

**RAPPORT**

**2019**

## **Skjeggkre – Biologi og råd om bekjemping**

Revidert utgave - 2019

Anders Aak

Bjørn Arne Rukke

Preben S. Ottesen

Morten Hage



# Skjeggkre – Biologi og råd om bekjemping

(Revidert utgave - 2019)

**Anders Aak**

**Bjørn Arne Rukke**

**Preben S. Ottesen**

**Morten Hage**





Utgitt av Folkehelseinstituttet  
Område for smittevern, miljø og helse  
Avdeling for skadedyr  
Mars 2019

**Tittel:**

Skjeggkre – Biologi og råd om bekjemping

**Forfattere:**

Anders Aak  
Bjørn Arne Rukke  
Preben S. Ottesen  
Morten Hage

**Bestilling:**

Rapporten kan lastes ned som pdf  
på Folkehelseinstituttets sider: [www.fhi.no](http://www.fhi.no)

**Grafisk designmal:**

Per Kristian Svendsen og Grete Sjøimer

ISBN: 978-82-8082-997-9

Emneord (MeSH): *Ctenolepisma longicaudata*, *Lepisma saccharina*, *Ctenolepisma calva*, IPM, Skadedyr,  
Helse, Åte, Feller, Deteksjon, Identifisering, Kartlegging, Etterkontroll.

Sitering: Aak A, Rukke BA, Ottesen PS, Hage M. 2019 Skjeggkre – Biologi og råd om bekjemping. Rapport  
2019. Oslo: Folkehelseinstituttet.



## Forord

Denne veilederen er utarbeidet av Folkehelseinstituttet i samarbeid med Norsk Hussopp Forsikring og beskriver kunnskapsstatus om skjeggkreet per 2019. Folkehelseinstituttet er en beredskaps- og kunnskapsinstitusjon under Helse- og omsorgsdepartementet og derfor uavhengig av kommersielle interesser. Sentralt i forskningen på skadedyr står «substitusjonsprinsippet», som betyr at man skal tilstrebe forebygging og bekjempelse av skadedyr på en måte som er minst mulig skadelig for helse og miljø. Det er derfor vesentlig å fremme giftfrie metoder som alternativ til pesticidbruk i innendørs miljøer – en svært viktig oppgave innen folkehelsen. Avdeling for skadedyrkontroll ved Folkehelseinstituttet skal være Norges ledende forskningssenter for trygg forebygging og bekjempelse av skadedyr i menneskers nærmiljø. Skjeggkreet har vist en betydelig økning i norske boliger de siste årene, uten at det foreligger en god forklaring på hvorfor. Det er derfor viktig å øke kunnskapen om denne arten ved hjelp av en litteraturgjennomgang som kan belyse skadedyrets styrker og svakheter og identifisere potensielle bekjempningsløsninger. Litteraturgjennomgangen er en del av et større prosjekt som har til hensikt å utvikle bekjempings- og forvaltningsrutiner for skjeggkre. Skjeggkreet er lite studert og all vitenskapelig litteratur som ble funnet gjennom artsnavnet *Ctenolepisma longicaudata* i litteraturbasene Web of Science, SCOPUS og PUBMED har blitt gjennomgått. I tillegg ble referanselistene i samtlige av disse artiklene brukt for å finne gammel, ikke-søkbar litteratur. Utvalgte vitenskapelige arbeider som omhandler de nært beslektede artene sølvkre (*Lepisma saccharina*), fyrkre (*Thermobia domestica*) og *Ctenolepisma lineata*, som også forekommer innendørs, ble brukt som referansepunkter for utvidet kunnskap om bekjempingsstrategier og adferd samt for å kaste lys på biologiske aspekter som ikke er studert hos skjeggkreet. Denne veilederen er fritt tilgjengelig elektronisk på [www.fhi.no](http://www.fhi.no). Dette er versjon 2 av veilederen. Den første utgaven ble publisert i 2018. Trolig vil det også framover komme nye utgaver siden ny kunnskap om effektiv bekjempningsmetodikk vil framskaffes. Denne informasjonen er viktig å formidle til skadedyrbransjen og andre interessenter.

**Oslo, mars 2019**

**Anders Aak    Bjørn Arne Rukke    Preben S. Ottesen    Morten Hage**





# Innhold

Forord .....	7
<b>1 – Skjeggkre og andre relevante arter .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 – Skjeggkre (<i>Ctenolepisma longicaudata</i>) .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 – Perlekre (<i>Ctenolepisma calva</i>) .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3 – Sølvkre (<i>Lepisma saccharina</i>) .....</b>	<b>12</b>
<b>1.4 – Fyrkre (<i>Thermobia domestica</i>) .....</b>	<b>12</b>
<b>1.5 – Andre arter .....</b>	<b>12</b>
<b>2 – Skjeggkreets biologi .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 – Livssyklus .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 – Naturlig utbredelse og habitat .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 – Abiotiske preferanser .....</b>	<b>17</b>
2.3.1 – Lys .....	17
2.3.2 – Temperatur .....	18
2.3.3 – Fuktighet .....	18
<b>2.4 – Næringskrav og metabolisme .....</b>	<b>19</b>
<b>2.5 – Adferd og sanseapparat .....</b>	<b>19</b>
2.5.1 – Øyne og syn .....	19
2.5.2 – Lukt og smak .....	20
2.5.3 – Mekaniske sanser, fuktighet og temperatur .....	20
2.5.4 – Aggregerende adferd og paringsdans .....	20
<b>3 – Skade .....</b>	<b>21</b>
<b>4 – Bekjemping og håndtering av skjeggkre .....</b>	<b>22</b>
<b>5 – Integrert skadedyrkontroll (IPM) .....</b>	<b>23</b>
<b>5.1 – Innførsel, spredning og forebyggende tiltak .....</b>	<b>23</b>
<b>5.2 – Bygningsovergripende strategier og terskelverdier .....</b>	<b>24</b>
<b>5.3 – Inspeksjon: deteksjon, vurdering og etterkontroll .....</b>	<b>25</b>
<b>5.4 – Renhold og redusering av næringsgrunnlag .....</b>	<b>26</b>
<b>5.5 – Miljøregulering .....</b>	<b>26</b>
<b>5.6 – Fjerning av etablerte individer .....</b>	<b>27</b>
5.6.1 – Limfeller og massefangst .....	27
5.6.2 – Forgiftet åte .....	28
5.6.3 – Sprøytemidler .....	29
5.6.4 – Varme- og kuldebehandling .....	29
5.6.5 – Tørkepulver og biologisk kontroll .....	30
5.6.6 – Spesialmetodikk for museumsgjenstander og annet uvurderlig materiale .....	30
<b>6 – Forslag til IPM-protokoll mot skjeggkre .....</b>	<b>31</b>
<b>REFERANSER .....</b>	<b>32</b>
<b>Appendiks A – forenklet nøkkel til innendørslevende arter .....</b>	<b>37</b>
<b>Appendiks B – effekt av åte i laboratoriestudier og ved bekjemping .....</b>	<b>41</b>
<b>Appendiks C – Eksempel på skjeggkrebekjemping i bibliotek .....</b>	<b>42</b>



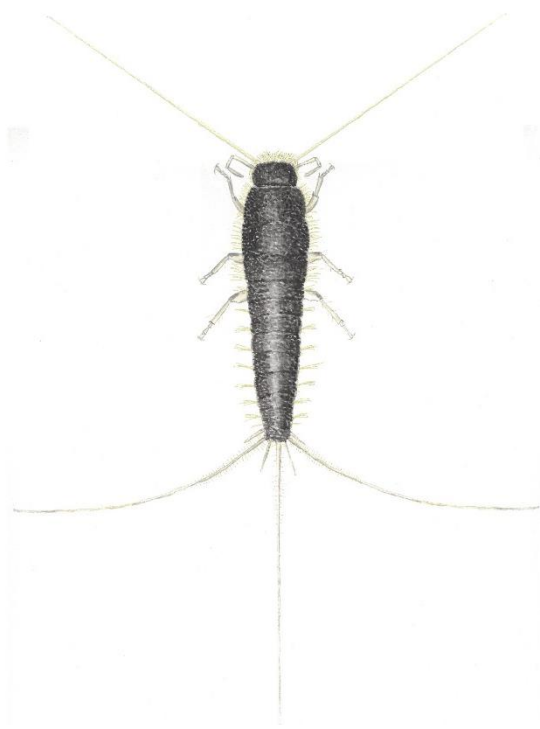
## 1 – Skjeggkre og andre relevante arter

Skjeggkreet (*Zygentoma*; Lepismatidae - *Ctenolepisma longicaudata*) hører til børstehalene som er blant de eldste insektene på jorda (Truman & Ball, 1998; Whittington et al., 1996).

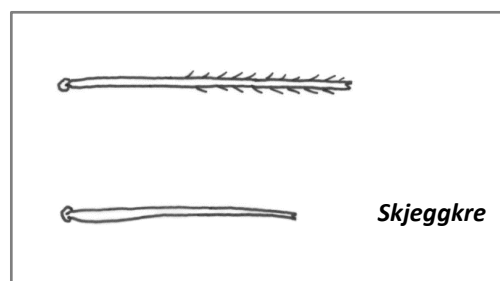
Evolusjonært oppsto de før insektene fikk vinger, og de anses derfor som primitive insekter (Hasenfuss, 2002). Blant børstehalene finner man 550 beskrevne arter (Elven & Aarvik, 2018). De fleste er flate og dråpeformet av utsende, øynene er små, antennene og haletrådene er lange og kroppsdelenene er dekket med hår eller skjell (Sturm, 2009b). Børstehalene deles inn i familiene Lepismatidae, Nicoletiidae, Ateluridae, Lepidothrichidae og Maindroniidae. De to første finnes over hele verden, men det er bare i familien Lepismatidae vi møter innendørslevende arter. Børstehaler det kan bli mange av innendørs tilhører tre slekter, og de mest typiske representantene er skjeggkre, sølvkre og fyrkre (Bennett et al., 2010; Mallis et al., 2011; Robinson, 2005). Disse tre artene har tydelige forskjeller i foretrukket livsmiljø (Heeg, 1967b; Lindsay, 1940; Sweetman, 1939; Tremblay & Gries, 2006), og det er derfor viktig å kunne skille mellom dem slik at bekjempingen blir så rasjonell og effektiv som mulig.

### 1.1 – Skjeggkre (*Ctenolepisma longicaudata*)

*Ctenolepisma*-slekten har rundt 100 arter og flere av dem kan finnes innendørs (Goddard et al., 2016; Molero-Baltanas et al., 1997; Molero-Baltanas et al., 2012). I Norge er skjeggkreet og perlakreet (*Ctenolepisma calva*) registrert (Mattsson, 2014; 2018). Skjeggkreene blir store hvis de lever under gode forhold. Maksimal kroppslengde uten antenner og haletråder er antatt å være 18 mm (Pape & Wahlstedt, 2002). Normal størrelse for voksne ligger rundt 12 mm (Robinson, 2005). Her beskrives voksne skjeggkre (Figur 1), mens de små nyanseforskjellene mellom stadiene og forskjeller mellom kjønnene er beskrevet under livssyklus (Kapittel 2.1). Skjeggkreet kan sees på som noe spraglete i fargen, siden skjellene veksler mellom grå og brune toner. De fremstår derfor som mindre sølvglinsende enn sølvkreet. I enden av den flattrykete, langstrakte og tydelig avsmalnende bakkroppen sitter det tre påfallende lange haletråder. Den midtre peker rett bakover og er tilnærmet like lang som kroppslengden, mens sidetrådene ofte peker vinkelrett ut til siden. Hodet har to antenner og man kan i tillegg se to kortere kjevefølere. Sett ovenfra vil pannen og sidekantene fremstå som mye mer hårete hos skjeggkreet enn hos sølvkreet. Hårenes form (Figur 2) og plasseringer av børstekammer er sikre artskjennetegn hos skjeggkre (Se bestemmelsesnøkkel i Appendiks A).



Figur 1. Skjeggkre (*Ctenolepisma longicaudata*). Tegning - Preben Ottesen, © FHI



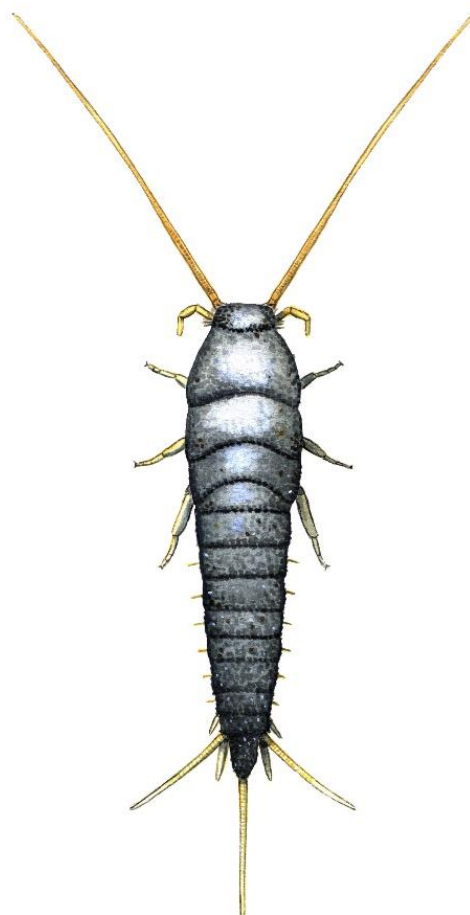
Figur 2. Forskjellen i utforming av de kraftigste hårene hos skjeggkre (*Ctenolepisma longicaudata*) og sølvkre (*Lepisma saccharina*). Tegning - Preben Ottesen, © FHI

### 1.2 – Perlekre (*Ctenolepisma calva*)

Perlekre er hvitfarget siden skjellene er hvite. Den midtre haletråden er like lang som kroppen, mens sidetrådene er 2/3 av kroppslengden og peker vinkelrett ut fra kroppen. Perlekre er like hårete som skjeggkre, og de kraftigste hårene er sagtannede. Det siste bakkroppssegmentet er kortere enn det er bredt. Maksimal kroppslengde er 8 mm.

### 1.3 – Sølvkre (*Lepisma saccharina*)

*Lepisma*-slekten har mange kjente arter, men det er kun sølvkreet vi finner innendørs. Voksne sølvkre blir normalt rundt 10-12 mm (Robinson, 2005). Sølvkreet er jevnt farget og sølvglinsende (Figur 3). Fargen varierer fra mørk grå til lys og sølvskimrende. Sølvkre har kortere haletråder sammenlignet med skjeggkre og i hvilestilling peker sidetrådene ofte skrått bakover. Den midtre haletråden er kortere enn halve kroppslengden. Sammenlignet med skjeggkre fremstår ikke sølvkreet som hårete, men spesielt hode og de fremre partiene har en del utstående hår. Artsspesifikke detaljer er gitt i nøkkelen (Appendiks A).



Figur 3. Sølvkre. Tegning - Halvard elven, digital fargejustering - Preben Ottesen, © FHI.

### 1.4 – Fyrkre (*Thermobia domestica*)

*Thermobia*-slekten har også mange arter, men det er fyrkreet man treffer på innendørs. Fyrkreet er meget likt skjeggkreet ved at det er stort og hårete og ved at haletrådene er lange og holdes nesten vinkelrett ut til siden. Fyrkreet vil normalt fremstå med et noe mørkere bryst enn skjeggkreet og i tillegg beskrives de som mer parallellsidet slik at dyret ikke blir like jevnt avsmalnende bakover (Lillehammer, 1964). For sikkert å skille fyrkreet fra skjeggkre, må man se på fargetegninger i kombinasjon med artsspesifikke plasseringer av børstekammer og hår (beskrevet i nøkkelen i Appendiks A).

### 1.5 – Andre arter

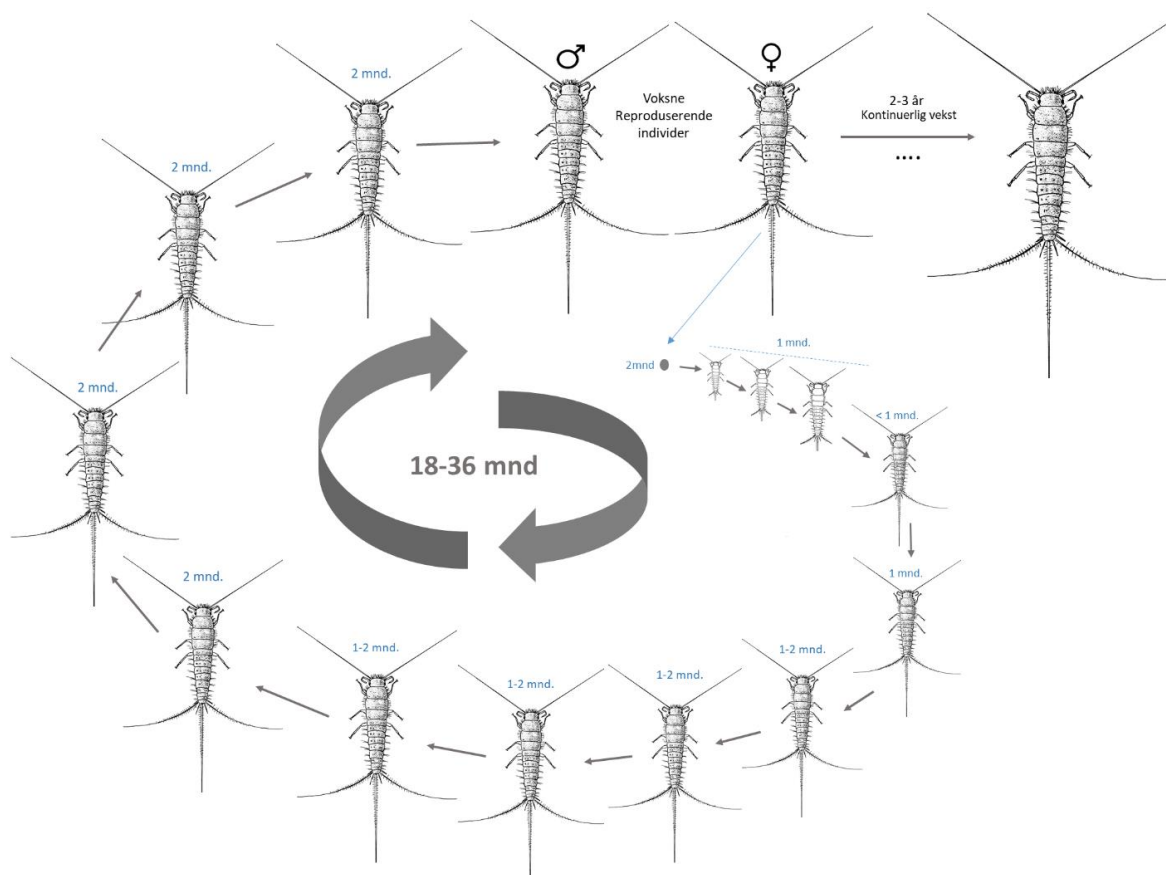
I tillegg til de tre beskrevne børstehalene er flere forskjellige arter funnet i bygninger i forskjellige deler av verden (Mallis et al., 2011). *Ctenolepisma lineata* og *Acrotelsa collaris* er relativt vanlige i USA, *Thermobia campelli* finnes i lagrede matvarer og *Nicoletia meinerti* i drivhus, mens *Ctenolepisma ciliata*, *Ctenolepisma diversiquamis* og *Ctenolepisma targionii* hører med blant de mer sjeldne gjestene (Mallis et al., 2011; Molero-Baltanas et al., 1997; Robinson, 2005). Som en kuriositet kan det nevnes at i norske bygg som er oppført i eller nær fjæresonen, har det noen ganger forvillet seg inn hoppebørstehaler, de såkalte steinsprettene *Petrobius brevistylis* og *P. maritimus* (NIPH\_Pest-Statistics, 2019)

## 2 – Skjeggkreets biologi

Skjeggkreet er svært lite studert, og man har i praksis ingen beskrivelser som gir informasjon om hvordan de lever ute i naturen. Skjeggkreet kan trolig betegnes som en ekte «anthropocore», siden de har en unaturlig utbredelse på de fleste kontinenter, samtidig som de er avhengig av menneskeassistert spredning for reproduksjon på tvers av avgrensede populasjoner (Goddard et al., 2016; Molero-Baltanas et al., 1997; Wygodzinsky, 1972).

### 2.1 – Livssyklus

Skjeggkreet er et ametabolt insekt. Det betyr at individene som klekker fra egget er små, men relativt like de voksne, og at de vokser seg gradvis større gjennom hudskifter (Figur 4). Insekter som vokser på denne måten blir passive i lang tid før hudskiftet. De går gjennom en rekke indre fysiologiske endringer før de bryter ned deler av det gamle skallet, splitter huden på langs og kryper ut som fornyede og litt større individer (Gullan & Cranston, 2014). Hos skjeggkreene ligger størrelsesveksten mellom stadiene på 10-25 %, men dette er avhengig av næringstilgang og forholdene i miljøet (Lindsay, 1940). Vedvarende ugunstige forhold kan derfor gi noe mindre individer enn man forventer. Skjeggkreene blir voksne og har fullt utviklede kjønnsorganer etter 14 utviklingsstadier (Lindsay, 1940). Etter kjønnsmodning fortsetter de med hudskifter og vekst helt til de dør, men økningen i størrelse avtar siden ressurser flyttes fra vekst til overlevelse, reproduksjon og reparasjon av skader (Delany, 1957; Lindsay, 1940). Når børstehaler skifter



**Figur 4:** De forskjellige stadiene er hentet fra Lindsay (1940) og angir hastighet under konstante og optimale forhold, mens spennet i den totale livssyklusen er basert på en forventning om sub-optimale og variable temperaturforhold gjennom døgnet og året. Tegning – Preben Ottesen © FHI

hud, reparerer de skader de har pådratt seg og kan regenerere tapte kroppsdeler (Buck & Edwards, 1990). Tiden de tilbringer i hvert stadium avhenger av temperatur og næringstilgang, men det er antatt at de under gunstige forhold kan utvikles til voksne i løpet av 18 måneder (Delany, 1957; Lindsay, 1940). Selv om vårt innemiljø er stabilt, vil døgn- og årstidssvingninger i temperatur og fuktighet forringe forholdene i perioder og på den måten forlenge livssyklusen (Figur 4). Man har for eksempel sett at sølvkreets utviklingstid mer enn dobles når man går fra stabile og optimale laboratorieforhold til mer «naturlige» forhold (Delany, 1957). I et variabelt miljø er det derfor mest sannsynlig med en livssyklus som strekker seg mot tre år for skjeggkreet. Voksne individer kan også overleve i noen år (Lindsay, 1940). Dette gir skjeggkreet et bemerkelsesverdig langt liv til insekt å være.

**Eggene** kan plasseres enkeltvis eller i grupper. Normalt vil det legges rundt 10 egg av gangen (Delany, 1957). Hvert egg er ovalt med en glatt overflate, de er lyst kremfarget til gulbrune (Figur 5), 1,15 mm lange og 0,83 mm brede (Lindsay, 1940). Hunnene presser eggleggingsrøret inn i kriker og kroker (Videolink i Appendiks F), slik at eggene ligger skjult og beskyttet på steder med gunstige forhold for overlevelse og utvikling. I kulturer tilbys skjeggkre og andre børstehalearter bomull som eggleggingssubstrat (Whittington et al., 1996; Woodbury & Gries, 2013a). Ved romtemperatur, 20-22 °C, bruker egget rundt 2 måneder på å klekke (Lindsay, 1940).



**Figur 5.** Egg fra skjeggkre (*Ctenolepisma longicaudata*)

Foto; Morten Hage, © FHI.

Ut av egget kommer det **første stadiet** (ca. 2,9mm). Det skiller seg fra de andre stadiene ved å være lyse, halvgjennomsiktige og nesten hårløse, og ved at de har kortere haletråder og antenner (Figur 6). De har også et klekkeorgan i form av en liten kant i pannen som de bruker til å åpne egget. Ved romtemperatur tilbringes kun få dager i dette stadiet. Førstestadiet beskrives som tregt og passivt, og det er i stand til å skifte hud uten å spise (Lindsay, 1940). Førstestadiet er trolig lite aktivt siden det har med seg tilstrekkelig næring fra egget og blir derfor sjelden observert.

Det **andre og tredje stadiet** (ca. 3,4-4,4mm) har en form som ligner på de større skjeggkreene, men de har færre hår, mangler skjell og er også noe mindre avsmalnende mot halepartiet (Figur 7). Ved gunstige temperaturer tilbringes kun 1- 2 uker i hvert av disse stadiene (Lindsay, 1940).



**Figur 6.** førstestadiet av skjeggkre

(*Ctenolepisma longicaudata*). Foto; Morten Hage, © FHI.



Andrestadiet er forholdsvis lyst, mens det tredje stadiet er kremfarget med en svakt lilla farge rundt kantene på ryggskjoldet og ved halepartiet.

**I fjerde til syvende stadium** (ca. 4,8-5,5mm) er nymfene veldig like de voksne individene, men mangler strukturer koblet til reproduksjon (Figur 8). De kan best beskrives som miniatyrtgaver av de voksne siden de er skjellkledd, har den karakteristiske dråpeformen og lange haletråder og antenner. Ved gunstige temperaturer vil hvert av disse stadiene vare i 2 til 7 uker, og lengden de tilbringer på hvert trinn øker gradvis fra stadium til stadium (Lindsay, 1940).



**Figur 7.** Andrestadie av skjeggkre (*Ctenolepisma longicaudata*). Foto; Morten Hage, © FHI.



**Figur 8.** Utseende på skjeggkre (*Ctenolepisma longicaudata*) i stadiet 4 til 8. Foto; Morten Hage,

Kjønnsmodningen inntreffer gradvis fra **stadium åtte til tretten** (ca. 5,7-9,7mm) og nymfene blir enda likere de voksne individene (Figur 9). Indre strukturer utvikles, og på de bakre deler av kroppen kommer styli og delvis utviklede kjønnsorganer til syne. Disse karakterene sitter på dyrets underside og er vanskelig å se uten stor forstørrelse. Tiden de tilbringer i hvert av disse stadiene er noe lenger og strekker seg fra 5 til 9 uker per utviklingstrinn (Lindsay, 1940). Allerede fra stadium 8 er det mulig å skille kjønnene fra hverandre gjennom forskjeller i kjønnsåpningene. Disse forskjellene blir også gradvis tydeligere, men er først relevant som kjennetegn fra stadium 14 når reproduksjonen begynner.

**I stadium 14 og i de senere stadier** (ca. 10-18mm) regnes skjeggkreer som voksne (Figur 10). Da er alle reproduksjonsorganer fullt utviklet. Hunner og hanner er veldig like, men der hunnene har en smal V-formet åpning bakerst på bakkroppens underside og et eggleggingsrør, har hannene en mer U-formet åpning og en penis (innfelt i Figur 10).

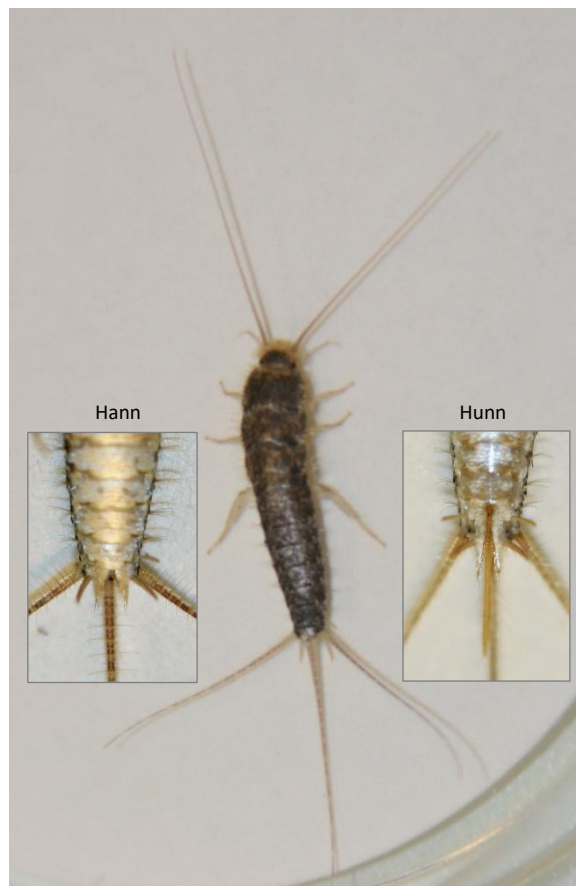


**Figur 9.** Utseende på skjeggkre (*Ctenolepisma longicaudata*) i stadiet 9 til 13. Synlige styli er et tegn på påbegynt utvikling av kjønnsorganer. Foto – Morten Hage, © FHI.

Det totale reproduktive potensialet for insekter er koblet til de abiotiske forholdene, næringstilgang og aldring (Chapman, 2013; Price et al., 2011). I kulturer og under gode forhold lever skjeggkre lenge, og hunnene legger mange egg. Dette gir dem evnen til å danne store populasjoner. En kjønnsmoden skjeggkrehunn kan trolig legge egg det meste av livet, men den totale mengden egg som produseres har aldri blitt målt. I større laboratoriekulturer har det blitt lagt rundt 50 egg per hunn pr år (Lindsay, 1940). Det indikerer et maksimalt potensiale på 100 til 150 egg hvis de overlever i 3 år etter kjønnsmodning, og hvis fruktbarheten holder seg høy. Andre børstehaler viser sesongvariasjoner i reproduktiv innsats, mens skjeggkreet har en konstant produksjon av egg året gjennom (Delany, 1957). Man vil derfor trolig se en forholdsvis jevnt økende vekst i populasjoner som befinner seg i helårsoppvarmede boliger.

## 2.2 – Naturlig utbredelse og habitat

Skjeggkreet ble tidlig på 1900-tallet beskrevet som et vanlig innendørs skadedyr i Sør-Afrika, Australia og på øyer i nærliggende havområder (Heeg, 1969; Lindsay, 1940; Womersley, 1937). Registreringer fra utendørsmiljøer og naturen består av enkle observasjoner fra undersiden av steiner i nærheten av menneskelig aktivitet (Heeg, 1969; Molero-Baltanas et al., 2017). Andre børstehalearter og hoppebørstehalene (Archaeognatha) har en bedre beskrevet biologi. De lever ofte i overgangen mellom jordbunn og vegetasjon og finnes derfor i strølag og under steiner, i små hulrom (Figur 11) og dyreboliger, samt i assosiasjon med maur og termitter (Delany, 1957; Molero-Baltanas et al., 2017; Molero-Baltanas et al., 2010; Molero-Baltanas et al., 2012; Robinson, 2005). De kan enten livnære seg på enkle dietter bestående av grønnalger, muggsopp, lav, pollen eller annet plantemateriale, eller ved å være altetende insekter som bidrar til resirkulering og nedbrytning av organisk materiale (Robinson, 2005; Sturm, 2009a; b). Skjeggkreet er tilsynelatende blant de altetende artene og er i innendørs miljøer registrert å forsyne seg av både stivelse, sukker, proteiner og fett (Bennett et al., 2010; Gold & Jones, 2000; Lindsay, 1940; Mallis et al., 2011). På grunn av kalde vintre og til dels lave sommertemperaturer vil ikke skjeggkre klare seg utendørs i Norge, og det «naturlige» habitatet er derfor oppvarmede bygninger. Insektfaunen innendørs er variabel, men man ser ofte at bygningsmasse på bakkenivå (kjeller og førsteetasje) har størst



**Figur 10.** Voksent skjeggkre (*Ctenolepisma longicaudata*). Kjønnåpninger hos hunn og hann er innfelt i bildet. Foto; Morten Hage, © FHI.



**Figur 11.** Skjeggkre (*Ctenolepisma longicaudata*) på trerot i laboratoriekultur. Foto; Morten Hage, © FHI.

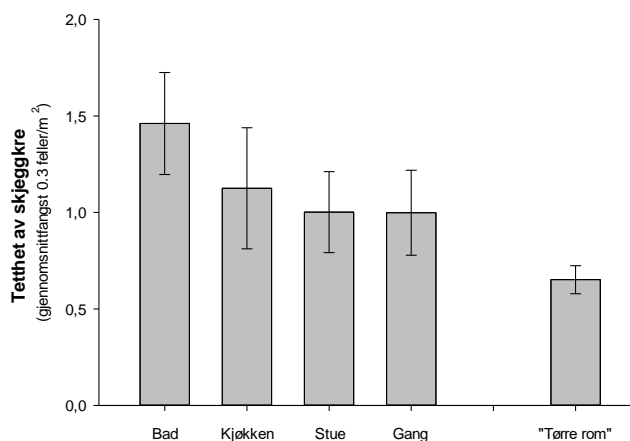


antall insekter og at artsdiversitet og antall påvirkes av både innredning og konstruksjon (Leong et al., 2017; Robinson, 2005). Disse fordelingsmønstrene vil trolig også være synlig hos skjeggkreet, men preferanser og fordeling i bygninger er så langt ikke detaljert beskrevet.

## 2.3 – Abiotiske preferanser

De fleste insekter har evnen til å overleve i et vidt spekter av miljøer, men utenfor optimale forhold vil påvirkningen av miljøstresset ofte være høy og resultere i svakere individer og begrenset populasjonsutvikling (Price et al., 2011). Derfor kan man finne delvis avgrensede populasjoner til tross for mulighet for aktivitet i større arealer. De tre vanligste innendørslevende børstehalene er et fint eksempel på denne populasjonsdynamikken i det urbane økosystemet. Sølvkreet foretrekker rom med høy luftfuktighet og finnes derfor stort sett i våtrom, i rom med pågående fuktskader eller i miljøer som over lengre tid holder høy luftfuktighet (Molero-Baltanas et al., 1997; Sweetman, 1939). Selv om de kan bevege seg ut av disse rommene og operere i tørre miljøer, vil tørkestresset normalt bli for stort hvis de besøker for eksempel soverom eller stuer. Sølvkre regnes som et uproblematisk skadedyr som bekjempes eller holdes i sjakk ved hjelp av utbedring av fuktskader, fuktregulering og enkle bekjempingstiltak som for eksempel lokal bruk av forgiftet sukkerholdig åte. Fyrkreet, som krever både høy fuktighet og veldig høye temperaturer (Sahrhage, 1954; Sweetman, 1938), finner man ofte i varme områder langt fra Norge, og det er tvilsomt om fyrkreet vil klare å utvikle seg i normale norske bygg. De foretrekker temperaturer rundt 35-37 °C (Tremblay & Gries, 2006), og siden slike miljøer ikke er vanlig i Norge, er fyrkreet svært sjeldent tilstede (Lillehammer, 1964). De kan eventuelt dukke opp i forbindelse med varme maskinrom eller i andre spesielle miljøer som i bakerier og lignende, men fyrkrebekjemping vil kun handle om temperaturregulering lokalt for å unngå overlevelse og reproduksjon.

Skjeggkreet dukker nå hyppig opp i norske bygg fordi det er en betydelig overlapp mellom deres foretrukne miljø og slik vi ønsker å ha det hjemme hos oss selv. Man kan derfor møte på skjeggkre i de aller fleste rom i våre helårsoppvarmede boliger (Figur 12).



**Figur 12.** Fordeling av skjeggkre (*Ctenolepisma longicaudata*) i forskjellige typer rom (n=354, gjennomsnittsfangst ±SE) fra norske leiligheter og rekkehus.

### 2.3.1 – Lys

Skjeggkreene er nattaktive dyr som skyr lyset. Med unntak av enkle adferdsstudier (Heeg, 1967b) er lysets innvirkning lite studert hos skjeggkreet. Man vet imidlertid at deres nære slektning fyrkreet har en døgnrytme som justerer dag- og nattaktivitet gjennom en syklisk dempet aktivitet i nervesystemet (Kamae et al., 2010; Kamae & Tomioka, 2012; Závodská et al., 2005), og sett i kombinasjon med at det er vanskelig å finne skjeggkre på dagtid, samt «dag-nattaktivitet» i konstant opplyste forsøk (Lindsay, 1940), er det rimelig å anta at skjeggkreene også benytter seg av tilsvarende mekanismer. Lys er derfor med på å avgjøre hvor man vil møte skjeggkre. På dagtid vil de foretrekke mørke skjulesteder i møbler, sokler og bokhyller, under forskjellige gjenstander, eller befinne seg bak lister og andre hulrom i konstruksjoner. På

nattestid er skjeggkreene aktive på jakt etter næring (Lindsay, 1940) og vil da kunne bevege seg vekk fra sine foretrukne skjulesteder.

### 2.3.2 – Temperatur

Skjeggkreene trives i temperaturer fra 20 °C til 26 °C. Kommer man under 20 °C vil livssyklusen i stor grad forlenges siden tiden de tilbringer i hvert stadium da blir mye lenger. Utviklingen stopper opp ved 16 °C, men i motsetning til de minste nymfene som dør etter noen uker på 10 °C, vil større individer overleve lenge i temperaturer helt ned mot 0 °C (Lindsay, 1940). Det finnes ingen informasjon om sammenhengen mellom **kuldegrader** og tiden det tar før døden inntreffer hos skjeggkre. Dette er følgelig et tema som bør studeres for å avdekke eventuelle tilpasninger og mekanismer for kuldetoleranse. I den andre enden av temperaturskalaen finnes det noe bedre kunnskap, men det er vanskelig å identifisere en nøyaktig optimaltemperatur og presise grenser for overlevelse ved **høye temperaturer**. Man vet at klekke- og utviklingstid går ned med økende temperaturer helt opp mot 30 °C, samtidig som at overlevelsestiden blant større nymfer og voksne individer går fra måneder til uker når man overstiger 26-28 °C (Lindsay, 1940). Ved 24 °C, rett før man møter brytningspunktet mellom rask utvikling og overlevelse, avtar også aktiviteten hos skjeggkreene (Lindsay, 1940). Dette kan tyde på at optimumstemperatur er rundt 24 °C, mens adferdsstudier med fri bevegelse over temperaturgradienter indikerer en selvvalgt temperaturpreferanse på rundt 20 °C (Heeg, 1967b). Sammenlignet med for eksempel veggedyr, som også opptrer som skadedyr i innendørs miljøer, tåler skjeggkreene varmessress dårlig (Lindsay, 1940; Rukke et al., 2015; Rukke et al., 2018). Varmestresseksperimenter antyder at skjeggkre vil oppleve dramatisk dødelighet ved lang eksponeringstid i temperaturspennet 35-40 °C, og at de kun vil overleve i timer ved temperaturer over 40 °C (Lindsay, 1940). Dette samsvarer med den forkortede overlevelsestiden mellom 30 °C og 35 °C, men siden overlevelse under varmessress ofte er koblet til interaksjoner mellom temperatur, fuktighet, adferd og fysiologi (Chown & Nicholson, 2004) bør grundige studier utføres for sikkert å kunne beskrive eventuelle negative effekter for både individer og populasjoner.

### 2.3.3 – Fuktighet

Skjeggkre er ansett å tåle tørrere miljøer enn de andre vanlige innendørs børstehalene. Både sølvkre og fyrkre har sin optimale utvikling i miljøer med luftfuktighet over 75 % (Sahrhage, 1954; Sweetman, 1938; 1939), mens fuktighetskravet er noe lavere hos skjeggkreet. I perioder vil skjeggkre overleve tørre forhold, men over tid vil 55 % luftfuktighet utgjøre en markert grense. Selv med tilgang på mat overlever ikke skjeggkreet mer enn et par uker ved luftfuktighet under 45 % og maksimalt en måned ved 50 % luftfuktighet, mens de klarer seg fint i mer enn 3 måneder ved 55 % luftfuktighet (Lindsay, 1940). Nylagte egg og de første utviklingsstadiene har strengere fuktighetskrav og dør enda raskere ved luftfuktigheter under 55 %. Mikroklimatiske forhold i sprekker og små hulrom vil være avgjørende for overlevelse siden skjeggkre har muligheten til å flytte seg til steder med gode forhold for utvikling. Det er uklart om skjeggkreet kan drikke vann eller kun inntar væske gjennom maten. Skjeggkreet har derimot evnen til å absorbere vann fra lufta (Heeg, 1967a) og kan ha en bedre overlevelse enn antatt ut i fra luftfuktighetsmålinger. Ved å tilbringe tid tett ved fritt vann eller hvis luftfuktigheten stiger i kortere perioder, kan de hente inn mye av væsketapet de har pådratt seg i tørre omgivelser (Heeg, 1967a; Lindsay, 1940). Under tørre forhold vil det derfor være vanskeligere for dem, men tilgang på lokal fuktighet vil trolig være den avgjørende overlevelsesfaktoren.

## 2.4 – Næringskrav og metabolisme

Skjeggkre og flere av de andre innendørslevende artene er rapportert å kunne fordøye stivelse og karbohydrater fra papir (Delany, 1957; Lasker, 1957; Lindsay, 1940; Treves & Martin, 1994; Zinkler & Gotze, 1987). Mikroorganismer i børstehalenes fordøyelsessystem er en noe uklar faktor, men de bidrar trolig til nedbrytningen, fordøyelse eller som et slags kosttilskudd (Woodbury & Gries, 2013a; b; c; Woodbury et al., 2013). Til tross for denne spesialtilpasningen er ikke papir optimal næring for skjeggkre. Skjeggkre krever tilskudd av proteiner for å oppnå full utvikling og flere av de mindre stadiene er ikke i stand til å skifte hud på enkle dietter bestående kun av karbohydrater. Evnen til å overleve lenge på papir er derfor trolig beholdt de senere stadier i utviklingen. Hos insekter er produksjon av egg koblet til høyt inntak av proteinrik føde, og sentrale insekthormoner er basert på ressurser som aminosyrer og kolesterol i fett (Chapman, 2013; Gullan & Cranston, 2014). For å sikre rask og fullstendig utvikling i laboratoriekulturer, holdes børstehaler på en helhetlig diett bestående av proteiner, karbohydrater, fett og andre essensielle stoffer (DeVries & Appel, 2013; Wang et al., 2006; Whitington et al., 1996; Wijenberg et al., 2013).

Skjeggkreet kan vandre langt for å finne mat, men hvis de kommer til en god næringskilde vil de ofte bli værende i nærheten av denne (Mallis et al., 2011). Det finnes flere observasjoner av skjeggkre som spiser døde insekter, og dette er trolig en viktig proteinkilde i innendørsmiljøer. Kannibalisme er også utbredt blant skjeggkre (Delany, 1957), og døde individer av egen art fortæres ikke bare for energien, men trolig også for å få tak i essensielle næringsstoffer og symbionter (Woodbury & Gries, 2013a; c; Woodbury et al., 2013). Karbohydrater, som i hovedsak benyttes som energi, kan stamme fra papir, kornprodukter og sukker, mens selv ørsmå matrester som for eksempel fett, smuler, korn, frø og lignende kan utgjøre viktige kosttilskudd ved å tilføre både grunnleggende næringsstoffer og essensielle sporstoffer. For nærstående slektninger av skjeggkreet er det også observert variasjon i dietten i henhold til temperatur. For sølvkreet er for eksempel sukker en foretrukket energikilde ved lavere temperaturer, mens proteiner og fett står høyt på menyen ved høyere temperaturer når de har raskere vekst og en mer intens populasjonsutvikling (DeVries & Appel, 2014). Voksne individer av både sølvkre og fyrkre har også en lav basal metabolisme (lav forbrenning ved hvile) og har derfor gode evner til å overleve lengre perioder uten mat (DeVries & Appel, 2013). Observasjoner av lang levetid på begrensede ressurser (Lindsay, 1940) tyder på at skjeggkre også innehar de samme egenskapene som sølvkre og fyrkre når det kommer til indre fordeling av energi og andre ressurser.

## 2.5 – Adferd og sanseapparat

Alle dyr er avhengig av et velutviklet sanseapparat for å kunne utføre essensielle oppgaver som fører til overlevelse og reproduksjon (Stevens, 2013). Børstehalene er primitive insekter (Sturm, 2009a; b), men de har likefullt grunnleggende sanser som syn, lukt og smak, samt mekaniske organer for registrering av fuktighet, temperatur, berøring og vibrasjoner (Berg & Schmidt, 1996; 1997; Farris, 2005; Hadicke et al., 2016; Hasenfuss, 2002; Heeg, 1967b; Lindsay, 1940; Missbach et al., 2014; Woodbury & Gries, 2007). Hos mange av de høyerestående insektene har sanseapparatet ofte utviklet seg videre til spesialiserte organer, mens børstehalene trolig besitter en noe enklere form for oppfattelse og evaluering av miljøet de befinner seg i (Christensen, 2005; Hansson & Stensmyr, 2011; Haverkamp et al., 2018).

### 2.5.1 – Øyne og syn

Skjeggkreet består av 12 fasetter og kan derfor beskrives som små og enkelt oppbygget. Deres anlegg for å se og orientere seg i forhold til miljøet er ikke studert, men nattaktive insekter

som fyrkre og veggedyr har enkle øyne av liknende oppbygning og kan skille objekter, lysintensitet og farger (McNeill et al., 2016; Tremblay & Gries, 2006). Fyrkreene viser også preferanse for sorte eller mørke objekter på en måte som indikerer at synet er en bidragsyter når de lokaliserer egnede skjulesteder (Tremblay & Gries, 2006). Ettersom skjeggkre ikke har punktøyne vil fasettøynene også fylle rollen som lysmålere og som for fyrkreet trolig bidra til regulering av døgnrytmer (Kamae et al., 2010; Kamae & Tomioka, 2012; Závodská et al., 2005). Man har også sett at lysnivået de opplever påvirker preferanse for temperatur og fuktighet slik at mindre gunstige forhold kan aksepteres så lenge det er mørkt (Heeg, 1967b).

### 2.5.2 – Lukt og smak

Evnen til å registrere kjemikalier ved hjelp av sanseorganer lokalisert på antenner og munnleder er antatt å være like gammel som insektene selv og avhenger av muligheten til å fange opp stoffer i lufta eller på et substrat, samt å tolke dette signalet (Hansson & Stensmyr, 2011; Haverkamp et al., 2018). Antennene hos de fleste børstehaler har mange sansestrukturer (sensiller) som er karakteristiske for både kontakt- og avstandsdeteksjon av kjemikalier (Berg & Schmidt, 1996; 1997; Hadicke et al., 2016; Hansen-Delkeskamp, 2001; Missbach et al., 2015), og hjernen inneholder strukturer som kreves for håndtering av signalet (Farris, 2005). For skjeggkreet er disse egenskapene lite studert, men det er vist at kontakt med spesifikke stoffer påvirker adferdsmønstre og fører til aggregering (Woodbury & Gries, 2007; 2013b). Avstandsdeteksjon av flyktige signaler som for eksempel matlukt er ikke studert, men studier av antenner hos de vanligste innendørslevende børstehalene peker på at både smak- og luktesansen vil være en faktor for adferdsregulering (Hadicke et al., 2016; Hansen-Delkeskamp, 2001; Missbach et al., 2015).

### 2.5.3 – Mekaniske sanser, fuktighet og temperatur

I antennene og i haletrådene finner man også sansestrukturer som er koblet til temperaturregistrering, fuktighetsmålinger og berøring (Berg & Schmidt, 1996; 1997; Hadicke et al., 2016). Disse organene er lite studert, men generelt sett brukes de til habitatvalg, bevegelse og registrering av berøring (Chapman, 2013). For fyrkreene er temperatursansen avgjørende for hvor de etablerer seg (Tremblay & Gries, 2006), og mekanoreseptorer i halene og antennene til både sølvkre og fyrkre er trolig bidragsytere for å unngå farer (Berg & Schmidt, 1996; 1997; Hadicke et al., 2016). En underfundig observasjon er også gjort hos både fyrkreet og sølvkreet. De har evnen til å detektere svak elektrisk strøm og viser tendenser til å stanse og aggregere over objekter som inneholder et spenningsfelt (Wijenberg et al., 2013).

### 2.5.4 – Aggregerende adferd og paringsdans

Aggregerende adferd betyr at individer samler seg i grupper for å oppnå en fordel. Denne typen adferd er tilstede blant både skjeggkre, sølvkre og fyrkre og baserer seg på artsspesifikke signaler (Tremblay & Gries, 2003; Woodbury & Gries, 2007; 2008; 2013a; b). For skjeggkreet kan dette gi fordeler ved at signalet indikerer et fordelaktig mikroklima og kort vei til mat. Samtidig gir individansamlinger redusert predasjonsrisiko, økt tørketoleranse, økt tilgang på partnere og raskere vekst (Gullan & Cranston, 2014; Price et al., 2011; Sweetman, 1938). Når næringsøk kombineres med aggregeringssignaler som dyrene selv slipper ut, vil individansamlinger bli selvforsterkende der man har tilgang på både mat og gunstige forhold (Bennett et al., 2010; Mallis et al., 2011). Dette kan forklare hvorfor man finner noe høyere tettheter i baderom og på kjøkken (Figur 12). Signalet som danner grunnlaget for aggregeringen er basert på mikroorganismer i skjeggkreenes tarmsystem. Bakterien *Enterobacter cloacae* og soppen *Mycothypha microspora* gir aggregering hos fyrkreet, mens det kun er soppen som gir respons hos skjeggkreet (Woodbury & Gries, 2013a; b). Ytterlige detaljer er ikke studert hos skjeggkreet, men hos fyrkreet kan mikroorganismene overføres fra individ til individ ved at

avføring eller annet forurenset materiale spises, og de kan fungere som både næring og et slags kosttilskudd for de tidlige stadiene (Woodbury & Gries, 2013c; Woodbury et al., 2013).

Der man har ansamlinger av skjeggkre foregår også reproduksjonen. Børstehaler har paringsritualer som er spesifikke for de enkelte artene. Fyrkreets og sølvkreets «paringsdans» er beskrevet og består av en sekvens av kontakt og «dans» før det spinnes silketråder som leder hunnen til en spermiesekk (spermatofor) som befrukter henne uten direkte kontakt mellom individene (Sturm, 1997). Selve dansen er ikke beskrevet hos skjeggkre, men tråder og spermatoforer er funnet (Walker et al., 2013).

### 3 – Skade

Den mekaniske skaden skjeggkreene gjør er forholdsvis begrenset og delvis koblet til næringsopptak. Siden de er i stand til å spise det meste, kan de gnage og gjøre skade på en rekke vanlige produkter som for eksempel papir, tapet, bilder, bøker og de fleste tørre næringsmidler. Tøy produsert av bomull, lin eller andre plantematerialer angripes også, mens tøy fra dyr, som for eksempel ull, ekte silke og pels, angripes sjelden (Bennett et al., 2010; Mallis, 1941; Mallis et al., 2011). Det er viktig å understreke at eventuelle gnageskader i privat sammenheng er av begrenset betydning. Alvorlig skade inntreffer først når objekter av høy verdi berøres, og det er derfor problematisk med skjeggkre i biblioteker, museer og historiske samlinger der uerstattelige objekter kan forringes og ødelegges (Szpryngiel, 2018).

Negativ omtale i media kan gi svekket omdømme og økonomisk tap for handelsstanden, overnattingssteder og andre tjenesteleverandører hvis bedrifter kobles til skjeggkre og eventuell spredning av skadedyret. Dette er også relevant for borettslag, utleiende, skoler og barnehager som likeledes kan få et dårlig rykte. Skjeggkreene i Norge har også spilt en rolle i et økende antall eierskiftesaker. Dette er per dags dato den største økonomiske betydningen de kan få. Denne noe uvanlige skaden skyldes trolig at skjeggkreet er et «nytt» skadedyr, og man kan forvente fortløpende endringer i rettspraksis og omfang hvis man får etablert rutiner for håndtering av problemet eller enes om terskelverdier (se kapittel 5.2). I tillegg til de forholdsvis store økonomiske kravene fra kjøpere av en skjeggkre-infestert bolig, har en slik praksis en samfunnsmessig betydning ved at ressurser i rettsvesenet bindes opp.

Psykisk ubehag koblet til forekomst av skjeggkre i boliger er i privat sammenheng en viktig faktor. Det kjølige klimaet i Norge med forholdsvis tette hus og leiligheter gir et begrenset innslag av insekter innendørs. Når dette kombineres med høy levestandard og gode hygieniske forhold, vil mange i praksis ha en null-toleranse for insekter innendørs. Skjeggkreet oppleves derfor av mange som en invasjon av våre private områder selv om man nesten ikke ser noe til dem, og den fysiske skaden er marginal. Det psykiske ubehaget forsterkes ytterligere gjennom en ubegrunnet frykt for sosial stigmatisering og en misforstått kobling mellom skjeggkre og uhygieniske forhold. Høy tetthet av skjeggkre er åpenbart en ikke-akseptabel situasjon og bør håndteres, mens lave tettheter koblet til deler av bygg vil kunne være akseptabelt i perioder. Det er også viktig å være klar over at bekjemping kan være tidkrevende, og at tilbakefall av tilsynelatende vellykkede bekjempelser kan bidra til at ubehaget man opplever forsterkes og strekker seg ut i tid.

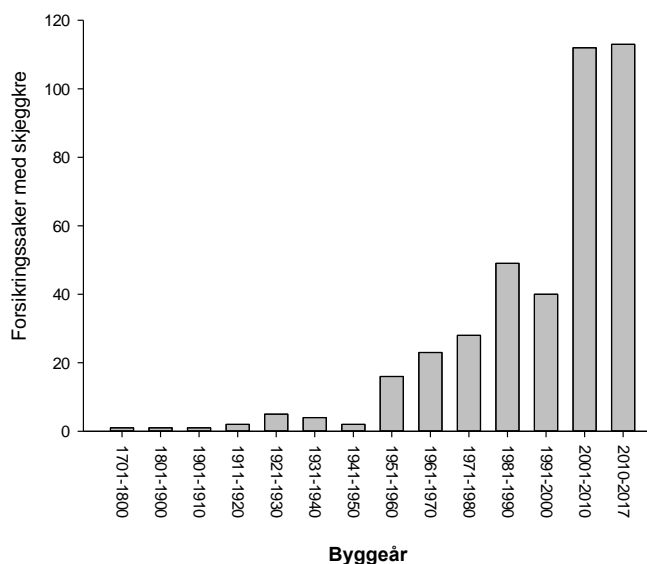
Allergiske reaksjoner mot insekter forekommer. Man kan få en reaksjon etter bitt eller stikk, men også etter å ha pustet inn eller svelget proteiner (allergener) fra insekter (Arlian, 2002). Koblingen mellom astmatiske reaksjoner og insekter er ikke entydig, men allergener i

ekskremerer og insektsrester er en potensiell faktor i sensibilisering og forverring av astma (Arlian, 2002). Kakerlakker er godt studert i forhold til insekt-indusert allergi, og det typiske bildet er at folk av lavere sosioøkonomisk status har høyere innslag av kakerlakker og derfor mer av denne typen problemer (Gore & Schal, 2007). Redusert eksponering oppnås kun ved kontroll av kakerlakkene og fjerning av allergener (Rabito et al., 2017). Børstehaler kan trolig også bidra til denne typen problemer siden de skifter hud og etterlater seg insekthår, små hudfragmenter, skjell og ekskremerer, men en direkte sammenheng mellom børstehaler og astmatiske problemer er ikke vist (Barletta et al., 2005; Barletta et al., 2002; Boquete et al., 2008). Små insektpopulasjoner spiller en mindre rolle i et totalbilde med mange allergiregulerende faktorer (Arlian, 2002; Bonnefoy et al., 2008), og risikoen for å utvikle overfølsomhet og astmatiske problemer på grunn av insekter er derfor lav i norske bygg med høy standard og generelt lave nivåer av insekt-allergener. Folk som allerede er allergiske eller har en astma utløst av allergener fra insekter, bør være observante og forsøke å redusere kontakt med skadedyr i så stor grad som mulig (Arlian, 2002).

## 4 – Bekjemping og håndtering av skjeggkre

Skjeggkreet har levd i norske boliger i noen år, men de siste to årene har omfanget av problemet økt. I 2016 ble det registrert 511 bekjempingstilfeller, mens dette tallet steg til 1516 i 2017 og 3433 i 2018 (NIPH\_Pest-Statistics, 2019). Årene før 2016 har vi trolig hatt middels skjeggkreativitet i Norge, og i tillegg til tallene som er synlig i statistikken, finnes det dokumentasjon på at skjeggkreet har vært hos oss lenger. I 2014 ble skjeggkreet offisielt registrert i 9 skadesituasjoner

(Mattsson, 2014). Man har også ett mulig tilfelle fra Oslo i 2004, og 3 bekreftede tilfeller fra Bærum (Mattson, 2018 pers. comm.), Årstad og Godvik (Djursvoll, 2017) i henholdsvis 2006, 2008 og 2009. Som en kuriositet kan man også nevne at det under en gjennomgang av gamle antatte fyrkrefunn fra Norge ble oppdaget at noen av individene som ble samlet inn fra Zoologisk museum i Oslo i 1979 faktisk var skjeggkre (NIPH\_Pest-Statistics, 2019). Innrapporterte skjeggkretilfeller hos Norsk Hussopp Forsikring viser en overvekt av nye bygg blant deres erstatningssaker (Figur 13). Bygg ferdigstilt etter år 2000 ser ut til å være hardest rammet av problemet, og flere rapporter om skjeggkre i kontorlokaler, barnehager, skoler, museer, biblioteker og andre offentlige bygg har også dukket opp i de siste årene (NIPH\_Pest-Statistics, 2019). Førstegangsregistreringer og en tilsvarende eskalerende skadesituasjon er også beskrevet fra Nederland, Storbritannia, Belgia, Sverige, Tyskland og



**Figur 13:** Innrapporterte erstatningssaker hos Norsk Hussopp Forsikring. Figuren viser forsikringsaker med skjeggkre (*Ctenolepisma longicaudata*) i henhold til byggeår.

Tjekkia (Bujis, 2009; Goddard et al., 2016; Kulma et al., 2018; Lock, 2007; Meineke & Menge, 2014; Pape & Wahlstedt, 2002; Schoelitz & Brooks, 2014). Skadedyrbransjen i Norge har møtt en ny utfordring gjennom skjeggkreet. Så langt har det vært sak-til-sak behandling, men omfanget det siste året understreker behovet for grundig bekjemping med mange tiltak, bygningsovergrepene tilnærming og kartlegging av mulige innførsels- og sprednings-veier både internt i bygninger og på nasjonalt nivå.

Internasjonal bekjempingslitteratur peker på skjeggkre som mer krevende å bli kvitt enn de andre børstehaleartene. Bekjempingsstrategien mot denne arten har derfor et større fokus på en helhetlig og integrert bekjempningstilnærming (Bennett et al., 2010; Mallis et al., 2011). Anbefalingene for kontroll innebærer reduksjon av fuktighet og fjerning av så mange skjulesteder som mulig. Dette inkluderer å skape tørre forhold på lager, loft, kjellere og bodere der pappesker, papir, bøker og tøy kan skape gunstige mikrohabitater (Bennett et al., 2010). Videre anbefales det jevnlig støvsuging av potensielle ansamlingssteder som møbler, hulrom, alle kroker og krokar og under løse gjenstander (Mallis et al., 2011). Det fremheves også at man i så stor grad som mulig skal sørge for at langtidslagring av matvarer foregår i tette bokser. Kjemisk behandling med sprøytemidler rettes kun mot steder der skjeggkre aggregeres og formerer seg samt områder der de hviler på dagtid (Bennett et al., 2010; Gold & Jones, 2000; Mallis et al., 2011).

## 5 – Integrert skadedyrkontroll (IPM)

Den mest rasjonelle tilnærmingen for kontroll av skjeggkre vil være en integrert skadedyrbekjempelse, også kalt IPM-løsning (**IPM = Integrated Pest Management**), der kunden eller beboer besørger generelle begrensende tiltak, mens en skadedyrbekjemper håndterer de tekniske vurderinger og tilpasser bekjempingsmetodikken. I en integrert skadedyrbekjempelse ligger det at man benytter mange tiltak som sammen bidrar til å oppnå ønsket effekt. Oppbygningen av en helhetlig strategi inkluderer forebyggende tiltak, inspeksjon og identifikasjon av problemet, kartlegging av omfang og måling av effekt av gjennomførte tiltak. Kompetanseheving hos alle berørte parter og en betydelig egeninnsats fra beboere, samt et godt og åpent samarbeidsmiljø mellom alle berørte parter er vesentlig for å løse problemet, maksimere forebygging og begrense spredning.

### 5.1 – Innførsel, spredning og forebyggende tiltak

Det vil være viktig å differensiere mellom forskjellige typer bygg når man vurderer innførselsrisiko og tiltak for å forebygge spredning. Skjeggkreproblemer vil typisk oppdages i private hjem, kontormiljøer, biblioteker, museer, skoler og barnehager. Alle disse miljøene vil ha et ansvar for å begrense spredning fra infesterte til uberørte bygg. I tillegg vil for eksempel minilagre for utleie, distribusjonsterminaler og tollagre for post og gods, varelagre hos handelsstanden, brukthandlere og loppemarked trolig spille en sentral rolle som spredningsveier. Denne typen steder opererer med stor vareflyt, mellomlagring og distribusjon til butikker eller kunder. Det vil være lett for skjeggkreet å haikede med paller, kasser, pappesker og møbler slik at de kan etablere seg på nye steder, formere seg og så spres videre igjen. Uten grundige undersøkelser og kartlegging vil det være vanskelig å beskrive spredningsveier, og man vet per i dag veldig lite om hvordan skjeggkreene kommer inn i bygninger. De finnes ikke utendørs og må følgelig transporteres inn ved hjelp av objekter. Produktemballasje, paller og

kasser er de mest aktuelle kandidatene siden treverk, bølgepapp, isopor, plast og lignende gir gode muligheter for skjulesteder. Hvorvidt spesifikke produktgrupper eller varekategorier utmerker seg er ukjent, men siden vi har et raskt økende antall tilfeller i Norge, er det mye som tyder på en vedvarende innførsel eller spredning. Sentrale aktører innen varehandel bør derfor vise samfunnsansvar og jevnlig gjennomføre inspeksjoner og kartlegging for deteksjon av eventuelle infestasjoner. Siden nye bygg utmerker seg i skadesaker i Norge, kan man anta at de er ekstra utsatt ved at et høyt antall objekter tas inn i bygget både ved oppføring av bygget og under innflytting. Stor innførsel av for eksempel emballert innredning, bygningsmateriale, nyinnkjøpte møbler, interiør, inventar og elektroniske artikler vil i kombinasjon med mange flyttelass forhøye risikoen i nye bygg med synkron innflytting i alle leiligheter. I eldre og etablerte bygg vil innførselen trolig skje mer sporadisk siden inn og utflytting samt oppussing skjer over et mye lengre tidsintervall. Mekanismene vil også her være via objekter, og på sikt kan det derfor tenkes at vi vil få en jevnere fordeling av problemet i forhold til byggeår.

Det vil være vanskelig å forebygge mot sporadisk innførsel av skjeggkre. Dette vil kreve en konstant årvåkenhet og inspeksjon hver gang et objekt med potensielle skjulesteder tas inn i bygningen. Å kvitte seg raskt med emballasje og esker kan muligens redusere risikoen noe siden eventuelle skjeggkre da kan bli med emballasjen ut igjen. Det vil også være en viss fare for at skjeggkre kan haikede med håndvesker, bager og sekker fra for eksempel arbeidssteder, skoler, barnehager eller private boliger. Heldigvis er skjeggkreene passive på dagtid, slik at risikoen for tilfeldige gjester i objekter som daglig tas til og fra infesterte bygg trolig er lav. Hvis vesker og lignende i tillegg plasseres opp fra gulvet på steder med godt lys vil risikoen være tilnærmet null. Ting som har stått stille over natten, eller i lengre tid i infesterte bygg, vil følgelig ha en høyere risiko og kan med fordel inspiseres grundig før de tas med hjem. Har man observert skjeggkre der man overnatter på ferie, kan det også være smart å inspisere kofferten når man pakker ut. Flyttelass er en spesielt krevende situasjon siden man har store volum med objekter som gir mange skjulesteder. Flytter man fra bygninger med skjeggkre, vil det være naturlig med forholdsregler for å hindre at man får dem med seg, men 100 % beskyttelse vil kreve varme- eller kuldebehandling av flyttelass og kan være kostbart og upraktisk å få til.

Hvis skjeggkreene først har funnet seg til rette, er de antatt å ha en god spredningsevne internt i bygninger. De er små og flate og har evnen til å vandre mellom rom, klemme seg gjennom ørsmå åpninger og kan benytte rørgjennomføringer, luftkanaler og kabelganger som spredningsveier (Mallis, 1941; Mallis et al., 2011). Begrensning av skjeggkreenes bevegelsesfrihet kan være et bidrag i en IPM-løsning ved å gi dem færre muligheter til å oppsøke gunstige forhold. Helt tette bygg er urealistisk, men for å få så lite forflytning mellom enheter som mulig, vil fugging og tetting av sprekker, rør- og kabelgjennomføringer samt finmasket netting på luftkanaler trolig kunne bidra til å begrense omfanget.

## 5.2 – Bygningsovergripende strategier og terskelverdier

Det er sannsynlig at skjeggkreene vil kunne spre seg mellom leiligheter, og over tid vil en populasjon produsere nok dyr til at spredningsfaren internt i bygget blir betydelig. Det er derfor ikke nok å behandle én og én leilighet. Sannsynligheten for en reintroduksjon fra naboene vil ofte være tilstede, og problemet bør derfor håndteres på samme måte som ved faraomaur-, kakerlakk- og veggedyr-infestasjoner der spredning mellom nabo-leiligheter kan være et problem. Bruk av deteksjonsfeller for skjeggkre i alle tilstøtende leiligheter vil være et minimumskrav for å skaffe et nødvendig overblikk over situasjonen, og ofte vil en total kartlegging i alle leiligheter etterfulgt av en systematisk og koordinert bekjemping være det mest hensiktsmessige.



Siden vi ikke har fullgode bekjempingsstrategier som enkelt fjerner alle individer, og siden skaden er relativt begrenset, er nulltoleranse for skjeggkre lite hensiktsmessig. Det kan medføre overdreven behandling og unødvendig bruk av gift. Et annet problem med en absolutt nulltoleranse er at faren for reinfestasjon for tiden ser ut til å være betydelig, og et skille mellom feilslått behandling og en ny introduksjon vil følgelig være svært diffus. Det er viktig å påpeke at for høy toleranse er uheldig siden spredningsfaren øker med antallet individer per enhet. Definerings av akseptable nivåer i forskjellige miljøer vil trolig være mulig når man har bygget mer erfaring med dette «nye» skadedyret. Nivået bør settes slik at både ubehag og spredningsfare minimeres. Det er derfor viktig at bekjemping inkluderer kunnskapsheving hos de berørte gjennom informasjonsmøter med beboere og brukere. Da unngår man at det bryter ut panikk om man observerer dyr, samtidig som at økt forståelse for skadedyrets biologi kan bedre egeninnsats fra beboere og forvaltere, samt redusere spredningsfare og det opplevde stresset (Bennett et al., 2016). Skadedyrteknikere som håndterer skjeggkresaker bør derfor alltid ha bred kunnskap om skadedyret, samt ha evne til å formidle dette til kunder som rammes. Over tid vil en helhetlig tilnærming som reduserer faren for introduksjon og spredning i kombinasjon med optimaliserte bekjempningstiltak, kunne føre til at skjeggkre holdes på et akseptabelt nivå eller presses tilbake til et ubetydelig problem. Et akseptabelt nivå vil være personavhengig, men lave tettheter, som i praksis ikke medfører noen skade på objekter, og heller ikke gir mange synlige individer i dagliglivet, vil trolig være noe de fleste kan leve med på sikt.

### 5.3 – Inspeksjon: deteksjon, vurdering og etterkontroll

Ved mistanke om skjeggkre må dette bekreftes med artsbestemmelse. Artsbestemmelse kan være krevende siden døde og uttørkede individer kan fremstå som helt lysegrå og matte eller mangle skjell, hår og alle de typiske kjennetegnene. Levende individer kan også ha brukne haletråder og manglende skjell og hår og på den måten ligne sølvkreet. Størrelse er et lite nyttig kjennetegn, men finner man veldig store individer (over 12 mm) peker dette i retning av skjeggkre. Det er viktig å få tak i gode eksemplarer for artsbestemmelse. Skjeggkreene er nattaktive og kan være vanskelige å finne gjennom normal daginspeksjon. Ved å flytte på møbler, kasser, kommoder eller bokhyller vil man likevel kunne avdekke skjulte individer i dagslys. Skjeggkre vil ofte sitte bak lister, i sokler, under dørterskler eller i innbyggingskasser for lys, kabler og rør. Ved å åpne denne typen permanente hulrom vil man

kunne oppdage individer som tilbringer dagen i avlukkene. Eier av boliger kan selv foreta en nattinspeksjon med innsamling av dyr siden det da er mye enklere å støte på skjeggkre som beveger seg utenfor skjulestedene. Det er også effektivt å plassere ut flere små limfeller (Figur 14) som hentes inn etter et par uker. Plassering av feller på steder med egnet miljø og tilgang på



**Figur 14:** Figuren viser eksempler på limfeller som kan benyttes til fangst av skjeggkre (*Ctenolepisma longicaudata*), samt eksempel på tilsetning av sirissmel. Foto; Morten Hage og Anders Aak, © FHI.

mat vil raskt skaffe individer for artsbestemmelse og gi mulighet for å skille sølvkre- og skjeggkreinfestasjoner. Baderom, kjøkken og vaskerom er i så måte potensielle «hot-spots» for skjeggkre. Det er viktig at man artsbestemmer mer enn ett individ siden sølvkre og skjeggkre ofte opptrer sammen, og at man ikke kun leter i våtrom der sølvkre er ganske vanlige. Det vil også være nødvending med noe bruk av feller under og etter bekjempelsene for å evaluere resultatet av gjennomførte tiltak og for å vurdere endringer i strategi. Det vil trolig være nok å benytte et mindre antall feller i 14 dager hver andre eller tredje måned for å få svar på om det går rette veien og om man har kommet seg ned til akseptable nivåer.

#### 5.4 – Renhold og redusering av næringsgrunnlag

Skjeggkreene spiser det meste av maten vår, og selv ørsmå matrester på avveie vil kunne benyttes. Gode renholdsrutiner som begrenser tilgangen på mat for skjeggkreene er derfor et viktig element for å innskrenke populasjonsveksten. Dette vil ikke løse problemet, men er ett av mange bidrag i en helhetlig IPM-tilnærming. Matrester bør ikke bli liggende framme, og regelmessig grundig støvsuging av gulv og møbler samt bak mer permanente installasjoner som kjøleskap og komfyr, vil fjerne det meste av smuler og mat i en bolig. Samtidig vil man også kunne få fjernet en god del skjeggkreindivider. Støvsugerposen bør kastes eller dypfryses slik at dyr ikke kan krype ut igjen. Tørrvarer kan med fordel oppbevares i lukkede bokser slik at skjeggkreene ikke kan ha dette som et konstant næringsgrunnlag. Tørrfôr for hund og katt eller andre kjæledyr vil også kunne danne et solid matfat for skjeggkre om de får tilgang til dette. Oppbevaring av dette i tette beholdere vil redusere skjeggkreenes næringstilgang.

#### 5.5 – Miljøregulering

Som en del av en helhetlig tilnærming, vil også justering av innemiljøet være en bidragsyter. Tørre forhold vil gi skjeggkreene færre muligheter for reproduksjon siden egg og de tidlige stadiene krever høy fuktighet (Delany, 1957). Å oppnå tørre forhold i alle små kriker, kroker og hulrom kan være krevende. Det er trolig en fordel å begrense bruken av vann ved vask og i hovedsak benytte tørrmopping og støvsuging. Vann vil lett kunne trekke under for eksempel listverk og sokler og på den måten gi skjeggkreene den lokale fuktigheten de trenger. Tørkepulver er et av virkemidlene som kan bidra til å skape tørre forhold. Hvis for eksempel hulrom, sokler og kabelganger behandles med tørkepulver (silikagel eller andre fuktabsorberende materialer) vil miljøet kunne bli så tørt at skjeggkreene får problemer (Gold & Jones, 2000; Mallis et al., 2011). Denne typen tilnærming vil ikke virke i våtrom eller kjellere med vedvarende høy fuktighet. Her vil bruk av avfukter, varme og utlufting trolig gi bedre effekt og bidra til vanskeligere forhold for skjeggkre.

Generell senkning av temperaturen i bygningen vil også forlenge tiden skjeggkreene bruker på å komme seg gjennom livssyklusen. Lav temperatur om natt og når man ikke er til stede, vil være gunstig både for skjeggkresituasjonen og energieffektivisering av bygget. Man har lite detaljkunnskap om disse elementene i en praktisk bekjemping. Miljøendringer kan ha potensiale til å avgrense tilgjengelige arealer og lette bekjempingen gjennom redusert antall steder med gode forhold, og ved at man «kjøper» seg mer tid til å lykkes med selve utrydningen av bestanden.

## 5.6 – Fjerning av etablerte individer

Det vil trolig være mulig å bli kvitt skjeggkre, men man må foreta en kost-nytte vurdering av tiltakene samtidig som man vurderer helse- og miljøaspekter for beboerne og brukere av lokalene. Skjeggkre gjør liten fysisk skade, og tiltakene bør derfor stå i stil til dette.

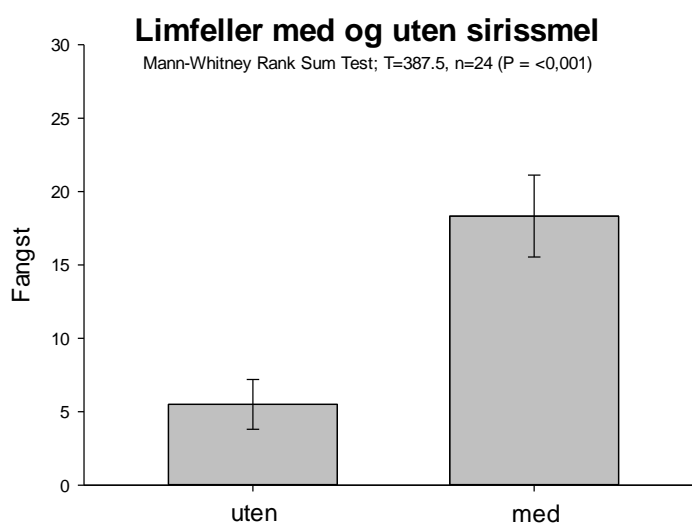
Bekjempelsestiltak må vurderes ut ifra hvilken type bygg de befinner seg i, det totale skadebildet, potensiell effekt og eventuell spredningsfare. Et lager vil for eksempel tillate en helt annen bekjempingstilnærming enn en barnehage, og en barnehage vil likeledes kreve et større informasjonsansvar ovenfor familiene som benytter barnehagen.

For mange innendørslevende skadedyr vil det ofte handle om å fjerne livsgrunnlaget slik at populasjonen kollapser og eventuelle gjenværende individer dør ut av seg selv. Skjeggkreet kan ikke angripes med en slik strategi siden de lever lenge og har betydelig overlapp med oss mennesker i både miljø- og matpreferanser. De har også et særdeles skjult levevis, og i veldig mange situasjoner har bestanden fått lov til å bygge seg opp over lengre tid før de i det hele tatt oppdages. Denne langsomme og skjulte oppbygningen av et høyt antall individer krever derfor en ekstra grundig bekjemping.

Tidsaspektet for en vellykket bekjemping av skjeggkre vil trolig ofte være lenger enn det vi er vant til med skadedyr i innendørsmiljøer i Norge. I veletablerte bestander vil det være vanskelig å nå alle individer i løpet av kort tid. I tillegg er eggnes langsomme utvikling et viktig og forsinkende problem. I hele to måneder etter at siste voksne hunn er fjernet vil det kunne klekke nye individer som må fanges opp av tiltakene. I tillegg vil unge individer som unnslipper behandling kunne bli voksne og sette i gang reproduksjon og egglegging. Ved grundig og iherdig bekjemping i et langtidsovervåket IPM-system vil det være rom for et vellykket utfall med lokal fjerning eller tilfredsstillende desimering av bestanden. Den trege populasjonsutviklingen er i bekjempingssammenheng en fordel siden man ikke får populasjoner som raskt løper løpsk og fordi det gir tiltakene god tid til å gjøre jobben. Hvis man klarer å oppnå et konstant netto bortfall av individer, vil bestanden til slutt dø ut.

### 5.6.1 – Limfeller og massefangst

Limfeller er et egnet verktøy for overvåking og kartlegging. Fjerning av individer fra en bestand vil alltid være positivt i en bekjempingssammenheng. Selv om feller normalt ikke vil kunne gjøre hele jobben alene, vil de kunne gi et bidrag. Limfeller for skjeggkre er i utgangspunktet et passivtfangende redskap, men felteksperimenter har vist at tilsetning av litt sirissmel (100% *Acheta siriss*) på fellene har gitt økt fangst sammenlignet med limfeller uten lokkemiddel (Figur 15). Attraksjonen til et slikt proteinrikt lokkemiddel kan også tyde på at tilgangen på proteiner kan være en begrensende faktor i våre boliger. Et lokkemiddel er nyttig siden det har potensiale til å gi bedre deteksjon og mer effektiv fangst. Massefangst er en potensiell bekjempingsmetode siden skjeggkreet har en veldig lang livssyklus og fordi populasjonene er strengt avgrenset til en og en bygning med en lav innførselsrate (El-Sayed et



**Figur 15:** Figuren viser gjennomsnittsfangst (±SE) av skjeggkre (*Ctenolepisma longicaudata*) i limfeller med og uten tilsatt sirissmel.

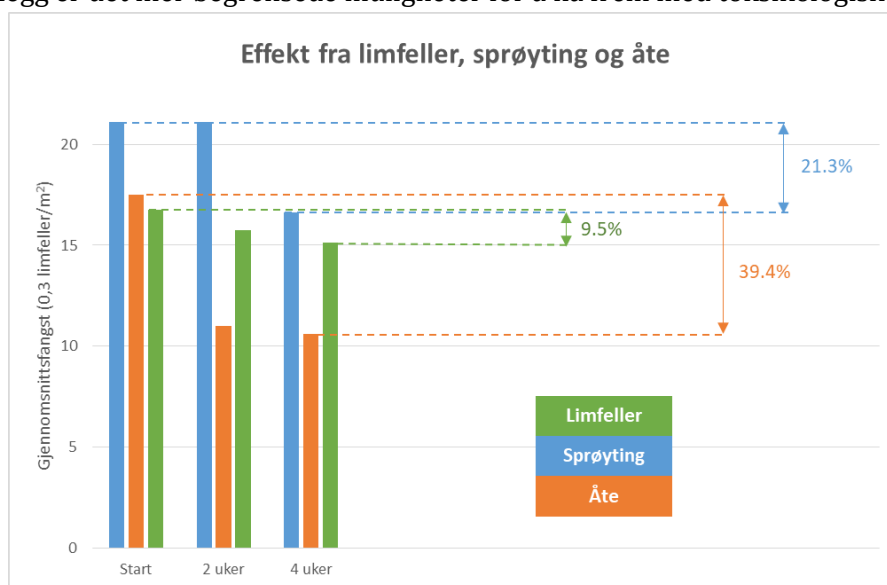
al., 2006), men effektiviteten til fellefangst er begrenset sammenlignet med andre metoder (Figur 16). I og med at skjeggkre bruker to år fra egget klekker til de blir kjønnsmodne, har man riktignok god tid på å få tatt ut individene før ny reproduksjon, men for å oppnå en reell bekjemping må nok mange limfeller benyttes over en lang periode. Dette oppfattes av mange som upraktisk.

### 5.6.2 – Forgiftet åte

Det finnes flere åtetyper for bekjemping av insekter i bygninger, og lav dose av det giftige stoffet en mulighet for kontrollerbar plassering, gjør åte foretrukket fremfor sprøytemidler. Man må likefullt sikre at åten ikke kommer på avveie slik at barn kommer i kontakt med den. I bygninger med små barn til stede, som for eksempel barnehager og skoler, har man mindre mulighet for sikker åteplassering. I tillegg er det mer begrensede muligheter for å nå frem med toksikologisk informasjon til de

tilstedeværende. Barn tåler også mindre gift enn voksne personer. På denne typen steder må derfor åten plasseres helt skjult så man unngår utilsiktet inntak hos barna. Flere kommersielle produkter som har blitt testet mot sølvkre og fyrkre blir konsumert av disse artene på lik linje med havregry, samtidig som virkestoffene indoxacarb, fipronil og abamectin i produktene gir en

betydelig dødelighet (Sims & Appel, 2012). Åter med virkestoffet indoxacarb, som allerede benyttes mot kakerlakker og maur, i Norge, gir også god bekjempningseffekt mot skjeggkre (Figur 16 og Appendix B). De sistnevnte åtene har også lav kronisk giftighet for mennesker (ADI for indoxacarb=0,01g/kg kroppsvekt) og er derfor mest relevant. Ved hjelp av åte med indoxacarb har man i norske feltforsøk klart å redusere bestandene av skjeggkre med 90% i løpet av 10-12 uker (Appendix B). En viktig suksessfaktor i disse testene synes å være en god fordeling av mange små dråper med åte slik at man øker sannsynligheten for at skjeggkreene finner den forgiftede maten. Spesielt viktig er steder der man forventer at det er dyr (etter kakerlakk-modell (Mallis et al., 2011)) siden plassering tett på potensielle skjulesteder også vil øke sannsynligheten for at de finner og spiser åten. Utnyttelse av sprekker og små åpninger som kan fungere som naturlige åtestasjoner (Figur 17), vil være hensiktsmessig siden disse stedene overlapper med skjeggkreenes bevegelsesmønster og tilholdssteder. I tillegg minimeres sannsynligheten for at beboere eller brukere kommer i kontakt med åten. En næringsrik åte vil være attraktivt og derfor medføre inntak hvis skjeggkreene finner frem til åten. Det vil i tillegg



**Figur 16:** Figuren viser effekt av limfeller (høy tetthet av feller med sirissmel), sprøyting (permetrin – 0,95%, Pyretrin II – 0,34%) og åte (indoxacarb - 0,05%) brukt mot skjeggkre (*Ctenolepisma longicaudata*) i 30 leiligheter.

være viktig å eliminere konkurrerende matkilder slik at man øker sannsynligheten for at åten blir spist. Tilsetning av næringsemner som tiltrekker seg skjeggkre har potensiale til å øke effekten av forgiftet åte. I så måte er insektpulveret som er beskrevet under limfeller og massefangst en spennende x-faktor som kanskje kan bidra til en ytterligere forbedring av åtebekjempingen.



### 5.6.3 – Sprøytemidler

Bruk av sprøytemidler bør begrenses siden effekten fra åte er bedre, samtidig som åte er tryggere for beboerne. I miljøer med stor fare for eksponering av brukere eller beboere skal sprøyting unngås. Typiske eksempler der utbredt bruk av gift **ikke vil være ønskelig** er i barnehager, skoler, soverom og sykehus (Dhang, 2011). Det er ikke registrert resistens mot sprøytemidlene, og man skal derfor velge et middel som har lav giftighet for mennesker. Gjentatt sprøyting



**Figur 17:** Eksempler på naturlige åtestasjoner der skjeggkre kan få tak i åten samtidig som eksponeringsfaren for beboer minimeres.

skal ikke forekomme, siden det gir kronisk eksponering av brukere i bygninger og er uheldig med tanke på resistensutvikling (Devine & Denholm, 2009; Radcliffe et al., 2008; Zhu et al., 2016). Effekten av forskjellige virkestoffer mot skjeggkre er ikke studert, men sølvkreet slås lett ut av permetrin i lave doser (Faulde et al., 2003), og det er derfor sannsynlig at det samme vil skje med skjeggkreet. Bruk av sprøytemidler skal kun være en veldig liten del av en IPM-løsning og det skal kun behandles på steder der skjeggkreene skjuler seg om dagen. Det vil si at man benytter små mengder innunder dørterskler og karmen, i sokler under benker, bokhyller eller kommoder, bak lister og andre små hulrom samt bak større objekter som kan danne skjulesteder for skjeggkre. En mulig risiko ved bruk av sprøytemidler er at skjeggkre vil sky behandlede steder og dermed finne nye gjemmesteder. Dette kan i så fall begrense effekten.

### 5.6.4 – Varme- og kuldebehandling

Varmebehandling har tilsynelatende et potensiale ved skjeggkrebehandling. Skjeggkre dør innen 2 timer ved 42-44 °C (Lindsay, 1940) og har, sammenlignet med andre relevante skadedyr, lav toleranse for temperaturstress (Fields, 1992; Pereira et al., 2009; Rukke et al., 2017). Dersom man når temperaturer over 50 °C vil skjeggkreene dø raskt (Lindsay, 1940) fordi proteiner denatureres ved disse temperaturene (Chown & Nicholson, 2004). Eventuelle mekanismer som kan motarbeide varmestress er ikke studert hos skjeggkre, men deres lave temperaturtoleranse indikerer at denne typen mekanismer er svakt utviklet eller fraværende. Behandling av bygninger vil være krevende siden skjeggkreene lett kan stikke seg unna på steder der varmebehandlingen ikke når frem. Lokalbehandling ved hjelp av varmluft i hulrom vil derfor i mange situasjoner være mest relevant og kostnadseffektivt, og benyttes da som en del av en IPM-løsning. Dampbehandling kan gi forhøyet fuktighet lokalt og sperre fukt inne i konstruksjoner og hulrom. Siden damp vil kunne bidra til bedre forhold for individer som overlever, virker tørr varmluft som en mer fornuftig løsning. Oppvarming av hulrom og skjulesteder kan bare drepe skjeggkre hvis individene utsettes for direkte varme.

Kunnskap om kuldetoleransen hos skjeggkre er mangelfull, men hvis kuldetoleransen er svak vil minusgrader være et naturlig verktøy i Norge. Kald-lagre vil da kunne benytte lave vintertemperaturer for behandling av objekter som plasseres på lagrene eller for behandling av lagrene i seg selv.

#### *5.6.5 – Tørkepulver og biologisk kontroll*

Tørkepulver kan være et viktig verktøy mot skjeggkre, men man har ikke kunnskap om effektivitet og dødelighet etter eksponering. Pulveret kan tenkes å ødelegge insekthuden og på den måten drepe skjeggkre, men om dette faktisk skjer vet man ikke. Eksperimenter med sølvkre viser at populasjoner vil bukke under hvis miljøet de befinner seg i utsettes for tørkepulver (Faulde et al., 2006). Siden sølvkre er mye mer avhengig av fuktighet enn skjeggkreet, kan ikke resultatene overføres direkte, men de indikerer at tørkepulver kan bidra i en IPM-strategi (Mallis et al., 2011).

Insektdrepende sopp har heller ikke blitt evaluert mot skjeggkre, men er en interessant løsning siden de lever i avgrensede populasjoner og har aggregerende adferd (Woodbury & Gries, 2007) med en veldig lang livssyklus (Lindsay, 1940). De fyller derfor flere av suksesskriteriene i «attract and kill»-strategier (El-Sayed et al., 2009). De foretrekker også ganske høy temperatur og fuktighet, og siden skjeggkre spiser hverandre (Lindsay, 1940) kan døde og døende individer fungere som smitekilder for soppen. Skjeggkreene fyller derfor også mange av de generelle suksesskriteriene for bruk av sopp til biologisk kontroll (Hajek & Shapiro-Ilan, 2018). Deres næringssøk vil også kunne tillate bruk av åtestasjoner som primær infeksjonskilde og dermed kunne begrense mengden sopp sporer man fører inn i miljøet (Lacey et al., 2015). Mulige løsninger ligger frem i tid, men hvis man finner en soppart eller en spesifikk stamme som dreper skjeggkre effektivt, vil videre studier være interessante.

#### *5.6.6 – Spesialmetodikk for museumsgjenstander og annet uvurderlig materiale*

I Norge foreligger det en god del eksempler på skjeggkre i museer og samlinger (NIPH\_Pest-Statistics, 2019). Denne typen miljøer trenger en full IPM-tilnærming (Appendiks C) der tiltakene tilpasses situasjonen og forholdene i hver enkelt bygning (Querner, 2015; Querner et al., 2013; Szpryngiel, 2018; Åkerlund, 1991; Åkerlund et al., 1998). Det finnes også en rekke spesialmetoder som kan benyttes ved behandling av objekter og spesielt sårbare og verdifulle gjenstander (Beiner & Ogilvie, 2005; Hansen et al., 2011). Vanlige metoder er frysing til -30 °C, stråling med mikrobølger eller gammastråler og kamre med modifisert atmosfære (Querner, 2015; Åkerlund et al., 1998). Alle disse metodene vil trolig også kunne drepe skjeggkreet siden overlevelsen under denne typen behandling vil følge normal insektfysiologi. For museumsgjenstander kan også den svake overlevelsesnivåen i varmt miljø være gunstig. Hvis en museumsgjenstand tåler 36-40 °C vil man kunne benytte lav varme over lang tid (Lindsay, 1940) for behandling av eksepsjonelle objekter uten større fare for ødeleggelse.

## 6 – Forslag til IPM-protokoll mot skjeggkre

Anbefalingene som gis her, vil raskt kunne endres dersom det kommer ny kunnskap gjennom forskning og erfaringer gjort av skadedyrbransjen. Strategien man velger må tilpasses bygningen der infestasjonen finner sted, og de fleste tilnærminger vil forandre egeninnsats fra kjøpere av skadedyrtjenester for å holde kostnaden ved langtidsbekjemping nede. En helhetlig strategi bør inneholde så mange av de forebyggende elementene under som mulig:

- *Inspeksjon og vurderinger (Kapittel 5.3)*
- *Kompetanseheving hos beboere eller brukere gjennom informasjonsmøter mm. (Kapittel 5.2)*
- *Redusert sannsynlighet for innførsel og viderespredning (Kapittel 5.1 og 5.2)*
- *Fjerning av matkilder og skjulesteder (Kapittel 5.4 og 5.1)*
- *Rydding og redusering av skjulesteder på loft, boder og i kjellere (kapittel 5.1 og 5.2)*
- *Redusere varme og fuktighet i tekniske rom (Kapittel 5.3 og 5.5)*
- *Identifisere og redusere fuktige forhold i hele bygget (Utvidet bygningskunnskap nødvendig)*
- *Tette og sikre overganger mellom rom (Kapittel 5.1)*
- *Senke temperatur i bygget (Kapittel 5.5)*
- *Senke luftfuktighet i bygget (Kapittel 5.5)*

Faktorene over vil gjøre det vanskeligere for skjeggkreene og gi en tregere populasjonsvekst. Forebygging og forringede levekår er ikke nok til å fjerne etablerte skjeggkre, og man bør derfor forsøke å slå ned bestanden ved hjelp åte (kapittel 5.6.2). Man bør da:

- *Bruke små mengder åte 1-2 g pr 100m<sup>2</sup>*
- *Plassere mange knappenålshodestore åtedråper (10-20 mg) jevnt utover inn mot vegg fremfor få og store åtedråper*
- *Plassere dråpene så trygt som mulig ved å utnytte «naturlige åtestasjoner» i sprekker og små åpninger, f.eks. innunder gulvlist og sokler.*

Åtebehandlingen kan suppleres med innslag av limfellefangst, lokal varmebehandling og forsiktig sprøyting. Man vil på denne måten kunne gi skjeggkreene et skudd for baugen, men den langsomme livssyklusen og lang overlevelse blant eventuelle isolerte og overlevende individer vil medføre en utvidet oppfølging. Et oppfølgingsprogram kan i stor grad gjøres som et samarbeid mellom skadedyrstekniker og kunde og bør inneholde så mange av tiltakene under som mulig:

- *Opprettholdelse av alle de forebyggende tiltakene (Se over)*
- *Oppfølgende behandling med forgiftet åte (Kapittel 5.6.2)*
- *Evaluerings og etterkontroll med feller (Kapittel 5.3)*

Hvis ingen skjeggkre oppdages i to påfølgende evalueringer, kan behandlingen ansees som vellykket og avsluttes.



## REFERANSER

- Arlian LG (2002) Arthropod allergens and human health, Vol. 47: Annual Review of Entomology (ed., pp. 395-433.
- Barletta B, Butteroni C, Puggioni EMR, Iacovacci P, Afferni C, Tinghino R, Ariano R, Panzani RC, Pini C & Di Felice G (2005) Immunological characterization of a recombinant tropomyosin from a new indoor source, *Lepisma saccharina*. Clinical and Experimental Allergy 35: 483-489. doi:10.1111/j.1365-2222.2005.02214.x.
- Barletta B, Puggioni EMR, Afferni C, Butteroni C, Iacovacci P, Tinghino R, Ariano R, Panzani RC, Di Felice G & Pini C (2002) Preparation and characterization of silverfish (*Lepisma saccharina*) extract and identification of allergenic components. International Archives of Allergy and Immunology 128: 179-186. doi:10.1159/000064250.
- Beiner GG & Ogilvie TMA (2005) Thermal methods of pest eradication: Their effect on museum objects. The Conservator 29: 5-18. doi:10.1080/01410096.2005.9995209.
- Bennett GB, Owens JM & Corrigan RM (2010) Truman's Scientific Guide to Pest Management Operations. 7th Edition edn. Advanstar Communications / Purdue University, Cleveland.
- Bennett GW, Gondhalekar AD, Wang C, Buczkowski G & Gibb TJ (2016) Using research and education to implement practical bed bug control programs in multifamily housing. Pest Management Science 72: 8-14. doi:10.1002/ps.4084.
- Berg J & Schmidt K (1996) Moulting of mechanoreceptive hair sensilla of *Lepisma saccharina* (Zygentoma) and *Machilis spec* (Archaeognatha). Tissue & Cell 28: 9-15. doi:10.1016/s0040-8166(96)80039-5.
- Berg J & Schmidt K (1997) Comparative morphology and moulting of sensilla basiconica of *Lepisma saccharina* Linnaeus (Zygentoma : Lepismatidae) and *Machilis sp* (Archaeognatha : Machilidae). International Journal of Insect Morphology & Embryology 26: 161-172. doi:10.1016/s0020-7322(97)00018-4.
- Bonnefoy X, Kampen H & Sweeney K (2008) Public Health Significance of Urban Pests. World Health Organisation - Europe, Copenhagen, Denmark.
- Boquete M, Pineda F, Mazon A, Garcia A, Oliver F, Colomer N, Pamies R, Milian C, Olmo CM, Caballero L, Prieto L & Nieto A (2008) Sensitisation to *Lepisma saccharina* (silverfish) in children with respiratory allergy. Allergologia Et Immunopathologia 36: 191-195. doi:10.1016/s0301-0546(08)72548-5.
- Buck C & Edwards JS (1990) The effect of appendage and scale loss on instar duration in adult firebrats, *Thermobia domestica* (Thysanura). Journal of Experimental Biology 151: 341-347.
- Buijs J (2009) Arthropods that annoy Amsterdam people. Proc. Neth. Entomol. Soc. Meet. 20: 14.
- Chapman RF (2013) The insects - structure and function. Fifth Edition edn. Cambridge university press, New York.
- Chown SL & Nicholson SW (2004) Insect physiological ecology: mechanisms and patterns. Oxford University Press, Oxford.
- Christensen TA (2005) Methods in insect sensory neuroscience. CRC Press, Boca Raton.
- Delany MJ (1957) Life histories in the Thysanura. Acta Zoologica Cracoviensia 3: 32.
- Devine GJ & Denholm I (2009) Insecticide and Acaricide Resistance: Encyclopedia of Insects (Second Edition) (ed. by RT Cardé & VH Resh) Academic Press, San Diego, pp. 505-511.
- DeVries ZC & Appel AG (2013) Standard metabolic rates of *Lepisma saccharina* and *Thermobia domestica*: Effects of temperature and mass. Journal of Insect Physiology 59: 638-645. doi:10.1016/j.jinsphys.2013.04.002.
- DeVries ZC & Appel AG (2014) Effects of temperature on nutrient self-selection in the silverfish *Lepisma saccharina*. Physiological Entomology 39: 217-221. doi:10.1111/phen.12064.
- Dhang P (2011) Urban Pest Management - An Environmental Perspective. CABI, Cambridge - US.
- Djursvoll P (2017) Epost - Personal communication. Entomologisk samling, Universitetsmuseet i Bergen: Tirsdag 19 desember, att: Ottesen.
- El-Sayed AM, Suckling DM, Byers JA, Jang EB & Wearing CH (2009) Potential of "Lure and Kill" in long-term pest management and eradication of invasive species. Journal of Economic Entomology 102: 815-835.
- El-Sayed AM, Suckling DM, Wearing CH & Byers JA (2006) Potential of mass trapping for long-term pest management and eradication of invasive species. Journal of Economic Entomology 99: 1550-1564.
- Elven H & Aarvik L (2018) Børstehaler Zygentoma, Vol. 2018: Artsdatabanken, Naturhistorisk museum - UiO, <https://artsdatabanken.no/Pages/135810>.



- Farris SM (2005) Developmental organization of the mushroom bodies of *Thermobia domestica* (Zygentoma, Lepismatidae): Insights into mushroom body evolution from a basal insect. *Evolution and Development* 7: 150-159. doi:10.1111/j.1525-142X.2005.05017.x.
- Faulde MK, Tisch M & Scharninghausen JJ (2006) Efficacy of modified diatomaceous earth on different cockroach species (Orthoptera, Blattellidae) and silverfish (Thysanura, Lepismatidae). *Journal of Pest Science* 79: 155-161. doi:10.1007/s10340-006-0127-8.
- Faulde MK, Uedelhoven WM & Robbins RG (2003) Contact toxicity and residual activity of different permethrin-based fabric impregnation methods for *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae), *Ixodes ricinus* (Acari : Ixodidae), and *Lepisma saccharina* (Thysanura : Lepismatidae). *Journal of Medical Entomology* 40: 935-941. doi:10.1603/0022-2585-40.6.935.
- Fields PG (1992) The control of stored-product insects and mites with extreme temperatures. *Journal of Stored Products Research* 28: 89-118.
- Goddard MR, Foster GJ & Holloway GJ (2016) *Ctenolepisma longicaudata* (Zygentoma: Lepismatidae) new to Britain. *Br. J. Ent. Nat. Hist.* 29: 3.
- Gold RE & Jones SC (2000) *Handbook of Household and Structural Insect Pests*. Entomological Society of America, Lanham - US.
- Gore JC & Schal C (2007) Cockroach allergen biology and mitigation in the indoor environment, Vol. 52: Annual Review of Entomology (ed., pp. 439-463.
- Gorham JR (1991) *Insect and Mite Pests in Food - An Illustrated Key*. US Department of Agriculture & US Department of Health and Human Services, Washington.
- Gullan PJ & Cranston PS (2014) *The insects: an outline of entomology*. Fifth edition edn. Wiley-Blackwell, Oxford.
- Hadicke CW, Ernst A & Sombke A (2016) Sensing more than the bathroom: sensilla on the antennae, cerci and styli of the silverfish *Lepisma saccharina* Linnaeus, 1758 (Zygentoma: Lepismatidae). *Entomologia Generalis* 36: 71-89. doi:10.1127/entomologia/2016/0291.
- Hajek AE & Shapiro-Ilan DI (2018) *Ecology of Invertebrate Diseases*. John Wiley & Sons Ltd., Hoboken, NJ - US.
- Hansen-Delkeskamp E (2001) Responsiveness of antennal taste hairs of the apterygotan insect, *Thermobia domestica* (Zygentoma); an electrophysiological investigation. *Journal of Insect Physiology* 47: 689-697. doi:10.1016/s0022-1910(00)00159-1.
- Hansen JD, Johnson JA & Winter DA (2011) History and use of heat in pest control: A review. *International Journal of Pest Management* 57: 267-289. doi:10.1080/09670874.2011.590241.
- Hansson Bill S & Stensmyr Marcus C (2011) Evolution of insect olfaction. *Neuron* 72: 698-711. doi:<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2011.11.003>.
- Hasenfuss I (2002) A possible evolutionary pathway to insect flight starting from lepismatid organization. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 40: 65-81. doi:10.1046/j.1439-0469.2002.00180.x.
- Haverkamp A, Hansson BS & Knaden M (2018) Combinatorial Codes and Labeled Lines: How Insects Use Olfactory Cues to Find and Judge Food, Mates, and Oviposition Sites in Complex Environments. *Frontiers in Physiology* 9. doi:10.3389/fphys.2018.00049.
- Heeg J (1967a) Studies on Thysanura. I. The water economy of *Machiloides delanyi* Wygodzinsky and *Ctenolepisma longicaudata* Escherich. *Zoologica Africana* 3: 20.
- Heeg J (1967b) Studies on Thysanura. II. Orientation reactions of *Machiloides delanyi* Wygodzinsky and *Ctenolepisma longicaudata* Escherich to temperature, light and atmospheric humidity. *Zoologica Africana* 3: 15.
- Heeg J (1969) Studies on Thysanura. III. Some factors affecting the distribution of South African Thysanura. *Zoologica Africana* 4: 9.
- Kamae Y, Tanaka F & Tomioka K (2010) Molecular cloning and functional analysis of the clock genes, Clock and cycle, in the firebrat *Thermobia domestica*. *Journal of Insect Physiology* 56: 1291-1299. doi:10.1016/j.jinsphys.2010.04.012.
- Kamae Y & Tomioka K (2012) Timeless is an essential component of the circadian clock in a primitive insect, the firebrat *Thermobia domestica*. *Journal of Biological Rhythms* 27: 126-134. doi:10.1177/0748730411435997.
- Kulma M, Vrabec V, Patoka J & Rettich F (2018) The first established population of the invasive silverfish *Ctenolepisma longicaudata* (Escherich) in the czech republic. *BioInvasions Records* 7: 329-333. doi:10.3391/bir.2018.7.3.16.

- Lacey LA, Grzywacz D, Shapiro-Ilan DI, Frutos R, Brownbridge M & Goettel MS (2015) Insect pathogens as biological control agents: Back to the future. *Journal of Invertebrate Pathology* 132: 1-41. doi:10.1016/j.jip.2015.07.009.
- Landin BO (1967) Fältfauna / Insekter. Natur och Kultur Stockholm, Stockholm.
- Lasker R (1957) Silverfish, a paper-eating insect. *The Scientific Monthly* 84: 123-127.
- Leong M, Bertone MA, Savage AM, Bayless KM, Dunn RR & Trautwein MD (2017) The Habitats Humans Provide: Factors affecting the diversity and composition of arthropods in houses. *Scientific Reports* 7. doi:10.1038/s41598-017-15584-2.
- Lillehammer A (1964) Funn av *Thermobia domestica* (Pack.) i Norge (Thysanura). *Norsk entomologisk tidsskrift* 12: 340-341.
- Lindsay E (1940) The biology of the silverfish, *Ctenolepisma longicaudata*, with particular reference to its feeding habits. *Proc. Roy. Soc. Victoria* 52: 47.
- Lock K (2007) Distribution of the Belgian Zygentoma. *Notes fauniques de Gembloux* 60: 25-27.
- Mallis A (1941) Preliminary Experiments on the Silverfish *Ctenolepisma urbani* Slabaugh. *Journal of Economic Entomology* 34: 787-791. doi:10.1093/jee/34.6.787.
- Mallis A, Hedges SA & Moreland D (2011) Handbook of pest control : the behaviour, life history, and control of household pests. 10 edn. Mallis Handbook & Technical Training Company, USA.
- Mattsson J (2014) En ny børstehale (Lepismatidae) påvist i Norge. *Insekt-Nytt* 39: 61-64.
- Mattsson J (2018) Kre i Norge ved to av dem. *Insekt-Nytt* 43: 13-18.
- McNeill CA, Allan SA, Koehler PG, Pereira RM & Weeks ENI (2016) Vision in the common bed bug *Cimex lectularius* L. (Hemiptera: Cimicidae): eye morphology and spectral sensitivity. *Medical and Veterinary Entomology* 30: 426-434. doi:10.1111/mve.12195.
- Meineke T & Menge K (2014) Ein weiterer fund des Papierfischens *Ctenolepisma longicaudata* Escherich, 1905 (Zygentoma, Lepismatidae) in Deutschland. *Entomologische Nachrichten und Berichte* 58: 2.
- Missbach C, Dweck HKM, Vogel H, Vilcinskas A, Stensmyr MC, Hansson BS & Grosse-Wilde E (2014) Evolution of insect olfactory receptors. *Elife* 3: 22. doi:10.7554/eLife.02115.
- Missbach C, Vogel H, Hansson BS & Grosse-Wilde E (2015) Identification of odorant binding proteins and chemosensory proteins in antennal transcriptomes of the jumping bristletail *Lepismachilis y-signata* and the firebrat *Thermobia domestica*: evidence for an independent OBP-OR origin. *Chemical Senses* 40: 615-626. doi:10.1093/chemse/bjv050.
- Molero-Baltanas R, de Roca CB, Tinaut A, Perez JD & Gaju-Ricart M (2017) Symbiotic relationships between silverfish (Zygentoma: Lepismatidae, Nicoletiidae) and ants (Hymenoptera: Formicidae) in the Western Palearctic. A quantitative analysis of data from Spain. *Myrmecological News* 24: 107-122.
- Molero-Baltanas R, Gaju-Ricart M, de Roca C & Mendes LF (2010) On *Ctenolepisma ciliata* and a new related species, *Ctenolepisma armeniaca* sp n. (Zygentoma, Lepismatidae). *Deutsche Entomologische Zeitschrift* 57: 243-252. doi:10.1002/mmnd.201000021.
- Molero-Baltanas R, GajuRicart M & deRoca CB (1997) Anthropophile silverfish: A quantitative study of the Lepismatidae (Insecta: Zygentoma) found in human buildings in Spain. *Pedobiologia* 41: 94-99.
- Molero-Baltanas R, Ricart MG & de Roca CB (2012) New data for a revision of the genus *Ctenolepisma* (Zygentoma: Lepismatidae): redescription of *Ctenolepisma lineata* and new status for *Ctenolepisma nicoletii*. *Annales De La Societe Entomologique De France* 48: 66-80. doi:10.1080/00379271.2012.10697753.
- NIPH\_Pest-Statistics (2019) Database and pest control statistics for Norway - 2007 to 2019(Norwegian Institute of Public Health (NIPH). Pest control statistic, educational protocols and official e-mail correspondances accessed 2018: [www.fhi.no/skadedyr](http://www.fhi.no/skadedyr).
- Pape T & Wahlstedt U (2002) En silverborstsvans nyinförd till Sverige (Thysanura: Lepismatidae). *Ent. Tidskr.*: 149-151.
- Pereira RM, Koehler PG, Pfiester M & Walker W (2009) Lethal effects of heat and use of localized heat treatment for control of bed bug infestations. *Journal of Economic Entomology* 102: 1182-1188.
- Price PW, Denno RF, Eubanks MD, Finke DL & Kaplan I (2011) *Insect Ecology - behavior, populations and communities*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Querner P (2015) Insect pests and integrated pest management in museums, libraries and historic buildings. *Insects* 6: 595-607. doi:10.3390/insects6020595.
- Querner P, Simon S, Morelli M & Furenkranz S (2013) Insect pest management programmes and results from their application in two large museum collections in Berlin and Vienna. *International Biodeterioration & Biodegradation* 84: 275-280. doi:10.1016/j.ibiod.2012.04.024.

- Rabito FA, Carlson JC, He H, Werthmann D & Schal C (2017) A single intervention for cockroach control reduces cockroach exposure and asthma morbidity in children. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 140: 565-570. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jaci.2016.10.019>.
- Radcliffe EB, Cancelado RE & Hutchison WD (2008) *Integrated Pest Management: Concepts, Tactics, Strategies and Case Studies*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Robinson WH (2005) *Urban insects and arachnids*. First edn. Cambridge University Press, Cambridge.
- Rukke BA, Aak A & Edgar KS (2015) Mortality, temporary sterilization, and maternal effects of sublethal heat in bed bugs. *PLoS ONE* 10. doi:10.1371/journal.pone.0127555.
- Rukke BA, Hage M & Aak A (2017) Mortality, fecundity and development among bed bugs (*Cimex lectularius*) exposed to prolonged, intermediate cold stress. *Pest Management Science* 73: 838-843. doi:10.1002/ps.4504.
- Rukke BA, Sivasubramaniam R, Birkemoe T & Aak A (2018) Temperature stress deteriorates bed bug (*Cimex lectularius*) populations through decreased survival, fecundity and offspring success. *PLoS ONE* 13. doi:10.1371/journal.pone.0193788.
- Sahrhage D (1954) Ökologische Untersuchungen am Ofenfischchen, *Thermobia domestica* (Packard), und Silberfischchen, *Lepisma saccharina* L: Autorreferat. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 35: 495-499. doi:10.1111/j.1439-0418.1954.tb00737.x.
- Schoelitz B & Brooks M (2014) Distribution of *Ctenolepisma longicaudata* (Zygentoma: Lepismatidae) in the Netherlands. *Proceedings of the Eighth International Conference on Urban Pests* 8: 5.
- Sims SR & Appel AG (2012) Efficacy of commercial baits and new active ingredients against firebrats and silverfish (Zygentoma: Lepismatidae). *Journal of Economic Entomology* 105: 1385-1391. doi:10.1603/ec12084.
- Stevens M (2013) *Sensory ecology, behaviour, & Evolution*. 1st edn. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Sturm H (1997) The mating behaviour of *Tricholepidion gertschi* Wygod, 1961 (Lepidotrichidae, Zygentoma) and its comparison with the behaviour of other "Apterygota". *Pedobiologia* 41: 44-49.
- Sturm H (2009a) Archaeognatha (Bristletails): *Encyclopedia of Insects (Second Edition)* (ed. by RT Cardé & VH Resh) Academic Press, San Diego, pp. 48-50.
- Sturm H (2009b) Zygentoma (Thysanura, Silverfish) *Encyclopedia of Insects (Second Edition)* (ed. by RT Cardé & VH Resh) Academic Press, San Diego, pp. 1070-1072.
- Sweetman HL (1938) Physical Ecology of the firebrat, *Thermobia domestica* (Packard). *Ecological Monographs* 8: 285-311.
- Sweetman HL (1939) Responses of the silverfish, *Lepisma saccharina* L., to its physical environment. *Journal of Economic Entomology* 32: 3.
- Szpryngiel S (2018) Långsprötad silverfisk i museer, bibliotek och arkiv i Sverige. FoU-anslag, Riksantikvarieämbetet.
- Tremblay MN & Gries G (2003) Pheromone-based aggregation behaviour of the firebrat, *Thermobia domestica* (Packard) (Thysanura: Lepismatidae). *Chemoecology* 13: 21-26. doi:10.1007/s000490300002.
- Tremblay MN & Gries G (2006) Abiotic and biotic factors affect microhabitat selection by the firebrat, *Thermobia domestica* (Packard) (Thysanura : Lepismatidae). *Journal of Insect Behavior* 19: 321-335. doi:10.1007/s10905-006-9028-1.
- Treves DS & Martin MM (1994) Cellulose digestion in primitive hexapods: effect of ingested antibiotics on gut microbial populations and gut cellulase levels in the firebrat, *Thermobia domestica* (Zygentoma, Lepismatidae). *Journal of Chemical Ecology* 20: 2003-2020. doi:10.1007/bf02066239.
- Truman JW & Ball EE (1998) Patterns of embryonic neurogenesis in a primitive wingless insect, the silverfish, *Ctenolepisma longicaudata*: Comparison with those seen in flying insects. *Development Genes and Evolution* 208: 357-368. doi:10.1007/s004270050192.
- Walker AA, Church JS, Woodhead AL & Sutherland TD (2013) Silverfish silk is formed by entanglement of randomly coiled protein chains. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 43: 572-579. doi:10.1016/j.ibmb.2013.03.014.
- Wang SY, Lai WC, Chu FH, Lin CT, Shen SY & Chang ST (2006) Essential oil from the leaves of *Cryptomeria japonica* acts as a silverfish (*Lepisma saccharina*) repellent and insecticide. *Journal of Wood Science* 52: 522-526. doi:10.1007/s10086-006-0806-3.
- Whittington PM, Harris KL & Leach D (1996) Early axonogenesis in the embryo of a primitive insect, the silverfish *Ctenolepisma longicaudata*. *Roux's Archives of Developmental Biology* 205: 272-281. doi:10.1007/BF00365805.
- Wijenberg R, Hayden ME, Takacs S & Gries G (2013) Behavioural responses of diverse insect groups to electric stimuli. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 147: 132-140. doi:10.1111/eea.12053.

- Womersley H (1937) Studies in Aust. Thysanura - Lepismatidae. Trans. Roy. Soc. Aust.: 96.
- Woodbury N & Gries G (2007) Pheromone-based arrestment behavior in the common silverfish, *Lepisma saccharina*, and giant silverfish, *Ctenolepisma longicaudata*. Journal of Chemical Ecology 33: 1351-1358. doi:10.1007/s10886-007-9303-4.
- Woodbury N & Gries G (2008) Amber-colored excreta: a source of arrestment pheromone in firebrats, *Thermobia domestica*. Entomologia Experimentalis Et Applicata 127: 100-107. doi:10.1111/j.1570-7458.2008.00680.x.
- Woodbury N & Gries G (2013a) Firebrats, *Thermobia domestica*, aggregate in response to the microbes *Enterobacter cloacae* and *Mycotypha microspora*. Entomologia Experimentalis Et Applicata 147: 154-159. doi:10.1111/eea.12054.
- Woodbury N & Gries G (2013b) Fungal symbiont of firebrats (Thysanura) induces arrestment behaviour of firebrats and giant silverfish but not common silverfish. Canadian Entomologist 145: 543-546. doi:10.4039/tce.2013.35.
- Woodbury N & Gries G (2013c) How Firebrats (Thysanura: Lepismatidae) Detect and Nutritionally Benefit From Their Microbial Symbionts *Enterobacter cloacae* and *Mycotypha microspora*. Environmental Entomology 42: 860-867. doi:10.1603/en13104.
- Woodbury N, Moore M & Gries G (2013) Horizontal transmission of the microbial symbionts *Enterobacter cloacae* and *Mycotypha microspora* to their firebrat host. Entomologia Experimentalis Et Applicata 147: 160-166. doi:10.1111/eea.12057.
- Wygodzinsky P (1972) A review of the silverfish (Lepismatidae, Thysanura) of the United States and the Caribbean Area. American Museum Novitates 2481: 1-26.
- Závodská R, Sehadová H, Sauman I & Sehnal F (2005) Light-dependent PER-like proteins in the cephalic ganglia of an apterygote and a pterygote insect species. Histochemistry and Cell Biology 123: 407-418. doi:10.1007/s00418-004-0728-3.
- Zhu F, Lavine L, O'Neal S, Lavine M, Foss C & Walsh D (2016) Insecticide resistance and management strategies in urban ecosystems. Insects 7. doi:10.3390/insects7010002.
- Zinkler D & Gotze M (1987) Cellulose digestion by the firebrat *Thermobia domestica*. Comparative Biochemistry and Physiology B-Biochemistry & Molecular Biology 88: 661-666. doi:10.1016/0305-0491(87)90360-9.
- Åkerlund M (1991) Ängrar - finns dom... ? Svenska museiföreningen i samarbete med Naturhistoriska riksmuseet, Uppsala.
- Åkerlund M, Flato S & Hellekant A (1998) Från silverfisk til hälsorisk - Skadedjur och åtgärder i samlingar. Elanders Berlings, Arlöv.

## Appendiks A – forenklet nøkkel til innendørslevende arter

*Ctenolepisma longicaudata*

*Ctenolepisma lineata*

*Ctenolepisma calva*

*Lepisma saccharina*

*Thermobia domestica*

Bestemmelsesnøkkelen er i hovedsak basert på to tidligere nøkler som begge omhandler de aktuelle artene (Gorham, 1991; Pape & Wahlstedt, 2002), samt en overordnet insektnøkkel (Landin, 1967).

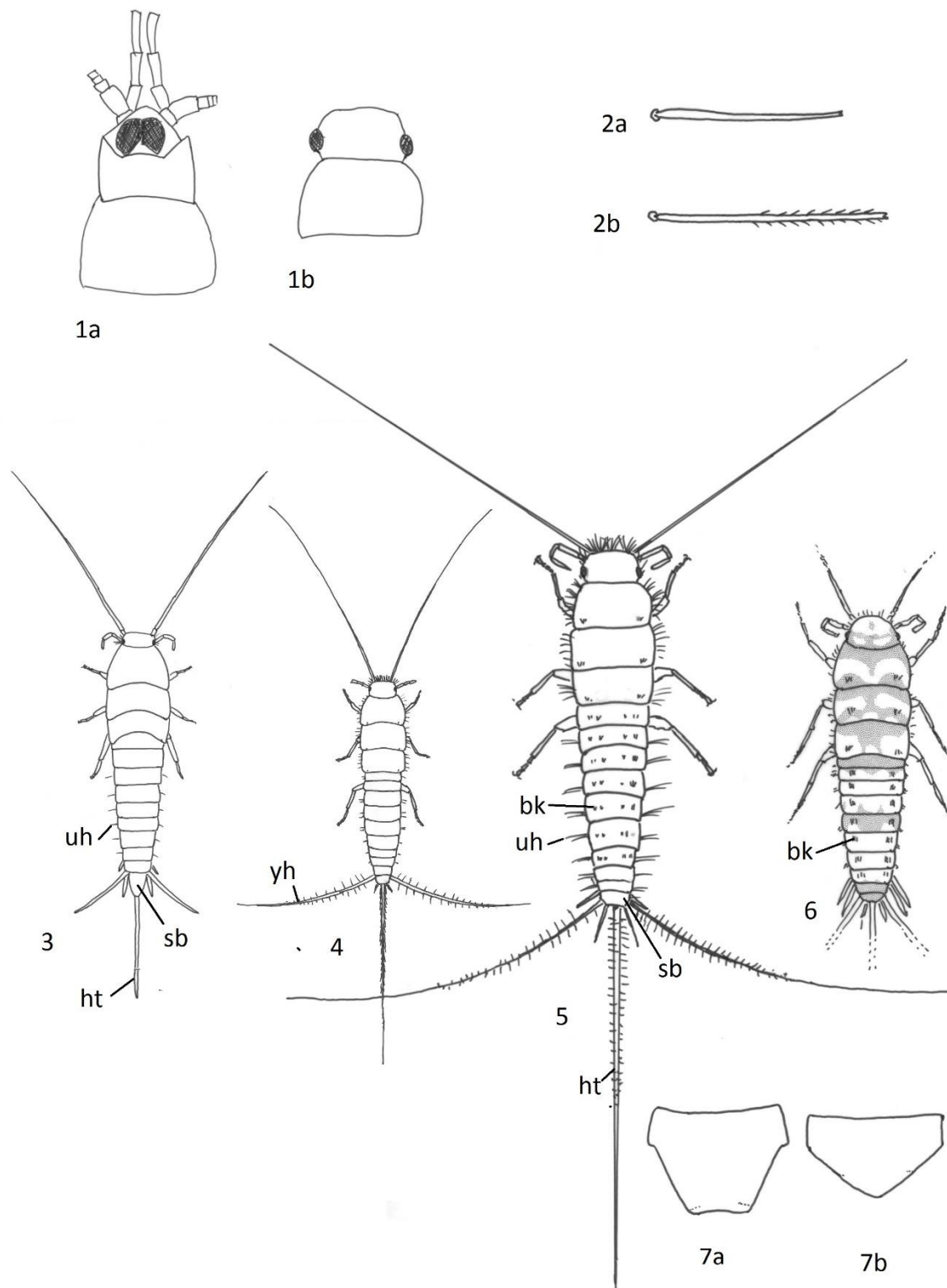


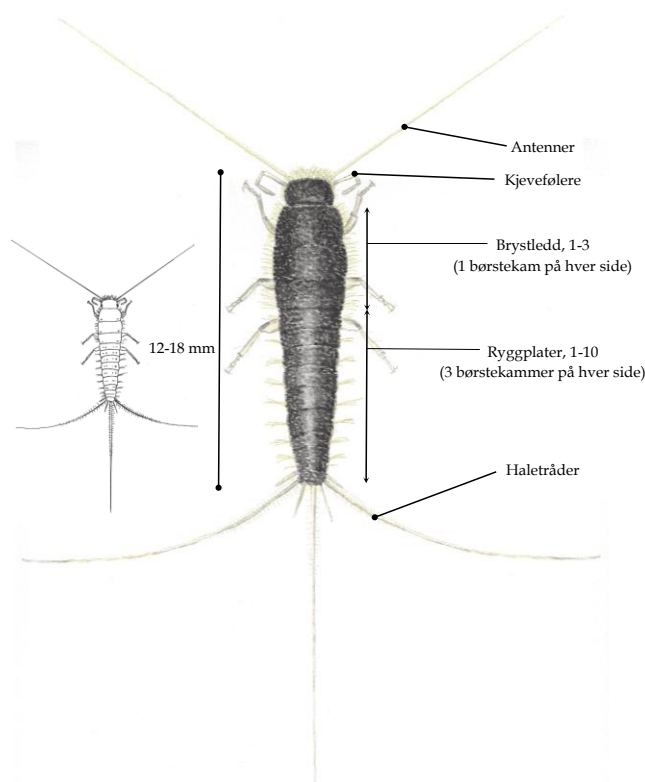
Fig. 1a: Hode av hoppebørstehalen steinsprett, 1b: hode av børstehale. 2a: Utstående hår hos sølvkre (jfr. 3 og 5, uh), 2b: Utstående hår hos skjeggkre. 3: Sølvkre med utstående hår (uh) og haletråder (ht) og siste bakkropsledd (sb). 4: Perlekre med ytre haletråder (yh). 5: Skjeggkre med børstekammer (bk). 6: Fyrkre, bare kroppen med mørke partier tegnet, ellers lik skjeggkre. 7a: Siste bakkropsledd hos skjeggkre, jfr. 5, sb. 7b: siste bakkropsledd hos *C. lineata*

- 1 Store øyne tett inntil hverandre (fig. 1a). Kan hoppe. (Orden Hoppebørstehaler, Archaeognatha, familien Machilidae, slekt steinsprett *Petrobius*)
- To norske arter, *P. brevistylis* og *P. maritima*. Lever på klipper og strender nær fjøresonen langs kysten. Kommer av og til inn i bygninger i denne sonen. Vanlige langs hele norskekysten.
- Øyne små, plassert på hver side av hodet (fig. 1b). Kan ikke hoppe. (Orden Børstehaler, Zygentoma) ..... 2
- 2 Haletrådene ca. halvparten så lange som kroppens lengde (fig. 3, ht). Hode sparsomt behåret (fig. 3). Siste bakkroppsledd avlangt, lengre enn bredt (fig. 3, sb). De lengste og kraftigste, utstående hårene på kroppens sider (fig. 3, uh) er glatte ved minst 60 x forstørrelse (fig. 2a). Uten børstekammer på bakkroppens ryggplater (fig. 3). Ensfarvet, men ulike individer varierer fra sølvglinsende til mørkt grå ..... Sølvkre, *Lepisma saccharina*
- Haletråder lengre enn halve kroppens lengde (fig. 5, ht), (NB! De kan lett bryte av, og derfor virke kortere). Hode tett behåret med «skjegg» (fig. 4, 5). Siste bakkroppsledd kort, kortere enn bredt (fig. 5, sb). De lengste og kraftigste, utstående hårene på kroppens sider (fig. 5, uh) er fint sagtakket ved minst 60 x forstørrelse (fig. 2b) ..... 3
- 3 De to ytre haletrådens (fig. 4, yh) lengde er ca. 2/3 av kroppens lengde, den midtre haletråden ca. like lang som kroppen. Ryggplatene på bakkroppssegmentene uten synlige børstekammer. Inntil 8 mm lang, antenner og haletråder unntatt. Skinnende hvit, ensfarvet ..... Perlekre, *Ctenolepisma calva*
- Alle haletrådene like lange som kroppens lengde. Ryggplatene på bakkroppssegmentene med børstekammer (fig. 5,6, bk). Mørkt farget ..... 4
- 4 Kroppens skjell med tydelig broket beige og svart mønster på oversiden (fig. 6). Ryggplatene på bakkroppssegmentene andre til sjetten ledd med to børstekammer på hver side – en oppå ryggen og en langs kanten (fig. 6, bk). Inntil 12 mm lang, antenner og haletråder unntatt ..... Fyrkre, *Thermobia domestica*
- Grå eller beige på oversiden, i lupe ser man mørke skjell på sølvaktig bunn (slitte eksemplarer med delvis manglende skjell ser gulaktige eller messingskinnende ut). Ryggplatene på bakkroppssegmentene andre til sjetten ledd med tre børstekammer på hver side – to oppå ryggen og en langs kanten. (fig. 5, bk). Inntil 18 mm lang, antenner og haletråder unntatt ..... 5
- 5 Siste ryggplate (= bakkroppens ledd X) trapesformet (fig. 7a). Tre børstekammer, hvorav to på ryggiden, på hver side av bakkroppens ledd II – VI (fig. 5) ..... Skjeggkre, *Ctenolepisma longicaudata*
- Siste ryggplate trekantet (fig. 7b). Tre børstekammer, hvorav to på ryggiden, på hver side av bakkroppens ledd II – VII ..... *Ctenolepisma lineata*



### Detaljert beskrivelse av skjeggkre (*Ctenolepisma longicaudata*)

Skjeggkreene blir store hvis de lever under gode forhold. Maksimal kroppslengde uten antenner og haletråder er antatt å være 18 mm (Pape & Wahlstedt, 2002). Normal størrelse for voksne ligger rundt 12 mm (Robinson, 2005). Her beskrives voksne skjeggkre (Figur 1), mens de små nyanseforskjellene mellom stadiene og forskjeller mellom kjønnene er beskrevet under livssyklus (Kapittel 2.1). Skjeggkreet kan sees på som noe spraglete i fargen siden skjellene veksler mellom grå og brune toner. De fremstår derfor som mindre sølvglinsende enn sølvkreet. I enden av den flattrykte, langstrakte og tydelig avsmalnende bakkroppen sitter det tre påfallende lange haletråder. Den midtre peker rett bakover og er tilnærmet like lang som kroppslengden, mens sidetrådene ofte peker vinkelrett ut til siden. Hodet har to antenner, og man kan i tillegg se to kortere kjevefølere. Sett ovenfra vil pannen og sidekantene fremstå som mye mer hårete hos skjeggkreet enn hos sølvkreet. Hårenes form og spesifikke plasseringer av børstekammer (en liten rad av hår) er sikre artskjennetegn hos skjeggkre. I motsetning til sølvkreet har skjeggkreet børstekammer på ryggsiden av brystleddene, og de har tre slike børstekammer på hver side av ryggplatenes overside. Den ene av de tre børstekammene sitter på siden av dyret. En viktig karakter som kan benyttes til å skille mellom ødelagte eller ufullstendige individer av sølvkre og skjeggkre er at de kraftigste hårene hos skjeggkre er sagtannet, mens sølvkreets hår er helt glatte. Det siste kjennetegnet krever en kraftig lupe med minst 60 x forstørrelse. I tillegg er det siste bakkroppsledet kortere enn det er bredt, mens dette hos sølvkre er lenger enn det er bredt. Ønsker man å benytte internasjonal litteratur er det viktig å være klar over at skjeggkreet på engelsk kalles for *gray silverfish*, *giant silverfish* eller *long-tailed silverfish* (Bennett et al., 2010; Gold & Jones, 2000; Mallis et al., 2011).



### Detaljert beskrivelse av Perlekre (*Ctenolepisma calva*)

Perlekre er hvitfarget siden skjellene er hvite. Den midtre haletråden er like lang som kroppen, mens sidetrådene er 2/3 av kroppslengden og peker vinkelrett ut fra kroppen. Perlekre er like hårete som skjeggkre, og de kraftigste hårene er sagtannet. Det siste bakkropssegmentet er kortere enn det er bredt. Maksimal kroppslengde er 8 mm.

### Detaljert beskrivelse av Sølvkre (*Lepisma saccharina*)

Sølvkreet er jevnt farget og sølvglinsende. Fargen varierer fra mørk grå til lys og sølvskimrende. Sølvkre har kortere haletråder enn halve kroppslengden, og i hvilestilling peker sidetrådene ofte skrått bakover. Sammenlignet med skjeggkre fremstår ikke sølvkreet som hårete, men spesielt hode og de fremre partiene har en del utstående hår. Verdt å merke seg er at de større og utstående hårene er glatte i motsetning til skjeggkreets som er sagtannet. Det siste bakkroppsledet hos sølvkre er lenger enn det er bredt. På engelsk kalles sølvkreet for *common silverfish* eller rett og slett for *silverfish*.

### Detaljert beskrivelse av Fyrkre (*Thermobia domestica*)

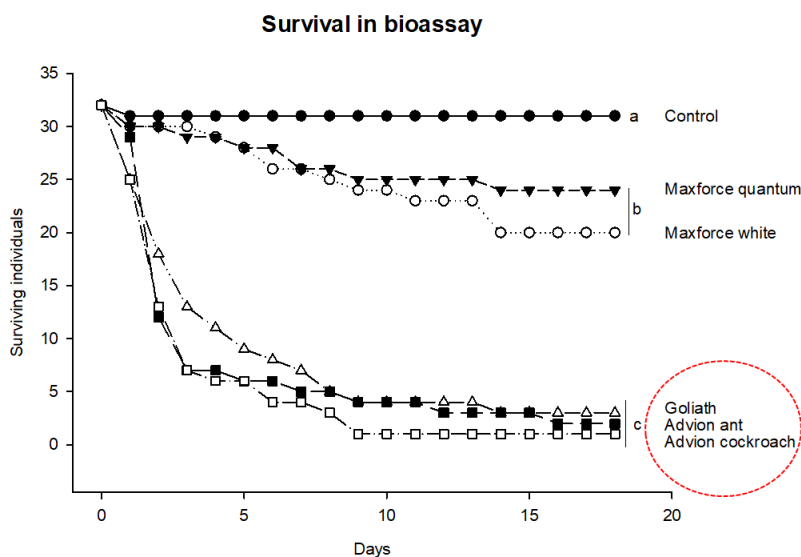
Fyrkreet er meget likt skjeggkreet ved at det er stort og hårete og ved at haletrådene er lange og holdes nesten vinkelrett ut til siden. Fyrkreet vil normalt fremstå med et noe mørkere bryst enn skjeggkreet, og i tillegg beskrives de som mer parallellsided slik at dyret ikke blir like jevnt avsmalnende bakover (Lillehammer, 1964). For sikkert å skille fyrkreet fra skjeggkre, må man se på fargetegninger i kombinasjon med artsspesifikke plasseringer av børstekammer og hår (beskrevet i nøkkelen i Appendiks A). På ryggplatenes overside, der skjeggkreet har 3 pluss 3 børstekammer, vil man bare finne 2 slike kammer på hver side hos fyrkreet. Fyrkreet er lite relevant som skadedyr i Norge, men de opptrer hyppig i varmere land (Mallis et al., 2011). På engelsk kalles fyrkreet for *firebrat*.



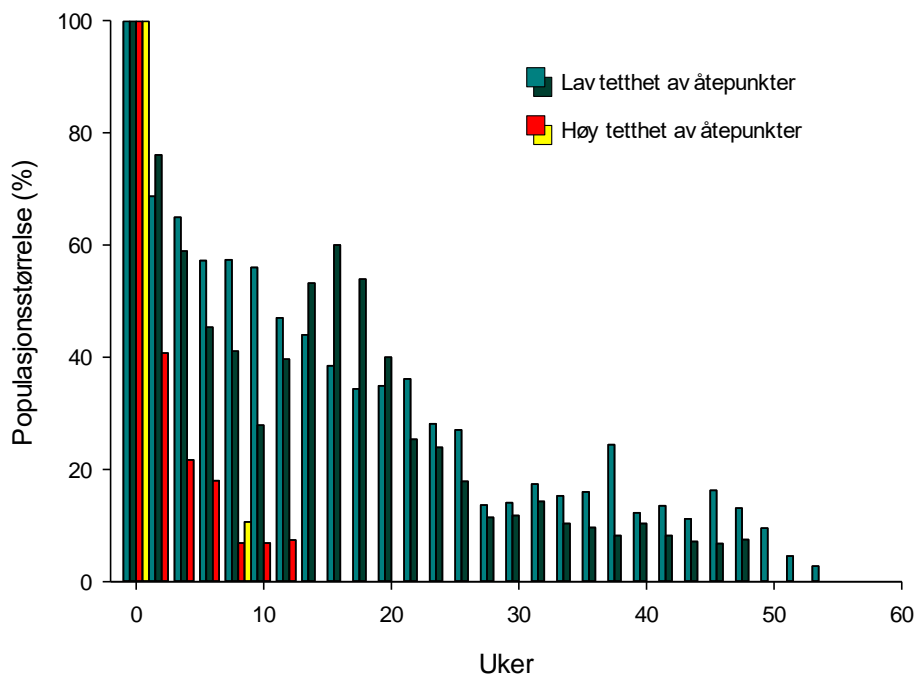
## Appendiks B – effekt av åte i laboratoriestudier og ved bekjemping

Disse resultatene er en del av et pågående studie utført av folkehelseinstituttet. Resultatene forventes publisert i 2019/2020

**Bio-assay:** De fem mest brukte åtene mot insekter i Norge ble testet i arenaer med skjulesteder, fritt vann og konkurrerende mat tilstede. 16 voksne og 16 juvenile skjeggkre ble benyttet per åte. Tre av åtene skilte seg ut som effektive. Sammenlignet med Goliath-åten har Advion-åtene en betydelig lavere giftighet for mennesker.



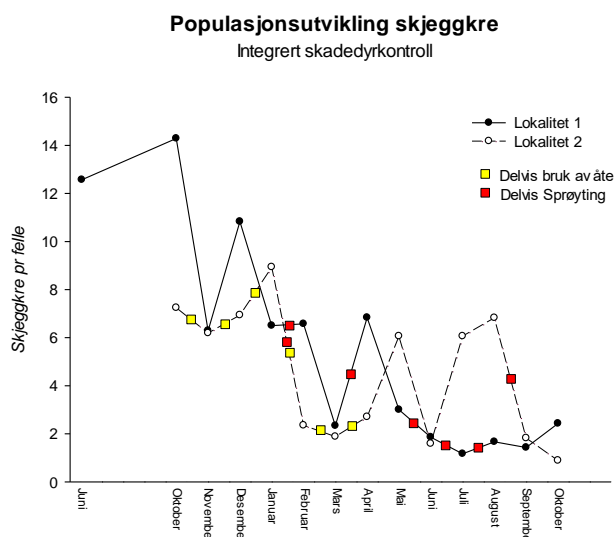
**Bekjemping:** Dette er et pågående studie og ingen av bekjempingstilfellene er ferdigstilt. Eksemplene viser åtebekjemping i næringslokaler (lys grønn), enebolig (mørk grønn), rekkehus (gul) og boligblokk (Rød). Utgangstettheten av skjeggkre er satt til 100% og figuren viser relativ reduksjon av bestandene. Forsøkene illustrer både effekten av åte generelt, samt en forbedret effekt fra høy tetthet av små åtepunkter.



## Appendiks C – Eksempel på skjeggkrebekjemping i bibliotek

**Bibliotek med tilhørende magasiner:** Skjeggkre ble oppdaget i et bibliotek høsten 2016. En rekke tiltak ble utført for å begrense skadeomfanget i lokalene og limfeller ble benyttet i stort omfang for å kartlegge og overvåke situasjonen. Biblioteket valgte å gå for en integrert skadedyrkontroll (IPM) som inneholdt følgende elementer:

- 1) *Dialog og konstruktiv samarbeid med byggeier.*
- 2) *Åpenhet om problemet og kompetanseheving blant ansatte.*
- 3) *Utarbeidelse av en brosjyre med beskrivelse av biologi, forebygging og bekjemping.*
- 4) *Økt fokus på grundig renhold.*
- 5) *Totalrenhold av lokaliteter der det ble gjort observasjoner.*
- 6) *En rydd-og-kast kampanje i alle lokaler som medførte destruering av 12 tonn papir.*
- 7) *Anbefaling om spiserutiner for å unngå matrester utenfor spiserom.*
- 8) *Oppbevaringsbokser av papp ble skiftet ut med plastbeholdere.*
- 9) *Årlige inspeksjoner av samlinger og magasin.*
- 10) *Definere yttervegger for magasiner og soneinndeling av lokalene.*
- 11) *Bruk av dobbeltsidig tape for å begrense skjeggkreenes bevegelsesmuligheter mellom soner.*
- 12) *Frysing av objekter (-20 til -30 °C) før langtidslagring.*
- 13) *Lokal bruk av forgiftet åte.*
- 14) *Lokal bruk av tørkepulver.*
- 15) *Lokal bruk av giftsprøyting.*



Skjeggkre (*Ctenolepisma longicaudata*) fanget med limfeller. (Figur gjengitt etter data samlet av Nasjonalbiblioteket og Anticimex med tillatelse fra Gunhild Myrbakk).

Utviklingen i skjeggkrebekstanden var positiv for biblioteket og understreker viktigheten av å benytte mange tiltak som drar i samme retning. Tilnærmingen var i tråd med anbefalte strategier for skadedyrkontroll i museer (Querner, 2015; Querner et al., 2013; Åkerlund, 1991; Åkerlund et al., 1998) og peker på viktigheten av IPM. Når flere metoder benyttes samtidig, er det vanskelig å identifisere hvilke tiltak som bidrar i størst grad, men denne situasjonen illustrer godt at det er mulig å begrense omfanget selv i store bygninger og i komplekse miljøer med mange potensielle skjulesteder.

## Appendiks D – Videohenvisninger og tilleggsbilder av skjeggkre

Videoer av skjeggkre i laboratoriekulturer finnes tilgjengelig på:

<https://www.fhi.no/nettpub/skadedyrveilederen/smadyr-andre/sjeggkre/>

Tilleggsbilder av skjeggkre (*Ctenolepisma longicaudata*):

