

# Ilmastonmuutos ja sen vaikutukset jääkarhuihin

Kaisa Vikki

LuK- tutkielma

Biologian tutkinto-ohjelma

Oulun yliopisto

Marraskuu 2019

# SISÄLLYSLUETTELO

1. Johdanto
2. Ilmastonmuutos
  - 2.1. Kasvihuoneilmiö ja kasvihuonekaasut
  - 2.2. Ilmastonmuutoksen hillitseminen
  - 2.3. Seuraukset
3. Jääkarhu (*Ursus maritimus*)
  - 3.1. Jääkarhun biologia
  - 3.2. Habitaatti
4. Ilmastonmuutoksen vaikutukset jääkarhuihin
  - 4.1. Jäätömän ajan pidentyminen
  - 4.2. Vaikutukset ruumiinkuntoon
  - 4.3. Muutokset lisääntymisessä
  - 4.4. Muutokset habitaatissa ja uudenlaiset säätilat
  - 4.5. Liikkumisen muutokset ja saasteet
  - 4.6. Lisääntynyt vuorovaikutus ihmisten kanssa
  - 4.7. Jääkarhun sopeutuminen
5. Yhteenveto
6. Lähteet

## 1. Johdanto

Ilmastonmuutos ja sen vaikutukset eri ekosysteemeihin on ollut viime vuosikymmeninä aihe, josta riittää argumentteja puoleen ja toiseen. Erityisesti on kiinnostuttu siitä, kuinka arktinen alue herkkänä ekosysteeminä reagoi ilmastonmuutokseen. Philanderin (2012) mukaan Arktiksella tarkoitetaan kaikkia maa- ja vesialueita Pohjoisen napapiirin yläpuolella. Ilmaston muutoksen keskeisimpiä seurauksia on lämpötilan nousu maapallolla, ja lämpeneminen on uhka monien ekosysteemien ja lajien olemassaololle (Philander 2012). Kiinnostus ilmaston lämpenemisen vaikutuksista merijäähän alkoi 1980-luvun lopussa ja 1990-luvun alussa (Stirling & Derocher 2012). Ilmastonmuutoksen vaikutukset näkyvät nopeasti arktisessa merijäessä, joten se on merkittävä ilmastonmuutoksen indikaattori (Letcher 2015). Merijään lisäksi merkittävää jääkarhuille (*Ursus maritimus*) on ajojää, jolla tarkoitetaan jäätynyttä pintavettä (Philander 2012). Merijään laajuus vaihtelee voimakkaasti vuodenaikojen mukaan. Ajojää tarkoittaa jäätä, joka kelluu meren pinnalla. Sen määrä on pienentynyt merkittävästi viimeisen 30 vuoden aikana. Ajojäällä on suuri vaikutus paikallisissa ja alueellisissa ravintoverkoissa. Jääkarhut ovat riippuvaisia tästä kelluvasta jäädästä alustana, jolla levätä ja saalistaa.

Stirling ja Derocher (2012) ovat havainneet, että ilmaston lämpenemisen vaikutukset merijäähän koskevat erityisesti jääkarhuja, jotka ovat täysin riippuvaisia jäädästä. Vaikutukset tullaan ensimmäisenä havaitsemaan eteläisemmissä alapopulaatioissa. Jääkarhujen ravinto; norpat (*Pusa hispida*) sekä pienemmissä määrin myös partahylkeet (*Erignathus barbatus*), elävät jäällä. Kun jää sulaa, jääkarhujen on vaikeampi saalistaa ja saada siten tarpeeksi ravintoa. Jään sulamisella on siis negatiivinen vaikutus jääkarhuihin. Kun aika, jolloin lauttajäätä esiintyy, lyhenee, jääkarhujen stressi kasvaa, eivätkä ne voi varastoida riittävästi rasvaa lisääntyäkseen ja selviytyäkseen (Stirling & Derocher 2012). Lisäksi jäättömän ajan pidentymisen seurauksena myös jääkarhujen kunto ja lisääntymispotentiaali laskevat, niiden poikaset selviytyvät huonommin ja kohtaamiset ihmisten kanssa lisääntyvät. Kun jää on heikkoa, se liikkuu enemmän tuulien mukana, joten jääkarhujen täytyy liikkua enemmän pysyäkseen luonnollisessa, suotuisassa habitaatissaan. Kun jään ja rannikon väliin jää yhä enemmän avovettä, kantavien naaraiden on vaikeampi saavuttaa rannikoiden pesintäalueet ja ne joutuvat uimaan yhä pitempiä matkoja. Seurauksena jääkarhut käyttävät energiaa normaalia enemmän juuri kun niiden pitäisi varastoida sitä. Nykyiset jääkarhun

alapopulaatioiden väliset rajat voivat muuttua vuosittaisten jään muuttuneiden liikkeiden myötä. Jos kaikki jää sulaa ennusteiden mukaisesti arktisella alueella, jääkarhujen selviytyminen ei tule olemaan mahdollista.

Tässä tutkielmassa tutkin ilmastonmuutosta ja sen vaikutuksia jääkarhuihin. Tarkoituksena on saada vastauksia kysymyksiin, mitä ilmastonmuutos tarkoittaa ja kuinka se vaikuttaa jääkarhuihin? Tutkielma keskittyy enemmän jääkarhuihin kohdistuviin ilmastonmuutoksen vaikutuksiin ja tarkoituksena on saada käsitys lajin vasteista ilmastonmuutokseen sekä lajin säilymisestä lähitulevaisuudessa.

## 2. Ilmastonmuutos

Philanderin (2012) mukaan ilmastolla tarkoitetaan sään keskiarvoa pitkällä aikavälillä. Ilmastonmuutos viittaa mihin tahansa merkittävään muutokseen ilmastossa, joka kestää pitkään (vuosikymmeniä tai pitempään). Muutos voi kohdistua esimerkiksi lämpötilaan tai tuuleen. Ilmastonmuutos voi johtua luonnollisista tekijöistä, kuten muutoksista Auringon voimakkuudessa, tai muutoksista ilmakehän prosesseissa, kuten merten kiertoliikkeissä. Ihmisten toimet, esimerkiksi fossiilisten polttoaineiden polttaminen, sekä maan käytön eri muodot, kuten kaupungistuminen ja aavikoituminen, muuttavat ilmakehän koostumusta (Philander 2012). Tässä tutkielmassa ilmastonmuutosta tarkastellaan ihmisen toiminnan näkökulmasta ja keskitytään nykyisen maapallon keskilämpötilojen nousun aiheuttamiin seurauksiin.

Ilmastonmuutos on yksi vakavimmista tekijöistä, jotka aiheuttavat uhkan maapallon nykyiselle biodiversiteetille ja elämälle. Maapallon historiassa ovat vaihdelleet kylmät ja lämpimät jaksot, mutta ne ovat olleet seurausta luonnollisista vaihteluista. Wongin (2016) mukaan nykyinen ilmastonmuutos on ihmisen toiminnan aiheuttama ja sille on runsaasti todisteita. Todisteina ovat mm. maapallon keskilämpötilojen muutokset, arktisen jääpeitteen häviäminen, lajien sukupuutot ja muutokset sääilmiöiden vaihteluissa (Wong 2016). Kasvihuonekaasujen pitoisuudet ilmakehässä ovat kasvaneet, ilmakehä lämpenee alaosasta, mutta viilenee yläosasta ja sään ääri-ilmiöt yleistyvät. Merkittävintä on muutoksen nopeus. Nykyinen muutos on niin nopeaa, etteivät lajit ehdi sopeutua siihen, vaan uhkana on lajiston massasukupuutto.

## 2.1. Kasvihuoneilmiö ja kasvihuonekaasut

Ilmastonmuutoksella tarkoitetaan kasvihuoneilmiön voimistumista. Kasvihuoneilmiö on prosessina täysin luonnollinen ja ilman sitä maapallon lämpötila olisi huomattavasti alhaisempi. Auringosta saapuvasta tulosäteilystä vain osa kohtaa maan pinnan ja absorboituu siihen. Osa säteilystä ei pääse maan pinnalle saakka, vaan heijastuu pois pilvistä ja ilmakehän hiukkasista. Maan pintaan ja kasvillisuuteen absorboitunut säteily muuttuu lämpösäteilyksi ja jää lämmittämään Maata. Osa tästäkin säteilystä palaa takaisin avaruuteen. Se, kuinka paljon lämpösäteilystä palaa avaruuteen ja kuinka paljon jää lämmittämään Maata, riippuu kasvihuonekaasujen määrästä ilmakehässä. Nykyään ihmisen toimesta kasvihuonekaasujen määrä on lisääntynyt ilmakehässä, minkä seurauksena yhä suurempi osa lämpösäteilystä jää lämmittämään Maata. Tästä seurauksena on maapallon keskilämpötilan nousu. Tätä ilmiötä kutsutaan kasvihuoneilmiön voimistumiseksi eli ilmastonmuutokseksi.

Kasvihuoneilmiön voimistuminen johtuu lisääntyneestä kasvihuonekaasujen määrästä ilmakehässä. Kasvihuonekaasulla tarkoitetaan mitä tahansa kaasua, joka absorboi infrapunäsäteilyä ilmakehässä (Philander 2012). Tärkeimpiä kasvihuonekaasuja ovat hiilidioksidi, metaani ja dityppioksidi. Yksittäinen tärkeä kasvihuoneilmiötä ylläpitävä kasvihuonekaasu on vesihöyry. Muita kasvihuonekaasuja ovat esimerkiksi alailmakehän otsoni sekä CFC- ja HFC- yhdisteet. Philanderin (2012) mukaan ihmisen toimet vaikuttavat suoraan ilmakehän hiilidioksidipitoisuuteen. Hiilidioksidipäästöjen suurin lähde on fossiiliset polttoaineet (Philander 2012). Hiilidioksidi on merkittävä kaasu maapallon normaalien prosessien, kuten fotosynteesin, toiminnan kannalta, mutta liian suuret pitoisuudet ovat haitallisia. Metaani on paljon voimakkaampi kasvihuonekaasu kuin hiilidioksidi, mutta sen pitoisuudet ilmakehässä ovat hiilidioksidisiin verrattuna pienemmät. Metaania vapautuu ilmakehään luonnollisissa prosesseissa, esimerkiksi mätänemisessä. Merenpohjaan ja arktiseen ikiroutaan on varastoitunut paljon metaania. Lämpenemisen seurauksena metaani voi vapautua ilmakehään, mikä lisää kasvihuonekaasujen määrää ilmakehässä. Lisäksi metaani on voimakkaasti lämpöä sitova kaasu, mikä voimistaisi ilmaston lämpenemistä entisestään. Philanderin (2012) mukaan metaanin määrä ilmakehässä on kasvanut ja sen uskotaan olevan vastuussa noin 6 %:sta maapallon nykyisestä lämpötilan noususta ilmakehässä. Metaania syntyy esimerkiksi jätteiden anaerobisessa hajoamisessa, eläinten ruuansulatuksessa ja hiilen tuotannossa. Dityppioksidin määrä ilmakehässä kasvaa tasaisesti

ihmisen toiminnan vaikutuksesta. Dityppioksidin luonnolliset lähteet liittyvät biologiseen aktiivisuuteen maaperässä ja merten yläosissa. Ihmisen aiheuttamia päästöjä syntyy lannoitteista, fossiilisten polttoaineiden ja biomassan palamisesta sekä teollisuuden prosesseista. Dityppioksidin ilmastoa lämmittävä vaikutus on yhtä suuri kuin hiilidioksidin (Philander 2012). Myös metsien hakkuilla on merkittäviä seurauksia ilmaston lämpenemiseen, esimerkiksi hiilen kierron kautta. Lisäksi maapallon lämpenemisen ja ilmastomuutoksen yksi merkittävimmistä aiheuttajista on ilmailu.

## 2.2. Ilmastomuutoksen hillitseminen

Ilmastomuutosta voidaan hillitä erilaisilla paikallisilla, kansallisilla ja kansainvälisillä säädöksillä ja määräyksillä. Kansainvälisillä sopimuksilla, kuten Pariisin ilmastosopimuksella, pyritään hillitsemään ja pysäyttämään ilmastomuutos. Tärkeitä laajan mittakaavan parannuksia ovat esimerkiksi päästöjen merkittävä vähentäminen ja uusiutuvien energianlähteiden käyttö. Ilmastomuutoksen hillitsemisessä tärkeää on myös arjen jokapäiväiset valinnat. Ympäristöystävällisellä ruokavaliolla ja käyttämällä julkista liikennettä jokainen voi toimia paremman tulevaisuuden puolesta. Philanderin (2012) mukaan suuri osa tutkijoista on sitä mieltä, että ihmisten toiminta on aiheuttanut ilmastomuutoksen, ja siksi ongelma voidaan myös korjata ihmisen toiminnalla. Wongin (2016) mukaan ratkaisuja ilmastomuutokseen ovat esimerkiksi energiankulutuksen vähentäminen, uusiutuvien energianlähteiden hyödyntäminen ja julkisen liikenteen käyttö. Myös hiiltä ilmakehästä poistavaa teknologiaa voidaan käyttää ilmastomuutoksen hillitsemiseen. Turner ja Marshall (2011) toteaa tulevaisuuden ilmakehän kasvihuonekaasujen pitoisuusmuutosten olevan epävarmoja. Se, mitä kasvihuonekaasujen määrälle ilmakehässä tapahtuu seuraavan vuosisadan aikana, riippuu monista taloudellisista, poliittisista ja sosiaalisista tekijöistä sekä erityisesti siitä, kuinka menestyksekkäästi ihmiset irtautuvat fossiilisista polttoaineista (Turner & Marshall 2011). Epävarmuudesta huolimatta ilmastomuutosta voidaan hillitä, maapallon lämpeneminen voidaan pysäyttää ja se voidaan kääntää laskuun ihmisen toiminnalla.

## 2.3. Seuraukset

Ilmastomuutos vaikuttaa Philanderin (2012) mukaan ympäristöön, sosiaaliseen elämään ja talouteen. Ympäristövaikutukset sisältävät esimerkiksi merenpinnan tason nousun, jäätiköiden sulamisen ja keskilämpötilojen nousun. Myös lumen peittävyys on laskenut, ikirouta sulaa, ääri-ilmiöt ja aavikoituminen lisääntyvät sekä tuulet muuttuvat. Lämpötilan ja sademäärän muutokset ovat kasvaneet joka puolella maapalloa. Osa maapallon alueista muuttuu

kosteammiksi ja toiset kuivemmiksi. Amazonin sademetsiä uhkaa paikoin savanneiksi muuttuminen ja puolikuivat alueet muuttuvat kuiviksi. Merten lämpötila on kohonnut ja merivirroissa on tapahtunut muutoksia. Merenpinnan nousun taustalla ovat merten lämpölaajeneminen, jäätiköiden ja jään sulaminen sekä muutokset mannerten vesivarastoissa. Nämä aiheuttavat myrskyjen intensiteetin ja frekvenssin kasvua, jokien ja lahtien suolapitoisuuden sekä rannikoiden eroosion lisääntymistä, mangrovemetsien ja kosteikkojen häviämistä sekä muutoksia meriekosysteemeissä, kuten koralliriutoilla (Philander 2012). Hamilton ym. (2017) ovat havainneet ilmastonmuutoksella olevan laajoja vaikutuksia ekosysteemien rakenteeseen ja toimintaan. Ilmastonmuutos vaikuttaa eri lajeihin eri tavoin, mikä johtaa muutoksiin biologisissa vuorovaikutuksissa, millä puolestaan on seurauksia laajempaan ekosysteemin toimintaan. Philanderin (2012) mukaan ekologiset systeemit ovat muuttuneet ja häiriintyneet. Monia lajeja uhkaa sukupuutto ja biodiversiteetti pienenee monissa ekologisesti merkittävissä paikoissa, kuten esim. Isolla valliriutalla Australiassa. Ilmastonmuutoksen seurauksena monien lajien levinneisyydet muuttuvat ja monien täytyy sopeutua uusiin olosuhteisiin.

Philanderin (2012) mukaan ilmastonmuutos vaikuttaa myös ihmiskuntaan ja talouteen. Ilmastonmuutoksella on negatiivisia vaikutuksia rannikoiden kalastajiin ja kalastukseen. Veden samentuminen häiritsee ihmisten ravinnonkäyttömahdollisuuksia. Tulvat ja kuivuudet lisääntyvät, millä on seurauksia sosioekonomisiin systeemeihin, esimerkiksi sadon tuottavuus laskee joillain alueilla. Vedestä on puutetta, mikä heijastuu myös metsä- ja maatalouteen. Ilmaston lämpenemisen seurauksena ihmiset kokevat enemmän lämpöstressiä ja kuumuuteen liittyvät kuolemat lisääntyvät (Philander 2012). Lämpötilan nousu arktisilla alueilla aiheuttaa vakavia seurauksia kryosfääriin, meren ja ilmakehän kiertoliikkeisiin, meri- ja maaekosysteemeihin sekä alkuperäiskansojen ihmisiin Arktiksella (Turner & Marshall 2011). Kryosfäärillä tarkoitetaan ympäristöä, jossa on lunta ja/tai jäätä. Kryosfääri käsittää kaikki maapallon osat, jotka ovat jäässä, esimerkiksi ikirouta, lumi, merijää, jäätiköt ja merten jäävuoret, kuuluvat kryosfääriin (Copland & Mueller 2017). Merenpinnan noustessa monet valtiot uhkaavat jäädä osittain tai kokonaan merenpinnan alapuolelle. Tämä tekee näistä alueista asuin- ja eläin-alueiksi ihmisille, mikä lisää ilmastopakolaisten määrää. Erityisesti saarivaltiot ovat uhattuina, koska ne saattavat hävitä kokonaan merenpinnan nousun myötä. Lisäksi monet suurkaupungit sijaitsevat rannikolla, ja ne kärsivät merenpinnan tason noususta.

### 3. Jääkarhu

Jääkarhu on arktisen alueen tunnusomainen eläin, josta on tullut ilmastonmuutoksen symboli. Kansainvälinen luonnonsuojeluliitto IUCN (2019) on listannut jääkarhun uhanalaisuusluokitukseltaan vaarantuneeksi (IUCN 2019). Määritelmän mukaan vaarantuneella lajilla on suuri uhka hävitä luonnosta keskipitkällä aikavälillä. Vaarantunut laji luokitellaan uhanalaiseksi. Jääkarhun alapopulaatioita on 19. (Liite 1) Jääkarhupopulaatio ei ole vakavasti fragmentoitunut ja alapopulaatioiden välillä esiintyy geenivirtaa (IUCN 2019). Tämä lisää jääkarhujen selviytymisen mahdollisuuksia. IUCN (2019) listaa jääkarhua uhkaaviksi tekijöiksi kaupalliset alueet ja teollisuusalueet, turismin ja virkistysalueet, öljyn ja kaasun porauksen, lisääntyneen laivaliikenteen, metsästyksen, tulokaslajit ja –sairaudet, ympäristössä luonnostaan esiintyvät ongelmalliset lajit ja sairaudet, saasteet, habitaattien muuttumisen ja ilmastonmuutoksen.

#### 3.1. Jääkarhun biologia

Jääkarhu on ekologisesti riippuvainen meriympäristöstä ja se on arktisen alueen huippupeto. Se saalistaa meressä ja sen ravinto koostuu lähes täysin merieläimistä. Jääkarhu on hyvin sopeutunut merielämään ja kykenee uimaan pitkiäkin matkoja (Philander 2012). Jääkarhut vaeltavat ravinnon perässä (IUCN 2019). Hamilton ym. (2017) toteavat jääkarhujen ravinnon olevan vaihtelevaa, mutta ensisijainen ravintokohde monilla alueilla on norpat. Jääkarhut pystyvät käyttämään ravinnoksi myös terrestrisiä ravintokohteita, kuten linnunmunia, erityisesti, kun norppien metsästyksen on huonommat mahdollisuudet vähentyneen jään vuoksi (Hamilton ym. 2017). Stirling ja Derocher (2012) ovat havainneet, että myöhäinen kevät ja aikainen kesä ovat jääkarhuille kriittistä aikaa, koska silloin norpat synnyttävät ja kuusi viikkoa myöhemmin vieroittavat poikasensa. Kuutit ovat tällöin jopa 50% rasvaa ja helposti saatavilla (Stirling & Derocher 2012). Kun kuutteja on runsaasti, jääkarhunpentujen selviytymismahdollisuudet paranevat hyvän ravintotilanteen vuoksi. Lisääntymiskauden ulkopuolella jääkarhut elävät yksin, mutta kerääntyvät usein ravinnon lähteiden ympärille (Philander 2012).

IUCN (2019) toteaa, että jääkarhut tulevat myöhään sukukypsiksi, ja lajin sukupolvenväli on keskimäärin 11.5 vuotta (vaihteluväli 9.8-13.6 vuotta). Jääkarhunaaraat synnyttävät tavallisesti 2 pentua, harvemmin 1 tai 3, jälkeläisiä hoivataan ja aikuisten selviytyminen lisääntymiskausien välillä on hyvä.



## 3.2. Habitaatti

Jääkarhun primaarihabitaatti on jää ja ne ovat riippuvaisia jäädä saalistusalustana. Pohjoisen Jäämeren ennustetaan olevan ajoittain jäätön 2030-luvulle mennessä (Hamilton ym. 2017). Tämä pienentää tulevaisuudessa jääkarhujen luonnollista habitaattia merkittävästi. Kesäisin jääkarhut liikkuvat rannikolle. Jääkarhujen reviiri voi kattaa kymmeniä tuhansia neliökilometrejä (Philander 2012). IUCN (2019) toteaa, että jääkarhu elää arktisella alueella. Sen levinneisyys on sirkumpolaarinen eli se ulottuu maapallon ympäri. Lajia tavataan Venäjän pohjoisosissa, läntisessä ja pohjoisessa Alaskassa, Kanadan arktisilla alueilla, Grönlannissa, Huippuvuorilla ja Pohjois-Siperiassa (IUCN 2019, ks. myös Liite 1).

## 4. Ilmastonmuutoksen vaikutukset jääkarhuihin

Ilmastonmuutoksen vaikutukset jääkarhuihin näkyvät selkeimmin jäähän kohdistuvissa muutoksissa. Stirling ja Derocher (2012) havaitsivat, että arktinen alue lämpenee voimakkaammin kuin mikään toinen alue maapallolla. Sen jääpeite kutistuu ja ohenee koko ajan. Struzikin (2015) mukaan Arktiksella tapahtuva lämpeneminen tapahtuu nopeammin kuin mikään viimeisen 2.6 miljoonan vuoden aikana tapahtunut. Lämpeneminen kiihtyy jatkuvasti (Struzik 2015). Jääpeitteen muutokset eivät kuitenkaan tapahdu samalla tavalla ja samoihin aikoihin kaikkialla Arktiksella, vaan alueiden välisiä eroja esiintyy. Hamilton ym. (2017) havaitsivat, että Huippuvuorten alueella merijää sulaa nopeammin kuin muualla Arktiksella. Merijään vuosittainen esiintymisaika onkin lyhentynyt Huippuvuorilla nopeimmin koko napa-alueella. Stirling ja Derocher (2012) ovat havainneet, että Hudsoninlahdella jää sulaa nykyään yhä aikaisemmin. Jään aikaisempi sulaminen ja myöhäisempi muodostuminen pidentävät jäätöntä aikaa. Tällä on vaikutuksensa jääkarhujen habitaatteihin (Stirling & Derocher 2012). Yleisesti voidaan todeta, että ilmaston lämpenemisen myötä jääkarhujen habitaatit kutistuvat ja tulevat herkemmiksi muutoksille. Lisäksi jäätön aika kestää yhä pidempään, mikä lyhentää jääkarhujen luonnollisessa habitaatissaan viettämää aikaa.

### 4.1. Jäätömän ajan pidentyminen

Stirling ja Derocher (2012) ovat havainneet, että kesän aikana arktinen merijää sulaa osittain. Tämä jäätön aika on pidentynyt viime vuosien ja vuosikymmenien aikana. Hudsoninlahdella jään aikaisempi sulaminen lyhentää jääkarhujen aikaa etsiä ravintoa ja pidentää paastoa.

Paaston sietäminen on kytköksissä varastoidun rasvan määrään, mikä suoraan vaikuttaa jääkarhun energiavarastoihin. Ravinnon etsiminen juuri ennen rannikolle siirtymistä on jääkarhuille vuoden tärkeintä aikaa. Silloin ne keräävät 2/3 tai jopa enemmänkin siitä energiasta, mitä ne tarvitsevat tulevan vuoden aikana. Jään sulaessa norpat ovat paljon vaikeammin saatavilla, eikä norppien saalistus uimalla olekaan kovin yleistä (Stirling & Derocher 2012). On mahdollista, että tulevaisuudessa yhä suurempi osa jääkarhuista alkaa käyttämään tätä akvaattista saalistusstrategiaa (Hamilton ym. 2017).

Norppien saalistus ilman jäätä on jääkarhuille lähes mahdotonta ja saaliin saaminen on huomattavasti epätodennäköisempää. Tämä heijastuu myös jääkarhujen lisääntymiseen. Naaraat, jotka ovat kantavana taikka joilla on pentuja, muuttavat kauemmaksi sisämaahan silloin, kun norppia ei ole saatavilla olosuhteiden vuoksi. Stirling ja Derocher (2012) ovat havainneet eteläisellä Hudsoninlahdella edellisen vuoden jääpeitteen esiintymisen pituuden ja tämänvuotisen jääkarhujen ruumiinkunnon välillä olevan merkittävä yhteys. Jään väheneminen vaikuttaa lisäksi jääkarhujen habitaatin käyttöön, mikä on huomattu eteläisen Beaufortin meren alapopulaatiossa. Vuosina jolloin jääpeite on laaja, populaatiokoko kasvaa ja jäätilanteen huonontuessa populaatiokoko pienenee. Kasvun väheneminen johtuu ensisijaisesti aikuisten naaraiden huonommasta selviytymisestä ja toissijaisesti pienemmästä lisääntymismenestyksestä. Populaatiokoko taantuu huonojen jäävuosien yleistyessä. Jääkarhujen selviytyminen huonontuu, kun päivistä yhä useampi vietetään maalla. Vuosina 2001-2003 jäätön aika oli lyhyt (keskiarvo 101 päivää) ja aikuisten naaraiden selviytyminen oli korkea (0.96-0.99), kun taas vuosina 2004 ja 2005 jäätön aika oli pitempi (keskiarvo 135 päivää) ja aikuisten naaraiden selviytyminen selvästi heikompaa (0.73-0.79) (Stirling & Derocher 2012). Tämä osoittaa, että jäättömän ajan pituus on merkittävä tekijä jääkarhujen selviytymiselle. Mitä pitempi jäätön aika on, keskimäärin sitä heikompaa on jääkarhujen selviytyminen.

Stirling ja Derocher (2012) ovat havainneet, että vaikka lämpenemisen muutokset ovatkin yksisuuntaisia, silti niiden vaikutukset, tai niiden puute, ovat eri vuosina erilaisia. Jääkarhut ovat kuitenkin yksilöllisiä massansa suhteen, joten kuolleisuuden lisääntyminen kasvaa epälineaarisesti jäättömän ajan keston suhteen (Stirling & Derocher 2012). Tämä tarkoittaa, että jonain vuonna kuolleisuus voi lisääntyä jäättömän ajan keston vuoksi enemmän kuin jonain toisena.

#### 4.2. Vaikutukset ruumiinkuntoon

Ilmaston lämpeneminen on lyhentänyt jääpeitteen esiintymistä, millä on vaikutuksia suoraan jääkarhujen ravinnonhankintaan. Ravinnonhankinnan vaikeutuessa ja saaliin määrän pienentyessä jääkarhut ovat yhä heikommassa kunnossa. Stirling ja Derocher (2012) huomasivat, että Läntisen Hudsoninlahden alapopulaatiossa jäättömänä aikana tapahtuva jääkarhujen kunnan huonontuminen on yhteydessä varhaistuneeseen jään sulamiseen. Lisäksi kaikkia jääkarhun alapopulaatioita tutkittaessa on huomattu, että jääkarhujen selviytyminen heikkenee kaikissa ikäluokissa aikaistuneen jään hajoamisen vuoksi. Samanlaisia tuloksia on havaittu myös eteläisellä Hudsoninlahdella, missä kaikkien ikäluokkien ruumiinkunto heikkeni 1980-luvun puolivälistä 2000-luvun alkuun tehdyissä tutkimuksissa. Eteläisen Beaufortinmeren alapopulaatiota tutkittaessa on huomattu, että jään vähentyessä jääkarhut joutuvat olemaan enemmän maalla. Tämän seurauksena jääkarhujen selviytyminen laskee. Alapopulaatiossa on myös havaittu ruumiinkoon pienenemistä. Kaikkien yli kolmevuotiaiden jääkarhujen ruumiinpituus ja kallon koko ovat pienentyneet suhteessa muutoksiin habitaatissa eli ajallisiin ja paikallisiin vaihteluihin jään esiintymisessä. Lisäksi optimaalista huonompina vuosia seuranneina vuosina poikasten määrä ja niiden massa jäivät pieniksi. Tämä ennustaa heikompaa lisääntymismenestystä ja poikasten eloonjäämistä.

Vaikka kaikissa ikäluokissa havaitaan samanlainen trendi, sukupuolten välillä on eroja. Stirling ja Derocher (2012) havaitsivat, että vaikutukset naaraiden kokoon ovat selvät Hudsoninlahden alapopulaatiossa, mutta samanlaista trendiä ei ole havaittu uroksilla. Naaraat kasvavat uroksia nopeammin eli saavuttavat aikuisen ruumiinkoon aikaisemmin kuin urokset, eikä naarailla siten ole mahdollisuuksia kompensoida ravinnon suhteen huonoja vuosia. Lisäksi naaraiden täytyy saalistaa ravintoa poikasilleen ja imettää niitä. Sekä itsensä että poikasten ravinnon hankkiminen vaatii naarailta paljon rasvaa.

#### 4.3. Muutokset lisääntymisessä

Jääkarhujen lisääntymisen kannalta merkittävää on jään sulamisen ja muodostumisen ajoittuminen. Optimaalisinta olisi, jos jäätön aika olisi mahdollisimman lyhyt. Läntisen Hudsoninlahden alapopulaatiossa Stirling ja Derocher (2012) havaitsivat kantavana olevien naaraiden painon laskeneen juuri ennen synnytystä. Kantavista naaraista 40-73 % epäonnistuu lisääntymisessään, jos jäät sulavat kuukautta aikaisemmin kuin 1990-luvun lopulla. Jos sulaminen tapahtuu kaksi kuukautta aikaisemmin, 55-100 % kantavista naaraista epäonnistuu lisääntymään. Jääkarhunaaraiden poikasmäärä on pienentynyt ja kolmen poikasen naaraita näkee enää harvoin (Stirling & Derocher 2012). Pidentynyt jäätön aika on yhteydessä

huonompaan jälkeläistuotantoon ja syntyvien poikasten huonompaan selviytymiseen. Lisääntymisen heikentymiseen vaikuttavat pitemmät paastot ja varastoidun rasvan vähäisyys. Naaraat saattavat lopettaa poikastensa imetyksen, jos jää muodostuu normaalia myöhemmin (Stirling & Derocher 2012). Tämä osaltaan lisää poikaskuolleisuutta.

Poikasten selviytymiseen vaikuttavat hyvien olosuhteiden lisäksi muutkin tekijät, kuten toiset saman lajin yksilöt. Erityisesti aikuiset urokset voivat uhata poikasen selviytymistä. Ilmaston lämmetessä lajinsisäinen aggressio ja kannibalismi ovat yleistyneet jääkarhuilla (Stirling & Derocher 2012). Amstrup ym. (2006) toteavat, että uroksilla on havaittu poikasiin kohdistuvaa kannibalismia sulan meren aikana. Tällainen käyttäytyminen on mahdollisesti lisääntynyt paaston pidentyessä. Kannibalismi voi johtua stressistä, joka liittyy pitempään jäättömään aikaan ja sitä myötä vähäisempään ravintoon. Vuonna 2004 jääkarhuja tutkittaessa havaittiin kolme kannibalismitapausta. Tätä ei oltu huomattu koskaan aikaisemmin.

#### 4.4. Muutokset habitaatissa ja uudenlaiset säätilat

Jääkarhut kohtaavat ilmaston lämmetessä uusia haasteita liittyen habitaattiin. Habitaatit pilkkoutuvat pienemmiksi ja jopa häviävät täysin. Stirling ja Derocher (2012) ovat havainneet esimerkiksi Hudsoninlahdella ja itäisellä Baffinin saarella, että jääkarhunaaraat pysyttelevät jäällä varastoimassa rasvaa mahdollisimman paljon, kunnes jään sulaessa saapuvat rannikolle paastoamaan ja valtaamaan pesäpaikkoja. Kesän ajaksi sulavan jään raja liikkuu yhä pohjoisemmaksi, ja kantavien naaraiden on siten yhä vaikeampi saavuttaa ranta. Sopivan jään puuttuessa yhä suurempi osa naaraista siirtyy lisääntymään maalle. Tämä yleistyy ilmeisesti tulevaisuudessa, koska lisääntyminen jäällä muuttuu mahdottomaksi jään sulaessa täysin. Jos jäälle jäädäänkin lisääntymään, ainakin se on hyvin rajoittunutta. Poikkeuksen muodostaa eteläisen Beaufortinmeren jääkarhupopulaatio. Sen kantavista naaraista merkittävä osuus jää lisääntymään pysyväälle jäälle. Ainakin pohjoisimmissa osissa Kanadan saaristoa ja Pohjois-Grönlantia uutta jäätä muodostuu talven aikana (Stirling & Derocher 2012). Tämä jää on kuitenkin aiempaa ohuempaa ja helpommin murtuvaa. Silti muodostuvalla jäällä voi olla merkitystä jääkarhun populaatiokoon pitämisessä tarpeeksi suurena lajin selviytymisen kannalta.

Stirling ja Derocher (2012) toteavat, että sekä jääkarhu- että norppanaaraat hyötyvät lumikinoksista, sillä ne suojaavat poikasia kylmältä, ja kuutteja lisäksi myös saalistajilta. Kuitenkin, jos sataa vettä tai on normaalia lämpimämpää, lumikinokset voivat romahtaa liiallisen kosteuden vuoksi. Norppien pesien romahtaessa kuutit ovat alttiimpia jäämään

jääkarhujen saaliiksi. Tämä parantaa jääkarhujen saalistusmenestystä jopa kolminkertaiseksi. Vaikka norpat ovatkin sopeutuneet suureen poikaskuolleisuuteen voimakkaan predaation vuoksi, norppapopulaatiot voivat silti pienentyä (Stirling & Derocher 2012). Norppapopulaatioiden pienentyminen voi puolestaan vaikeuttaa jääkarhujen ravinnonsaantia ja tällä taas voi olla vaikutusta jääkarhujen populaatiokokoon ja selviytymiseen. Hamilton ym. (2017) huomauttavat, että jääkarhun ja norpan välisessä peto-saalis-suhteen voimakkuudessa tulee tapahtumaan muutoksia, millä on vaikutuksia laajemmin ekosysteemeihin.

#### 4.5. Liikkumisen muutokset ja saasteet

Nykyään jäiden liikkeitä ja rakennetta on vaikeampi ennustaa: ne liikkuvat enemmän, ovat hauraampia ja hajoavat herkemmin. Lisäksi tuulten on aiempaa helpompi liikutella niitä. Tämän vuoksi jääkarhujen habitaatit muuttuvat ja pirstoutuvat. Parhaat elinympäristöt jopa katoavat kokonaan jään sulaessa. Tämän vuoksi jääkarhujen täytyy siirtyä uusiin elinympäristöihin, joista vaihtoehtona on ainoastaan rannikko. Hamilton ym. (2017) ovat Huippuvuorilla havainneet jääkarhujen käyttäytymisen vaihtelevan yksilöllisesti suhteessa siihen, missä ne viettävät kesän. Jääkarhut pyrkivät vuosi toisensa jälkeen olosuhteiden salliessa pysymään siinä habitaatissa, jonka ovat valinneet. Ne, jotka ovat siirtyneet kesän ajaksi maalle, siirtyvät sinne myös tulevina vuosina ja vastaavasti ne, jotka ovat viettäneet kesän jäällä, pysyvät siellä tulevinakin vuosina, jos olosuhteet sen sallivat.

Stirling ja Derocher (2012) ovat havainneet, että jääkarhut joutuvat käyttämään tavallista enemmän energiaa uidesaan sekä uimaan pitempiä matkoja. Tämä saattaa heikentää poikasten selviytyvyyttä, koska poikasia uhkaa herkästi hypotermia liian pitkillä uintimatkoilla. Poikasten lisäksi myös aikuiset yksilöt saattavat hukkaa uintimatkoillaan, esimerkiksi myrskyn iskiessä. Hamilton ym. (2017) havaitsivat tutkiessaan Huippuvuorten jääkarhuja vuosina 2002-2004 ja 2010-2013, että jääkarhujen päivittäin kulkemat matkat pitenivät merkittävästi kesäkuukausien aikana vuosina 2010-2013 verrattuna vuosiin 2002-2004. Lisäksi jääkarhut liikkuvat enemmän, mitä pidemmälle kevät etenee, ja kesällä liikkuminen vähenee syksyä kohti mentäessä. Kesäisin ja syksyisin jääkarhut viettivät enemmän aikaa kauempana jäätikön reunasta vuosina 2010-2013 kuin vuosina 2002-2004. Myös Itä-Grönlannin jäällä elävät naarasjääkarhut liikkuvat nykyään keväisin enemmän. Tähän ovat vaikuttaneet merijään vähentynyt määrä ja lisääntynyt liikkuvuus (Hamilton ym. 2017). Jään väheneminen voi myös häiritä jääkarhujen muuttoreittejä (Philander 2012).

Jään vähenemistä seuraten jääkarhut viettävät enemmän aikaa lähellä vuorovesijäätiköiden reunaa keväällä, mutta vähemmän aikaa kesällä ja syksyllä (Hamilton ym. 2017). Vuorovesijäätiköllä tarkoitetaan laaksojäätiköitä, jotka valuvat alas mereen (Kansallinen lumi- ja jäädatakeskus NSIDC). Hamilton ym. (2017) havaitsivat, että Huippuvuorilla jääkarhut vaihtavat paikkaa jään reunan murtuessa ja viettävät vähemmän aikaa jään reunan lähetyvillä. Norpat eivät kuitenkaan tee niin, vaan pysyttelevät kesällä lähellä jään reunaa, mikä johtaa norppien ja jääkarhujen erilaiseen tilajakaumaan rannikkoalueilla. On viitteitä siitä, että Huippuvuorten itäosissa tämä ilmiö olisi voimistunut. Huippuvuorten jäättömällä rannikolla jääkarhut ja norpat elävät edelleen samoilla alueilla. (Hamilton ym. 2017). Tilankäytön muuttuessa jääkarhut eivät saa norppia saaliikseen yhtä paljon kuin aikaisemmin, mikä voi entisestään vähentää jääkarhujen saalismääriä ja heikentää niiden selviytymistä.

Myös saasteet uhkaavat jääkarhujen selviytymistä. Stirling ja Derocher (2012) havaitsivat, että ilmaston lämmitessä myös saasteiden määrä on lisääntynyt. Eniten saasteita aiheuttaa lentoliikenne, ja saasteita saapuu paljon myös merivirtojen, erityisesti Golf- virran mukana. Esimerkki tällaisesta saasteesta on elohopea. Saasteet vaikuttavat negatiivisesti jääkarhujen immuunipuolustukseen. Varastoidun rasvan kautta saasteet pääsevät elimistöön ja elinjärjestelmät kärsivät. Poikasiin saasteet päätyvät emon välityksellä. Rannikolla vietetään yhä pitempi aika, joten jääkarhuihin ehtii kertyä yhä enemmän saasteita. Maalla paastotessaan rasvavarastojen ehtyessä jääkarhunaaraat saattavat lopettaa imettämisen, mutta viimeisissä litroissa voi olla saasteita mukana. Näillä saasteilla on negatiivisia vaikutuksia poikasten kehitykseen, kuten elinten kehittymiseen, immuunipuolustuksen toimintaan ja luun tiheyteen. Saasteiden on myös Philanderin (2012) mukaan havaittu aiheuttavan jääkarhuilla epämuodostuneiden genitaalien kehittymistä.

#### 4.6. Lisääntynyt vuorovaikutus ihmisten kanssa

Koska luonnossa mikään laji ei elä täysin itsenäisesti ja muista erillään, muutokset yhdessä lajissa vaikuttavat myös toisiin. Erityisesti lajit, jotka ovat erittäin merkittäviä koko yhteisölle, kuten huippupedot, vaikuttavat yhteisön rakenteeseen. Siksi myös jääkarhujen habitaattien muutokset johtavat välillisesti muutoksiin ihmisten ja jääkarhujen välisissä vuorovaikutuksissa. Stirling ja Derocher (2012) havaitsivat läntisellä Hudsoninlahdella jään sulamisen olevan yhteydessä jääkarhujen ja ihmisten välisen vuorovaikutuksen lisääntymiseen. Jääkarhuista on alkanut tulla ihmisille ongelmia. Mitä aikaisemmin jää sulaa, sitä huonompi jääkarhujen ruumiinkunto on niiden tullessa rannikolle. Lisäksi myöhäisempi

jään muodostuminen pahentaa jääkarhujen tilannetta. Jääkarhujen oletetaan tulevan rannikon kyliin huonomman ruumiinkunnon vuoksi (Stirling & Derocher 2012). Jääkarhujen uskotaan tulevan ihmisasutuksen lähelle, koska ne ovat nälkiintyneitä johtuen jään vähenemisestä ja vähäisestä ravinnon määrästä. Hamilton ym. (2017) huomauttavat, että tulevaisuudessa jääkarhujen ja ihmisten väliset konfliktit tulevat lisääntymään, koska jääkarhut joutuvat etsimään ravintoa ihmisasutuksen luota luontaisen ravinnon vähetessä (Hamilton ym. 2017). Ihminen on vastuussa jääkarhun ravinnonsaannin vaikeutumisesta ja siten konfliktien syntymisestä.

#### 4.7. Jääkarhun sopeutuminen

Jääkarhujen sopeutumisesta on käyty paljon keskustelua, mutta tyhjentävää vastausta asiasta ei voida antaa. Osa jääkarhuista voi selvitä tietyllä alueella levinneisyyttään, mutta todennäköistä on, että ilmaston lämmetessä ennustetusti jääkarhuja uhkaa sukupuutto. Kuitenkin Stirling ja Derocher (2012) ovat havainneet, että pohjoisemmilla alueilla primaarituottavuus saattaa kasvaa ainakin hetkellisesti. Tämä saattaa korvata hiukan jään häviämistä kesän ajaksi. Primaarituottavuuden on ennustettu kasvavan alueilla, missä paksu monivuotinen jää korvautuu ohuella, kesän ajaksi pois sulavalla jäällä.

Yksi jääkarhujen sopeumista on ruokavalion muuttaminen. Stirling ja Derocher (2012) ovatkin havainneet jääkarhujen alkaneen muuttaa elintapojaan, esimerkiksi muuttamalla ruokavaliotaan. Ne ovat alkaneet hyödyntää terrestrisiä ravinnonlähteitä, kuten marjoja, nisäkkäitä, lintujen munia ja jopa merilevää. Hamilton ym. (2017) ovat havainneet, että jääkarhut viettävät nykyään enemmän aikaa lähellä maassa pesiviä lintukolonioita, joissa jääkarhun saalistuksella voi olla merkittäviäkin paikallisia vaikutuksia. Tämä on havaittu erityisesti Huippuvuorten luoteisosissa. Joissain kolonioissa predaatiotaso on ollut yli 90 %. Sama ilmiö on havaittu myös Kanadan arktisilla alueilla. Huippuvuorilla lyhytnokkahanhen (*Anser brachyrhynchys*) ja valkuposkihanhen (*Branta leucopsis*) populaatiokoon kasvu viime vuosikymmenien aikana ovat olleet osaltaan mahdollistamassa jääkarhujen terrestristen ravintokohteiden käyttöä. Jääkarhut eivät vietä Huippuvuorilla aikaa enemmän kallioilla pesivien lintukolonioiden lähellä. Ilmiö on kuitenkin havaittu muilla alueilla, mikä lisää todennäköisyyttä, että myös Huippuvuorten kallioilla pesivät koloniat voivat harventua tulevaisuudessa merijään vähentyessä. Stirling ja Derocher (2012) huomauttavat, että jääkarhujen liikkuminen lähempänä maalla pesiviä lintukolonioita kertoo ekologisesta muutoksesta ja elinympäristön katoamisesta. Jääkarhut voivat ylläpitää ruumiinkuntoaan

jäättömänä aikana esimerkiksi nierjän (*Salvelinus alpinus*) ja valaanrasvan avulla. Uudenlaisen ravinnon tarjoama energiamäärä ei kuitenkaan ole jääkarhuille riittävä. Jääkarhujen selviytyminen on kiinni suurista norppapopulaatioista ja laajoista jääalueista, joilla saalistaa niitä. Hamilton ym. (2017) ovat havainneet, että Huippuvuorilla kevään aikana rannikoilla elävät jääkarhut saalistavat norppia eniten vuorovesijäätiköillä. Tässä ei ole tapahtunut muutoksia, vaikka jäätön aika onkin pidentynyt, mikä tarkoittaa, että merijään pieneneminen ei vielä ole ollut niin merkittävää, että jääkarhujen olisi pitänyt muuttaa saalistusstrategiaansa keväisin. Huippuvuorilla vuorovesijäätiköt ovat tärkeitä paikkoja kuuttien synnyttämiselle (Hamilton ym. 2017). Tämä osoittaa, että jääkarhut eivät kaikissa osissa Arktista ole yhtä uhattuina ilmaston lämpenemisen vuoksi ja osa jääkarhuista voi selvitä nykyisestä lämpenemisestä, jos ilmasto ei lämpene nykyistä enempää ja jään määrä arktisella alueella pysyy ennallaan.

Philanderin (2012) mukaan ruskeakarhun (*Ursus arctos*) leviäminen pohjoisemmaksi tuo haasteita jääkarhuille, koska ilmaston lämpeneminen siirtää lajien levinneisyysalueita pohjoisemmaksi. Ruskeakarhut leviävät pohjoisemmaksi jääkarhujen levinneisyysalueille ja voivat kilpailla jääkarhujen kanssa. Myös ruskeakarhun ja jääkarhun risteytyminen on mahdollista.

Stirling ja Derocher (2012) huomauttavat, että jääkarhut ovat sopeutuneet arktiseen ilmastoon ja puoliakvaattiseen elämään. Ne ovat ravintospecialisteja, eivätkä voi selvitä näin mittavasta muutoksesta ilman populaatiodynamiikkaan kohdistuvia vaikutuksia. Ilmaston lämpenemisen negatiiviset vaikutukset aiheuttavat jääkarhujen häviämisen suurimmasta osaa sen nykyistä levinneisyysaluetta muutamassa vuosikymmenessä. Jos maapallon lämpötilan nousu saadaan pidettyä alle 1,25 °C:ssa ja nykyistä jääkarhujen suojelua jatketaan, jääkarhut eivät kuole sukupuuttoon, mutta populaatioiden koot pienenevät nykytasolta. Lisäksi viimeaikaiset lämpimät jaksot, jotka tuhoavat suurimman osan habitaatista, näyttää aiheuttaneen pullonkauloja, mikä pienentää populaation geneettistä diversiteettiä. Vaikka jääkarhut ovat selvinneet menneistä lämpimistä jaksoista, nykyinen muutos on erilaista. Geneettisen diversiteetin väheneminen ja habitaattien tuhoutuminen entisestään voivat voimistaa ilmaston lämpenemisen aiheuttamaa vaikutusta aiheuttaen suuria uhkia jääkarhujen selviytymiselle. Lisäksi monet tekijät, joita ei ole esiintynyt aikaisempina lämpiminä jaksoina, voivat voimistaa vaikutusta jääkarhuihin. Tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi ihmisasutuksen lisääntyminen alueella, teollisuus, myrkylliset yhdisteet ravintoverkoissa ja saalislajien pienentyneet populaatiot (Stirling & Derocher 2012). Jääkarhun sopeutuminen uudenlaiseen



ympäristöön on epävarmaa ja lajia voi kohdata sukupuutto seuraavan muutaman vuosikymmenen aikana ilmaston lämmitessä ja luonnollisen habitaatin hävitessä. Sukupuutolle altistavat ympäristön muutosten lisäksi heikompi lisääntymistaso ja ruumiinkunnon lasku sekä lisääntyneet konfliktit ihmisten kanssa. Kuitenkin viitteitä jääkarhun sopeutumisesta löytyy, sillä jääkarhut ovat alkaneet siirtyä vaihtoehtoisiin ravintokohteisiin ja osalla alueista habitaatin muuttuminen ja rikkoutuminen eivät ole niin suurta. Selviääkö jääkarhu mittavasta muutoksesta ympäristössä, riippuu ihmisen toimista ilmastonmuutoksen pysäyttämiseksi.

## 5. Yhteenveto

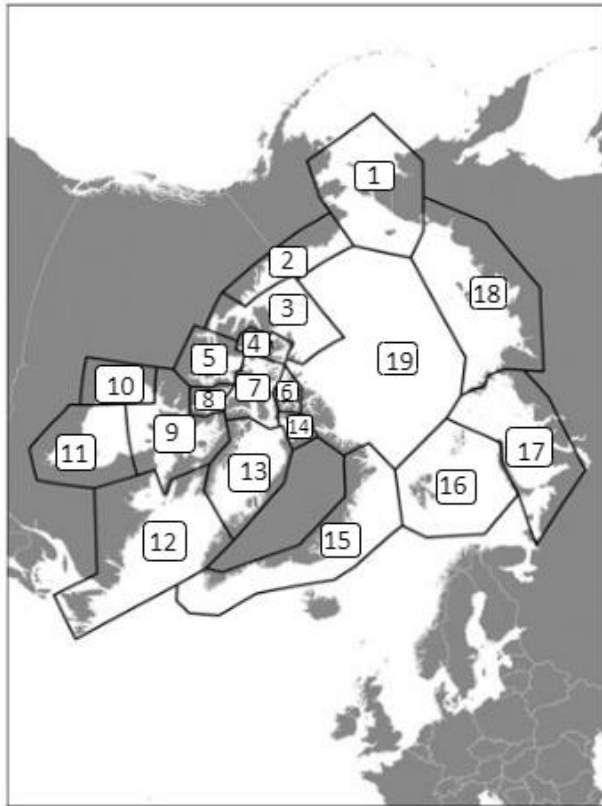
Ilmastonmuutos johtuu kasvihuonekaasujen lisääntyneestä määrästä ilmakehässä. Kasvihuonekaasupäästöjen taustalla ovat ihmisen toimet, suurimpina yksittäisinä syinä fossiilisten polttoaineiden poltto sekä metsä- ja maatalous. Ilmastonmuutosta voidaan hillitä mm. erilaisilla sopimuksilla, käyttämällä uusiutuvia energianlähteitä ja julkista liikennettä sekä suosimalla ympäristöystävällistä ruokavaliota. Ilmastonmuutoksella on useita seurauksia, joista huomattavin on maapallon keskilämpötilan nousu. Ilmastonmuutoksen vaikutukset kohdistuvat ympäristöön ja sitä kautta lajeihin. Arktisella alueella, missä muutokset ovat voimakkaasti havaittavissa, ilmaston lämpenemisen vaikutukset jääkarhuihin ovat huomattavat.

Stirling ja Derocher (2012) toteavat, että jääkarhujen populaatiokoot pienenevät pidentyneen jäättömän ajan sekä heikomman ruumiinkunnon ja lisääntymisen vuoksi. Historialliset havainnot merijäästä ennustavat, että eteläisen Beaufortinmeren alapopulaation pienenee 50-99 % 2000-luvun loppuun mennessä. Vähenevä jää on yhteydessä rajoituksiin ravinnossa, mikä johtaa pienentyneeseen ruumiinkokoon ja lisääntymiseen. Ilmaston lämpeneminen aiheuttaa enenevässä määrin yksisuuntaista muutosta merijään ominaisuuksissa, rakenteessa ja levinneisyydessä. Tämän muutoksen vuoksi jääkarhut menettävät primaarihabitaattinsa. Jääkarhut ovat riippuvaisia jäädä, jolla metsästää hylkeitä ravinnokseen. Ilman jäätä jääkarhujen populaatiot eivät voi säilyä elinkykyisinä. Jos ilmasto jatkaa lämpenemistään, jääkarhut tulevat häviämään eteläisimmistä osista nykyistä levinneisyysaluettaan seuraavan 30–40 vuoden aikana. Jopa kaksi kolmasosaa maailman jääkarhuista saattaa hävitä vuosisadan puoliväliin mennessä. Jääkarhut voivat selviytyä Kanadan arktisilla saarilla ja Pohjois-Grönlannissa, missä uutta jäätä muodostuu talvisin, mutta niin kauan kuin maapallon

lämpötilan nousua ei saada rajoitettua 1,25 °C:een, tämän spesialistin selviytyminen levinneisyysalueensa jäänteillä globaalin populaatiokoon pienentyessä, on epävarmaa.

IUCN (2019) painottaa suojelutoimia tarvittavan jääkarhun resurssien ja habitaatin suojelussa, alueen ja lajin hoidossa sekä lajin toipumisessa. Lisäksi koulutusta, tietoisuutta ja tiedon siirtämistä olisi parannettava. Suojelutoimia tarvittaisiin myös lainsäädännön sekä lakien noudattamisen ja toimeenpanon suhteen. Lisää tutkimusta tarvittaisiin jääkarhun populaatiokoosta, levinneisyydestä ja niiden trendeistä. Lisäksi tutkimusta tarvittaisiin lisää lajin uhkista, habitaatin hoidosta sekä lajin kehityksestä ja ekologiasta.

## Liitteet



Liite 1. Jääkarhun alapopulaatiot. Vastapäivään ylhäältä: 1: Chuckhin meri, 2: Eteläinen Beaufortin meri, 3: Pohjoinen Beaufortin meri, 4: Melvillensalmi, 5: M'Clintockin kanava, 6: Norjanlahti, 7: Lancasterin salmi, 8: Boothian lahti, 9: Foxen allas, 10: Läntinen Hudsoninlahti, 11: Eteläinen Hudsoninlahti, 12: Davisinsalmi, 13: Baffininlahti, 14: Kanen allas, 15: Itä- Grönlanti, 16: Barentsinmeri, 17: Karanmeri, 18: Laptevinmeri, 19: Arktinen allas. (Mukaiillen Stirling & Derocher 2012).

## 6. Lähteet

Amstrup, S.C., Stirling, I., Smith, T.S., Perham, C. & Thiemann, G.W. 2016 Recent observations of intraspecific predation and cannibalism among polar bears in the southern Beaufort Sea. - *Polar Biol.* 29:997

Boulder, Colorado USA. NSIDC: National Snow and Ice Data Center. <https://nsidc.org/>  
Viitattu 31.10.2019.

Copland, L. & Mueller, D. 2017 *Arctic Ice Shelves and Ice Islands*. Springer, Dordrecht.

Hamilton, C.D., Kovacs, K.M., Ims, R.A., Aars, J. & Lydersen, C. 2017 An arctic predator-prey system in flux: climate change impacts on coastal space use by polar bear and ringed seals. – *J Anim. Ecol.* 86:1054-1064.

IUCN 2019. *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-2*.  
<http://www.iucnredlist.org>. Viitattu 1.11.2019

Letcher, T.M. 2015 *Climate Change: Observed Impacts on Planet Earth*. - Second Edition, Elsevier, Amsterdam.

Philander, S.G. 2012 *Encyclopedia of Global Warming and Climate Change*. – Second Edition, SAGE Publications, Inc., California.

Stirling, I. & Derocher, A.E. 2012 Effects of climate warming on polar bears: a review of the evidence. – *Global Change Biol.* 18:2694-2706.

Struzik, E. 2015 *Future Arctic: Field Notes From a World on the Edge*. Island Press, Washington.

Turner, J. & Marshall, G. 2011 *Climate Change in the Polar Regions*. Cambridge University Press, Cambridge.

Wong, K.V. 2016 *Climate Change*. Momentum Press, New York.