.2.**

##### **frekvences sekundārā regulēšana**

hidroagregāta jaudas automātiska izmaiņa ārējās komandas iedarbes rezultātā.

#### **1.3.3.**

##### **Frensis turbīna**

reaktīvā hidroturbīna ar cieši nostiprinātām darba rata lāpstām, kas paredzēta augstam, vidējam vai zēmam kritumam un vidējam ūdens patēriņam.

#### **1.3.4.**

##### **garenbojājums**

bojājums, kurā trīs fāžu pilnās pretestības savā starpā nav vienādas un kuru parasti izraisa vienas vai divu fāžu pārrāvums.

#### **1.3.5.**

##### **hidroagregāts**

ģeneratoragregāts, kas sastāv no hidroturbīnas un ģeneratora.

#### **1.3.6.**

##### **hidroelektrostacija**

elektrostacija, kas pārveido ūdens mehānisko enerģiju elektroenerģijā.

#### **1.3.7.**

##### **hidroģenerators**

elektriskais ģenerators, kas paredzēts darbam tiešā savienojumā ar hidroturbīnu.

#### **1.3.8.**

##### **hidroturbīna**

turbīna, kas darbināma ar ūdeni.

#### **1.3.9.**

##### **izskrējiens**

process pēc ģeneratora elektriskās slodzes nomešanas ar tam sekojošu hidroagregāta apgriezīnu skaita pieaugumu līdz nostabilizētai vērtībai.

#### **1.3.10.**

##### **joņošana**

hidroagregāta darbība avārijas apstākļos ar nekontrolētu apgriezīgu skaita pieaugumu ārpus pieļaujamo apgriezīgu diapazona līdz maksimāli iespējamai vērtībai.

#### **1.3.11.**

##### **Kaplāna turbīna**

aksiāla reaktīvā hidroturbīna, kas aprīkota ar regulējamām lāpstām, un paredzēta zemam kritumam un lielam ūdens patēriņam.

#### **1.3.12.**

##### **pēdas gultnis**

gan vertikālas, gan horizontālas konstrukcijas hidroagregāta gultnis, kas uzņem ūdens radīto slodzi uz darba rata lāpstām un hidroagregāta rotējošās daļas svaru.

#### **1.3.13.**

##### **slodzes nomešana**

ģeneratora pēkšņa atslogošana, pārtraucot tā elektrisko ķēdi ar jaudas slēdzi.

#### **1.3.14.**

##### **vadaparāts**

turbīnas mezgls, kas nodrošina ūdens ieplūdes regulēšanu turbīnā.

#### **1.3.15.**

##### **vadības iekārtas**

iekārtu kopums, kas paredzēts hidroagregāta vadībai, aizsardzībai, regulēšanai, signalizācijai un parametru mērīšanai.

## **2. Hidroagregātu konstruktīvās prasības**

### **2.1. Vispārīgās prasības**

**2.1.1.** Hidroagregātiem un to konstrukcijām jābūt izgatavotiem no materiāliem, kas nesatur azbestu.

**2.1.2.** HA jābūt spējīgam darboties šādos HES izmantošanas režīmos:

**2.1.2.1.** slodzes maksimumu režīmos ar maksimāli iespējamu elektroenerģijas izstrādi pie ūdenskrātuves līmeņa diennakts/nedēļas regulēšanas;

**2.1.2.2.** slodzes bāzes režīmā ar maksimālu lietderības koeficientu;

**2.1.2.3.** vairākkārtēja ikdienas HA palaišanas un apturēšanas ar noteiktu minimālo ciklu skaitu gadā;

**2.1.2.4.** stabila darbība izolētā elektrotīklā;

**2.1.2.5.** darbība SK režīmā, ja tāds režīms paredzēts konkrētajā HES.

**2.1.3.** HA jābūt automātiskai un/vai manuālai vietējai vadībai, kas nodrošina HA palaišanas, apturēšanas, režīmu maiņas un regulēšanas funkcijas.

HES ar kopējo jaudu, lielāku par 10 MW, papildus vietējai vadībai jābūt televadībai – vadībai no struktūrvienības, kas atbild par elektrostaciju ražošanas režīmu plānošanu un darbības monitoringu.

**2.1.4.** HA un to mezgliem jānosaka sekojoši hidrotehniskie parametri:

**2.1.3.1.** Ūdenskrātuves AB līmenis:

- augstākais (maksimālais) uzstādinājuma līmenis (AŪL);
- zemākais uzstādinājuma līmenis (ZŪL);
- normālais uzstādinājuma līmenis (NŪL);
- zemākais līmenis pirms ledus iešanas vai izlietojot avārijas rezervi.

**2.1.3.2.** LB līmenis:

- iespējamo maksimālo pavasara palu un rudens plūdu līmenis;
- līmenis, strādājot visiem HES hidroagregātiem ar nominālo jaudu;
- zemākais iespējamais līmenis;
- maksimālais sūkšanas augstums;
- LB līmenis atkarībā no caurplūdes.

**2.1.5.** Spirālkamerā un sūccaurulē jābūt lūkām darbinieku iekļūšanai, kurās ir uzstādīti ventiļi ūdens neesamības pārbaudei.

**2.1.6.** Spiediena noteikšanai spirālkamerā un starp VA un DR jābūt uzstādītam manometram, bet sūccaurules spiediena-vakuuma noteikšanai jābūt uzstādītam manovakuummetram. Frensisa turbīnai jābūt spiediens starp turbīnas vāku un DR.

**2.1.7.** HA jābūt aprīkotam ar ūdens caurplūdes mērīšanas sistēmu. Mērīšana var tikt veikta ar netiešo mērīšanas metodi (piemēram, *Winter-Kennedy* metodi).

**2.1.8.** Spirālkameras un sūccaurules atsūkņēšanas cauruļvados jābūt uzstādītam sanešu aizturrežģim.

## **2.2. Darba rats**

**2.2.1.** DR un turbīnas galveno mezglu ieteicamais kalpošanas laiks ir 40 gadi.

**2.2.2.** Kavītācijas erozijas rezultātā DR un DR kameras metāla iznesei jāatbilst standarta LVS EN 60609 prasībām.

**2.2.3.** Frensisa turbīnu labirintu blīvējumu konstrukcijai jābūt tādai, lai būtu iespējams izmērīt spraugas montāžas un remonta laikā. Labirintu blīvējumu gredzeniem jābūt izgatavotiem no nerūsējošā tērauda vai cita, pret koroziju un kavītāciju noturīga materiāla.

**2.2.4.** DR ģeometrisko parametru novirzēm jāatbilst standarta LVS EN IEC 60193 vērtībām.

**2.2.5.** Zem DR jābūt paredzētai vietai sastatņu nostiprināšanai un montāžai.

**2.2.6.** Kaplāna turbīnu DR lāpstu blīvējumiem jābūt hermētiskiem, un eļļas noplūde nav pieļaujama.

**2.2.7.** Kaplāna turbīnu visām DR lāpstām jābūt pagrieziena leņķa atzīmju skalām.

**2.2.8.** Visām DR lāpstām jābūt ražotāja numurētām.

**2.2.9.** Ja HES uzstādītas Kaplāna hidroturbīnas, kur konstrukcija paredz eļļas esamību DR, tad jāparedz eļļas noliešana un iepildīšana DR bez eļļas noplūdes vidē.

### **2.3. Vadaparāts**

**2.3.1.** Lāpstiņu ekscentritātei jābūt tādai, kas nodrošina VA pašaizvēršanos gadījumos, kad kritiski pazeminās vai pazūd eļļas spiediens regulēšanas sistēmā, vai gadījumā, kad kāda atsevišķa lāpstiņa kļūst neregulējama.

**2.3.2.** VA jābūt aprīkotam ar signalizāciju par sprostapu nogriešanu.

**2.3.3.** VA jābūt aprīkotam ar milimetros graduētu mērījumu skalu (atvēruma nolasīšanai 0-100 % diapazonā) faktiskā atvēruma nolasīšanai un atvēruma devēju kalibrēšanai.

**2.3.4.** VA starplāpstu spriegojuma regulējumam jānodrošina iespēja ievietot sprūdu regulējošā gredzenā pēc HA avārijas apturēšanas no pazemināta ESI spiediena.

**2.3.5.** Jānodrošina lāpstiņu blīvējumi, lai pie aizvērta VA ūdens filtrācijas caurplūde nebūtu lielāka par 0,2 % no aprēķinātās VA kopējās caurplūdes.

**2.3.6.** HA vadības sistēmā jābūt VA sprūda stāvokļa indikācijai.

**2.3.7.** VA servomotoriem atvēršanas un aizvēršanas cauruļvadiem jābūt aprīkoti ar spiediena kontroles manometriem.

**2.3.8.** VA lāpstiņu rēdžu gultņiem jābūt ar pretberzes pārklājumu vai cita atbilstoša materiāla bez papildus eļļošanas, un lāpstiņu gultņiem jābūt blīvslēgiem.

**2.3.9.** VA regulēšanas gredzenam jābūt vertikāliem ierobežotājiem, lai novērstu patvaļīgu pacelšanos.

**2.3.10.** Ja regulēšanas gredzena gultņiem ir šķidrā eļļošana, tad tie jāaizsargā no ūdens iekļūšanas.

**2.3.11.** VA lāpstiņām jābūt numurētām.

**2.3.12.** Servomotoru kustīgo daļu blīvējumiem jābūt drenāžas caurulītēm, kuras savienotas ar eļļas sateču tvertni. Ja konstrukcija neparedz eļļas noplūdes, tad šāda sistēma nav nepieciešama.

**2.3.13.** VA konstrukcijai jāatbilst šādām prasībām:

**2.3.13.1.** visos turbīnas ekspluatācijas režīmos ūdens notecei gar lāpstiņu virsmām jānotiek vienmērīgi, bez pulsācijām un virpuļiem;

**2.3.13.2.** maksimālajam VA atvērjumam jānodrošina turbīnas caurplūde ar 5 % rezervi attiecībā pret nominālo.

**2.3.14.** DR lāpstu un VA lāpstiņu formām jābūt tādām, lai gadījumā, kad HA atslēdzas no elektrotīkla vai elektrotīklā pazūd slodze un ir bojājums turbīnas apgriezienu/jaudas regulatorā, HA rotējošās daļas apgriezienu skaits nedrīkst pārsniegt nominālo apgriezienu skaitu:

**2.3.14.1.** Frensis turbīnai par 170-200 %;



- 2.3.14.2.** Kaplāna turbīnai ar darbā esošu kombinatora saiti par 200-220 %;
- 2.3.14.3.** Kaplāna turbīnai kombinatora saites bojājuma gadījumā par 240-250 %.

## **2.4. Turbīnas gultnis**

**2.4.1.** Gultņiem, kuru eļļošana konstruktīvi paredzēta ar ūdeni, jābūt aprīkoti ar ūdens caurplūdes mērītāju, rezervētu filtrēšanas un piespiedu plūsmas uzturēšanas sistēmu.

**2.4.2.** Rezerves eļļošanas sistēmai jāieslēdzas automātiski, ja samazinās ūdens plūsmas galvenajā eļļošanas sistēmā.

**2.4.3.** Jāparedz HA piespiedu plūsmas uzturēšanas sūkņa vai sūkņu (darba un rezerves) automātiska ieslēgšanās pie HA palaišanas un apturēšanas. Jānosaka minimāli pieļaujamā ūdens caurplūde gultnī, zem kuras jāieslēdzas piespiedu plūsmas uzturēšanas sūkņim vai sūkņiem.

**2.4.4.** HA jābūt aprīkotam ar aizsardzību, kura iedarbojas uz HA apturēšanu pie nepietiekamas ūdens caurplūdes turbīnas gultnī.

**2.4.5.** Jānodrošina spiediena kontrole pirms un pēc eļļošanas ūdens attīrīšanas filtra.

**2.4.6.** Papildus plūsmas mērīšanai jānodrošina spiediena kontrole turbīnas gultnim.

**2.4.7.** Ar eļļu pildītiem gultņiem jānodrošina:

**2.4.7.1.** gultņa segmentu un eļļas temperatūras kontrole;

**2.4.7.2.** līmeņa kontrole.

*Piezīme:* Jānosaka maksimāli pieļaujamās temperatūras un līmeņa robežvērtības, ārpus kurām HA aizliegts darbināt.

**2.4.8.** Gultņiem ar piespiedeeļļošanu jānodrošina eļļas spiediena kontrole.

**2.4.9.** Turbīnas gultnim ar ūdens eļļošanu vārpstas gultņa joslai jābūt no nerūsējošā tērauda pārklājuma.

**2.4.10.** Vietās, kur tiek mērīts pārvietojums, vārpstas virsmai jābūt novirpotai (nedrīkst būt ovāla vai konusveida forma), gludai ar atbilstošu virsmas raupjumu un aizsargātai pret koroziju.

## **2.5. Turbīnas vāks un palīgmehānismi**

**2.5.1.** Turbīnas vāks un tā mezgli jāprojektē, jāizgatavo un/vai jāatjauno tā, lai pilnībā nodrošinātu to savstarpējo saderību un tie ilgstoši spētu izturēt un nodrošināt HA paredzētos darba režīmus, un saglabātu nemainīgas atstarpes starp DR un DR kameru.

**2.5.2.** Uz turbīnas vāka jābūt uzstādītiem vismaz diviem ūdens atsūkņēšanas mehānismiem – ežektors un sūknis vai divi sūkņi. Sūkņi jāparedz ar automātisko un manuālo vadību. Uz turbīnas vāka jāparedz tehnisks risinājums, kas nodrošina eļļas lokalizēšanu (eļļas noplūžu gadījumā) un nepieļauj tās nokļūšanu apkārtējā vidē.

**2.5.3.** Regulēšanas sistēmai jāuzstāda eļļas tvertne ar sūkni sateču savākšanai no servomotoriem. Sūkņa vadībai jābūt manuālai un automātiskai. Jābūt signalizācijai par paaugstinātu eļļas līmeni sateču tvertnē.

**2.5.4.** HA tehniskā ūdens ņemšanas sistēmai jābūt aizsargātai pret aizsalšanu un aizsērēšanu ar gružiem un vižņiem.

**2.5.5.** HA visas detaļas un mezgli, izņemot nerūsējošā tērauda virsmas, ir jāapstrādā ar pretkorozijas aizsardzību. Pretkorozijas pārklājumam jānodrošina noturība vismaz 15 gadus.

**2.5.6.** Uz turbīnas vāka jāparedz lūka nokļūšanai uz DR tā apsekošanai un/vai remontam. Uz turbīnas vāka jāparedz iespēja uzstādīt vakuuma likvidēšanas vārstus un, ja nepieciešams, tos var papildināt ar aksiālajiem gaisa ieplūdes vārstiem.

## **2.6. Regulēšanas sistēma**

**2.6.1.** Hidroturbīnas regulēšanas sistēmai jā sastāv no:

**2.6.1.1.** turbīnas apgriezienu/jaudas regulatora;

**2.6.1.2.** ESI;

**2.6.1.3.** automātiskās vadības aprīkojuma (sprūdu stāvoklis, turbīnas vāka drenāža, nogriežamo sprostapu kontrole u.c.);

**2.6.1.4.** VA avārijas aizvēršanas sistēmas.

**2.6.2.** Turbīnas apgriezienu/jaudas regulatoram jāparedz manuāla un automātiska VA atvēruma un DR lāpstu (Kaplāna turbīnām) pagrieziena leņķa regulēšana.

**2.6.3.** Manuālai regulēšanai jānodrošina VA lāpstiņu un DR lāpstu laidena atvēršana un aizvēršana visā regulēšanas diapazonā, kā arī pakāpjveidīga VA atvēršana un aizvēršana.

**2.6.4.** Automātiskā regulēšanas sistēma jāaprīko ar avārijas apturēšanas plūsmdali, kas neatkarīgi no turbīnas apgriezienu/jaudas regulatora darbības padod eļļas spiedienu servomotoriem VA aizvēršanai un DR atvēršanai (Kaplāna turbīnām), nodrošinot HA apturēšanu turbīnas apgriezienu/jaudas regulatora bojājuma gadījumā.

**2.6.5.** Turbīnas apgriezienu/jaudas regulatoram jānodrošina šādi automātiskie vadības režīmi:

**2.6.5.1.** VA atvēruma regulēšana;

**2.6.5.2.** frekvences regulēšana (izolētas slodzes/salas režīmā);

**2.6.5.3.** aktīvās jaudas regulēšana.

**2.6.6.** HA ar jaudu 5 MW un lielāku, turbīnas apgriezienu/jaudas regulatoram jānodrošina:

**2.6.6.1.** HA apgriezienu regulēšana tukšgaitā  $\pm 10 \%$ ;

**2.6.6.2.** frekvences primārā un sekundārā regulēšana atbilstoši spēkā esošā normatīvā akta "Tīkla kodekss elektroenerģijas nozarē" prasībām.

**2.6.6.3.** iespējas vadīt turbīnu, tās darba režīmus un mainīt parametrus no HES kopējās vadības sistēmas.

**2.6.7.** Turbīnas apgriezienu/jaudas regulatora mehāniskajai daļai jābūt izveidotai un ieregulētai tā, lai regulēšanas sistēmas vadības signāla zaudēšanas gadījumā HA vadaparāts vērtos ciet.

**2.6.8.** Turbīnas apgriezienu/jaudas regulatoram jānodrošina šādu parametru mērījumi:

**2.6.8.1.** HA apgriezieni/frekvence;

**2.6.8.2.** VA atvērums;

**2.6.8.3.** VA atvēruma ierobežotāja pozīcija (turbīnas apgriezienu/jaudas regulatoriem ar mehānisku atvēruma ierobežotāju);

**2.6.8.4.** turbīnas DR lāpstu pagrieziena leņķis (Kaplāna turbīnām);

**2.6.8.5.** aktīvā jauda;

**2.6.9.** Turbīnu un to palīgiekārtu ražotājam un/vai piegādātājam par katru turbīnu jānodrošina šāda dokumentācija:

**2.6.9.1.** montāžas, atsevišķu mezglu un detaļu rasējumi, shēmas (elektriskās, mehāniskās, automātikas u.c.);

**2.6.9.2.** ūdens, eļļas un gaisa cauruļvadu shēmas;

**2.6.9.3.** regulēšanas sistēmas hidromehāniskā un elektriskā shēma;

**2.6.9.4.** turbīnas apgriezienu/jaudas regulatora un tā atsevišķu bloku elektriskās shēmas, mehāniskās un elektriskās daļas ieregulēšanas un ražotāja instrukcijas;

**2.6.9.5.** turbīnas palīgiekārtu elektriskās shēmas un rasējumi, mēraparatūras pievienojumu shēmas;

**2.6.9.6.** eļļas tilpumu saraksts atsevišķo mezglu tvertnēs un ietaisēs;

**2.6.9.7.** regulēšanas garantijas aprēķins;

**2.6.9.8.** modeļa pārbaužu (izmēģinājumu) atskaite;

**2.6.9.9.** universālā raksturlīkne (Q-η darbības līkne);

**2.6.9.10.** ekspluatācijas, jaudas un darba raksturlīknes;

**2.6.9.11.** tukšgaitas un SG režīma caurplūdes raksturlīknes un to aprēķinus pie dažādiem kritumiem;

**2.6.9.12.** kombinatora saites parametri (Kaplāna turbīnām);

**2.6.9.13.** montāžas, ieregulēšanas un ražotāja instrukcijas;

**2.6.9.14.** montāžas un remonta palīgierīču saraksti, rasējumi un ražotāja instrukcijas;

**2.6.9.15.** aizsardzības un signalizācijas iekārtu, tehnoloģisko procesu vadības iekārtu saraksts un iestatījumi, shēmas;

**2.6.9.16.** detaļu, mezglu un ietaišu pilns piegādes saraksts.

### **3. Hidroģeneratora konstruktīvās prasības**

#### **3.1. Vispārīgās prasības**

##### **3.1.1. HG un tā mezgliem jāatbilst šādām prasībām:**

**3.1.1.1.** HG jāprojektē un jāizbūvē atbilstoši spēkā esošā normatīvā akta "Tīkla kodekss elektroenerģijas nozarē" noteiktajām prasībām;

**3.1.1.2.** jādarbojas SK režīmā, ja paredzēts;

**3.1.1.3.** jānodrošina nominālā jauda, strādājot ar nominālo jaudas koeficientu, ja vienlaicīgas sprieguma un frekvences novirzes no nominālvērtībām nepārsniedz šādus lielumus: spriegumam  $\pm 5\%$  un frekvencei  $\pm 2,5\%$ . Vienlaicīgi paaugstinoties spriegumam un pazeminoties frekvencei, noviržu absolūto vērtību summa nedrīkst pārsniegt  $6\%$ , ja ražotājs nav noteicis citas pieļaujamās sprieguma un frekvences noviržu vērtības;

**3.1.1.4.** HG ierosmes sistēmai jāspēj nodrošināt automātiska reaktīvās jaudas regulēšana atbilstoši ģeneratora P-Q diagrammai visos tā pieļaujamajos režīmos;

**3.1.1.5.** HG ierosmes sistēmai jānodrošina šādi automātiskie vadības režīmi: sprieguma regulēšana, reaktīvās jaudas regulēšana un jaudas koeficienta ( $\cos\phi$ ) regulēšana;

**3.1.1.6.** HG ierosmes sistēmai jābūt aprīkotai ar elektroenerģijas sistēmas stabilizatora funkciju aktīvās jaudas svārstību slāpēšanai;

**3.1.1.7.** HG bojājumu gadījumos jānodrošina automātiska atslēgšanās no elektrotīkla.

*Piezīme:* Projektējot ģeneratorus, papildus 3.1.1. punkta prasībām jāņem vērā mehāniskie spēki, slodzes, temperatūras, vibrācijas un citi ietekmējošie faktori.

**3.1.2.** HG konstrukcijai jābūt piemērotai montāžai, ekspluatācijai ar minimāliem resursiem, ērtai un drošai tehniskai apkalpošanai un remontu darbu veikšanai.

**3.1.3.** Ģeneratori un to mezgli jāprojektē, jāizgatavo un/vai jāatjauno tā, lai nodrošinātu to savstarpējo saderību un tie ilgstoši spētu izturēt un nodrošināt:

**3.1.3.1.** spēkus un griezes momentus, darbojoties ar projektēto slodzi un nomināliem apgriezieniem;

**3.1.3.2.** spēkus un griezes momentus projektētās slodzes nomešanas gadījumos, ievērojot HA izskrējiena ātruma ierobežojumus;

**3.1.3.3.** spēkus un griezes momentus, kas radušies jebkuru pārejas procesu gadījumos (īsslēgumi, zemesslēgumi, asinhronā gaita, nesinhrona ieslēgšana, u.tml.);

**3.1.3.4.** divu rotora polu tinuma vienlaicīga zemesslēguma gadījumā;

**3.1.3.5.** pieļaujamo vibrāciju līmeni;

**3.1.3.6.** strāvvadošo daļu atbilstošu izolācijas līmeni un tās noturību;

**3.1.3.7.** termisko slodžu radītie materiālu mehāniskie spriegumi ģeneratora stabila darba un mainīgas slodzes apstākļos nedrīkst pārsniegt pieļaujamos;

**3.1.3.8.** ģenerators slodzes neierobežotu izmaiņas ātrumu (to nosaka turbīnas slodzes izmaiņu ierobežojumi);

**3.1.3.9.** iespēja bez jebkādas ģenerators daļas demontāžas pacelt ģenerators rotoru (ar bremžu domkratiem);

**3.1.3.10.** pietiekama ģenerators vārpstas un gultņu stiprība, lai izturētu pieļaujamās vārpstas vibrācijas pie jebkuriem projektētajiem apgriezieniem, ieskaitot turbīnas joņošanas rotācijas ātrumu;

**3.1.3.11.** nav pieļaujama rotora pieskaršanās statoram;

**3.1.3.12.** visām skrūvēm, uzgriežņiem un tapām, kas atrodas uz rotora vai virs tā, jābūt mehāniski nodrošinātām pret patvaļīgu atskrūvēšanos un izkrišanu.

**3.1.4.** HG iekārtu piegādātājam jānodrošina dokumentācija par katru ģenerators:

**3.1.4.1.** HG montāžas, mezglu un detaļu rasējumi, shēmas;

**3.1.4.2.** ūdens, eļļas un gaisa cauruļvadu rasējumi, shēmas;

**3.1.4.3.** ugunsdzēsības sistēmas rasējumi, shēmas;

**3.1.4.4.** bremzēšanas sistēmas rasējumi, shēmas;

**3.1.4.5.** eļļas tilpumu saraksts ģenerators pēdas un vārpstas gultņos;

**3.1.4.6.** atsevišķu mezglu dzesēšanas ūdens patēriņa aprēķins;

**3.1.4.7.** elektroizolācijas materiālu un laku saraksts;

**3.1.4.8.** HG montāžas un elektrisko pārbaužu un mērījumu instrukcija;

**3.1.4.9.** ierosmes sistēmas rasējumi, ieregulēšanas instrukcija un iestatījumi;

**3.1.4.10.** RAA un signalizācijas iekārtu saraksts, shēmas un iestatījumi;

**3.1.4.11.** HA simulācijas modeli, atbilstoši ES regulu prasībām;

**3.1.4.12.** Detaļu (komponentu), atsevišķu mezglu un ietaišu pilns piegādes saraksts;

**3.1.4.13.** montāžas un remonta palīgierīču saraksts, rasējumi un ražotāja instrukcija.

## **3.2. Stators, statora korpuss un pamati**

**3.2.1.** Ņemot vērā ražotāju rekomendācijas, statora korpusiem un statora pamatiem jānosaka pieļaujamie deformācijas robežlielumi:

**3.2.1.1.** statora mehāniskajai noturībai pret iespējamiem magnētiskiem spēkiem starp statoru un rotoru, ieskaitot spēkus, kas var rasties rotora tinumā dubultā zemesslēguma gadījumā;

**3.2.1.2.** statora mehāniskajai izturībai, noturot gultņu atbalstus, ieskaitot spēkus un vibrācijas, kas rodas rotora joņošanas gadījumā;

**3.2.1.3.** statora termiskajai izturībai.

**3.2.2.** Statoram jābūt apaļai formai, un tas nedrīkst deformēties un kļūt ekscentrisks attiecībā pret rotoru jebkurā HG darba režīmā. Ražotājam jānosaka statora izmēri un to pieļaujamās izmēru robežas.

**3.2.3.** Statora korpusš jāaizsargā pret koroziju. Pretkorozijas pārklājumam jānodrošina noturība vismaz 15 gadus.

**3.2.4.** Statora serde jāizgatavo no atbilstošām elektrotehniskā tērauda loksņēm ar maziem īpatnējiem zudumiem. Loksņēm jānodrošina pietiekoša izolācija, kā arī mehāniskā un termiskā izturība. Statora izolācijai jānodrošina tā ekspluatācija vismaz 40 gadus.

**3.2.5.** Samontētās statora serdes rievu iekšējai virsmai jābūt gludai. Ražotājam jānosaka rievu platuma maksimāli pieļaujamās novirzes.

**3.2.6.** Serde jāsapresē (jāsavelk) ar pietiekama daudzuma caurejošām savilces skrūvēm un presējošām plāksnēm, kas izgatavotas no nemagnētiska materiāla.

**3.2.7.** No jauna izbūvējamiem ģeneratoriem statora tinuma sprieguma nominālā vērtība jāizvēlas atbilstoši pieejamajam ģeneratoru standarta spriegumu piedāvājumam, izvēloties pēc iespējas lielāko tehniski ekonomiski pamatoto nominālu.

**3.2.8.** HG ražotājam jānosaka statora tinuma izolācijai piemērojamie parametri (piemēram, klase).

**3.2.9.** Tinuma stieņu (spoļu) izolācija jāveido kā viendabīga un vienlaidus izolācijas sistēma. Jānosaka tinuma stieņu (spoļu) ģeometrisko izmēru pieļaujamās novirzes.

**3.2.10.** Ģeneratora pieļaujamā darba sprieguma diapazonā statora tinumam jābūt izturīgam pret koronizlādi.

**3.2.11.** Stieņu noblīvēšanai un spraugu aizpildīšanai rievās jāizmanto sprieguma klasei atbilstoši izolācijas materiāli.

**3.2.12.** Jāparedz tāds konstruktīvais risinājums statora tinuma nostiprināšanai, kas nepieļautu visu veidu kustības starp stieņiem un serdes rievām ģeneratora ekspluatācijas laikā.

**3.2.13.** Statora tinuma virsmai pēc pārklāšanas ar izolācijas laku jābūt līdzenai un gludai.

**3.2.14.** Pārbūvējamie ģeneratori ar statora tinuma nomaiņu un jauni ģeneratori:

**3.2.14.1.** ar nominālo spriegumu, lielāku par 3 kV un jaudu lielāku par 5 MW, jāaprīko ar stacionāro daļējo izlāžu mērīšanas sistēmu;

**3.2.14.2.** zem statora tinuma jāparedz elektriskie sildītāji, kuriem automātiski jāieslēdzas paaugstināta mitruma apstākļos ģeneratora kamerā pie apturēta ģeneratora.

**3.2.15.** Statora tinuma galvenie izvadi jāizvada no ģeneratora caur speciālas konstrukcijas izolācijas plāksni un jāpievieno ģeneratora kopnēm ar lokaniem savienojumiem.

**3.2.16.** Neitrāles izvadi un to aparatūra var būt novietota ģeneratora šahtā vai izvadīti no šahtas, paredzot drošības nožogojumus.

**3.2.17.** Ģeneratora neitrālei jābūt sazemētai, lai samazinātu zemesslēguma strāvas (piemēram, caur neitrāles zemēšanas transformatoru vai kompensācijas spoli vai caur pretestību).

**3.2.18.** Statora temperatūras pastāvīgai mērīšanai jāparedz temperatūras devēju uzstādīšana:

**3.2.18.1.** Serdes temperatūras mērīšanai vismaz 12 gab. Tie jāuzstāda serdes aizmugurējā daļā. Jānovieto aksiāli vienādos attālumos no serdes augšas un apakšas un radiāli vienādos attālumos no rievas apakšas un serdes aizmugures.

**3.2.19.** Tinumu temperatūras devēji vismaz 4 gab. katrā fāzē. Tie jāiebūvē starplikās starp rievā ievietotiem apakšējiem un augšējiem stieņiem vienādos attālumos no stieņu galiem. Temperatūras devējiem jābūt tādas konstrukcijas, kur iespējama devēju demontāža un nomaiņa bez statora izjaukšanas. Temperatūras devēju vadiem no devējiem līdz savienojumu kārbai, uz statora korpusa, jābūt ar atbilstošu termisko izturību. Vadu izejas (no serdes un tinumiem) un ieejas (savienojumu kārbā) daļa papildus jāaizsargā. Vadu vai kabeļu izolācijai no savienojumu kārbas līdz spaiļu kārbai jābūt ar atbilstošu termisko izturību (vismaz 80 °C).

### **3.3. Ģeneratora dzesēšanas un ventilācijas sistēma**

**3.3.1.** HG dzesēšanai jāparedz gaisa vai gaisa – ūdens dzesēšanas sistēmas ar atbilstošas konstrukcijas dzesētājiem, kuri uzstādīti uz statora korpusa.

**3.3.2.** Dzesēšanas sistēmas kopējai dzesēšanas jaudai jābūt pietiekošai, lai nodrošinātu efektīvu HG dzesēšanu vissliktākajos dzesēšanas apstākļos – pie augstākās apkārtējā gaisa temperatūras + 35 °C un dzesējošā ūdens temperatūras + 25 °C, HG strādājot ar nominālajiem parametriem.

**3.3.3.** HG automātiskās dzesēšanas sistēmas jāaprīko ar darbības efektivitātes kontroles sistēmu.

**3.3.4.** HG ventilācijas sistēmai jānodrošina minimāli ventilācijas zudumi.

**3.3.5.** Visiem rotējošajiem ventilācijas sistēmas elementiem jāiztur centrālās un gaisa plūsmas radītie spēki.

**3.3.6.** Ģeneratora automātiskās ugunsdzēsības sistēmai ir jāparedz HA ar jaudu virs 5 MW, kas nodrošina ātru un efektīvu ģeneratora ugunsgrēka dzēšanu.

**3.3.7.** Jāparedz iespēja, ugunsdzēsības sistēmu iedarbināt arī ar rokas vadību. Rokas vadībai jābūt no HA vadības paneļa un no ugunsdzēsības iekārtas vietējās vadības paneļa.

**3.3.8.** Ģeneratora ugunsdzēsības automātiskajai iedarbināšanai jāuzstāda siltuma detektori projektā paredzētajā skaitā. Ņemot vērā ģeneratora ģeometriskos izmērus, projektā jāparedz vismaz 8 siltuma detektori.

**3.3.9.** Ugunsdzēsības sistēmai automātiski jāieslēdzas, ja vienlaicīgi tiek saņemts signāls no vismaz 2 siltuma detektoriem dažādās iedarbības zonās un nostrādājusi ģeneratora diferenciālā aizsardzība.

### **3.4. Ģeneratora rotors**

**3.4.1.** Ģeneratora rotoram, kurš sastāv no rotora rumbas, spieķiem, rotora jūga un poliem, papildus 3.1.2.-3.1.3. punktiem, jāatbilst šādām prasībām:

**3.4.1.1.** pola augstums nedrīkst pārsniegt statora serdes augstumu;

**3.4.1.2.** jānodrošina viegla viena pola nomaiņa bez citu rotora, statora un/vai gultņu u.c. daļu demontāžas. Šim nolūkam jāparedz speciāli instrumenti un palīgierīces;

**3.4.1.3.** rotora jūgam jābūt cilindriskam. Jebkuru cēloņu izsuktās rotora jūga paliekošās radiālās deformācijas nedrīkst pārsniegt 1/10 000 no rotora ārējā diametra.

**3.4.1.4.** rotora bremžu diskam jābūt vienmērīgi gludam, ja bremžu disks sastāv no atsevišķiem segmentiem, tad visu segmentu bremzēšanas virsmām jāatrodas vienā plaknē.

**3.4.2.** Rotora polam jābūt kā vienam veselam, bez tukšumiem un spraugām starp jebkurām pola daļām. Jābūt iespējai demontēt polu spoles.

**3.4.3.** Rotora tinuma vijumu un korpusa konstrukcijas izolācijai jābūt viendabīgi sapresētai, pietiekami izturīgai, lai ekspluatācijas laikā nerastos plaisas un /vai nenotiktu izolācijas pretestības pasliktināšanās nevienā no konstrukcijas elementiem.

**3.4.4.** Ģeneratoriem ar jaudu, lielāku par 5 MW, rotora poliem jābūt ar slāpētājtinumu. Tam jāiztur visi normālu režīmu un pārejas procesu radītie mehāniskie, elektriskie un termiskie spēki.

**3.4.5.** Rotora tinuma un slāpētājtinuma savienojumiem un rotora tinuma izvadiem no poliem līdz slīdgredzeniem jābūt mehāniski un termiski izturīgiem pret visu veidu radītiem dinamiskiem spēkiem un vibrācijām.

### **3.5. Slīdgredzeni un suku aparāts**

**3.5.1.** Ģeneratora slīdgredzeniem un suku aparātam jāatbilst prasībām:

**3.5.1.1.** slīdgredzeniem jābūt ar speciāli apstrādātu kontaktu virsmu. Virsmai jāatbilst virsmas raupjumam  $Ra=0.75\mu\text{m}$ ;

**3.5.1.2.** suku turētājiem jābūt viegli regulējamiem, lai nodrošinātu noteikto suku spiediena spēku;

**3.5.1.3.** suku turētāju balstu izolācijai jābūt no mehāniski un elektriski izturīga izolācijas materiāla un konstrukcijai jānodrošina iespēja uzstādīt ierīci slīdgredzenu slīpēšanai un pulēšanai;

**3.5.1.4.** pēc oksīda kārtiņas izveidošanās uz slīdgredzenu virsmas, suku vidējais nodilums nedrīkst pārsniegt 3 mm, ja ģenerators nostrādājis 1000 stundas;

**3.5.1.5.** slīdgredzeni un suku aparāts jānovieto atsevišķā konstruktīvi noslēgtā nodalījumā;

**3.5.1.6.** slīdgredzenu un suku aparāta nodalījums jāaprīko ar gaisa nosūces sistēmu un ogles putekļu filtriem vai savācējiem, apgaismojumu un apskates durvīm (lūkām);



**3.5.1.7.** nav pieļaujama eļļas izgarojumu iekļūšana slīdgredzenu un suku aparāta nodalījumā no gultņu blīvējumiem;

**3.5.1.8.** jānodrošina ērta piekļūšana ierosmes sprieguma un rotora tinuma izolācijas mērīšanai;

**3.5.1.9.** jānodrošina ērta slīdgredzenu un suku mehānismam regulēšana, suku nomaiņa un slīdgredzenu slīpēšana;

**3.5.1.10.** ierosmes līdzstrāvas spēka ķēdēs, starp lauka dzēšanas automātu un suku aparātu, jābūt paredzētai iespējā ātri samainīt polaritāti.

**3.5.2.** Atbalsta krusteņiem (krustsijām) jābūt ar pietiekamu mehānisko izturību.

**3.5.3.** Krusteņa pašvārstību frekvencei jāatšķiras no frekvences, ar kādu ārējie spēki darbojas uz krusteni.

**3.5.4.** Atbalsta krusteņiem jāparedz pieļaujamās vibrācijas vertikālā un horizontālā virzienā, ņemot vērā HG ražotāja rekomendācijas un ekspluatācijas pieredzi.

**3.5.5.** Atbalsta krusteņu pieļaujamajam aprēķinātajam ieliekumam jābūt noteiktam ražotāja izpilddokumentācijā vai rasējumos. Atbalsta krusteņa konstrukcijai paredzēt regulējamais domkratus.

### **3.6. Pēdas gultnis un ģeneratora gultnis**

**3.6.1.** Pēdas gultņa disks (spogulis) jāizgatavo no atbilstoša tērauda ar ražotāja noteiktu spoguļa virsmas raupjumu. Ražotājam jānosaka slīdvirsmas novirzes parametra lielums.

**3.6.2.** Pēdas gultņiem ar cieto skrūves atbalstu slodze uz segmentiem jāsadala vienmērīgi, slodžu atšķirība nedrīkst būt lielāka par  $\pm 5\%$ .

**3.6.3.** Segmentu īpatnējā slodze nedrīkst pārsniegt  $60 \text{ kgf/cm}^2$ .

**3.6.4.** Pēdas gultņiem ar cieto skrūves atbalstu segmentu tangensiālo un radiālo ekscentritāti nosaka ražotājs.

**3.6.5.** Paceļot rotoru uz bremzēm, jābūt nodrošinātai gultņu segmentu nepielipšanai pie spoguļa.

**3.6.6.** Pēdas gultņiem ar babīta segmentiem, kuru īpatnējā slodze pie palaišanas lielāka par  $25 \text{ kgf/cm}^2$ , jābūt aprīkoti ar segmentu piespiedeļļošanas sistēmu.

**3.6.7.** Pēdas gultņa termokontroles sistēmai jāmēra katra segmenta temperatūra un eļļas temperatūra tvertnē. Pie paaugstinātas segmentu temperatūras jānodrošina brīdinājuma signāla saņemšana par ilgstoši pieļaujamo temperatūras vērtības pārsniegšanu. Pie nepieļaujamām temperatūrām jānodrošina automātiska aizsardzības nostrāde, kas aptur HA.

**3.6.8.** Pēdas gultņa eļļas tvertnei jābūt aprīkotai ar vizuālu eļļas līmeņa indikatoru un automātisku līmeņu nolasišanas sistēmu, kura signalizē par neatbilstošu eļļas līmeni gultņa tvertnē vai aptur HA pie nepieļaujama eļļas līmeņa.

**3.6.9.** Jāparedz pēdas gultņa dzesējošā ūdens caurplūdes un temperatūras mērīšana.

**3.6.10.** Ģenerators gultņa segmentiem jābūt izolētiem no atbalsta. Jānosaka izolācijas pretestības pieļaujamās robežvērtības.

**3.6.11.** Ģenerators gultņiem, kuru segmenti atbalstās pret korpusu "pa līniju", nedrīkst būt ķīļveidīga sprauga starp segmentu un korpusu.

**3.6.12.** Ģenerators gultņa eļļas tvertnei jābūt aprīkotai ar vizuālo eļļas līmeņa indikatoru un automātisku līmeņu nolasīšanas sistēmu, kura signalizē par neatbilstošu eļļas līmeni gultņa tvertnē vai aptur HA pie nepieļaujama eļļas līmeņa.

**3.6.13.** Ģenerators gultņa termokontroles sistēmai jāmēra temperatūra vismaz 4 segmentos un eļļas temperatūra tvertnē. Pie paaugstinātas segmentu temperatūras, jānodrošina brīdinājuma signāla saņemšanu par ilgstoši pieļaujamo temperatūras vērtības pārsniegšanu. Pie nepieļaujāmām temperatūrām jānodrošina automātiska aizsardzības nostrāde, kas aptur HA.

**3.6.14.** Gultņiem jābūt aprīkoti ar stacionāro eļļas filtrēšanas iekārtu vai jāparedz pārvietojamās eļļas filtrācijas iekārtas pievienošanas vieta.

#### **4. Vadība, aizsardzības, mērīšana, signalizācija**

**4.1.** HA un to palīgiekārtām jābūt automatizētām. Palaišanai SG vai sinhronā SK režīmā, kā arī šo režīmu pārejai no viena uz otru jānotiek ar vienu vadības komandu.

*Piezīme:* HES ar jaudu līdz 1 MW pieļaujams cits automatizācijas līmenis, kas noteikts HES projekta dokumentācijā.

**4.2.** HA hidroelektrostacijās ar jaudu 1 MW un lielāku jādarbojas automātiskās regulēšanas režīmā ar PSO noteikto statismu.

**4.3.** HA automātiskajai vadības sistēmai jānodrošina:

**4.3.1.** HA manuāla un automātiska palaišana un apturēšana;

**4.3.2.** HA stabila darbība visos projektā paredzētajos režīmos;

**4.3.3.** piedalīšanās frekvences regulēšanā atbilstoši PSO noteiktajām prasībām;

**4.3.4.** regulētājelementu (VA un Kaplāna turbīnas DR lāpstas) laidena pārvietošanās (bez grūdieniem un hidrauliskiem triecieniem eļļas spiediena sistēmā), mainoties kritumam, caurplūdei vai izmainot jaudas iestatījumu;

**4.3.5.** regulēšanas garantijas – HA apgriezīgu regulēšanas stabilitāte un spirālkameras spiediena izmaiņas pie slodzes uzņemšanas un nomešanas;

**4.3.6.** VA maksimālā atvēruma automātiska ierobežošana, izmainoties kritumam;

**4.3.7.** Kaplāna turbīnām DR lāpstu pagrieziena leņķa un VA atvēruma izmaiņas atbilstoši ekspluatācijas raksturlīknēm;

**4.3.8.** pieļaujamo jaudu regulēšanas diapazona izmantošana;

**4.3.9.** HA ar jaudu, lielāku par 5 MW, jānodrošina sprieguma regulēšana atbilstoši spēkā esošā normatīvā akta "Tīkla kodekss elektroenerģijas nozarē" prasībām;

**4.3.10.** vienlaicīga visu vai noteikta skaita HA automātiska palaišana no elektroenerģijas sistēmas pretavāriju automātikas atbilstoši PSO noteiktajām prasībām.

**4.4.** HA jāaprīko ar mēriekārtām, signalizācijas iekārtām un darba režīmos jākontrolē šādi parametri:

**4.4.1.** AB un LB līmeņu mērījumi ar rādījumu pārraidi uz HES vadības telpu un struktūrvienību, kas atbild par elektrostaciju ražošanas režīmu plānošanu un darbības monitoringu. Rādījumu mērījumu precizitātei jābūt  $\pm 5$  cm, mērījumu nolasišanas solim jābūt ne mazākam par 1 cm;

**4.4.2.** kritums uz sanešu aizsargrestēm ar signalizāciju par pieļaujamā lieluma pārsniegšanu, mērījumu precizitāte  $\pm 5$  cm;

**4.4.3.** spiediens spirālkamerā un sūccaurulē, mērījumu precizitāte ne zemāka kā 1,6 %;

**4.4.4.** spiediens pirms un pēc tehniskā ūdens apgādes filtriem un/vai caurplūde caur filtriem, mērījumu precizitāte, ne zemāka kā 2,5 %;

**4.4.5.** ūdens caurplūde turbīnas gultnim ar ūdens eļļošanu, mērījumu precizitāte ne zemāka kā 2,5 %;

**4.4.6.** ģenerators gultņa, turbīnas eļļas gultņa un pēdas gultņa segmentu un eļļas temperatūra gultņu eļļas tvertnēs, mērījumu precizitāte  $\pm 3$  °C;

**4.4.7.** ģenerators statora tinuma un tērauda serdes temperatūra, mērījumu precizitāte  $\pm 3$  °C;

**4.4.8.** ģenerators dzesējošās vides (gaisa) temperatūra, mērījumu precizitāte  $\pm 3$  °C;

**4.4.9.** eļļas līmenis gultņu eļļas tvertnēs, mērījumu precizitāte  $\pm 5$  mm;

**4.4.10.** eļļas spiediens turbīnas apgriezienu/jaudas regulatora ESI sistēmā, mērījumu precizitāte, ne zemāka kā 1 %;

**4.4.11.** turbīnas ūdens caurplūde, ja to paredz projekts;

**4.4.12.** vārpstas pārvietojums, mērījumu precizitāte vismaz  $\pm 0,01$  mm;

**4.4.13.** ūdens līmenis uz turbīnas vāka ar signalizāciju par pieļaujamā līmeņa pārsniegšanu, mērījumu precizitāte  $\pm 5$  cm;

**4.4.14.** turbīnas VA atvērums rādītājs (skala), mērījumu precizitāte  $\pm 1$  cm;

**4.4.15.** Kaplāna turbīnas DR lāpstu pagrieziena leņķa rādītājs (skala), mērījumu precizitāte  $\pm 1$  °;

**4.4.16.** ģenerators statora spriegums un strāva, mērījumu precizitāte 1,5 %;

**4.4.17.** ģenerators rotora spriegums un strāva, mērījumu precizitāte 1,5 %;

**4.4.18.** ģenerators aktīvā un reaktīvā jauda, mērījumu precizitāte 1 % vietējai mērīšanas iekārtai un telemērījumiem precizitāte aktīvai un reaktīvai jaudai 1 % ar mērīšanas ciklu, ne lielāku par 1 s;

- 4.4.19.** ģenerators aktīvā un reaktīvā elektroenerģija (tīklā nodotā un no tīkla patērētā):
- 4.4.20.** aktīvās elektroenerģijas mērījumu precizitāte, ne zemāka kā 0,2 %;
- 4.4.21.** reaktīvās elektroenerģijas mērījumu precizitāte, ne zemāka kā 1 %;
- 4.4.22.** ģenerators precīzai manuālai sinhronizācijai: 2 voltmetri vai dubultais (duālais) voltmetrs, 2 hercmetri vai dubultais (duālais) hercmetrs un sinhronoskops ar leņķa mērīšanas skalu starp abiem sinhronizējamiem spriegumu vektoriem, mērījumu precizitāte, ne zemāka kā 1,5 %, kā arī, kļūdainas sinhronizatora darbības novēršanai, jābūt sinhronisma kontroles ierīcei.
- 4.5.** Ražotājiem ir jānosaka un jāaprīko HA ar aizsardzības iekārtām, kurām automātiski jāaptur HA sekojošos gadījumos, ja:
- 4.5.1.** rotora rotācijas frekvence pārsniedz ražotāja noteikto pieļaujamo lielumu (šim nolūkam jābūt izbūvētai gan elektriskajai, gan mehāniskajai aizsardzībai);
- 4.5.2.** nedarbojas vai darbojas neefektīvi turbīnas apgriezīnu/jaudas regulators;
- 4.5.3.** pēdas gultņa un ģenerators gultņa, turbīnas gultņa (ar eļļas tvertni) segmentu temperatūrai pārsniedzot ražotāja noteikto lielumu;
- 4.5.4.** turbīnas gultņa ūdens eļļošanas sistēmas (gultņiem ar ūdens eļļošanu) ūdens caurplūdei samazinoties zem ražotāja noteiktā lieluma;
- 4.5.5.** eļļas līmenis turbīnas gultņa tvertnē (eļļas gultņiem) augstāks vai zemāks par ražotāja noteikto lielumu;
- 4.5.6.** kritumam uz sanešu aizsargrestēm pārsniedzot ražotāja noteikto lielumu;
- 4.5.7.** ūdens līmenim uz turbīnas vāka pārsniedzot ražotāja noteikto lielumu;
- 4.5.8.** spiedienam ESI sistēmā pārsniedzot ražotāja noteiktos lielumus;
- 4.5.9.** nogriezta VA lāpstiņa/as sprosstapa;
- 4.5.10.** ģenerators atsevišķu mezglu vibrācijām vai vārpstas pārvietojumam pārsniedzot ražotāja noteikto lielumu;
- 4.5.11.** eļļas līmenis ESI tvertnē nepieļaujami liels vai zems;
- 4.5.12.** turbīnas vārpstas blīvējuma plūsma nepieļaujami liela vai maza.
- 4.6.** HG jābūt aprīkoti ar RA iekārtām un tie jāaizsargā no:
- 4.6.1.** nesimetriskiem ārējiem īsslēgumiem;
- 4.6.2.** pretējās secības strāvas pārslodzes;
- 4.6.3.** simetriskiem ārējiem īsslēgumiem;
- 4.6.4.** ārējiem bojājumiem;
- 4.6.5.** iekšējiem bojājumiem;
- 4.6.6.** nepieļaujamas fāžu strāvu starpības (garenbojājumiem);

- 4.6.7.** statora un rotora pārslodzēm;
  - 4.6.8.** nepieļaujamas sprieguma paaugstināšanās statora tinumā;
  - 4.6.9.** nepieļaujami augstas vai zemas tīkla frekvences;
  - 4.6.10.** asinhronā režīma, ja tuvākajā elektriskajā tīklā nav paredzētas asinhrona režīma aizsardzības;
  - 4.6.11.** nepieļaujamas temperatūras paaugstināšanās statora dzelzī vai tinumos;
  - 4.6.12.** jaudas slēdža atteices;
  - 4.6.13.** ugunsgrēka ģeneratorā;
  - 4.6.14.** rotora tinuma pārsprieguma;
  - 4.6.15.** ierosmes zaudēšanas;
  - 4.6.16.** izolācijas bojājumiem pret zemi (izolācijas caursītes);
  - 4.6.17.** statora dzelzs piesātināšanas;
  - 4.6.18.** paaugstināta mitruma.
- 4.7.** RA jānodrošina ātrdarbība, kas nepieciešama, lai saglabātu elektroenerģijas sistēmas darbības stabilitāti, kā arī novērstu vai minimizētu HA bojājumus.
- 4.8.** RA jānodrošina savstarpēji selektīva darbība.
- 4.9.** RA risinājumiem jābūt drošiem, izvēloties atbilstošas ierīces, iestatījumus un nostrādes raksturlielnes, tādējādi minimizējot to nepareizas darbības varbūtību.
- 4.10.** RA jānodrošina minimāli nepieciešamie jutības koeficienti pie reglamentētām īsslēgumu vietām un īsslēguma veidiem reālos darba režīmos, t.sk. pie garenbojājumiem.
- 4.11.** Lai fiksētu un analizētu RA darbību, HA jābūt aprīkoti ar avārijas procesu un notikumu secības automātiskās reģistrācijas iekārtām, kas reģistrē HA parametrus un komutācijas aparātu stāvokļus.
- 4.12.** Tālās rezervēšanas aizsardzībai jānodrošina nepieciešamais jutības koeficients režīmos, kad HA no tīkla patērē maksimālo reaktīvo jaudu (pie HA minimālās statora sprieguma vērtības) un pārējie HA ir saslēgti pie vienas kopņu sistēmas.
- 4.13.** RA, vadības, automātikas, ierosmes vadības paneļiem jāatrodas HA tuvumā. Vietās, kurās iespējamas vibrācijas, jābūt veiktiem pasākumiem, kuriem jānovērš iespējamie savienojošo vadu pārrāvumi, kļūdaina kontaktu saslēgšanās relejiem vai automātslēdzīem, kļūdaina releju vai automātu nostrāde.
- 4.14.** Ja HA galveno aizsardzību funkcijas iekļautas vienā ierīcē, tad ierīcei jābūt dublētai.
- 4.15.** HG ir jābūt garendiferenciālai aizsardzībai.
- 4.16.** HG ar jaudu virs 0.5 MW jābūt maksimālstrāvas aizsardzībai no ārējiem īsslēgumiem ar kombinētu minimālā sprieguma palaišanu un/vai distances aizsardzībai.

**4.17.** HG un spriegumu paaugstinoša transformatora blokam, kurā ir viens ģenerators, kas pieslēgts pie transformatora bez jaudas slēdža, jābūt apvienotai garendiferenciālai aizsardzībai.

**4.18.** HG ierosmes ķēdēs jābūt uzstādītai zemesslēguma aizsardzībai, kurai jādarbojas uz HG atslēgšanu.

**4.19.** Pie iekšējā bojājuma spriegumu paaugstinošā transformatorā un tā atslēgšanas ar jaudas slēdzi no augstākā sprieguma puses jānodrošina HG apturēšana, kurš(-i) strādā blokā ar šo transformatoru.

Pie ārējā bojājuma un transformatora atslēgšanas no augstākā sprieguma puses HG apturēšana ir pieļaujama, bet nav obligāta, ja uz jaudas slēdža augstākā sprieguma pusē ir paredzēta automātiskā atkārtotā ieslēgšanas (AAI) ierīce ar sekojošu sinhronizēšanas parametru ( $\Delta f$ ,  $\Delta \varphi$ ,  $\Delta U$ ) kontroli.

**4.20.** Blokam HG – transformators, kur HG jauda lielāka par 5 MW, jābūt aprīkotam ar RA, kas aizsargā iekārtu no sekojošiem bojājumu veidiem un avārijas režīmiem:

- 4.20.1.** īsslēgumiem uz zemi ģenerators sprieguma pusē;
- 4.20.2.** starpfāzu īsslēgumiem ģenerators statora tinumos un uz tā izvadiem;
- 4.20.3.** starpfāzu īsslēgumiem transformators tinumos un uz tā izvadiem;
- 4.20.4.** vienfāzes īsslēgumiem transformators tinumos un tā izvadiem, kuri pievienoti elektriskam tīklam ar lielām īsslēguma strāvām uz zemi;
- 4.20.5.** īsslēgumiem starp transformators tinumu vijumiem;
- 4.20.6.** ārējiem īsslēgumiem elektriskā tīklā;
- 4.20.7.** simetriskām pārslodzēm ģenerators statora un transformators tinumos;
- 4.20.8.** ģenerators rotora tinuma pārslodzēm pēc strāvas;
- 4.20.9.** sprieguma paaugstināšanās uz ģenerators kopnēm un bloka transformators augstākā sprieguma izvadiem;
- 4.20.10.** ģenerators asinhronās gaitas, kas rodas pārtraucot ierosmes strāvu rotora tinumā;
- 4.20.11.** eļļas līmeņa pazemināšanās transformators zem pieļaujamā.

**4.21.** Blokam HG – transformators, kur HG jauda lielāka par 5 MW, papildus 4.20. punkta prasībām jābūt RA pie īsslēgumiem uz zemi ģenerators sprieguma pusē, kurai pēc jutības jāaizsargā viss ģenerators tinums (100 %).

## **5. Hidroagregāta pārbaudes**

**5.1.** Pārbaudes jāveic visiem jauniem un pārbūvētiem ģeneratoriem.

**5.2.** Turbīnas modeļa pārbaudes ir turbīnas raksturlīkņu un parametru atbilstības pārbaude projektam, izmantojot samazināta mēroga turbīnas modeli. Modeļa pārbaudes jāveic no jauna izgatavojamām un pārbūvējamām turbīnām, kurām paredzēta DR nomaiņa. Pārbaudes veic ievērojot IEC 60193 prasības.

Turbīnas modeļa pārbaudes jāveic turbīnas ražotājam vai neatkarīgai institūcijai, kurai ir atbilstoši sertificēta un aprīkota laboratorija.

**5.3.** Turbīnas enerģētiskās pārbaudes (raksturlīkņu pārbaudes) jāveic visām jaunām un pārbūvētām turbīnām (ar turbīnas DR nomaiņu un/vai caurplūdes trakta ģeometriskajām izmaiņām) pēc HA montāžas darbu pilnīgas pabeigšanas, lai iegūtu HA faktiskās caurplūdes, jaudas, darba un ekspluatācijas raksturlīknes, kā arī pārbaudītu faktiskā maksimālā lietderības koeficienta un jaudas atbilstību ražotāja garantētajiem lielumiem un Kaplāna turbīnām ieregulētu optimālo kombinatora saiti.

**5.4.** Ģenerators silšanas pārbaudes jāveic, HG darbojoties ar maksimālo aktīvo un tai atbilstošo maksimālo reaktīvo slodzi (reaktīvā jauda tiek nodota tīklā) pie vissliktākajiem dzesēšanas apstākļiem.

**5.5.** Ģenerators lietderības koeficienta pārbaudes jāveic visiem jauniem un pārbūvētiem ģeneratoriem.

**5.6.** Jauniem un pārbūvētiem HA ar jaunu DR un/vai citu galveno zemūdens daļu nomaiņu turbīnas kavitācijas un DR kameras bojājumu apsekošana un novērtēšana jāveic pirms garantijas perioda beigām saskaņā ar LVS EN 60609 sērijas standartu prasībām.

**5.7.** Obligāti veicamās pārbaudes jauniem un pārbūvētiem HA norādītas 5.1. tabulā.

**5.1. tabula**

**Veicamās pārbaudes jauniem un pārbūvētiem HA**

<b>Pārbaudes nosaukums</b>	
Ražotāja pārbaudes	materiālu pārbaudes saskaņā ar standartu prasībām
	izgatavošanas tehnoloģijas un ar to saistīto parametru pārbaudes atsevišķu daļu un iekārtas parametru un funkcionālās darbības pārbaudes
Pārbaudes montāžas un ieregulēšanas laikā	montāžas un /vai remontu tehnoloģijas un ar to saistīto parametru pārbaudes (ģeometrisko parametru, metinājumu, pretkorozijas aizsardzības, iekārtu daļu savstarpējo savienojumu, cauruļvadu un iekārtas hidrauliskās pārbaudes, elektroiekārtas visu veidu elektriskās pārbaudes (mērījumi) u.c.)
	atsevišķu samontēto daļu un iekārtas funkcionālās darbības pārbaudes
Rotējoša agregāta pārbaudes	iekārtas funkcionālās darbības pārbaudes
	HA pārbaudes īsslēguma režīmā pie pazemināta sprieguma
	HA pārbaudes tukšgaitā ar neierosinātu ģeneratoru
	HA pārbaudes tukšgaitā ar ierosinātu ģeneratoru
	ģeneratorsinhronizācijas pārbaudes
	pārbaudes ar slodzi visos projektā paredzētos režīmos ar vairākkārtēju agregāta palaišanu, apturēšanu un režīmu izmaiņām
	regulēšanas garantijas pārbaudes pie slodzes nomešanas
	vibrāciju pārbaudes
pārējās rotējoša agregāta pārbaudes (piemēram, ģenerators sprieguma formas un tonālo harmoniku pārbaudes, ģenerators statora tinuma koronas un rievu izlādes pārbaudes, un citas)	

--	--

**5.1. tabulas turpinājums**

**Veicamās pārbaudes jauniem un pārbūvētiem HA**

Energētiskās pārbaudes	turbīnas enerģētiskās pārbaudes (raksturliķņu pārbaudes)
	ģenerators silšanas pārbaudes, ieskaitot garantētās jaudas pārbaudes
	ģenerators lietderības koeficienta pārbaudes
Citas pārbaudes	turbīnas modeļa pārbaudes
	turbīnas kavitācijas bojājumu apsekošana

**6. Turbīneļļas**

**6.1.** HA iekārtās jālieto ražotāja noteiktas eļļas vai komercsabiedrībā noteiktas eļļas ar līdzvērtīgām īpašībām. Izvēloties eļļas marķu, jāņem vērā tās pielietojums, saderība un ekspluatācijas pieredze energoietaisēs.

**6.2.** No piegādātāja saņemtai eļļai jābūt ar nepieciešamo dokumentāciju par eļļas īpašībām, kvalitāti (piemēram, laboratorijas pārbaūžu sertifikāts, atbilstības deklarācija, drošības datu lapa u.c.) un lietošanas jomu.

**6.3.** Eļļas parametriem jāatbilst 6.1. tabulā noteiktajām normām, ja komercsabiedrībā nav noteiktas citas prasības, ņemot vērā iekārtas vai eļļas ražotāja rekomendācijas.

**6.1. tabula**  
**Ekspluatācijā esošas un no piegādātājiem saņemtas turbīneļļas parametri**

Parametrs	No piegādātāja saņemtai turbīneļļai <sup>(4)</sup>		Ekspluatācijā esošai turbīneļļai <sup>(5)</sup>	
Skābes skaitlis, (mgKOH/g)	0,2		0,6	
Tīrības klase <sup>(1)</sup>	-17/14	19/17/14	Gultņu korpuss 21/19/16 <sup>(6)</sup>	Gultņu korpuss -19/16 <sup>(6)</sup>
			ESI tvertne 20/18/15 <sup>(6)</sup>	ESI tvertne -18/15 <sup>(6)</sup>
			Plūsmdaļu vadības sistēma 19/17/14 <sup>(6)</sup>	Plūsmdaļu vadības sistēma -17/14 <sup>(6)</sup>
Ūdens saturs, ppm (mg/kg)	40		300	
Uzliesmošanas t °C atvērtā tūgelī	190 <sup>(2)</sup>		190 <sup>(2)</sup> 30	
Kinemātiskā viskozitāte pie 40 °C, mm <sup>2</sup> /s <sup>(3)</sup>	ISO-VG skaitlis 5 %		ISO-VG skaitlis 15 %	

**Piezīme 1:** Pēc ISO 4406 klasifikācijas.

**Piezīme 2:** No sākotnējās vērtības vai ražotāja noteiktās, ja tā ir lielāka par 190 °C.

**Piezīme 3:** No viskozitātes klases ISO-VG skaitļa atbilstoši ISO 3448 iedalījumam.



**Piezīme 4:** Ja paredzēts mezglā vai sistēmā pilnībā mainīt eļļu, tad tiek piemērotas 6.1. tabulas No piegādātāja saņemtai turbīnei kolonnā noteiktās parametru prasības.

**Piezīme 5:** Ja paredzēts mezglā vai sistēmā saglabāt esošo eļļu, tad tiek piemērotas 6.1. tabulas Eksploatācijā esošai turbīnei kolonnā noteiktās parametru prasības.

**Piezīme 6:** Atkarībā no laboratorijas testēšanas iekārtas tehniskajām iespējām.

[www.lekenergo.lv](http://www.lekenergo.lv)