



LATVIJAS VIDES, ĢEOLOĢIJAS
UN METEOROLOĢIJAS CENTRS

VSIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs”

**STANDARTIZĒTĀ NOKRIŠŅU DAUDZUMA INDEKSA (SPI)
PĀRMAIŅU SCENĀRIJI LATVIJAI**

Ziņojums

Viesturs Zandersons

Rīga, 2019

SATURS

IEVADS	3
STANDARTIZĒTAIS NOKRIŠŅU INDEKSS (SPI).....	4
VĒSTURISKĀS SPI IZMAIŅAS LATVIJĀ	7
Gada SPI	7
Ziemas (decembra, janvāra, februāra) mēnešu SPI	10
Pavasara (marta, aprīļa, maija) mēnešu SPI.....	13
Vasaras (jūnija, jūlija, augusta) mēnešu SPI.....	16
Rudens (septembra, oktobra, novembra) SPI	19
NĀKOTNES SPI PROGNOZES LATVIJAI	22
Nākotnes gada SPI prognozes Latvijā	23
SECINĀJUMI	28
IZMANTOTĀ LITERATŪRA	30

IEVADS

Ekstremāls sausums un mitrums ir nozīmīgi dabas radīti apdraudējumi, kuri būtiski ietekmē vairākas tautsaimniecības jomas. Atsevišķi gadījumi, piemēram, 2018. gada pavasara sausums, Latvijas lauksaimniekiem radīja zaudējumus 163 milj. euro apmērā (Zemkopības ministrija, 2018), savukārt 2017. gada septembra un oktobra plūdi, kuru laikā nolija attiecīgi 195% un 158% no mēneša normas, radīja zaudējumus 81 milj. euro apmērā (Zemkopības ministrija, 2017; LVĢMC, 2017a; LVĢMC, 2017b).

Nokrišņu daudzuma izmaiņu tendences pasaulē norāda statistiski būtisku nokrišņu daudzuma palielināšanos pēc 1950. gada (IPCC, 2014). Nokrišņu daudzuma izmaiņu tendences lielums ir atkarīgs no lokāliem apstākļiem – arīdos reģionos pasaulē nokrišņu daudzuma pieaugums ir ātrāks, nekā mitros (Donat et al., 2016). Turklāt ievērojami pieaug arī ekstremālo nokrišņu notikumu intensitāte un atkārtotamība. Neskatoties uz to, kopējā izkliede nokrišņu daudzumam atkarībā no laika un vietas ir augsta – tas nozīmē, ka nākotnē, līdz pieaugošu nokrišņu gadījumu daudzumu un intensitāti, saglabāsies arī ekstremāla sausuma periodi (Donat et al., 2016). Jau šobrīd sausums ir viens no nozīmīgākajiem dabas radītajiem apdraudējumiem pasaulē, kas ievērojami ietekmē gan valstu ekonomisko situāciju, gan cilvēku dzīves apstākļus (Ross and Lott, 2003).

Ekstremāls sausums ir jāuztver kā relatīvs parametrs, piemēram, sausums vienā klimatiskajā joslā atbilstu normāliem apstākļiem citā. Šādu notikumu klasificēšana ir sarežģīta, jo nepieciešams ņemt vērā vietējos klimatiskos apstākļus. Turklāt ekstremālus nokrišņu vai sausuma gadījumus nepieciešams apskatīt dažādu tautsaimniecības jomu kontekstā, ņemot vērā jomu intereses un vajadzības. Līdz ar to sausuma noteikšanai izstrādāti vairāki indeksi (McKee et al., 1993; McKee et al., 1995; Vicente-Serrano et al., 2010; Palmer, 1965). To galvenās atšķirības ir pielietojumā – atkarībā no izvēlēta sausuma notikumu tipa efektīvāki var izrādīties atšķirīgi indeksi. Šis pētījums koncentrēsies uz vienu no pielāgojamākajiem un plašāk izmantotajiem nokrišņu daudzuma klasifikācijas indeksiem – Standartizēto nokrišņu indeksu (*Standard precipitation index*) jeb SPI.

Pētījumā tiks apskatītas vēsturiskās SPI indeksu izmaiņas VSIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs” (LVĢMC) novērojumu stacijās Latvijā, kā arī tā prognozētās nākotnes izmaiņas. Īpaša uzmanība tiks pievērsta SPI indeksa interpretācijai klimata pārmaiņu kontekstā.

STANDARTIZĒTAIS NOKRIŠŅU INDEKSS (SPI)

SPI ir salīdzinoši vienkāršs klimatiskais indekss ekstremāla sausuma un mitruma klasificēšanai. Tā lielākā priekšrocība ir tā aprēķina pielāgojamība nepieciešamajām vajadzībām. Indeksu var izmantot dažādu sausumu – gan ilgtermiņa, gan īstermiņa – klasificēšanā, turklāt tas parāda arī ekstremālos nokrišņu gadījumus. SPI aprēķinā tiek ņemti vērā lokālie klimatiskie apstākļi, un pretstatā vairākiem citiem indeksiem, SPI ir izmantojams arī ģeogrāfiski atšķirīgu vietu nokrišņu ekstrēmu salīdzināšanai (WMO, 2012).

SPI tiek aprēķināts, izmantojot tikai nokrišņu datus. Indeksa aprēķina secība ir sekojoša (McKee et al., 1993):

1. Tiek sagatavotas ikmēneša vēsturiskās nokrišņu daudzuma summas izvēlētajā laika posmā, ideālā gadījumā vismaz 30 gadu intervālā.
2. Tiek izvēlēts SPI aprēķina intervāls. Tas parasti ir 1, 3, 6, 12, 24 vai 48 mēneši, ņemot vērā, kādus sausuma/mitruma notikumus vēlams klasificēt. Laika posms, kas atbilst 1 – 3 mēnešiem, parasti norāda uz mitruma režīmu augsnē, tādēļ šāds aprēķina intervāls ir vērtīgs lauksaimniecībā (Mishra and Singh, 2010). Trīs mēnešu SPI ir var izmantot arī pēdējās kalendārās sezonas mitruma režīma noteikšanai. Sešu mēnešu intervālu bieži izmanto hidroloģiskā sausuma klasificēšanā, jo tas labi korelē ar ūdens līmeņa izmaiņām rezervuāros, kā arī noteces samazināšanos (WMO, 2012; Mishra and Singh, 2010). Garāku laika posmu – 12, 24 vai 48 mēnešu – SPI ataino ilgtermiņa nokrišņu likumsakarības. Ilgtermiņa SPI, salīdzinājumā ar īstermiņa SPI, vērtības tiecas uz nulli, izņemot gadījumus, kad novērojams īpaši izšķirams sausuma vai mitruma notikums. Garāks SPI intervāls ir vērtīgs, lai klimatiskajā sausuma/mitruma klasificēšanā izšķirtu īpaši anomālus gadījumus. Turklāt ilgtermiņa intervāla SPI norāda arī uz hidroģeoloģiskām gruntsūdens līmeņa izmaiņām (WMO, 2012; Misha and Singh, 2010).
3. Tiek izvēlēts references periods. SPI ir relatīvs nokrišņu daudzuma indekss – tā ietvaros jaunākie nokrišņu mērījumi tiek salīdzināti ar iepriekšējiem. References periods var būt jebkāda garuma un ietvert arī visus nokrišņu mērījumus, tomēr, lai aprēķinātās SPI vērtības būtu statistiski nozīmīgas, nepieciešams izvēlēties vismaz 30 gadu ilgu laika posmu (McKee et al., 1993).
4. References perioda nokrišņu mērījumiem tiek piemeklēts teorētiskais statistiskais sadalījums, kas pēc iespējas labāk reprezentē datus. Tādējādi nokrišņu daudzums tiek

izteikts varbūtību veidā. Visbiežāk SPI aprēķinā izmanto gamma sadalījumu, bet atsevišķos gadījumos iespējams izmantot arī lognormālo, Pīrsona, ekstremālo vērtību vai eksponenciālos sadalījumus. Aprēķinot 1 mēneša intervāla SPI, sadalījums tiek izveidots no 1 mēneša nokrišņu summas, 3 mēnešu SPI no 3 mēnešu nokrišņu summas utt. (Mishra and Singh, 2010; Mckee et al., 1993).

5. Visi nokrišņu mērījumi tiek salīdzināti ar izveidoto references perioda teorētisko sadalījumu, un tiek izteikta to varbūtība.
6. Teorētiskais references perioda sadalījums tiek pārveidots par normālo sadalījumu ar vidējo vērtību 0 un standartnovirzi 1. Iepriekš aprēķinātās nokrišņu varbūtības tiek izteiktas pret jaunizveidoto normālo sadalījumu, kas ir SPI vērtība. Līdz ar to SPI var būt pozitīvs vai negatīvs skaitlis, kurš svārstīsies ap 0. Negatīvas vērtības norāda uz neparastu sausumu, savukārt pozitīvas vērtības uz ārkārtēju mitrumu. Mckee et al. (1993) un WMO (2012) piedāvā sekojošu skalu SPI vērtību interpretācijai (1.1. tabula).

1.1. tabula

SPI vērtību skaidrojums (WMO, 2012)

SPI vērtība	Skaidrojums
lielāka par 2,0	ekstremāli mitrs
no 1,5 līdz 1,99	ļoti mitrs
no 1,0 līdz 1,49	mēreni mitrs
no -0,99 līdz 0,99	normas robežās
no -1,49 līdz -1,0	mēreni sauss
no -1,99 līdz -1,5	ļoti sauss
mazāka par -2,0	ekstremāli sauss

SPI precizitāti galvenokārt ietekmē nokrišņu datu pieejamība un mērījumu laikrindas pilnīgums, kā arī aprēķinos izmantotais teorētiskais sadalījums. Izmantojot datus par laika posmu, kas ir īsāks par 30 gadiem, aprēķinātās SPI vērtības var būt nereprezentatīvas īstajam nokrišņu režīmam. Arī pielietojot dažādus statistiskos sadalījumus nokrišņu varbūtību aprēķinos iespējams iegūt atšķirīgus SPI rezultātus, tādēļ vienmēr jāizvērtē datu atbilstība izmantotajām teorētiskajām funkcijām (WMO, 2012).

Šajā pētījumā SPI aprēķināts no vēsturiskajiem nokrišņu mērījumu datiem un no nākotnē prognozētajām nokrišņu daudzuma vērtībām. Vēsturiskie mērījumi iegūti no 46 LVĢMC novērojumu stacijām laika posmā no 1961. līdz 2018. gadam. Nākotnes nokrišņu prognozes iegūtas no globālo klimatisko modeļu ansambļa laika posmā no 2011. līdz 2100. gadam.

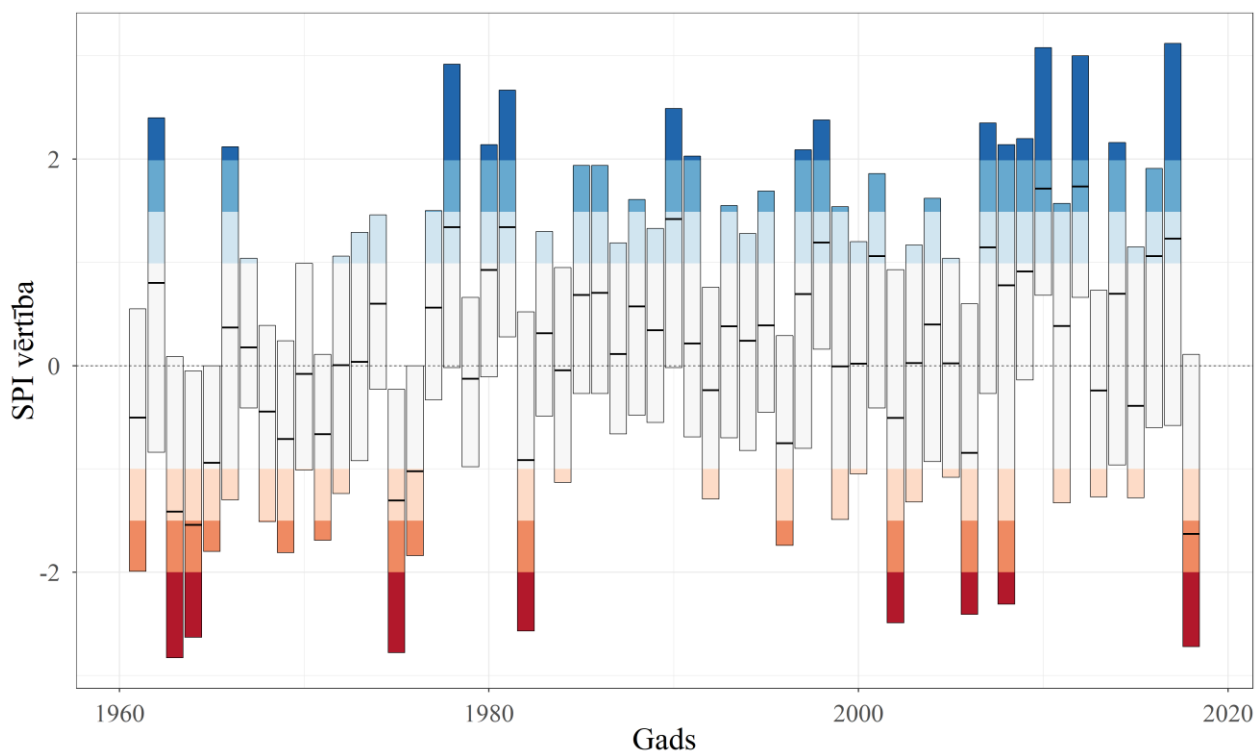
SPI aprēķināts vairākos intervālos, sākot no mēneša līdz gadam, bet turpmāk apraksts koncentrēsies uz sezonālajām (trīs mēnešu) un gada SPI vērtībām. Kā references periods izmantots starptautiski pieņemtais klimatiskais references periods (1961.-1990. g.). Visas SPI vērtības analizētas relatīvi pret klimatisko references periodu. Nokrišņu vērtību modelēšanā izmantots gamma sadalījums. Izmantojot aprēķinātas gada SPI vērtības, noteikts sauso un mitro gadu procentuālais īpatsvars novērojumu periodā. Līdzīgi kā iepriekšējos klimatiskajos pētījumos Latvijā tika izmantota universālā kriginga interpolācija (Avotniece et al., 2017; Hengl, 2009). Interpolācija veikta uz 10 x 10 km režģa visā Latvijas teritorijā.

Ņemot vērā vēsturisko datu iztrūkumus vairākās meteoroloģiskajās stacijās, SPI vērtību aprakstā pie katras no aprēķinātajām vērtībām norādīts analizē izmantotais novērojumu staciju skaits. Tas norādīts blakus vērtībām iekavās.

Jāņem vērā, ka atsevišķās stacijas SPI apzīmē nokrišņu daudzumu salīdzinājumā ar atsevišķās stacijas normālo nokrišņu vērtību. Tādējādi salīdzinot SPI starp stacijām, nevar noteikt, kurās no tām bija lielāks kopējais nokrišņu daudzums, bet tikai, cik liels sausums/mitrums tajās bija novērojams, relatīvi pret stacijas vidējiem meteoroloģiskajiem apstākļiem.

VĒSTURISKĀS SPI IZMAIŅAS LATVIJĀ

Gada SPI



2.1. attēls. Vēsturiskā viena gada (12 mēnešu) SPI izklide Latvijas meteoroloģiskajās stacijās attiecībā pret 1961.-1990. g. references periodu. Ar melno līniju atzīmētas vidējās vērtības, krāsu atšifrējumu skat. 1.1 tabulā. Balstoties uz datu pieejamību, aprēķinos izmantoto staciju skaits katru gadu mainās intervālā no 14 līdz 45

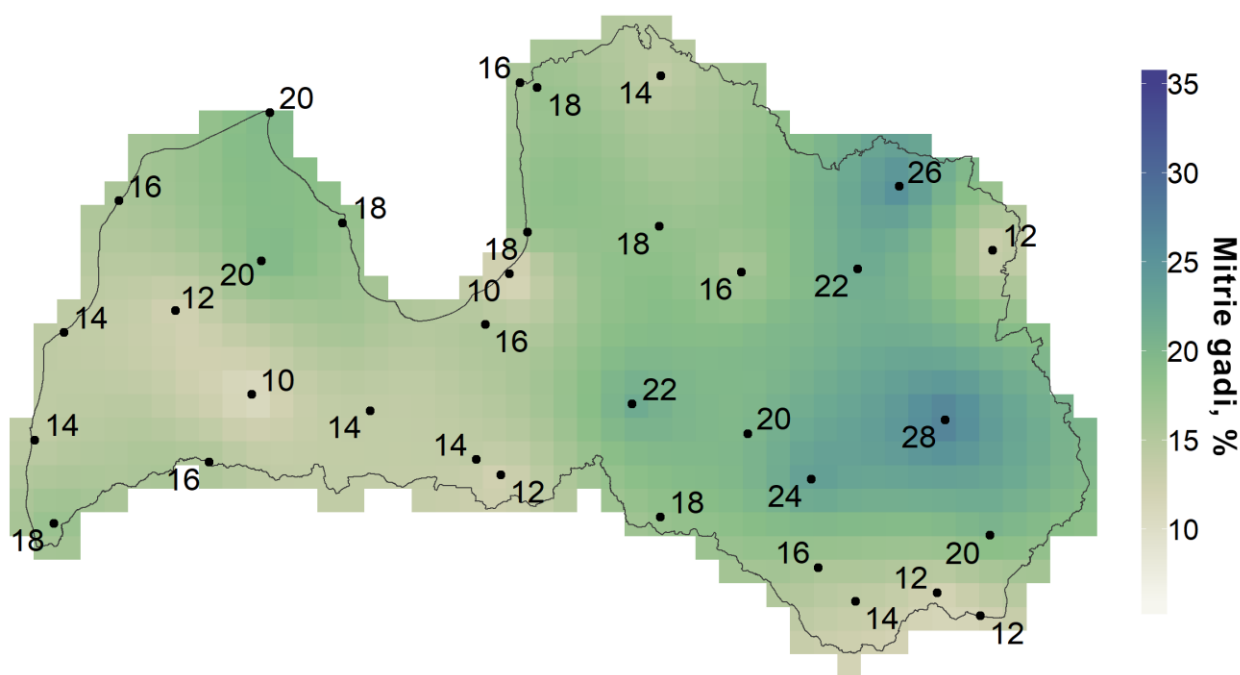
2.1. attēlā redzama Latvijas gada SPI izklide visās novērojumu stacijās attiecībā pret 1961.-1990. gada references periodu. Kopš 1961. gada līdz šim sausākais ir bijis 2018. gads, kad visu staciju vidējā SPI vērtībā sasniedza -1,63 (18 novērojumu staciju dati), kas pēc 1.1. tabulas atbilst ļoti sausiem apstākļiem. Savukārt mitrākais ir bijis 2012. gads, kad visās stacijās vidējā SPI vērtība sasniedza 1,73, kas atbilst ļoti mitriem apstākļiem (18 novērojumu staciju dati).

Līdz šim augstākais gada SPI ir bijis 2017. gadā, kad Lubānas novērojumu stacijā tas sasniedza 3,12, kas atbilst ekstremāli mitriem apstākļiem, bet zemākais gada SPI novērots 1963. gadā Neretas novērojumu stacijā, kad tā vērtība sasniedza -2,82, kas atbilst ekstremāli sausiem apstākļiem.

Analizējot SPI vērtības, nozīmīga ir to izklide starp novērojumu stacijām. Piemēram, 2017. gadā, kad Lubānas stacijā novērots SPI vērtību maksimums, vairākās novērojumu stacijās SPI vērtības bija normālas – gada nokrišņu daudzums atbilda normai. Reģionāli vislielāko ietekmi

ekstremāli sausuma un mitruma gadījumi atstāj, kad visās meteoroloģiskajās stacijās novērojamas ārkārtējas SPI vērtības. Šādi sausuma gadi ir 1963.-1965. un 1975.-1976., kad maksimālās SPI vērtības stacijās nepārsniedza 0,1, savukārt ekstremālā mitruma gadi ir 1978., 1981., 1990., 1998., 2010., un 2012., kad minimālās SPI vērtības stacijās nebija mazākas par -0,1. Īpaši izceļami ir 2010. un 2012. gads, kad minimālās SPI vērtības nebija mazākas par attiecīgi 0,69 un 0,67 (25 un 18 novērojumu staciju dati). Šādos gados vidējās vērtības salīdzinoši labi reprezentē valsts kopējo situāciju, savukārt gados, kad SPI izkliede ir lielāka (piemēram, 2017. gads), vidējā vērtība var tikt ievērojami ietekmēta no atsevišķiem lokāliem ekstrēmiem.

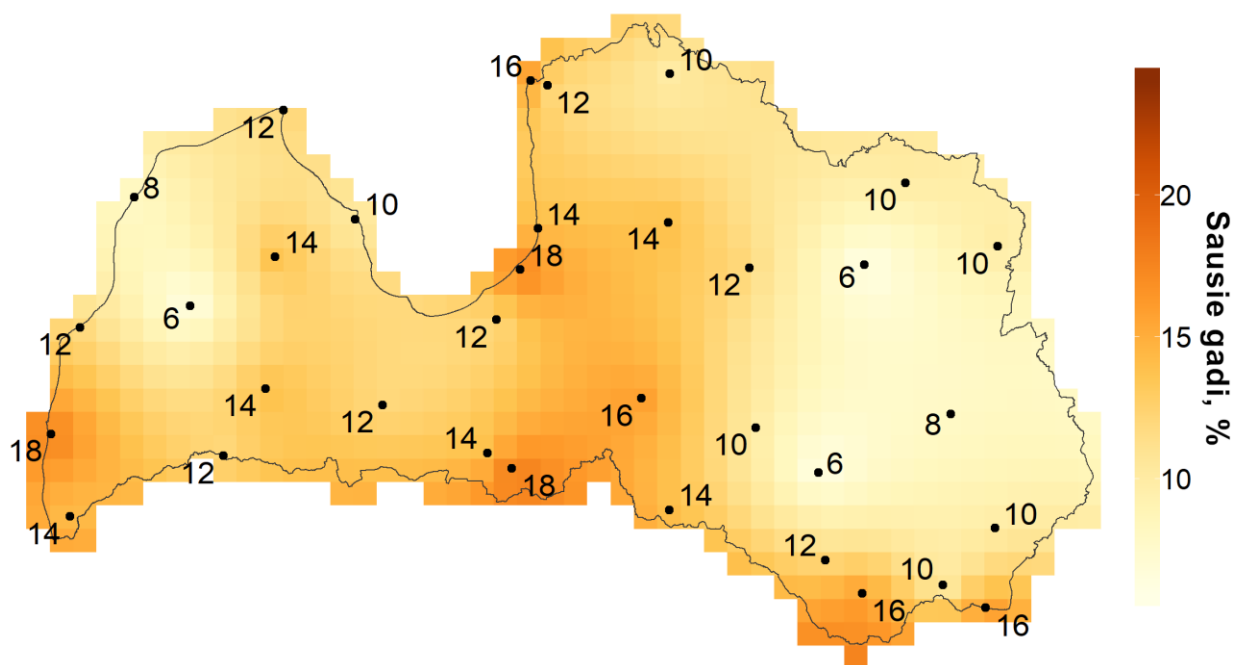
Apskatot gada SPI izmaiņas, redzams, ka laikā pēc 1990. gada ir novērojami vairāk mitrie nekā sausie gadi (ar atsevišķiem izņēmumiem, piemēram 2018. gadu). Pieaugošā nokrišņu daudzuma tendence sakrīt ar kopējām prognozēm par nākotnes nokrišņu daudzuma pieaugumu (IPCC 2014).



2.2. attēls. Procentuālais mitro gadu īpatsvars Latvijas meteoroloģiskajās stacijās 1961.-2010. gada periodā. Gads klasificēts kā mitrs, ja SPI tajā ir lielāks vai vienāds ar 1

Latvijas teritorijā mitro gadu īpatsvars (procentuālais gadu skaits pret visiem novērotajiem, kuru SPI bija lielāks vai vienāds ar 1) mainās robežās no 10% Saldus un Carnikavas novērojumu stacijās, līdz 28% Rēzeknes novērojumu stacijā (2.2. attēls). Telpiski mitro gadu īpatsvars Latvijas teritorijā ir nevienmērīgs. Latvijas rietumu daļā, Baltijas jūras piekrastē, mitro gadu īpatsvars svārstās 14-18% ietvaros, un līdzīgas vērtības saglabājas Latvijas centrālajā daļā. Augstākais mitro

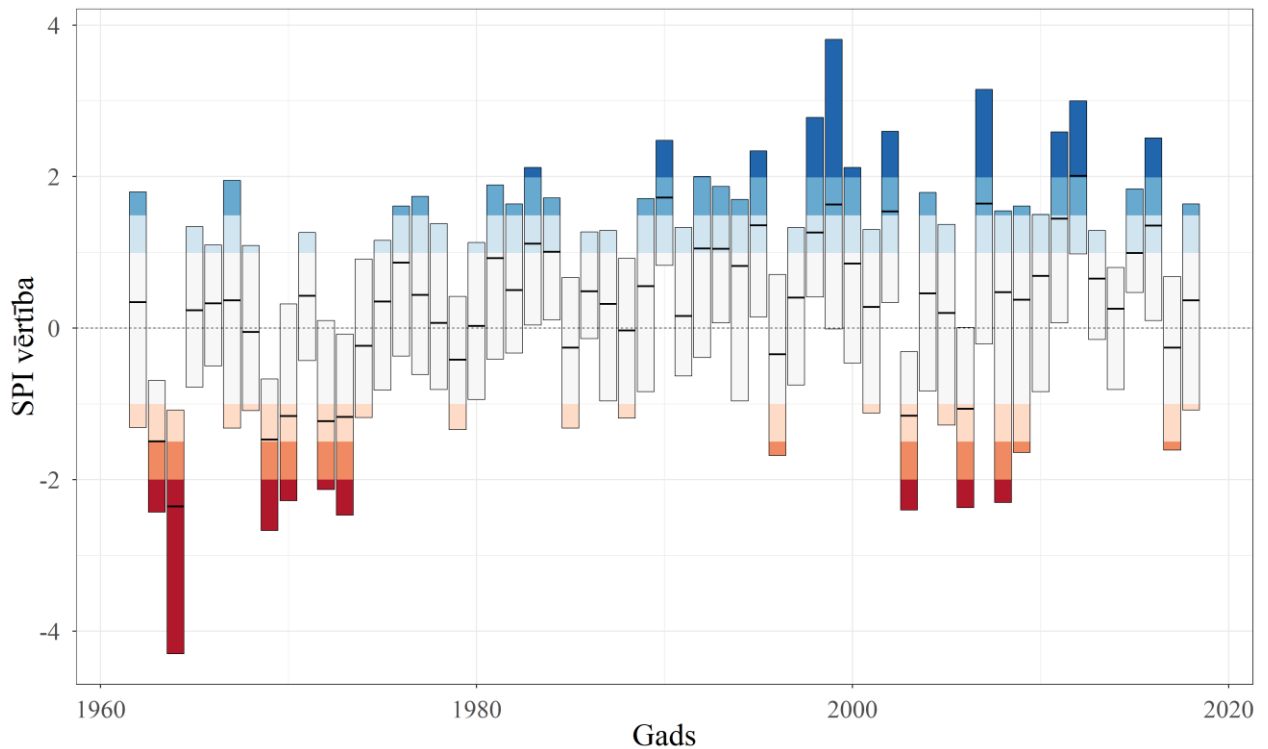
gadu īpatsvars ir bijis Latgales un Alūksnes augstienēs, tomēr viennozīmīga sakarība mitro gadu īpatsvaram palielināties vienlaicīgi ar reljefa izmaiņām nav konstatējama, jo īpatsvara pieaugums nav novērojams ne Vidzemes, ne Austrumkursas augstienēs.



2.3. attēls. Procentuālais sauso gadu īpatsvars Latvijas meteoroloģiskajās stacijās 1961.-2010. gada periodā. Gads klasificēts kā sauss, ja SPI tajā ir mazāks vai vienāds ar -1

Savukārt sauso gadu īpatsvars (procentuālais gadu skaits pret visiem novērotajiem, kuru SPI bija mazāks vai vienāds ar -1) Latvijas teritorijā mainās robežās no 6% Kuldīgas, Gulbenes un Sīļu novērojumu stacijās, līdz 18% Liepājas, Carnikavas un Bauskas novērojumu stacijās (2.3. attēls). Līdzīgi kā mitro gadu arī sauso gadu īpatsvars Latvijas teritorijā ir nevienmērīgs. Salīdzinoši augstāks sauso gadu īpatsvars vēsturiski ir bijis Latvijas centrālajā, dienvidrietumu un dienvidaustrumu daļā, kur tas mainās robežās no 10 līdz 18%, savukārt zemāks tas ir Kurzemes vidusdaļā un Latvijas austrumu daļā, kur tas mainās 6-10% robežās. Salīdzinājumā ar mitrajiem gadiem, Latvijā novēroti procentuāli mazāk sausi gadi, kas redzams arī 2.1. SPI izkliedes grafikā.

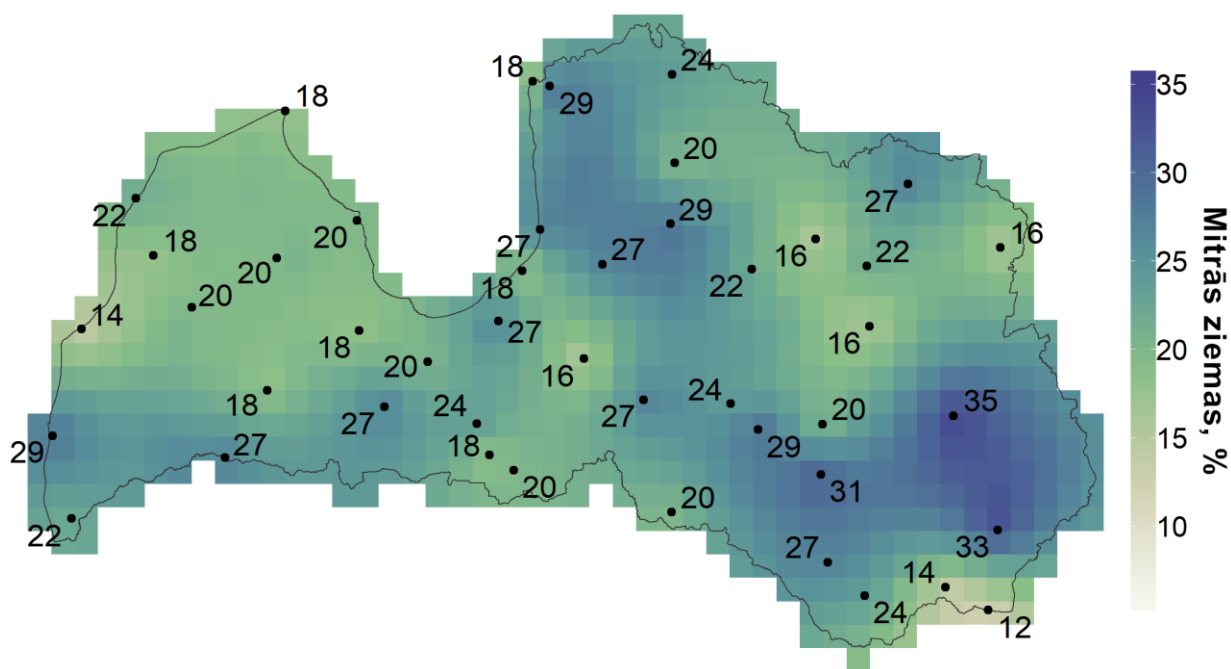
Ziemas (decembra, janvāra, februāra) mēnešu SPI



2.4. attēls. Vēsturiskā 3 ziemas mēnešu SPI izkliede Latvijas meteoroloģiskajās stacijās attiecībā pret 1961.-1990. g. references periodu. Ar melno līniju atzīmētas vidējās vērtības, krāsu atšifrējumu skat. 1.1 tabulā. Balstoties uz datu pieejamību, aprēķinos izmantoto staciju skaits katru gadu mainās intervālā no 18 līdz 46

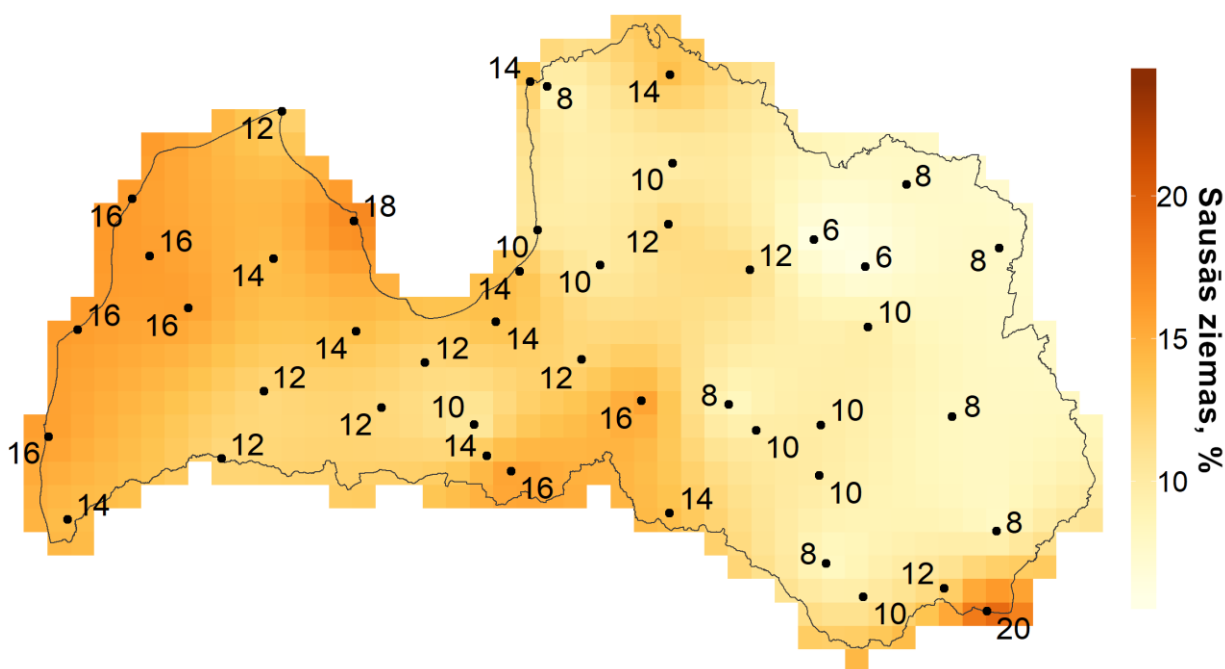
2.4. attēlā redzama ziemas mēnešu SPI izkliede visās novērojumu stacijās attiecībā pret 1961.-1990. gada references periodu. Sausākā ziemas sezona līdz šim bija 1963./1964. gadā, kad vidējā SPI vērtība visās stacijās bija -2,35, kas atbilst ekstremālam sausumam (46 novērojumu staciju dati). Mitrākā ziemas sezona līdz šim bija 2011./2012. gadā, kad vidējais SPI visās stacijās bija 2,01, kas atbilst ekstremālam mitrumam (26 novērojumu staciju dati). Kopumā sausākā līdzšinējā ziemas sezona atsevišķā meteoroloģiskajā stacijā bija jau minētajā 1963./1964. gadā, kad Piedrujā SPI indekss sasniedza -4,29. Vērts pieminēt, ka šajā gadā arī mitrākajā novērojumu stacijā – Ventspilī – SPI nepārsniedza -1,08, kas norāda, ka visā Latvijā bija sausi apstākļi. Mitrākā ziemas sezona, kāda līdz šim novērota atsevišķā stacijā, bija 1998./1999. gadā Rīgā, kad SPI sasniedza 3,81. Lai arī šajā sezonā sasniegts ziemas SPI rekords, reģionāli šī ziema nebija tik mitra kā citas ekstremāli mitrās ziemas (piemēram, jau minētais 2011./2012. gads), un SPI vairākās novērojumu stacijās bija normas robežās (<0,99). Kopumā laika periodā no 1961. līdz 2018. gadam novērotas 8 sausas vai ekstremāli sausas ziemas un 13 mitras, ļoti mitras vai ekstremāli mitras ziemas. Salīdzinot ar pārējām sezonām, tieši ziema visbiežāk ir anomāli mitra.

Lai gan kopumā ziemas sezonas SPI tendences atbilst gada SPI tendencēm (2.1. attēls), ir novērojamas vairākas būtiskas atšķirības. Piemēram, ziemas sezona 2017./2018. gadā ir tuva normas robežām (visās novērojumu stacijās SPI vērtības bija intervālā starp -1,07 līdz 1,64), savukārt gada SPI norāda, ka 2018. gads ir vidēji sausākais novērojumu vēsturē. Tas norāda, ka nozarēs, kurās ir svarīgs īstermiņa sausuma vai mitruma režīms (piemēram, lauksaimniecībā), gada SPI vērtības var sniegt nekorektu priekšstatu par nokrišņu daudzumu sezonā, un ir nepieciešams apskatīt sīkākas vienības. Neskatoties uz to, kopējā SPI paaugstināšanās tendence, kāda redzama gada SPI vērtībās, saskatāma arī ziemas sezonas novērojumos.



2.5. attēls. Procentuālais mitro ziemas sezonu īpatsvars Latvijas meteoroloģiskajās stacijās 1961.-2010. gada periodā. Sezona klasificēta kā mitra, ja SPI tajā ir lielāks vai vienāds ar 1

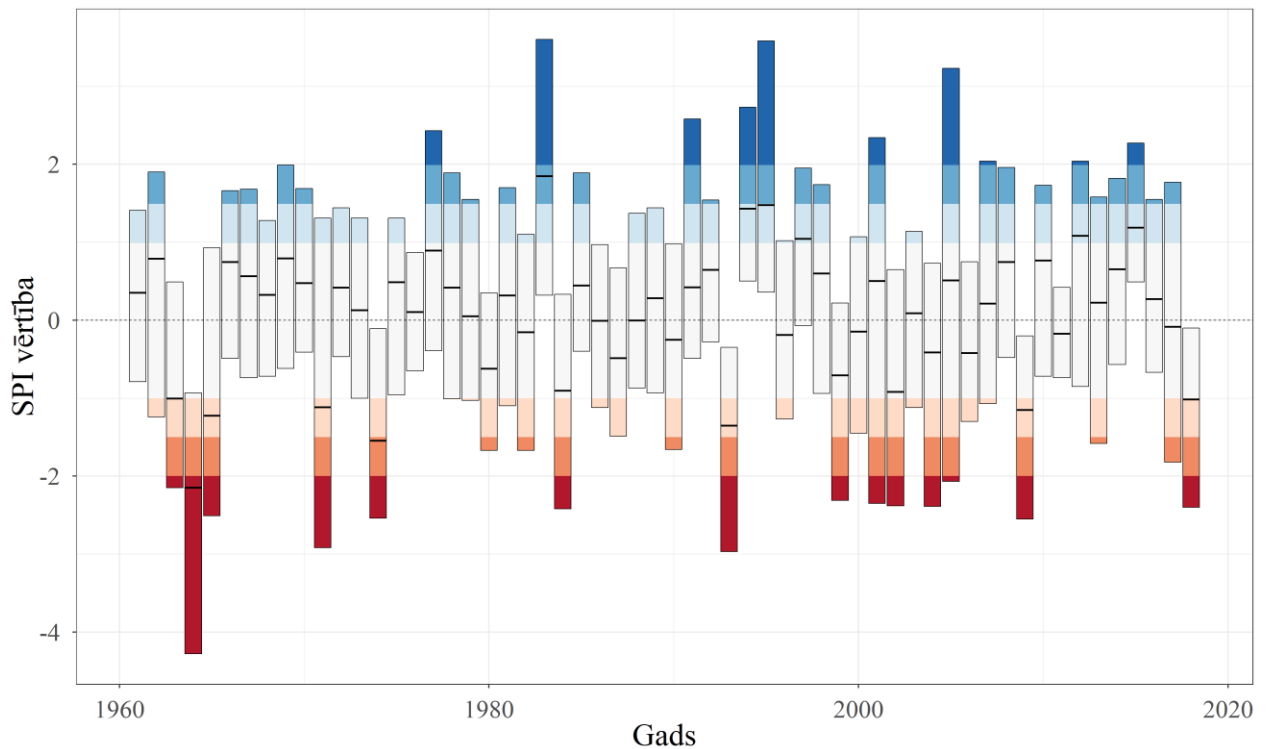
Apskatot 2.5. attēlu, redzams, ka mitro ziemas sezonu īpatsvars ir telpiski nevienmērīgs. Mazākais mitro ziemu īpatsvars ir Piedrujas novērojumu stacijā – tikai 12% no visām ziemām, savukārt lielākais mitro ziemu īpatsvars ir Rēzeknes novērojumu stacijā – 35% no visām ziemām. Augstākais mitro ziemu īpatsvars novērojams Latgales augstienes ziemeļu daļā, Siguldas un Limbažu meteoroloģiskajās stacijās, kā arī Liepājā, Rīgā un Alūksnē. Zemākas vērtības redzamas Kurzemes ziemeļu daļā, kā arī Latgales augstienes dienvidu daļā.



2.6. attēls. Procentuālais sauso ziemas sezonu īpatsvars Latvijas meteoroloģiskajās stacijās 1961.-2010. gada periodā. Sezona klasificēta kā sausa, ja SPI tajā ir mazāks vai vienāds ar -1

Sauso ziemas sezonu īpatsvars mainās robežās no 6% Velēnas un Gulbenes novērojumu stacijās līdz 20% Piedrujas novērojumu stacijā (2.6. attēls). Vidēji augstāks sauso ziemu īpatsvars ir Latvijas rietumu daļā – Kurzemē, kur tas mainās robežās no 12% līdz 18%, bet relatīvi zemāks sauso ziemu īpatsvars ir Latgalē, kur tas mainās robežās no 8% līdz 14%. Kopumā redzama tendence sauso ziemas sezonu īpatsvaram samazināties austrumu virzienā, palielinoties attālumam no Baltijas jūras. Atsevišķās stacijās, piemēram, Rēzeknē, mazāks sauso ziemas sezonu (8%) īpatsvars labi sakrīt ar paaugstinātu mitro ziemas sezonu īpatsvaru (35%), bet šī sakarība nav viennozīmīgi novērojama visā valstī. Piemēram, Liepājas novērojumu stacijā ir novērojams salīdzinoši augsts gan sauso, gan mitro sezonu īpatsvars (29% un 16% attiecīgi), kas norāda, ka šajā stacijā relatīvi biežāk novērojamas ekstremāli sausas vai mitras ziemas sezonas.

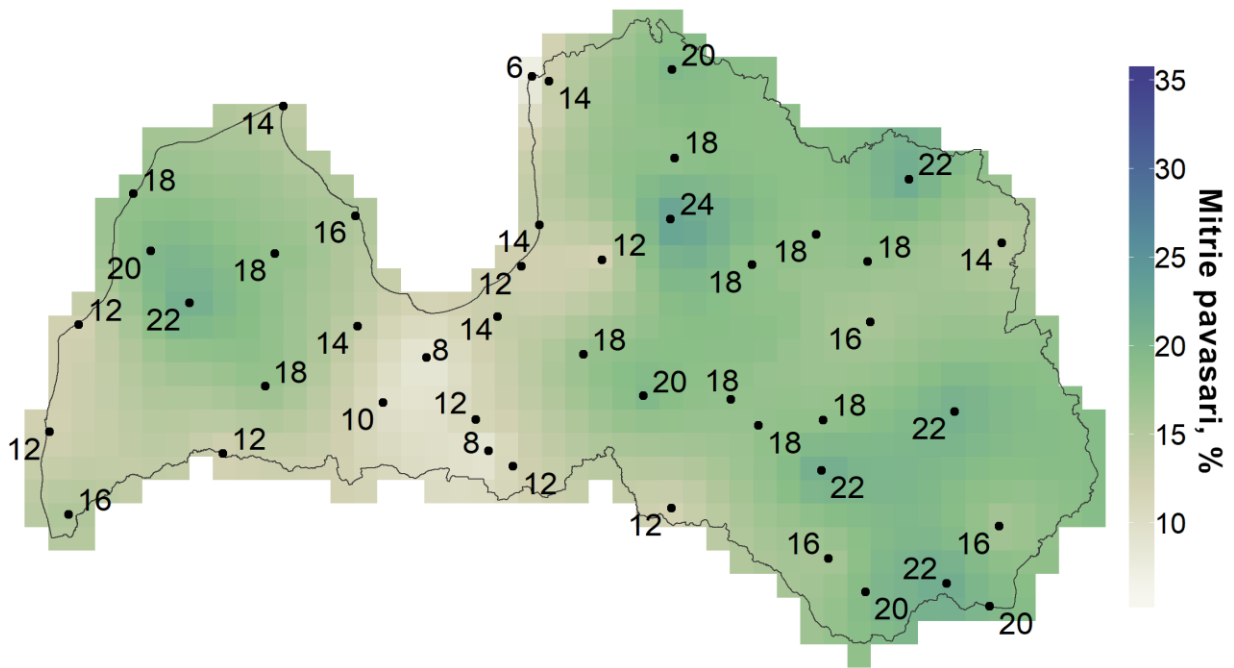
Pavasara (marta, aprīļa, maija) mēnešu SPI



2.7. attēls. Vēsturiskā 3 pavasara mēnešu SPI izkliede Latvijas meteoroloģiskajās stacijās attiecībā pret 1961.-1990. g. references periodu. Ar melno līniju atzīmētas vidējās vērtības, krāsu atšifrējumu skat. 1.1 tabulā. Balstoties uz datu pieejamību, aprēķinos izmantoto staciju skaits katru gadu mainās intervālā no 22 līdz 46

2.7. attēlā redzama pavasara mēnešu SPI izkliede visās novērojumu stacijās attiecībā pret 1961.-1990. gada references periodu. Sausākā pavasara sezona līdz šim bija 1964. gadā, kad vidējā SPI vērtība visās stacijās bija -2,15, kas atbilst ekstremālam sausumam (43 novērojumu staciju dati). Mitrākā pavasara sezona līdz šim bija 1983. gadā, kad gada vidējais SPI bija 1,85, kas atbilst ļoti mitriem apstākļiem (45 novērojumu staciju dati). Sausākā pavasara sezona atsevišķā novērojumu stacijā bija 1964. gadā, kad Venzavā SPI sasniedza -4,27, savukārt mitrākā pavasara sezona atsevišķā novērojumu stacijā bija 1983. gadā, kad Jelgavas novērojumu stacijā SPI sasniedza 3,6, kas atbilst ekstremālam mitrumam.

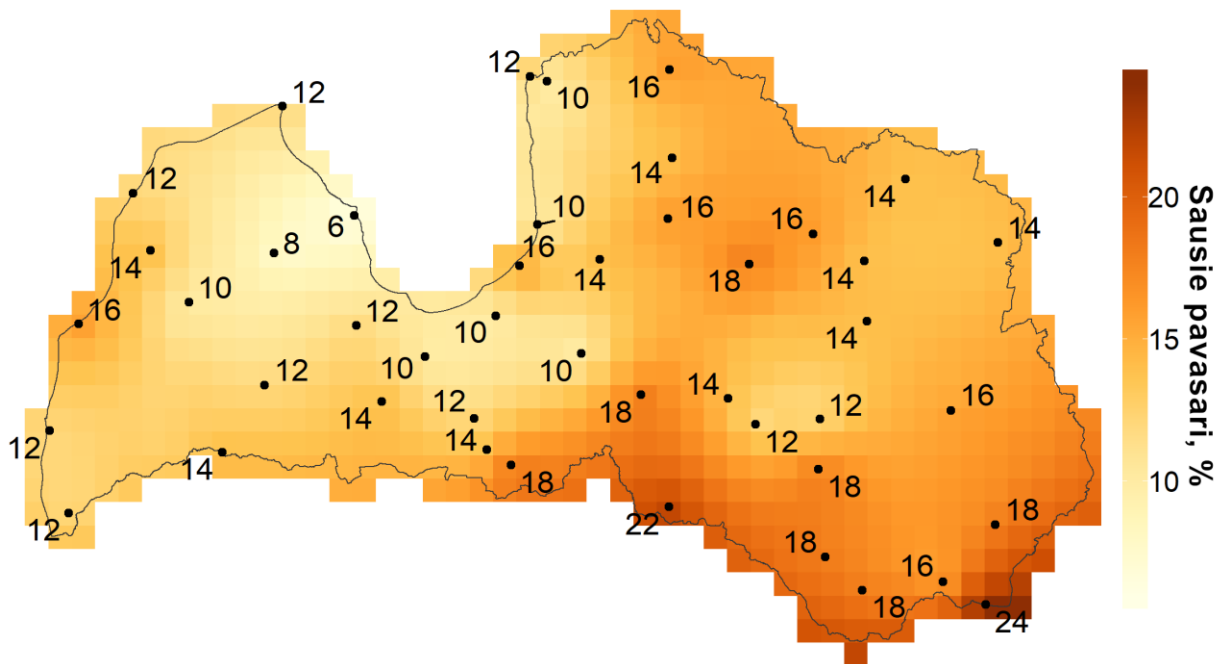
Pavasara sezonām nav novērojama tik izteikta SPI palielināšanās tendence, kā ziemas sezonām. Lielākā daļa no pavasara sezonām novērojumu periodā ir bijušas normālas – tikai 8 pavasari ir bijuši sausi ($SPI \leq -1$) un 6 pavasari mitri ($SPI \geq 1$).



2.8. attēls. Procentuālais mitro pavasara sezonu īpatsvars Latvijas meteoroloģiskajās stacijās 1961.-2010. gada periodā. Sezona klasificēta kā mitra, ja SPI tajā ir lielāks vai vienāds ar 1

Mitro pavasara sezonu īpatsvars laika posmā no 1961. līdz 2010. gadam Latvijas teritorijā mainās intervālā no 6% Ainažu novērojumu stacijā līdz 24% Priekuļu novērojumu stacijā (2.8. attēls). Telpiski mitro pavasaru īpatsvars ir zemāks Latvijas piekrastē (6%-18%) un centrālajā daļā (8%-12%), bet augstāks Latgales augstienē (16-22%), Vidzemes augstienē (18-24%), Alūksnes augstienē (22 %) un Kuldīgā (22%).

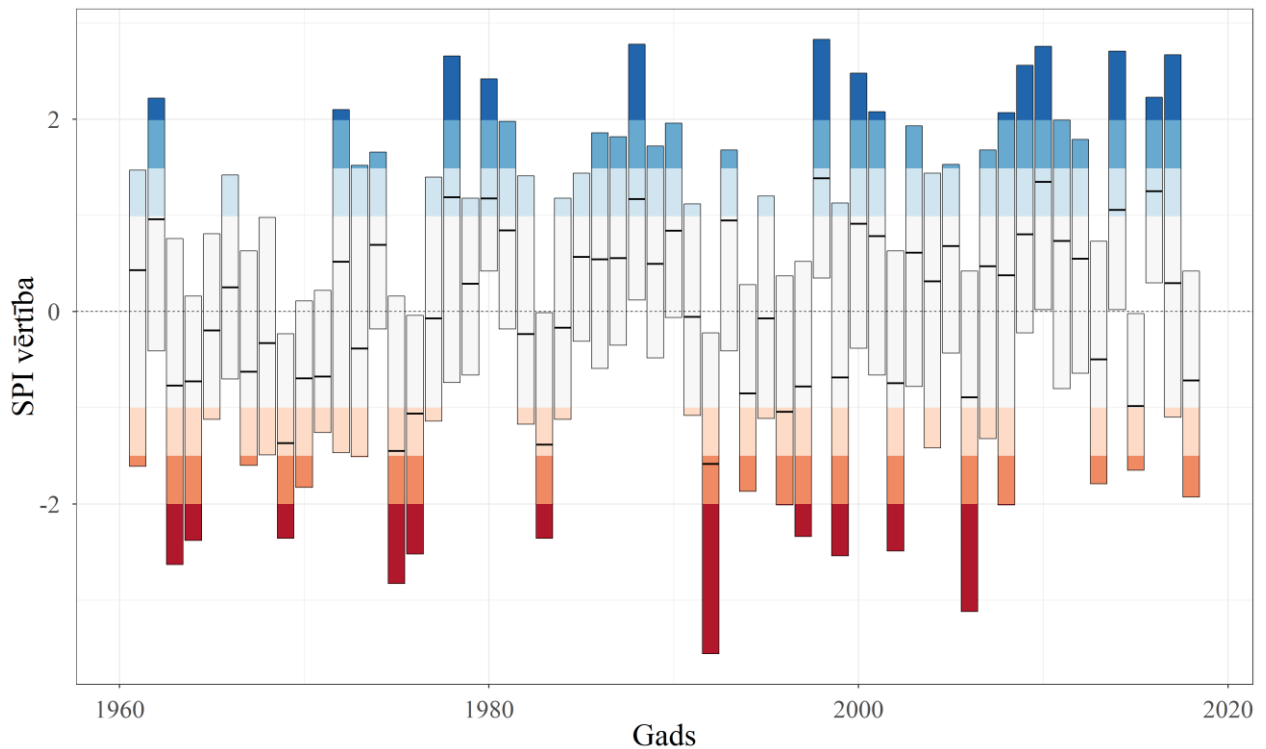
Atšķirīgās tendences no mitro gadu un ziemas sezonu īpatsvaram norāda, ka pavasara laikā nokrišņus Latvijā ietekmē citi faktori. Kopējais mitro pavasaru īpatsvars ir mazāks nekā mitro ziemu (maksimālās vērtības attiecīgi 24% un 35%), turklāt mitro pavasaru īpatsvars ir telpiski vienmērīgāk sadalīts, kas, iespējams, nākotnē ļauj labāk paredzēt iespējamās anomālos nokrišņus atsevišķos Latvijas reģionos.



2.9. attēls. Procentuālais sauso pavasara sezonu īpatsvars Latvijas meteoroloģiskajās stacijās 1961.-2010. gada periodā. Sezona klasificēta kā sausa, ja SPI tajā ir mazāks vai vienāds ar -1

Sauso pavasara sezonu īpatsvars mainās robežās no 6% Mērsraga novērojumu stacijā līdz 24% Piedrujas novērojumu stacijā (2.9. attēls). Telpiski augstāks sauso pavasaru īpatsvars ir Latvijas austrumu daļā, Vidzemē un Latgalē, kur tas mainās robežās no 14% līdz 24%, bet relatīvi zemāks sauso pavasaru īpatsvars ir Kurzemē, kur tas mainās robežās no 6% līdz 16%. Piedrujas un Dienvidlatgales stacijās kopumā ir salīdzinoši augsts mitro pavasaru īpatsvars (16-22%) un salīdzinoši augsts sauso pavasaru īpatsvars (16-24%). Pretēji ziemas sezonām, sauso pavasara sezonu īpatsvaram redzama tendence pieaugt rietumu virzienā, samazinoties attālumam no Baltijas jūras. Tas, salīdzinājumā ar ziemas sezonu, norāda uz citiem klimatiskiem faktoriem, kuri ietekmē laikapstākļus pavasara sezonā.

Vasaras (jūnija, jūlija, augusta) mēnešu SPI

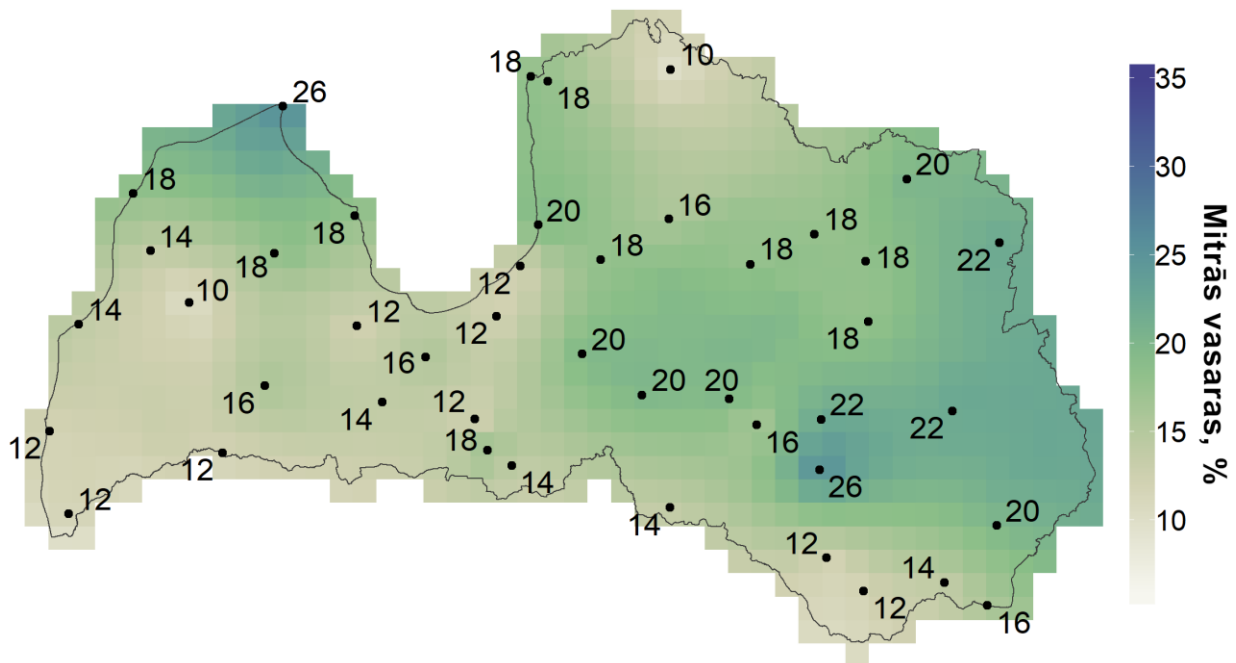


2.10. attēls. Vēsturiskā 3 vasaras mēnešu SPI izkliede Latvijas meteoroloģiskajās stacijās attiecībā pret 1961.-1990. g. references periodu. Ar melno līniju atzīmētas vidējās vērtības, krāsu atšifrējumu skat. 1.1 tabulā. Balstoties uz datu pieejamību, aprēķinos izmantoto staciju skaits katru gadu mainās intervālā no 18 līdz 46

2.10. attēlā redzama Latvijas vasaras mēnešu SPI izkliede visās novērojumu stacijās attiecībā pret 1961.-1990. gada references periodu. Sausākā vasaras sezona līdz šim bija 1992. gadā, kad vidējā SPI vērtība visās stacijās bija -1,59, kas atbilst ļoti lielam sausumam (45 novērojumu staciju dati). Mitrākā vasaras sezona līdz šim bija 1998. gadā, kad gada vidējais SPI bija 1,39, kas atbilst mitriem apstākļiem (45 novērojumu staciju dati). Sausākā pavasara sezona vienā novērojumu stacijā bija 1992. gadā, kad Piedrujā SPI sasniedza -3,55, kas atbilst ekstremālam sausumam, savukārt mitrākā pavasara sezona vienā novērojumu stacijā bija 1998. gadā, kad SPI Alūksnes novērojumu stacijā sasniedza 2,83, kas atbilst ekstremālam mitrumam.

Vasaras, līdzīgi kā pavasara, sezona nokrišņu daudzuma ziņā ir salīdzinoši tuvas normāliem apstākļiem. Sausas vasaras sezonas līdz šim vidēji ir novērotas tikai 5 gados novērojumu periodā, savukārt mitras vasaras ir novērotas 6 gados novērojumu periodā. Atšķirīgi ir arī sausākie gadi, piemēram, 1964. gadā, kurā bija izteikti sausa ziemas un pavasara sezona, bet nebija viena no sausākajām vasaras sezonām (pēc kārtas 13. sausākā (46 novērojumu staciju dati), kā arī 2018.

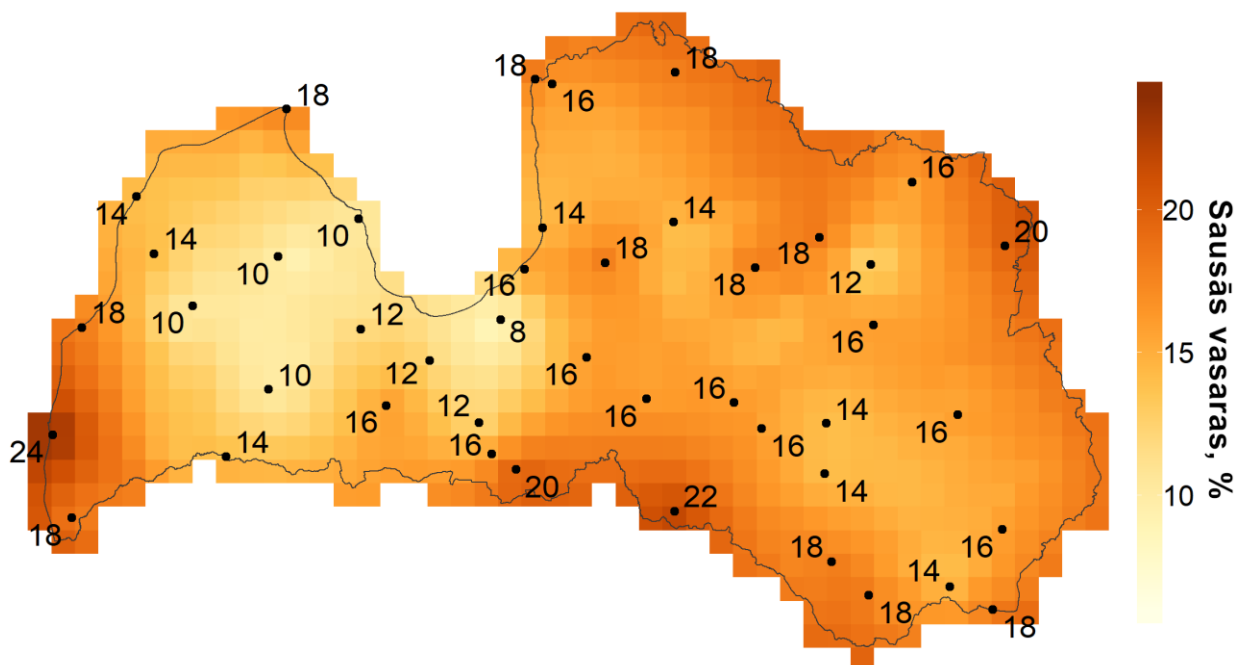
gadā tika novērota tikai 15. pēc kārtas sausākā vasaras sezona (28 novērojumu staciju dati), kaut gan pats gads vidēji bijis sausākais novērojumu vēsturē.



2.11. attēls. Procentuālais mitro vasaras sezonu īpatsvars Latvijas meteoroloģiskajās stacijās 1961.-2010. gada periodā. Sezona klasificēta kā mitra, ja SPI tajā ir lielāks vai vienāds ar 1

Mitro vasaras sezonu īpatsvars (2.11. attēls) Latvijas meteoroloģiskajās stacijās laika posmā no 1961. līdz 2010. gadam mainās no 10% Kuldīgas un Rūjienas novērojumu stacijās līdz 26% Kolkas un Sīļu novērojumu stacijās. Mitro vasaru īpatsvars ir salīdzinoši zems Latvijas dienvidrietumu daļā (no 10-14%), centrālajā daļā (12-18%) bet ir lielāks Kurzemes ziemeļos (18-26%) kā arī Latgalē (12-26%).

Ievērojami, ka Kolkas novērojumu stacijā, salīdzinājumā ar citām meteoroloģiskām sezonām (ziema – 18%, pavasaris – 14% un rudens – 18%), vasaras sezonas bieži ir mitras, kas norāda uz lielākiem anomāliem nokrišņiem tieši vasaras laikā. Savukārt Rīgas meteoroloģiskajā stacijā tieši vasaras sezonām ir vislielākā iespēja būt normas robežās vai sausām – 12% mitro vasaru īpatsvars ir zemākais no visām meteoroloģiskām sezonām (ziemā – 27%, pavasarī – 14% un rudenī – 22%).

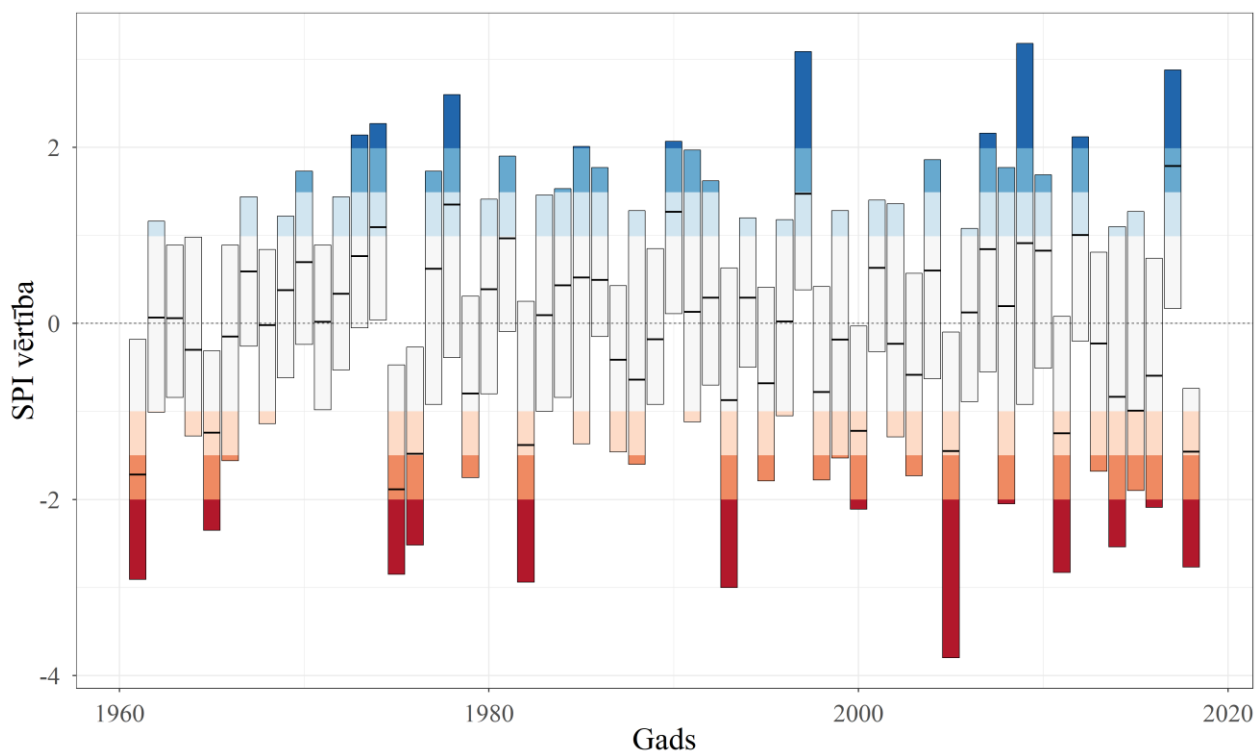


2.12. attēls. Procentuālais sauso vasaras sezonu īpatsvars Latvijas meteoroloģiskajās stacijās 1961.-2010. gada periodā. Sezona klasificēta kā sausa, ja SPI tajā ir mazāks vai vienāds ar -1

Sauso vasaras sezonu īpatsvars mainās robežās no 8% Rīgas novērojumu stacijā līdz 24% Liepājas novērojumu stacijā (2.12. attēls). Telpiski augstāks sauso vasaru īpatsvars ir Latvijas austrumu daļā, visā Vidzemes un Latgales teritorijā, kur tas mainās robežās no 14% līdz 22% un Baltijas jūras piekrastē – no 14% līdz 24%, bet relatīvi zemāks sauso vasaru īpatsvars ir Kurzemes vidusdaļā, kur tas mainās robežās no 10% līdz 12%. Kartē labi redzams, ka lielākoties sausākas vasaras ir novērojamas Latvijas austrumu daļā, salīdzinoši tālu no Baltijas jūras, kas diezgan labi sakrīt ar sauso pavasara sezonu novērojumiem.

Interesanti atzīmēt, piemēram, Liepājas meteoroloģisko staciju, kurā sauso vasaru īpatsvars ir īpaši augsts, bet līdzīga situācija nebija novērojama citās sezonās (ziemā – 16%, pavasarī – 16% un rudenī – 16%), kā arī Mērsraga novērojumu staciju, kurā zems sauso vasaras sezonu īpatsvars (10%) labi sakrīt ar sauso pavasara sezonu īpatsvaru (6%), bet nesakrīt ar pārējām kalendārajām sezonām (18% gan ziemā, gan rudenī).

Rudens (septembra, oktobra, novembra) SPI

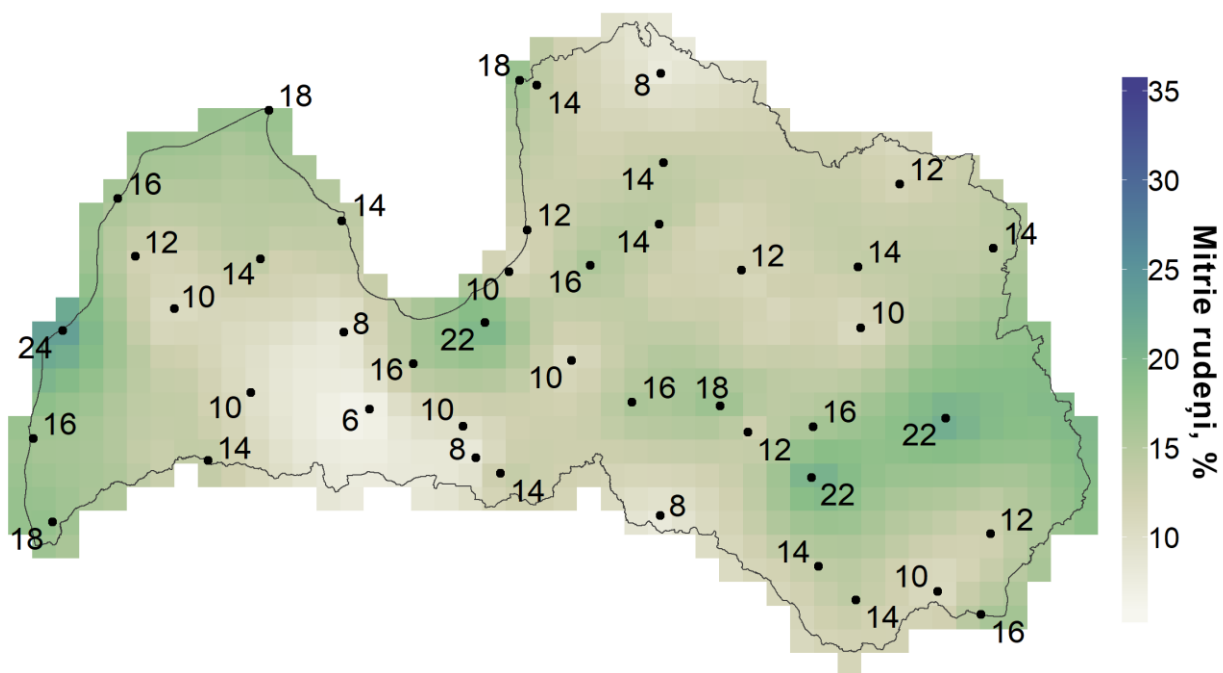


2.13. attēls. Vēsturiskā 3 rudens mēnešu SPI izklide Latvijas meteoroloģiskajās stacijās attiecībā pret 1961.-1990. g. referenes periodu. Ar melno līniju atzīmētas vidējās vērtības, krāsu atšifrējumu skat. 1.1 tabulā. Balstoties uz datu pieejamību, aprēķinos izmantoto staciju skaits katru gadu mainās intervālā no 20 līdz 46

Sausākā rudens sezona līdz šim (2.13. attēls) bija 1975. gadā, kad visu staciju vidējais SPI sasniedza -1,88, kas atbilst ļoti lielam sausumam (43 novērojumu staciju dati), savukārt mitrākais rudens līdz šim ir bijis 2017. gadā, kad visu novērojumu staciju vidējais SPI sasniedza 1,79, kas atbilst ļoti lielam mitrumam (29 novērojumu staciju dati) un precīzi raksturo 2017. gadā rudenī novēroto ekstremālo nokrišņu daudzumu. Sausākā rudens sezona vienā novērojumu stacijā bija 2005. gadā, kad Neretā SPI sasniedza -3,79, kas atbilst ekstremālam sausumam, savukārt mitrākā rudens sezona vienā novērojumu stacijā bija 2009. gadā, kad SPI Piedrujas novērojumu stacijā sasniedza 3,18, kas atbilst ekstremālam mitrumam. Kopumā laika posmā no 1961.-1990. gadam novērotas 9 sausas vai ļoti sausas rudens sezonas un 6 mitras vai ļoti mitras rudens sezonas. Salīdzinājumā ar pārējām sezonām, tieši rudens vēsturiski visbiežāk ir bijis ārkārtēji sauss.

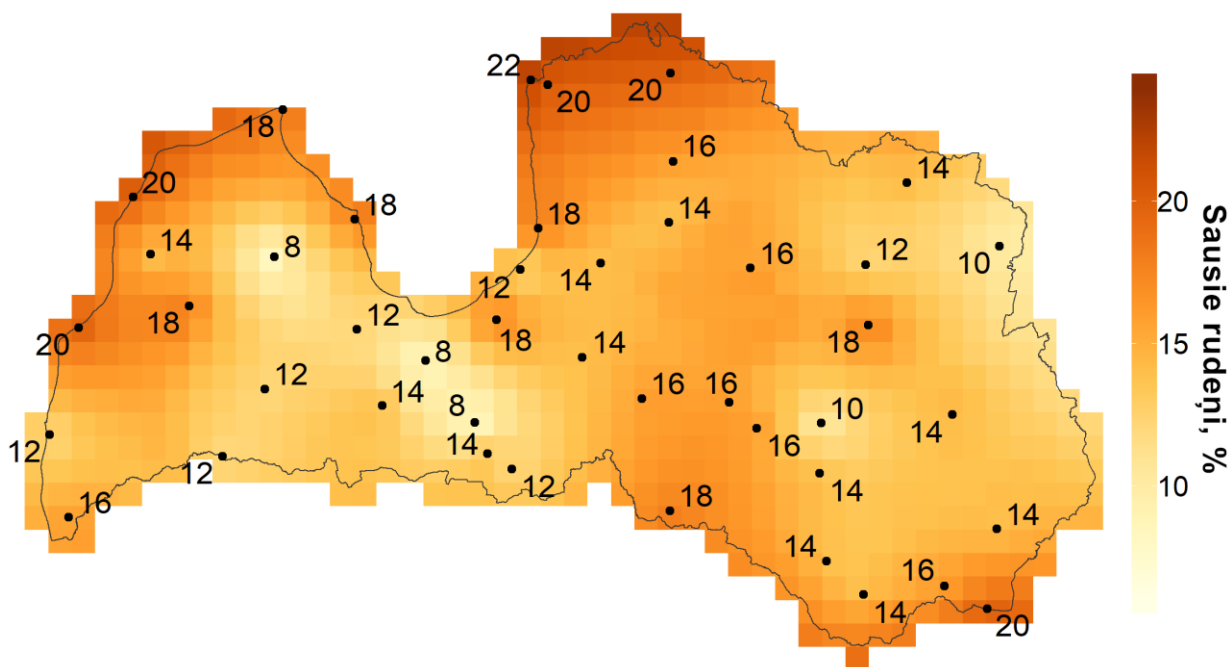
Rudens sezonā nav novērojamas tik izteiktas mitruma pieauguma tendences kā citos gados, lai gan 5 gadus pēc 1990. g. atsevišķās stacijās novērojamas arī ekstremāli mitras vērtības. Interesanti, ka tieši rudens sezonā izteikti redzams 2018. gada sausums. Lai gan vidējās SPI vērtības 2018. gadā apskatītajā laika posmā ir tikai 4. zemākās, maksimālais novērotais SPI tieši

2018. gadā ir viszemākais, sasniedzot tikai -0,74 (20 novērojumu staciju dati). Tas norāda, ka 2018. gada sausums reģionāli bijis viens no postošākajiem, ņemot vērā, ka visās novērojumu stacijās SPI bija zem 0, un lielākajā daļā no tām bija sausi vai ļoti sausi apstākļi.



2.14. attēls. Procentuālais mitro rudens sezonu īpatsvars Latvijas meteoroloģiskajās stacijās 1961.-2010. gada periodā. Sezona klasificēta kā mitra, ja SPI tajā ir lielāks vai vienāds ar 1

Mitro rudens sezonu īpatsvars (2.14. attēls) Latvijas meteoroloģiskajās stacijās laika posmā no 1961. līdz 2010. gadam svārstās no 6% Dobeles novērojumu stacijā līdz 24% Pāvilstas novērojumu stacijā. Vairākās novērojumu stacijās mitrums ir novērojams vismaz 22% no visu sezonu skaita – Rīgā, Sīļos, Rēzeknē un jau minētajā Pāvilstā. Gan Pāvilstā, gan Rīgā šīs ir mitrākās no visām meteoroloģiskajām sezonām, savukārt Rēzeknes un Sīļu novērojumu stacijās pilnīgi visas sezonas ir izteikti mitras (mitruma īpatsvars tajās vienmēr ir lielāks par 22%), kas labi atspoguļojas arī gada mitruma īpatsvara kartē (2.2. attēls).



2.15. attēls. Procentuālais sauso rudens sezonu īpatsvars Latvijas meteoroloģiskajās stacijās 1961.-2010. gada periodā. Sezona klasificēta kā sausa, ja SPI tajā ir mazāks vai vienāds ar -1

Sauso rudens sezonu īpatsvars mainās robežās no 8% Stendes, Kalnciema un Jelgavas novērojumu stacijās līdz 22% Ainažu novērojumu stacijā (2.15. attēls). Telpiski augstāks sauso rudenju īpatsvars ir Latvijas piekrastē un ziemeļu daļā, kur tas mainās robežās no 12 līdz 22%, savukārt zemāks sauso rudenju īpatsvars ir Kurzemes centrālajā daļā un Latvijas vidienē, kur tas mainās intervālā no 8 līdz 18%. Salīdzinoši mazs sauso rudenju īpatsvars ir arī novērojams Latvijas austrumu daļā (10-18%, izņemot Piedrujas novērojumu staciju). Rudens sezonās ekstremāli nokrišņu apstākļi biežāk novērojami Pāvilostas stacijā, kurā 20% no visiem rudenjiem ir bijušas sausi, bet 24% mitri.

Salīdzinot visas meteoroloģiskās sezonas, rudenī ir visvairāk negatīvo SPI vērtību. Kopumā 6 stacijās sauso rudens sezonu īpatsvars ir lielāks vai vienāds ar 20% (Ainažu, Lagastes, Rūjienas, Ventspils, Pāvilostas un Piedrujas novērojumu stacijās) salīdzinājumā ar citām sezonām, kurās nav tik izteikti sausas (4 šādas stacijas vasarā, 2 pavasarī un 1 ziemā). Arī sauso gadījumu īpatsvars ir telpiski atšķirīgs no citām sezonām – rudenī lielākoties ir sausi valsts ziemeļu daļā, vasaras Liepājā un Latgales teritorijā, pavasari – Latgales teritorijā bet ziemas – Kurzemē.

NĀKOTNES SPI PROGNOZES LATVIJAI

Nākotnes SPI izmaiņu raksturošanai izmantoti skaitlisko klimata prognožu modeļi no Saistītās modeļu savstarpējās salīdzināšanas projekta CMIP5 (*Coupled Model Intercomparison Project*). Modeļi izvēlēti atbilstoši iepriekšējiem pētījumiem par Latvijas nokrišņu daudzumu (Avotniece et al., 2017), lai nodrošinātu datu savietojamību un secinājumu salīdzināšanas iespējamību. Pētījumā izmantotie globālie klimatiskie modeļi apkopoti zemāk 3.1. tabulā.

3.1. tabula

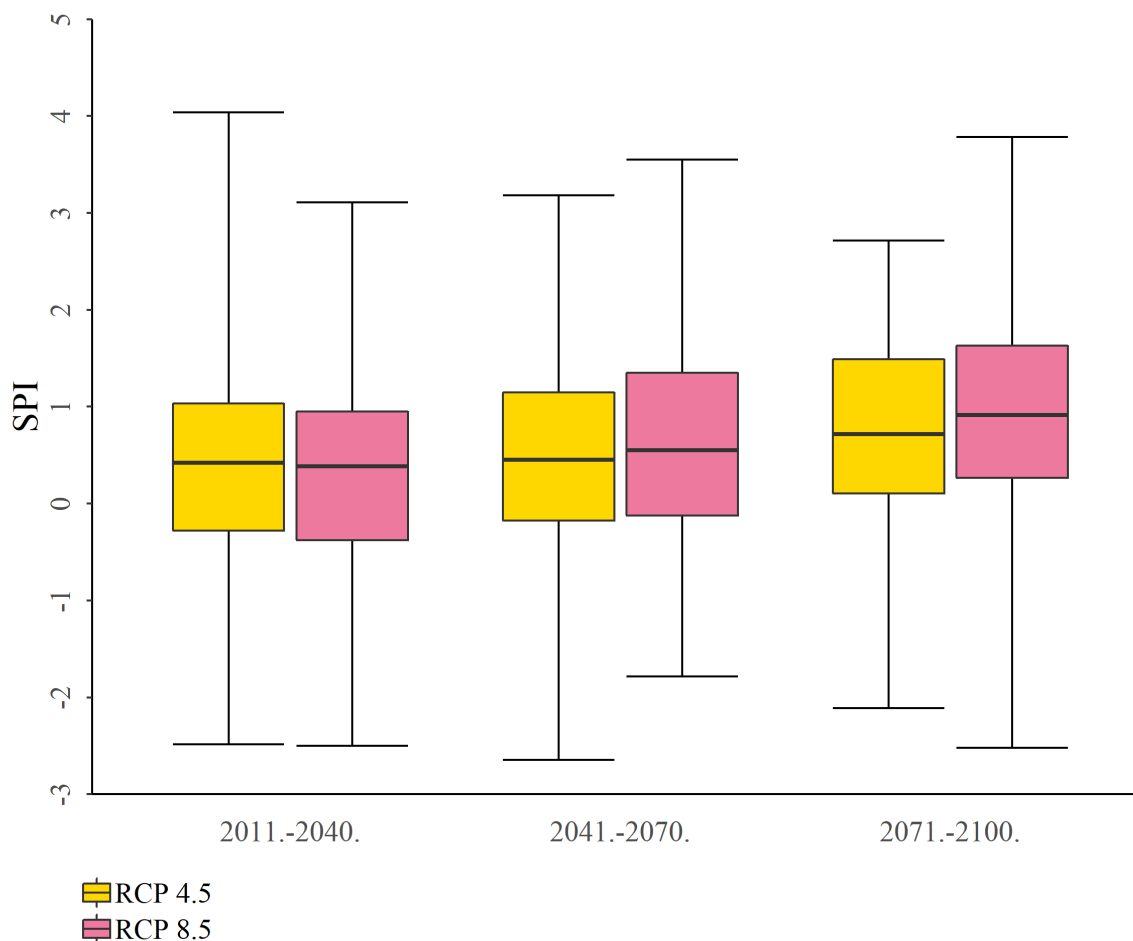
Pētījumā izmantotie globālie klimata modeļi

Globālais klimata modelis	Izstrādātājvalsts
CanESM2	Kanāda
CCSM4	ASV
CNRM-CM5	Francija
GFDL-CM3	ASV
HadGEM2-ES	Lielbritānija
MIROC5	Japāna
MPI-ESM-MR	Vācija

Izmantojot modeļos pieejamos diennakts nokrišņu datus, aprēķinātas SPI vērtībās 12 mēnešu (viena gada) intervālā katrā no novērojumu stacijām atbilstošajām šūnām. Aprēķins veikts balstoties uz 1961.-1990. gada references perioda statistisko gamma sadalījumu, kas iegūts no LVĢMC meteoroloģisko staciju mērījumu datiem. Balstoties uz novērojumu staciju SPI aprēķiniem, katram gadam aprēķināta vidējā SPI vērtība Latvijā, kuras izkliede 30 gadu nākotnes intervālos attēlota 3.1. attēlā.

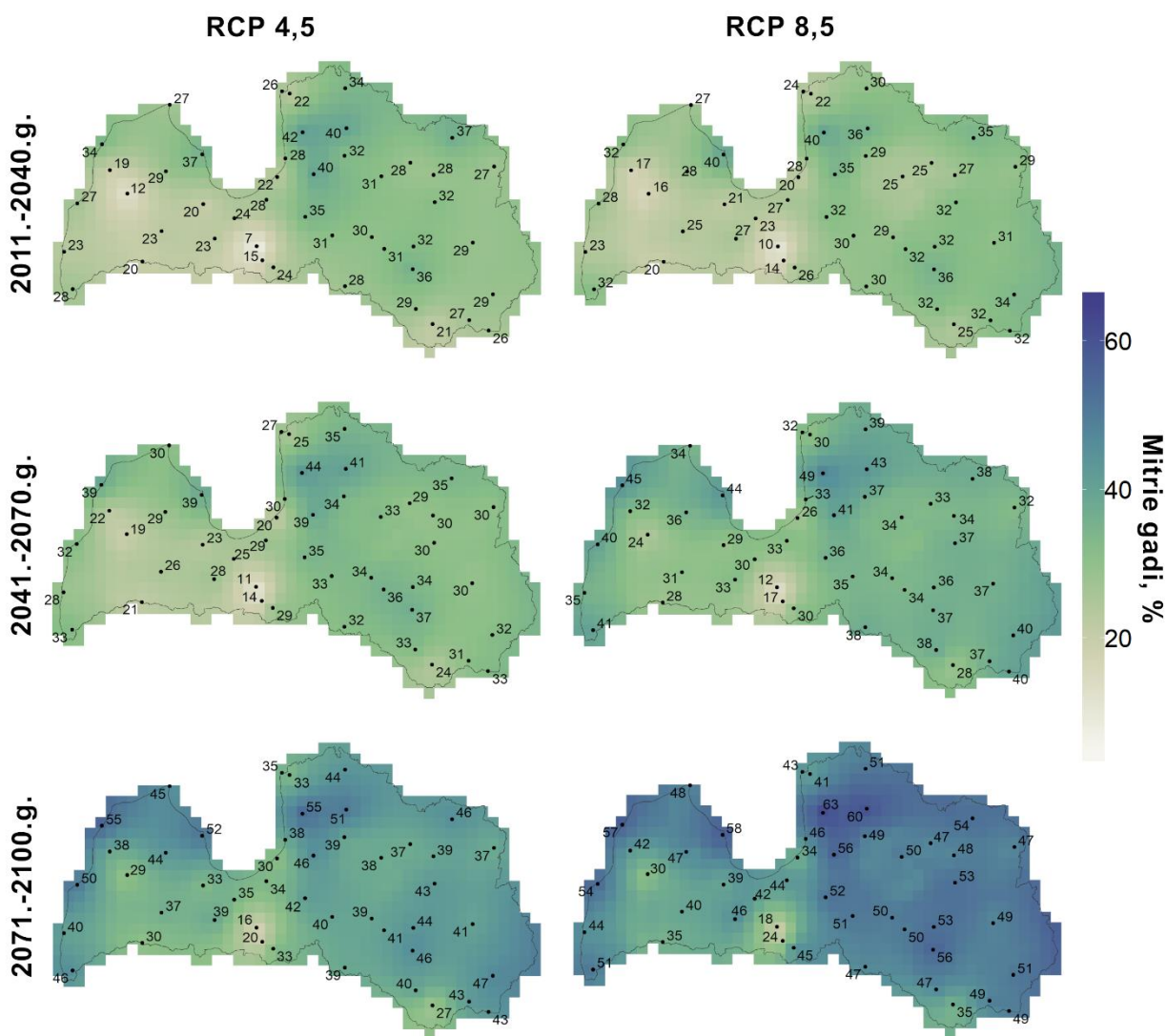
Izmantojot modeļu SPI datus, katrai novērojumu stacijai četros 30 gadu intervālos aprēķināts procentuālais mitro gadu skaits (mitro gadu īpatsvars) un sauso gadu skaits (sausu gadu īpatsvars). Sauso un mitro gadu īpatsvari interpolēti visā Latvijas teritorijā, izmantojot universālā kriginga metodi (Hengl, 2009).

Nākotnes gada SPI prognozes Latvijā



3.1. attēls. Nākotnes prognoze Latvijas gada vidējā SPI izkliedei trīs 30 gadu intervālos. Ar melno līniju iezīmēta modeļu ansambļa mediāna, krāsas apzīmē RCP 4,5 un RCP 8,5 scenārijus

Atbilstoši RCP 4,5 un RCP 8,5 scenārijiem nākotnes klimatisko normu periodos SPI vērtības pieaugs – pēc RCP 4,5 scenārija vidējā SPI vērtība 2100. gadā palielināsies par aptuveni 0,71 savukārt pēc RCP 8,5 scenārija vidējā SPI vērtība pieaugs par aptuveni 0,90 (salīdzinājumā ar 1961.-1990. gada vērtību) (3.1. attēls). Protams, jāņem vērā ievērojamā modeļu ansambļu izklide. Atsevišķos gados Latvijas vidējās SPI vērtības apskatītajos periodos var nokrist līdz -2,64 (RCP 4,5 scenārijs) un līdz -2,59 (RCP 8,5 scenārijs), vai sasniegt 4,04 (RCP 4,5 scenārijs) un 3,79 (RCP 8,5 scenārijs). Atsevišķu gadu maksimālās un minimālās SPI izmaiņas novērtēt ir grūti, ņemot vērā nākotnes modeļu lielo izklidi, tomēr, balstoties uz vidējā SPI pieauguma tendenci, visticamāk, ka arī atsevišķi gadu minimumi un maksimumi pieaugs. Tādējādi nākotnē, salīdzinājumā ar 1961.-1990. gada normu, varēs sagaidīt mitrākus apstākļus.



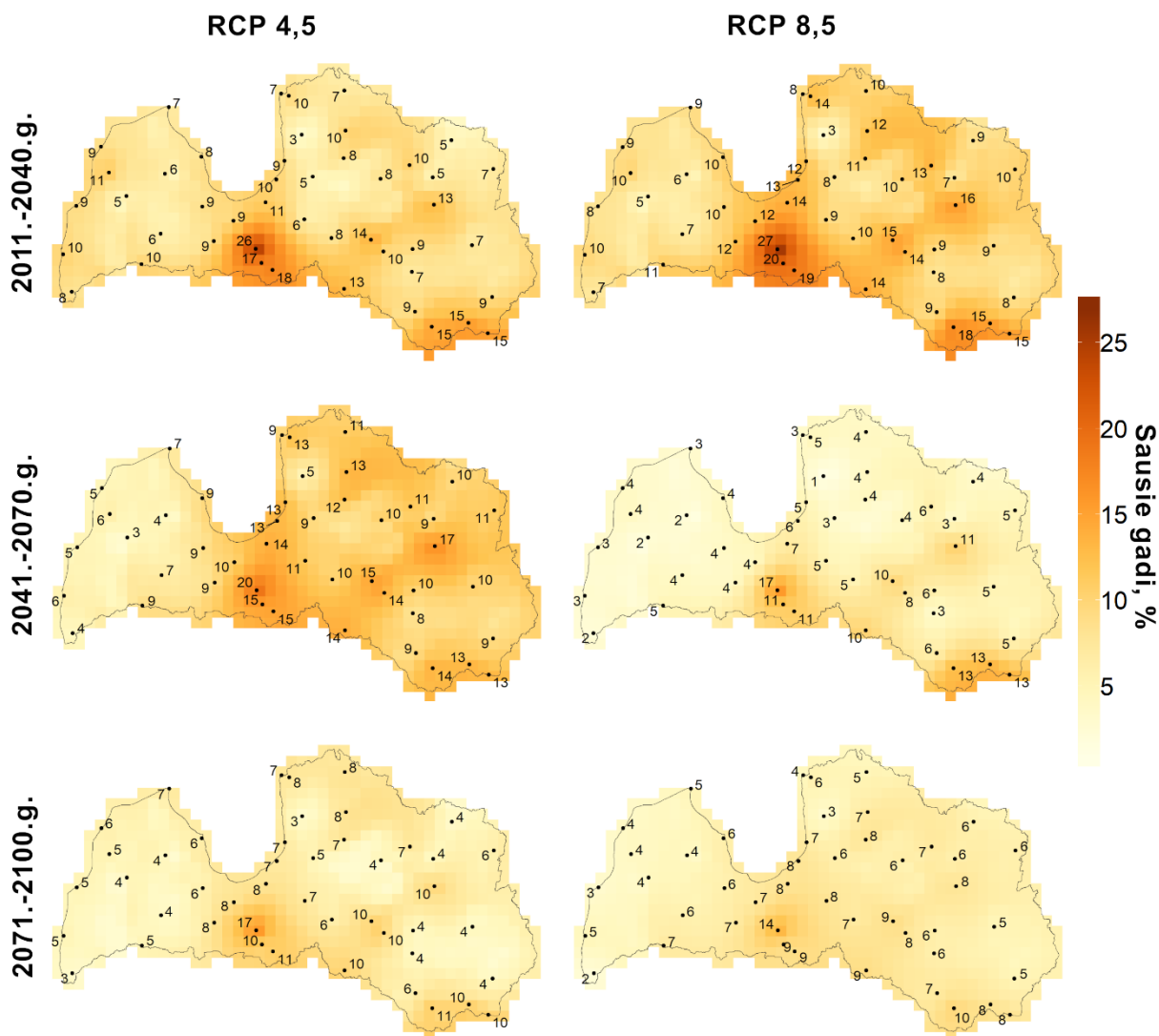
3.2. attēls. Globālo klimata modeļu ansambļa prognozētais procentuālais mitro gadu īpatsvars dažādos periodos Latvijas teritorijā. Kreisajā pusē – RCP 4,5 scenārijs, labajā pusē - RCP 8,5 scenārijs. Virzienā no augšas attēlots 2011.-2040. gadu periods, 2041.-2070. gadu periods un 2071.-2100. gadu periods. Mitro gadu īpatsvars aprēķināts pret klimatisko referenču periodu (1961.-1990. gads). Gads klasificēts kā mitrs, ja SPI tajā ir lielāks vai vienāds ar 1

Atbilstoši globālo klimatisko modeļu prognozēm, pēc RCP 4,5 scenārija laika posmā no 2071. līdz 2100. gadam mitro gadu īpatsvars Latvijā pieaugs līdz 16-55%, vidēji sasniedzot 40%, savukārt pēc RCP 8,5 scenārija mitro gadu īpatsvars Latvijā pieaugs līdz 18-63%, vidēji sasniedzot 47%. Visaugstākais mitro gadu skaits būs Limbažu meteoroloģiskajā stacijā (55% pēc RCP 4,5 un 63% pēc RCP 8,5 scenārija), bet zemākais – Jelgavas novērojumu stacijā (16% pēc RCP 4,5 un 18% pēc RCP 8,5 scenārija). Salīdzinoši liels mitro gadu īpatsvars būs novērojams Baltijas jūras piekrastes reģionā un Latvijas austrumu daļā, savukārt Latvijas centrālajā daļā un Kurzemes vidienē mitro gadu īpatsvars saglabāsies salīdzinoši neliels. Atbilstoši RCP 8,5 klimatiskajām

prognozēm, laika posmā no 2071. līdz 2100. gadam lielā daļā Latvijas gandrīz katrs otrais gads būs mitrs, ļoti mitrs vai ekstremāli mitrs.

Pēc klimatiskajām prognozēm, mitro gadu īpatsvara palielināšanas notiks pakāpeniski. 2011.-2040. gadu periodā pēc RCP 4,5 scenārija mitro gadu īpatsvars palielināsies līdz 27%, 2041.-2071. gadu periodā līdz 30,1% un 2071.-2100. gadu periodā līdz 39,5%. Savukārt, atbilstoši RCP 8,5 scenārijam, mitro gadu īpatsvars pieaugs līdz 27,8% 2011.-2040. gadu periodā, 34,4% 2041.-2071. gadu periodā un 46,6% 2071.-2100. gadu periodā.

Abas minētās prognozes labi sakrīt ar līdzšinējiem pētījumiem, kuros paredzēts kopējais nokrišņu daudzuma pieaugums (Avotniece et al., 2017). Tajos secināts, ka nokrišņu daudzums Latvijā, salīdzinot ar 1971.-2000. gada vidējo vērtību, pieaugs par aptuveni 10% (pēc RCP 4,5 klimata pārmaiņu scenārija), bet pēc RCP 8,5 scenārija par aptuveni 15% (Avotniece et al., 2017). Līdzīgas izmaiņas vidēji tiek prognozētas arī vidēji pasaulē (IPCC, 2014).



3.3. attēls. Globālo klimata modeļu ansambla prognozētais procentuālais sauso gadu īpatsvars dažādos periodos Latvijas teritorijā. Kreisajā pusē – RCP 4,5 scenārijs, labajā pusē - RCP 8,5 scenārijs. Virzienā no augšas attēlots 2011.-2040. gadu periods, 2041.-2070. gadu periods un 2071.-2100. gadu periods. Sauso gadu īpatsvars aprēķināts pret klimatisko referenču periodu (1961.-1990. gads). Gads klasificēts kā sauss, ja SPI tajā ir mazāks vai vienāds ar -1

Pēc globālo klimatisko modeļu prognozēm, laika posmā no 2071. līdz 2100. gadam, Latvijas sauso gadu īpatsvars samazināsies līdz 3-17%, vidēji sasniedzot 6,8% (RCP 4,5 scenārijs) vai 3-14%, vidēji sasniedzot 6,5% (RCP 8,5 scenārijs). Tiek prognozēts, ka viszemākais sauso gadu īpatsvars būs Rucavā (3% pēc RCP 4,5 un 2% pēc RCP 8,5 scenārijiem), bet visaugstākais – Jelgavā (17% pēc RCP 4,5 un 14% pēc RCP 8,5 scenārijiem). Kopumā sauso gadu īpatsvars mainās pretēji mitro gadu īpatsvaram. Piemēram, Limbažu novērojumu stacijā sauso gadu īpatsvars pēc abiem klimata pārmaiņu scenārijiem tiek prognozēts 3%, kas ir viena no zemākajām vērtībām

Latvijā, savukārt mitro gadu īpatsvars pēc RCP 4,5 scenārija tiek prognozēts 55%, bet pēc RCP 8,5 scenārija 63%, kas atbilst visaugstākajām prognozētajām vērtībām Latvijā. Pretēja tendence prognozēta Jelgavas novērojumu stacijā – tajā tiek prognozēts mazāks mitro gadu īpatsvars (16% pēc RCP 4,5 un 18% pēc RCP 8,5 scenārija), bet augsts sauso gadu īpatsvars (17% pēc RCP 8,5 un 14% pēc RCP 4,5). Kopumā visā Latvijā sauso gadu skaits samazināsies – tiek prognozēts, ka intervālā no 2071. līdz 2100. gadam gandrīz visās novērojumu stacijās sausie gadi būs novērojami mazāk kā 10% gadījumu, t.i. 1 sausais gads 10 gadu laikā.

Sauso gadu īpatsvara izmaiņas nebūs tik pakāpeniskas kā iepriekš novērotajiem mitrajiem gadiem. Pēc RCP 4,5 klimata pārmaiņu scenārija intervālā no 2011. līdz 2040. gadam sauso gadu īpatsvars tiek prognozēts 9,6%. Laika posmā no 2041. līdz 2071. sauso gadu īpatsvars būs līdzīgs – 10,3%, bet ievērojamas izmaiņas prognozētas tikai 2071.-2100. gadā, kad īpatsvars samazināsies, līdz 6,8%. Pēc RCP 8,5 klimata pārmaiņu scenārija izmaiņas arī nebūs vienmērīgas – 2011.-2040. gadu intervālā sauso gadu īpatsvars sasniegs 11,2%, 2041.-2070. gadu intervālā jau 5,7% un 2071.-2100. gadu periodā sausie gadi tiks novēroti 6,5% no visiem gadiem. Sauso gadu īpatsvara samazinājums sakrīt ar līdzšinējām prognozēm par klimata pārmaiņām, ņemot vērā prognozēto nokrišņu daudzuma pieaugumu Latvijas teritorijā (Avotniece et al., 2017).

SECINĀJUMI

Pētījumā apskatītas standartizētā nokrišņu indeksa (SPI) vērtības Latvijas teritorijā, aprēķinot to izmaiņas laikā. Izmantojot gada (12 mēnešu) SPI, aprēķināts vēsturiskais sauso un mitro gadu īpatsvars – procentuālais gadu skaits, kurā SPI ir attiecīgi mazāks vai vienāds par -1 vai lielāks vai vienāds par 1 pret visu gadu skaitu – laika posmā no 1961. līdz 2010. gadam. Līdzīga analīze veikta atsevišķām kalendārajām sezonām – pavasarim, vasarai, rudenim un ziemei. Izmantojot nākotnes klimata pārmaiņu scenārijus, aprēķinātas prognozētās SPI izmaiņas Latvijas teritorijai līdz 2100. gadam, salīdzinājumā ar 1961.-1990. gada references periodu.

SPI izkļedes grafikos redzamā mitro gadu palielināšanās tendence pēc 1990. gada sakrīt gan ar globālajiem, gan Latvijas vēsturiskajiem nokrišņu novērojumiem (IPCC, 2014; Avotniece et al., 2017). Līdz šim novērojumu vēsturē vidēji sausākais ir bijis 2018. gads (SPI vērtība sasniedza -1,63) bet mitrākais – 2012. gads (SPI vērtība sasniedza 1,73). Vēsturiski anomāli mitrākā novērojumu stacija Latvijā ir Rēzeknē (28% mitro gadu īpatsvars), savukārt anomāli vissausākās novērojumu stacijas ir Carnikava, Liepāja un Bauska (18% sauso gadu īpatsvars).

Vidēji Latvijas teritorijā tieši ziemas sezona visbiežāk ir anomāli mitra – laika posmā no 1961. līdz 2010. gadam ir 13 mitrās ziemas sezonas. Vissausākā sezona ir rudens – apskatītajā laika posmā ir bijuši 9 anomāli sausi rudenī. Atsevišķu mitro sezonu īpatsvara telpiskais sadalījums var ievērojami atšķirties no gada SPI vērtībām, piemēram, Liepājas novērojumu stacijā, kurā mitro gadu īpatsvars ir tikai 14%, mitro ziemas sezonu īpatsvars ir salīdzinoši augsts – 29%.

Atbilstoši klimata pārmaiņu scenārijiem prognozēm, SPI vērtība līdz 2100. gadam pieaugs – pēc RCP 4,5 scenārija par vidēji 0,69 un pēc RCP 8,5 scenārija par vidēji 0,88. Prognozētās izmaiņas sakrīt ar globālajām un Latvijas klimatisko pārmaiņu prognozēm (IPCC, 2014; Avotniece et al., 2017).

Atbilstoši SPI vērtībām, nokrišņu daudzums Latvijā ievērojami palielināsies, tomēr saglabāsies arī atsevišķi sausuma periodi. Tas ir nozīmīgi, izstrādājot dažādus klimatisko pārmaiņu adaptācijas scenārijus. Gan vidējo, gan ekstremālo nokrišņu daudzuma pieaugums ietekmē tautsaimniecības jomas, piemēram, lauksaimniecību. Tādēļ, plānojot nākotnes nozaru attīstības scenārijus, nepieciešams ņemt vērā prognozētās nokrišņu daudzuma un sausuma-mitruma apstākļu izmaiņas.

Līdzšinējās un nākotnes klimatisko parametru izmaiņas attiecībā pret ilggadīgajām vidējām klimatisko parametru vērtībām pagātnē

Klimatiskais parametrs	Laika solis	Līdzšinējā klimatiskā vērtībā (1961.-1990.g.)	Līdzšinējās izmaiņas (1981.-2010.g attiecībā pret 1961.-1990.g.)	Izmaiņas nākotnē (2071.-2100.g. attiecībā pret 1961.-1990.g.)	
				RCP4,5	RCP8,5
Standartizētais nokrišņu indekss - SPI	Gads	0,02	↑ +0,36	↑ +0,69	↑ +0,88
	Ziema	0,01	↑ +0,59	↑ +1,22	↑ +1,57
	Pavasaris	0,00	↑ +0,14	↑ +0,60	↑ +0,98
	Vasara	0,01	↑ +0,16	↓ -0,13	↓ -0,42
	Rudens	0,00	↑ +0,04	↑ +0,22	↑ +0,37
Sauso gadu/sezonu īpatsvars	Gads	16%	↓ -11%	↓ -9%	↓ -10%
	Ziema	16%	↓ -11%	↓ -13%	↓ -14%
	Pavasaris	16%	↓ -5%	↓ -7%	↓ -10%
	Vasara	15%	↓ -1%	↑ +5%	↑ +17%
	Rudens	16%	↓ -3%	↓ -1%	↓ -2%
Mitro gadu/sezonu īpatsvars	Gads	16%	↑ +4%	↑ +24%	↑ +31%
	Ziema	15%	↑ +19%	↑ +46%	↑ +55%
	Pavasaris	14%	↑ +3%	↑ +24%	↑ +35%
	Vasara	16%	↑ +3%	↑ +2%	↓ -1%
	Rudens	15%	↕ 0%	↑ +11%	↑ +18%

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Publicētā literatūra

Avotniece, Z., Aņiskeviča, S., Maļinovskis, E., 2017. *Klimata pārmaiņu scenāriji Latvijai*. Rīga, LVĢMC.

IPCC. 2014. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, 201-204.

Mishra, A.K., Singh, V.P. 2010. A review of drought concepts. *Journal of Hydrology*. 391, 202-216.

WMO. 2012. *Standardized Precipitation Index User Guide*. World Meteorological Organization.

McKee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scale. *Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology, Anaheim, California, 17–22 January 1993*. Boston, American Meteorological Society, 179–184.

McKee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J. 1995. Drought monitoring with multiple timescales. *Proceedings of the Ninth Conference on Applied Climatology, Dallas, Texas, 15–20 January 1995*. Boston, American Meteorological Society, 233–236.

Vicente-Serrano, S.M., Begueria, S., Lopez-Moreno, J.I. 2010. A multiscalar drought index sensitive to global warming: The standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of Climate*. 23(7), 1696-1718.

Palmer, W.C. 1965. *Meteorological Drought*. Washington, D.C., U.S. Department of Commerce.

Hengl, T. 2009. *A Practical Guide to Geostatistical Mapping*. Amsterdam, University of Amsterdam. pp 291.

Ross, T., Lott, N.. 2003. A Climatology of 1980-2003 Extreme Weather and Climate Events. *National Climatic Data Center Technical Report No. 2003-01*. NOAA/NESDIS. National Climatic Data Center, Asheville, NC.

Elektroniskie resursi

Zemkopības ministrija. 2018. *Atbalsts par sausuma radītajiem zaudējumiem lauksaimniekiem*. Sk. 04.09.2019. Pieejams <https://www.zm.gov.lv/zemkopibas-ministrija/statiskas-lapas/atbalsts-par-sausuma-raditajiem-zaudejumiem-lauksaimniekiem?id=16553#jump> Atsauce tekstā (Zemkopības ministrija 2018).

Zemkopības ministrija. 2017. *Grozījumi atbalsta shēmā “Atbalsts par plūdu radītajiem zaudējumiem lauksaimniekiem”*. Sk. 04.09.2019. Pieejams <https://www.zm.gov.lv/zemkopibas-ministrija/statiskas-lapas/grozijumi-atbalsta-shema-atbalsts-par-pludu-raditajiem-zaudejumiem-lau?id=14302#jump> Atsauce tekstā (Zemkopības ministrija 2017).

LVĢMC. 2017a. *Septembra mēneša apskats*. Sk. 04.09.2019. Pieejams <https://www.meteo.lv/lapas/laika-apstakli/klimatiska-informacija/laika-apstaklu->

[raksturojums/2017/septembris-2017/septembris-2017-meteo?id=2259&nid=1117](https://www.meteo.lv/lapas/laika-apstakli/klimatiska-informacija/laika-apstaklu-raksturojums/2017/septembris-2017/septembris-2017-meteo?id=2259&nid=1117) Atsauce tekstā (LVĢMC 2017a)

LVĢMC. 2017a. *Oktobra mēneša apskats*. Sk. 04.09.2019. Pieejams <https://www.meteo.lv/lapas/laika-apstakli/klimatiska-informacija/laika-apstaklu-raksturojums/2017/oktobris-2017/oktobris-2017-meteo?id=2264&nid=1122> Atsauce tekstā (LVĢMC 2017b)