



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Bacheloroppgave 2021 15 stp**

NMBU Veterinærhøgskolen  
Ingrid Toftaker

# **Forekomst av kjølbeinsfrakturer hos verpehøner – En litteraturstudie**

## **Prevalence of keel bone fractures in laying hens – A literature review**

Kristian Haagaas, Elise Jacobsen, Katrine Larssen

Bachelor Dyrepleie  
Institutt for produksjonsdyrmedisin



# Innhold

<b>Forord</b>	<b>5</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Definisjoner</b>	<b>6</b>
<b>Innledning</b>	<b>7</b>
Hva er kjøllebein?	7
Årsaker	8
Dyrevelferd	8
Avl	8
Eggproduksjon i Norge	10
Eggproduksjon og biologi	10
Driftsformer	12
Konvensjonelle bur	12
Innredde bur	13
Frittgående - Aviar	14
Frittgående - Gulvdrift	14
Diagnostiske metoder for KBF	14
<b>Formål</b>	<b>15</b>
<b>Materiale og metoder</b>	<b>16</b>
Søkestrategi	16
Eksklusjons- og inklusjonskriterier	20
Utvalg og systematisering av variabler	20
Aldersinndeling	21
Raser/hybrider og ytelsesgrupper	22

Driftsformer	22
<b>Resultater</b>	<b>25</b>
Alder-rase/hybrid	27
Brune- og hvite hybrider	31
Driftsform	33
<b>Diskusjon</b>	<b>37</b>
Alder	37
Rase/hybrid	38
Driftsform	42
Dyrevelferd	44
Svakheter ved egen og andres studie	46
<b>Konklusjon</b>	<b>49</b>
<b>Takk til bidragsyttere</b>	<b>49</b>
<b>Summary</b>	<b>50</b>
<b>Referanser</b>	<b>51</b>

## Forord

Vi synes det er viktig å fremme problemene assosiert med kjølbeinsfrakturer, samt å finne løsninger som gagnar både det økonomiske og det dyrevelferdsmessige aspektet. Som dyrepleiere har vi stort fokus på dyrevelferd, og vi ser det derfor som viktig å belyse dette problemet da det er et velferdsproblem og eventuelt finne løsninger. Til tross for at få dyrepleiere jobber innenfor dette feltet, har vi mulighet til å øke oppmerksomheten rundt velferd hos produksjonsdyr generelt.

## Sammendrag

*Tittel:* Forekomst av kjølbeinsfrakturer hos verpehøner – En litteraturstudie

*Forfattere:* Haagaas, Kristian, Jacobsen, Elise, Larssen, Katrine.

*Veileder:* Ingrid Toftaker, Institutt for produksjonsdyrmedisin.  
Käthe Kittelsen, Helsetjenesten for fjørfe, Animalia

I denne litteraturstudien har vi undersøkt forekomst av kjølbeinsfrakturer hos verpehøner. Vi har undersøkt ulike risikofaktorer som alder, produksjon, driftsform og genetikk. Vi har funnet at prevalensen av kjølbeinsfraktur øker med økende alder. Videre har vi sett at verpehønene som blir holdt i gulvdrift og aviar har en høyere prevalens enn høner som holdes i bur og innredde bur. Videre ser vi at det er en rask økning i prevalens av kjølbeinsfraktur i perioden verpehønene legger flest egg. Det er også observert en forskjell mellom de brune og hvite verpehønene, der de hvite har generelt lavere forekomst av kjølbeinsfraktur enn de brune. Høner som ikke utnyttes til kommersielt bruk har lavest forekomst.

## Definisjoner

Tabell 1. Definisjoner

KBF	Kjølbeinfraktur
Verpehøne	Høne som legger egg for konsum, ikke for reproduksjon.
Verpefase	Perioden domestiserte høner legger egg.
Per innsatt høne	Antall høner ved begynnelsen av eggproduksjonen.
Rase	En lukket gruppe dyr. Spesialiserte avlslinjer som har blitt avlet frem hvor de beste dyrene i hver generasjon blir videre avlet uten å ta inn noen dyr utenfra. Det er alltid en viss grad av innavl i disse linjene. Ofte er disse rasene mindre produktive.
Hybrid	Krysninger av raser fra renavlede linjer. Krysningene skal i prinsippet bli bedre enn gjennomsnittet av originallinjene. De blir mer hardføre og mer produktive.
Høy-ytelse	Verpehøns med høy eggproduksjon ~250-500 egg per høne per verpefase.
Lav-ytelse	Verpehøns som legger et lavt antall egg i forhold til kommersielle verpehøns (under ~250 egg per høne per verpefase), eller som biologisk sett legger få egg per verpefase.
Kommersiell	Verpehøns som er avlet for effektiv produksjon, og som blir tatt i bruk til egglegging på et kommersielt nivå.
Eksperimentell	Verpehøns som er avlet for eksperimentell bruk. Disse er gjerne kommersielle høner som har blitt avlet for spesifikke egenskaper. Eksempler på egenskaper kan være: redusert egglegging, endring på beinstyrke.
Ikke-kommersiell	Verpehøns som ikke er avlet for å nå de høytytende kravene for kommersiell bruk. Disse kan ha vært høyt ytende i sin tid, men blir ofte avlet for andre egenskaper som utseende, selvstendighet og kjøtt. Blir ofte brukt på privat basis.

## **Innledning**

### **Hva er kjølbein?**

Flyvende fugler, inkludert hønsefugler, har en kjølformet struktur som er en forlengelse av sternum (brystbein) og løper aksialt langs sternums midtlinje (Bagley, 2016 s. 33; Casey-Trott et al., 2015). Denne strukturen kalles kjølbein (Casey-Trott et al., 2015). Funksjonen til kjølen er å forsterke brystbeinet, samt at det øker arealet for muskelfestet til flygemusklene (Bagley, 2016 s. 33). Kjølbeinet er derfor mindre utviklet hos fugler som har redusert eller manglende flygeeivne (Bagley, 2016 s. 33). I den tidlige delen av utviklingsfasen, så består kjølbeinet av bruske (Buckner et al., 1948). Kjølbeinet hos verpehøns blir ikke ferdig forbeinet før rundt 40 ukers alder (Buckner et al., 1948).

Kjølbeinsdeformasjoner og -frakturer er et kjent og vanlig velferdsproblem hos verpehøner. Ifølge Animal Welfare Council (tidligere FAWC) og EFSA er kjølbeinsskader ansett som en av de viktigste velferdsproblemene hos kommersielle verpehøner (Berg et al., 2015; FAWC, 2013).

Kjølbeinet kan bli utsatt for skade, i form av deformasjoner eller frakturer (Kittelsen et al., 2020a). Deformasjoner er avvik fra kjølbeinets originale form, uten at det resulterer i fraktur (Casey-Trott et al., 2015). Fraktur er når kjølbeinet bryter på ett eller flere steder. Tidligere skilte man ikke mellom deformasjon eller fraktur, men nyere forskning har blitt mer nøyaktig når det gjelder å differensiere mellom disse patologiske tilstandene. Fokuset for denne litteraturstudien er kjølbeinsfraktur (KBF). For fraktur er det rapportert høye, men varierende, prevalensdata fra flere land i Europa; Tyskland (Eusemann et al., 2020), Belgia (Heerkens et al., 2016), Sveits (Baur et al., 2020; Käppeli et al., 2011), Storbritannia (Wilkins et al., 2011), og Nord-Amerika; USA (Chargo et al., 2019; Tracy et al., 2019) og Canada (Petrik et al., 2013; Petrik et al., 2015), noe som understreker relevansen av dette problemet. Flere studier rapporterer om prevalens på over 90% (Chargo et al., 2019; Eusemann et al., 2018a), men noen rapporterer prevalens så lavt som under 35% (Fulton, 2019; Riber & Hinrichsen, 2016).

## Årsaker

KBF har så langt blitt funnet å være påvirket av flere faktorer. Medvirkende årsaker er blant annet genetisk bakgrunn (Candelotto et al., 2017; Eusemann et al., 2018a), selve eggproduksjonen og den høye produksjonsytelsen til moderne verpehøner (Eusemann et al., 2020). Andre årsaker kan være ernæring (Toscano et al., 2015), driftsform (Wilkins et al., 2011) og innredning (Scholz et al., 2014; Stratmann et al., 2015). På 1950-tallet begynte de å fokusere på beinkvaliteten, blant annet osteoporose som ble sett i sammenheng med batteribur (Kittelsen et al., 2020b; Whitehead, 2004) som var vanlig brukt på den tiden. En av grunnene til at det ble lagt merke til var at hønene endte opp med en tilstand hvor de ikke lenger klarte å reise seg, kalt burparalyse eller burutmattelse (Grumbles, 1959). I 1999 kom det et EU direktiv om minimumsstandardene for hold av verpehøner, som praktisk forbød batteribur, og innen 2012 ble den håndhevet (Council directive 1999/74/EC, 1999). Det var ikke før FAWC publiserte sin uavhengige rapport om osteoporose og benfrakturer i 2010 at problemet med KBF kom i fokus (FAWC, 2010; Rufener & Makagon, 2020). Etter hvert som velferden til hønene ble et større fokus og driftsformer ble forbedret endret fokuset seg over på driftsformer og innredning, spesielt vagler, som mulig medvirkende årsak til KBF. De siste årene har det blitt et større fokus på den genetiske bakgrunnen og sammenhengen med eggproduksjonen.

## Dyrevelferd

KBF som et velferdsproblem er sett på av flere over de siste årene, og er sett å ha effekt på flere plan i den kommersielle industrien. De kan føre til smerter og stress over lengre perioder hos hønene, som kan føre til negative endringer, både fysisk og mentalt blant hønene (Armstrong et al., 2020). De kan få en redusert mobilitet, og kan få en dårligere evne til å ta vare på seg selv (Nasr et al., 2012). KBF kan innebære negative innvirkninger på økonomien, med muligheter for en redusert produksjon av og dårligere kvalitet på egg, i tillegg til dårligere effektivitet og fôrutnyttelse (Nasr et al., 2013).

## Avl

Eggproduksjonen har endret seg drastisk de siste 100 årene (Bagley, 2002 s. 16). På starten av 1900-tallet holdt bøndene fjørfe i en skala som var nok til familiens forbruk, samt for muligheten til å selge produktene på marked (Bagley, 2002 s. 16). Det skjedde en gradvis utvikling i fjørfeproduksjonen til midten av 1900-tallet mot et mer avansert fjørfehold, men



det er i de siste 50 til 60 årene det har pågått omfattende utvikling i denne produksjonen (Bagley, 2002 s. 16-17).

Måltrettet og intensiv avl av tamhønene for å fremme gode egenskaper relatert til eggproduksjon har resultert i at dagens høner skiller seg svært fra deres forfedre (Bagley, 2002 s. 145). Det finnes mer enn 200 hønseraser i verden og disse stammer fra jungelhøns (Bagley, 2002 s. 222). Det som kjennetegner verpehøns er deres lette kropp, i motsetninger til de tyngre hønsetypene som har blitt avlet frem til kjøttproduksjon (Bagley, 2016 s. 277). Hvit italiener og brun italiener er eksempler på to raser av verpehøns (Bagley, 2016 s. 277). Hvit italiener er opphavet til de hvite kommersielle hybridene (Bagley, 2016 s. 278). Denne rasen ble så kjent som Leghorn da den ble utviklet videre i USA, og spredt til resten av verden (Bagley, 2016 s. 278). Lohmann hvit, som er en hybrid, har opphav fra Leghorn-rasen (Bagley, 2016 s. 278). På engelsk heter den Lohmann Selected Leghorn og blir ofte forkortet LSL (Bagley, 2016 s. 278). På samme måte stammer de brune verpehønshybridene fra rasene som blant annet rhode island red og new hampshire (Bagley, 2016 s. 278).

I dag finnes det flere store selskaper som utvikler sine egne linjer og setter sine navn på hybridene de lager. Et eksempel er ISA som utvikler hybridene ISA Brown og ISA White (ISA Poultry, u.å.-c). På samme måte har selskapet Lohmann flere hybrider, blant annet Lohmann LSL-Classic, Lohmann Brown-Classic og Lohmann LSL-Lite (Lohmann Breeders, u.å.-a). Hy-Line er, ifølge deres hjemmeside, det første selskapet som benyttet seg av å avle hybrider i sine avlsprogram for verpehøner på en kommersiell skala (Hy-Line, u.å.-a). De har flere hybrider, blant annet Hy-Line W-36 (Hy-Line, u.å.-b). Hybrider er med andre ord et resultat av målrettet avl der det blir krysset ulike raser for å få best mulig avkom med de egenskapene som er ettertraktet (Bagley, 2016 s. 279). I dagens fjørfeavl har fokuset gått bort fra rene raser, og hybrider dominerer avlsarbeidet for de kommersielle høns (Bagley, 2016 s. 279).

Avlsmålet innebærer å avle frem individer som har ønskelige egenskaper (Bagley, 2016 s. 281). Eggproduksjon, eggkvalitet, alder ved første egg, fôrutnyttelse og antall egg er eksempler på slike egenskaper som blir vektlagt hos verpehøns (Bagley, 2016 s. 281). Antall egg produsert hos verpehønene er en egenskap som er viktig i fjørfeavl hos verpehøns. Desto flere egg de legger, desto mer effektiv blir eggproduksjonen og mer økonomisk lønnsomt er det for bøndene. Ved 72 ukers alder har LSL-Classic lagt 325 egg per innsatt høne

(“hen/housed” på engelsk) (Lohmann Breeders, u.å.-b). ISA Brown legger 327 egg ved samme alder (ISA Poultry, u.å.-b), og Hy-Line legger 331 egg ved 72 ukers alder (Hy-Line, u.å.-c).

En eggproduksjon på 100% betyr ett egg per høne per dag, tilsvarende vil 50% eggproduksjon være halvparten av dette. Dette kalles også verpeprosent. Maksimal verpeprosent for LSL-Classic er 94-96%, ISA Brown og Hy-Line W-36 har henholdsvis maksimal 96% og 95-97% (Hy-Line, u.å.-b; ISA Poultry, u.å.-a; Lohmann Breeders, u.å.-b).

## **Eggproduksjon i Norge**

Fra 1896 til 1989 ble det gjort systematisk avlsarbeid fra seks avlsstasjoner for verpehøns i Norge (Bagley, 2002 s. 235). Det ble brukt norske dyr til dette avlsarbeidet som ble foredlet (Bagley, 2002 s. 235). I 1989 ble det slutt på nasjonal avl, og de største rugeriene i Norge gjorde avtaler med store internasjonale selskaper, hovedsakelig fra Europa og USA, og importerte dyremateriale (Bagley, 2002 s. 235). Dette skyldtes at avlsmaterialet i Norge viste seg å være underlegne i forhold til tilsvarende materiale fra blant annet Sverige, England og Tyskland (Bagley, 2016 s. 275). I dag er 97-98% av verpehønene i Norge hviteggsverpere og bare 2-3% er bruneggsverpere (Bagley, 2016 s. 280). Hviteggsverperne vi har i Norge er blant annet Lohmann hvit og Dekalk (Bagley, 2016 s. 280). Lohmann Brun og ISA brun er typer bruneggsverpere vi har i Norge (Bagley, 2016 s. 280). Norske forbrukere foretrekker hvite egg fremfor brune (Bagley, 2002 s. 243). I Europa er fordelingen annerledes, kun 20% er verpehøns som legger hvite egg og hele 80% legger brune egg (Bagley, 2016 s. 280). I gjennomsnitt i verden er 50% bruneggsverpere, 45% hviteggsverpere og 5% som legger beige egg (Bagley, 2016 s. 280). Grunnen til at Norge skiller seg markert ut når det gjelder andelen brune egg i forhold til Europa og resten av verden skyldes flere ting. Høner som legger hvite egg har en høyere eggtylse og bedre fôrutnyttelse enn de brune (Bagley, 2002 s. 243).

## **Eggproduksjon og biologi**

Verpehøner blir kjønnsmodne og starter å legge egg fra de er mellom 18 og 24 uker gamle (Bagley, 2016 s. 54). Det går 24-28 timer mellom hver egglegging avhengig av alder og rase (Bagley, 2016 s. 55). Vilde fugler har en sesongmessig eggproduksjon som vil variere ettersom lengden på dagene skifter (Bagley, 2016 s. 303). Lyset påvirker hypofysen som er ansvarlig for regulering av kjønns hormoner som styrer eggleggingen (Bagley, 2016 s. 336).

Tamhønene som brukes i dagens produksjon blir ikke påvirket på samme måte da det benyttes kunstig lys (Bagley, 2016 s. 54). Lyset som brukes innendørs etterligner våren med økende lysmengde for å stimulere dem til å begynne oppverping (Bagley, 2016 s. 303). Dette skjer vanligvis ved 20 ukers alder (Bagley, 2016 s. 336). Når verpingen har begynt er lyslengden konstant for å stimulere hønene til å fortsette verpingen (Bagley, 2016 s. 304).

Når høna blir kjønnsmoden krever de høye konsentrasjoner av kalsium for å møte behovet til eggproduksjon (Sandilands et al., 2009). Hovedkilden til kalsium er gjennom føret, og det høna ikke tar opp gjennom føret blir absorbert fra medullært beinvev og knokler (Dacke et al., 1993). Medullært bein er østrogen-avhengig beinvev som ligger i beinmargshulen i rørknoklene hos høner i perioden de verper (Bagley, 2016 s. 35; Whitehead & Fleming, 2000). Det dannes omtrent to uker før eggleggingen begynner, og vokser gjennom hele verpeperioden (Bagley, 2016 s. 35). Disse beinene fungerer som en kalsiumreserve (Bagley, 2016 s. 35). Hos kommersielle verpehøner har det blitt funnet at medullært beinvev blir produsert i mer eller mindre alle knokler (Taylor & Moore, 1953, referert i Canoville et al., 2019). Men hos ville hunnfugler er det ikke alle knokler som produserer medullært beinvev og det varierer fra art til art (Canoville et al., 2019). Femur har blitt funnet å være knokkelen som produserer medullært beinvev hos de fleste arter, det samme gjelder tibiotarsus (Canoville et al., 2019). Etter det er det radius, ulna og atlas som ofte produserer medullært beinvev (Canoville et al., 2019). Derimot de fleste nakke- og ryggvirvler er det bare 30% av artene som har produksjon og bare 50% i brystbeinet og bekkenområdet (Canoville et al., 2019).

Oppverping er den første perioden etter kjønnsmodning (Bagley, 2016 s. 55). Hønene kan i denne perioden legge uregelmessige antall egg, samt egg som har to plommer eller bløte skall (Bagley, 2016 s. 55). Eggproduksjonen normaliserer seg etter et par uker (Bagley, 2016 s. 55-56).

Toppverping er når eggproduksjonen er på det høyeste, og dette skjer vanligvis 6 til 10 uker etter oppverping når hønene er 30-40 uker gamle (Bagley, 2016 s. 56 & 340). Deretter er det en periode på 40-50 uker med nedadgående produksjon (Bagley, 2016 s. 56). Den første delen av denne perioden kalles midtverpefasen, og hønene har en alder på omtrent 40-55 uker (Bagley, 2016 s. 340). Den siste delen heter sluttverpefasen og hønene er i denne perioden 55-80 uker gamle (Bagley, 2016 s. 340). Høna går så i en fase med fjørfelling (Bagley, 2016 s.

56). Dagens verpehøner slaktes vanligvis før fjørfellingen starter (Bagley, 2016 s. 56). Det er derfor ikke uvanlig at en høne kan legge 300 egg i en periode på omtrent 50 uker med produksjon (Bagley, 2016 s. 56).

Hos ville fugler er medullært beinvev midlertidig og blir reabsorbert så snart eggproduksjonen er fullført (Kyes & Potter, 1934, referert i Sandilands et al., 2009). Dermed kan kalsiumreservene gjenopprettes i den fasen hvor fuglen ikke legger egg (Sandilands et al., 2009). På grunn av produksjonen over lenger tid får ikke verpehønene denne “verpepausen” slik at skjelettet rekker å regenerere seg (Whitehead & Fleming, 2000). Når verpehøner begynner verpefasen og medullært beinvev begynner å utvikles stopper utviklingen av strukturelt beinvev (Whitehead & Fleming, 2000). Dette kan resultere i bentap og svakt skjelett (Whitehead & Fleming, 2000).

## **Driftsformer**

Det finnes flere forskjellige typer driftsformer for verpehøns, men det er 3 typer som er mest brukt. konvensjonelle bur, innredde bur og frittgående driftsformer (Animalia, 2021). I tillegg er det økologisk og friland (Animalia, 2021). Konvensjonelle bur har ikke blitt brukt i Norge siden 2010 (Animalia, 2020), men blir fremdeles brukt andre steder i verden. Frittgående er den type driftsformen som er mest vanlig i Norge, hvor 82% av driften er frittgående (Animalia, 2020). 9% av verpehønene holdes i innredde bur, og 7,5% er økologiske (Animalia, 2020). I EU holdes 49,5% av hønene i innredde bur, og 32,5% av hønene er frittgående i gulvdrift (European Commission, 2021). Andelen økologiske høner er 6,2% (European Commission, 2021). I USA holdes 70,8% av verpehønene i bur som omfatter både batteribur og innrede bur (USDA AMS Agricultural Analytics Division, 2021). De resterende 29,2% holdes burfritt (USDA AMS Agricultural Analytics Division, 2021). I Australia er 55% av verpehønene holdt i bur, hvor majoriteten er bur som ikke er innredet (NSW Government Department of Primary Industries, u.å.).

## **Konvensjonelle bur**

Konvensjonelle bur, har ikke noen form for berikelse eller innredning (Bagley, 2016 s. 307). Burene bidro til lavere dødelighet og høyere eggproduksjon enn de tradisjonelle flokkene (Bagley, 2016 s. 305-306), men gir ikke mulighet til at høna kunne utøve sine naturlige atferder som å sitte på vagler, strøbade og kunne flakse med vingene (Bagley, 2016 s. 307).

## Innredde bur

1. januar 2012 ble det restriksjoner i Norge for kravene som gjaldt bur og frittgående (Bagley, 2016 s. 308). Hønene skulle ha tilgang til vagler (sittepinner), strøbad, rede og klosliper (Bagley, 2016 s. 308; Forskrift om hold av høns og kalkun, 2002). Dette gjaldt både hønene som var frittgående og hønene som var holdt i bur (Bagley, 2016 s. 308). Dette påbudet gjaldt også land innenfor EU (Bagley, 2016 s. 308). Det var med andre ord ikke et forbud mot slike bur, men det ble satt krav som førte til at disse konvensjonelle burene ikke var lovlige (Bagley, 2016 s. 308). Målet med å avskaffe de konvensjonelle burene var å bedre velferden og samtidig beholde fordelene med konvensjonelle bur (Bagley, 2016 s. 311). Man har observert at det er lavere dødelighet og det er flere egg som blir produsert hos høner som holdes i bur (Bagley, 2016 s. 311).

Når hønene legger egg søker de til steder der de er i skjul (Bagley, 2016 s. 310). Derfor skal hønene ha mulighet til å verpe i reder (Bagley, 2016 s. 310). I Forskrift om hold av høns og kalkun (2002) er et rede definert som et rom er egnet for egglegging og som har et annet underlag enn netting. I naturlige tilstander ville fuglene som valgte å hvile på steder over bakken ha mindre sjanse for å bli utsatt for rovdyrangrep (Olsson & Keeling, 2000). De bruker også valgene til å overvåke miljøet de er i, unnslippe andre høner og forstyrrelser (Berg et al., 2015). Det er viktig for verpehønene å ha tilgang til disse vaglene. Når vaglene blir fjernet fra burene viser fuglene nemlig tegn på frustrasjon (Olsson & Keeling, 2000). Det finnes ulike materialer, blant annet myke og harde tresorter, gummi, plast, samt metall (Berg et al., 2015). Strøbad stimulerer verpehønene til å skrape, hakke og sandbade (Bagley, 2016 s. 311). Kloslipere sliper klørne til høna (Bagley, 2016 s. 311). For lange klør kan føre til skade på klørne eller de kan sette seg fast i for eksempel nettingen (Bagley, 2016 s. 311). Disse kan være laget av for eksempel sandpapir som festes på innsiden av fôrtroa (Bagley, 2016 s. 311). Hønene skraper gjerne med bena når de spiser og slik blir klørne slipt (Bagley, 2016 s. 311). Det skal minimum være 850cm<sup>2</sup> per verpehøne ifølge norsk lov (Forskrift om hold av høns og kalkun, 2002), men i EU bestemmelsene er kravet noe lavere, 750cm<sup>2</sup> per høne (Council directive 1999/74/EC, 1999). Hønene skal også ha tilgang til fôrtro og drikkeplasser (Animalia, 2021).

## **Frittgående - Aviar**

Det finnes to hovedgrupper av driftsformer for frittgående høner, aviarier og gulvdrift (Animalia, 2021). Aviar kalles også for fleretasjesystemer og består, som navnet tilsier, av flere etasjer (Bagley, 2016 s. 312). I følge europeisk og norsk lovgivning som gjelder spesielt for aviarier kan det maksimalt være fire etasjer over hverandre (Council directive 1999/74/EC, 1999; Forskrift om hold av høns og kalkun, 2002). Det er dessuten krav om en utforming av systemet som gjør at ekskrementene ikke faller ned på etasjene under (Council directive 1999/74/EC, 1999; Forskrift om hold av høns og kalkun, 2002). Høyden mellom hønene og etasjen over skal være minst 45 cm (Council directive 1999/74/EC, 1999; Forskrift om hold av høns og kalkun, 2002). Det skal være maksimalt ni høner per m<sup>2</sup> (Council directive 1999/74/EC, 1999; Forskrift om hold av høns og kalkun, 2002). I motsetning til gulvdrift kan hønene bevege seg mellom etasjer hvor fôr, vann og reder er plassert i de forskjellige etasjene (Bagley, 2016 s. 312). Gulvet er dekket av strø hvor de kan skrape, hakke eller ta et strøbad (Bagley, 2016 s. 313). I Norge er denne driftsformen den mest vanlige blant verpehønene (Animalia, 2021).

## **Frittgående - Gulvdrift**

Gulvdrift er en type løsdrift hvor hønene går fritt i store anlegg (Bagley, 2016 s. 307). Det som skiller gulvdrift fra aviarier er at gulvdrift er at det kun finnes en flate (Bagley, 2016 s. 308). Gulvdrift følger de samme arealkravene som aviarier (Council directive 1999/74/EC, 1999; Forskrift om hold av høns og kalkun, 2002). Minst  $\frac{1}{3}$  av gulvarealet skal være dekket med strømateriale (Council directive 1999/74/EC, 1999; Forskrift om hold av høns og kalkun, 2002).

## **Diagnostiske metoder for KBF**

De siste årene har det vært større fokus på metoder for å identifisere og klassifisere frakturer og deformasjoner. Det er nå mye vanligere å skille frakturer og deformasjoner enn det var før. Det er også mye mer vanlig å bruke diagnostikk som røntgen og disseksjon for å identifisere frakturane. Palpasjon har vært den mest vanlige diagnostiske metoden fordi den er billig og enkel å gjennomføre. En annen fordel med palpasjon er at potensialet til å undersøke de samme hønene over tid er til stede (Wilkins et al., 2004). Palpasjon innebærer at de fører to fingre på hver side av kjølbene for å kjenne etter avvik fra normalanatomien (Wilkins et al., 2004).

Mange studier har sammenlignet palpasjon med andre metoder for å finne ut hvor nøyaktig metoden er, og nøyaktigheten av prevalensen av KBF mellom palpasjon og røntgen har blitt funnet å være alt fra: 44-96,8% (Tracy et al., 2019), 71-83% (Wilkins et al., 2004) og 55-89% (Buijs et al., 2019). Erfaringen til personen som utførte palpasjonen viste seg å være avgjørende for nøyaktigheten (Buijs et al., 2019; Tracy et al., 2019). De med mest erfaring fikk høyere nøyaktighet enn de med mindre erfaring. Uansett hvor erfaren personen er blir prevalensen ofte underestimert (Tracy et al., 2019) fordi det er vanskelig å kunne kjenne seg frem til alle deformasjoner og frakturer.

Disseksjon er også en foretrukket metode, men denne metoden er arbeidskrevende og kan være dyr hvis man skal studere prevalens ved ulike aldre (Tracy et al., 2019). Dessuten må man avlive hønene for å få prevalensen av frakturene (Tracy et al., 2019). Denne metoden regnes å være gullstandarden for å undersøke prevalens på KBF (Buijs et al., 2019).

Røntgen er som nevnt en metode for å diagnostisere kjølbensdeformasjoner og - frakturer. Nå som det er tilgjengelige portable røntgenmaskiner er røntgen blitt en av de foretrukne metodene. Fordelen med å ta røntgenbilder er at man kan, på samme måte som palpasjon, undersøke hønene på ulike tidspunkt, uten å avlive dem. Frakturer lokalisert dorsalt på kjølbent er umulig å palper, men dette kan røntgenbildene avsløre (Richards et al., 2011). Røntgenbilder kan avsløre nye frakturer før kroppen har mobilisert en betennelsesrespons, som er vanskelig ved palpasjon (Casey-Trott et al., 2015). Det er dog noen ulemper med røntgen, blant annet tilgjengelighet, kostnader og tyding av bildene (Tracy et al., 2019). Personene som gjennomfører røntgentakingen er utsatt for røntgenstråling (Tracy et al., 2019). Bruk av portable røntgenmaskiner kan bidra til en biosikkerhetsrisiko ved å bruke de i forskjellige kommersielle flokker (Tracy et al., 2019).

## **Formål**

Det overordnede målet med denne oppgaven var å skaffe mer kunnskap om KBF hos verpehøner.

Det spesifikke målet for oppgaven var å undersøke forekomst av KBF, og hvorvidt slike frakturer er assosiert med risikofaktorer som produksjon, alder, driftsform og genetikk, gjennom en systematisk litteraturstudie.

# Materiale og metoder

## Søkestrategi

I litteratursøket brukte vi databasen PubMed. Vi valgte denne databasen fordi den er ansett for å være en av de meste komplette databasene for vitenskapelig litteratur innen veterinærmedisin, samt mulighet for effektiv søking ved hjelp av å bruke inkluderende og ekskluderende søkemetoder som å bruke “AND” og “OR”.

Vi gjennomførte også manuelle søk på <http://www.keelbonedamage.eu/> for å finne andre artikler, etter videre anbefalinger fra veiledere. Denne nettsiden tilhører en hovedsakelig europeisk gruppe, som fokuserer på å koordinere og formidle forskning og handling for forståelsen av årsaken bak, og kunnskap om å redusere KBF hos høns (KeelBoneDamage COST Action, u.å.). Gruppen fokuserer på å spre ut informasjon til sine medlemmer, om det beste innen avl, foring og drift, for å redusere alvorlighet og forekomst av KBF hos eggleggende høns, med et mål om å oppnå god velferd og produksjon (KeelBoneDamage COST Action, u.å.). Da vi leste gjennom artikler fra de siste årene, fant vi kun artikler som allerede var indeksert i PubMed. Vi konkluderte derfor at denne databasen omfattet bredt nok for vår studie.

Vi lagde en liste med synonymer for aktuelle søkeord (Tabell 2). Vi forsøkte med tre forskjellige søkestrategier (Tabell 3). Etter gjennomgang av tittel og sammendrag viste søkestrategi 1 seg å inneholde artikler som ikke var relevante for vår studie, især artikler relatert til humanmedisin. Da vi leste gjennom sammendragene til disse artiklene, fikk vi en oppfatning av hvilke fagord og -uttrykk som ble mest brukt. Blant annet erstattet vi ord som “breastbone” med “keel bone”. Etter gjennomgang av artiklene fra søkestrategi 2 var det tydelig at artiklene var mer relevante, men vi besluttet å gjøre om på søkeordene for å gjøre søket mer presist. Vi brukte en asterisk til ord som kunne ha flere relaterte grammatiske former. Når vi søkte etter ord som kunne ha flere endinger, for eksempel “fracture” og “fractures”, kunne man ved å søke etter “fracture\*” få søkeresultater som inneholder både “fractured” og “fractures”, samt andre ord som har andre endinger etter “fracture”.

Resultatet av søkestrategi 3 ble 74 artikler. For å være sikker på at vi ikke hadde gått glipp av relevante artikler fra søkestrategi 2 sammenlignet vi søkene og fant 43 artikler som var indeksert i søkestrategi 2, men ikke i søkestrategi 3, av disse var 11 publisert etter 2009. Vi



gjennomgikk de 11 artiklene for å se om de var relevante, men alle disse ble ekskludert fordi de enten var irrelevante eller fordi de ikke møtte våre kriterier.

Vi gjennomgikk så tittel og abstrakt for alle artikler fra søkestrategi 3, artiklene viste seg å være mer relevante og søket var mer presist enn de tidligere søkestrategiene. Vi konkluderte med at dette søket var mindre arbeidskrevende og at vi ikke gikk glipp av relevante artikler.

Tabell 2. Aktuelle synonymer

1	chicken* chickens hen hens poultry
2	breastbone deformation keel deformation keel bone keel sternum
3	deform* deformities fractures fracture*

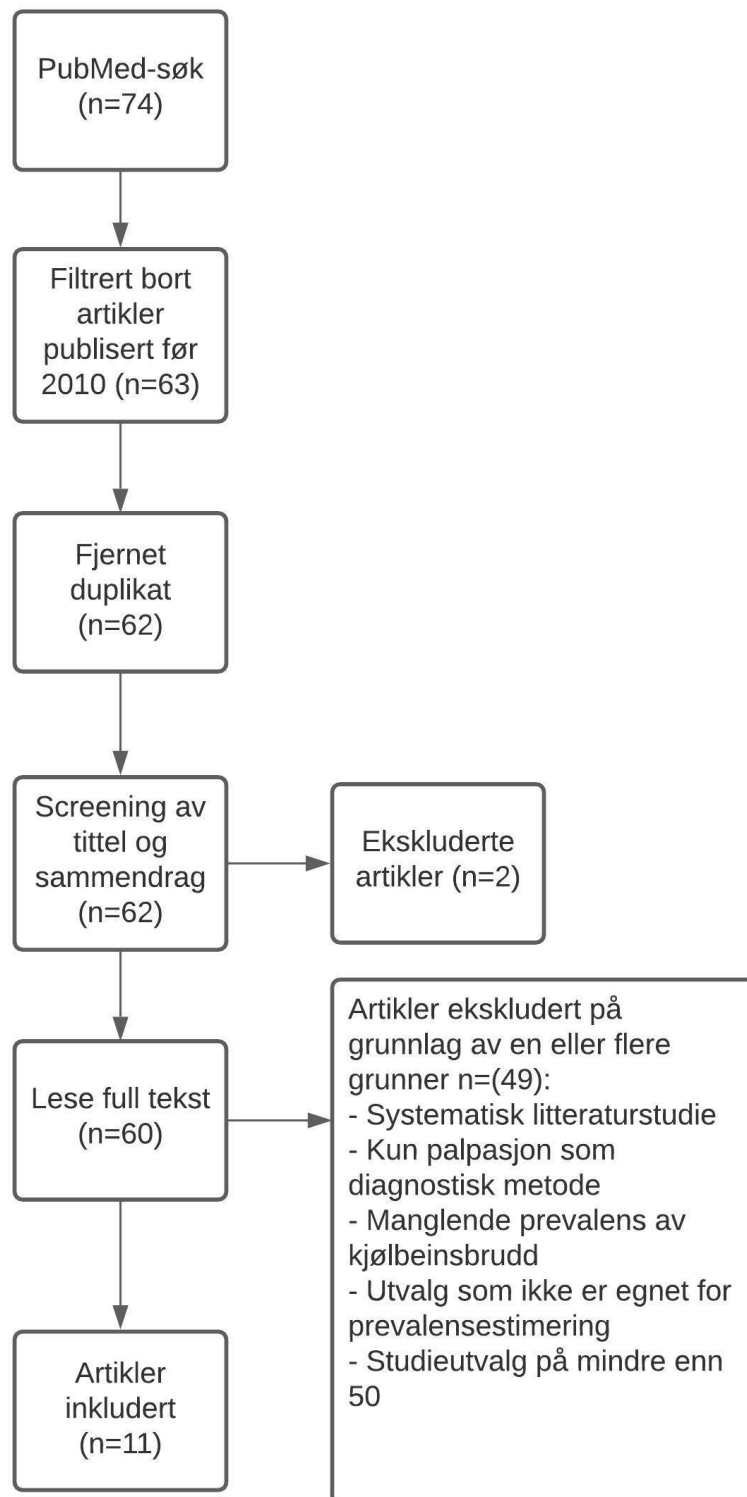
Tabell 3. Oversikt over søkestrategi

Søkestrategi	Database	Kombinasjon av søkeord	Antall treff
1	Pubmed	(((chicken*) OR (hen) OR (hens)) AND (breastbone deformation)) OR (keel deformation))	146
2	PubMed	((chickens) OR (hens) OR (poultry)) AND ((keel) OR (sternum)) AND ((deformities) OR (fractures))	97
3	Pubmed	(((hen) OR (hens)) OR (poultry)) AND (keel bone*) AND ((deform*) OR (fracture*))	74

Ett av inklusjonskriteriene (Tabell 4) var at artiklene ikke skulle være eldre enn fra 2010. Vi brukte derfor et filter i PubMed som ekskluderer de eldre artiklene vi ikke skulle ha med i søket. Da ble resultatet 63 artikler. PubMed har flere filter, blant annet et filter som

spesifiserer type artikkel, men dette valgte vi å ikke bruke ettersom artikler kan være feilklassifisert med hensyn på studiedesign.

Deretter gikk vi systematisk gjennom tittel og sammendrag for å ekskludere artikler som ikke var relevante. Da søket vårt var presist, gjaldt dette kun to artikler som omhandlet kjøttfe og et eksperiment hvor det ble indusert fraktur av kjølbens som ble dissekert ut. Etter endt gjennomgang var det 60 artikler som gjenstod. Denne prosessen er vist i Figur 1. Som vist i Tabell 4 hadde vi en rekke inklusjons- og eksklusjonskriterier for å sørge for at inkluderte artikler var relevante, og for å være sikre på at de artiklene vi valgte ut var sammenlignbare. Etter gjennomgang av full tekst ble resultatet 11 inkluderte artikler (Figur 1).



Figur 1. Flytskjema over arbeidsprosessen med å ekskludere og inkludere studier fra dette litteratursøket.

## Ekksklusjons- og inklusjonskriterier

Tabell 4. Beskrivelse av inklusjons - og ekksklusjonskriterier

Inklusjonskriterier	Fagfellevurdert i tidsskrift Engelsk eller norsk språk Utvalg som er egnet for prevalensestimering Prevalens av KBF fra høner Oppgitt alder ved datainnsamling Studien inkluderer rasebeskrivelse av utvalget
Ekksklusjonskriterier	Palpasjon som eneste diagnosemetode Prevalens fra kun palpasjon Litteraturstudie Prevalens fra haner Studieutvalg på mindre enn 50
Databaser	PubMed
Søkeord	((hen) OR (hens)) OR (poultry) AND (keel bone*) AND ((deform*) OR (fracture*))
Tidsbegrensning/dato for publisering	2010-2020

## Utvalg og systematisering av variabler

Fra våre utvalgte studier valgte vi ut spesifikke variabler vi ville fokusere på. Disse var prevalens på KBF generelt, og/eller prevalens i ulike grupper delt inn etter driftsform/innredning, alder, rase/hybrid, samt en differensiering mellom brun og hvite hybrider. Vi la spesielt stor vekt på å undersøke hvordan forekomsten av KBF varierer med hønenes alder. Vi valgte å bruke prevalensen fraktur/ikke fraktur istedenfor å gradere alvorligheten av frakturene. Dette for å gjøre resultatene enklere og mer oversiktlige, og fordi ikke alle studiene hadde en gradering av fraktur. For alle studier der det var brukt gradering av alvorlighet ble grad 0 (ingen fraktur) klassifisert som ingen fraktur, mens alle øvrige kategorier ble klassifisert som fraktur.

I studien til Tracy et al. (2019) var prevalensen av KBF delt inn i “fraktur” og “tupp- fraktur”. Tuppfrakturene var ikke inkludert i “fraktur”. Vi valgte å kun inkludere prevalensen som var oppgitt som fraktur da ingen andre studier vi hadde inkludert hadde denne samme inndelingen. Vi tok dette valget fordi vi ser på prevalensen av frakturer, og ikke kun prevalensen av tupp-frakturer.

Vi valgte å presentere prevalens av fraktur (fracture/s) i denne oppgaven. Prevalens av andre patologiske tilstander i kjølen som deformasjon (deformation), lesjon (lesion) eller avvik (deviation) var utenfor målet med denne litteraturstudien, og blir ikke presentert.

I de studiene hvor det tydelig var mulig å hente ut data om aldersinndeling og prevalens, men der dette ikke var presentert, skaffet vi rådata via vedlegg og privat kommunikasjon.

Rådataene ble brukt til å kalkulere prevalensen av KBF ved hver aldersgruppe, og resultatene ble inkludert i denne studien med tillatelse fra forfatterne av disse studiene (Fulton, 2019; Toscano et al., 2015). I studien til Baur et al. (2020) fikk vi tilgang til datasettet via en link som var oppgitt i artikkelen.

For kliniske studier som hadde flere grupper som fikk ulik behandling, for eksempel ved fôringsforsøk, ble prevalensen fra kontrollgruppen brukt (Eusemann et al., 2020; Toscano et al., 2015). Hester et al. (2013) hadde fire forskjellige grupper hvor forskjellen var om de hadde vagler eller ikke når de var kyllinger/unghøner (før de begynte å legge egg), og om de hadde tilgang til vagler eller ikke i verpefasen. Disse variablene mellom gruppene mente vi ikke hadde noe å si for resultatet. Derfor tok vi gjennomsnittet av prevalensene av de fire gruppene.

## **Aldersinndeling**

Studiene hadde oppgitt prevalens ved ulike aldre, og for å kunne sammenligne dataene enklere grupperte vi prevalensene i seks aldersgrupper; 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70 og >70 uker.

Det var ingen aldersinndeling i rådata fra studien til Fulton (2019), men det var delt inn etter datoene (tidspunkt) data ble samlet. Vi grupperte datoene i våre egne aldersinndelinger ved å regne ut hvor mange uker gamle hønene var på forskjellig tidspunkt og regnet deretter ut prevalensen etter denne inndelingen.

I studien til Baur et al. (2020) var aldersinndelingen annerledes enn vår, ved at de hadde flere tidspunkter indikert som faser. Ved hver fase var det en prevalens av KBF. De fasene som var innenfor vår aldersinndeling ble gruppert, og vi regnet deretter et gjennomsnitt for alle prevalensene innenfor en alderskategori. 20-30 uker: 1-3 fase, 30-40 uker fase 4 og 5, 40-50

uker fase 6, 7 og 8, 50-60 uker fase 9 og 10, 60-70 uker var fase 11. Fase 12 ble ekskludert da det ikke var oppgitt alderen på hønene i denne fasen. Denne fasen var kun oppgitt i datasettet, og ikke i artikkelen. Fase 6 var ved 40 uker. Vi valgte å inkludere denne fasen inn i gruppe 40-50 fordi det er usikkert når i løpet av uka hønene ble undersøkt.

## **Raser/hybrider og ytelsesgrupper**

Rasene og hybridene i de utvalgte studiene er delt inn i 3 grupper; høyt-ytende kommersiell (HYK), lavt-ytende eksperimentell (LYE) og lavt-ytende ikke-kommersiell (LYIK).

Hovedfokuset på inndelingen var ytelsen på linjene, men det ble regnet som viktig å definere gruppene videre enn bare ytelse, på grunn av måten linjene blir avlet på. Altså om de er kommersielle, eksperimentelle eller ikke-kommersielle, med noen unntak. De linjene som blir brukt kommersielt ble regnet som HYK. Linjene som er fra forskningsinstitutter hvor de definerer linjene som lavt-ytende med 200 egg i året ble regnet som LYE. Hybridene WLA og BLA, som er eksperimentelle linjer, ble regnet som høyt ytende kommersielle fordi de legger 320 egg i året. Siste gruppe består av raser. Disse er ikke-kommersielle og regnes ikke som hybrider etter vår rasedefinisjon. Disse ble klassifisert som LYIK.

I studiene til Eusemann et al. (2018a); (2020) ble det beskrevet hvilken farge de eksperimentelle hybridene hadde. Slik kunne vi dele inn alle hybridene etter farge, herunder brun og hvit. Da det er flere studier som finner en forskjell på hvite og brune hybrider (Candelotto et al., 2017; Heerkens et al., 2016), ville vi sammenligne våre samlede data av forekomst av brystbeinsfraktur mellom hvite og brune høner. Vi inkluderte ikke studien til Kittelsen et al. (2020b) i inndelingen etter farger, fordi vi ikke kunne med sikkerhet si om disse kunne deles inn i hvite og brune raser. Etter det vi har observert av å lese relevante artikler kan det se ut som om inndelingen hvite/brune hybrider er sterkt tilknyttet de kommersielle (og eksperimentelle) hybridene.

## **Driftsformer**

For å kunne sammenligne forekomsten av brystbeinsfrakturer i ulike driftsformer valgte vi å dele inn driftsformer i 4 grupper. Gulvdrift, aviar, bur og innredde bur. Det var store forskjeller på studiene, både med hensyn på geografi, type drift, hold og innredning. Ikke alle studiene hadde detaljer eller beskrivelser over nøyaktig hva slags driftsform de hadde tatt i bruk, så vi har satt de inn i de mest passende gruppene.

I studien til Eusemann et al. (2020) hadde de kun oppgitt “pens”/innhegninger som hadde et areal på 11m<sup>2</sup> med 50 høner i hver. Vi brukte EU-direktivet som guide for å klassifisere denne driftsformen som ikke var godt nok beskrevet. Vi definerte derfor denne driftsformen som gulvdrift da de har færre høner enn 9 mer m<sup>2</sup>, som er kravet i EU-direktivet (Council directive 1999/74/EC, 1999). Denne driftsformen var i tillegg endimensjonal og var innredet med vagler, strømateriale og reder.

I studien til Hester et al. (2013) har vi klassifisert bur med vagler som innredde bur. Det at kyllingene/ungehønene hadde vagler tilgjengelig eller ikke hadde ingen signifikant påvirkning på prevalensen av KBF, derfor valgte vi å ta gjennomsnitt av gruppene control-control og perch-control for prevalens for bur, og gruppene perch-perch og control-perch for prevalens for innredde bur. Perch betyr at hønene hadde tilgang til vagler, mens hønene som tilhørte control-gruppen hadde ikke dette. Disse gruppene var inndelt i før og under verpefasen. Hønene som tilhørte gruppen perch-perch hadde derfor tilgang på vagler i perioden før verpefasen og under verpefasen. Control-control hadde verken vagler før verpefasen eller under verpefasen. Perch-control hadde tilgang til vagler før verpefasen, og hadde ingen vagler under verpefasen. Control-perch hadde ikke vagler før verpefasen, men hadde vagler under verpefasen.

Studier som beskrev at de hadde colony enriched cages ble klassifisert som innredde bur. Dette gjaldt studiene til Chargo et al. (2019) og Tracy et al. (2019).

Vi samlet først alle prevalensene fra gruppene høy-ytelse kommersiell og lav-ytelse eksperimentell etter de ulike aldre og hybrid. Deretter fordelte vi prevalensene i de fire driftsformene. For Fulton (2019) og Baur et al. (2020) brukte vi rådataene for å regne ut prevalensen for de ulike driftsformene.

Når vi har presentert resultatene av prevalensene av KBF inndelt i driftsformer hver for seg har vi benyttet oss av de seks aldersgrupper som beskrevet over. Der vi sammenlignet driftsformene i Tabell 15 har vi kun sett på høner i en alder av 50 uker og oppover. Dette gjorde vi fordi hønene må være ved samme alder for at prevalensene av KBF skal være sammenlignbare. Vi ønsket kun å se om de ulike driftsformene ga forskjellige prevalenser.

Prevalensene i studien til Kittelsen et al. (2020b) er basert på ikke-kommersielle renrasede verpehøner, og er derfor ikke sammenlignbare med lignende studier som har brukt kommersielle hybrider. Derfor valgte vi å ekskludere denne studien fra den delen av vår oppgave som gikk ut på å sammenligne forekomst mellom ulike driftsformer. Alle prevalensene fra denne studien er fra innredde bur, og siden prevalensene er veldig lave, ville dette ført til en skjevfordeling i prevalensen i forhold til de andre gruppene.



## Resultater

Totalt ble 11 artikler inkludert i denne systematiske litteraturstudien om KBF hos eggleggende høner. En oversikt over inkluderte studier og nøkkelinformasjon er oppgitt i Tabell 5.

Tabell 5. Oversikt over inkluderte studier.

Årstall	Forfattere	Rase/hybrid	Alder*	Driftsform	Diagnostisk metode**
2013	P. Y. Hester et al.	White Leghorns Hy-Line W36	71 uker	Bur og bur med innredning	Disseksjon (og dual energy x-ray absorptiometry (DEXA))
2013	M. T. Petrik et al.	ISA Brown	68 uker	Gulvdrift	Disseksjon (og palpasjon)
2015	M. J. Toscano et al.	Lohmann Brown	25, 35, 45, 55, og 65 uker	Gulvdrift	Disseksjon (og palpasjon)
2019	N. J. Chargo et al.	White Leghorns - Hy-Line w-36	52-58 og 74-81 uker	Bur med innredning	CT (og palpasjon)
2018	B. K. Eusemann et al.	WLA, BLA, R11, G11, og L68	35, 51, 72 uker	Bur og gulvdrift	Røntgen

2019	L. M. Tracy et al.	Lohmann LSL-lite	103 uker	Bur med innredning	Dissekering, (palpasjon, sonografi og røntgen)
2019	R. M. Fulton	Lohmann LSL Classic White leghorn	19-78 uker	Bur, bur med innredning og aviar	Disseksjon
2020	B. K. Eusemann et al.	WLA og G11	13, 20, 27, 33, 40, 50 og 61 uker	Gulvdrift	Røntgen
2020	K. E. Kittelsen et al.	Icelandic landrace, NorBrid 8, Minorca og Roko	30 og 63 uker	Bur med innredning	Røntgen
2020	S. Baur, et al.	Lohmann Brown og Lohmann Selected Leghorn	22, 25, 28, 33, 37, 40, 45, 49, 54, 57 og 61 uker	Aviar	Røntgen
2020	H. Wei, et al	Lohmann white	42 uker	Bur med innredning	Disseksjon (og palpasjon)

\*Alder ved dissekering/røntgen.

\*\* Diagnostiske metoder som vi har tatt til bruk for å estimere prevalens, andre diagnostiske metoder som er brukt i studien er oppgitt i parentes.

**Alder-rase/hybrid**

Tabell 6. Oversikt over prevalensen angitt i prosent for KBF for ulike hybrider og ved ulike alder fra studier med hybrider i gruppen høy-ytelse kommersiell.

Hybrider	Artikkel	Alder i uker					
		20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	>70
<u>Lohman Brown (LB)</u>	Toscano et al, 2015	14,3%	31,3%	65,0%	73,1%	75,0%	
	Baur et al, 2020	35,0%	64,0%	92,0%	97,0%	99,0%	
<u>Lohman Selected Leghorn (LSL)</u>	Baur et al, 2020	25,0%	67,0%	83,0%	93,0%	97,0%	
	Wei et al, 2020			54,4%			
	Fulton, 2019	3,8%	16,4%	32,3%	28,2%	33,4%	32,0%
<u>Lohmann LSL lite</u>	Tracy et al, 2019						64,7%
<u>WLA</u>	Eusemann et al, 2020	0,0%	45,5%	63,9%	74,3%	76,9%	
	Eusemann et al, 2018		21,0%		42,1%		58,8%
<u>White Leghorn Hy-line w-36</u>	Chargo et al, 2019				54,2%		97,5%
	Hester et al, 2013						87,7%
<u>BLA</u>	Eusemann et al, 2018		70,0%		75,0%		85,0%
<u>ISA Brown</u>	Petrik et al, 2013					62,0%	
<u>Gjennomsnitt:</u>		<u>15,6%</u>	<u>45,0%</u>	<u>65,1%</u>	<u>67,1%</u>	<u>73,9%</u>	<u>70,9%</u>

Gjennomsnitt av prevalensene for KBF ble utregnet for tre ytelsesgrupper ved ulike alder og sammenlignet for å se hvor store forskjellene ble. Oversikt over de inkluderte studiene, KBF-prevalenser og gjennomsnitt av KBF for disse 3 ytelsesgruppene er oppgitt i Tabell 6, 7 og 8. Tabell 9 viser oversikt over gjennomsnittet av KBF-prevalens for de tre ytelsesgruppene. Gjennomsnitt av prevalensene for KBF er visuelt representert i Figur 2 og 3.

Hybriden med høyest prevalens fra våre utvalgte studier er Lohmann Brown på 99% ved 60-70 ukers alder (Tabell 6). Den tilhører gruppen HYK. Fra LYE er det hybriden L68 som har høyest prevalens med 75% ved >70 alder (Tabell 7). For LYIK var det NorBrid 8 som hadde høyest prevalens med 8,3% prevalens både ved uke 30-40 og 60-70 (Tabell 8).

Tabell 7. Oversikt over prevalensen angitt i prosent for KBF for hver hybrid ved ulike alder i uker fra studier med hybrider i gruppen lav-ytelse-eksperimentell.

Hybrider	Artikkel	Alder i uker					
		20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	>70
<u>G11 (hvit)</u>	Eusemann et al., 2020	0,0%	12,9%	28,6%	35,7%	43,5%	
	Eusemann et al., 2018		35,3%		26,7%		40,0%
<u>R11 (hvit)</u>	Eusemann et al., 2018		6,3%		38,9%		41,2%
<u>L68 (brun)</u>	Eusemann et al., 2018		35,0%		73,7%		75,0%
<u>Gjennomsnitt:</u>		<u>0,0%</u>	<u>25,5%</u>	<u>28,6%</u>	<u>46,4%</u>	<u>43,5%</u>	<u>52,1%</u>

Tabell 8. Oversikt over prevalensen angitt i prosent for KBF for hver rase ved ulike alder i uker fra en studie med raser/hybrider i gruppen lav-ytelse - ikke-kommersiell.

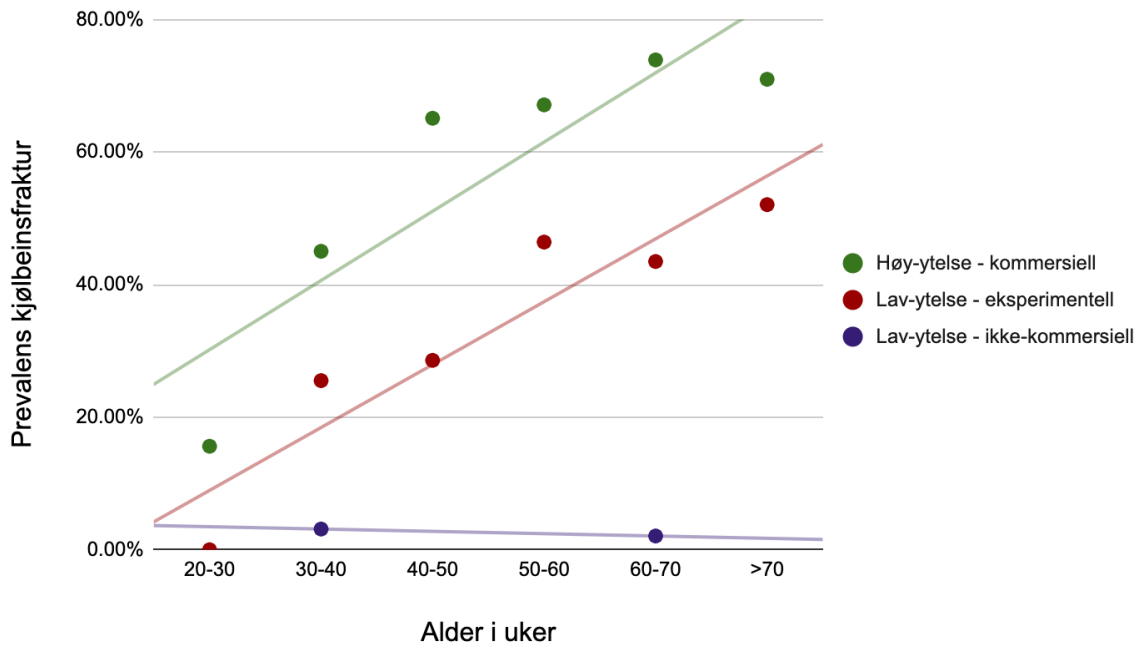
Rase	Artikkel	Alder i uker					
		20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	>70
<u>Icelandic Landrace</u>	Kittelsen et al. 2020		0,0%			0,0%	

<u>NorBrid 8</u>	Kittelsen et al., 2020		8,3%			8,3%	
<u>Minorca</u>	Kittelsen et al., 2020		4,2%			0,0%	
<u>Roko</u>	Kittelsen et al., 2020		0,0%			0,0%	
<u>Gjennomsnitt:</u>			<u>3,1%</u>			<u>2,1%</u>	

Prevalensen av KBF for HYK hybrider er lavest ved 20-30 uker (15,6%) og høyest ved 60-70 uker (73,9%) (Tabell 6). Det er et fall i >70 uker, som er på grunn av at mange av studiene som følger hønene over tid stopper i 60-70, mens flere studier som ser på enkelte punkter eller kun en gang, velger >70 uker (Figur 6). Prevalensen av KBF hos LYE hybrider er lavest ved 20-30 uker (0%) og høyest ved >70 uker (52,1%) (Tabell 7). LYIK raser har en prevalens på 3,1% (30-40 uker) og 2,1% (60-70 uker) (Tabell 8). HYK hybrider hadde den høyeste prevalensen av KBF sammenlignet med gruppen LYE og LYIK (Figur 2).

Tabell 9. Prevalens angitt i prosent av KBF, i forhold til alder, for to kommersielle grupper og en ikke-kommersiell gruppe eggleggende høner. De oppgitte prevalensene er gjennomsnitt av prevalensen for alle raser/hybrider i den gitte gruppen, i den gitte alderen.

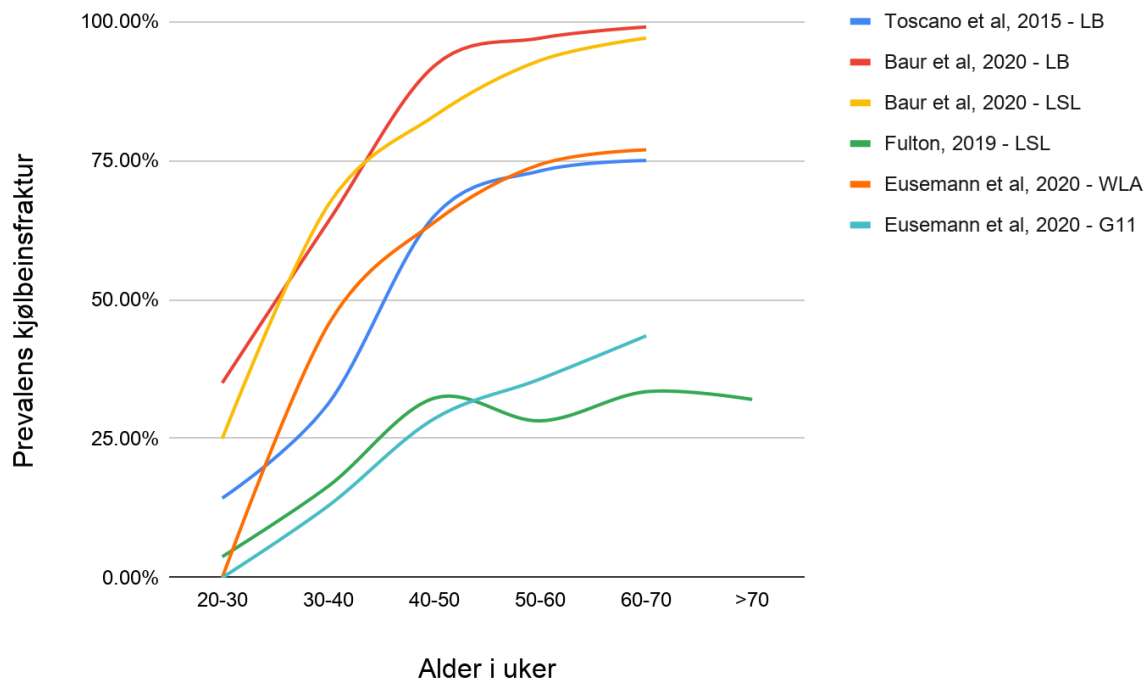
<b>Gruppering etter ytelse</b>			
<b>Alder i uker</b>	Høy-ytelse - kommersiell	Lav-ytelse - Eksperimentell	Lav-ytelse ikke-kommersiell
20-30	15,6%	0,0%	
30-40	45,0%	25,5%	3,1%
40-50	65,1%	28,6%	
50-60	67,1%	46,4%	
60-70	73,9%	43,5%	2,1%
>70	71,0%	52,1%	



Figur 2. Visuell presentasjon av prevalens (i prosent) på KBF i forhold til alder i gjennomsnitt for to kommersielle grupper og en ikke-kommerisiell gruppe eggleggende høner, m/ trendlinje.

Vi kunne ikke observere en like kraftig økning i KBF hos hybridene som er LYE i uke 30-40 til 40-50 som hos hybridene som er HYK (Figur 2). I uke 40-50 har vi data som kun gir én prevalens (Tabell 7). I uke 30-40 har vi derimot data fra fire prevalenser (Tabell 7). Vi ser en markant stigning i prevalens i studien til Eusemann et al. (2020) fra 30-40 til 40-50 uker henholdsvis 12,9% til 28,6% (Tabell 7). Da gruppen 30-40 uker har et gjennomsnitt som er basert på fire oppgitte prevalenser for tre hybrider tatt fra to studier (se Tabell 7), ser vi ikke en slik markant forskjell da de resterende tre prevalensene trekker gjennomsnittet opp. Dette fører til at gjennomsnittsprevalensen i uke 30-40 og 40-50 kun gir en stigning på 3,1%. Fra uke 50-60 til 60-70 kan vi observere en synkende trend hos de LYE (Figur 2).

Gjennomsnittsprevalensen går fra 46,4% til 43,5% (Tabell 7). Denne nedgangen skyldes igjen mangel på data i aldersgruppen 60-70. Denne gruppen har kun én prevalens, som er lavere enn gjennomsnittet av prevalensene i gruppen 50-60. Økningen fra 40-50 til 50-60 er derfor stor i forhold til samme tidspunkt for HYK (Figur 2).



Figur 3. Visuell presentasjon av prevalens angitt i prosent på KBF i forhold til alder fra 4 studier med kontinuerlig prevalensdata over 5 og/eller 6 aldersgrupper. Hybridene LB (Lohmann Brown), LSL (Lohmann Selected Leghorn) og WLA er HYK, G11 er LYE.

Fra Figur 3 ser man at prevalensen har den desidert største økningen i alderen mellom 20-30 og 40-50 uker. Det er fremdeles en økning av fraktur etter uke 50 men stigningen er ikke like bratt. Det er store forskjeller på noen av hybridene mellom de ulike studiene. LSL har i studien til Baur et al. (2020) en gjennomsnittsprevalens som stiger fra 25% til 97% over 20-70 uker, men i studien til Fulton (2019) stiger gjennomsnittsprevalensen fra 3,8% til rundt 33% i samme aldersintervall (Figur 3, Tabell 6). I studien til Toscano et al. (2015) har hybridene LB en gjennomsnittsprevalens på 75% ved alder 60-70 uker, men hos Baur et al. (2020) har denne hybridene en gjennomsnittsprevalens på 99% ved samme alder. Selv med disse forskjellene følger hybridene fra de fire studiene, fra Figur 3, samme økningstrend av frakturprevalens.

### Brune- og hvite hybrider

Prevalensen av KBF for brune og hvite hybrider ble basert på data fra 10 av de inkluderte studiene (Tabell 10). Gjennomsnitt av prevalensene for KBF ble utregnet ved ulik alder og sammenlignet for å se hvor store forskjellene ble. Oversikt over gjennomsnittene av KBF for disse 2 hybridgruppene er oppgitt i Tabell 10. Gjennomsnitt av prevalensene for KBF er visuelt representert i figur 4. Studien til Kittelsen et al. (2020b) ble ikke inkludert da hønene

som ble brukt i denne studien ikke var hybrider, men renrasede raser (se Materialer og metoder).

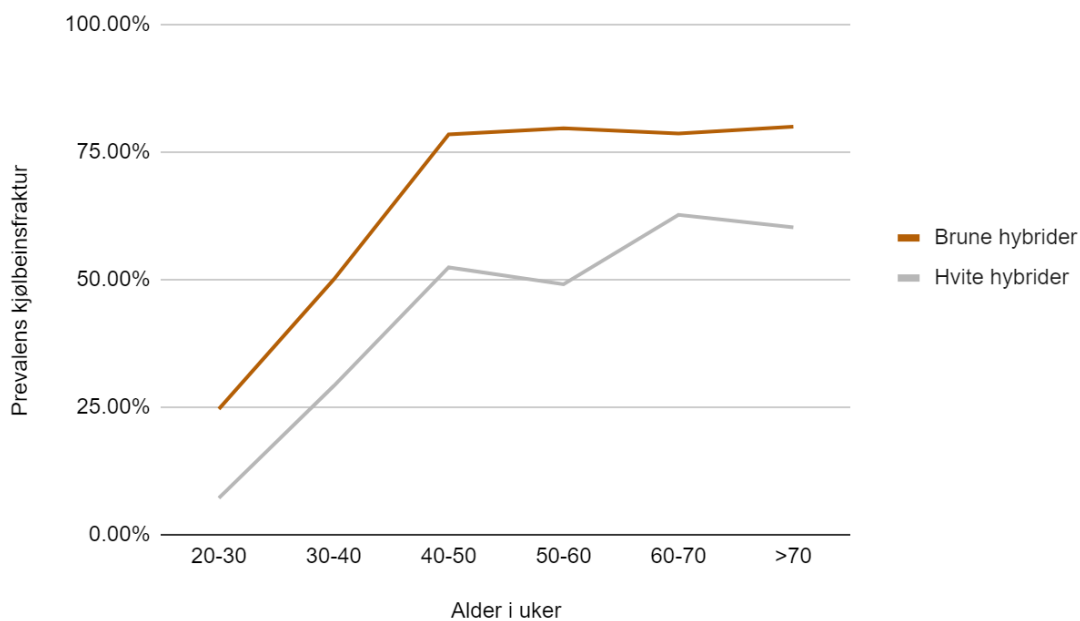
Tabell 10. Prevalens (i prosent) på KBF i forhold til alder i gjennomsnitt for brune og hvite hybrider basert på 16 prevalenser fra 10 studier.

Alder i uker	Brune hybrider*	Hvite hybrider**
20-30	24,7%	7,2%
30-40	50,1%	29,2%
40-50	78,5%	52,4%
50-60	79,7%	49,1%
60-70	78,7%	62,7%
>70	80,0%	60,3%

\*5/16 prevalenser

\*\*11/16 prevalenser

I vår studie ble gjennomsnittet av KBF for brune hybrider omtrent 20-30% høyere i forhold til hvite hybrider for alle aldersgrupper. Forskjellen mellom brune- og hvite hybrider er hele 30,6% i alderen 50-60 uker.



Figur 4. Prevalens (i prosent) på KBF i forhold til alder i gjennomsnitt for brune og hvite hybrider basert på prevalens fra 10 studier.



Som ved Figur 3 er trenden at gjennomsnittet på frakturprevalensen har størst stigning mellom aldrene 20-30 uker til 40-50 uker (Figur 4). Dette gjelder både for de hvite og de brune hybridene. Det er et lite fall fra 50-60 til 60-70 uker hos de brune hybridene (Figur 4). En kan observere to fall hos de hvite hybridene, et fra 40-50 og 50-60 uker, og et fra 60-70 til >70 uker (Figur 4).

## Driftsform

Prevalensen av KBF for fire ulike driftsformer ble basert på data fra 10 av de inkluderte studiene. Gjennomsnitt av prevalensene for KBF ble utregnet ved ulik alder og sammenlignet for å se hvor store forskjellene ble. Oversikt over de inkluderte studiene, KBF-prevalenser og gjennomsnitt av KBF for disse fire driftsformene er oppgitt i Tabell 11, 12, 13 og 14.

Gjennomsnitt av prevalensene for KBF er visuelt representert i Figur 5.

Tabell 11. Gjennomsnitt av prevalensene for KBF fra studier med gulvdrift som driftsform. De studiene med prevalenser fra både høy-ytelse kommersielle og lav-ytelse eksperimentelle hybrider har blitt inkludert separat (se fotnoter).

Studier (gulvdrift)	Alder i uker					
	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	>70
Petrik et al., 2013					62,0%	
Toscano et al., 2015	14,3%	31,3%	65,0%	73,1%	75,0%	
Eusemann et al., 2018*		52,6%		79,0%		94,1%
Eusemann et al., 2018**		22,2%		51,9%		61,5%
Eusemann et al., 2020*	0,0%	45,5%	63,9%	74,3%	76,9%	
Eusemann et al., 2020**	0,0%	12,9%	28,6%	35,7%	43,5%	
<u>Gjennomsnitt</u>	<u>4,8%</u>	<u>32,9%</u>	<u>52,5%</u>	<u>62,8%</u>	<u>64,4%</u>	<u>77,8%</u>

\*Høy-ytelse kommersiell hybrid, \*\*Lav-ytelse eksperimentell hybrid.

Gulvdrift var driftsformen som var høyest representert blant våre 10 inkluderte studier med 6 oppgitte prevalenser fra 4 studier (Tabell 11). Gjennomsnittet av prevalensene for KBF var størst ved >70 ukers alder med 77,8%.

Tabell 12. Gjennomsnitt av prevalensene for KBF fra studier med bur som driftsform. De studiene med prevalenser fra både høy-ytelse kommersielle òg lav-ytelse eksperimentelle hybrider har blitt inkludert separat (se fotnoter).

Studier (bur)	Alder i uker					
	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	>70
Eusemann et al., 2018*		40,0%		40,0%		55,0%
Eusemann et al., 2018**		30,8%		44,0%		46,2%
Hester et al., 2013						83,0%
Fulton 2019	3,6%	17,4%	14,9%	12,9%	15,0%	13,8%
<u>Gjennomsnitt</u>	<u>3,6%</u>	<u>29,4%</u>	<u>14,9%</u>	<u>32,3%</u>	<u>15,0%</u>	<u>49,5%</u>

\*Høy-ytelse kommersiell hybrid, \*\*Lav-ytelse eksperimentell hybrid.

Bur hadde lavest prevalens i aldersgruppene 40-50 til >70 uker sammenlignet med de andre driftsformene. I aldersgruppen 40-50 og 60-70 var det kun oppgitt én prevalens fra én studie (Tabell 12). Disse to prevalensene kommer fra en studie som hadde generelt lave prevalenser sammenlignet med de resterende studiene i samme driftsform (Tabell 12). Som et resultat av dette er gjennomsnittsprevalensen i 40-50 lavere enn i uke 30-40. Samme observasjon sees i aldersgruppe 60-70, der 50-60 gruppen har en høyere prevalens enn aldersgruppen 60-70.

Tabell 13. Gjennomsnitt av prevalensene for KBF i forhold til alder fra studier med innredde bur som driftsform.

Studier (innredde bur)	Alder i uker					
	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	>70
Wei et al., 2020			54,4%			
Chargo et al., 2019				54,2%		97,5%
Tracy et al., 2019						64,7%
Hester et al., 2013						92,0%
Fulton 2019	1,7%	7,3%	32,8%	27,3%	23,5%	19,6%
<u>Gjennomsnitt</u>	<u>1,7%</u>	<u>7,3%</u>	<u>43,6%</u>	<u>40,7%</u>	<u>23,5%</u>	<u>68,5%</u>

Sammenlignet med de andre driftsformene, så var aviar den driftsformen som hadde den høyeste prevalensen for KBF fra alderen 20-30 til 60-70, og betydelig høyere i de tidlige aldersgruppene (Tabell 11-14). Ved alder over >70 uker så var prevalensen på 52,2%, da det kun var en studie med data for denne gruppen, som trakk gjennomsnittet av KBF betydelig ned (Tabell 15).

Aviar var driftsformen som var færrest ganger representert i våre 11 inkluderte studier, kun to prevalenser fra to ulike studier (Tabell 14).

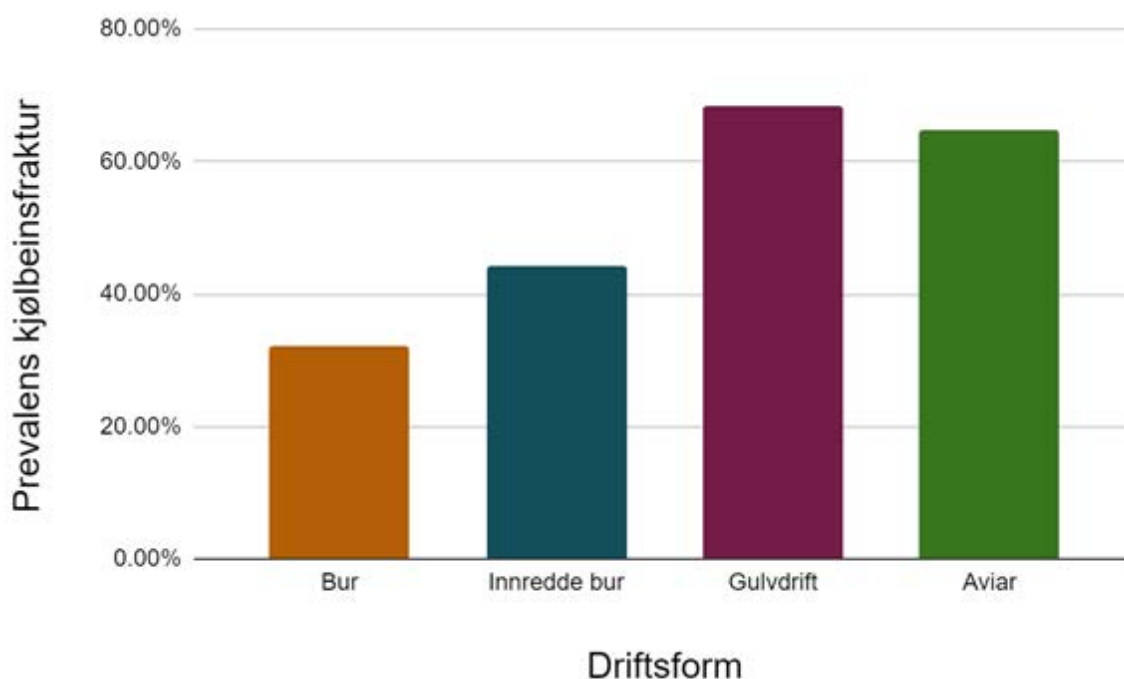
Tabell 14. Gjennomsnitt av prevalensene for KBF i forhold til alder fra studier med aviar som driftsform.

Studier med aviar som driftsform	Alder i uker					
	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	>70
Baur, S., et al., 2020	30,0%	65,5%	87,5%	95,0%	98,0%	
Fulton, R.M., 2019	5,9%	19,2%	38,4%	39,5%	52,1%	52,2%
<u>Gjennomsnitt</u>	<u>17,9%</u>	<u>42,3%</u>	<u>62,9%</u>	<u>67,3%</u>	<u>75,1%</u>	<u>52,2%</u>

Tabell 15. Gjennomsnitt av prevalensene for KBF i forhold alder (>50 uker) for 4 forskjellige driftsformer.

Alder i uker	Driftsform			
	Bur	Innredde bur	Gulvdrift	Aviar
50-60	32,3%	40,7%	62,8%	67,3%
60-70	15,0%	23,5%	64,4%	75,1%
>70	49,5%	68,5%	77,8%	52,2%
<u>Gjennomsnitt</u>	<u>32,3%</u>	<u>44,2%</u>	<u>68,3%</u>	<u>64,8%</u>

Gulvdrift er driftsformen som har høyest prevalens av KBF med et gjennomsnitt på 68,3% (tabell 15). Det er 36% høyere enn prevalensen for driftsformen bur som hadde en prevalens på 32,3% i gjennomsnitt. Driftsformen aviar hadde i gjennomsnitt en prevalens på 64,8%.



Figur 5. Prevalens (i prosent) av KBF fra >50 uker for de kommersielle og eksperimentelle hybridene delt opp i 4 forskjellige driftsformer.

Undersøkelser fra frittgående driftsformer (gulvdrift og aviar) hadde i gjennomsnitt høyere prevalens enn det vi fant i driftsformene med burtyper (Figur 5). Gulvdrift hadde høyest prevalens av KBF på 68,3%. Bur hadde lavest prevalens på 32,3%.

## Diskusjon

Vi har funnet at prevalensen av kjølbeinsfraktur øker med økende alder. I toppverpingsfasen har vi observert den største økningen i prevalens av kjølbeinsfrakturer. Vi har sett en forskjell mellom de hvite og brune verpehønene, der de brune hadde generelt høyere forekomst. De ikke-kommersielle hønene hadde lavest forekomst. Prevalensen for høner som holdes i bur og innredde bur er lavere enn hønene som blir holdt i gulvdrift og aviar.

### Alder

Risiko for KBF er kjent for å være nært knyttet til alder (Baur et al., 2020; Eusemann et al., 2018a; Eusemann et al., 2020). Både høy-ytelsesgruppen og lav-ytelsesgruppen har størst stigning i forekomst i toppverpingsfasen, og denne trenden kan sees både i Figur 2, 3 og 4. Toppverpingsfasen har også tidligere blitt funnet å være den fasen hvor hønene får størst økning i prevalens av frakturer (Baur et al., 2020; Harlander-Matauschek et al., 2015) og denne litteraturstudien støtter dette. Dette er den fasen hvor de legger flest egg og man kan da se en mulig sammenheng mellom antall egg og prevalens for KBF. Verpehønene begynner eggleggingen når de er kjønnsmodne som skjer ved 18-20 ukers alder (Bagley, 2016 s. 54). Kjølbeinet deres er derimot ikke ferdig forbeinet før rundt 40 ukers alder (Buckner et al., 1948). Sen forbeining i kombinasjon med høy eggproduksjon kan derfor være en risikofaktor for fraktur av kjølbein (Thøfner et al., 2020). Det har blitt funnet at forekomsten av nye frakturer reduseres etter uke 45 (Casey-Trott et al., 2017; Stratmann et al., 2015; Toscano et al., 2018), og samme trend kan vi se i litteraturstudien til Rufener og Makagon (2020) og i vårt studie (Figur 2, 3 og 4), noe som kan styrke denne teorien da kjølbeinet er ferdig utviklet ved denne alderen.

Vi har regnet et gjennomsnitt for prevalensene fra ulike studier og hybrider for hver aldersgruppe. I Tabell 7 er dataene fra Eusemann et al. (2018a) begrenset til uke 30-40, 50-60 og >70. Prevalensen fra Eusemann et al. (2018a) er i gjennomsnitt høyere enn prevalensene fra Eusemann et al. (2020). Dette resulterer i at det ikke er en stor økning mellom prevalensene fra 30-40 og 40-50 uker, og fører til at prevalensen i 60-70 uker er lavere enn 50-60. Dette skyldes at ikke alle studier bidrar med data til alle aldersgrupper, som gjør at det blir vanskelig å si noe om en overordnet trend. Grunnet denne problemstillingen lagde vi en figur der de studiene med oppgitt prevalens fra aldersgruppene 20-30 til 60-70 uker ble

inkludert (Figur 3). Vi inkluderte også studien til Fulton (2019) i Figur 3, som hadde oppgitt prevalens fra 20-30 til >70 uker. En slik figur vil bidra til bedre sammenligning mellom de forskjellige studiene. I studien til Eusemann et al. (2020) er den høyeste stigningen mellom 20-30 og 40-50 uker, men siden prevalensene generelt er lavere enn gjennomsnittet for den andre studien får vi ikke den bratte stigningen mellom uke 20-30 og 40-50 som hos de kommersielle hybridene (Figur 2). Til tross for at LYE ikke har størst økning i prevalens av KBF i uke 20-30 til 40-50, kan vi ikke utelukke dette grunnet manglende data.

Resultatene viser en minimal nedgang i KBF-prevalensen for brune hybrider fra uke 50-60 (Figur 4) til 60-70. Vi legger ikke mye vekt på dette da dette kan skyldes at prevalensene i de ulike gruppene kommer fra forskjellige studier. Et prevalensestimert er basert på et utvalg, og prevalensen vil kun være et estimat for den sanne prevalensen. Ofte oppgis det et konfidensintervall ved en prevalens som sier noe om hvor gode estimatene av en ukjent størrelse er. I uke 50-60 er det to prevalenser som kommer fra en studie som ikke er inkludert i uke 60-70. I sistnevnte gruppe er det en prevalens fra en studie som ikke er inkludert i gruppe 50-60. Få rapporterte prevalenser innenfor hver aldersgruppe kan gi unøyaktigheter. Hadde vi hatt flere tilgjengelige studier ville gjennomsnittet blitt mer nøyaktig. Det er en liten nedgang hos de hvite hybridene i aldersgruppa 50-60 uker. I motsetning til gruppene 40-50 og 60-70, har gruppa 50-60 uker flere prevalenser å beregne et gjennomsnitt fra. Men siden flere av disse prevalensene er lave, i tillegg til at to av studiene selv hadde en nedgang i denne aldersgruppen, resulterte dette i at prevalensen sank i aldersgruppe 50-60. Gjennomsnittet hadde blitt mer nøyaktig og dermed nærmere sannheten om vi hadde hatt flere av de samme studiene over alle aldersgruppene. Denne nedgangen i prevalens av fraktur er egentlig ikke mulig da både nye og gamle frakturer er inkludert, fordi gamle frakturer ikke vil forsvinne over tid. Da tilstanden ikke er dødelig, vil derfor ingen prevalensdata forsvinne.

## **Rase/hybrid**

I våre resultater ser vi at det er en markant forskjell på gjennomsnittsprevalensen av KBF mellom de tre ytelsesgruppene. LYE hybrider har lavere gjennomsnittlig KBF -prevalens enn HYK hybridene, uavhengig av alder. Eusemann et al. (2018a) fant ingen signifikant forskjell mellom det de definerer som høyt- og lavt-ytende linjer av hvite hybrider. Derimot hos de brune hybridene, BLA og L68, i samme studie finner de en signifikant forskjell mellom den lavt-ytende (L68) og den høyt-ytende (BLA) med sistnevnte som hybridene med høyest gjennomsnittlig KBF-prevalens.

I vår studie fant vi en høyere prevalens av KBF for hybrider som har en høy eggproduksjon sammenlignet med hybrider som legger færre egg. Rasene som er ikke-kommersielle, som har den laveste eggproduksjonen, hadde klart lavest prevalens av KBF. Dette kan tyde på at høy eggproduksjon er en risikofaktor for KBF. Det trengs mange flere studier hvor man sammenligner ikke-kommersielle raser og kommersielle hybrider. Det er flere studier som sammenligner hybrider med forskjellig ytelse. De deler hybridene i lavt og høyt ytende, hvor de som er lavtproduserende legger ca 200 egg i året. Disse hybridene er ofte nært beslektet og de hybridene som kalles lav-ytende er definert som dette fra et økonomisk ståsted, men biologisk sett er de fremdeles høyt-ytende. Heldigvis har vi de siste årene sett et større fokus på dette. I Eusemann et al. (2020) sammenligner de slike "lavt" og høyt-ytende hybrider, der de gir grupper med høner suprelorin som er et hormon som stopper eggproduksjonen. Gruppene som fikk dette hormonet la da ingen egg, og hos disse hønene ble risikoen for å få KBF redusert med 80 og 94% sammenlignet med verpehønene som fortsatt la egg. Dette ble også funnet i studien til Eusemann et al. (2018b) hvor prevalensen for KBF var 0% for ikke-eggleggende høner sammenlignet med eggleggende høner som hadde prevalens på 40%. Bentettheten ble også funnet å være høyere hos ikke-eggleggende høner enn hos eggleggende høner (Eusemann et al., 2020) og det er funnet en forbindelse mellom bentetthet og benstyrke (Fleming et al., 1995). Bentetthet er blitt funnet å være redusert under toppverpingsfasen hvor KBF øker mest (Eusemann et al., 2020). Det er foreslått at når høna blir kjønnsmoden vil benstyrken reduseres fordi cellene skifter fra å bygge strukturelle knokler til å fokusere på produksjonen av medullært beinvev (Whitehead, 2004). Produksjonen av medullært beinvev er østrogenavhengig og det er en konstant produksjon av østrogen under hele verpefasen som ikke faller før hønen slutter å legge egg (Whitehead, 2004). Osteoclaster; celler som resorberer kalsium, vil resorbere kalsium fra både den strukturelle delen av benet og det medullære beinvev (Whitehead, 2004). Cellene vil fortsette å resorbere kalsium fra det strukturelle benet uten at nytt ben blir produsert (Whitehead, 2004). Nytt strukturelt ben vil ikke bli produsert igjen før eggleggingen tar slutt (Whitehead, 2004). Et slikt skifte fra produksjon av strukturelle bein til medullærbein fører til et generelt svakere skjelett som kan være mer utsatt for frakturer (Whitehead, 2004). Normalt ville ikke denne syklusen av bentap og regenerering være et problem for høner, men kommersielle høner er avlet til å kontinuerlig produsere egg og beina har ikke tid eller mulighet til å regenerere seg (Whitehead, 2004). Når hønene går over i midtverpe- og sluttverpefase produserer de færre egg og de får færre frakturer. Derfor kan det ha en sammenheng med at produksjonen av strukturelle bein starter opp igjen og gjør skjelettet til høna sterkere som igjen gir mindre risiko for fraktur.

Dunn et al. (2021) har kommet fram til at det ikke er noen direkte genetisk link mellom seleksjon for høyere eggproduksjon og tap av beinkvalitet. Men det utelukker ikke at de fysiologiske prosessene knyttet til eggproduksjonen kan øke risikoen for KBF (Dunn et al., 2021). At det ikke er noen direkte link mellom beinkvalitet og eggproduksjon viser at det er en mulighet for å endre på hvordan man avler verpehøner (Dunn et al., 2021). Fleming et al. (2006) har vist at det er mulig å selektere høner for bedre beinkvalitet og lavere mottakelighet for osteoporose, uten at det går på kompromiss av eggproduksjonen (Dunn et al., 2021). En annen måte å redusere sjansen for KBF på er å forsikre seg om at hønene får fullt utviklet skjelett før de blir kjønnsmodne og legger egg (Dunn et al., 2021). Skiftet i beindannelse ved kjønnsmodning kan forhindre full ossifikasjon, spesielt i kjølbene (Dunn et al., 2021). Det å ha et godt grunnlag av mineralisering i medullært beinvev er viktig for å opprettholde en god beinkvalitet (Dunn et al., 2021).

Tapet av den strukturelle benmassen blir videre akselerert av inaktivitet (Nightingale et al., 1972, referert i Whitehead & Fleming, 2000), noe som er observert hos høner i drift med konvensjonelle bur (Whitehead & Fleming, 2000). Frittgående driftsformer øker mosjon blant hønene og øker beinkvaliteten, selv om forekomsten av fraktur ikke nødvendigvis vil være lavere (Whitehead & Fleming, 2000). Hønene har større mulighet til å uttrykke naturlig oppførsel og få mer mosjon i frittgående driftsformer, som igjen gir sterkere skjelett (Sandilands et al., 2009). Rufener og Makagon (2020) nevner i en litteraturstudie at man har også sett at hønene med økt beinstyrke får bedre kognitive ferdigheter. Dette resulterer i lavere mottakelighet og risiko for fraktur i løpet av eggleggingen (Rufener & Makagon, 2020).

I vår studie skilte vi ikke mellom brune og hvite hybrider når vi har sammenlignet KBF og ytelse, men vi har sammenlignet prevalensen av frakturer hos brune og hvite hybrider for ulike aldersgrupper. For alle de kommersielle og eksperimentelle hønene vi har undersøkt i studien, så har alle de brune hybridene en høyere oppgitt kroppsvekt enn de hvite hybridene. Dette tyder på at fugler med høyere kroppsmasse har en høyere prevalens for KBF, men man kan ikke se noen direkte årsak til korrelasjon mellom farge og prevalens av frakturer. Det er heller ingen markant forskjell på antall egg de brune og hvite hybridene legger, som kan påvirke prevalensen. Der ser vi at brune hybrider har en høyere gjennomsnittlig KBF-prevalens fra inkluderte studier sammenlignet med hvite hybrider over alle aldersgrupper.



Som man ser av Tabell 10, så har brune høner jevnt over høyere prevalens for KBF gjennom hele aldersforløpet, i tråd med funnene til (Eusemann et al., 2018a), hvor de brune hybridene hadde signifikant flere frakturer enn de hvite hybridene i alderen 51 uker og 72 uker (her i aldersgruppene 50-60 uker og >70 uker). Årsak til dette er ikke fullt kartlagt, men de brune hybridene er kjent for å være tyngre og ha lavere kroppskontroll enn de hvite hybridene og dette kan være en medvirkende faktor (Eusemann et al., 2018a; Heerkens et al., 2016; Scholz et al., 2014). Scholz et al. (2014) fant at brune linjer hadde færre stødige landinger på vagler, sammenlignet med hvite, mens de fant ingen forskjell mellom de to brune linjene. De mener at dette kan være påvirket av den høyere kroppsmassen, som fører til en større belastning på vingene som gjør at det er vanskeligere for dem å beregne hoppene. Det er vanskelig å trekke en definitiv konklusjon ang forskjellen på brune og hvite hybrider fra denne studien, siden de brukte en lett hvit hybrid og to mellomtunge brune hybrider. I (Stratmann et al., 2015) finner de at den høyere kroppsmassen hos brune høner er med på å øke insidensen av frakturer. De viser til at en høyere kroppsmasse er med på å øke energi ved støt med blant annet vagler. Den høyere kroppsmassen kan også være med på å øke presset på kjølbene under vagling, som kan forårsake deformasjoner. Men i denne studien så har de kun sett på to forskjellige linjer, så det kan ikke konkluderes at det er en betydelig sammenheng mellom kroppsmassen og insidens av KBF. Hvorvidt det finnes genetisk forskjeller, utenom den generelt høyere gjennomsnittsvekten, mellom hvite og brune høner som kan forårsake en økt insidens blant brune høner? Det kan vi ikke ta noen beslutning på nå, da det mangler forskning på dette emnet.

I to studier der man har studert prevalensen av KBF av høner og haner ble det observert en forskjell mellom antall fraktur hos høner og haner (Kittelsen et al., 2020a; Kittelsen et al., 2020b). I den ene studien Kittelsen et al. (2020b) ble det observert tre frakturer av 96 høner av ulike raser. Av 16 haner fra de samme rasene ble det ikke observert noen frakturer. I den andre studien Kittelsen et al. (2020a) hvor de studerte jungelhøns var det observert én høne med fraktur av totalt 12 høner, men ingen av hanene hadde frakturer. Det var 10 høner med deformasjoner, men kun en hane med samme skade. Til tross for at hønene har færre frakturer enn vi har observert i andre studier med blant annet kommersielle hybrider, er det et viktig poeng at hanene fikk færre frakturer enn hønene av samme rase. Dette har muligens en sammenheng med at haner ikke produserer medullært beinvev og dermed har lavere risiko for frakturer fordi skjelettet deres ikke blir påvirket i like stor grad som hønene. Dette kan tyde på at eggleggingen som skjer hos hønene bidrar til utvikling av fraktur. Haner og høner som ikke

legger egg mangler de hunnlige kjønnshormonene (Dunn et al., 2021). Dette er foreslått som en årsak til prevalensen av frakturene (Dunn et al., 2021).

Kittelsen et al. (2020b) er en av de få studiene som fokuserer på prevalensen hos ikke-kommersielle raser, i tillegg til studien som fokuserer bare på jungelhøner (Kittelsen et al., 2020a). Vi ønsker flere studier der man fokuserer på å sammenligne KBF-prevalensen hos kommersielle høyt-ytende (biologisk sett) verpehøner og verpehøner som er biologisk LYIK og/eller jungelhøner for å kunne belyse om det er genetiske forskjeller mellom disse ulike hønene som kan være en risikofaktor for KBF. En slik studie kan også ta sikte på å undersøke om høy eggproduksjon gir en økt risiko for denne tilstanden.

## **Driftsform**

Det er et lavere gjennomsnitt av prevalens for KBF hos driftsformene bur og innredde bur i alderen 50-60->70 uker sammenlignet med de frittgående driftsformene. De frittgående driftsformene har de høyeste prevalensene, med gulvdrift på topp med 68,3%. Dette samsvarer med de fleste funn at verpehøner får flere frakturer i frittgående driftsformer, enn i bursystemer og enetasjes systemer (Eusemann et al., 2018a; Petrik et al., 2015; Wilkins et al., 2011). Det har vært en generell enighet om en korrelasjon mellom kompleksiteten på driftsformen og en stigende prevalens på KBF. Det vil si at ofte er det aviar som ligger høyest på KBF-prevalens, men det er ikke alltid slik. I litteraturstudien til Rufener og Makagon (2020) sammenligner de driftsform og prevalensen av KBF fra 49 studier. I deres resultater er det innredde bur, enetasjes systemer og gulvdrift som var assosiert med den høyeste gjennomsnittlige KBF-prevalensen. Men som de sier selv, disse resultatene kan komme av forskjellen mellom metodene brukt for å finne prevalensene, for eksempel underestimering av prevalens som følge av palpasjon som diagnostisk metode. Det er mulig at våre resultater viser gulvdrift som gir høyest prevalens for frakturer er fordi utvalget av prevalenser fra studiene skiller seg fra de andre. Fulton (2019) har prevalensdata fra alle driftsformene bortsett fra gulvdrift, og prevalensene fra denne studien er den med lavest gjennomsnitt av alle studiene vi har inkludert. Disse prevalensene drar derfor gjennomsnittprevalensen ned for bur, innredde bur og aviar. Sammenligner vi Fulton (2019) sine resultater er det aviar som har det høyeste gjennomsnittet for frakturprevalens, og bur har lavest. Dette er en av to studier som er brukt til å finne gjennomsnittsprevalens. På grunn av Fulton (2019) sin lave prevalens, og få studier å sammenligne med, få vi muligens et upresist gjennomsnitt for driftsformen

aviar. Gulvdrift har hele 6 prevalenser fra 4 studier som trolig gir et mer presist estimat for denne sanne prevalensen. Grunnet dette kan vi ikke komme med noen konklusjon om hvilke av de frittgående driftsformene som har faktisk høyest kjølbensfrakturprevalens, eller at de mest komplekse driftsformene gir flere frakturer sammenlignet med bursystemene. Men vi kan med stor sannsynlighet si at det er de frittgående driftsformene som er relatert til høyest forekomst av kjølbensfrakturprevalens.

I studien til Thøfner et al. (2020) har de observert at det er få bevis på at frakturer skyldes støt med innredningen. Thøfner et al. (2020) viser til bløtvevsskader som blødning, muskelruptur og fibrose hadde vært forventet å se etter slike typer frakturer. Dette så man imidlertid svært lite av. Man vil man ofte se en dannelse av fibrotiske arr hos pattedyr (Thøfner et al., 2020). Da helbredelsesprosessen hos fugler anses til å være tilsvarende til pattedyr, så er dette noe man hadde forventet å se (Thøfner et al., 2020). De bemerket seg at helbredelsesprosessen i frakturene var overraskende begrenset, og inflammasjonsceller var fullstendig fraværende som er karakteristisk trekk for stress- og “greenstickfraktur”. En greenstickfraktur er en fraktur der kun den ene siden av beinet bryter, som kan føre til at beinet blir bøyd eller deformert (NHI, 2014). I Thøfner et al. (2020) observert at frakturlinjene er bredere ventralt enn dorsalt som kan tyde på at kraften som forårsaker frakturene har et internt opphav. Det er mulig at dette er et resultat av avl som har ført til små høner og høy eggproduksjon.

En faktor som skiller bur med de resterende driftsformer er inventar. Vagler er et eksempel på dette. Det har blitt forsket på om ulike typer vagler kan bidra til skade på kjølbenset. I en studie fra 2011 (Käppeli et al.) ble det observert flere deformasjoner på kjølbenset hos høner som brukte vagler laget av metall trukket med gummi enn plastikk. Det ble foreslått at disse skadene var forårsaket av traume ved at gummibelegget ikke var tykt nok over metallet (Berg et al., 2015). Det skal dog nevnes at noe av det siste som er rapportert er at harde, tynne vagler har en sammenheng med deformasjoner, og ikke så mye med frakturer (Thøfner et al., 2020). Det er ønskelig at materialet er billig og lett å rengjøre (Sandilands et al., 2009). Det kan dog virke motsigende at en naturlig oppførsel som ville høner uttrykker, er skadelig hos tamhønene (Pickel et al., 2011). Det kan være flere årsaker til dette og for å forstå dette må vi se på forskjeller mellom den ville jungelhønen og tamhønen. Fugler som lever i det fri har mulighet til å benytte seg av ulike grener som har forskjellige former og størrelser (Pickel et al., 2011). Dette kan føre til at de får mindre belastningsskader da belastningen ikke blir ensformig (Pickel et al., 2011). Tamhønene brukes dessuten mer tid på vaglene på dagtid enn

det jungelhønene gjorde (Blokhuis, 1984), som kan være et resultat av at tamhønene er i mindre aktivitet og bruker blant annet mindre tid på å søke etter fôr enn det de ville fuglene gjør (Pickel et al., 2011). Den kommersielle hybriden er i gjennomsnitt dobbelt så stor som jungelhøna (Sandilands et al., 2009), og resulterer i et høyere trykk på kjølbene når de sitter på vaglen. Som nevnt tidligere vil eggleggingen ha en negativ effekt på skjelettets integritet og dette kan spille en viktig rolle i hvorfor en slik naturlig atferd som ville høner utfører kan være skadelig for tamhønene (Pickel et al., 2011). Det blir foreslått at vagler og stedene der hønene lander bør være laget av mykere materialer for å redusere insidensen av skader på kjølbene (Sandilands et al., 2009). Ramper kan også brukes for å hindre at hønene hopper ned fra vaglene (Sandilands et al., 2009). Det er dog klart at vagler ikke er den eneste faktoren når det gjelder prevalens av KBF da høner også får frakturer selv uten vagler (Sandilands et al., 2009). Dette kan derfor sees i sammenheng med andre predisponerende faktorer som tidligere nevnt; svakt skjelett, høy eggproduksjon samt genetikk.

## **Dyrevelferd**

Det er mye forskning som har fokus på å finne årsaken(e) til KBF, men det er lite som fokuserer på hva slags effekt frakturene har på hønene, psykisk og fysisk. KBF er et betydelig velferdsproblem fordi fuglers følelse av smerte ligner den hos pattedyr (Gentle, 1992), men likevel er det ikke nok forskning som kan bevise dette. I hvilken grad de føler smerte eller blir påvirket av frakturene er også fremdeles uklart, men det er blitt gjort noen fremskritt. I en eksperimentell studie av Armstrong et al. (2020), hvor de så på den negative effekten av KBF på fysiologien og psykologien til hønene, så finner de at en opphoping av frakturer er nok til å forårsake stress over lengre tid hos de affiserte hønene. De fant i studien at mengden og alvorligheten av kjølbensskader hadde en direkte lineær forbindelse til psykologisk depresjonstilstand, forårsaket av kronisk stress.

I studien til Nasr et al. (2013) så observerte de at høner med KBF hadde en lavere eggproduksjon, sammenlignet med høner som var fri for KBF, med en omtrent reduksjon på 6%. I tillegg så fant de at høner med KBF hadde en stor økning i fôrforbruk. De kunne ikke finne noen konkret årsak til dette i studien deres, men spekulerte på flere årsaker. For det første, så kunne det være at høner med fraktur spiser mer på grunn av stress, som kan skyldes redusert fordøyelse. En annen hypotese var at hønene hadde et økt kalsiumbehov for helbredelse av skadene. De hadde også noe økt inntak av vann, som de mente kunne være forårsaket av den økte formengden eller stress. Under enkelte situasjoner så ville man

forventet en økt mengde og størrelse på egg ved høyere fôrinntak, men i studien fant de at høner uten frakturer la både flere og større egg. Det de også fant, var at selv de hønene uten frakturer produserte mindre enn gjennomsnittet av den kommersielle flokken de ble hentet fra. Dette kan muligens skyldes at det ikke var et tilfeldig utvalg av høner, men også stress på grunn av transport av hønene fra gården til de eksperimentelle fasilitetene og det nye miljøet. Det er mulig at de frakturfrie hønene akklimatiserte seg raskere, og opplevde da mindre stress. I Nasr et al. (2012) undersøkte de hvordan KBF påvirket atferd og bevegelse. De fant da ingen tydelig forskjell på hvor ofte hønene med og uten fraktur brukte vaglene. De trente opp hønene til å gå på en gangvei, med hindre, og fant da at hønene uten fraktur var betydelig raskere med å fullføre, i tillegg til en positiv korrelasjon mellom alvorligheten på frakturen og tiden det tok. Det fant og at høner uten fraktur hadde en noe kortere ventetid med å fly opp fra bakken til vagler i alle høyder, i tillegg til at de var betydelig raskere til å fly ned fra 50cm og 100cm, og noe raskere ved 150cm. De fant ingen signifikant atferdsforskjell med unntak av søvn, da høner uten fraktur sov mindre på gulvet enn de med frakturer. Det ble registrert en lavere temperatur på kjøllebeinet for høner med frakturer, som spekuleres at det skyldes musklene rundt ikke ble brukt like mye, spesielt ved starten av remodelleringsfasen, og ble dermed degradert.

I studien til Wei et al. (2020) fant de at det var atferdsendringer i atferder som stå, sitte, spise, gå og sitte på vagler. De observerte også at høner med frakturer viste mer frykt, og de spekulerte om frykten var relatert til smerte og/eller stress forårsaket av frakturane. Hønene med frakturer la egg som hadde redusert styrke og tykkelse på eggeskallet.

Det man kan konkludere fra dette, er at KBF er en årsak til velferdsproblemer blant verpehøns, med sannsynlig smerter og stress. Det kan også føre til atferdsendringer, og skape vanskeligheter for, eller motvilje mot å bevege seg på grunn av smerter. Dette har også en innvirkning på det økonomiske aspektet, da det kan også føre til færre og mindre egg, i tillegg til en mindre kosteffektiv fôrkonsum. Det vil også være nødvendig med videre forskning for å fastslå den faktiske effekten av KBF på fôr- og vannkonsum, eggvekt og antall på gården. I tillegg må man se videre på andre hybrider, da de kun ser på LB høner, og det er ønskelig med en mer fullstendig oversikt over andre hybrider, og hvordan de reagerer på faktorer som stress og smerte. Til tross for at det fortsatt gjenstår forskning når det gjelder smerteoppfattelse hos verpehøner med frakturer bør en benytte seg av føre-var-prinsippet, og

anta at det er minst like smertefullt hos fugler som hos pattedyr når man omtaler seg om KBF som et velferdsproblem.

De første rapportene om kjølbensbrudd hos verpehøner er over 70 år gamle (Warren, 1937, referert i Buckner et al., 1949), men det største forskningsfokuset har kommet etter 2010. I Norge er det få rapporter som omtaler kjølbensbrudd, hverken fra offentlige myndigheter, husdyrnæringen, veterinærer eller dyrevernorganisasjoner. Grunnen til dette er at det ikke er samlet inn data for KBF i Norge, og så langt er det bare to studier som er publisert på ikke-kommersielle raser (Kittelsen et al., 2020a; Kittelsen et al., 2020b). Man kan stille spørsmål ved hvorfor et så stort og globalt velferdsproblem som KBF ikke har blitt kartlagt tidligere. En grunn kan være at årsaksfaktorene ikke er fullt ut forstått og belyst, og forskningen er fremdeles på et tidlig stadium. En argumentasjon som støtter dette synet er at det er for tidlig å dele kunnskap om KBF til folk flest fordi man ikke vet nok om problemet til å finne en løsning. Men økende bevissthet hos folk flest kan bidra til å legge press på staten og aktuelle aktører slik at det blir investert mer tid og penger i forskning på KBF.

### **Svakheter ved egen og andres studie**

I denne studien har vi valgt å bruke prevalens, og ikke insidens, som vårt mål på frekvensen av KBF. Prevalens er andelen individer som har en gitt tilstand eller sykdom innenfor en populasjon på et bestemt tidspunkt. Insidens derimot er antall nye sykdomstilfeller innenfor en gitt tidsperiode. Prevalens er det som er vanligst rapportert, ofte fordi at utregning av insidens avhenger av å kunne følge de samme dyrene over tid, noe som er vanskelig (umulig) i feltstudier. Studier som bruker disseksjon som diagnostisk metode innebærer at hønene må avlives som gjør det umulig å følge de samme dyrene over tid. Å bruke insidens gir mer nøyaktige resultater på antall nye frakturer i ulike aldersgrupper, som i studien til Baur et al. (2020). Prevalens vil bare bli større og større fordi frakturene ikke forsvinner, men vi kan likevel si noe om insidensen ved å se hvor bratt prevalensen stiger mellom ulike aldersgrupper.

En vanskelighet under denne studien, har vært å finne sammenlignbare tall. Vi har sett bort fra flere studier på grunn av unøyaktigheter. En del på grunn av metoden de har brukt for å undersøke, som at studien kun har tatt i bruk palpasjon til diagnostikk, noe som vi har gått bort ifra, da dette har vist seg som en metode med stor variasjon i treffsikkerhet. Palpasjon kan gi et underestimat av prevalensen av KBF. Såkalte “greenstickfrakturer” eller

stressfrakturer er eksempler på frakturtyper som er svært vanskelig å oppdage under palpasjon (Thøfner et al., 2020). Dette medfører at denne typen diagnostikk er mindre egnet til å oppdage slike frakturer (Thøfner et al., 2020). Andre unøyaktigheter kommer fra dataene oppgitt i studiene. For eksempel har noen studier ikke differensiert, på en tydelig måte, mellom deformasjoner og frakturer. Siden vi har fokusert på frakturer, så er dette en svakhet, både generelt og for oss.

Andre studier har ikke oppgitt en prevalens på fraktur, eller tall som kan brukes til dette. Ofte er dette på grunn av at prevalensestimering ikke var endel av målet med studien. For eksempel kan man ha undersøkt frakturer ved disseksjon, for en intern validering av nøyaktigheten mot andre diagnostiske metoder, som palpasjon. Enkelte studier har ikke inndelt dataen i relevante kategorier, som for eksempel etter rase/hybrid, alder eller oppstalling. Enkelte studier har ikke hatt tilstrekkelig tilfeldig utvalg, og måtte derfor ekskluderes (Nasr et al., 2013), som ønsket å se på effekten av KBF, og dermed prøvde å plukke ut et utvalg som var likt fordelt med og uten fraktur.

Årsaken til lavere gjennomsnittsprevalens for hvite hybrider etter uke 50, og for brune hybrider i uke 60-70, er mest sannsynlig forskjellene mellom studiene i valg av samling av prevalensdata. Ved privat korrespondanse med Fulton (2019) fikk vi vite at det ikke ble registrert gammelt og nytt fraktur på samme høne. Enten ble det registrert nytt eller så ble det registrert gammelt. Vi diskuterte om det var bedre å ekskludere studien, men valgte fremdeles å inkludere den. Det var veldig få studier som hadde prevalensdata fra gruppene 60-70 uker og >70 uker, derfor er det ikke overraskende at det blir en forskjell på gjennomsnittet for disse aldersgruppene.

Enkelte studier som ble tatt med, har også egne svakheter. Som studien til Fulton (2019), selv med godt oppgitte data etter at vi fikk full oversikt sendt til oss, finnes det mulige svakheter. Et problem kan være, at da studien hadde fokus på dødsårsaker ble kun fugler som døde har blitt studert. Det er et problem dersom forekomsten hos selvdøde høner skiller seg fra forekomsten i flokken forøvrig. Et annet problem med dette, kan være det at ikke alle døde fugler ble oppdaget, og hvis de da var for kadaverøse, ble de tatt bort. Videre ble fuglene bare ble inndelt etter datoen de ble dissekert på, med varierende tidspunkt for disseksjon, så er nøyaktig aldersbestemmelse vanskelig å oppnå. En annen potensiell svakhet er omfanget av studien. Siden de hadde et høyt antall høner å se på, samt en rekke diverse variabler som ble

undersøkt, kan for eksempel enkelte frakturer ha blitt oversett eller gått glipp av. Det var også noe usikkerhet da Fulton sa at en høne ikke kunne ha både ny og gammel fraktur.

Studien til Eusemann et al. (2018a), har et par svakheter ved studiedesign. De har i utgangspunktet kun sett på 10 høner per hybrid per burtype, som kan føre til større svingninger og mindre nøyaktighet. Dette blir blant annet påvirket av dødsfall under studien, som gir en endring i prevalensen. Et større problem under studien er at det mangler enkelte høner på noen målinger som er utført, som skyldes av at røntgenbildene ikke er blitt analysert, på grunn av at beina til høna overlappet kjølbene på bildet. Dette fører til en økt innvirkning på prevalensen i studien. Dette kunne vært unngått hvis de hadde tatt flere bilder, eller sett over bildene, og sett at de var akseptable når de ble tatt.

Det er også vanskelig å si med nøyaktighet hvor stort utfall på prevalensen avlen, i tillegg til miljø og næring, av verpehøns har hatt på det hele. Dette kan deles inn i to ulike problemer. For det første, så har man et stort kunnskapshull når det gjelder de ikke-kommersielle raser som vi har, og da særskilt jungelhøner, som er opphavet til dagens kommersielle høns. Med en mangel på studier på disse, så kan man ikke si noe spesifikt om hva forskjellen er på de forskjellige rasene og hybridene. Som eksempel, er det en betydelig høyere forekomst hos de kommersielle hybridene? Skyldes dette kun på grunn av avl, eller har miljøet rundt også en stor innvirkning? En grunn til mangelen på slike studier kan være at det er lite kommersielle eller økonomiske gevinster å hente fra dem. Vi skulle gjerne sett i fremtiden at dette blir forsket mer på, og gjerne sammenligner ikke-kommersielle verpehøner med de kommersielle. Å forske på lavtproduserende høner som jungelhøner kan gi informasjon om risikofaktor for KBF. Vi mener at å vite hvordan en frisk, biologisk høne fungerer kan gi oss innspill på hva som bør forskes videre på, og for eksempel hva som bør avles videre på.

For det andre er en nøyaktig sammenligning av ulike kommersielle hybrider en vanskelig oppgave å sette i gang. Dette er noe som i all hovedsak skyldes manglende informasjon om hver enkelt hybrid. Årsaken bak dette er at oppdrettere legger skjul på hvor de forskjellige linjene har opphav, noe som gjør en grundig rase/hybrid-sammenligning vanskelig å utføre. De utvalgte studiene har gitt gode nok beskrivelser av driftsform, men det er forskjellige lovverk i ulike deler av verden som gjør det vanskelig å gi en gitt definisjon på type driftsform. Det har derfor vært utfordrende å kunne plassere de forskjellige driftsformene i klassifiserte grupper som vi kunne sammenligne.



For å kunne ha artikler som er sammenlignbare kreves det at artiklene er godt beskrevet når det gjelder hvordan de har utført studien. Driftsformene bør beskrives på en god måte slik at det ikke er tvil om hvordan hønene har blitt holdt. Det er også fordelaktig for fremtidig forskning at landene samarbeider når det kommer til definisjoner og lovverk som omhandler driftsformer. Dette kan bidra til at sammenligning av ulike studier blir mer hensiktsmessig. Hvordan prøvetaking blir gjort, blant annet røntgentaking og palpering, er også viktige parameter i slike artikler. Beskrivelse av opplæring av personale til å gjennomføre slike undersøkelser er også en utfordring. Hvis ikke en standardisering av metoder kan utarbeides i fremtiden bør studiene være beskrevet på en god nok måte slik at en kan lettere sammenligne de ulike studiene. Samtidig kan dette føre til at færre høner blir brukt i eksperimenter. Dette er særlig hensiktsmessig i studier hvor de må avlive hønene, som ved disseksjon. Beskrivelse av skadene på kjølbentet bør være nøyaktige slik at det kommer klart frem hvilken type skade som blir undersøkt, særlig skille mellom deformasjoner og frakturer. Å bruke insidens som mål på kjølbensfrakturer er mer hensiktsmessig enn prevalens, og dette bør bli fokusert mer på i fremtiden. Bruk av røntgen gir mulighet for å finne insidens og denne metoden er mer presis når det gjelder diagnostikk.

Vi håper våre resultater gir et innblikk i dette globale problemet og kan bidra til å videre belyse hvor viktig det er med mer og bedre forskning.

## **Konklusjon**

Det er fortsatt usikkerhet rundt hvilke risikofaktorer som påvirker forekomsten av KBF, og nøyaktig hvor stor innvirkning hver enkelt har. Forekomsten av KBF hos eggleggende høner er generelt høy, og er derfor et velferdsproblem som rammer store deler av den kommersielle verpehønsdriften. Resultater fra flere studier tyder på at egglegging har en stor påvirkning på KBF, spesielt for de kommersielle verpehønene. Andre risikofaktorer må fortsatt forskes mer på for å kartlegge sammenhengen.

## **Takk til bidragsyttere**

Vi vil gjerne takke Ingrid Toftaker og Kätthe Kittelsen som har vært våre veiledere. De har vært svært hjelpsomme i vårt arbeid med denne oppgaven. Vi vil rekke en takk til

Universitetsbiblioteket ved NMBU som ga oss opplæring i EndNote og som besvarte våre henvendelser da vi trengte hjelp. Vi vil også takke Richard M. Fulton og Michael J. Toscano for at de sendte oss rådata, etter anmodning.

## **Summary**

*Title:* Prevalence of keel bone fractures in laying-hens – A literature review

*Authors:* Haagaas, Kristian, Jacobsen, Elise, Larssen, Katrine.

*Supervisor:* Ingrid Toftaker, Department of Production Animal Clinical Sciences  
Käthe Kittelsen, Animalia- the Norwegian Meat and Poultry Research Centre

The purpose of this literature review was to examine the prevalence of keel bone fractures in laying hens. We have examined different risk factors such as age, production, housing system and genetics. We have found that the prevalence of keel bone fractures rises with increasing age. Our results show that hens kept in barn and aviary systems have a higher prevalence than hens kept in cages and enriched cages. We have also observed a rapid increase in the prevalence of keel bone fractures during peak of lay. There has also been observed a difference between the brown and white strains, where the white hens have a generally lower prevalence of keel bone fractures than the brown. Hens that are not used commercially have the lowest prevalence.

## Referanser

- Animalia. (2020). *KJØTTETS TILSTAND 2020*. Tilgjengelig fra: <https://www.animalia.no/contentassets/8516b3a48201409297db211f33bf6c76/kt20-komplett-origi-web.pdf> (lest 29.03.2021).
- Animalia. (2021). *Ulike driftsformer for eggproduksjon*. Tilgjengelig fra: <https://www.animalia.no/no/Dyr/fjorfe/helse-og-velferd-hos-verpehons/ulike-driftsformer-for-eggproduksjon/> (lest 28.03.2021).
- Armstrong, E. A., Rufener, C., Toscano, M. J., Eastham, J. E., Guy, J. H., Sandilands, V., Boswell, T. & Smulders, T. V. (2020). Keel bone fractures induce a depressive-like state in laying hens. *Sci Rep*, 10 (1): 3007. doi: 10.1038/s41598-020-59940-1.
- Bagley, M. F. (2002). *Fjørfeboka*. 1. utg. Oslo: Fagsenteret Landbruksforlaget.
- Bagley, M. F. (2016). *Fjørfeboka*. 2. utg. Bergen: Fagbokforlaget.
- Baur, S., Rufener, C., Toscano, M. J. & Geissbühler, U. (2020). Radiographic Evaluation of Keel Bone Damage in Laying Hens-Morphologic and Temporal Observations in a Longitudinal Study. *Front Vet Sci*, 7: 129. doi: 10.3389/fvets.2020.00129.
- Berg, C., Bøtner, A., Browman, H., Koeijer, A., Depner, K., Domingo, M., Edwards, S., Fourichon, C., Koenen, F., More, S., et al. (2015). Scientific Opinion on welfare aspects of the use of perches for laying hens. *EFSA Journal*, 13: 4131. doi: 10.2903/j.efsa.2015.4131.
- Blokhuis, H. J. (1984). Rest in poultry. *Applied Animal Behaviour Science*, 12 (3): 289-303. doi: 10.1016/0168-1591(84)90121-7.
- Buckner, G. D., Insko, W. M., Henry, A. H. & Wachs, E. F. (1948). Rate of Growth and Calcification of the Sternum of Male and Female New Hampshire Chickens<sup>1</sup>. *Poultry Science*, 27 (4): 430-433. doi: 10.3382/ps.0270430.
- Buckner, G. D., Insko, W. M., Henry, A. H. & Wachs, E. F. (1949). Rate of Growth and Calcification of the Sternum of Male and Female New Hampshire Chickens Having Crooked Keels<sup>1</sup>. *Poultry Science*, 28 (2): 289-292. doi: <https://doi.org/10.3382/ps.0280289>.
- Buijs, S., Heerkens, J. L. T., Ampe, B., Delezie, E., Rodenburg, T. B. & Tuytens, F. A. M. (2019). Assessing keel bone damage in laying hens by palpation: effects of assessor experience on accuracy, inter-rater agreement and intra-rater consistency. *Poultry Science*, 98 (2): 514-521. doi: 10.3382/ps/pey326.
- Candelotto, L., Stratmann, A., Gebhardt-Henrich, S. G., Rufener, C., van de Braak, T. & Toscano, M. J. (2017). Susceptibility to keel bone fractures in laying hens and the role of genetic variation. *Poult Sci*, 96 (10): 3517-3528. doi: 10.3382/ps/pex146.
- Canoville, A., Schweitzer, M. H. & Zanno, L. E. (2019). Systemic distribution of medullary bone in the avian skeleton: ground truthing criteria for the identification of

- reproductive tissues in extinct Avemetatarsalia. *BMC Evolutionary Biology*, 19 (1): 71. doi: 10.1186/s12862-019-1402-7.
- Casey-Trott, T., Heerkens, J. L., Petrik, M., Regmi, P., Schrader, L., Toscano, M. J. & Widowski, T. (2015). Methods for assessment of keel bone damage in poultry. *Poult Sci*, 94 (10): 2339-50. doi: 10.3382/ps/pev223.
- Casey-Trott, T. M., Guerin, M. T., Sandilands, V., Torrey, S. & Widowski, T. M. (2017). Rearing system affects prevalence of keel-bone damage in laying hens: a longitudinal study of four consecutive flocks. *Poultry Science*, 96 (7): 2029-2039. doi: 10.3382/ps/pex026.
- Chargo, N. J., Robison, C. I., Baker, S. L., Toscano, M. J., Makagon, M. M. & Karcher, D. M. (2019). Keel bone damage assessment: consistency in enriched colony laying hens. *Poult Sci*, 98 (2): 1017-1022. doi: 10.3382/ps/pey373.
- Council directive 1999/74/EC. (1999). *Council directive 1999/74/EC of 19 July 1999 laying down minimum standards for the protection of laying hens*. Official Journal L 203. Tilgjengelig fra: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A01999L0074-20191214> (lest 07.04.2021).
- Dacke, C. G., Arkle, S., Cook, D. J., Wormstone, I. M., Jones, S., Zaidi, M. & Bascal, Z. A. (1993). MEDULLARY BONE AND AVIAN CALCIUM REGULATION. *Journal of Experimental Biology*, 184 (1): 63-88. doi: 10.1242/jeb.184.1.63.
- Dunn, I. C., De Koning, D. J., McCormack, H. A., Fleming, R. H., Wilson, P. W., Andersson, B., Schmutz, M., Benavides, C., Dominguez-Gasca, N., Sanchez-Rodriguez, E., et al. (2021). No evidence that selection for egg production persistency causes loss of bone quality in laying hens. *Genet Sel Evol*, 53 (1): 11. doi: 10.1186/s12711-021-00603-8.
- European Commission. (2021). *EGGS - MARKET SITUATION*. Tilgjengelig fra: [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/farming/documents/eggs-dashboard\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/farming/documents/eggs-dashboard_en.pdf) (lest 30.03.2021).
- Eusemann, B. K., Baulain, U., Schrader, L., Thöne-Reineke, C., Patt, A. & Petow, S. (2018a). Radiographic examination of keel bone damage in living laying hens of different strains kept in two housing systems. *PLoS One*, 13 (5): e0194974. doi: 10.1371/journal.pone.0194974.
- Eusemann, B. K., Sharifi, A. R., Patt, A., Reinhard, A. K., Schrader, L., Thöne-Reineke, C. & Petow, S. (2018b). Influence of a Sustained Release Deslorelin Acetate Implant on Reproductive Physiology and Associated Traits in Laying Hens. *Front Physiol*, 9: 1846. doi: 10.3389/fphys.2018.01846.
- Eusemann, B. K., Patt, A., Schrader, L., Weigend, S., Thöne-Reineke, C. & Petow, S. (2020). The Role of Egg Production in the Etiology of Keel Bone Damage in Laying Hens. *Front Vet Sci*, 7: 81. doi: 10.3389/fvets.2020.00081.
- FAWC. (2010). *Opinion on Osteoporosis and Bone Fractures in Laying Hens*. Tilgjengelig fra: <https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachme>

- [nt\\_data/file/325043/FAWC\\_opinion\\_on\\_osteoporosis\\_and\\_bone\\_fractures\\_in\\_laying\\_hens.pdf](#) (lest 09.04.2021).
- FAWC. (2013). *Keel bone fractures in laying hens*. Tilgjengelig fra: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/324505/FAWC\\_advice\\_on\\_keel\\_bone\\_fractures\\_in\\_laying\\_hens.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/324505/FAWC_advice_on_keel_bone_fractures_in_laying_hens.pdf) (lest 09.04.2021).
- Fleming, R., Whitehead, C., Alvey, D., Gregory, N. & Wilkins, L. (1995). Bone structure and strength in laying hens housed in different husbandry systems. *British poultry science*, 35: 651-62. doi: 10.1080/00071669408417731.
- Fleming, R. H., McCormack, H. A., McTeir, L. & Whitehead, C. C. (2006). Relationships between genetic, environmental and nutritional factors influencing osteoporosis in laying hens. *Br Poult Sci*, 47 (6): 742-55. doi: 10.1080/00071660601077949.
- Forskrift om hold av høns og kalkun. (2002). *Forskrift om hold av høns og kalkun av 12. desember 2001 nr. 1494*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2001-12-12-1494> (lest 09.04.2021).
- Fulton, R. M. (2019). Health of Commercial Egg Laying Chickens in Different Housing Systems. *Avian Dis*, 63 (3): 420-426. doi: 10.1637/11942-080618-Reg.1.
- Gentle, M. J. (1992). Pain in Birds. *Animal Welfare*, 1 (4): 235-247.
- Grumbles, L. C. (1959). Cage Layer Fatigue (Cage Paralysis). *Avian Diseases*, 3 (2): 122-125. doi: 10.2307/1587714.
- Harlander-Matauschek, A., Rodenburg, T. B., Sandilands, V., Tobalske, B. W. & Toscano, M. J. (2015). Causes of keel bone damage and their solutions in laying hens. *World's Poultry Science Journal*, 71 (3): 461-472. doi: 10.1017/S0043933915002135.
- Heerkens, J. L., Delezie, E., Ampe, B., Rodenburg, T. B. & Tuytens, F. A. (2016). Ramps and hybrid effects on keel bone and foot pad disorders in modified aviaries for laying hens. *Poult Sci*, 95 (11): 2479-2488. doi: 10.3382/ps/pew157.
- Hester, P. Y., Enneking, S. A., Haley, B. K., Cheng, H. W., Einstein, M. E. & Rubin, D. A. (2013). The effect of perch availability during pullet rearing and egg laying on musculoskeletal health of caged White Leghorn hens. *Poult Sci*, 92 (8): 1972-80. doi: 10.3382/ps.2013-03008.
- Hy-Line. (u.å.-a). *About Us*. Tilgjengelig fra: <https://www.hyline.com/about-us> (lest 10.03.2021).
- Hy-Line. (u.å.-b). *Hy-Line W-36*. Tilgjengelig fra: <https://www.hyline.com/varieties/w-36> (lest 10.03.2021).
- Hy-Line. (u.å.-c). *Management Guide Hy-Line W-36* Tilgjengelig fra: <https://www.hyline.com/filesimages/Hy-Line-Products/Hy-Line-Product-PDFs/W-36/36%20COM%20ENG.pdf> (lest 10.03.2021).

- ISA Poultry. (u.å.-a). *ISA Brown - A Global Superstar*. Tilgjengelig fra: <https://www.isa-poultry.com/en/product/isa-brown/> (lest 10.03.2021).
- ISA Poultry. (u.å.-b). *ISA BROWN COMMERCIAL PRODUCT GUIDE NORTH AMERICAN VERSION*. Tilgjengelig fra: [https://www.isa-poultry.com/documents/302/ISA\\_Brown\\_cs\\_product\\_guide\\_North\\_America\\_L8110-2-NA.pdf](https://www.isa-poultry.com/documents/302/ISA_Brown_cs_product_guide_North_America_L8110-2-NA.pdf) (lest 10.03.2021).
- ISA Poultry. (u.å.-c). *Products*. Tilgjengelig fra: <https://www.isa-poultry.com/en/product/> (lest 10.03.2021).
- Käppeli, S., Gebhardt-Henrich, S. G., Fröhlich, E., Pfulg, A., Schäublin, H. & Stoffel, M. H. (2011). Effects of housing, perches, genetics, and 25-hydroxycholecalciferol on keel bone deformities in laying hens. *Poult Sci*, 90 (8): 1637-44. doi: 10.3382/ps.2011-01379.
- KeelBoneDamage COST Action. (u.å.). *The Action - Overview*. Tilgjengelig fra: <http://www.keelbonedamage.eu/the-action/overview/> (lest 09.02.2021).
- Kittelsen, K. E., Jensen, P., Christensen, J. P., Toftaker, I., Moe, R. O. & Vasdal, G. (2020a). Prevalence of Keel Bone Damage in Red Jungle Fowls (*Gallus gallus*)-A Pilot Study. *Animals (Basel)*, 10 (9). doi: 10.3390/ani10091655.
- Kittelsen, K. E., Moe, R. O., Hansen, T. B., Toftaker, I., Christensen, J. P. & Vasdal, G. (2020b). A Descriptive Study of Keel Bone Fractures in Hens and Roosters from Four Non-Commercial Laying Breeds Housed in Furnished Cages. *Animals (Basel)*, 10 (11). doi: 10.3390/ani10112192.
- Lohmann Breeders. (u.å.-a). *Layers*. Tilgjengelig fra: <https://lohmann-breeders.com/layers/> (lest 10.03.2021).
- Lohmann Breeders. (u.å.-b). *LOHMANN LSL-CLASSIC: Layers - Cage Housing*. Tilgjengelig fra: <https://lohmann-breeders.com/strains/lohmann-lsl-classic-cage-housing/> (lest 10.03.2021).
- Nasr, M. A. F., Murrell, J., Wilkins, L. J. & Nicol, C. J. (2012). The effect of keel fractures on egg-production parameters, mobility and behaviour in individual laying hens. *Animal Welfare*, 21 (1): 127-135. doi: 10.7120/096272812799129376.
- Nasr, M. A. F., Murrell, J. & Nicol, C. J. (2013). The effect of keel fractures on egg production, feed and water consumption in individual laying hens. *British Poultry Science*, 54 (2): 165-170. doi: 10.1080/00071668.2013.767437.
- NHI. (2014). *Beinbrudd I*. Tilgjengelig fra: <https://nhi.no/animasjoner/muskelskjelett/beinbrudd-i/#:~:text=En%20brist%20E2%80%93%20et%20E2%80%9Dgreenstick%20%9D,en%20gips%20mens%20det%20gror> (lest 11.04.2021).
- NSW Government Department of Primary Industries. (u.å.). *Egg production systems in Australia*. Tilgjengelig fra: <https://www.dpi.nsw.gov.au/animals-and-livestock/poultry-and-birds/poultry-planning-and-keeping/poultry-keeping-environment/egg-production-systems> (lest 29.03.2021).

- Olsson, I. A. S. & Keeling, L. J. (2000). Night-time roosting in laying hens and the effect of thwarting access to perches. *Applied Animal Behaviour Science*, 68 (3): 243-256. doi: 10.1016/S0168-1591(00)00097-6.
- Petrik, M. T., Guerin, M. T. & Widowski, T. M. (2013). Keel fracture assessment of laying hens by palpation: inter-observer reliability and accuracy. *Vet Rec*, 173 (20): 500. doi: 10.1136/vr.101934.
- Petrik, M. T., Guerin, M. T. & Widowski, T. M. (2015). On-farm comparison of keel fracture prevalence and other welfare indicators in conventional cage and floor-housed laying hens in Ontario, Canada. *Poult Sci*, 94 (4): 579-85. doi: 10.3382/ps/pev039.
- Pickel, T., Schrader, L. & Scholz, B. (2011). Pressure load on keel bone and foot pads in perching laying hens in relation to perch design. *Poultry Science*, 90 (4): 715-724. doi: 10.3382/ps.2010-01025.
- Riber, A. & Hinrichsen, L. (2016). Keel-bone damage and foot injuries in commercial laying hens in Denmark. *Animal Welfare*, 25: 179-184. doi: 10.7120/09627286.25.2.179.
- Richards, G. J., Nasr, M. A., Brown, S. N., Szamocki, E. M., Murrell, J., Barr, F. & Wilkins, L. J. (2011). Use of radiography to identify keel bone fractures in laying hens and assess healing in live birds. *Vet Rec*, 169 (11): 279. doi: 10.1136/vr.d4404.
- Rufener, C. & Makagon, M. M. (2020). Keel bone fractures in laying hens: a systematic review of prevalence across age, housing systems, and strains. *J Anim Sci*, 98 (Suppl 1): S36-s51. doi: 10.1093/jas/skaa145.
- Sandilands, V., Moinard, C. & Sparks, N. H. (2009). Providing laying hens with perches: fulfilling behavioural needs but causing injury? *Br Poult Sci*, 50 (4): 395-406. doi: 10.1080/00071660903110844.
- Scholz, B., Kjaer, J. B. & Schrader, L. (2014). Analysis of landing behaviour of three layer lines on different perch designs. *Br Poult Sci*, 55 (4): 419-26. doi: 10.1080/00071668.2014.933175.
- Stratmann, A., Fröhlich, E. K., Harlander-Matauschek, A., Schrader, L., Toscano, M. J., Würbel, H. & Gebhardt-Henrich, S. G. (2015). Soft perches in an aviary system reduce incidence of keel bone damage in laying hens. *PLoS One*, 10 (3): e0122568. doi: 10.1371/journal.pone.0122568.
- Thøfner, I., Hougen, H. P., Villa, C., Lynnerup, N. & Christensen, J. P. (2020). Pathological characterization of keel bone fractures in laying hens does not support external trauma as the underlying cause. *PLOS ONE*, 15 (3): e0229735. doi: 10.1371/journal.pone.0229735.
- Toscano, M., Booth, F., Richards, G., Brown, S., Karcher, D. & Tarlton, J. (2018). Modeling collisions in laying hens as a tool to identify causative factors for keel bone fractures and means to reduce their occurrence and severity. *PLOS ONE*, 13 (7): e0200025. doi: 10.1371/journal.pone.0200025.
- Toscano, M. J., Booth, F., Wilkins, L. J., Avery, N. C., Brown, S. B., Richards, G. & Tarlton, J. F. (2015). The effects of long (C20/22) and short (C18) chain omega-3 fatty acids

- on keel bone fractures, bone biomechanics, behavior, and egg production in free-range laying hens. *Poult Sci*, 94 (5): 823-35. doi: 10.3382/ps/pev048.
- Tracy, L. M., Temple, S. M., Bennett, D. C., Sprayberry, K. A., Makagon, M. M. & Blatchford, R. A. (2019). The Reliability and Accuracy of Palpation, Radiography, and Sonography for the Detection of Keel Bone Damage. *Animals (Basel)*, 9 (11). doi: 10.3390/ani9110894.
- USDA AMS Agricultural Analytics Division. (2021). *Egg Markets Overview*. Tilgjengelig fra: <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Egg%20Markets%20Overview.pdf> (lest 29.03.2021).
- Wei, H., Bi, Y., Xin, H., Pan, L., Liu, R., Li, X., Li, J., Zhang, R. & Bao, J. (2020). Keel fracture changed the behavior and reduced the welfare, production performance, and egg quality in laying hens housed individually in furnished cages. *Poultry Science*, 99 (7): 3334-3342. doi: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.04.001>.
- Whitehead, C. C. & Fleming, R. H. (2000). Osteoporosis in cage layers. *Poult Sci*, 79 (7): 1033-41. doi: 10.1093/ps/79.7.1033.
- Whitehead, C. C. (2004). Overview of bone biology in the egg-laying hen. *Poult Sci*, 83 (2): 193-9. doi: 10.1093/ps/83.2.193.
- Wilkins, L. J., Brown, S. N., Zimmerman, P. H., Leeb, C. & Nicol, C. J. (2004). Investigation of palpation as a method for determining the prevalence of keel and furculum damage in laying hens. *Vet Rec*, 155 (18): 547-9. doi: 10.1136/vr.155.18.547.
- Wilkins, L. J., McKinstry, J. L., Avery, N. C., Knowles, T. G., Brown, S. N., Tarlton, J. & Nicol, C. J. (2011). Influence of housing system and design on bone strength and keel bone fractures in laying hens. *Vet Rec*, 169 (16): 414. doi: 10.1136/vr.d4831.





Norges miljø- og biovitenskapelig universitet  
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet  
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway