



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Fra en til to generasjoner granbarkbille i Norge?

Statusanalyse med data fra klekking og barkbilleovervåkingen

NIBIO RAPPORT | VOL. 7 | NR. 106 | 2021



Bjørn Økland, Holger Lange, Paal Krokene, Rolf Buran & Ellen A. Finne  
Divisjon for bioteknologi og plantehelse

**TITTEL/TITLE**

Fra en til to generasjoner granbarkbille i Norge? Statusanalyse med data fra klekking og barkbilleovervåkingen.

**FORFATTER(E)/AUTHOR(S)**

Bjørn Økland, Holger Lange, Paal Krokene, Ellen A. Finne & Rolf Buran

<b>DATO/DATE:</b>	<b>RAPPORT NR./ REPORT NO.:</b>	<b>TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:</b>	<b>PROSJEKTNR./PROJECT NO.:</b>	<b>SAKSNR./ARCHIVE NO.:</b>
09.06.2021	7/106/2021	Åpen	131091	17/01304
<b>ISBN:</b>	<b>ISSN:</b>	<b>ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:</b>	<b>ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:</b>	
978-82-17-02860-4	2464-1162	21	1	

**OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:**

Landbruks- og matdepartementet

**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Linn Viken Bøe

**STIKKORD/KEYWORDS:**

granbarkbiller, feromonfeller, overvåking, utvidet sesong, bivoltinisme

*Ips typographus*, pheromone traps, monitoring, extended season, bivoltinism

**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**

Skogentomologi/Skogøkologi/Skoghelse

Forest entomology/Forest ecology/Forest health

**SAMMENDRAG/SUMMARY:**

Overgang fra en til to generasjoner av stor granbarkbille med varmere klima vil kunne øke mengden av skader i norske skoger på grunn av to angrepsperioder. Sommertemperaturene i Norge har vært økende siden 1970-tallet og en utviklingsmodell for stor granbarkbille basert på temperatursommer viser økt hyppighet av to fullførte generasjoner i de varmeste lokalitetene de siste tiårene. Mens feltstudier og utviklingsmodellen fra Sør-Norge i den varme sommeren 1975 viste at granbarkbiller ikke rakk å fullføre en påbegynt andre generasjon, viste utviklingsmodellen full gjennomføring av to generasjoner for flere barkbilleangrepne lokaliteter i Vestfold i 2020. I disse lokalitetene observerte vi også fullt utviklede granbarkbiller under barken i november.

Data fra den nasjonale overvåkingen med barkbillefeller viser imidlertid ikke økte fangster i det tidsrommet en eventuell annen generasjon ville være på vingene. Sammenligning med ukentlige klekkinger gjennom sesongen viser likevel at sesongvise økninger i mengden av stor granbarkbille samsvarer med at det forekommer en andre generasjon. At granbarkbiller som fullfører sin utvikling senere på sommeren ikke fanges i barkbillefellene kan skyldes at de ikke har en like utpreget fluktatferd som de overvintrende billene som etablerer den første billegenerasjonen på forsommeren. Modellberegningene viser dessuten at klekkingen av generasjon 2 i stor grad skjer utover tidlighøsten, når temperaturen oftest er under 18-20 °C og dermed for lave for flukt. Overvåking av antall billegenerasjoner i den nye utvidete barkbilleovervåkingen fra 2021 vil derfor

bruke utviklingsmodellen basert på temperatursommer til å beregne generasjonsutvikling, og ikke mengden av biller i felleovervåkingen.

Granbarkbillens populasjonsstørrelse varierer mye mellom lokaliteter og fra år til år, og er en avgjørende faktor for om både første- og annengenerasjons biller vil være tallrike nok til å angripe friske trær og gi skogskader. Temperaturutviklingen gjennom forsommeren spiller også en viktig rolle ved at kjølig start etterfulgt av en varmeperiode gjør at fluktperioden i noen år kommer mer samlet og gjør at flere biller kan angripe trærne samtidig. En stadig tidligere fullføring av årets første billegenerasjon kan bety at en bør revurdere datoene i forskriften for bærekraftig skogbruk som angir når avvirket bartrevirke skal være transportert bort fra skogen for å unngå klekkende skadeinsekter.

GODKJENT /APPROVED

Ingeborg Klingen

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Bjørn Økland

NAVN/NAME



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Forord

Fra 2021 oppgraderes barkbilleovervåkingen med flere kartlag som viser faktorer som kan ha betydning for utbruddsrisiko, i tillegg til mengden av stor granbarkbille i felleovervåkingen. De nye kartlagene er plassert under Skogportalen på [kilden.nibio.no](http://kilden.nibio.no), men har også inngang fra barkbilleovervåkingens hjemmeside ([www.nibio.no/barkbilleovervaking](http://www.nibio.no/barkbilleovervaking)). Landbruksdirektoratet har ansvar for beredskapen mot stor granbarkbille og vil gi varsel for utbruddsrisiko etter råd fra NIBIO.

En av faktorene i den nye utgaven av overvåkingen er om været er varmt nok til at det utvikles to i stedet for bare én generasjon av stor granbarkbille i løpet av sesongen. Til nå har stor granbarkbille nesten utelukkende én generasjon per år i Norge, men en andre generasjon er stadig mer aktuelt på grunn av et varmere klima. To generasjoner og to angrepsperioder per sommer kan gi økt skogskade og utbruddsrisiko.

På oppdrag fra Landbruks- og matdepartementet utfører Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) en årlig registrering av barkbillebestandene med feromonfeller i samarbeid med skogbruksmyndighetene i 13 fylker eller delfylker (ut fra inndelingen før sammenslåinger etter 2012). I de varmeste lokalitetene i Sørøst-Norge har det i årene 2007-2020 vært gjennomført en utvidet barkbilleovervåking med forlenget fangstsesong. Sporadiske undersøkelser av resultatene fra denne utvidete overvåkingen har ikke gitt tydelige indikasjoner på at det forekommer en andre generasjon i Norge. I denne rapporten gjør vi mer grundige analyser av data fra den utvidete overvåkingen, samtidig som vi sammenligner med klekkedata, modellberegninger av billenes generasjonsutvikling og undersøkelser av biller i barkprøver samlet i felt.

Vi takker alle som har bidratt til datagrunnlaget for denne rapporten, inkludert de som har medvirket i den utvidete barkbilleovervåkingen.

# Innhold

1 Innledning.....	6
2 Metoder.....	8
2.1 Utvidet felleovervåking .....	8
2.2 Beregning av generasjonsutvikling.....	9
2.3 Klekkinger av biller gjennom sesongen .....	9
2.4 Feltobservasjon av billenes utvikling.....	9
3 Resultater og diskusjon .....	11
4 Oppsummering.....	18
Litteraturreferanser .....	20
Appendiks A.1-87 .....	22

# 1 Innledning

Stor granbarkbille (*Ips typographus* L.) er den viktigste skadegjøreren i Europas granskoger og utmerker seg ved å kunne angripe og drepe friske grantrær i stort omfang under utbrudd (Hlásny m.fl. 2019). Vanligvis livnærer granbarkbiller seg av svekkede og døende grantrær, som for eksempel vindfall, ferskt tømmer eller sterkt tørkestressete trær. Men fra tid til annen øker billene dramatisk i antall og begynner å angripe friske trær i stort omfang. Siste barkbilleutbrudd i Norge på 1970-tallet resulterte i et tap av gran tilsvarende rundt 2,3 milliarder norske kroner (beregnet med tømmerpriser i 2016). I de siste årene har flere europeiske land sør for Norge hatt større tap på grunn av tørke og barkbilleangrep enn de noen gang tidligere har hatt. I Sør-Sverige ble rundt 20 millioner kubikkmeter gran avvirket i 2018-2020 som følge av tørke- og barkbilleskader. Episenteret for barkbilleutbruddene i Sentral-Europa synes å være Tsjekia, hvor 71 millioner kubikkmeter gran har blitt drept i tiåret 2011-2020 (Miloš Knižek pers. komm.).

Stor granbarkbille er hos oss utbredt i grandistriktene på Østlandet, Sørlandet, i Trøndelag og i Nordland og har vært overvåket årlig siden 1979 (Økland & Beachell 2020). Overvåkingen er basert på fellefangster med feromoner. Under angrep på trær benytter stor granbarkbille attraksjonsferomoner for å tilkalle flere artsfrender. Disse feromonene ble identifisert og syntetisert for første gang på 1970-tallet av Lars Skattebøl, Alf Bakke og medarbeidere (Bakke m.fl. 1977). I årene som fulgte ble det utviklet fellemetodikk for fangst av granbarkbiller med feromoner (Bakke m.fl. 1983, 1985), en metodikk som også brukes i overvåkingen. Barkbilleovervåkingen er et viktig redskap for å varsle skogforvaltningen om store barkbillebestander, men gir også grunnlag for å studere hvordan billebestandene påvirkes av klima og skoglige faktorer. Kommunenes oppgaver i overvåkingen er hjemlet i skogbrukslovens §9 og i forskrift om bærekraftig skogbruk §10 ([www.lovdata.no](http://www.lovdata.no)). Resultater fra barkbilleovervåkingen gjengis på hjemmesiden til Norsk institutt for bioøkonomi ([www.nibio.no/barkbilleovervaking](http://www.nibio.no/barkbilleovervaking)).

Stor granbarkbille overvintrer som voksne individer og starter fluktperioden når det blir varmt i været om våren. I Sør-Norge er billene som regel på vingene i andre halvdel av mai på dager der maksimumstemperaturen er høyere enn 18-20 °C. Når billene har funnet et egnet grantre borer de seg inn i barken og lager et parringskammer. Hannene gjør de første innboringene og produserer feromoner for å tiltrekke seg hunner. Hver hann parer seg gjerne med 2-3 hunner som lager hver sin morgang ut fra parringskammeret. Hunnene legger egg i små nisjer på begge sider av morgangene, og etter klekking lager larvene larveganger under barken ut fra morgangen. Når larvene er ferdig utviklet, lager de et lite puppekammer i barken der de forpupper seg. Klekkingen av voksne biller er spredt over en periode, blant annet fordi utviklingen starter tidligere i den delen av morgangen som er nærmest parringskammeret. Den første tiden er de voksne billene lysebrune og reproduksjonsorganene er ikke ferdig utviklet. Billene vil vanligvis holde seg under barken under kjønnsmodningen og blir stadig mørkere brune. Hvor lenge billene blir i mortreet og har sitt såkalte «modningsgnag» varierer med blant annet tettheten av biller under barken. Billene forlater vanligvis ikke treet før det blir kaldt i været på høsten, og i store deler av Skandinavia vil de da søke ned i skogbunnen for overvintring. I sørlige deler av Skandinavia holder mange av billene seg under barken gjennom vinteren, men tall på hvor stor denne andelen er i ulike områder er mangelfull. I dagens norske klima har billene nesten alltid bare en generasjon per sesong, og det er da denne ene generasjonen som er ferdig utviklet på sensommeren som går til overvintring.

Varmere land sør for Norge har gjerne to eller flere generasjoner av granbarkbiller per år, og to generasjoner kan bli tilfelle også i Norge med et varmere klima (Jönsson m.fl. 2011). Tilstrekkelig temperatursum for to billegenerasjoner per år er vanlig i Sør-Sverige (Øhrn m.fl. 2014), og i Danmark og lenger sør i Europa har to generasjoner per år vært normalen i lang tid. To generasjoner ble også dokumentert i studier fra Magnor i Sør-Norge under den varme sommeren i 1975, men her viste det seg at billene i den andre generasjonen ikke rakk å gjennomføre full utvikling i løpet av høsten.

Dødeligheten var derfor svært høy for disse billene som måtte overvintre i larve- eller puppestadiet (Austarå m.fl. 1977). Sommertemperaturene har imidlertid steget siden 1970-tallet, og det er mulig at stor granbarkbille nå kan ha gjennomført to generasjoner også i Norge uten at dette har vært dokumentert med feltstudier. To generasjoner per år vil gi to perioder per sommer der billene angriper trær for å legge egg, og dette vil kunne bety vesentlig mer skogskade. En andre angrepsperiode vil også kunne ramme trærne hardere enn første periode, siden grana ofte er mer tørkestresset og mindre motstandsdyktig mot angrep senere på sommeren (Worrell 1983).

Det finnes allerede en utviklingsmodell for stor granbarkbille i Norge (Lange m.fl. 2006; 2009) basert på studier av billenes utviklingshastighet under kontrollerte laboratorieforsøk i Sveits (Wermelinger & Seifert 1998). Modellen drives av daglige middeltemperaturer og beregner hvor langt billenes utvikling har kommet til forskjellige tidspunkt. Sammenligninger med feltobservasjoner i Hedmark i løpet av 2010-sesongen viste stort sett et godt samsvar mellom modellen og feltobservasjonene (Krokene 2011). Ifølge denne modellen hadde Sør-Norge for det meste bare en generasjon per år i klimaperioden 1960-1990, med unntak av enkelte varme år for lokaliteter langs Oslofjorden og Sørlandskysten (Lange m.fl. 2009). Modellen viste imidlertid at temperaturer i klimascenarier for 2071-2100 vil kunne gjøre at to generasjoner per sesong blir den nye normalen i store deler av Sør-Norge (Lange m.fl. 2009).

Norge ligger altså på grensen til å kunne få to generasjoner, men det er uvisst hvor fort denne overgangen vil skje. Vi mangler kunnskap om en andre generasjon faktisk forekommer i Norge og hvordan variasjoner mellom lokaliteter og ulike sesonger spiller inn for forekomsten av to generasjoner. På denne bakgrunn ble det i 2007 innført en utvidet sesong med feromonfeller for et utvalg av varme lokaliteter i barkbilleovervåkingen. Tanken bak denne utvidelsen var om mulig å observere om det forekommer en fangststopp nummer to sent i fellelesesongen som indikerer en andre generasjon av barkbiller.

Denne rapporten omfatter:

1. En oppsummering og tolkning av resultatene fra den utvidete felleovervåkingen fra årene 2007-2020.
2. Modellberegninger av forventet tidspunkt for klekking av biller i første og andre generasjon for de aktuelle årene (2007-2020) og lokalitetene som inngår i den utvidete overvåkingen.
3. For ett av årene, 2008, har vi også ukentlige klekkedata for granbarkbiller fra Ås/Vestby som sammenlignes med feromonfellefangstene og modellestimatene for når klekking av en første og eventuell andre generasjon vil skje i det samme området.
4. For lokaliteter i Vestfold med betydelige angrep av stor granbarkbille i 2020, og hvor modellberegninger tilsier en fullført andre generasjon i løpet av høsten, har vi samlet barkprøver og registrert hvor langt billene har kommet i sin utvikling både sent på høsten (24.-26. november 2020) og tidlig på våren (22.-25. mars 2021).

## 2 Metoder

### 2.1 Utvidet felleovervåking

Metodebeskrivelsen for den utvidete overvåkingen er med få unntak den samme som for den ordinære barkbilleovervåkingen (Økland & Beachell 2020). Fellene ble satt opp på en hogstflate på minimum 2 dekar hvor det foregående vinter ble avvirket gran. For å unngå at billene som tiltrekkes skader nærliggende skog ble fellene plassert minst 20 m fra skogkant. Når fangststedet årlig ble endret fra en fersk hogstflate til en annen ble det nye fangststedet plassert så nær fjorårets fangststed som mulig.

Sesongen i den utvidete barkbilleovervåkingen ble forlenget med 4 uker og inkluderte en femte felleperiode. Mens den ordinære barkbilleovervåkingen bruker fire barkbillefeller per lokalitet, så brukte den utvidete overvåkingen to feller per lokalitet. Standarden i den ordinære overvåkingen er å bruke samme feromondispenser gjennom hele sesongen. Vi valgte derfor å ha egne feller for utvidet overvåking, hvor vi fornyet feromondispenser midtveis i den lange fellelesesongen for å unngå uttørring av dispenserne. Disse to fellene ble plassert med en innbyrdes avstand på ca. 3 meter og minst 20 meter fra fellene som inngår i den ordinære barkbilleovervåkingen. Den utvidete overvåkingen brukte bare Bekafeller, mens den ordinære overvåkingen har brukt opp til tre ulike fellemodeller i de samme årene 2007-2020 (Økland & Beachell 2020).

Fellene i den utvidete overvåkingen ble plassert ut før 20. april hvert år og var i drift i fem felleperioder. Tømminger i de fem felleperiodene var på mandag eller tirsdag i ukene 21, 24, 28, 33 og 37. I hver felle ble det plassert en feromondispenser av typen Ipslure® med en duft som tiltrekker både hanner og hunner av stor granbarkbille. Dispenserne er produsert av KjemiKonsult ANS ([www.kjemikonsult.no](http://www.kjemikonsult.no)) og ble distribuert til deltagerne i overvåkingen fra Norsk institutt for bioøkonomi. Mens den ordinære overvåkingen har benyttet samme feromondispenser gjennom hele sesongen, så ble feromondispensere byttet ved tømming i uke 28 for den utvidete overvåkingen.

**Tabell 1. Utvalgte lokaliteter med utvidet sesong i barkbilleovervåkingen, og hvilke år disse var med. Det var en lokalitet per kommune (kommune- og fylkesnavn følger her inndelingen per 2017\*).**

Fylke	Kommune	År med i utvidet overvåking
Østfold	Halden	2008-2012, 2015-2020
Østfold	Marker	2007-2008, 2010-2012, 2014-2020
Østfold	Rømskog	2007-2017
Akershus	Vestby	2007-2011, 2013, 2016-2020
Hedmark	Sør-Odal	2007-2020
Buskerud	Øvre Eiker	2007
Buskerud	Hurum	2009, 2011, 2016-2020
Vestfold	Holmestrand	2008
Vestfold	Larvik	2014-2017
Vestfold	Sande	2009-2019
Vestfold	Hof	2007-2008

\*På grunn av behovet for sammenligninger bakover i tid bruker barkbilleovervåkingen de opprinnelige kommune- og fylkesinndelingene før sammenslåinger

Lokalitetene i den utvidete overvåkingen har vært i de varmere delene av Østlandet. På grunn av behovet for sammenligninger bakover i tid har vi beholdt de opprinnelige kommune- og fylkesinndelingene før sammenslåinger etter 01.01.2017 i bearbeidingen av data. Materialet fra den



utvidete overvåkingen omfatter således data fra 11 kommuner fordelt på fem fylker (Tabell 1). Det har vært en lokalitet per kommune.

## 2.2 Beregning av generasjonsutvikling

For sesongene og lokalitetene som inngikk i den utvidete barkbilleovervåkingen beregnet vi forventet tidspunkt for fluktperiode, samt utviklingstiden for en eller to generasjoner (voltinisme) for granbarkbiller ved hjelp av en modell. Slike beregninger ble også gjort for utvalgte lokaliteter med skader av stor granbarkbille i Vestfold, hvor vi gjorde feltobservasjoner av utviklingen i 2020. Til beregningene benyttet vi en utviklingsmodell beskrevet av Lange m.fl. (2006, 2009). Modellen er basert på studier av granbarkbillens utviklingshastighet under kontrollerte laboratorieforsøk i Sveits (Wermelinger og Seifert 1998). Utviklingsmodellen drives av daglige middeltemperaturer og beregner hvor langt billenes utvikling har kommet til forskjellige tidspunkt. Modellen finnes i to varianter – en detaljert og en forenklet. Den detaljerte varianten beregner utviklingstiden for hvert av fire ulike utviklingsstadier (egg, larve, puppe og ikke-kjønnsmoden voksen), med ulike terskeltemperaturer for hvert stadium. Utvikling skjer kun når den daglige middeltemperaturen er høyere enn terskeltemperaturen og et utviklingsstadium er ferdig når den akkumulerte temperatursummen (såkalt døgngradsum) har nådd en verdi som er spesifikk for hvert stadium (Krokene 2011). Den forenklete varianten beregner utviklingstiden for egg-, larve- og puppestadiet under ett, med en felles terskeltemperatur og temperatursum. Verdier for terskeltemperaturer og temperatursum er basert på observasjonene til Wermelinger og Seifert (1998). Vi valgte å bruke den forenklete modellen fordi denne viste det beste samsvaret med feltobservasjoner i et tidligere studium i Hedmark (Krokene 2011). For å estimere hvor langt billene hadde nådd i sin utvikling før vinteren valgte vi 1. november som en grense, men inkluderer også data på hvor langt billene hadde nådd i utviklingen innen 1. oktober. Etter 1. oktober vil den daglige middeltemperaturen som regel være lavere enn terskeltemperaturen for utvikling av egg-, larve- og puppestadiet (8,2-10,6 °C) og utviklingen vil derfor praktisk talt stoppe opp.

## 2.3 Klekkinger av biller gjennom sesongen

Våren 2008 plasserte vi også ut 40 stammebiter av gran på en fersk hogstflate i Vestby (59°32' N, 10°47' E) slik at stor granbarkbille kunne kolonisere og legge egg i under fluktperioden (Økland m.fl. 2011). Stammebitene, som var ca. 50 cm lange og 18 cm i diameter, ble plassert på hogstflaten 26. mai 2008 med innbyrdes avstand 10-15 meter. Vi festet Ipslure® feromondispensere ([www.kjemikonsult.no](http://www.kjemikonsult.no)) på stammebitene for å forsterke koloniseringen av stor granbarkbille, men dispenserne ble fjernet etter noen dager før stammebitene 10. juni 2008 ble overført til et insektarium (rom med åpne nettingvegger) i Ås. I insektariat ble stammebitene hengt opp i individuelle nettingposer utstyrt med en trakt og oppsamlingsflaske slik at biller som klekket fra barken kunne samles opp og telles ukentlig (Økland m.fl. 2011). Stammebitene var fra fire ulike arter av gran som vokste i Ås og Vestby, med 10 stammebiter fra hver av Engelmansgran (*Picea engelmannii*), lutzgran (hybrid *Picea sitchensis* × *Picea glauca*), rødgran (*Picea rubens*), og norsk gran (*Picea abies*), fordi eksperimentet opprinnelig hadde som formål å sammenligne egnetheten av disse treslagene for stor granbarkbille (Økland m.fl. 2011). Granbarkbiller viste seg å klekke i samme antall og med samme utviklingshastighet fra alle treslagene (Økland m.fl. 2011). Vi antar derfor at vi kan bruke data fra alle treslagene når vi her ønsker å tallfeste hvor mange granbarkbiller som klekket per uke utover i 2008-sesongen.

## 2.4 Feltobservasjon av billenes utvikling

Vi gjennomførte en feltundersøkelse i Vestfold av hvor langt billene var kommet i sin utvikling på lokaliteter der temperatursummen tilsa full utvikling av to generasjoner i 2020. For fem slike

lokaliteter, hvor det var synlige angrep av stor granbarkbille i 2019 og 2020, samlet vi inn barkprøver for å tallfeste hvor mange voksne individer av stor granbarkbille som var til stede sent på høsten i 2020 og tidlig på våren 2021. Billenes farge ble registrert for å bedømme hvor langt billene hadde kommet i kjønnsmodningen. Nylig klekkete granbarkbiller er gulhvite, mens de gradvis blir brune og til slutt svart-brune under «modningsgnaget» i barken (Krokene 2011). Vi telte således opp antall lyse, brune og svarte biller under barken på angrepne grantrær i hver lokalitet (Tabell 2). Rundt 200 trær ble undersøkt både sent på høsten (24.-26. november 2020) og tidlig på våren (22.-25. mars 2021). Vi skar ut 5-7 barkbiter per tre (samlet barkareal ca. 500 - 800 cm<sup>2</sup>) fra hvert av 5-7 trær per lokalitet. Vi registrerte UTM-koordinater omtrent midt i hver gruppe av undersøkte trær og som oftest var alle trærne mindre enn 15 m fra midtpunktet. I noen tilfeller måtte lokalitetene i november flyttes for undersøkelsene i mars, fordi skogen hadde blitt avvirket i løpet av vinteren (se fotnoter i Tabell 2).

**Tabell 2. Beskrivelse av lokaliteter i Vestfold hvor vi telte antall stor granbarkbille i barkprøver tatt i november 2020 og mars 2021. Resultatene finnes i Tabell 3.**

Lokalitet	UTM32-koordinater		Antall trær		Beskrivelse
	Øst	Nord	Nov.20	Mar.21	
Tinghaug, Ramnes	569858	6580005	5	5	Skyggefull østvendt ravine
Bråvoll, Andebu	562350	6574151	7		Sørvendt, tørt og solrikt
Skarsholt, Andebu <sup>1</sup>	562148	6571213		5	Sørvendt, tørt og solrikt
Hvitsteinvn., Kodal	559965	6567674	5	5	Kupert, halvskygge
Moenvn., Kjøse <sup>2</sup>	550717-80	6556145-6485	6	6	Solrikt, slakt, grusholdig
Oklungen <sup>3</sup>	545952	6561042		6	Sørvendt, solrik morene

<sup>1</sup> Ligger ca. 2,5 km sør for Bråvoll og ble brukt fordi Bråvoll ble avvirket i løpet av vinteren.

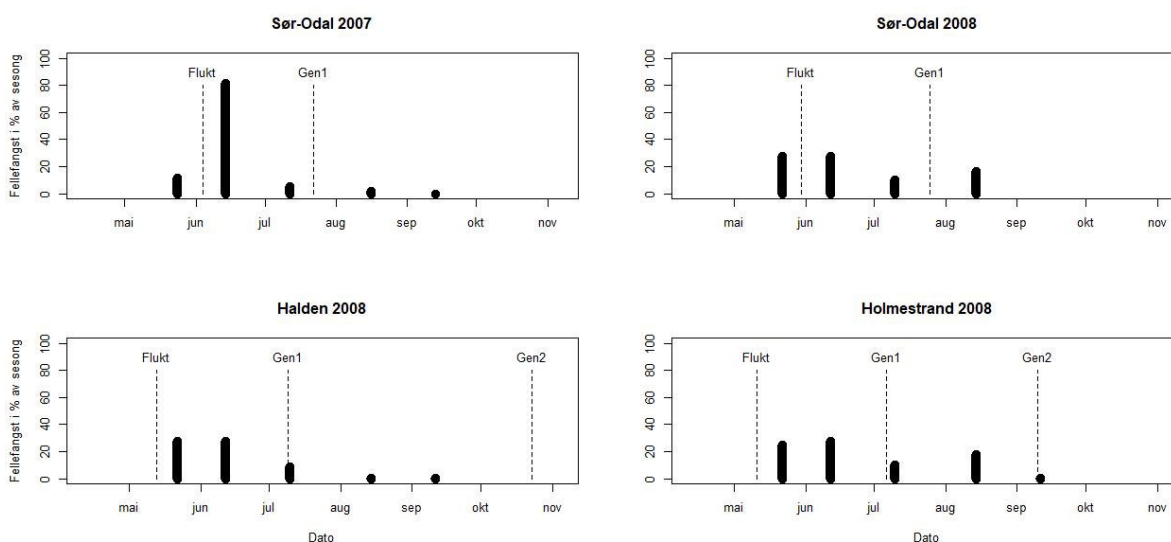
<sup>2</sup> Lokaliteten ble i mars flyttet 250 m sørover i tilgrensende bestand fordi trærne vi undersøkte i november ble hogget.

<sup>3</sup> Ble undersøkt bare våren 2021. Stor billeaktivitet i 2020.

### 3 Resultater og diskusjon

Mens billenes fluktperiode på forsommeren som oftest resulterte i høye fellefangster (Fig. 1 og 2), viste den utvidete overvåkingen med feromonfeller sjelden noen markert økning i fangstene i forbindelse med klekking av avkombillene i juli (Gen1, Figur 1). Det var imidlertid mye variasjon i resultatene mellom ulike lokaliteter og år (Fig. 1, Appendiks A.1-87). I mange tilfeller viste døgngradberegninger at to generasjoner ikke kunne bli fullført innen 1. november. Dette gjaldt for eksempel i Sør-Odal i 2007 og 2008 (Fig. 1) og i flere andre lokaliteter og år (se bl.a. Appendiks A.1-5, 7-9 og 19, hvor det ikke er noen stiplet linje som markerer gjennomføring av generasjon 2). Blant tilfellene uten fullført annen generasjon kan vi noen ganger se en liten topp i fellefangstene som kan passe med økt fluktaktivitet etter en fullført første generasjon, slik som for eksempel for Sør-Odal i 2008 (Fig. 1). I mange andre tilfeller ser vi derimot bare en fangsttopp etter beregnet forsommerflukt (se for eksempel Sør-Odal i 2007 i Fig. 1 og flere eksempler i Appendiks A.1-87).

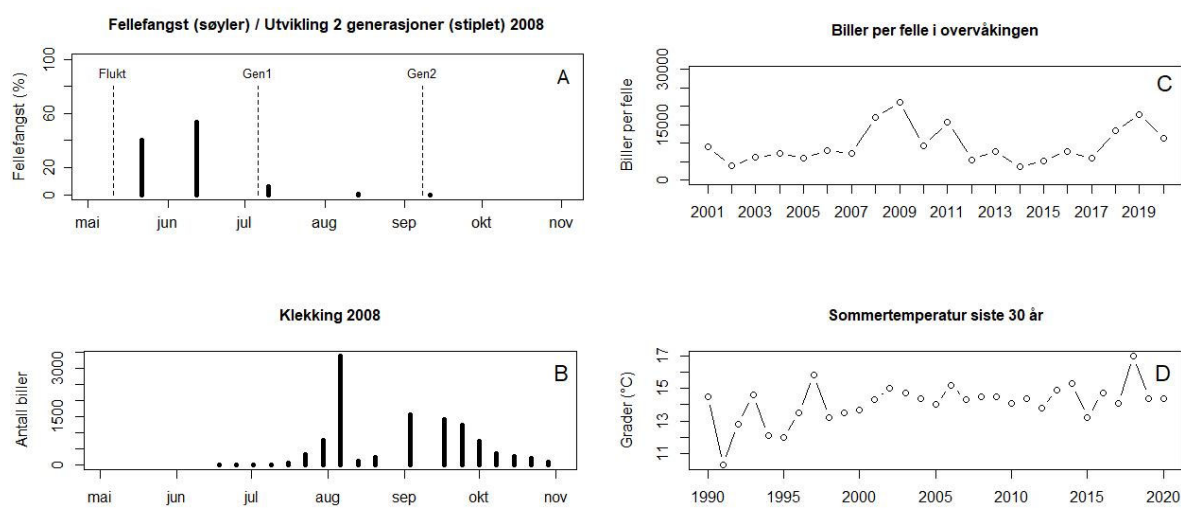
I de tilfellene der døgngradberegninger viste at to generasjoner kunne bli fullført skjedde dette enten tidlig på høsten, som for Holmestrand i 2008, eller sent på høsten, som for Halden i 2008 (Fig. 1). Blant tilfellene med to gjennomførte generasjoner finner vi både de som har en liten fangsttopp som kan passe med en flyveperiode etter en fullført første generasjon (se Holmestrand 2008 i Fig. 1) og de som ikke har dette (se Halden 2008 i Fig.1 og flere eksempler i Appendiks A.1-87).



**Figur 1. Utvalgte lokaliteter med utvidet fangstsesong i barkbilleovervåkingen. Brede søyler viser fellefangster for fem perioder i løpet av sesongen (oppgitt som prosent av sesongens totalfangst). Stående stiplede linjer viser beregnet start av billenes fluktperiode (Flukt), og beregnet dato for når de første individene har fullført første generasjon (Gen1) og andre generasjon (Gen2), inkludert modningsgnag. Resultater fra alle lokaliteter og årstall med utvidet sesong i barkbilleovervåkingen finnes i Appendiks A.1-87.**

For sesongen 2008 har vi både fellefangster og klekkedata for stor granbarkbille fra ett enkelt område. Dette gir oss muligheten til å sammenligne fangsttall fra barkbilleovervåkingen med ukentlige klekketall gjennom sesongen (Fig. 2 og Appendiks A.11). Ifølge våre temperatursum-beregninger skulle de første individene fra første generasjon være ferdig utviklet og klare for formering 4. juli i Vestby/Ås-området. Vi ser at fellefangsten (bred søyle) like etter dette tidspunktet er litt høyere enn for de senere tømmetidspunktene (Fig. 2A). Klekketallene fra Vestby/Ås-området viser for det første at klekkingen av avkombiller (generasjon 1) økte betydelig utover i juli og nådde en klar topp i begynnelsen av august (Fig. 2B). Fellefangstene i samme periode viser derimot ingen markert økning i denne perioden (Fig. 2A). Videre ser vi at det klekket mange biller fra begynnelsen av september, med en gradvis reduksjon

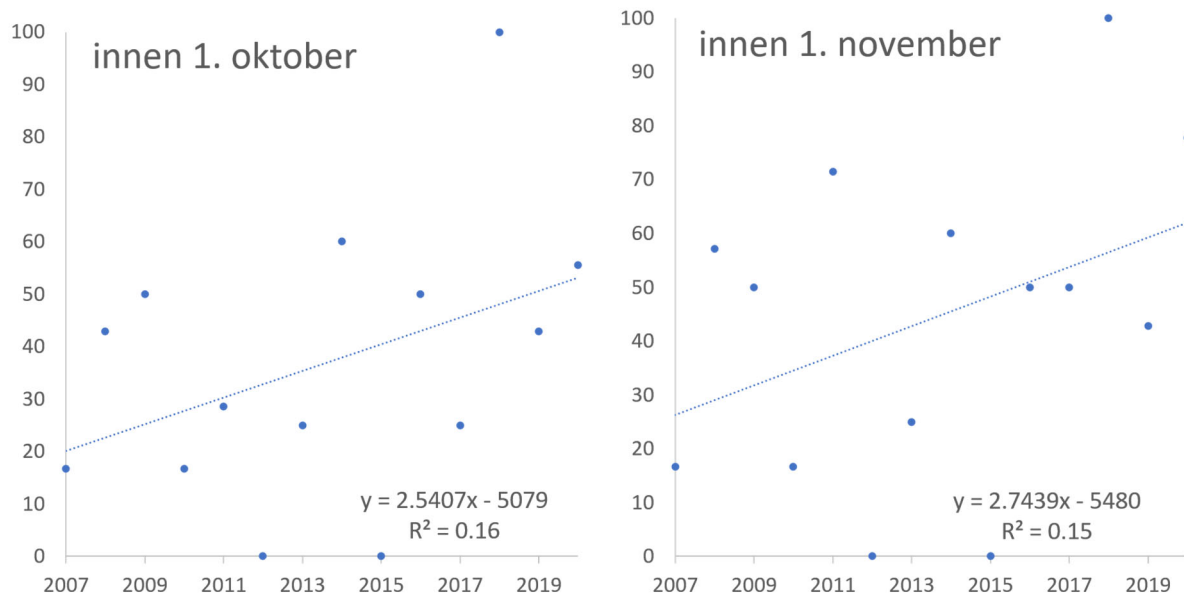
fra slutten av september til slutten av oktober (Fig. 2B). En mulig forklaring på de høye klekketallene utover høsten er at de representerer en langtrukken periode for klekking av biller i generasjon 2. Denne forklaringen støttes av at de første individene ble beregnet å ha fullført generasjon 2 i begynnelsen av september (Fig. 2A). Det kan ikke utelukkes helt at klekkingene ut over høsten også inkluderte noen «konservative» første-generasjonsbiller som ventet lenge med å komme ut fra mortreet. Dette passer imidlertid ikke godt med den kraftige dippen i klekkingene fra tidlig i august til tidlig i september. Fellefangstene fanget imidlertid ikke opp økningen i antall klekkinger, siden det var svært få biller i fellene ved den siste tømningen i begynnelsen av september (Fig. 2A). At vi observerte mulig klekking av en andre generasjon i et lukket eksperiment tyder på at billene fra generasjon 1 kan produsere avkom som kan fullføre en generasjon 2 i det samme treet, uten å fly til et nytt tre.



**Figur 2.** A-B: Sammenligning av fangst av stor granbarkbille i feromonfeller (brede søyler i A), beregnet dato for flukt og for de første individene til å fullføre første og andre generasjon (stiplede linjer i A) og antall biller klekket fra angrepne stammebiter av gran (B) for det samme område (Vestby/Ås) i 2008. C-D: Fangst av granbarkbiller i barkbilleovervåkingen i årene 2001-2020 i Vestby (C) og gjennomsnittlig sommertemperatur (mai-august) for årene 1990-2020 (D) i Ås.

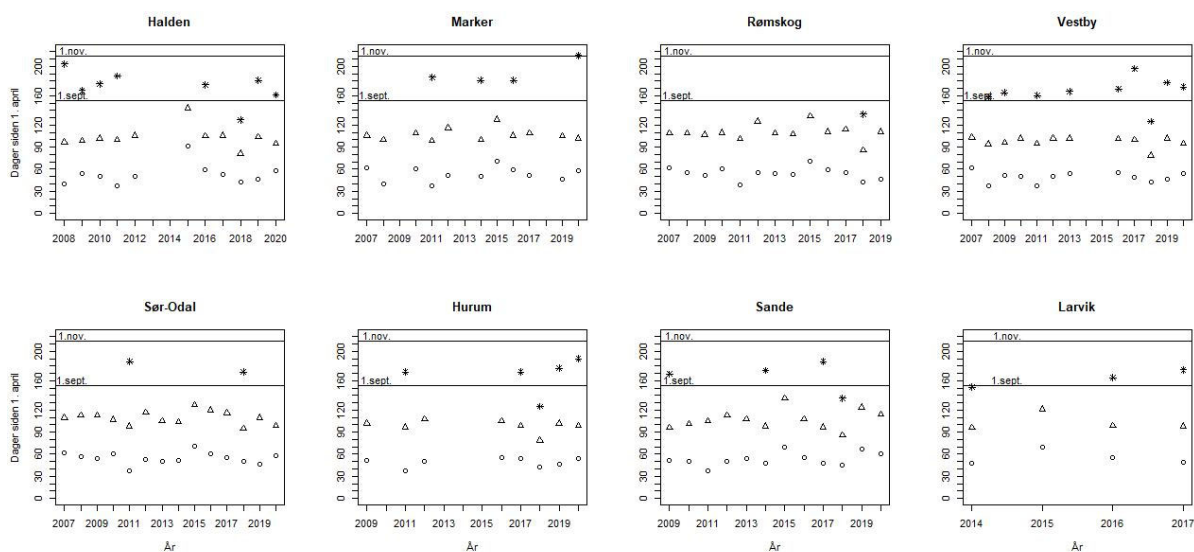
Sesongen 2008 synes å ha vært et godt år for barkbillene i Vestby/Ås-området. Fellefangstene i 2008 var blant de høyeste for dette området de siste 20 årene (Fig. 2C). Sommertemperaturene i Ås (som ligger ca. 5 km fra Vestby) viser en økende trend i de siste tiårene (Fig. 2D), og gjennomsnittlig sommertemperatur var høyere på 2000-tallet (14,5 °C) enn på 1990-tallet (13,2 °C). Fellefangstene i 2009 var enda høyere enn i 2008 (Fig. 2B). Denne økningen kan ha skyldtes et sammenfall av flere gunstige faktorer for den lokale barkbillepopulasjonen. En relativt stor overvintrende populasjon fra 2007 til 2008 (Fig. 2B) kan ha hatt en god flukt- og formeringsperiode i mai-juni 2008 (Fig. 2A). Som et resultat kan mange avkom-biller (generasjon 1) ha klekket i løpet av juli 2008 og nådd en klekketopp i begynnelsen av august (Fig. 2B). En relativt varm sommer i 2008 kan ha tillatt både generasjon 1 og 2 å fullføre utviklingen forholdsvis raskt, slik at de første voksne billene i generasjon 2 var fullt utviklet og klare til overvintring allerede i begynnelsen av september (Fig. 2B). Et slikt forløp kan ha resultert i en populasjonsøkning fra 2008 til 2009 (Fig. 2B).

## % av lokaliteter med gjennomføring 2 generasjoner



**Figur 3.** Prosentandel av lokalitetene i den utvidete barkbilleovervåkingen hvor døgnggradberegninger viser at to billegenerasjoner (inkludert modningsgnag) er gjennomført innen henholdsvis 1. oktober og 1. november for hvert av årene 2007-2020. Stiplet linje viser lineær trend.

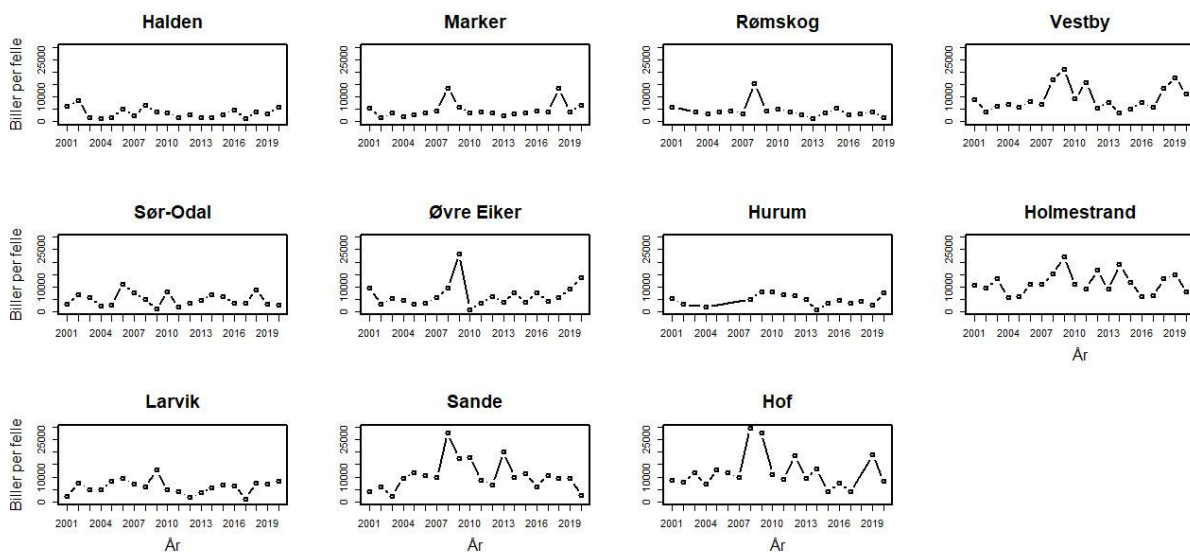
I tråd med at sommertemperaturene har vist en økende trend de siste tiårene (Fig. 2D) har det vært en økning i andelen lokaliteter i den utvidete felleovervåkingen der vår døgnggradmodell tilsier full gjennomføring av to barkbillegenerasjoner (Fig. 3). Det er imidlertid stor variasjon fra år til år og dermed lav  $R^2$ -verdi. For at billene skal kunne overleve overvintring antas det at generasjon 2 må ha gjennomført både forpopping, klekking og modningsgnag før vinteren kommer (Austarå m.fl. 1977), men vi vet ikke sikkert hvor tidlig på høsten dette må ha skjedd. Det kan hende full utvikling innen 1. november er tilstrekkelig, men vi har også inkludert døgnggradsbaserte beregninger for full utvikling innen 1. oktober. I begge tilfeller finner vi en økende trend for gjennomføring av to generasjoner i perioden 2007-2020 (Fig. 3). I 2020 hadde nær 60% av lokalitetene full gjennomføring innen 1. oktober, og nær 80% hadde full gjennomføring innen 1. november (Fig. 3). I den svært varme sommeren 2018 hadde alle lokalitetene i den utvidete felleovervåkingen full gjennomføring av to generasjoner innen 1. oktober (Fig. 3).



**Figur 4.** Grad av gjennomføring av to generasjoner for et utvalg av lokalitetene i den utvidete barkbilleovervåkingen. For hvert år i perioden 2007-2020 vises døgngradberegnert tidspunkt for start av fluktperiode for overvintrende foreldre biller (○) og tidspunkt for når de første individene har fullført henholdsvis generasjon 1 (△) og 2 (\*). Utviklingstiden inkluderer gjennomføring av egg-, larve- og puppestadiet, samt modningsnaget til de nyklekte voksne billene. Merk at to generasjoner ikke kunne gjennomføres i alle år og lokaliteter. De vannrette linjene markerer 1. september og 1. november.

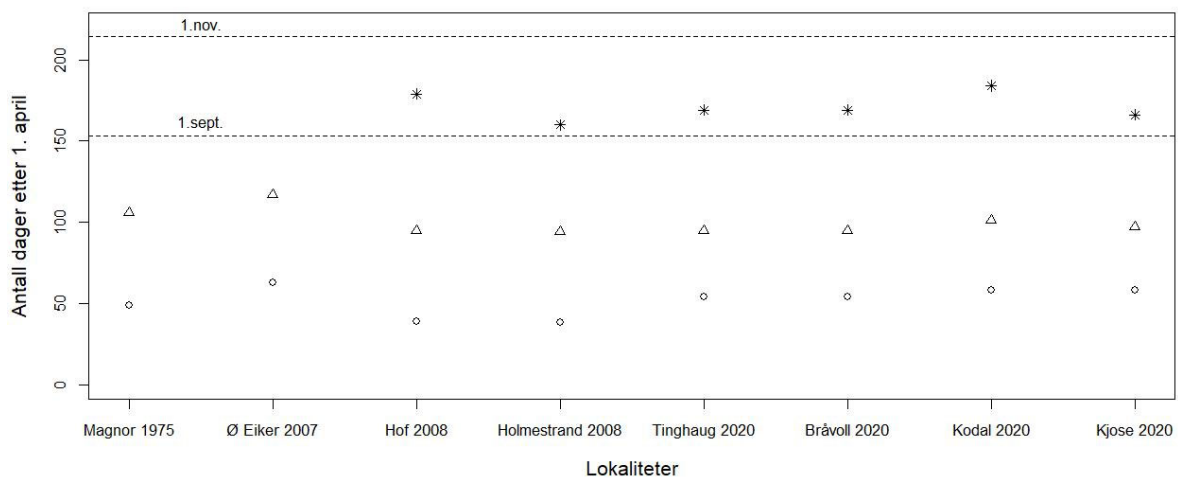
I tillegg til trenden med raskere gjennomføring av to generasjoner, ser vi også stor variasjon i hvor rask gjennomføringen er fra år til år (se spredningen av punktene under og over trendlinjene i Fig. 3). Mens år som 2012 og 2015 ikke tillot noen gjennomføring av en andre generasjon innen 1. november, så var to generasjoner gjennomført innen 1. oktober i mer enn halvparten av lokalitetene i flere av årene (2014, 2018 og 2020). Lokalitetene varierer mye seg imellom i hvor ofte to generasjoner kan gjennomføres (Fig. 4). Ifølge døgngradberegningene hadde for eksempel Rømskog full gjennomføring av to generasjoner bare i 2018, mens Vestby hadde full gjennomføring i de fleste årene i overvåkingsperioden (Fig. 4).

Effekten to billegenerasjoner vil ha på skogen vil avhenge av størrelsen på den lokale barkbillepopulasjonen. I Vestfold var det for eksempel relativt lite angrep av stor granbarkbille i 2018, til tross for en meget gunstig sesong for billene som ga tidlig gjennomføring av to generasjoner. Få angrep på stående trær skyldtes trolig at nivået av barkbiller var lavt ved starten av sesongen (Økland m.fl. 2018). Antallet biller varierer betydelig fra år til år, slik vi for eksempel ser i tidsserien fra Vestby med maksimale verdier i 2009 og 2019 (Fig. 2B). Tidsseriene fra den utvidete barkbilleovervåkingen viser også store forskjeller mellom lokaliteter i antall biller og dynamikk over tid (Fig. 5). Vi ser for eksempel at lokaliteter som Halden, Rømskog, Hurum og Sør-Odal har hatt gjennomgående lave nivåer av stor granbarkbille i perioden, mens nivået i perioder har vært høyt i lokaliteter som Vestby, Sande og Hof. Videre ser vi at toppårene ikke nødvendigvis kommer samtidig i de ulike lokalitetene (Fig. 5). To billegenerasjoner innebærer i utgangspunktet at det kan bli to perioder med barkbilleangrep. Hvor mange biller som kan angripe trærne i hver periode avhenger imidlertid ikke kun av hvor stor populasjonen er i øyeblikket, men også av hvor konsentrert fluktperioden er i tid. I 2020 gjorde for eksempel kjølig vær at forsommerflukten startet sent, men når varmen først kom bidro den til en konsentrert fluktperiode der mange biller kunne kolonisere trærne samtidig (Økland & Beachell 2020). En samlet fluktperiode vil også kunne føre til en mer samlet klekking av avkommet (generasjon 1) og dermed større tetthet av biller i den andre angrepsperioden. Dette kan ha vært utslagsgivende i deler av Vestfold og Telemark som hadde tidlig gjennomføring av to generasjoner og angrep av stor granbarkbille i flere skogbestand sensommeren 2020.



**Figur 5. Tidsserier for fangst av stor granbarkbille i den ordinære barkbilleovervåkingen for lokaliteter som var inkludert i den utvidete barkbilleovervåkingen.**

Sammenligner vi med tidligere studier kan det se ut som betingelsene for full utvikling av to billegenerasjoner har blitt gunstigere de senere årene enn de var på 1970-tallet. Utviklingen av to generasjoner ble studert i felt på Magnor i 1975 (Austarå m.fl. 1977). Dette var en spesielt varm og tørr sommer, hvor første generasjon ble gjennomført tidlig og en andre generasjon ble påbegynt på ettersommeren. Men til tross for at høsttemperaturene var over normalen antok Austarå m.fl. (1977) at temperatursummen var for lav til at billene kunne gjennomføre klekking og modningsgnag før vinteren. Den antagelsen stemmer med våre beregninger basert på temperatursummen for Magnor i 1975 (Fig. 6). Således ble dødeligheten høy for generasjon 2 som måtte overvintre i larve- eller puppestadiet (Austarå m.fl. 1977). Den økende temperaturtrenden de siste tiårene kan imidlertid innebære at stor granbarkbille nå oftere lykkes i å gjennomføre to generasjoner før vinteren enn den gjorde på 1970-tallet. Mens sommertemperaturen i Ås var 15,1 °C i det den gang spesielt varme året 1975 (snittet for 1970-tallet var 14,1 °C), var snittet for hele tiåret 2010-2019 15,0 °C og i 2018 17,0 °C. For varme lokaliteter som Hof og Holmestrand viser våre temperatursumberegninger at to generasjoner i 2008 ville være fullført tidlig på høsten. Det samme gjelder flere av lokalitetene i Vestfold som opplevde angrep av stor granbarkbille på ettersommeren og høsten 2020, slik som Tinghaug, Bråvoll, Kodal og Kjose (Fig. 6).



**Figur 6.** Grad av gjennomføring av to generasjoner av stor granbarkbille for Magnor i 1975 (j.fr. studium Austarå m.fl. 1977), lokaliteter som hadde registrering i bare 1-2 år i den utvidete barkbilleovervåkingen (Øvre Eiker, Hof og Holmestrand), og lokaliteter i Vestfold hvor det ble tatt barkprøver etter billeangrep i 2020 (Tinghaug, Bråvoll, Kodal og Kjose, se Tabell 3). For hvert år vises døgngradberegnet tidspunkt for start av fluktperiode for overvintrende foreldrebillen (○) og tidspunkt for når de første individene har fullført henholdsvis generasjon 1 (△) og 2 (\*). Utviklingstiden inkluderer gjennomføring av egg-, larve- og puppestadiet, samt modningsnaget til de nyklekte voksne billene. De vannrette linjene markerer 1. september og 1. november.

For lokaliteter i Vestfold med tydelige barkbilleskader og temperatursommer som tilsa full utvikling av to generasjoner tidlig på høsten i 2020 (Fig. 6) undersøkte vi også hvor langt billene var utviklet under barken. Vi telte opp antall lyse, brune og svarte biller under barken av angrepne gran i fem lokaliteter med synlige billeangrep av stor granbarkbille i 2019 og 2020 (Tabell 2). Resultatene viste at ingen av billene var lyse og nyklekte (Tabell 3). I prøvene tatt høsten 2020 var alle billene brune eller sorte, noe som tyder på at de var nesten eller helt ferdig utviklet da de startet overvintringen. Vi kan ikke si med sikkerhet om disse billene var overvintrende biller av første eller andre generasjon, men døgngradsberegningene underbygger at de kan ha tilhørt andre generasjon som var beregnet fullført tidlig i september i flere av lokalitetene (Fig. 6).

Nye undersøkelser av de samme lokalitetene på ettervinteren/våren 2021 (22.-25. mars) viste at mange av billene som overvintret under barken hadde overlevd, mens noen hadde dødd (Tabell 3). De brune billene vi observerte var inaktive da de ble funnet, men de livnet til da de ble varmet opp av solen. For de svarte billene var det vanskeligere å skille levende og døde biller, og ikke alle livnet til selv om de så ut til å være friske. Vi observerte også døde biller i barken, men disse var vanskelig å tallfeste fordi de var sprø og gikk i oppløsning, eller vi så rester av døde dyr som det var vanskelig å identifisere. Mikroklimaet rundt de undersøkte trærne syntes å spille en rolle for hvor billene velger overvintring under barken, siden vi gjennomgående fant flere biller totalt på sørvendte og lune plasser enn der skogen var mer skyggefull.



**Tabell 3. Antall stor granbarkbille som ble talt opp i barkprøver fra angrepne grantrær i Vestfold, og prosentandel av granbarkbillene som var henholdsvis lyse, brune eller svarte. Det ble tatt barkprøver både sent på høsten 2020 (24.-26. november) og tidlig på våren 2021 (22.-25. mars). Noen lokaliteter ble flyttet eller tatt i tillegg i mars på grunn av avvirkninger i løpet av vinteren (se fotnoter). Kolonne nummer to viser hvor mange biller som ble observert i hver lokalitet og (i parentes) antall trær som ble undersøkt.**

Lokalitet	Antall biller (trær)	Lyse (%)	Brune (%)	Sorte (%)
<i>November 2020:</i>				
Tinghaug, Ramnes	30 (5)	0	0	100
Bråvoll, Andebu	34 (7)	0	26	74
Hvitsteinveien, Kodal	37 (5)	0	0	100
Moenveien, Kjøse	90 (6)	0	62	38
<b>Totalt november 2020</b>	<b>191 (23)</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>66</b>
<i>Mars 2021:</i>				
Tinghaug, Ramnes	5 (5)	0	100	0
Skarsholt, Andebu*	44 (5)	0	34	66
Hvitsteinveien, Kodal	23 (5)	0	48	52
Moenveien, Kjøse**	42 (6)	0	29	71
Oklungen***	91 (6)	0	26	74
<b>Totalt mars 2021</b>	<b>205 (27)</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>67</b>

\* Ligger ca. 2,5 km sør for Bråvoll og ble brukt fordi Bråvoll ble avvirket i løpet av vinteren.

\*\* Lokaliteten ble i mars flyttet 250 m sørover i tilgrensende bestand fordi trærne vi undersøkte i november ble hogget.

\*\*\* Ble undersøkt bare våren 2021. Stor billeaktivitet i 2020.

Mye tyder på at mange lokale populasjoner i de varmeste delene av Norge er i en overgangsfase fra en til to årlige generasjoner, og vi kan forvente en stadig større del av Norge får to generasjoner med et varmere klima. Hvilke triggere som avgjør om billene i første generasjon går til overvintring eller reproducerer på nytt under norske forhold er ikke klarlagt, og vi vet ikke hvordan den populasjons-genetiske strukturen spiller inn på denne overgangsfasen (Mayer m.fl. 2015). Selv om daglengde er en faktor for å bringe stor granbarkbille i diapause (et hvilestadium hos insekter) lenger sør i Europa, så synes ikke den store daglengden i nord å være en hindring for at de nordlige populasjonene fortsetter med andre generasjon uten å gå i diapause (Schroeder & Dalin 2017). Studier fra et varmere klima på kontinentet i Europa viser at utviklingsstadiene som er sensitive for daglengde nås tidligere på sommeren der enn i Skandinavia og dermed øker sjansen for at billene vil påbegynne en andre generasjon (Schroeder & Dalin 2017). Laboratorieforsøk med populasjoner fra sør til nord i Sverige viste imidlertid at andelen biller som ikke går i diapause, men fortsetter med generasjon 2, kan være høy i det meste av Sverige, med unntak av den nordligste undersøkte populasjonen fra Kalix nær grensen til Finland (Schroeder & Dalin 2017). Forfatterne påpeker at lokale tilpasninger og økende temperaturer i nordområdene kan føre til at en større andel av billene i framtiden vil droppe diapause og fortsette med en ny generasjon også i de nordligste områdene.

For lokalitetene som er i en overgangsfase mellom en og to generasjoner vet vi ikke hvor stor andel av de overvintrende billene som stammer fra henholdsvis første og andre generasjon. Selv om de ulike generasjonene vil ha blitt fullt utviklet til forskjellig tid før vinteren, kan det tenkes at biller fra begge generasjonene vil akkumulere nok døgngrader før forsommerflukten (Annala 1969) til at det blir en samlet fluktperiode for alle billene.

## 4 Oppsummering

Sverige og flere europeiske land sør for Norge har de siste årene hatt større tap på grunn av tørke og barkbilleangrep enn noen gang tidligere (Hlásny m.fl. 2019), og det er uro for om også norske skoger får økte skader i tiden som kommer. Et varmere klima vil trolig føre til en overgang fra en til to generasjoner av stor granbarkbille per år, og dette vil kunne bidra til mer skogskader i de nordlige barskogene i Europa (Jönsson m.fl. 2011). I Norge er det den boreonemorale sonen som vil være mest utsatt, altså granskogen i Agder, Østfold, Vestfold og sørlige deler av Telemark, Buskerud og Akershus (Økland & Beachell 2020).

Dersom stor granbarkbille allerede i dag gjennomfører to generasjoner per år, gjenspeiler dette seg i liten grad i fellefangstene fra den utvidete barkbilleovervåkingen. Dette kan skyldes at billene i generasjon 1 og 2 som klekker i løpet av sommeren og tidlighøsten har en mindre utpreget fluktatferd enn det de overvintrende billene har ved sesongstart. Det er også slik at mange av billene fra en eventuell andre generasjon først vil være ferdig utviklet utover tidlighøsten, når temperaturene oftest er under 18-20 °C og dermed er for lave for flukt. På dette grunnlaget konkluderer vi dermed at en utvidet sesong i felleovervåkingen ikke er en egnet metode for å overvåke om en andre barkbillegenerasjon forekommer i Norge.

En andre generasjon kan likevel forekomme lokalt og være en vesentlig faktor for økte barkbilleskader, særlig der også andre faktorer bidrar til flere tørkestressede trær (Worrel 1983). To angrepsperioder i stedet for én vil nødvendigvis innebære mer skader. Modellberegninger viser at de lokalitetene i Vestfold som hadde mest barkbilleskader de to siste årene hadde nok døgngrader til at billene kunne gjennomføre to generasjoner. Vi vurderer at den beste metoden for å overvåke forekomsten av to generasjoner er modellberegninger basert på døgngrader (Lange m.fl. 2009, Krokene 2011). Slike modellberegninger vil derfor inngå i den nye barkbilleovervåkingen som tas i bruk i 2021. Den oppdaterte barkbilleovervåkingen inkluderer kartvisninger i Kilden/Skogportalen (<https://kilden.nibio.no>) og informasjon på hjemmesiden til barkbilleovervåkingen ([www.nibio.no/barkbilleovervaking](http://www.nibio.no/barkbilleovervaking)).

To barkbillegenerasjoner per år synes så langt bare å kunne gjennomføres lokalt og i enkelte år i de varmeste områdene av Øst- og Sørlandet. Da vi undersøkte noen av disse lokalitetene høsten 2020 fant vi granbarkbiller under barken som trolig var tilstrekkelig utviklet til å kunne overleve overvintring. Døgngradberegninger for de undersøkte lokalitetene underbygde at billene kunne være fullt utviklete annengenerasjonsbiller. Funnene fra Vestfold i 2020 står i kontrast til undersøkelser som ble gjort i den spesielt varme sommeren i 1975, da annengenerasjonsbiller ikke rakk å bli ferdig utviklet før overvintring. Det er verdt å merke seg at sommertemperaturene har vært generelt økende siden 1970-tallet, og at temperaturene nå på 2020-tallet som regel er høye nok til at billene i enkelte lokaliteter rekker full utvikling av to generasjoner. Våre analyser viser en økende trend siden år 2000 i antall lokaliteter som har tilstrekkelige døgngrader til å gjennomføre to fulle generasjoner. Oppvarmingen og dermed gjennomføringsgraden av to årlige generasjoner er forventet å øke ytterligere i årene som kommer (Lange m.fl., 2006, 2009; Jönsson m.fl. 2011).

Store temperaturvariasjoner mellom år og lokaliteter påvirker om to generasjoner blir gjennomført og om to generasjoner vil manifestere seg i økte billeskader. Også billenes populasjonsstørrelse varierer mye mellom lokaliteter og fra år til år, og dette har åpenbart stor betydning for om første- og annen-generasjonsbiller vil være tallrike nok til å kunne kolonisere friske grantrær. Temperaturforløpet gjennom sesongen spiller også en rolle ved at fluktperioden for de overvintrede billene i noen år kommer mer samlet og resulterer i at flere biller kan angripe trærne samtidig (Økland & Beachell 2020). I år med en samlet fluktperiode om våren vil en også kunne forvente at angrepsperioden til avkommet i generasjon 1 kommer mer samlet og gir mer skade. Siden vi fant at klekkingen av

avkombiller i generasjon 2 var spredt langt utover høsten, kan vi dessuten anta at høsttemperaturene spiller stor rolle for hvor vellykket gjennomføringen av en andre generasjon vil være.

En stadig tidligere gjennomføring av livssyklusen kan bety at forskriften om bærekraftig skogbruk (FOR-2006-06-07-593) bør endres. Formålet med paragraf 12 i denne forskriften er å få bartrevirke bort fra skogen før skadeinsekter som klekker fra virket kan gjøre skade på skog. Forskriften sier at gran hogd før 1. juli skal være transportert bort innen 15. juli, men det bør vurderes om tidligere klekking i et varmere klima vil kreve tidligere uttransport. Det er også behov for mer detaljerte beregninger for å avgjøre om datoen for uttransport i forskriften bør være forskjellig i ulike deler av Norge.

# Litteraturreferanser

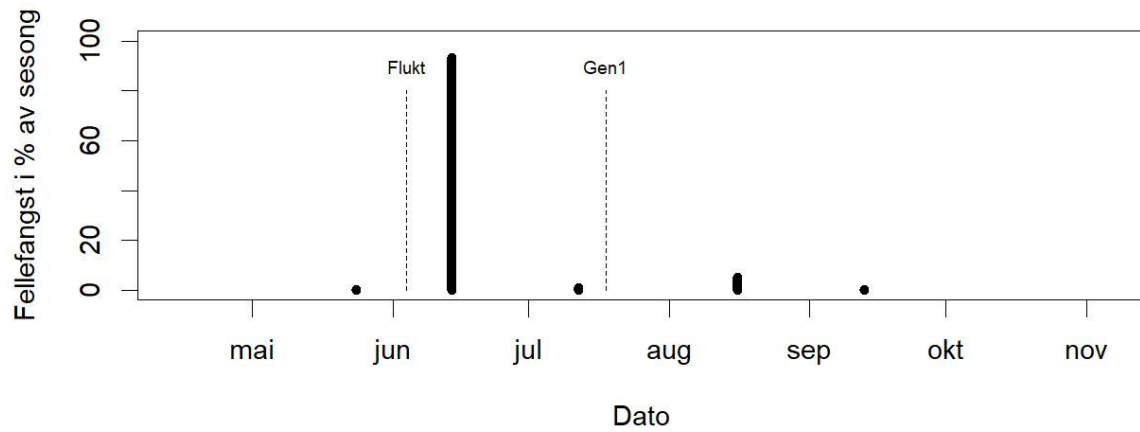
- Annala, E. 1969. Influence of temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). *Ann. Zool. Fennici* 6: 161-208.
- Austaraa, Ø., Pettersen, H. & Bakke, A. 1977. To generasjoner hos *Ips typographus* i Norge, og vintermortalitet i 2. generasjon. Bivoltism in *Ips typographus*, and winter mortality in second generation. *Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning* 33(7): 269-281.
- Bakke, A., Frøyen, P. & Skattebøl, L. 1977. Field response to a new pheromonal compound isolated from *Ips typographus*. *Naturwissenschaften* 64, 98.
- Bakke, A., Sæther, T. & Kvamme, T. 1983. Mass trapping of the spruce bark beetle *Ips typographus*. Pheromone and trap technology. *Medd. Nor. Inst. Skogforsk.* 38, 1-35.
- Bakke, A. 1985. Deploying pheromone-baited traps for monitoring *Ips typographus* populations. *J. Appl. Ent.* 99, 33-39.
- FOR-2006-06-07-593. Forskrift om berekraftig skogbruk. Landbruks- og matdepartementet. URL: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-06-07-593>.
- Krokene, P. 2011. Granbarkbillens utviklingshastighet i liggende grantrær. Prosjekt barkbilleutvikling 2010. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 17: 1-10.
- Lange, H., Økland, B. & Krokene, P. 2006. Thresholds in the life cycle of the spruce bark beetle under climate change. *Interjournal for Complex Systems* 1648: 1-10.
- Lange, H., Økland, B. & Krokene, P. 2009. To be or twice to be? The life cycle development of the spruce bark beetle under climate change. In: Minai AA, Braha D, Bar-Yam Y (red.) *Unifying Themes in Complex Systems. Vol. IV: Proceedings of the 6th International Conference on Complex Systems*. Springer Verlag, Berlin, pp 251-258.
- Hlásny, T., Krokene, P., Liebhold, A., Montagné-Huck, C., Müller, J., Qin, H., Raffa, K., Schelhaas, M.-J., Seidl, R., Svoboda, M. & Viiri, H. 2019. Living with bark beetles: impacts, outlook and management options. From Science to Policy 8. European Forest Institute. URL: <https://www.efi.int/publications-bank/living-bark-beetles-impacts-outlook-and-management-options>
- Jönsson, A.M., Harding, S., Krokene, P., Lange, H., Lindelöw, Å., Økland, B., Ravn, H.P. & Schroeder, L.M. 2011. Modelling the potential impact of global warming on *Ips typographus* voltinism and reproductive diapause. *Climatic Change* 109: 695–718.
- Mayer, F., Piel, F.B., Cassel-Lundhagen, A., Kirichenko, N., Grumiau, L., Økland, B., Bertheau, C., Gregoire, J.-C. & Mardulyn, P. 2015. Comparative multilocus phylogeography of two Palaearctic spruce bark beetles: influence of contrasting ecological strategies on genetic variation. *Molecular Ecology* 24: 1292-1310.
- Wermelinger B. & Seifert M. 1998. Analysis of the temperature dependent development of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae). *Journal of Applied Entomology* 122: 185-191.
- Worrell, R. 1983. Damage by the spruce bark beetle in south Norway 1970-80: a survey, and factors affecting its occurrence. *Meddelser fra Norsk Institutt for skogforskning, Norwegian Forest Research Institute* 38: 1-34.
- Schroeder, M. & Dalin, P. 2017. Differences in photoperiod-induced diapause plasticity among different populations of the bark beetle *Ips typographus* and its predator *Thanasimus formicarius*. *Agricultural and Forest Entomology* 19: 146–153. DOI: 10.1111/afe.12189

- Øhrn, P., Långström, B., Lindelöw, Å. & Björklund, N. 2014. Seasonal flight patterns of *Ips typographus* in southern Sweden and thermal sums required for emergence. *Agricultural and Forest Entomology* 16 (2): 147-157.
- Økland, B., Erbilgin, N., Skarpaas, O., Christiansen, E. & Långström, B. 2011. Inter-species interactions and ecosystem effects of non-indigenous invasive and native tree-killing bark beetles. *Biological Invasions* 13(5): 1151-1164.
- Økland, B. & Wollebæk, G. 2018. Granbarkbillen. Registrering av bestandsstørrelsene i 2018. NIBIO Rapport 4(153): 27 pp. ISBN 978-82-17-02218-3. URL: <http://hdl.handle.net/11250/2576154>.
- Økland, B. & Beachell, A.M. 2020. Granbarkbillen. Registrering av bestandsstørrelsene i 2020. NIBIO Rapport 6(129): 29 s. URL: <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2685020>.

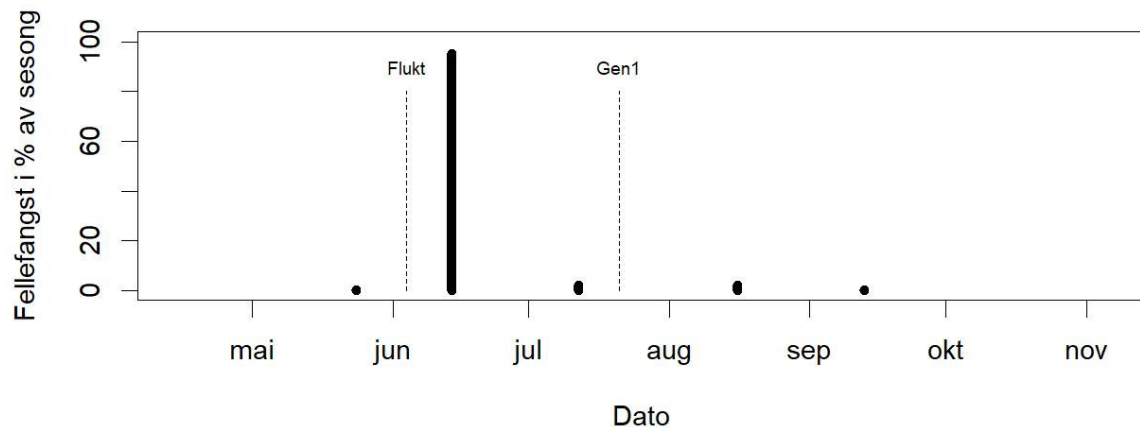
## Appendiks A.1-87

Resultater fra utvalgte lokaliteter med utvidet sesong for feromonfellefangst i barkbilleovervåkingen i perioden 2007-2020. Se nærmere forklaringer i under kapittel 2.1 Utvidet felleovervåking.

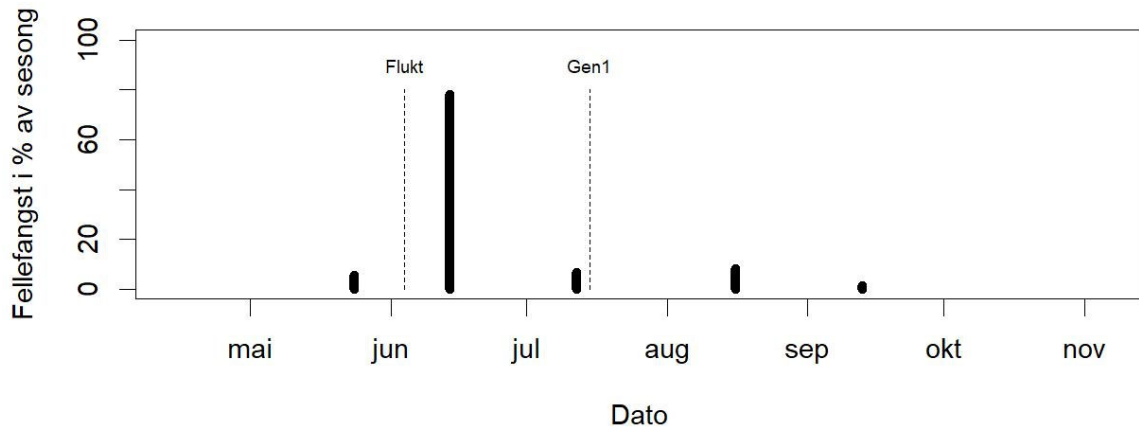
**Append.A. 1 : Marker 2007**



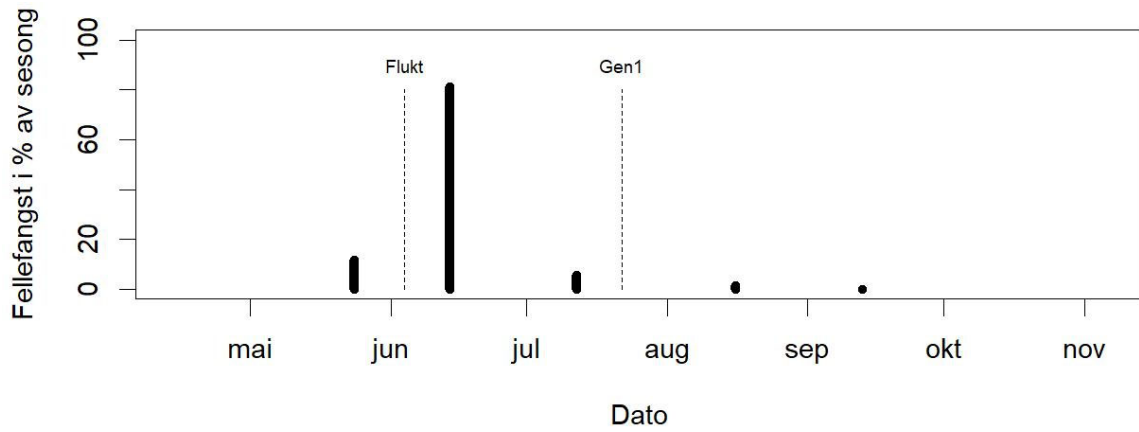
**Append.A. 2 : Rømskog 2007**



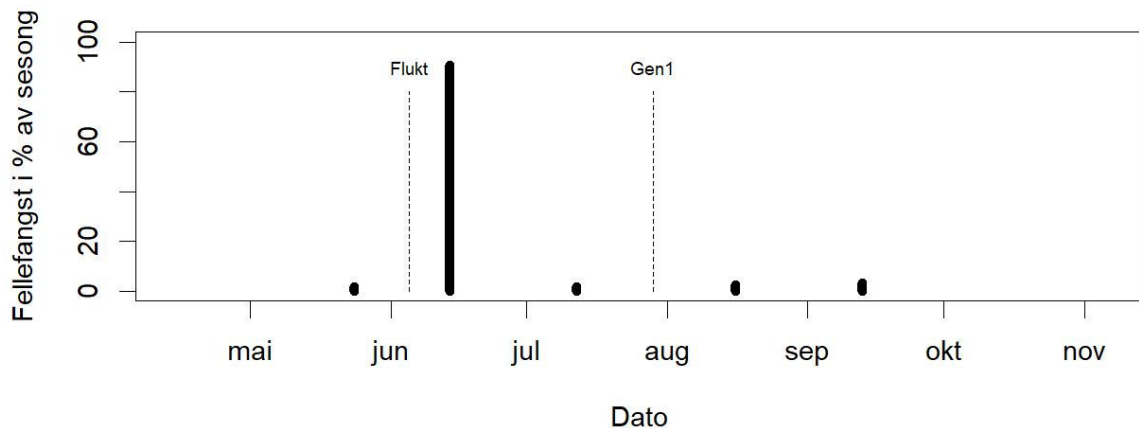
### Append.A. 3 : Vestby 2007



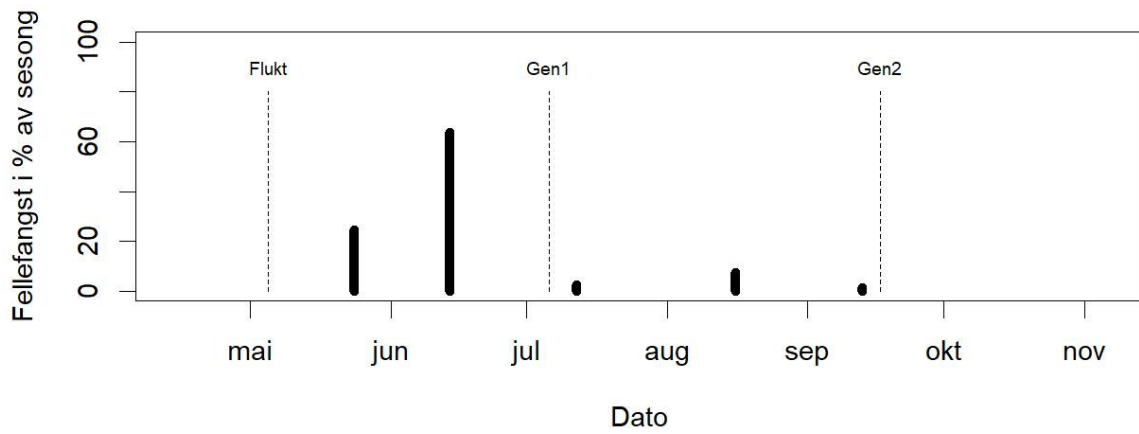
### Append.A. 4 : Sør-Odal 2007



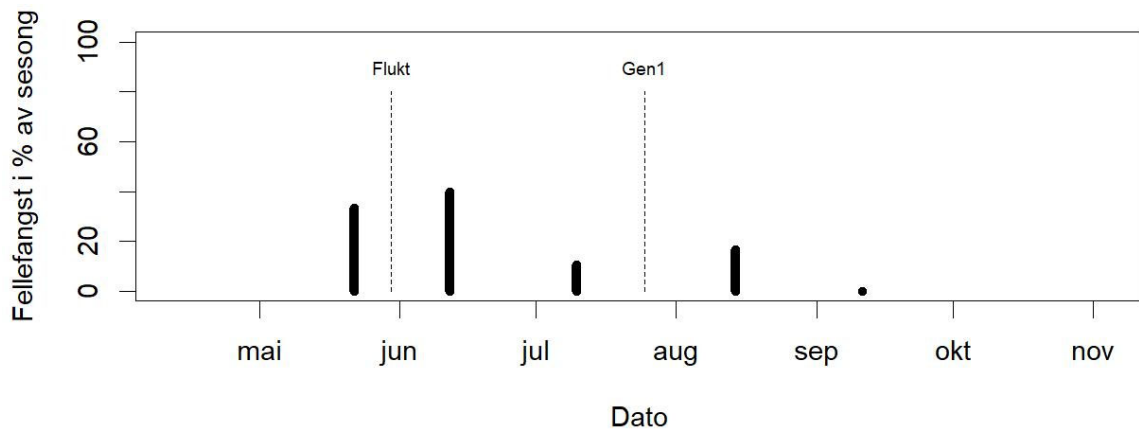
### Append.A. 5 : Øvre Eiker 2007



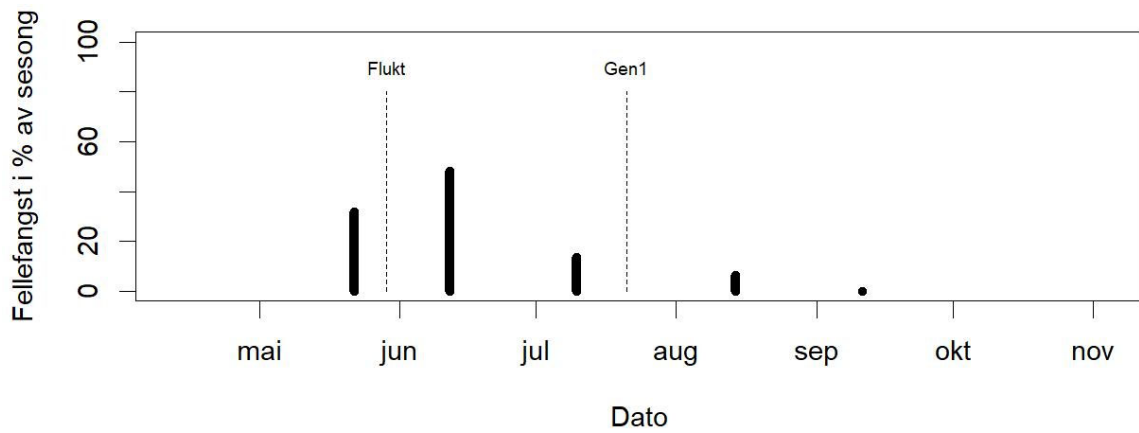
### Append.A. 6 : Hof 2007



### Append.A. 7 : Sør-Odal 2008

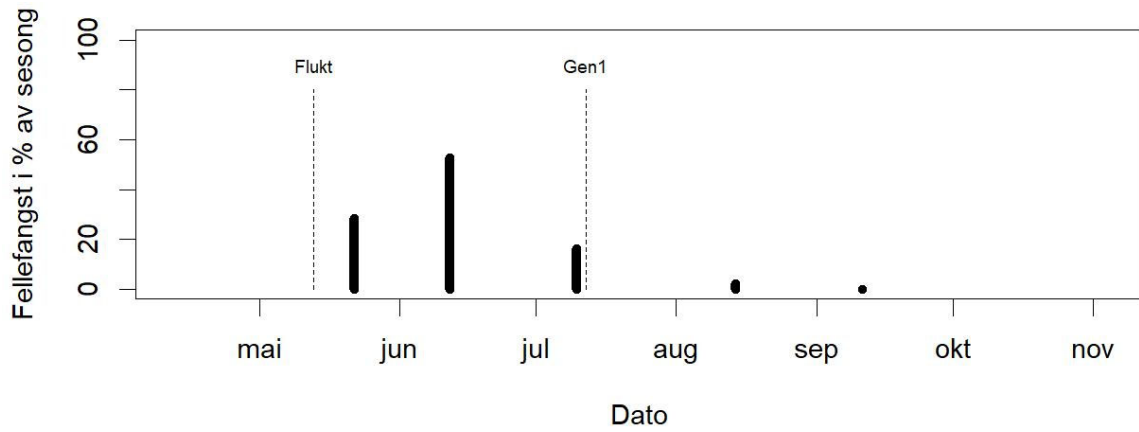


### Append.A. 8 : Rømskog 2008

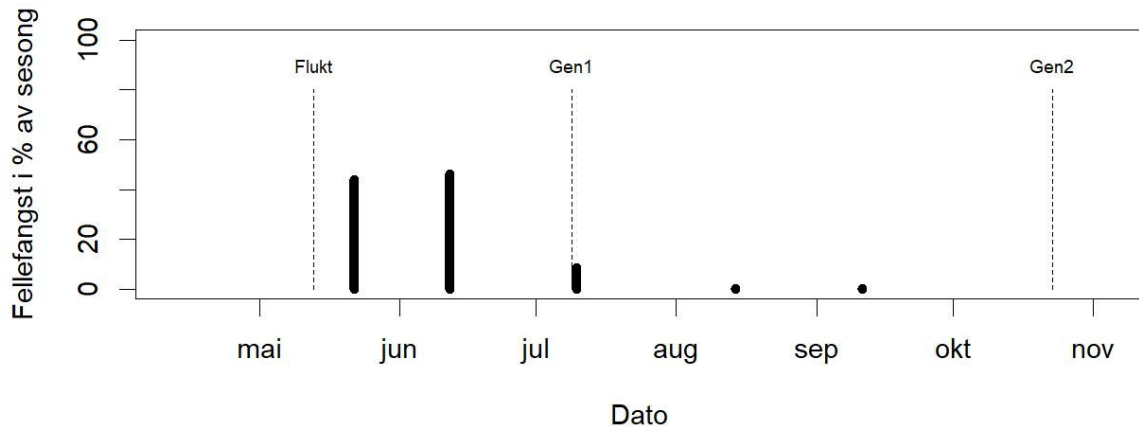




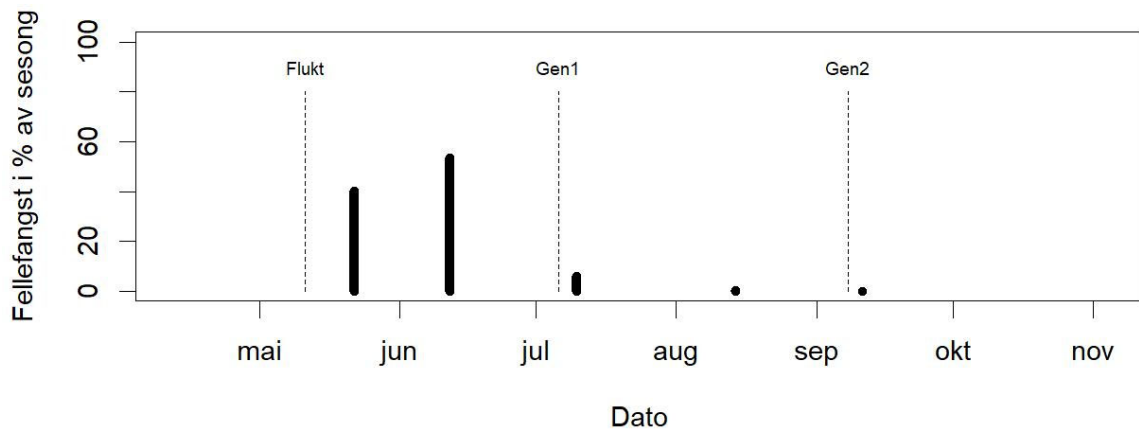
### Append.A. 9 : Marker 2008



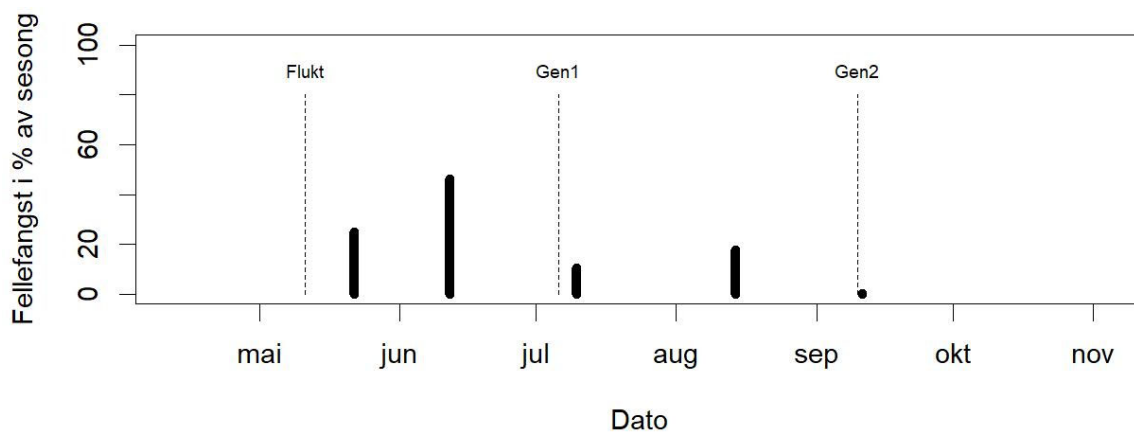
### Append.A. 10 : Halden 2008



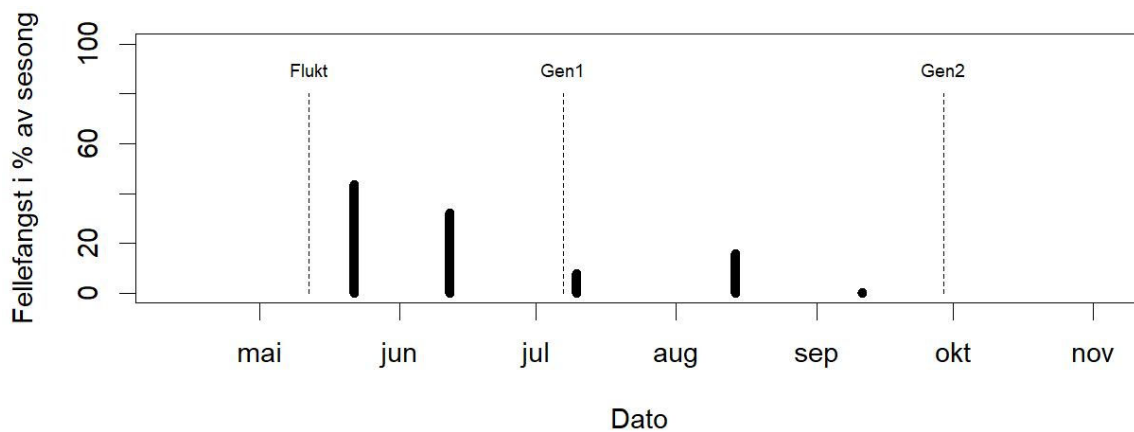
### Append.A. 11 : Vestby 2008



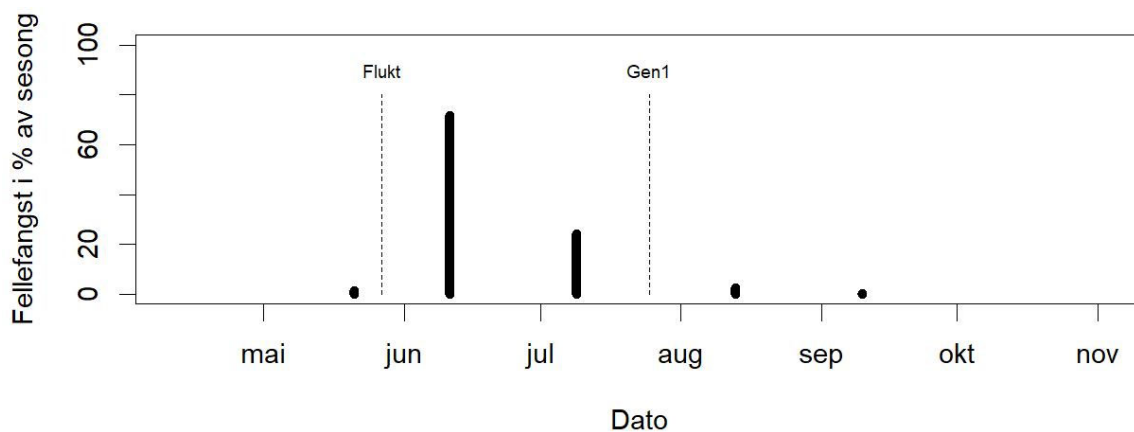
### Append.A. 12 : Holmestrand 2008



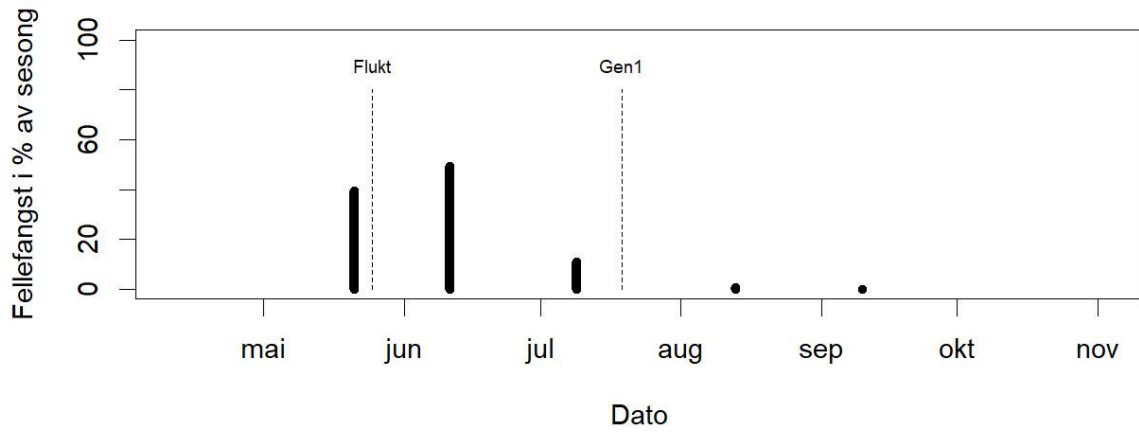
### Append.A. 13 : Hof 2008



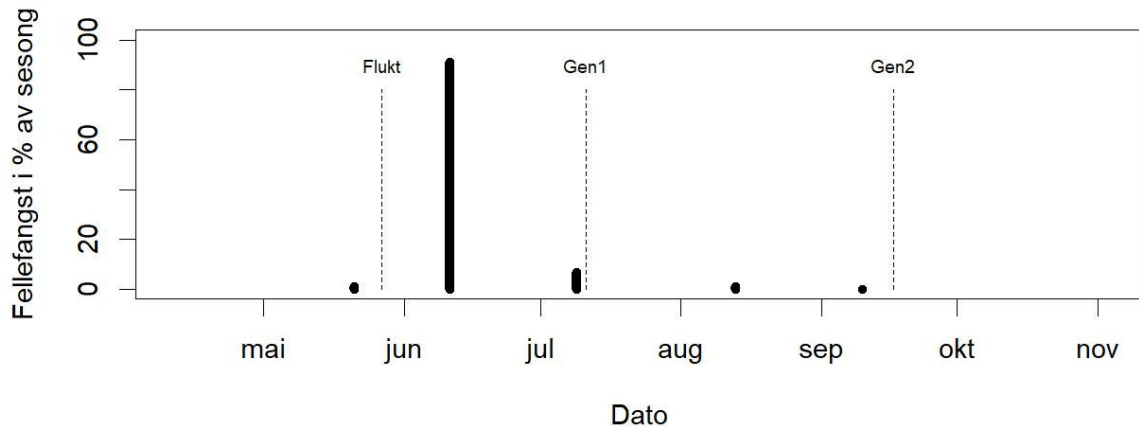
### Append.A. 14 : Sør-Odal 2009



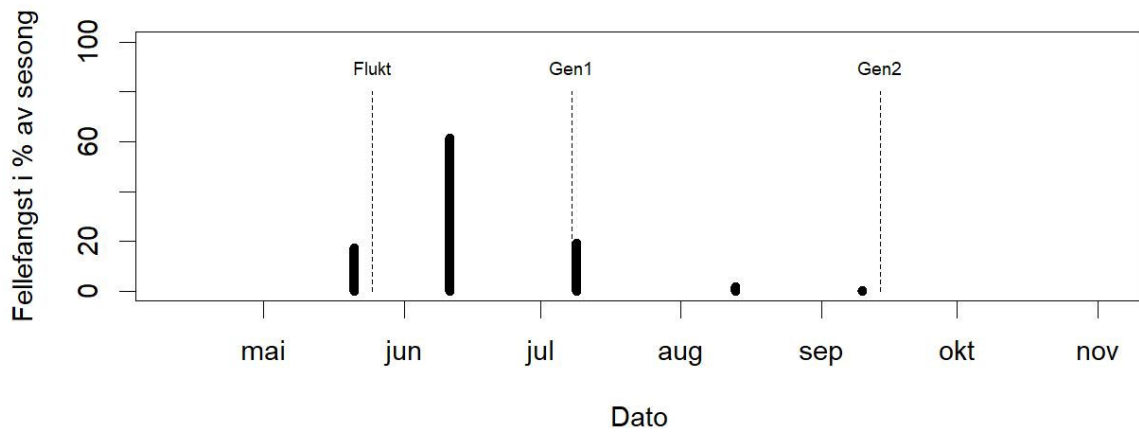
### Append.A. 15 : Rømskog 2009



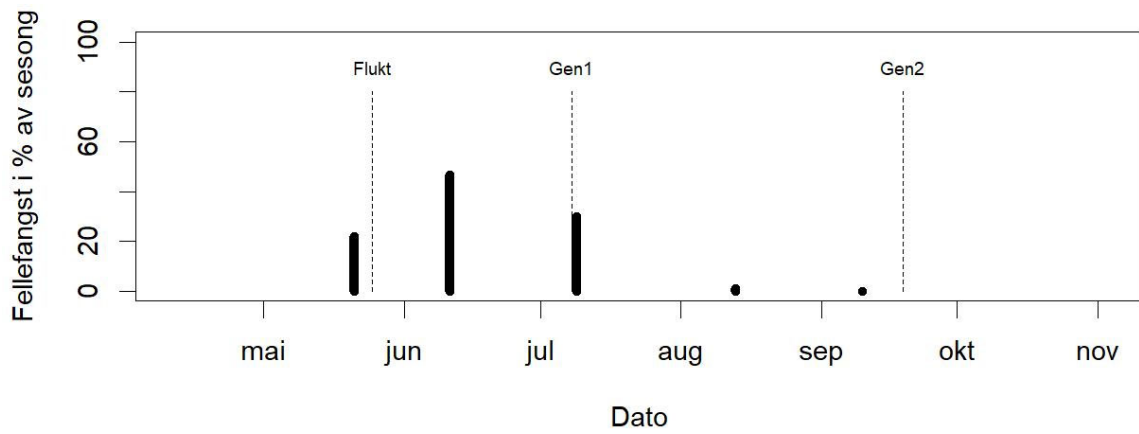
### Append.A. 16 : Halden 2009



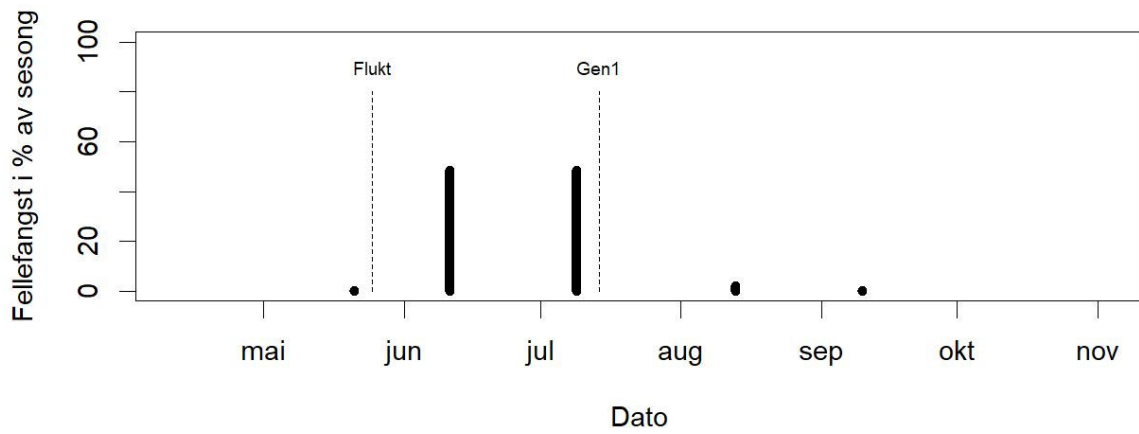
### Append.A. 17 : Vestby 2009



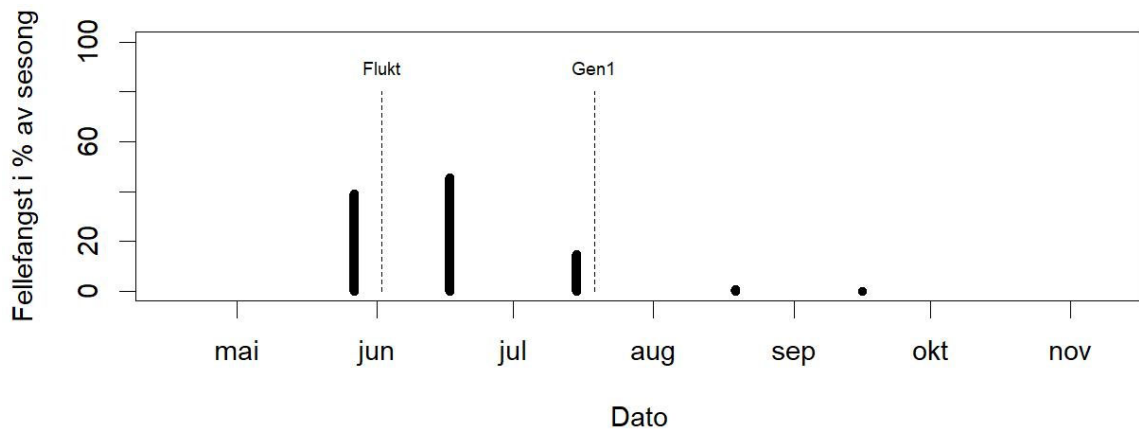
### Append.A. 18 : Sande 2009



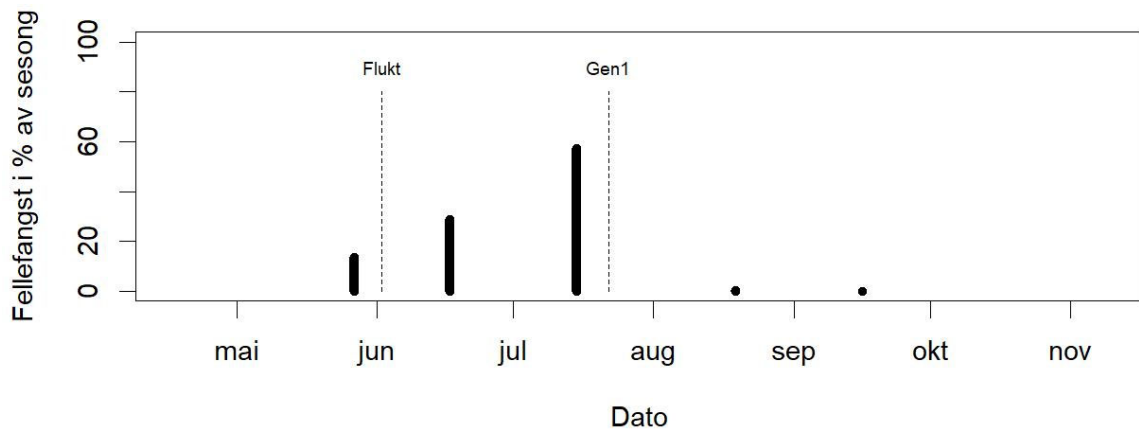
### Append.A. 19 : Hurum 2009



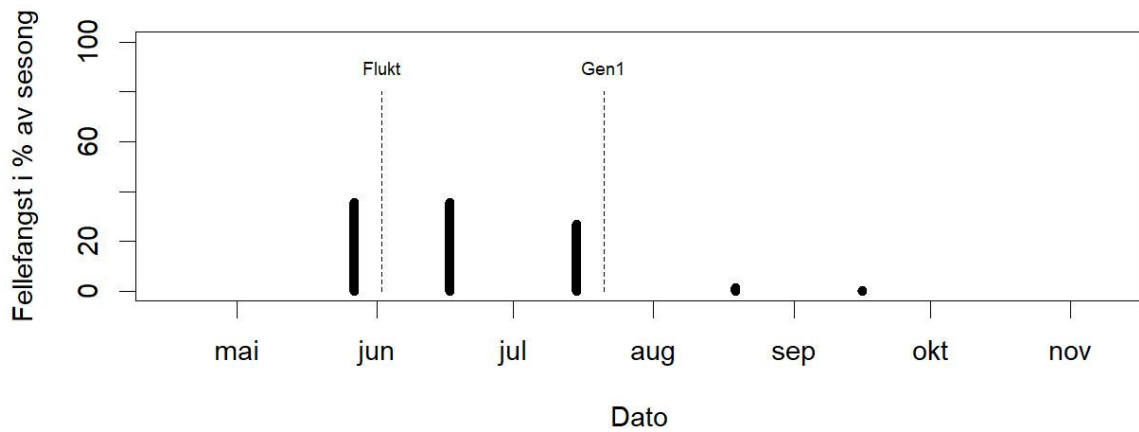
### Append.A. 20 : Sør-Odal 2010



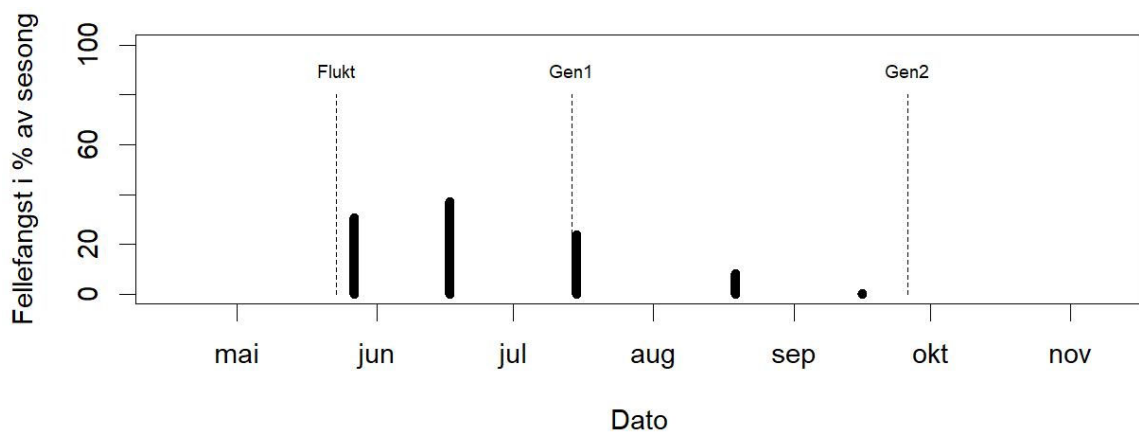
### Append.A. 21 : Rømskog 2010



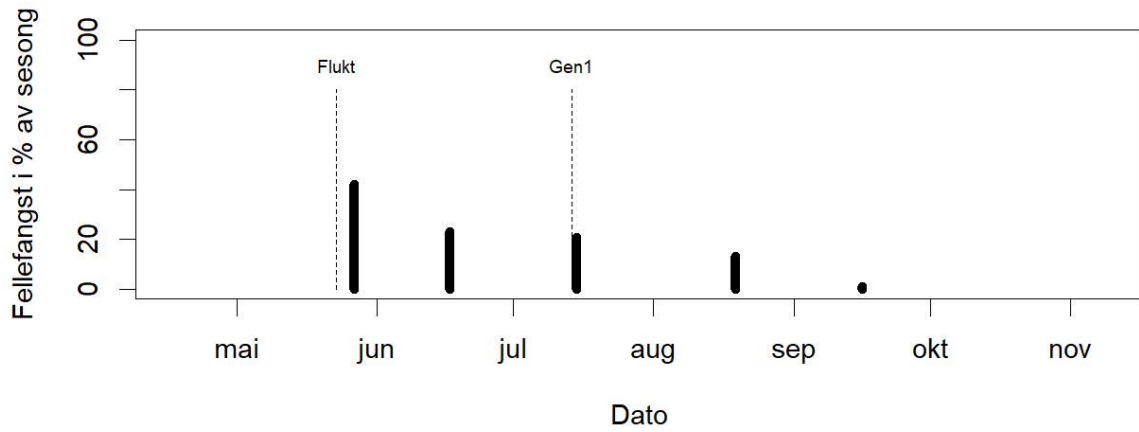
### Append.A. 22 : Marker 2010



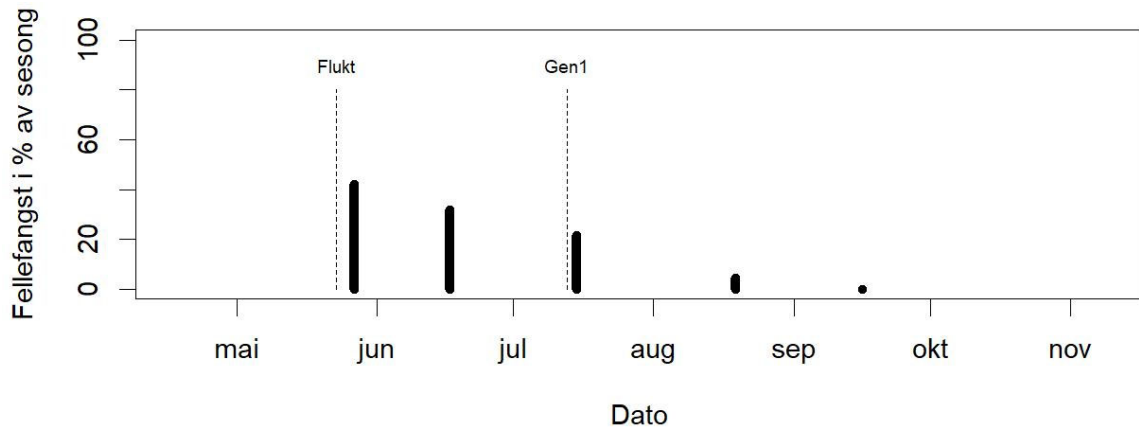
### Append.A. 23 : Halden 2010



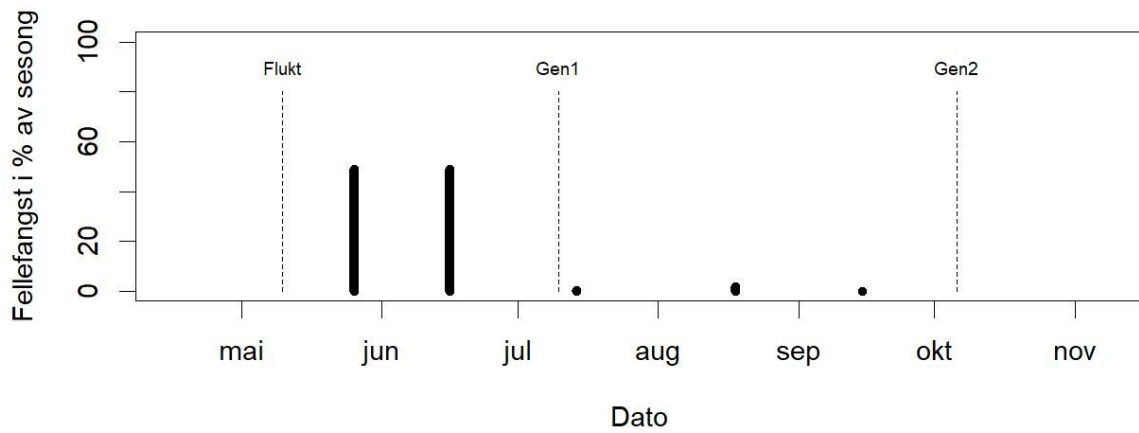
### Append.A. 24 : Vestby 2010



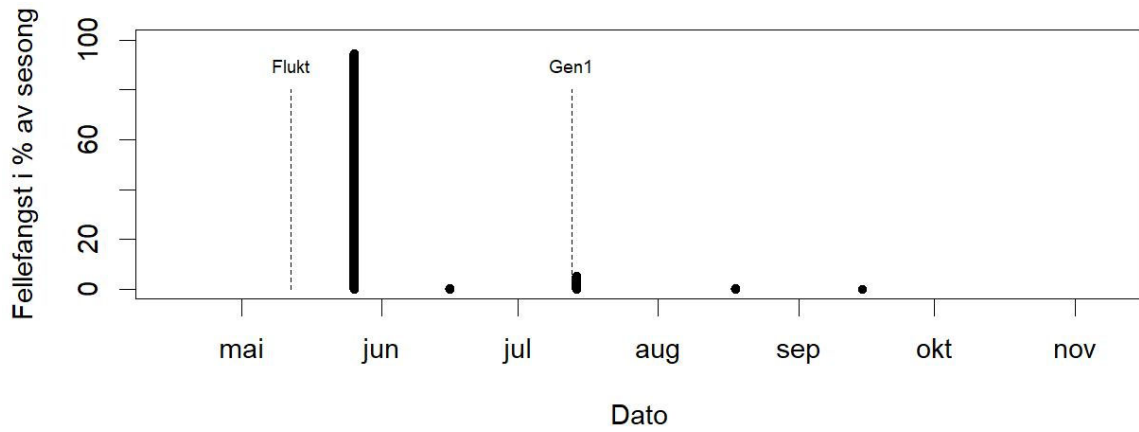
### Append.A. 25 : Sande 2010



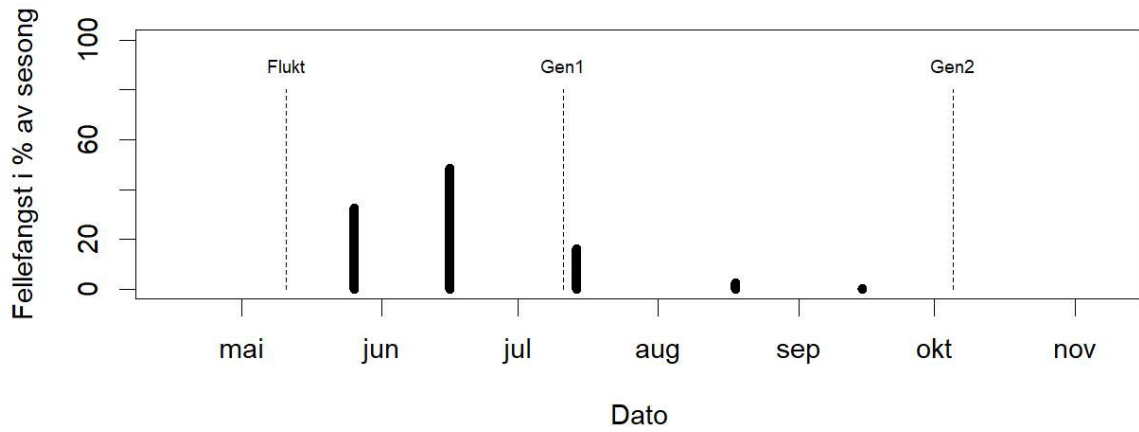
### Append.A. 26 : Sør-Odal 2011



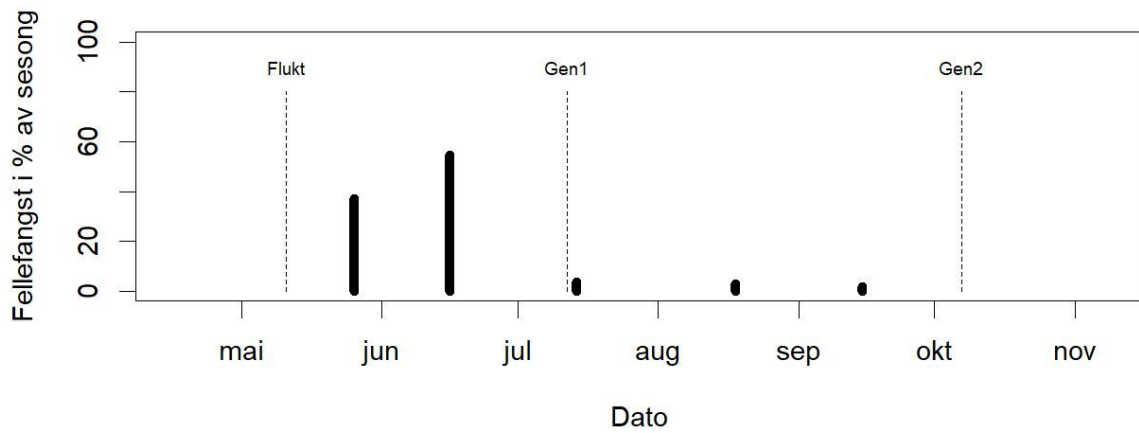
### Append.A. 27 : Rømskog 2011



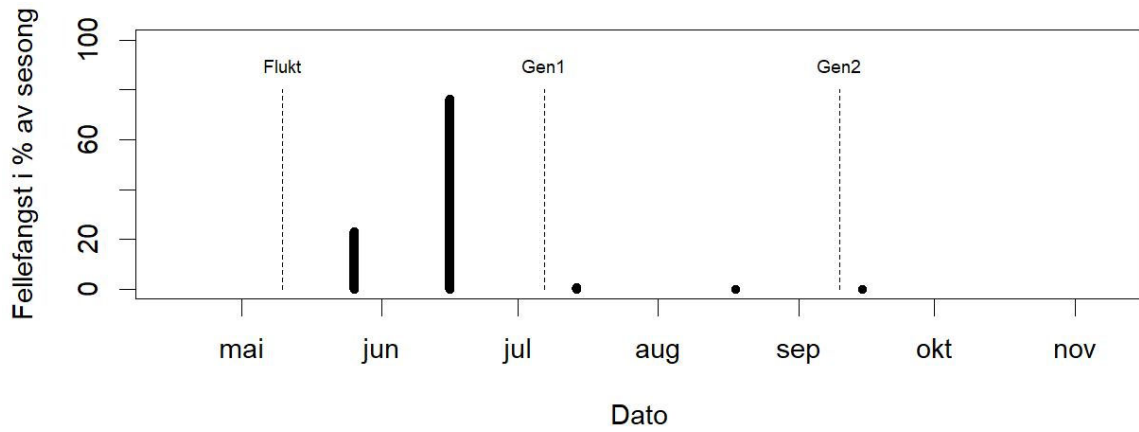
### Append.A. 28 : Marker 2011



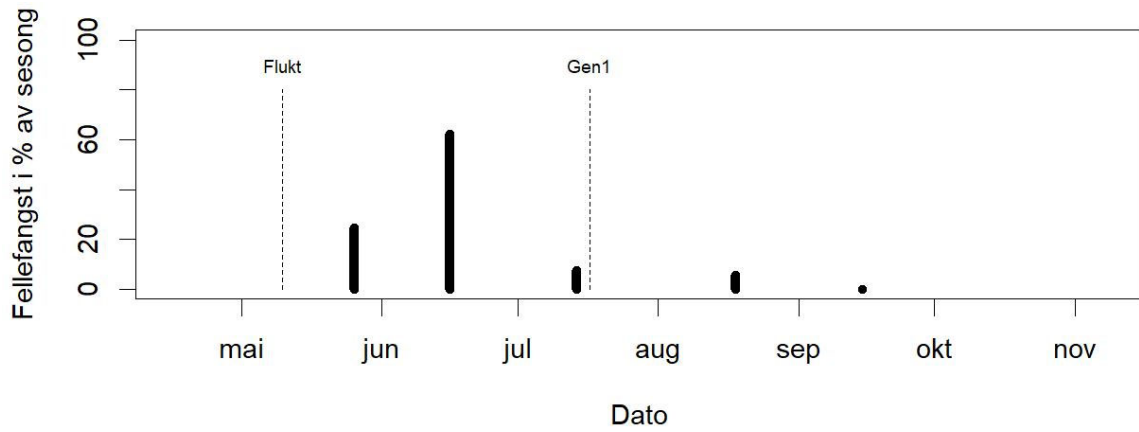
### Append.A. 29 : Halden 2011



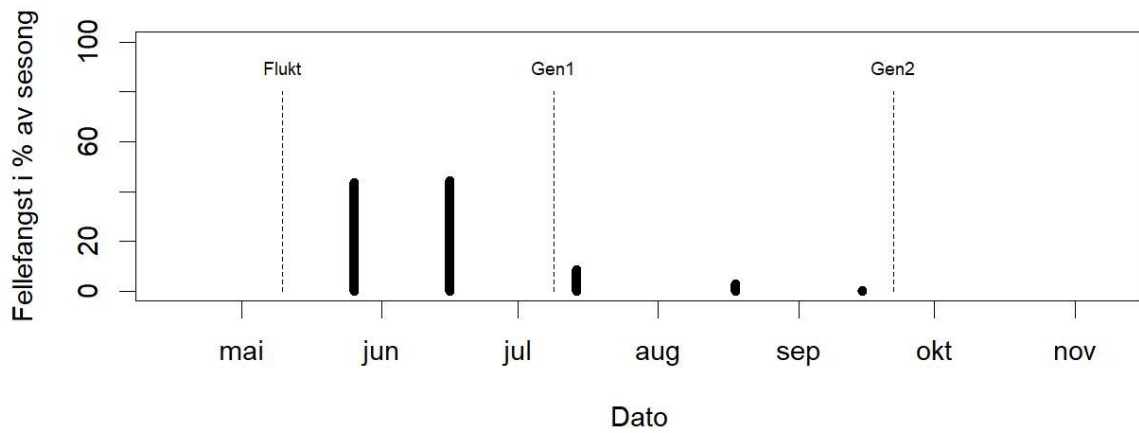
**Append.A. 30 : Vestby 2011**



**Append.A. 31 : Sande 2011**

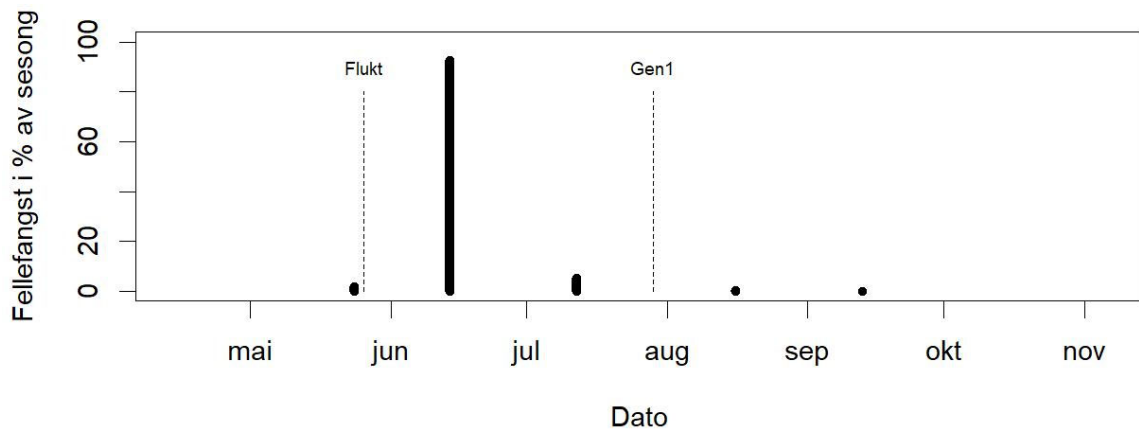


**Append.A. 32 : Hurum 2011**

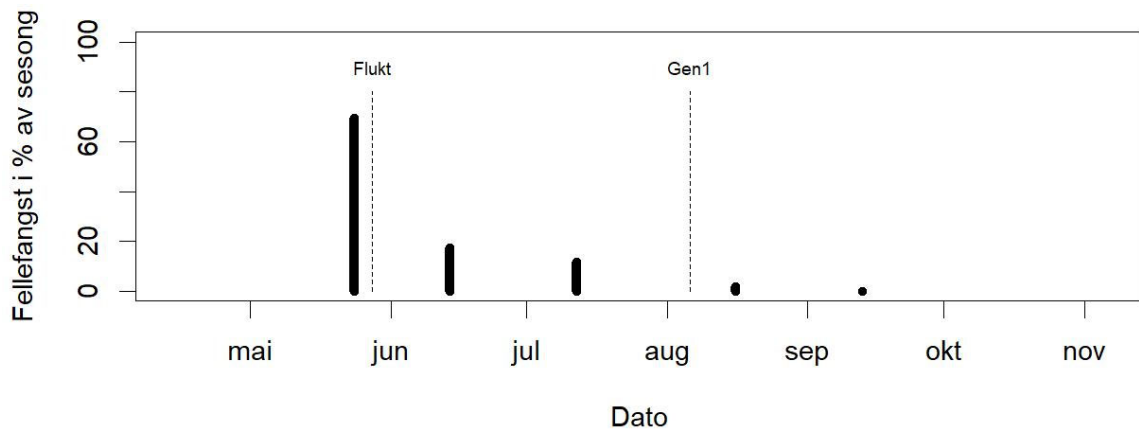




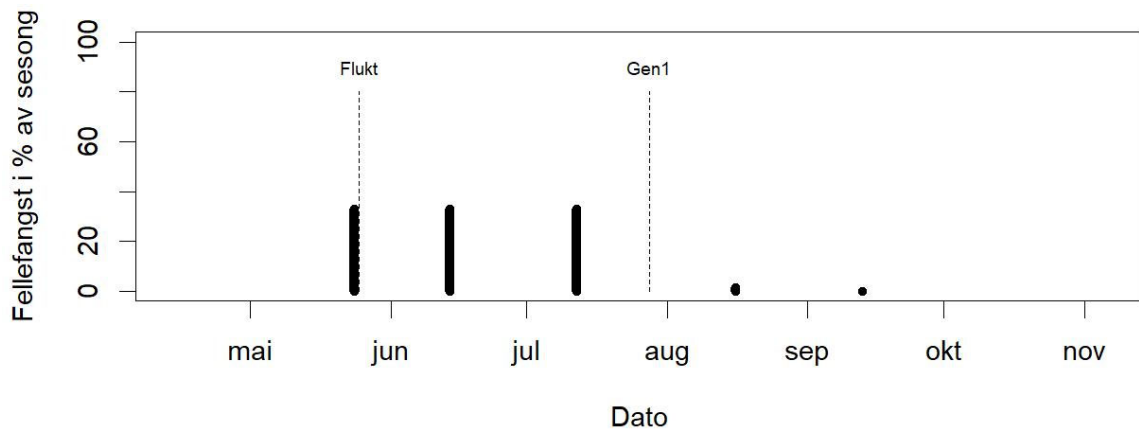
### Append.A. 33 : Sør-Odal 2012



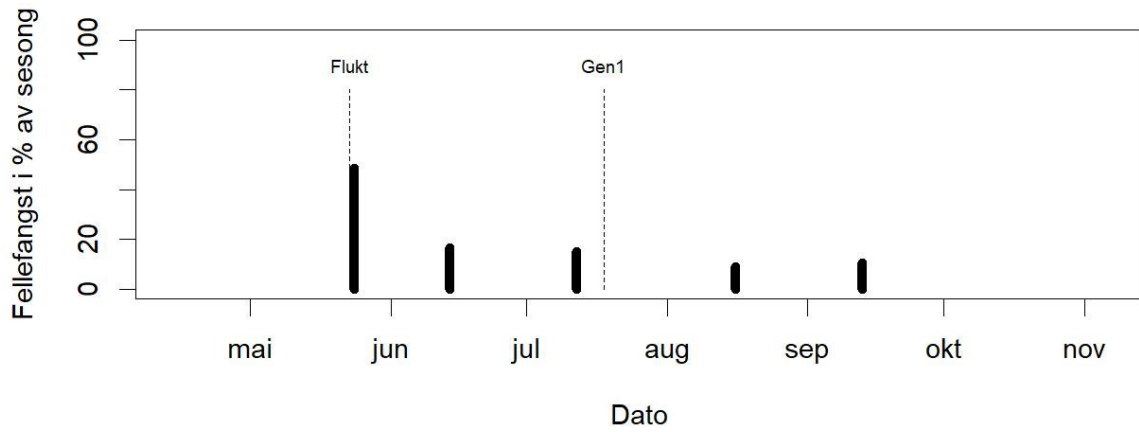
### Append.A. 34 : Rømskog 2012



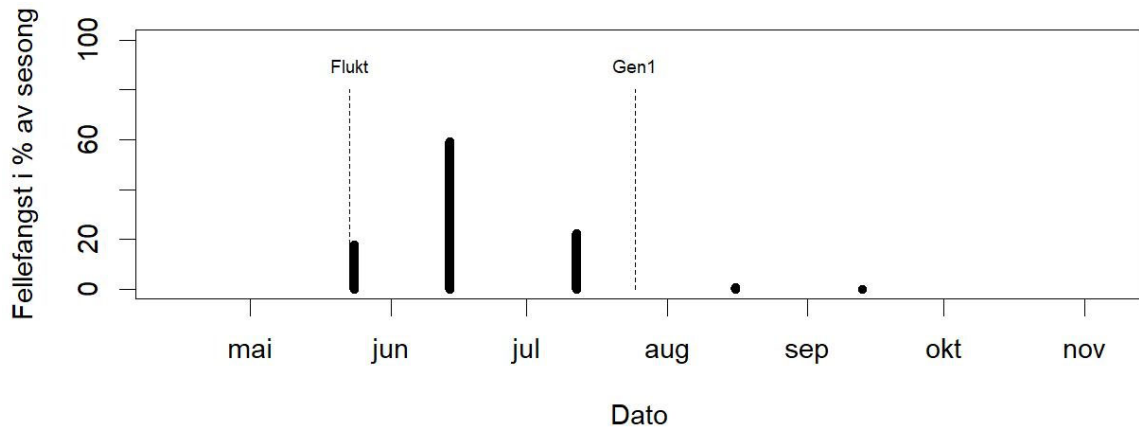
### Append.A. 35 : Marker 2012



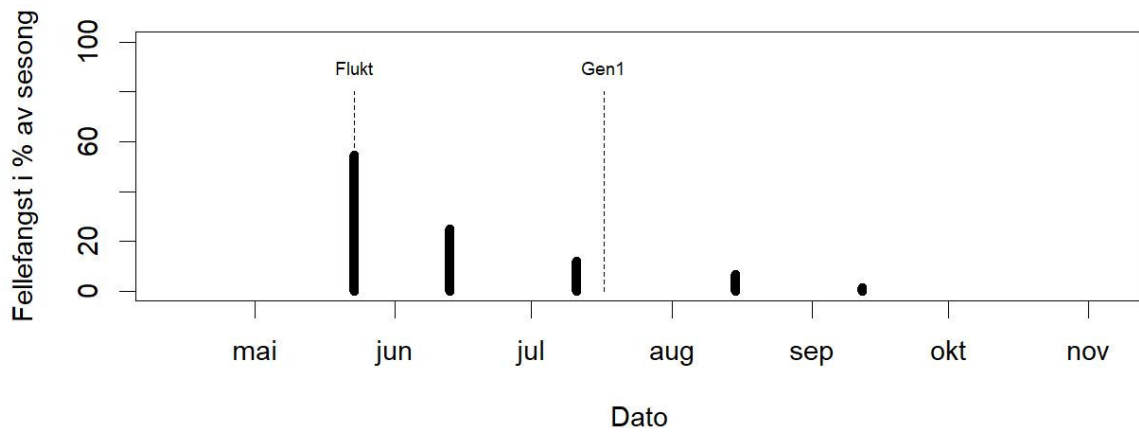
**Append.A. 36 : Halden 2012**



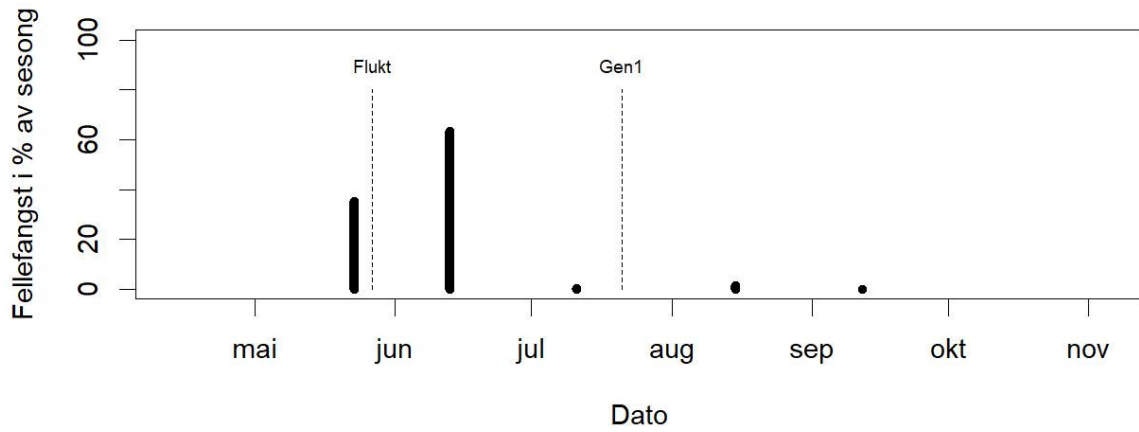
**Append.A. 37 : Sande 2012**



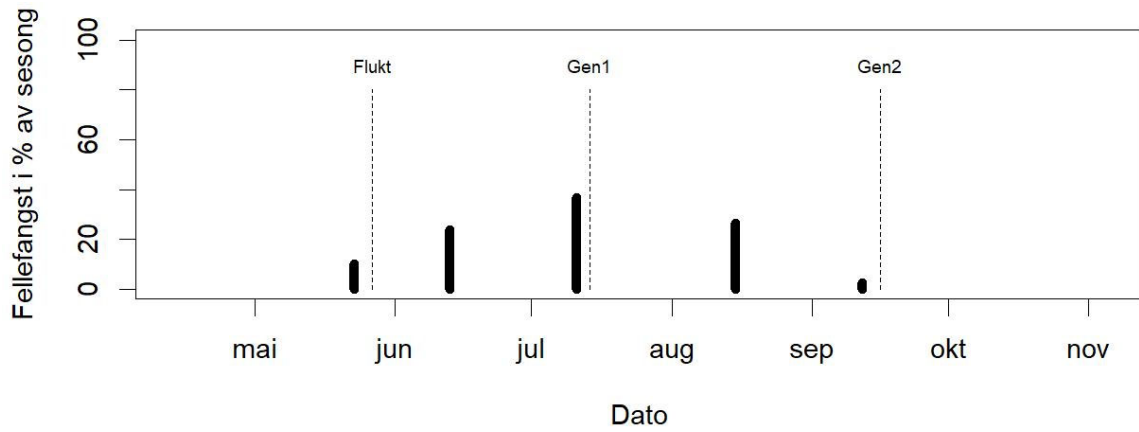
**Append.A. 38 : Sør-Odal 2013**



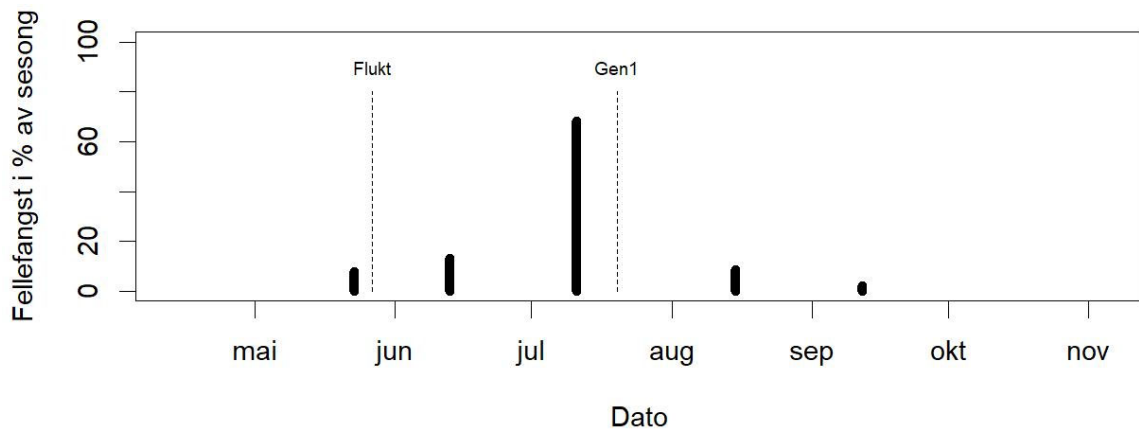
### Append.A. 39 : Rømskog 2013



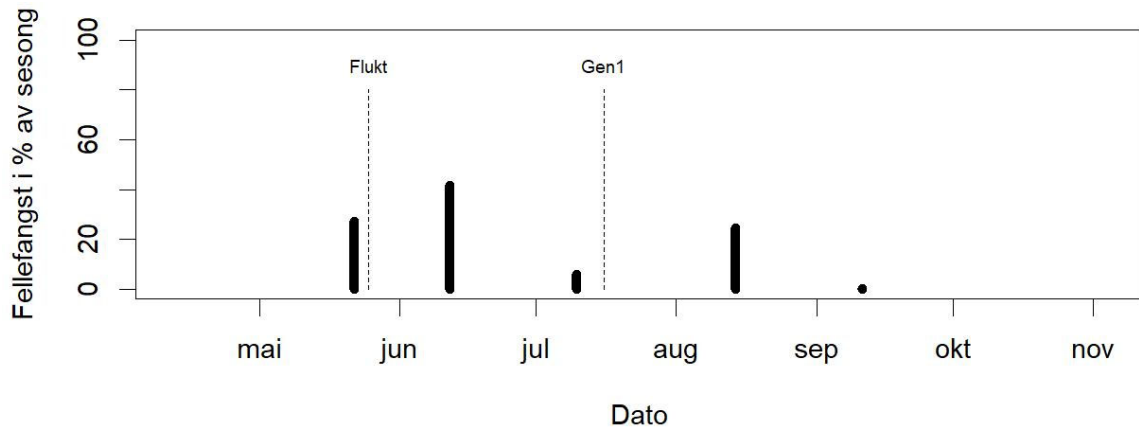
### Append.A. 40 : Vestby 2013



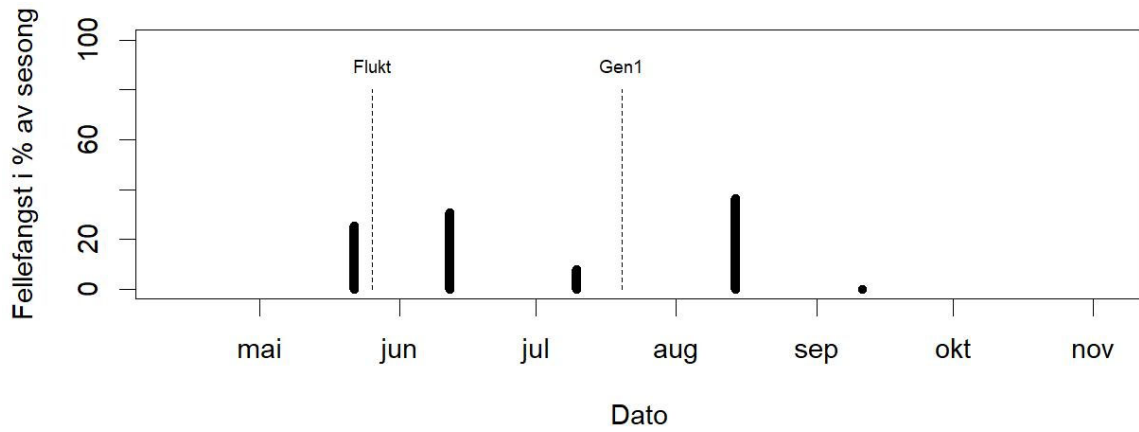
### Append.A. 41 : Sande 2013



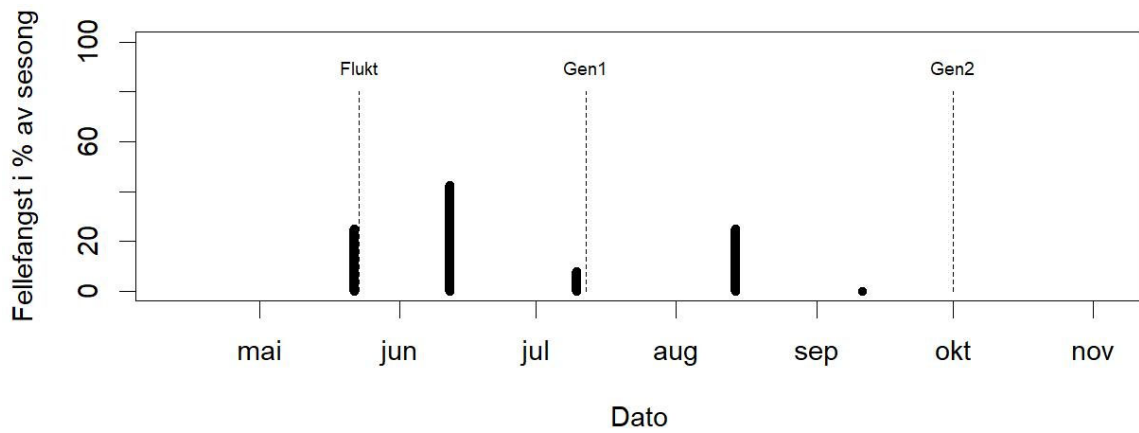
### Append.A. 42 : Sør-Odal 2014



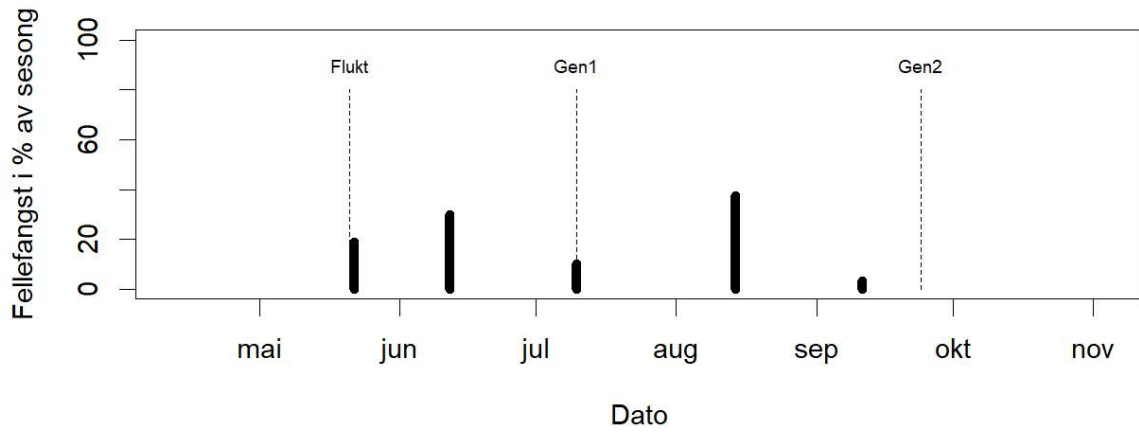
### Append.A. 43 : Rømskog 2014



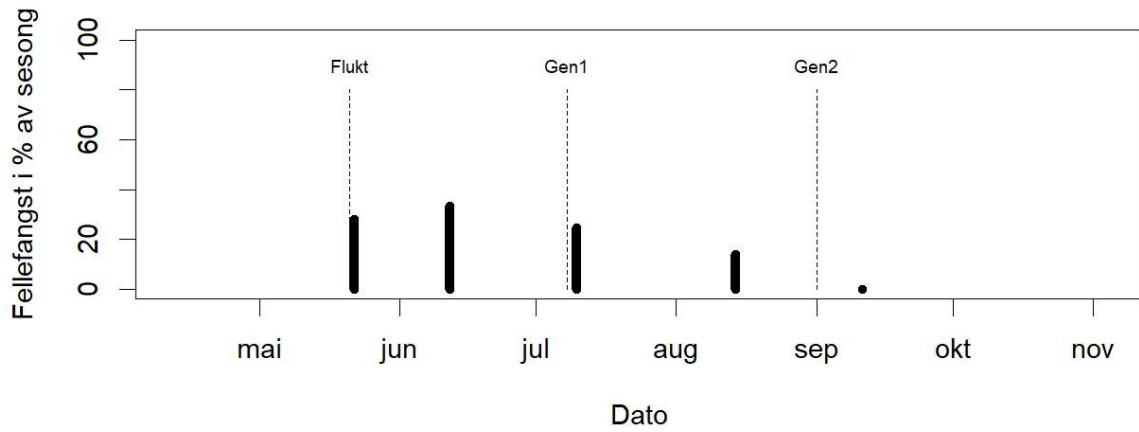
### Append.A. 44 : Marker 2014



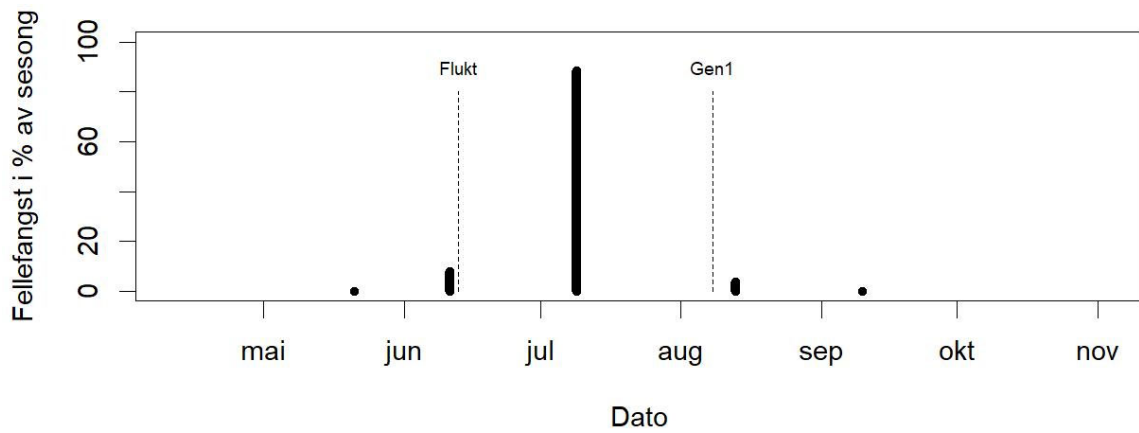
### Append.A. 45 : Sande 2014



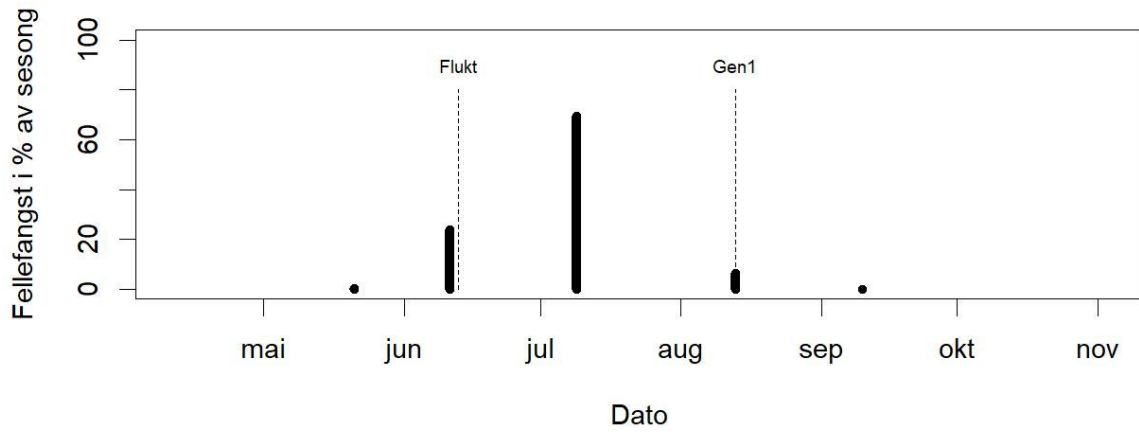
### Append.A. 46 : Larvik 2014



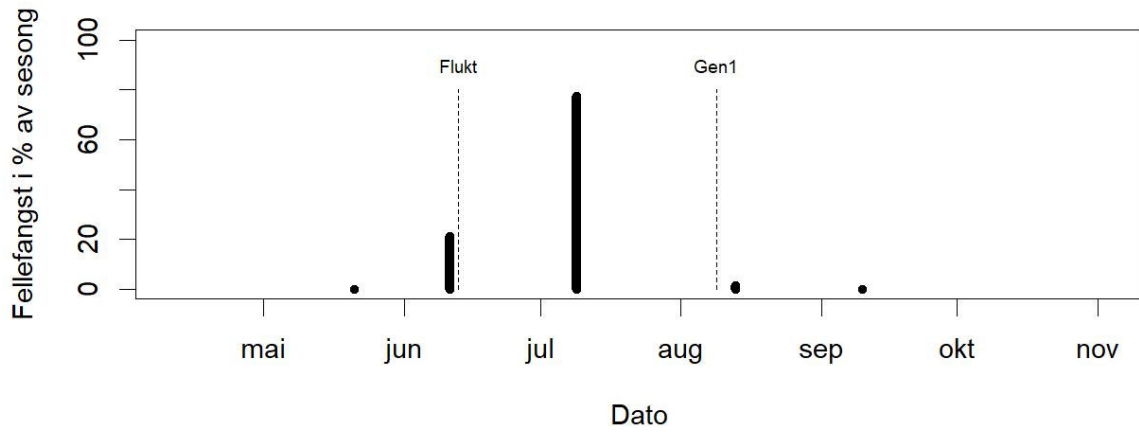
### Append.A. 47 : Sør-Odal 2015



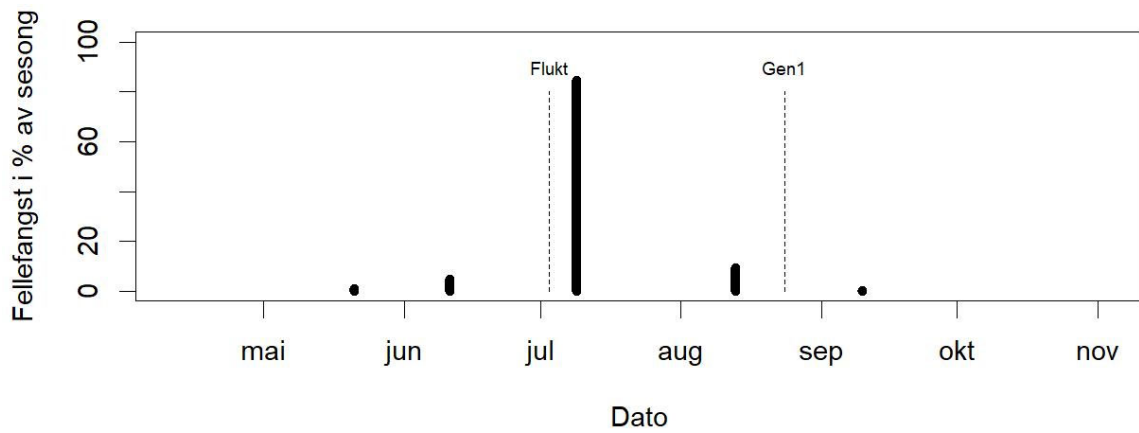
### Append.A. 48 : Rømskog 2015



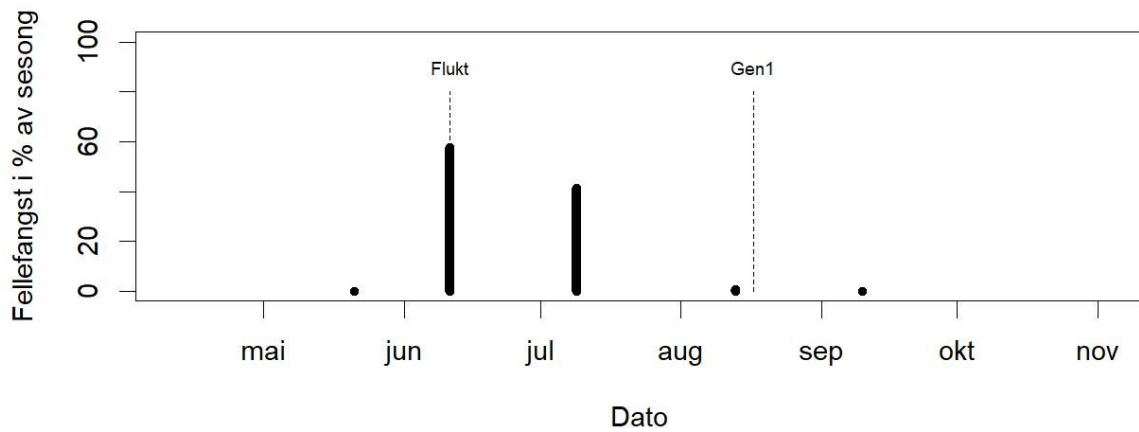
### Append.A. 49 : Marker 2015



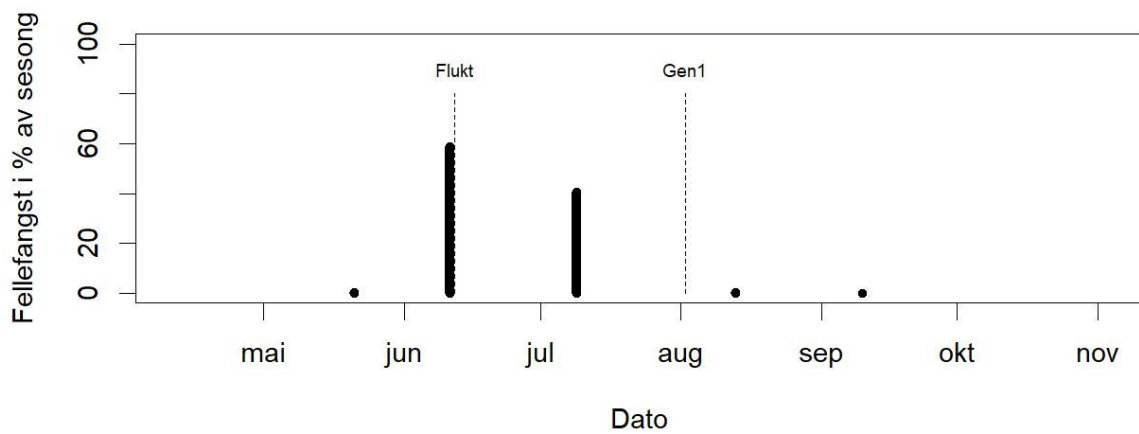
### Append.A. 50 : Halden 2015



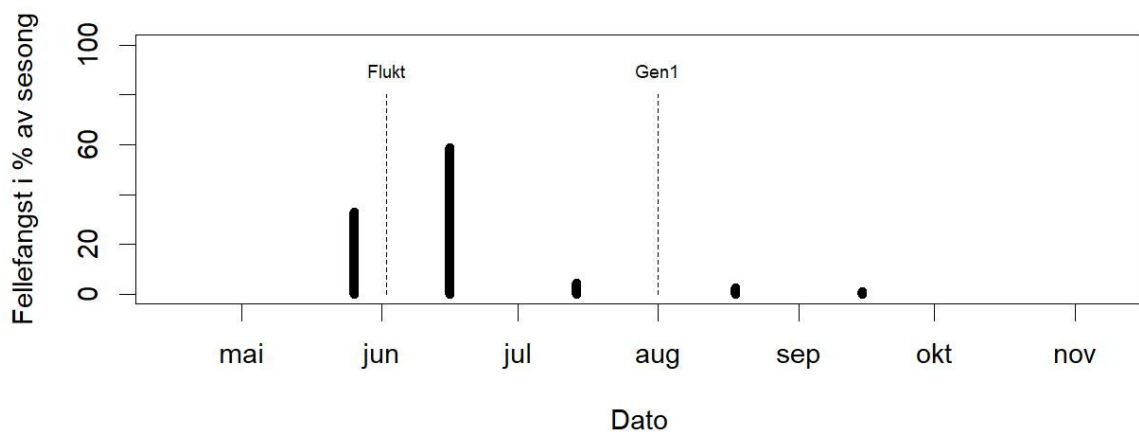
**Append.A. 51 : Sande 2015**



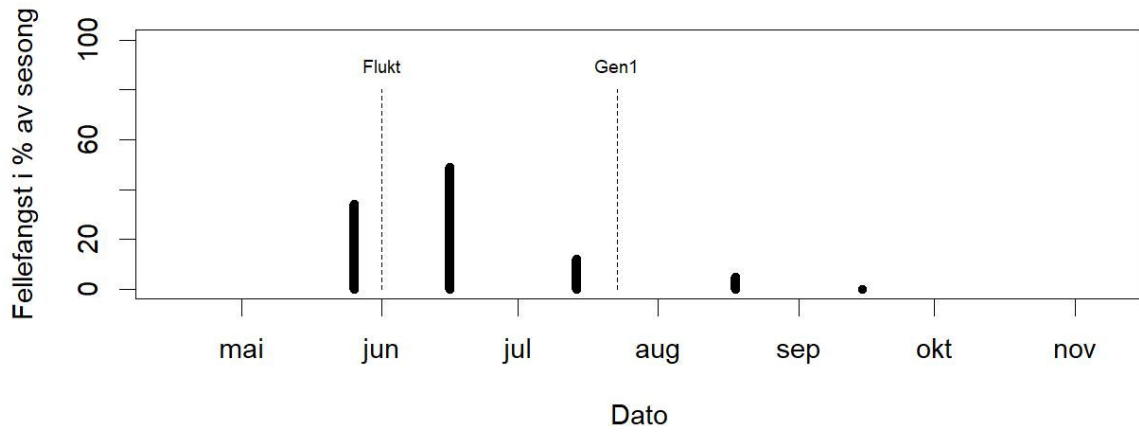
**Append.A. 52 : Larvik 2015**



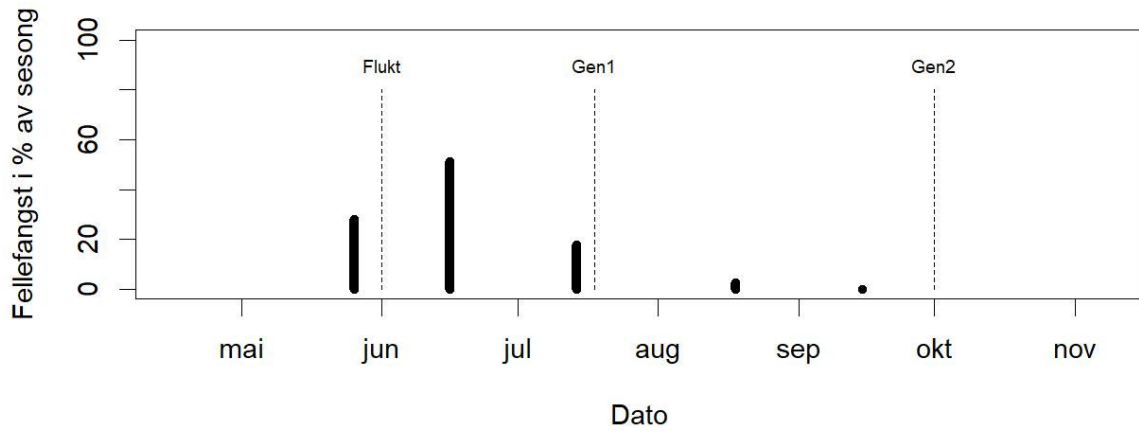
**Append.A. 53 : Sør-Odal 2016**



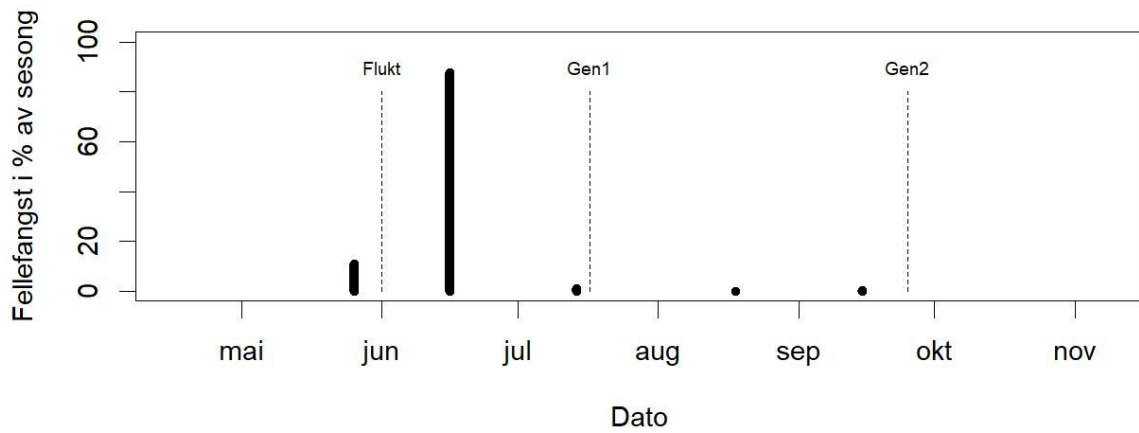
### Append.A. 54 : Rømskog 2016



### Append.A. 55 : Marker 2016

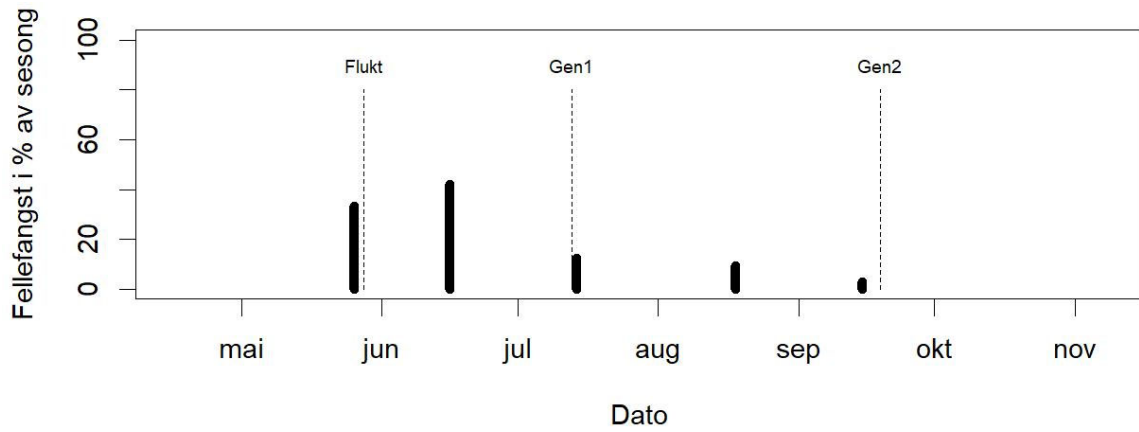


### Append.A. 56 : Halden 2016

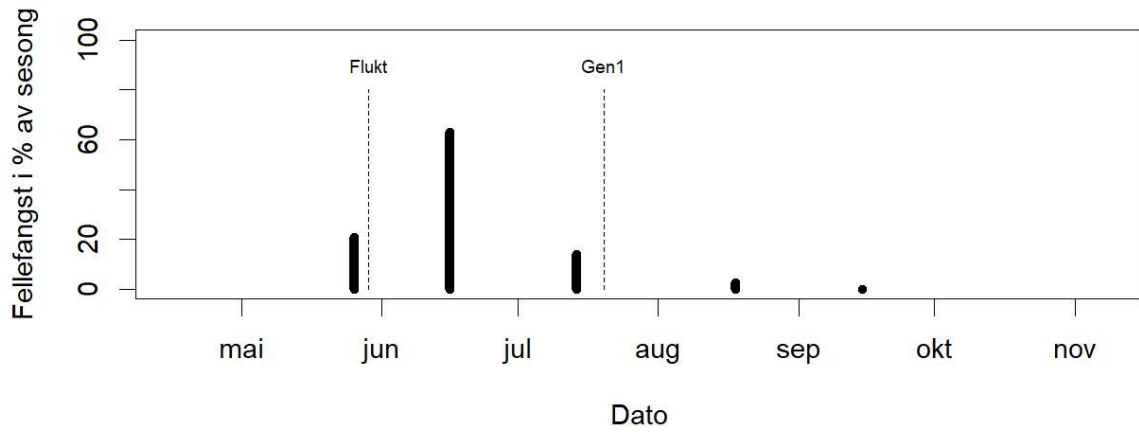




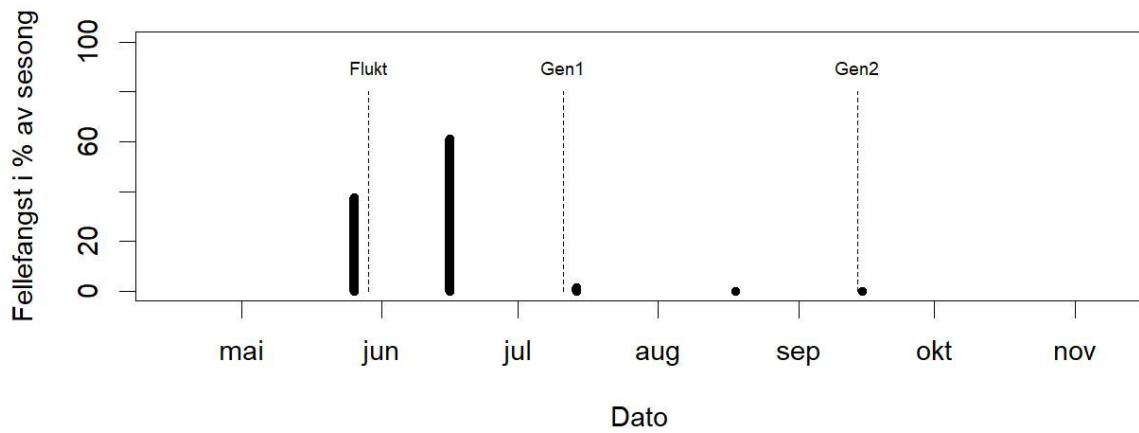
### Append.A. 57 : Vestby 2016



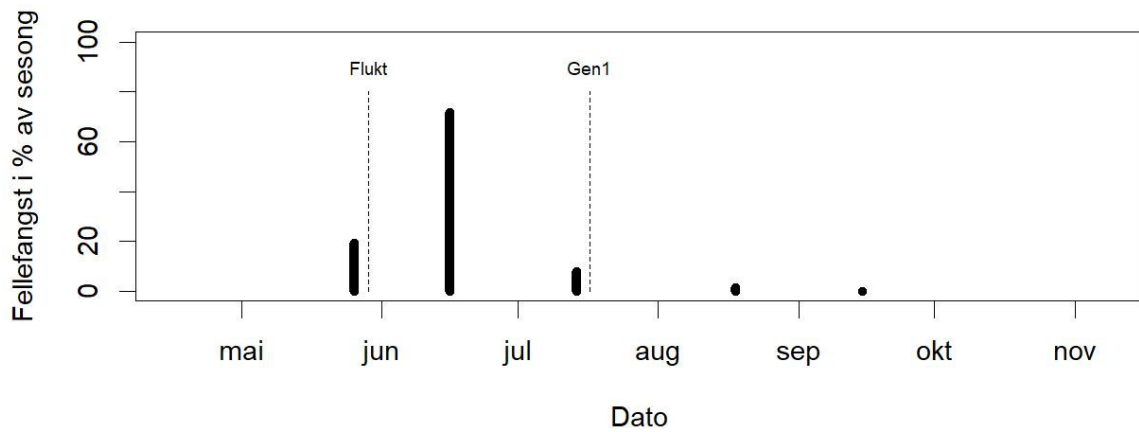
### Append.A. 58 : Sande 2016



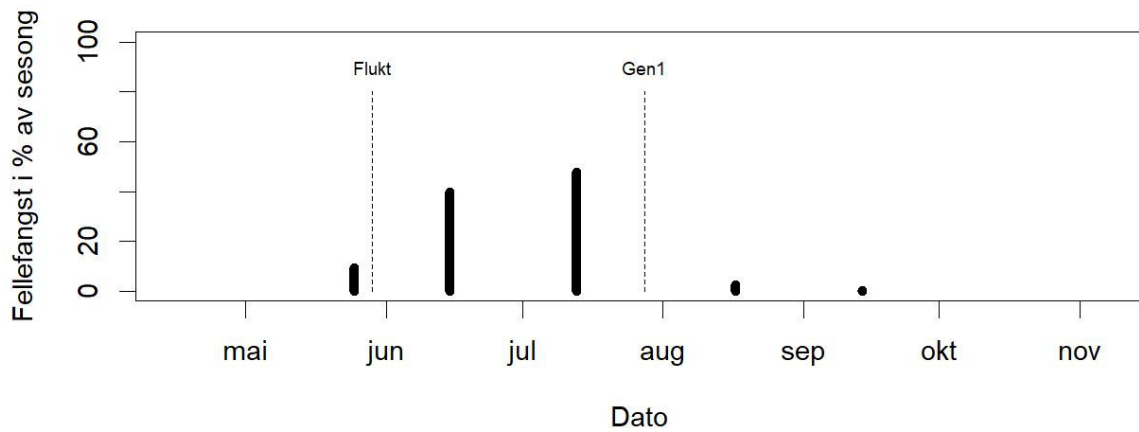
### Append.A. 59 : Larvik 2016



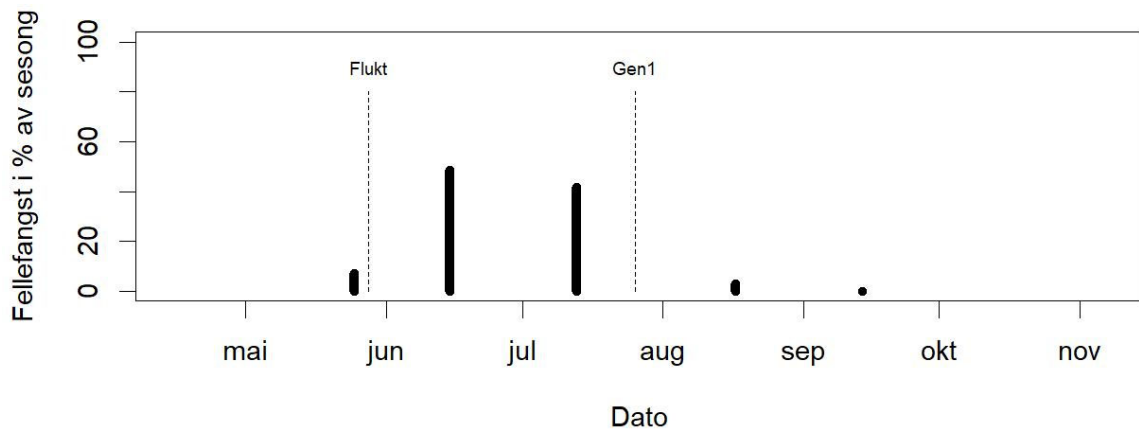
**Append.A. 60 : Hurum 2016**



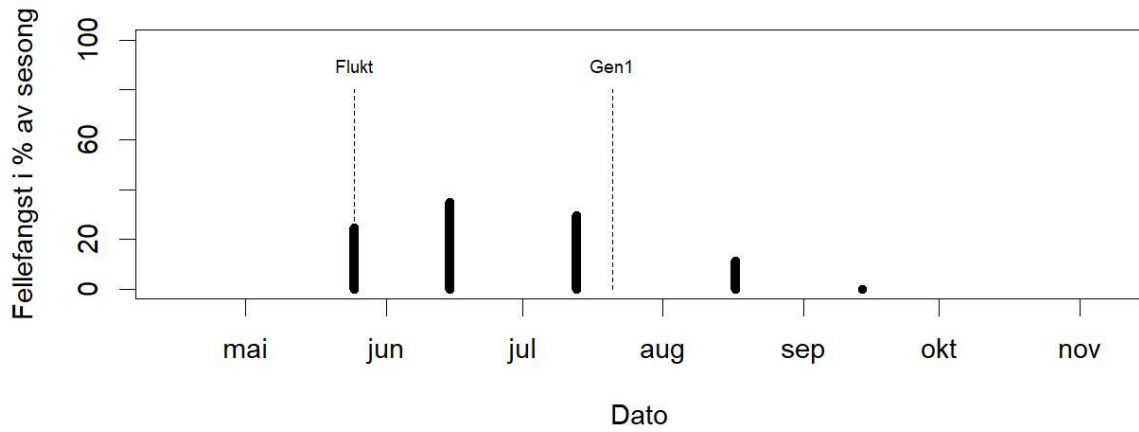
**Append.A. 61 : Sør-Odal 2017**



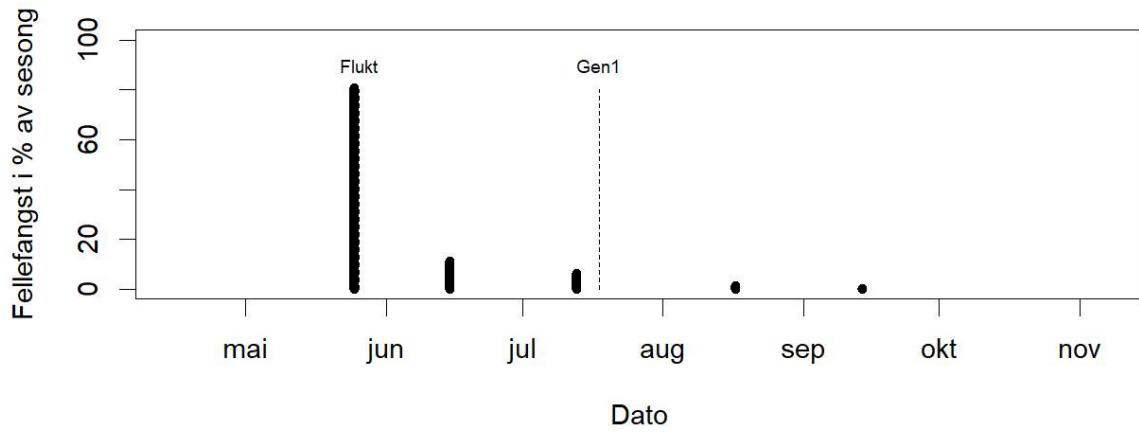
**Append.A. 62 : Rømskog 2017**



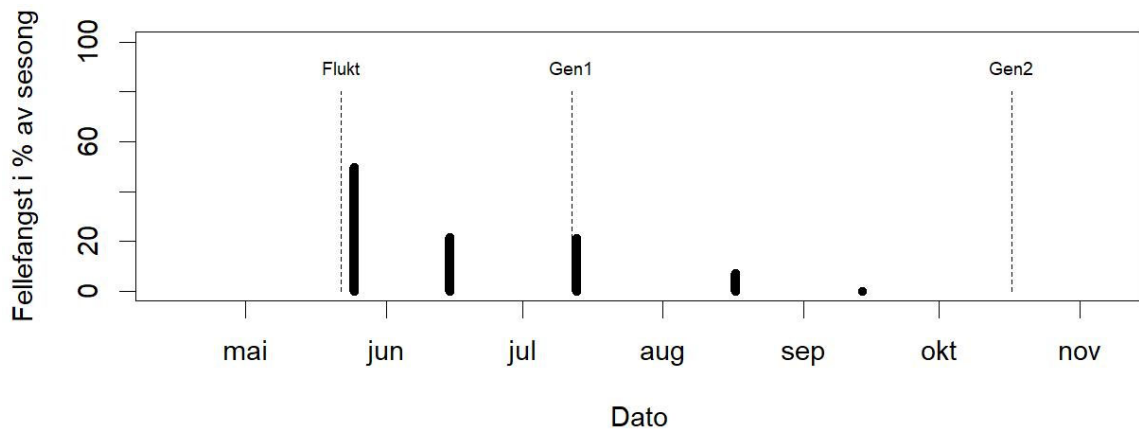
### Append.A. 63 : Marker 2017



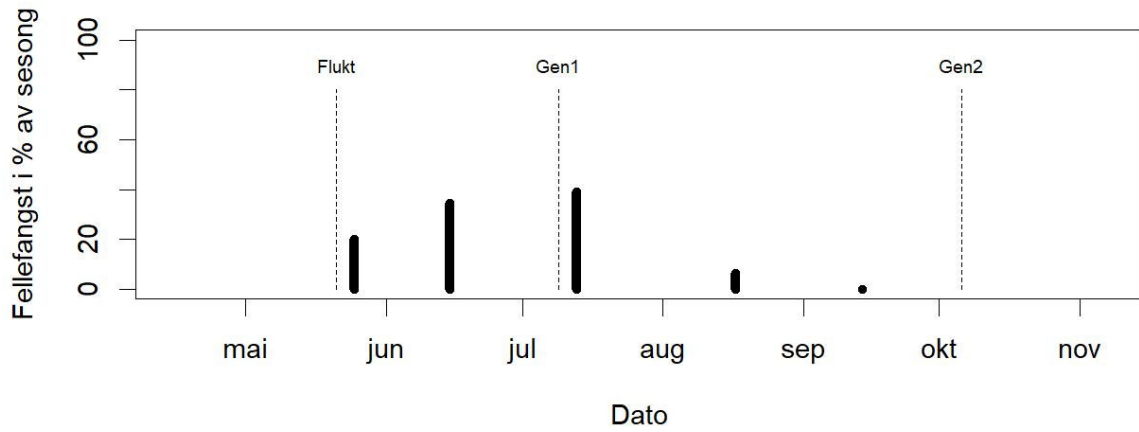
### Append.A. 64 : Halden 2017



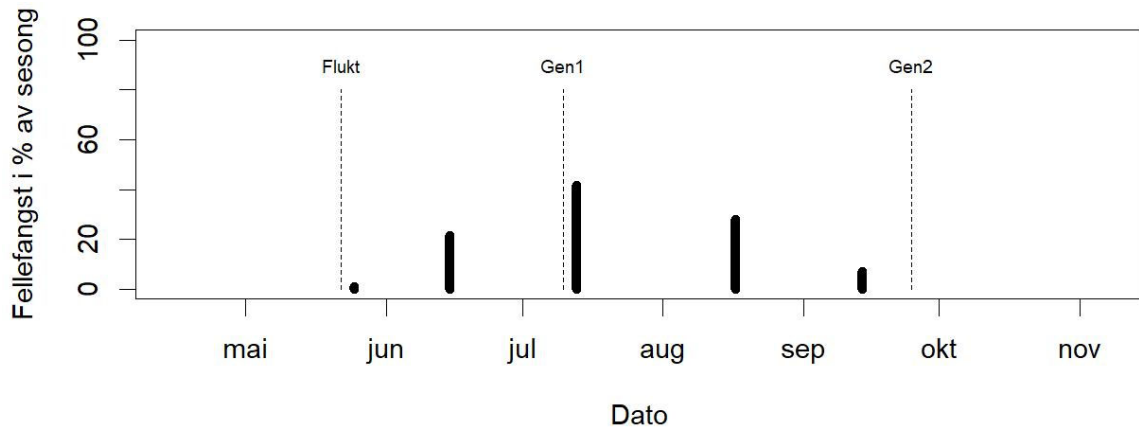
### Append.A. 65 : Vestby 2017



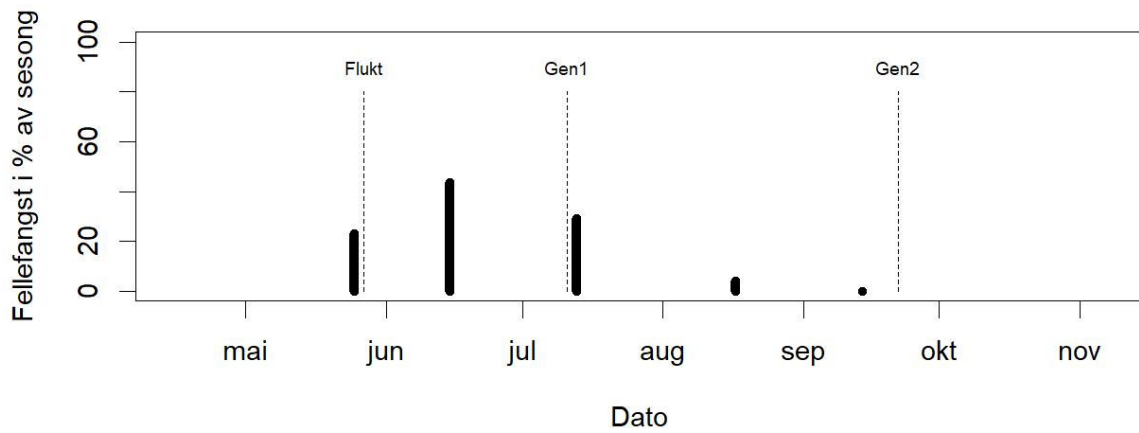
**Append.A. 66 : Sande 2017**



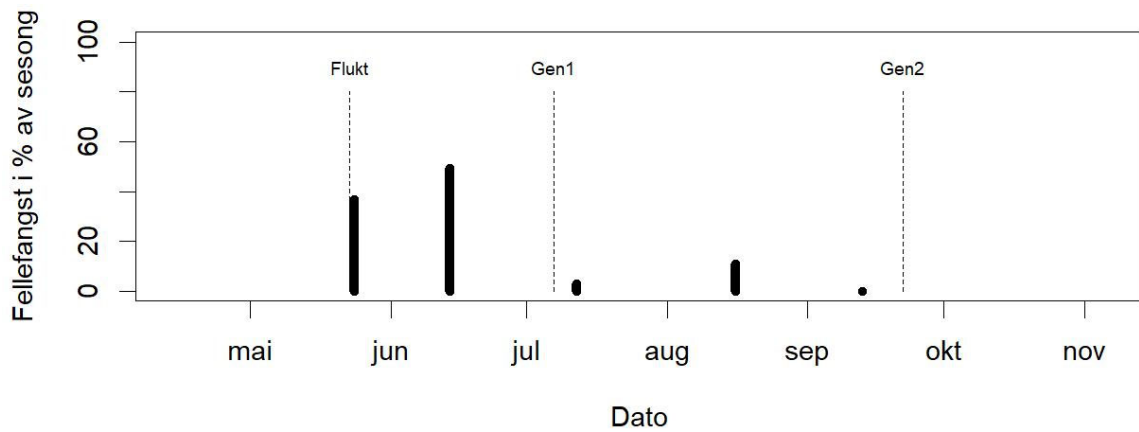
**Append.A. 67 : Larvik 2017**



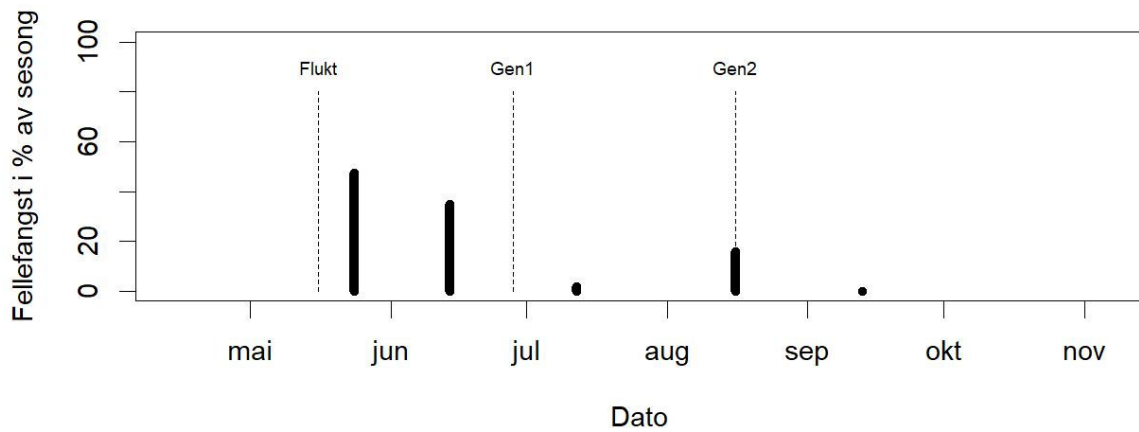
**Append.A. 68 : Hurum 2017**



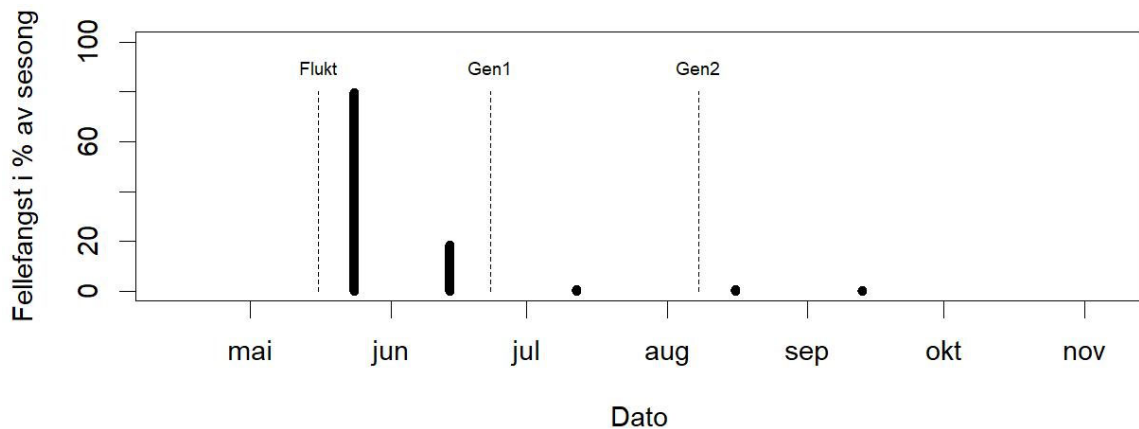
### Append.A. 69 : Sør-Odal 2018



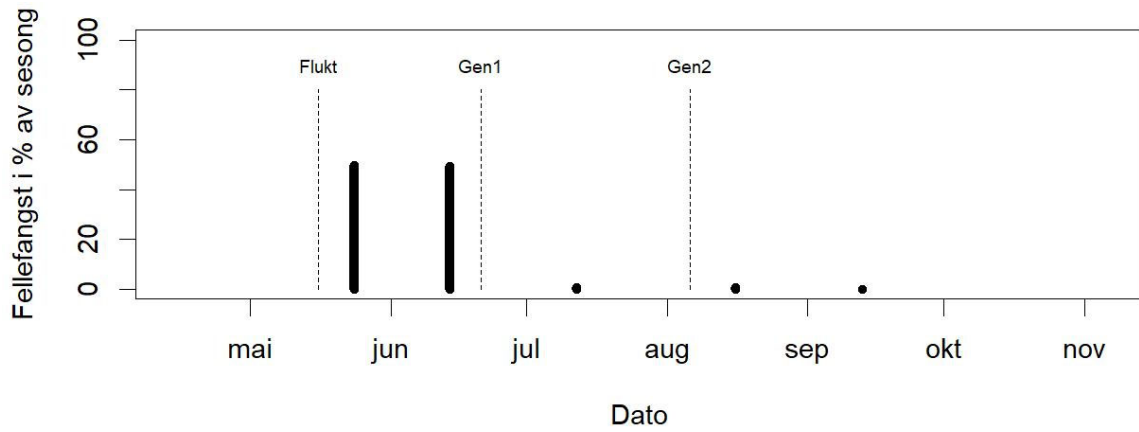
### Append.A. 70 : Rømskog 2018



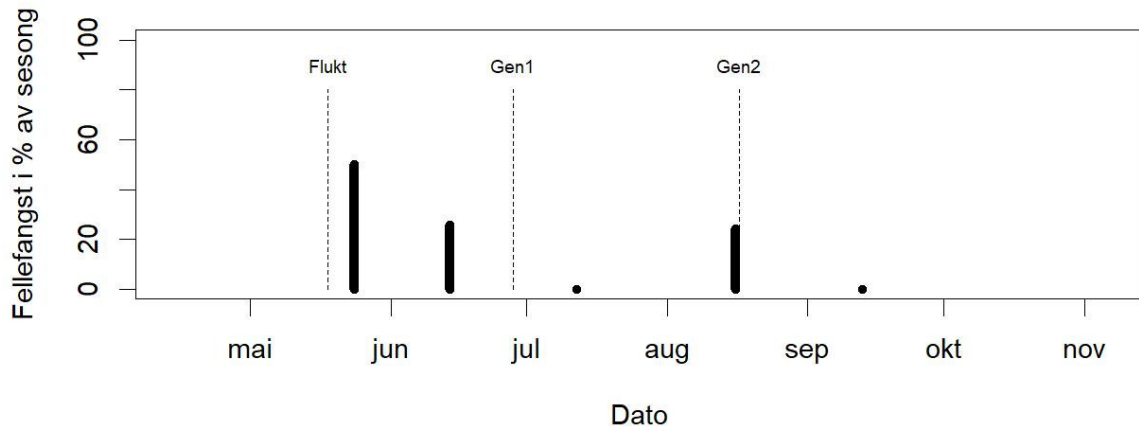
### Append.A. 71 : Halden 2018



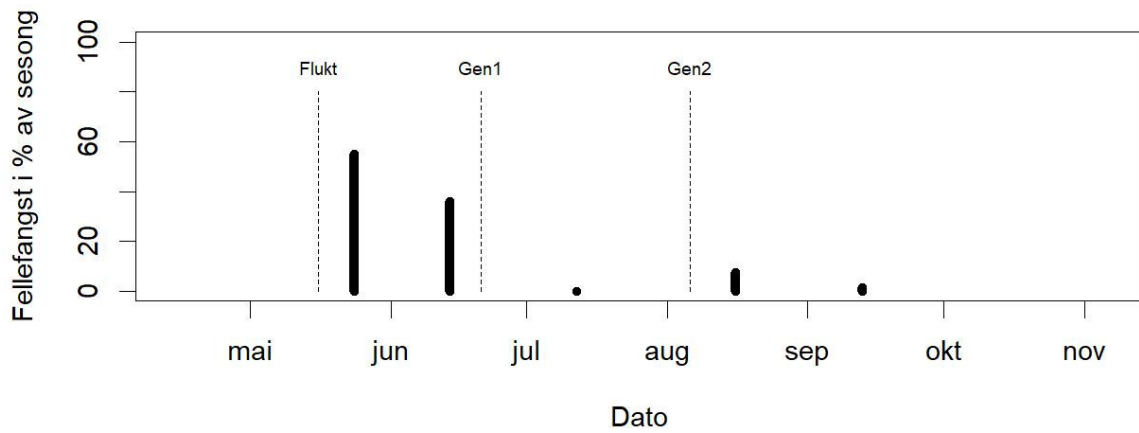
### Append.A. 72 : Vestby 2018



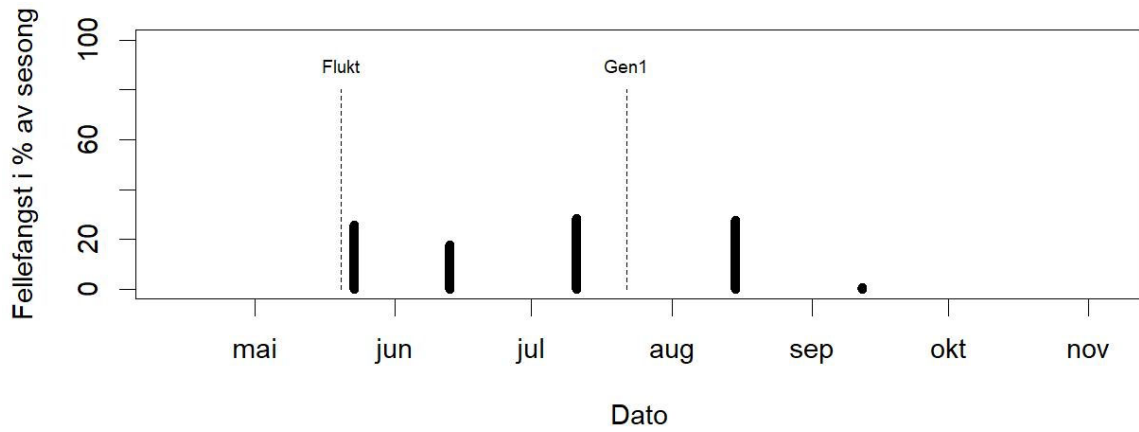
### Append.A. 73 : Sande 2018



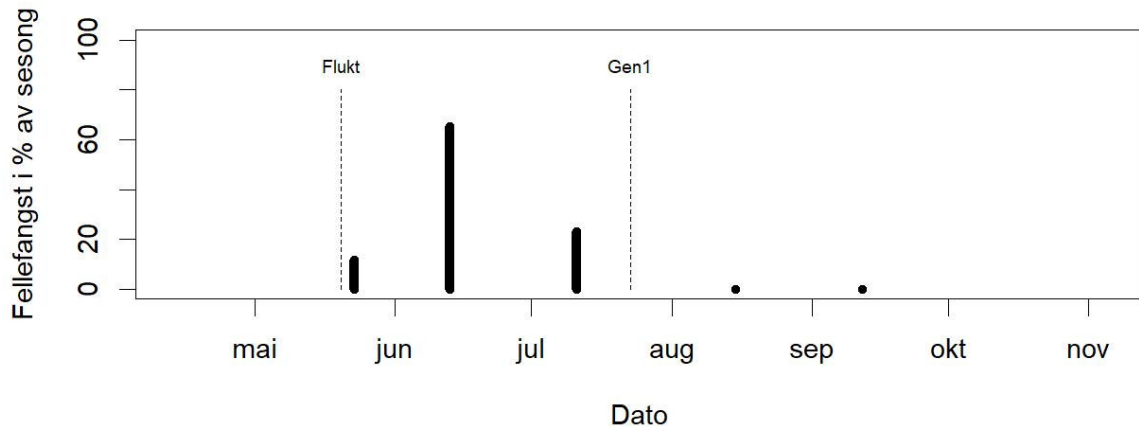
### Append.A. 74 : Hurum 2018



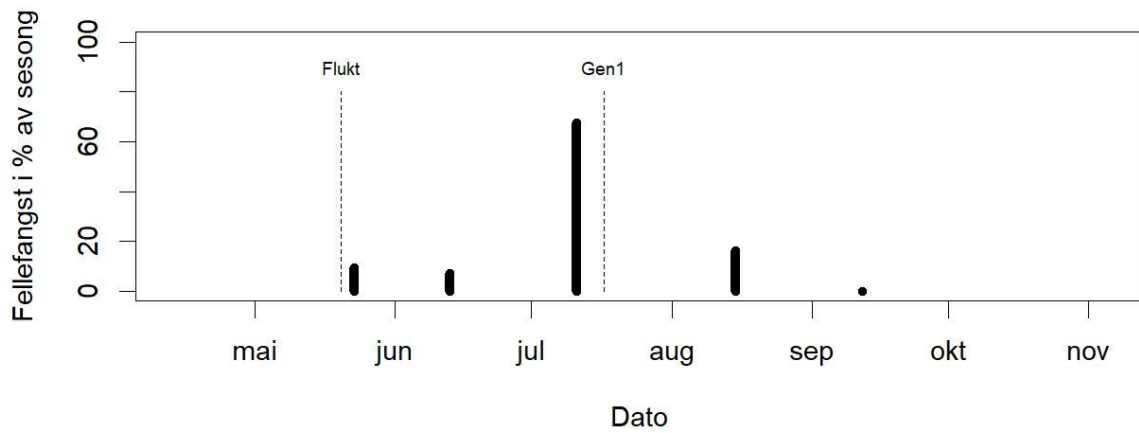
**Append.A. 75 : Sør-Odal 2019**



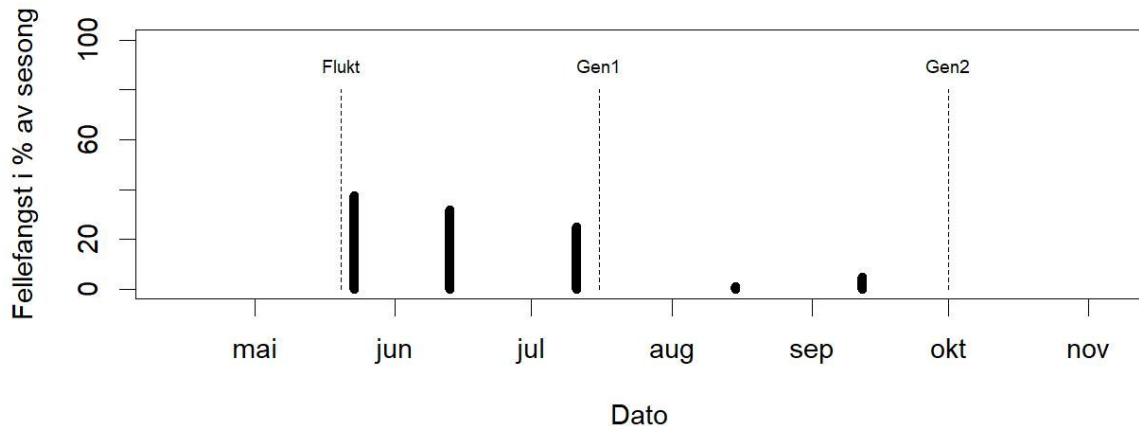
**Append.A. 76 : Rømskog 2019**



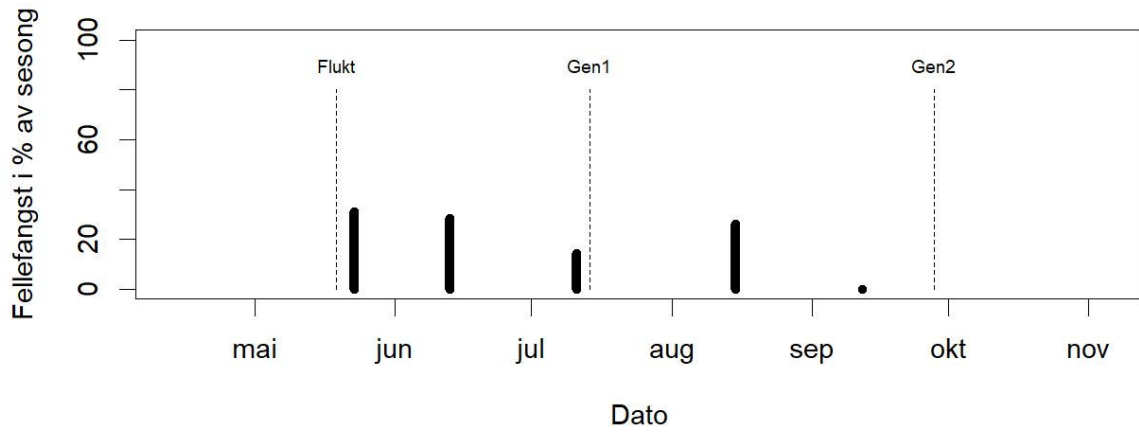
**Append.A. 77 : Marker 2019**



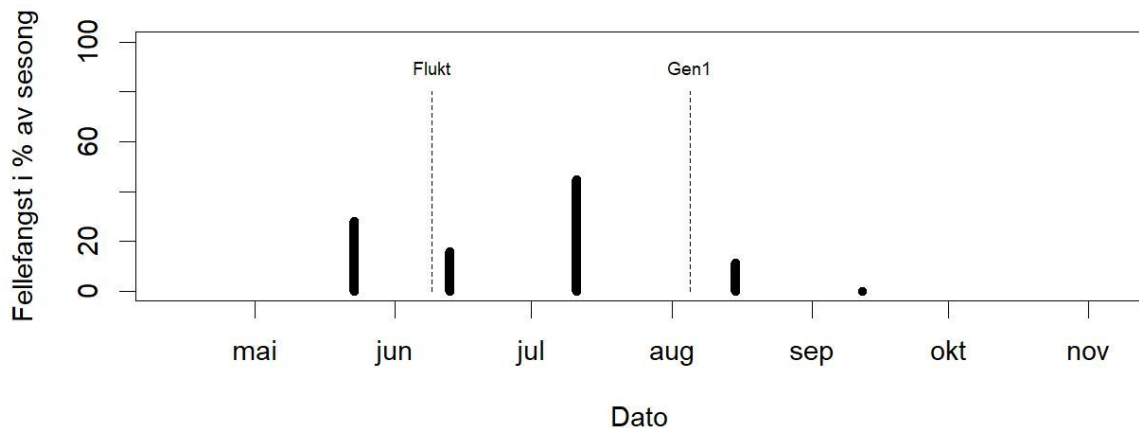
### Append.A. 78 : Halden 2019



### Append.A. 79 : Vestby 2019

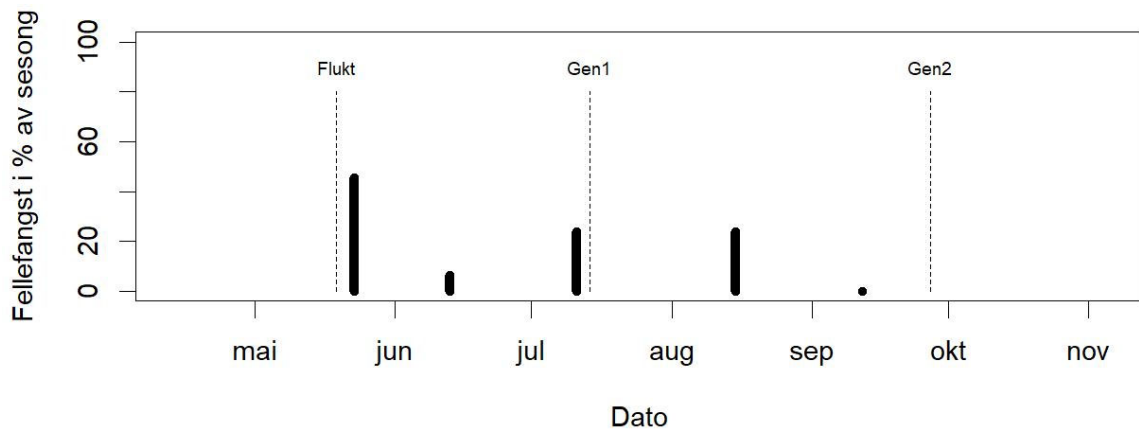


### Append.A. 80 : Sande 2019

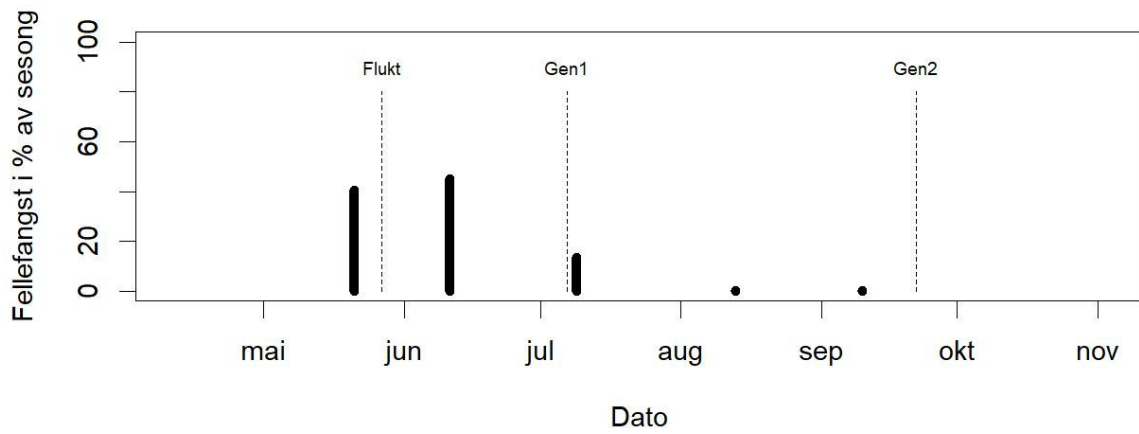




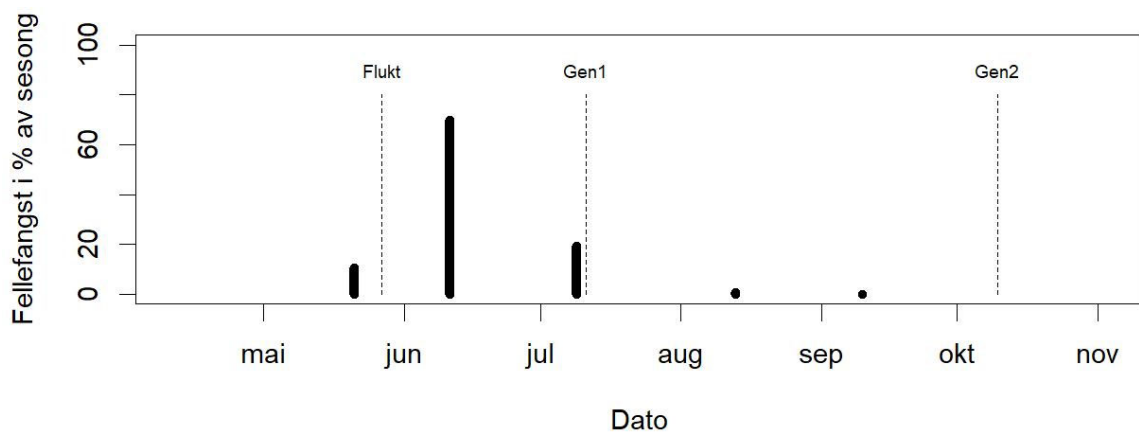
### Append.A. 81 : Hurum 2019



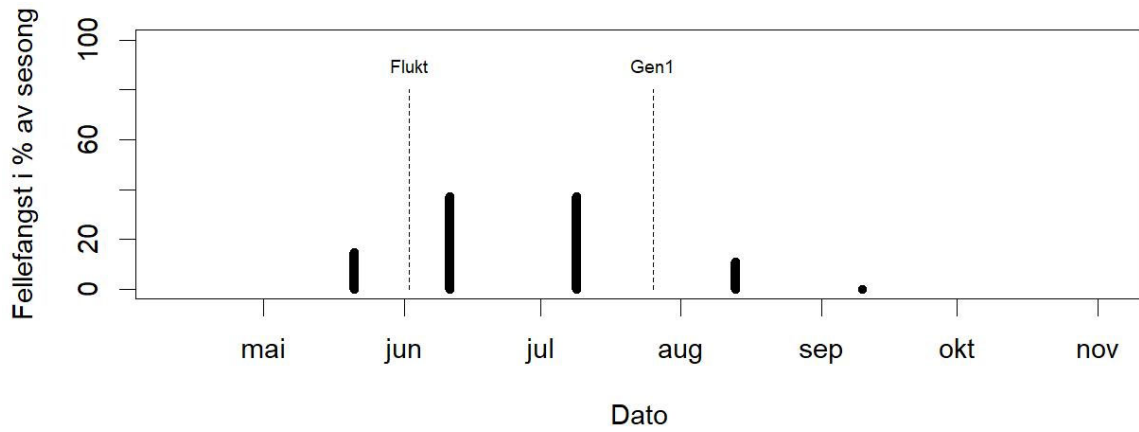
### Append.A. 82 : VESTBY 2020



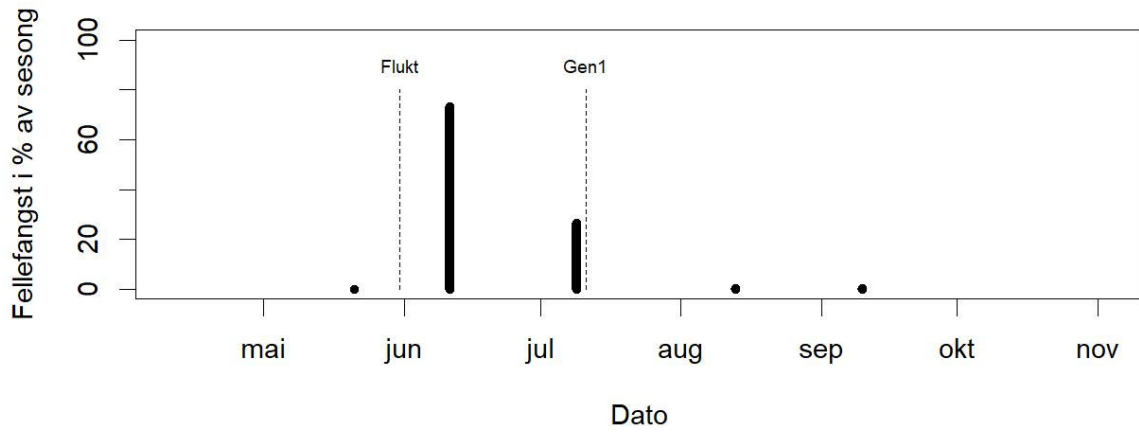
### Append.A. 83 : HURUM 2020



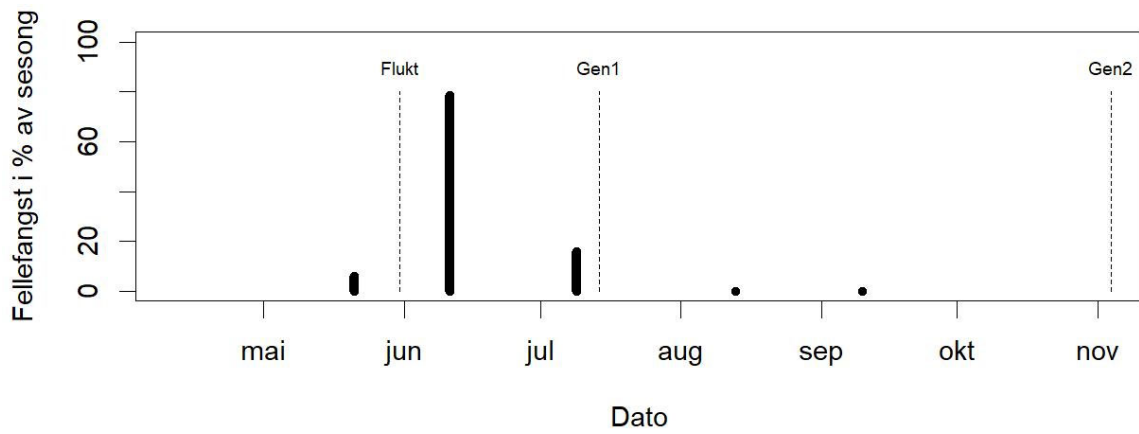
### Append.A. 84 : SANDE 2020



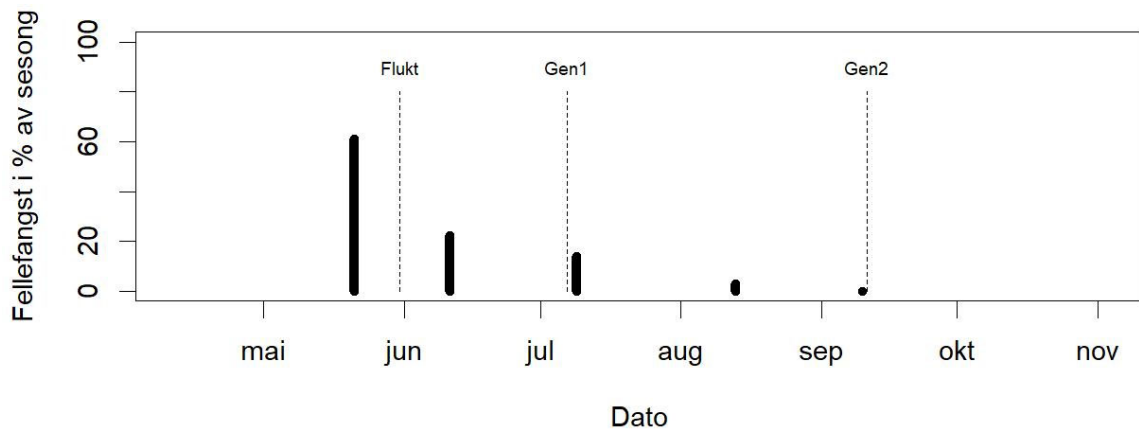
### Append.A. 85 : SØR-ODAL 2020



### Append.A. 86 : MARKER 2020



### Append.A. 87 : HALDEN 2020



Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.