
INTEELT EN VERWANTSCHAP BIJ DE LABRADOR RETRIEVER

Peter van Honk



RAAD VAN BEHEER
HOUDEN VAN HONDEN



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Inteelt en verwantschap bij de Labrador Retriever

Peter van Honk
registratie nummer: 890606358070

Stage fokkerij en genetica (ABG-70424)
Bedrijf: Raad van Beheer op kynologisch gebied in
Nederland
Juli 2017

Begeleidster Raad van Beheer: Drs. L (laura) Roest
Begeleider/examinator WUR: dr. JJ (Jack Windig/ dr. Ir. BJ
(Bart) Ducro



RAAD VAN BEHEER
HOUDEN VAN HONDEN



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Voorwoord

Dit onderzoek is uitgevoerd als onderdeel van mijn stage bij de Raad van Beheer op Kynologisch gebied in Nederland voor mijn master opleiding dierwetenschappen met als specialisatie fokkerij en genetica. Ik heb de ZooEasy database van de Nederlandse Labrador Retriever geanalyseerd en door middel van het simulatie programma Genmansim gekeken wat het effect is van verschillend fokbeleid op de inteelttoename. Er is onder andere gekeken naar het effect van de drie generatie regel en een dekrebeperving.

Het verslag bestaat uit twee delen het eerste deel is het analyseren van de populatie gegevens met de Monitor Module en het tweede gedeelte bestaat uit simulaties van de resultaten van de analyse.

Ik wil graag mijn begeleidster Laura Roest vanuit de Raad van Beheer bedanken voor haar goede begeleiding, enthousiasme en onderbouwde kritiek. Ik zou ook graag mijn begeleider Jack Windig, vanuit Wageningen willen bedanken voor het mogelijk maken van deze stage en het ondersteunen van de computer technische aspecten. Daarnaast wil ik ook de Nederlandse Labrador Vereniging bedanken voor het beschikbaar maken van de populatie gegeven en in het bijzonder Marjolein Lourens voor het beantwoorden van mijn vragen en haar snelle reacties.

Samenvatting

De Labrador Retriever is het grootste en populairste ras in Nederland, maar lijdt toch aan een aantal erfelijke ziektes, wat grotendeels veroorzaakt wordt door de inteelt van het ras en het selecteren op specifieke eigenschappen (Sánchez-Molano, Woolliams et al. 2014). Per 1 juni 2014 heeft de Nederlandse Labrador Vereniging (NLV) de drie generatie regel opgenomen in hun fokbeleid. De regel houdt in dat een combinatie niet is toegestaan indien er in de stamboom, welke bestaat uit drie voorafgaande generaties van de reu één of meerdere dezelfde voorouders voorkomen als in de stamboom van de teef. De algemene begeleidingscommissie van de NLV heeft gevraagd aan de Raad van Beheer op Kynologische gebied in Nederland of de inteelt en verwantschap van de Labrador Retriever en het effect de drie generatie regel berekend kan worden aan de hand van de ZooEasy database.

De vraagstellingen van deze studie zijn de volgende:

1. Wat is de huidige inteeltcoëfficiënt van de Labrador Retriever populatie in Nederland?
2. Wat is het effect van verschillend fokbeleid op de inteelttoename (ΔF) van de Labrador Retriever populatie in Nederland?

Om de vraagstellingen van deze studie te beantwoorden is gebruik gemaakt van twee computerprogramma's; de Monitor Module en Genmansim, beide geprogrammeerd door Jack Windig.

De Monitor Module heeft de gemiddelde inteelttoename per generatie over de periode van 1885 tot en met 2016 berekend (ΔF); 0.42% en dit staat gelijk aan een effectieve populatiegrootte van 120. De populatie gegevens van 2016, berekend door de Monitor Module, zijn gebruikt voor de simulaties met Genmansim. In totaal zijn er vier clusters van simulaties gedaan om na te gaan wat het effect is van verschillend fokbeleid. De simulaties variëren in het wel of geen gebruik van de drie generatie regel, wel of geen gebruik van topreuen en het gebruik van een dekrebeperving. De resultaten van de simulaties waren zoals verwacht, bij een strenger fokbeleid neemt de inteeltcoëfficiënt minder snel toe.

De inteelttoename per generatie met de drie generatie regel is 0.176%, zonder de drie generatie is dit 0.200%. Een inteelttoename van 0.176% staat gelijk aan een effectieve populatie van 284, een inteelttoename van 0.200% staat gelijk aan een effectieve populatiegrootte van 250. De drie generatie regel zorgt dus voor een stijging van 12% van de effectieve populatiegrootte. Dit komt enigszins overeen met een dekrebeperving van 60 nestjes totaal ($\Delta F = 0.171%$) en 10 nestjes per jaar ($\Delta F = 0.168%$) zonder de drie generatie regel.

Mijn eerste aanbeveling voor de NLV is het behouden van de drie generatie regel. Het een duidelijke en overzichtelijke regel en het verlaagt de inteelttoename. Mijn tweede aanbeveling is kijken naar mogelijkheden om het aantal reuen op de dekreenlijst te vergroten. Dit zou kunnen door het aantal kwalificaties waaraan een dekreu aan moet voldoen omlaag te brengen bij de eerste dekking. Echter bij de tweede dekking moet de dekreu wel voldoen aan alle kwalificaties. Bij het toepassen van deze regel wordt ervoor gezorgd dat het makkelijker is om meer verschillende dekreen in te zetten in plaats van dezelfde reu. Wanneer er meer verschillende dekreen gebruikt worden, blijft de diversiteit van het ras hoger en dit is bevorderlijk voor de gezondheid van het ras.

Inhoud:

Voorwoord	ii
Samenvatting	iii
1. Inleiding.....	1
1.1. Labrador Retriever	1
1.2. Aandoeningen	1
1.3. Inteelt en verwantschap.....	1
1.4. Raad van Beheer	3
1.5. Nederlandse Labrador Verenigingen	3
1.6. Drie generatie regel.....	3
1.7. Aanleiding en vraagstelling van de studie.....	4
2. Monitor Module.....	5
2.1. Materiaal en Methode.....	5
2.2. Resultaten.....	5
2.2.1. De populatie omvang.....	5
2.2.2. Inteelt.....	8
2.2.3. Kleuren.....	10
2.2.4. Import	11
2.2.5. Gebruik van topreuen	12
3. Genmansim	14
3.1. Materiaal en Methode.....	14
3.1.1. Populatie parameters	15
3.1.2. Scenario's.....	17
3.2. Resultaten.....	18
3.2.1. De huidige situatie	18
3.2.2. Simulaties met een dekreubeperking	19
3.2.3. Simulaties met het aantal reuen op de dekreuenlijst van de NLV.....	24
4. Discussie:	26
4.1. Monitor Module	26
4.1.1. De inteeltcoëfficiënt	26
4.2. Genmansim.....	27
4.2.1. Beperkingen Simulatieprogramma	27
4.2.2. Drie generatie regel	27
4.2.3. Dekreubeperking	27
4.2.4. Dekreuenlijst.....	28
5. Conclusie en aanbevelingen	29
5.1. Conclusie.....	29
5.2. Aanbevelingen	29
6. Referenties	30

1. Inleiding

1.1. Labrador Retriever

De Labrador Retriever is veruit het populairste hondenras in Nederland met 3011 inschrijven in het Nederlands honden stamboek (NHSB) in 2016 (Raad van Beheer, 2017). In Engeland waren er nog meer inschrijvingen in 2016; namelijk 33,856 (The Kennel Club, 2017) en in de Verenigde Staten is de Labrador Retriever al 26 jaar het meest populaire ras (AKC, 2017).

In Newfoundland, een eiland bij Canada, kwamen kleine waterhonden voor, onder andere de St. John's hond. Deze hond is de voorouder van de Labrador Retriever en werd rond het jaar 1500 gebruikt in de visserij op het eiland (FCI, 2017). Aan het begin van de 18^e eeuw werden deze honden naar Engeland geëxporteerd. Vanuit kruisingen van de St. John's hond is de Labrador Retriever ontstaan. In 1903 werd het ras erkend door de Engelse kennel club en in 1917 door de Amerikaanse kennel club (AKC, 2017). Op 24 december 1954 werd het ras erkend door de FCI (FCI, 2017). De oprichting van de Nederlandse Labrador Vereniging (NLV) vond plaats in 1964.

De Labrador Retriever valt onder de rasgroep Retriever, Spaniels en Waterhonden. Het algemene beeld is sterk gebouwd, kort in lendenen en erg actief. Verder heeft de Labrador Retriever een brede schedel, borst, ribben, lendenen en achterhand. Het ras staat bekend om een goed temperament, intelligentie, vriendelijk karakter, behendigheid, de buitengewoon goede neus en een liefhebber van water (FCI, 2017).

1.2. Aandoeningen

De Labrador Retriever populatie lijdt aan heupdysplasie, elleboogdysplasie en erfelijke oogafwijkingen. Om de gezondheid te verbeteren heeft de NLV een aantal onderzoeken verplicht gemaakt voor de ouderdieren. Beide ouderdieren moeten zijn geröntgend op heupen en ellebogen, wanneer zij ouder zijn dan 12 maanden, ook moeten zij beschikken over een geldende ooguitslag. Een ooguitslag is 12 maanden geldig. Beide ogen dienen vrij te zijn van cataract, retina dysplasie en retinadegeneratie, ectropion en distichiasis (NLV, 2016).

1.3. Inteelt en verwantschap

Een populatie is een groep dieren die onderling met elkaar paren en niet paren met dieren van een andere populatie. Bij de hond zijn vaak verschillende populaties verschillende rassen. Ook kan het voorkomen dat een ras meerdere populaties heeft. Verwantschap is de graad van overeenkomst in voorouders van twee verschillende individuen. Deze graad wordt uitgedrukt in de verwantschapscoëfficiënt en wordt bepaald door de gemeenschappelijke voorouders van de twee individuen en in welke generatie deze voorouders voorkomen (Oldenbroek and Windig 2012). Wanneer er een paring voorkomt tussen twee individuen die gemeenschappelijke voorouders hebben wordt dit inteelt genoemd (Falconer 1960). Inteelt kan een negatief effect hebben op de gezondheid en vruchtbaarheid van een individu en dit fenomeen wordt inteeltdepressie genoemd (Lynch and Walsh 1998, Leroy, Phocas et al. 2015). Door inteelt ontstaat homogeniteit van genen en hierdoor wordt de kans groter dat recessieve lethale genen tot expressie komen. De mate van inteelt wordt uitgedrukt in de inteeltcoëfficiënt (F). De inteeltcoëfficiënt is de kans dat twee genen op elke locus van een individu afstammen van een gemeenschappelijke voorouder, dit wordt uitgedrukt als het verwachte percentage van homogeniteit (Falconer 1960). De inteeltcoëfficiënt wordt meestal

berekend over het aantal generaties die bekend zijn van de individuen in de populatie. Aangezien dit per populatie kan verschillen is de inteeltcoëfficiënt minder van belang dan de inteelttoename van de populatie.

De inteelttoename (ΔF) is de gemiddelde stijging van de inteeltcoëfficiënt van de populatie per generatie. Met generatie wordt de gemiddelde leeftijd van ouderdieren bedoeld wanneer hun nakomelingen geboren zijn. In tabel 1 zijn de risico's weergegeven bij verschillende inteelttoename niveaus. Bij een inteelttoename van meer dan één procent zal de populatie uitsterven door een opeenstapeling van erfelijke gebreken. Wanneer de inteelttoename tussen een half procent en één procent ligt, zullen erfelijke gebreken vrijwel zeker voorkomen. Tussen een kwart en een half procent kunnen er erfelijke gebreken voorkomen en bij minder dan een kwart procent, is er een kleine kans op erfelijke gebreken. De inteelttoename kan ook worden uitgedrukt in de effectieve populatiegrootte (N_e). De effectieve populatiegrootte is gedefinieerd als het aantal fokdieren dat een ideale populatie zou hebben, met dezelfde spreiding van allel frequenties onder willekeurige genetische drift. (Meuwissen and Woolliams 1994). In het boek "Het fokken van Rashonden", door Kor Oldenbroek en Jack Windig wordt dit random drift genoemd. Het kan berekend worden met vergelijking 1, waarbij ΔF de inteelttoename per generatie is.

Tabel 1. Risico schema bij verschillende inteelttoenames (FOA, 1998; Oldenbroek and Windig 2012).

Inteelttoename	Beoordeling risico's	Effectieve populatiegrootte
>1%	Uitsterven door opeenstapeling erfelijke gebreken	<50
0,5% - 1%	Erfelijke gebreken gaan vrijwel zeker voorkomen	50-100
0,25% - 0,5%	Er kunnen erfelijke gebreken optreden	100-200
< 0,25%	Kleine kans op erfelijke gebreken	>200

$$N_e = \frac{1}{2\Delta F}$$

Vergelijking 1. De effectieve populatiegrootte. ΔF is de inteelttoename (Lynch and Walsh 1998).

1.4. Raad van Beheer

De Raad van Beheer op Kynologisch Gebied in Nederland is de koepelorganisatie voor de kynologie in Nederland. De Raad van Beheer is een vereniging van meer dan 300 aangesloten rasverenigingen, kynologenclubs of bijzondere verenigingen en staat voor gezonde en sociale rashonden met een goed welzijn. In 2013 startte de Raad van Beheer in samenwerking met veel andere partijen het project "Fairfok" met als hoofddoel: Een gezonde en sociale hond in Nederland. Om dit doel waar te maken zijn verschillende partijen van de sector nauw betrokken (Raad van Beheer, 2014). Een belangrijk onderdeel van "Fairfok" was het project "verwantschap: omgaan met inteelt en verwantschap", gestart in september 2011. Dit project was in samenwerking met Wageningen University & Research Centre en het doel was; "de populaties van rashonden met een stamboom zorgvuldig bewaken en beheren door het mogelijk te maken deze populaties te analyseren" (Raad van Beheer, 2016). Tijdens dit project zijn drie software modules ontstaan; de Monitor Module, de sturingsmodule en de paringsmodule. De eerste twee software modules worden later in dit verslag beschreven.

1.5. Nederlandse Labrador Verenigingen

Er zijn twee rasverenigingen voor de Labrador Retriever; de Nederlandse Labrador Vereniging (NLV) en Labrador Kring Nederland (LKN). De NLV is opgericht in 1964 en de LKN is opricht in 2009 nadat de ledenraad van de Raad van Beheer besloten had dat er meerdere rasverenigingen per ras worden erkend (LKV, 2017). De NLV heeft als doel; de gezondheid en het welzijn van het ras bevorderen, fokkers en liefhebbers van Labrador Retrievers nader tot elkaar te brengen en voorlichting te geven, een goed band tussen baas en hond bevorderen en het ras als jachthond in standhouden (NLV, 2017b). Het doel van de LKN is het proberen het creatieve proces van fokken te stimuleren door het uitwisselen van gegevens (gezondheid, karakter, werkeigenschappen en schoonheidsresultaten). De verantwoordelijkheid van het fokproduct ligt geheel bij de desbetreffende fokker, de bedoeling is om alleen informerend te werken (LKV, 2017).

Beide verenigingen hebben een fokbeleid waarin is opgenomen dat ouderdieren een verplicht screeningsonderzoek hebben op betrekking tot heupdysplasie, elleboogdysplasie en oogafwijkingen volgens het European College of Veterinary Ophthalmologists (ECVO). De belangrijkste verschillen met betrekking tot dit onderzoek tussen de fokreglementen is dat de NLV de drie generatie regel (zie volgende hoofdstuk) heeft opgenomen, ouderdieren moeten een exterieurkwalificatie halen en overleden reuen mogen niet worden ingezet door middel van kunstmatige inseminatie. De LKN stelt dat een teef, waaruit niet eerder pups zijn geboren, niet mag worden gedekt na de dag waarop zij de leeftijd van 60 maanden heeft bereikt. De NLV heeft de standaard van 72 maanden aangehouden.

De NLV is dus meer als rasvereniging betrokken om de gezondheid en het welzijn van het ras te waarborgen, door een iets strenger fokbeleid te hanteren. De LKN legt de verantwoordelijkheid neer bij de fokker zelf.

1.6. Drie generatie regel

Per 1 juni 2014 heeft de NLV de drie generatie regel opgenomen in hun fokbeleid. De regel houdt in dat een combinatie niet is toegestaan indien er in de stamboom, welke bestaat uit drie voorafgaande generaties van de reu één of meerdere dezelfde voorouders voorkomen als in de stamboom van de teef. Door deze regel toe te passen is het zeker dat vier generaties niet aan elkaar verwant zijn. De vereniging heeft deze regel toegepast om de gezondheid van het ras te verbeteren door de inteelttoename van het ras te verlagen (NLV, 2016).

1.7. Aanleiding en vraagstelling van de studie

De Labrador Retriever is het grootste en populairste ras in Nederland, maar lijdt toch aan een aantal erfelijke ziektes, wat grotendeels veroorzaakt wordt door de inteelt van het ras en het selecteren op eigenschappen (Sánchez-Molano, Woolliams et al. 2014). De algemene begeleidingscommissie van de NLV heeft gevraagd aan de Raad van Beheer of de inteelt en verwantschap van de Labrador Retriever berekend kan worden. Zij waren benieuwd wat het effect is van de drie generatie regel, die de vereniging heeft toegepast sinds juni 2014.

De vraagstellingen van deze studie zijn de volgende:

3. Wat is de huidige inteeltcoëfficiënt van de Labrador Retriever populatie in Nederland?
4. Wat is het effect van verschillend fokbeleid op de inteelttoename van de Labrador Retriever populatie in Nederland?

Deze vraagstellingen leiden tot de volgende hypothese: Er wordt verwacht dat bij een strenger fokbeleid de inteelttoename lager is en dat er een optimaal punt is. Dit wil zeggen dat wanneer de regels nog strenger worden er geen significant effect meer is op de inteelttoename.

2. Monitor Module

Om de vraagstellingen van deze studie te beantwoorden, is gebruik gemaakt van twee computerprogramma's; de Monitor Module en Genmansim. In dit hoofdstuk wordt de Monitor Module beschreven, er wordt uitgelegd op welke wijze het programma is gebruikt en de resultaten worden gepresenteerd.

2.1. Materiaal en Methode

De Monitor Module, ontwikkeld door Jack Windig, is in staat om specifieke parameters van een ras te berekenen met behulp van een database, zoals de inteelt en verwantschap, populatie grootte en het aantal fokreuen per geboortejaar. Het programma is ontwikkeld tijdens het project inteelt en verwantschap bij rashonden. In deze studie is de ZooEasy database van de NLV gebruikt. In deze database zijn de volgende kenmerken per Labrador Retriever opgenomen: Stamboeknummer, naam, geslacht, geboortejaar, geboortedatum, stamboeknummer vader, rascode vader, stamboeknummer moeder, rascode moeder, kleur, rascode, volledige rasnaam en of de hond buitenlands gefokt is of niet.

De originele database van de NLV bevatte 160079 dieren. Een hoop dieren hadden een foutief of geen geboortejaar, een aantal dieren waren geboren voordat een of beide ouders geboren waren en een aantal dieren zaten meerdere keren in de database. Na het verwerken van deze foutmeldingen waren er tototaal nog 158166 unieke dieren over waarvan 0 zonder geboortejaar.

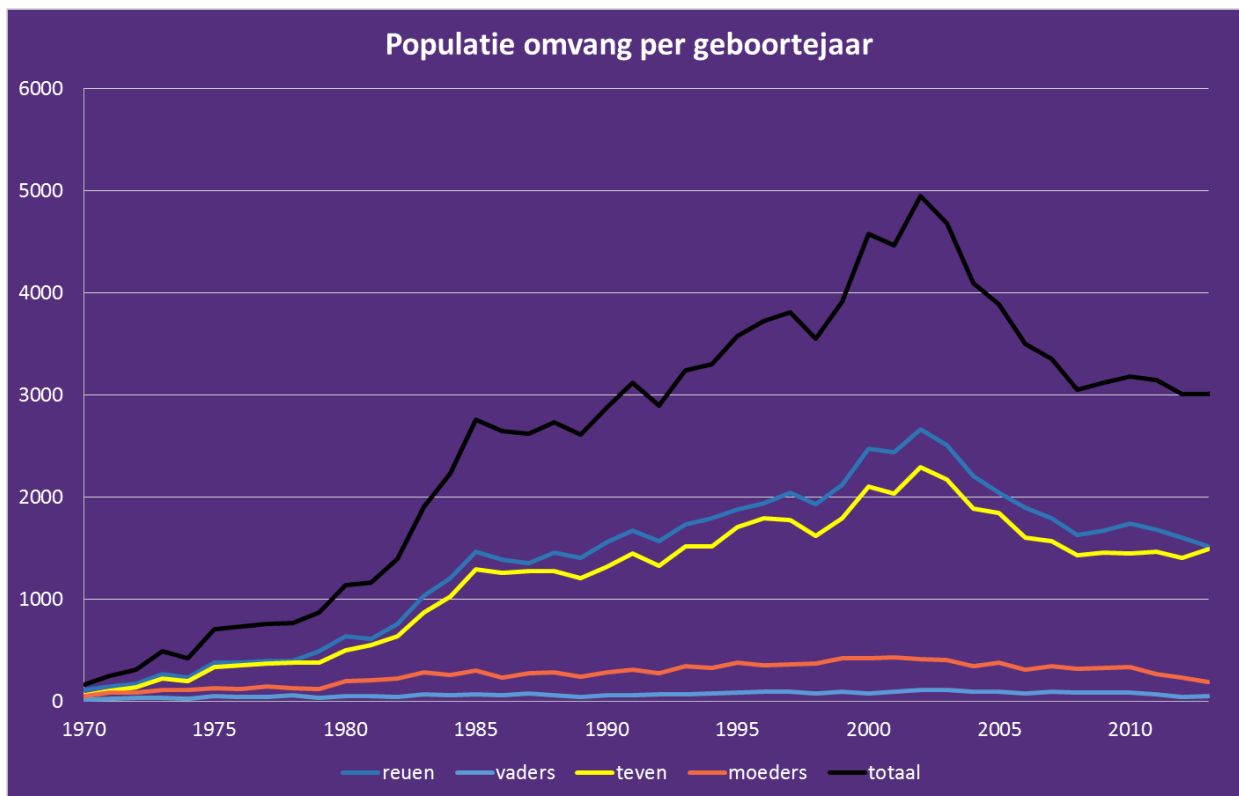
De Monitor Module is gebruikt om de populatie omvang per geboortejaar, de inteeltcoëfficiënt, het aantal generaties wat volledig bekend is, het aantal pups geboren uit Nederlandse ouders of import ouders en de verdeling van de kleuren te berekenen. De output van de Monitor Module is geanalyseerd en verwerkt in Microsoft Excel (2003).

2.2. Resultaten

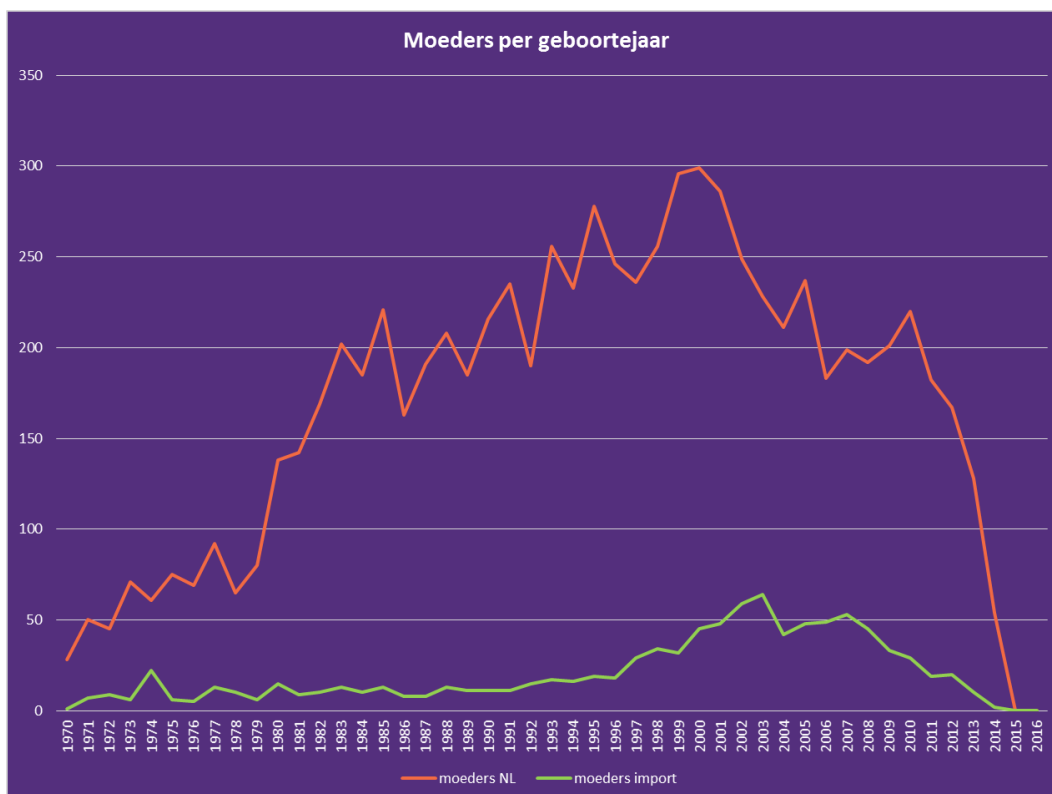
In dit hoofdstuk worden de resultaten van de analyse met de Monitor Module weergegeven. De resultaten zijn vanaf 1970 weergegeven, omdat de populatie omvang vanaf dit jaar grotendeels overeen komt met de inschrijvingen van nieuw geboren pups die op papier gearchiveerd zijn bij de Raad van Beheer.

2.2.1. De populatie omvang

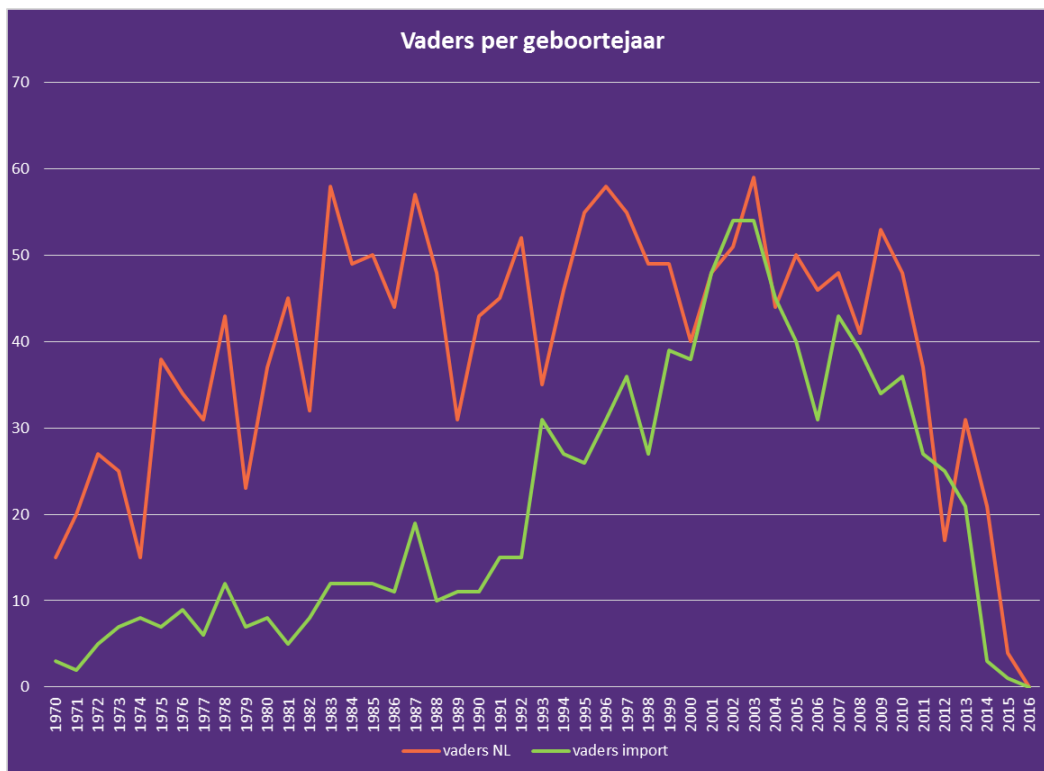
In figuur 1 is de populatie omvang per geboortejaar weergegeven. Tot het jaar 2003 stijgt de populatie omvang en na dit jaar daalt de populatie omvang. De verhouding tussen de reuen en de teven in de populatie is nagenoeg gelijk. Het aantal dieren dat wordt ingezet voor de fokkerij (vaders en moeders) blijft na 1985 ongeveer gelijk, terwijl de totale populatie omvang wel fluctueert. In figuur 2 is het aantal moeders per geboortejaar weergegeven en in figuur 3 het aantal vaders per geboortejaar. Vanaf 2014 is het nog niet bekend of een teef of een reu later ouder wordt, vandaar dat er een sterke daling is in beide figuren. In figuur 4 is het aantal reuen wat later vader wordt en het aantal teven wat later moeder wordt weergegeven in procenten van het totaal aantal reuen en het totaal aantal teven per geboortejaar. Het aantal moeders verschilt per jaar behoorlijk, maar er is een dalende trend te zien. Bij het aantal reuen schommelt het per jaar een stuk minder en hierin is een daling te zien tot ongeveer 1989 en daarna blijft het ongeveer gelijk.



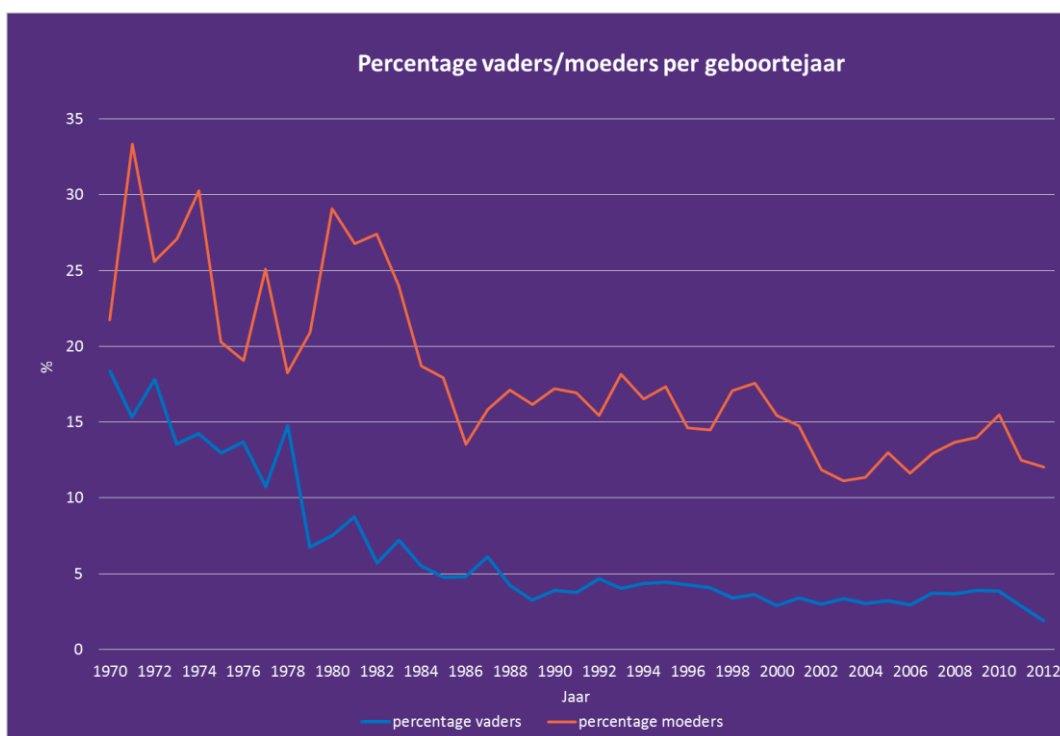
Figuur 1. Populatie omvang per geboortjaar. Op de y-as is het aantal pups weergegeven en op de x-as het jaartal. De zwarte lijn is het totaal aantal pups, de blauwe lijn het aantal pups die een reu zijn, de gele lijn het aantal pups die een teef zijn, de lichtblauwe lijn is het aantal pups wat later vader wordt en de oranje lijn is het aantal pups wat later moeder wordt.



Figuur 2. Verhouding moeders per geboortjaar. Op de y-as is het aantal moeder weergegeven en op de x-as het jaartal. De oranje lijn is het aantal pups wat geboren is in Nederland en later moeder wordt en de groene lijn is het aantal pups wat geboren is in het buitenland en later moeder wordt.



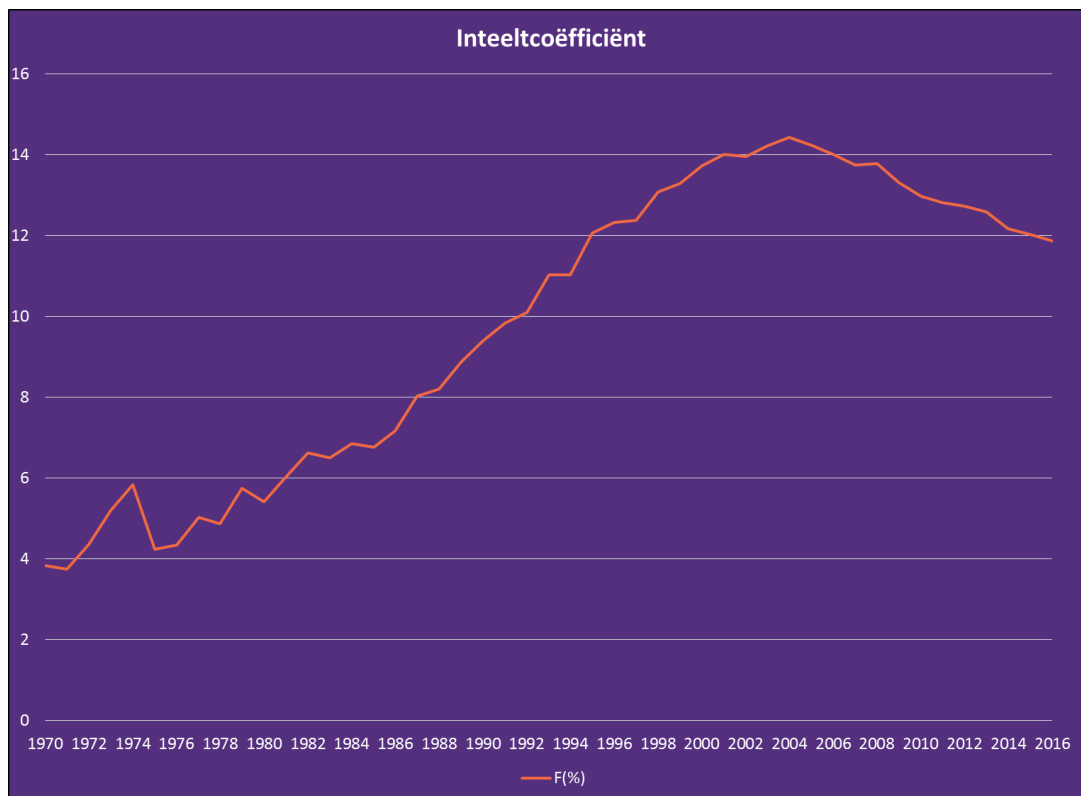
Figuur 3. Verhouding vaders per geboortjaar. Op de y-as is het aantal moeder weergegeven en op de x-as het jaartal. De oranje lijn is het aantal pups wat geboren is in Nederland en later vader word en de groene lijn is het aantal pups wat geboren is in het buitenland en later vader word.



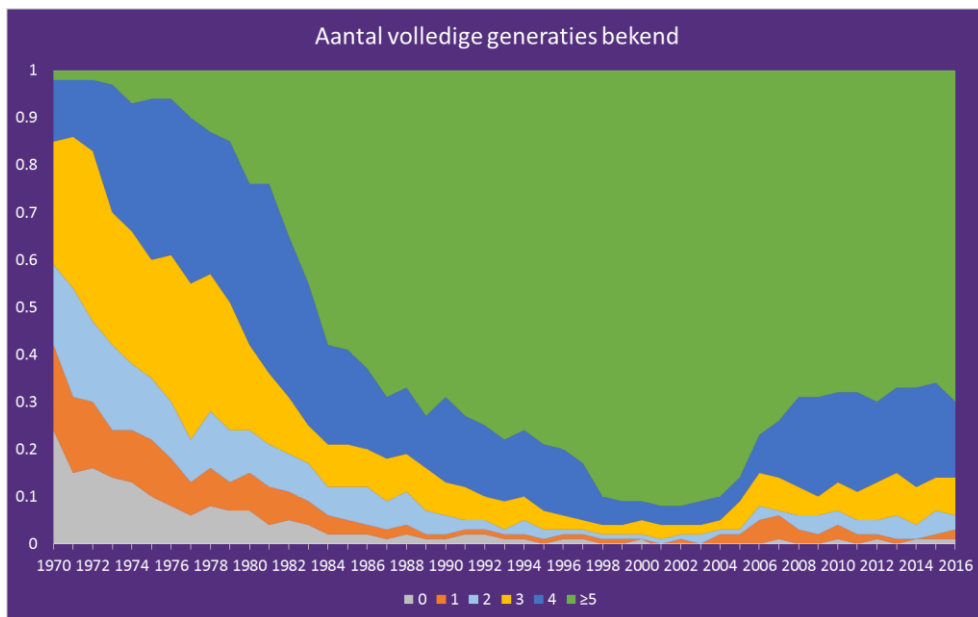
Figuur 4. Het percentage vaders/moeders per geboortjaar. Op de y-as is het percentage vaders/moeders weergegeven en op de x-as het jaartal. De oranje lijn is het percentage pups wat later moeder word tegenover het totaal aantal pups die een teef zijn, de blauwe lijn is het percentage pups wat later vader word tegenover het totaal aantal pups die een reu zijn.

2.2.2. Inteelt

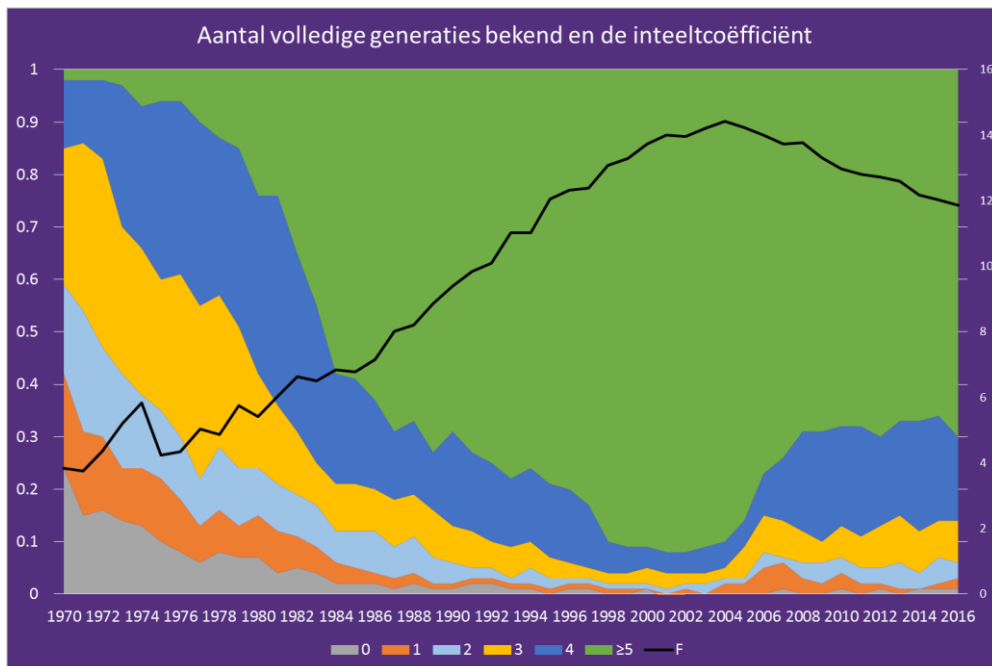
De inteeltcoëfficiënt van de Labrador Retriever populatie is geschat door de Monitor Module. In figuur 5 is de inteeltcoëfficiënt weergegeven in procenten in de periode van 1970 tot en met 2016. Tussen 1970 en 1975 is er een opvallende stijging en daling van ongeveer twee procent. Hierna stijgt de inteeltcoëfficiënt geleidelijk tot 2004, waarna er een daling volgt. In figuur 6 is het aantal generaties wat volledig bekend is per jaar weergegeven. De figuur laat de verhouding zien van hoeveel generaties er bekend zijn in de populatie. De ouder waarvan de minste generaties volledig bekend zijn telt. Dit betekent dat wanneer er vijf generaties volledig bekend zijn van de vader en twee generaties van de moeder, deze individu behoort tot het gebied waar er twee generaties volledig bekend van zijn. Het grijze gebied staat voor de individuen waar geen generaties bekend van zijn, dus beide ouders van deze individu zijn onbekend. Het oranje gebied staat voor de individuen waar 1 generatie bekend van is, alleen beide ouders zijn dan bekend. Het licht blauwe gebied staat voor de individuen waar twee generaties bekend van zijn, dus dan zijn ook beide grootouders bekend. Het gele gebied staat voor de individuen waar drie generaties bekend van zijn, alle overgrootouders zijn nu ook bekend. Het donkerblauwe gebied staat voor de individuen waar vier generaties bekend van zijn, alle over overgrootouders zijn nu ook bekend. Het groene gebied staat voor de individuen waar vijf of meer generaties volledig bekend van zijn. Het opvallende van deze grafiek is dat het aantal generaties die bekend zijn afneemt na 2004. In figuur 5 zijn de inteeltcoëfficiënt en het aantal generaties die volledig bekend zijn weergegeven in één grafiek. Hierin is goed te zien dat de daling van de inteeltcoëfficiënt rond 2004, overeenkomt met de daling van het aantal generaties wat volledig bekend is. De Monitor Module heeft de gemiddelde inteelttoename per generatie over de periode van 1885 tot en met 2016 berekend (ΔF); 0.42% en dit staat gelijk aan een effectieve populatiegrootte van 120.



Figuur 5. De inteeltcoëfficiënt van de Labrador Retriever. Op de y-as is de inteeltcoëfficiënt in procenten weergegeven en op de x-as het jaartal. F (de oranje lijn) is de inteeltcoëfficiënt van de Labrador Retriever populatie.



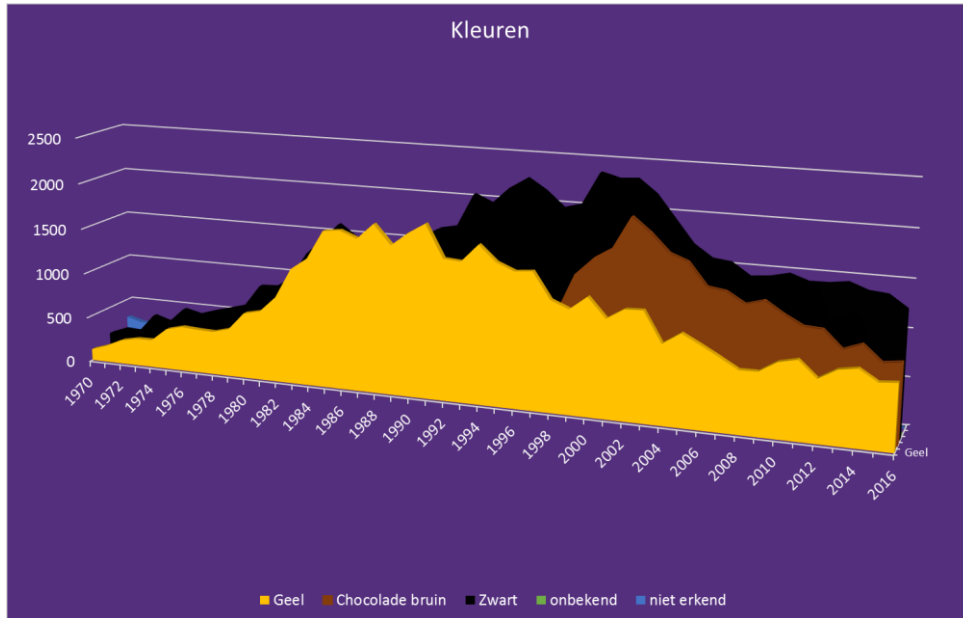
Figuur 6a. Het aantal generaties wat volledig bekend is. Op de y-as staat de verhouding van de populatie en op x-as het jaartal. Het grijze gebied staat voor de individuen waar geen generaties bekend van zijn, dus beide ouders van deze individu zijn onbekend. Het oranje gebied staat voor de individuen waar 1 generatie bekend van is, alleen beide ouders zijn dan bekend. Het licht blauwe gebied staat voor de individuen waar twee generaties bekend van zijn, dus dan zijn ook beide grootouders bekend. Het gele gebied staat voor de individuen waar drie generaties bekend van zijn, alle overgrootouders zijn nu ook bekend. Het donkerblauwe gebied staat voor de individuen waar vier generaties bekend van zijn, alle over overgrootouders zijn nu ook bekend. Het groene gebied staat voor de individuen waar vijf of meer generaties volledig bekend van zijn.



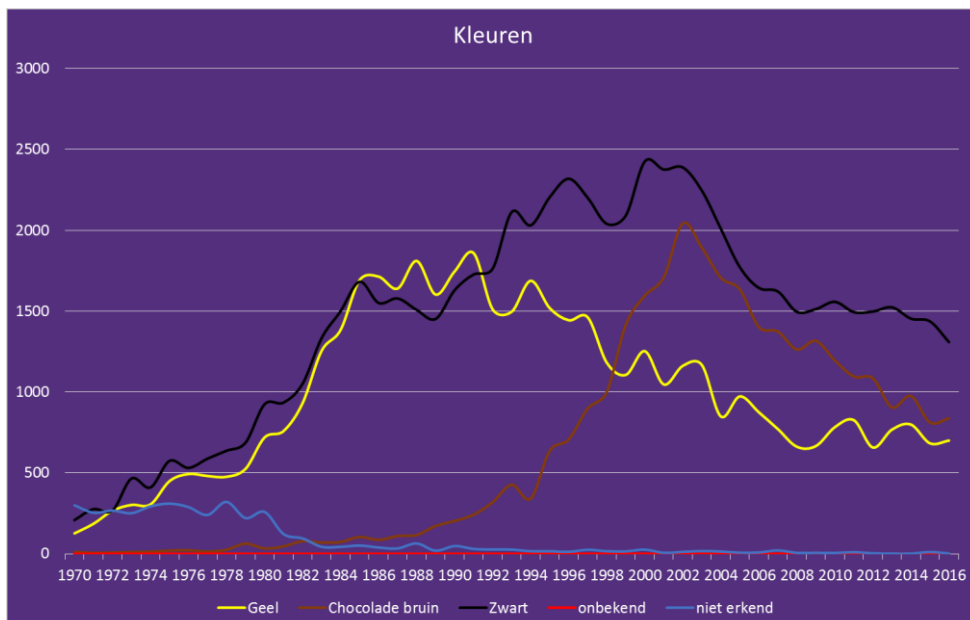
Figuur 6b. Het aantal generaties wat volledig bekend is en de inteeltcoëfficiënt. Op de linker y-as staat de verhouding van de populatie, op de rechter y-as de inteeltcoëfficiënt in procenten en op x-as het jaartal. De gekleurde gebieden staan voor het aantal generaties wat volledig bekend is van de individuen in de populatie.

2.2.3. Kleuren

In figuur 7 en in figuur 8 is de kleurverdeling van de Labrador Retriever in de periode van 1970 tot en met 2016 weergegeven. Tot het jaar 1991 zijn de zwarte en de gele kleur ongeveer even populair, vanaf 1990 begint de chocoladebruine kleur populair te worden. Dit gaat bijna evenredig met het afnemen van de gele kleur.



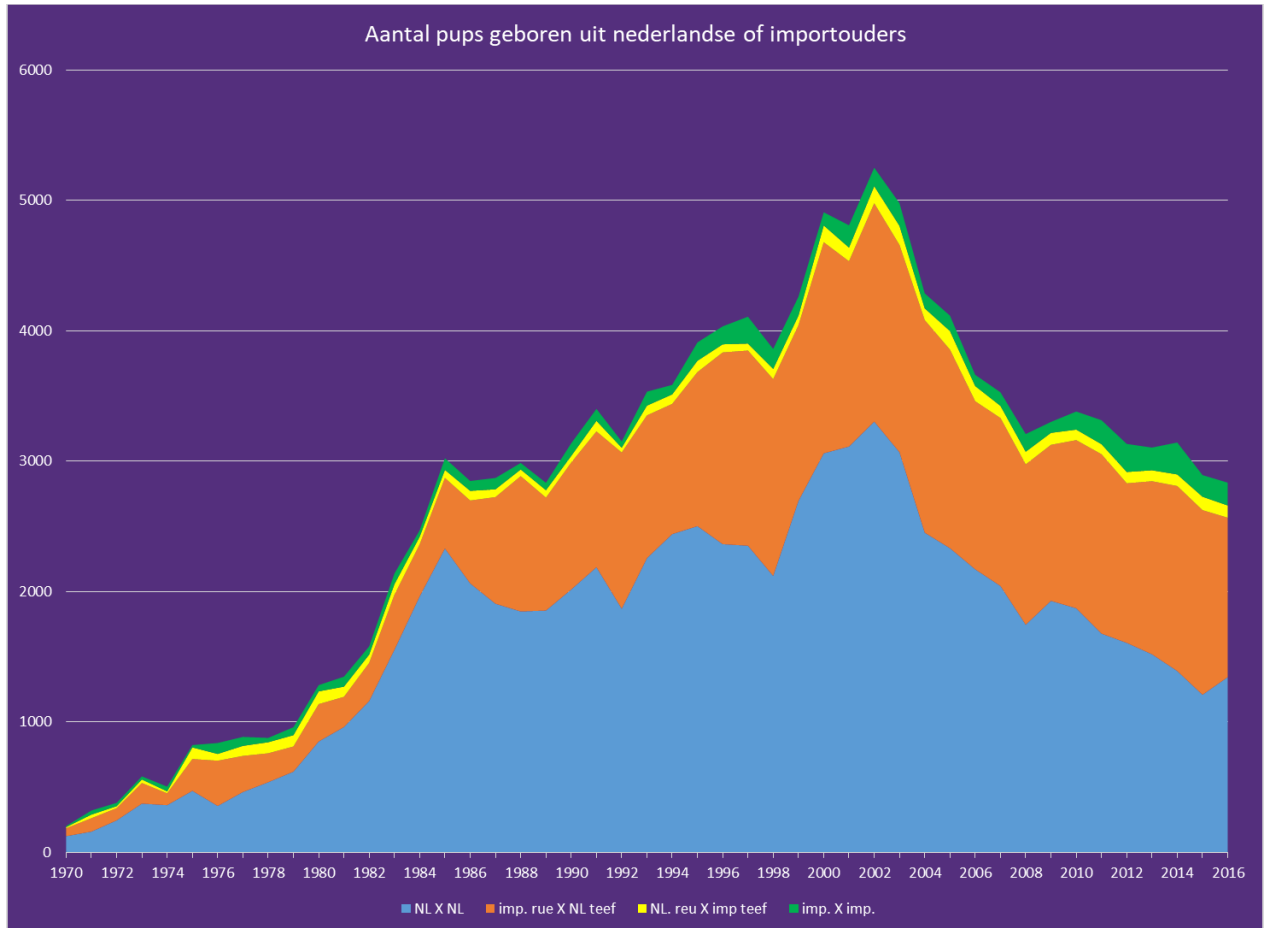
Figuur 7. De verdeling van de kleuren van de Labrador Retriever. Op de y-as is het aantal Labrador Retrievers weergegeven en op de x-as het jaartal. Het gele gebied is het aantal Labradors Retrievers met een gele vacht kleur, het bruine gebied is het aantal Labrador Retrievers met een (chocolade) bruine vacht kleur en het blauwe gebied is het aantal Labrador Retrievers die een andere vacht kleur hebben dan de drie genoemden.



Figuur 8. De verdeling van de kleuren van de Labrador Retriever. Op de y-as is het aantal Labrador Retrievers weergegeven en op de x-as het jaartal. De gele lijn is het aantal Labradors Retrievers met een gele vacht kleur, de bruine lijn is het aantal Labrador Retrievers met een (chocolade) bruine vacht kleur en de blauwe lijn is het aantal Labrador Retrievers die een andere vacht kleur hebben dan de drie genoemden.

2.2.4. Import

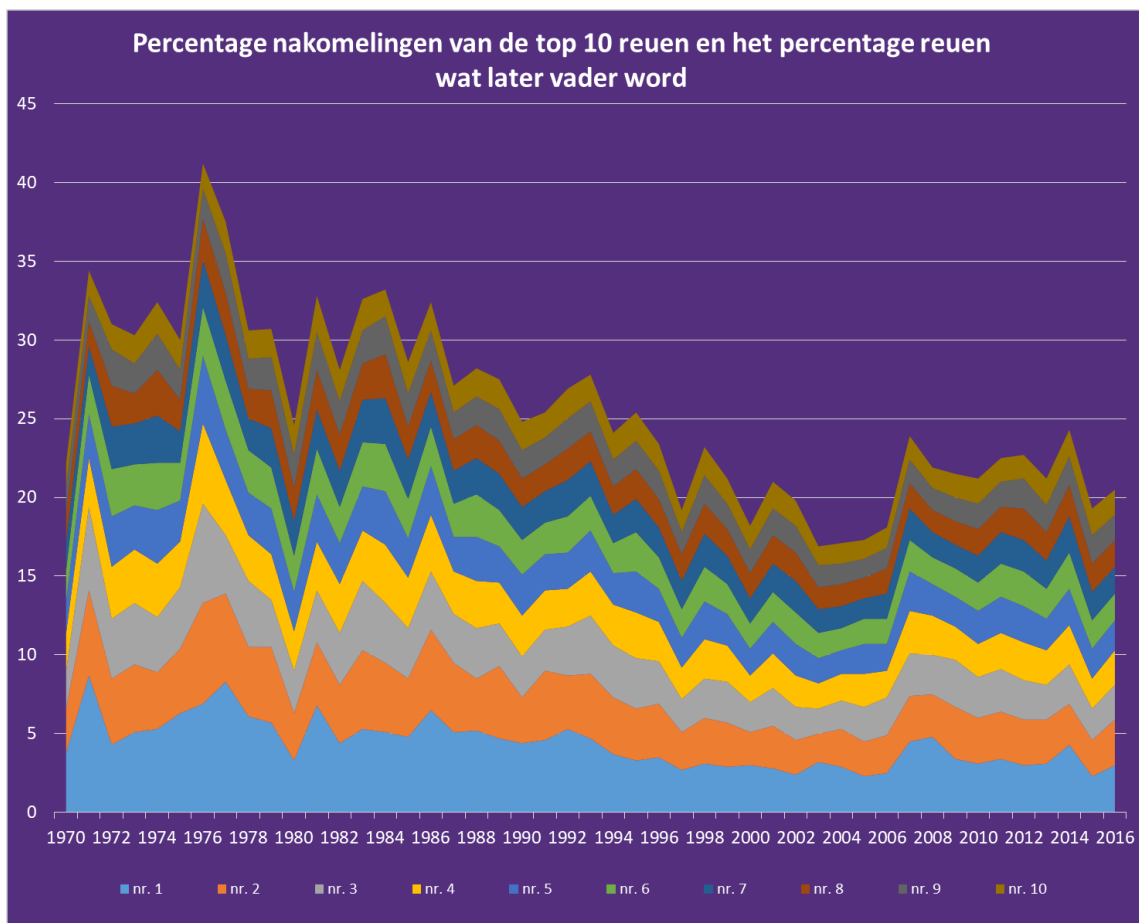
In figuur 9 is het aantal pups wat geboren is uit Nederlandse of importouders weergegeven. Importouders betekent dat een teef en/of een reu in het buitenland is geboren. Tot 1986 blijft het gebruik van importouders nagenoeg gelijk, na dit jaartal is er stijging en daarna blijft het weer nagenoeg gelijk. Net zoals in figuur 1 (hoofdstuk 2.1.1.) is er een populatie daling na 2003, dit is alleen een daling in het gebruik van een Nederlandse teef en een Nederlandse reu. Er is zelfs een lichte stijging in het gebruik van een import reu met een Nederlandse teef.



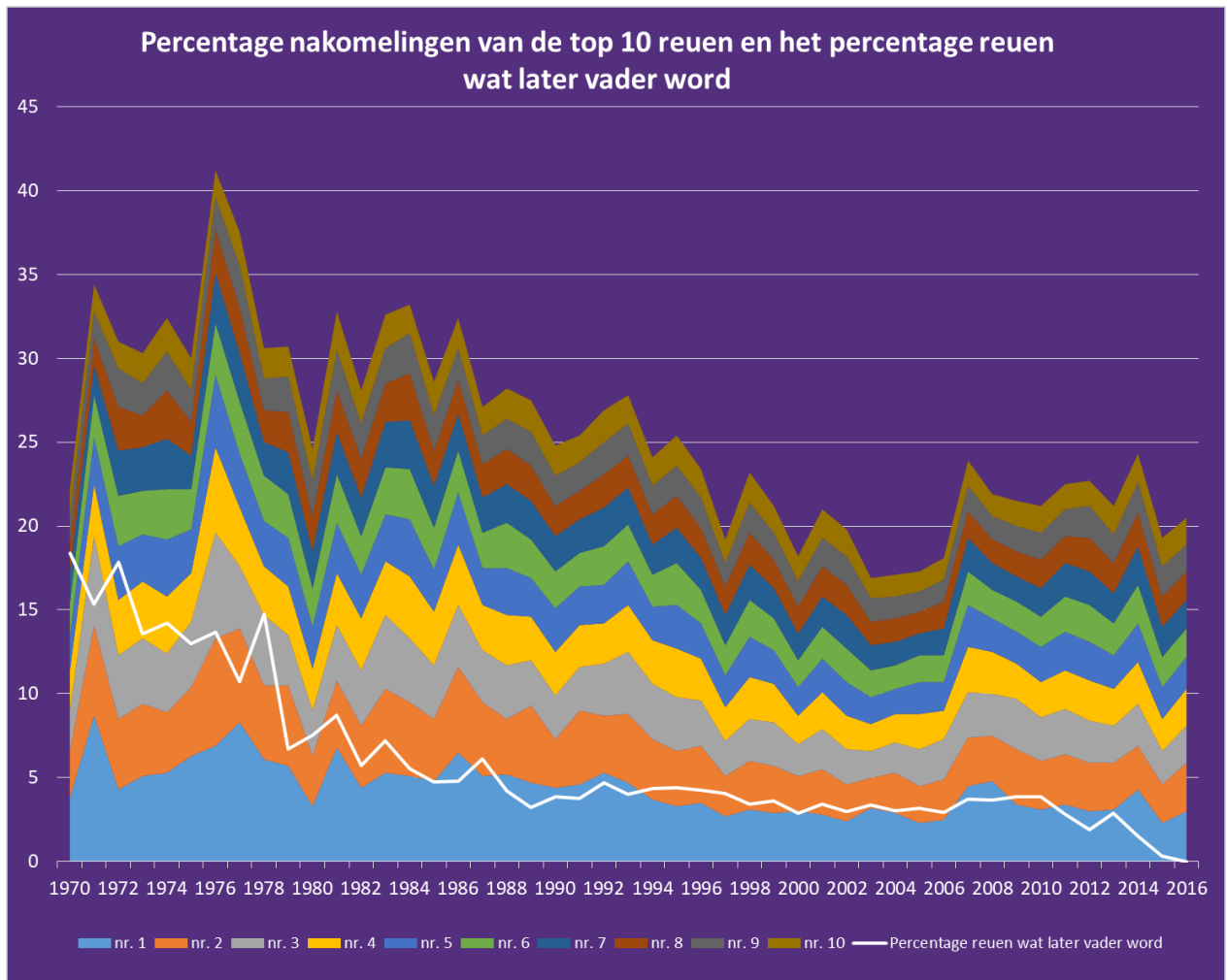
Figuur 9. Aantal pups geboren uit Nederlandse ouders of importouders. Import ouders, zijn ouders die in het buitenland zijn geboren. Op de Y-as is het aantal pups weergegeven en op de X-as het jaartal. Het blauwe gebied zijn pups die geboren zijn vanuit Nederlandse ouders. Het oranje gebied zijn pups die geboren zijn vanuit een dekking tussen een import reu en een Nederlandse teef. Het gele gebied zijn pups die geboren zijn vanuit een dekking tussen Nederlandse reu en een import teef en het groene gebied zijn de pups die geboren zijn vanuit buitenlandse ouders.

2.2.5. Gebruik van topreuen

Het percentage nakomelingen van de top 10 reuen is weergegeven in figuur 10a. Elke kleur staat voor een nummer in de ranglijst van de top 10 reuen met de meeste nakomelingen van dat jaar. Lichtblauw is de nummer een, oranje is de nummer twee, grijs is de nummer drie, enzovoorts. Elk jaar kunnen het andere reuen zijn die in de top 10 staan, het kan ook zo zijn dat bijvoorbeeld een reu eerst de nummer een was en het jaar daarna nummer drie is op de lijst. Het percentage nakomelingen van de top 10 reuen is in de afgelopen tijd wat afgenomen. Tot 1995 hadden de top 10 reuen ongeveer 25 – 35% van alle nakomelingen, en na 1995 lag dit percentage ongeveer tussen de 17 – 24 %. In 2016 hadden de top 10 reuen 20,5% van alle nakomelingen. De reu met de meeste nakomelingen in de populatie is Kampsall Kompo (IMP. ENG 1700153) met 1011 nakomelingen en is geboren in 1988. De teef met de meeste nakomelingen in de populatie is Argos vh Vinkenhof (IMP. ENG 1700153 met 95 nakomelingen en geboren in 1979. In figuur 10b is het aandeel van de top 10 reuen aan nakomelingen en het percentage reuen wat later vader word per geboorte jaar in één grafiek weergegeven. In deze grafiek is te zien dat het percentage nakomelingen van de top 10 reuen hoger is wanneer er een hoger percentage reuen die later vader worden is. Dit komt doordat de populatie in die periode ook een stuk lager was, zoals te zien is in figuur 1 (hoofdstuk 2.2.1.).



Figuur 10a. Aandeel van de top 10 reuen per jaar aan nakomelingen. Op de Y-as is de verdeling in procenten weergegeven en op de X-as het jaartal. Elke kleur staat voor een nummer in de ranglijst van de top 10 reuen met de meeste nakomelingen van dat jaar.



Figuur 10b. Aandeel van de top reuen per jaar aan nakomelingen en het percentage reuen wat later vader wordt. De gekleurde gebieden staan voor een nummer in de ranglijst van de top 10 reuen met de meeste nakomelingen van dat jaar en de witte lijn is het percentage reuen wat later vader word per geboortjaar.

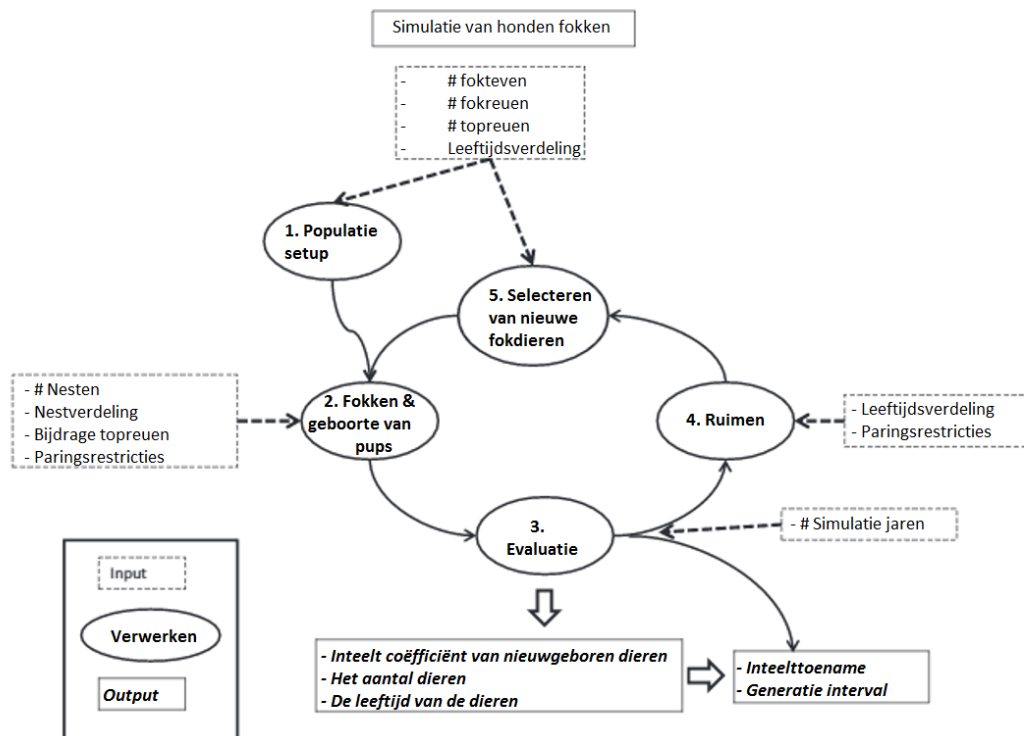
3. Genmansim

In dit hoofdstuk wordt het simulatieprogramma Genmansim beschreven, er wordt uitgelegd op welke wijze het programma is gebruikt, welke specifiek invoerwaardes er gekozen zijn en de resultaten worden gepresenteerd.

3.1. Materiaal en Methode

Het simulatieprogramma "Genmansim" ontwikkelt door Jack Winding is gebruikt in deze studie. Het programma is ontstaan tijdens het project inteelt en verwantschap bij rashonden, het staat ook wel bekend als "de sturingsmodule". Het programma is gebruikt om het effect van verschillend fokbeleid te simuleren. In figuur 11 is een overzicht weergegeven van het simulatieprogramma, wat bestaat uit vijf stappen. De laatste vier stappen worden elk simulatiejaar herhaald. 1) Het simulatieprogramma start met het creëren van een populatie door middel van een inputfile. Aan het begin van de simulatie gaat het programma ervan uit dat alle dieren niet verwant aan elkaar zijn en dat de inteeltcoëfficiënt nul is. 2) Nakomelingen worden gegenereerd op basis van de inputfile. 3) De inteeltcoëfficiënten van de nakomelingen, de leeftijden en het aantal dieren wat in leven is worden berekend. 4) Dieren worden geruimd, op basis van de gegeven leeftijdsverdeling en de fokrestricties. 5) De nieuwe fokdieren worden geselecteerd en deze cyclus wordt herhaald tot dat het aantal simulatiejaren is behaald. De hele simulatie wordt een vastgesteld aantal keer herhaald om de variantie van de inteelttoename te berekenen (Windig and Oldenbroek 2015).

De gemiddelde Inteelttoename per generatie (ΔF_x) wordt na elk simulatiejaar berekend met vergelijking 2 voor een x aantal jaar. L is de gemiddelde generatie interval (gemiddelde leeftijd van reuen en teven wanneer hun pups geboren zijn), F_t is de gemiddelde inteeltcoëfficiënt aan het eind van de periode en F_{t-x} is de gemiddelde inteeltcoëfficiënt aan het begin van de periode (Windig and Oldenbroek 2015).



Figuur 11. Setup van het simulatieprogramma om de inteelttoename en de evolutie van de populatie structuur te schatten. Stap 1 wordt eenmaal uitgevoerd aan de start van de simulatie, stap 2 tot en met 5 worden elk simulatiejaar herhaald. Hierna worden de inteelttoename en de generatie interval berekend. De hele simulatie wordt een vastgesteld aantal keer herhaald om de variantie van de inteelttoename te berekenen. Vertaald van (Windig and Oldenbroek 2015).

$$\Delta F_x = L \left(1 - \left(\frac{1 - F_t}{1 - F_{t-x}} \right)^{\frac{1}{x}} \right)$$

Vergelijking 2. De gemiddelde Inteelttoename per generatie. ΔF_x is de gemiddelde inteelttoename voor de periode van x jaar, L is de gemiddelde generatie interval (gemiddelde leeftijd van reuen en teven wanneer hun pups geboren zijn), F_t is de gemiddelde inteeltcoëfficiënt aan het eind van de periode en F_{t-x} is de gemiddelde inteeltcoëfficiënt aan het begin van de periode (Windig and Oldenbroek 2015).

3.1.1. Populatie parameters

De populatie parameters die zijn gebruikt voor de simulaties, komen uit de analyse van de Monitor Module. Het aantal simulatiejaren is vastgesteld op 100 jaar, omdat dan het effect van een verschillend fokbeleid goed zichtbaar wordt. Het aantal herhalingen is 25 en 10 voor de simulaties met een dekrebeperving. Fokteven mogen pas vanaf 20 maanden worden ingezet en fokreuen vanaf 12 maanden volgens het fokbeleid van de NLV (Nederlandse labrador vereniging, 2016). Fokteven worden ingezet tot 96 maanden oud. Het aantal fokteven is geschat door het aantal geboren teven die later moeder wordt in de periode van mei 2008 t/m 2014 op te tellen. Deze periode is gekozen, omdat fokteven pas na 20 maanden worden ingezet. De teven die geboren zijn in 2015 en 2016 is het nog niet zeker of zij wel of niet later moeder worden, vandaar dat deze jaren niet worden meegenomen. Om de periode van september tot en met december 2008 te schatten is 1/3 deel genomen, van het totaal aantal fokteven wat later moeder wordt in 2008. Het aantal fokreuen is bijna op dezelfde manier geschat als het aantal fokteven, door het aantal geboren reuen die later vader wordt in de periode van

2008 t/m 2014 op te tellen. Hierbij is er geen 1/3 deel genomen van 2008, omdat fokreuen vanaf 12 maanden worden ingezet. Gemiddeld genomen heeft vier procent van de reuen nog nakomelingen na acht jaar, om te voorkomen dat het aantal fokreuen te hoog geschat wordt is deze vier procent niet meegenomen. Het aantal nesten was 445 en de 10 meest ingezette reuen kregen 20,5% van alle nakomelingen in 2016.

In het kynologisch reglement van de Raad van Beheer is opgenomen in artikel VIII.2 dat een teef niet mag worden gedekt door haar grootvader, haar vader, haar broer, haar zoon of haar kleinzoon. Om dit te simuleren is de maximale verwantschap tussen twee ouderdieren vast gesteld op 0.25. De NLV maakt gebruik van de drie generatie regel (NLV, 2016) en om dit te simuleren is de maximale verwantschap tussen twee ouders dieren vast gesteld op 0.0625. In Artikel VIII.1 van het kynologisch reglement van de Raad van Beheer is opgenomen dat een teef niet meer mag worden gedekt na de dag waarop haar vijfde nest is geboren en dat tussen de geboortes van twee opeenvolgend nesten van dezelfde teef dient een termijn van minstens 12 maanden te zitten. In tabel 2 is een schematisch overzicht te vinden van de populatie parameters. De verdeling van de nestgrootte (tabel 3) is gebaseerd op de nestgroottes van 2016 van de database van de Raad van Beheer. De dieren van de ZooEasy database van de NLV hadden namelijk geen nestnummer, wat het moeilijk maakt om de verdeling van de nestgrootte uit te rekenen. In tabel 4 is de leeftijdsverdeling van de fokreuen en fokteven weergegeven bij de geboorte van hun nest, deze waarden komen uit de resultaten van de Monitor Module.

Tabel 2. De populatie parameters gebruikt voor de simulaties.

Simulatiejaren	100
Aantal herhalingen	25/10
Fokreuen	433*
Fokteven	1223*
Nesten per jaar	445*
Percentage top 10 reuen (2016)	20.5*
Gemiddelde nest grootte (2016)	6.53*
Maximale verwantschap ouders (zonder/met drie generatie regel)	0.25/0.0625
Maximaal aantal nesten teef	5

*Deze waarden komen uit de resultaten van de Monitor Module.

Tabel 3. De verdeling van de nestgrootte

Nestgrootte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fractie	0.02	0.03	0.03	0.04	0.09	0.27	0.20	0.20	0.08	0.04

Tabel 4. Leeftijdsverdeling van de fokreuen en fokteven bij de geboorte van hun nest, deze waarden komen vanuit de resultaten van de Monitor Module.

Leeftijd	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Reu	0.14	0.14	0.13	0.13	0.17	0.15	0.05	0.04	0.03	0.01
Teef	0.05	0.18	0.23	0.19	0.17	0.11	0.05	0.01	0.00	0.00

3.1.2. Scenario's

In totaal zijn er vier clusters van simulaties gedaan om na te gaan wat het effect is van verschillend fokbeleid. De simulaties variëren in het wel of geen gebruik van de drie generatie regel, wel of geen gebruik van topreuen en het gebruik van een dekrebeperving. De eerste cluster is de huidige situatie, de tweede cluster heeft betrekking op een dekrebeperving totaal per reu, de derde cluster heeft betrekking op een dekrebeperving per reu per jaar en in de vierde cluster zijn er 48 fokreuen gebruikt in plaats van 433 zoals in de andere simulaties. Op de huidige dekreenlijst van de NLV staan 48 reuen (NLV, 2017). De parameters van tabel 2 tot en met 4 zijn gebruikt voor alle scenario's. In tabel 5 zijn de variërende parameters van de simulaties weergegeven.

Tabel 5. De variërende parameters van de simulaties. Cluster 1 is de huidige situatie, cluster 2 heeft betrekking op een dekrebeperving totaal per reu, cluster 3 heeft betrekking op een dekrebeperving per reu per jaar en in cluster 4 zijn er 48 fokreuen gebruikt in plaats van 433 zoals in de andere simulaties.

Scenario	Maximale verwantschap ouders	Percentage nakomelingen top 10 reuen (%)	Maximaal aantal dekkingen reu (per jaar)	Maximaal aantal dekkingen reu (totaal)
1a	0.0625	20.5	1000*	4000*
1b	0.25	20.5	1000*	4000*
1c	0.0625	0	1000*	4000*
1d	0.25	0	1000*	4000*
2a	0.0625	20.5	120	120
2b	0.0625	20.5	60	60
2c	0.25	20.5	120	120
2d	0.25	20.5	60	60
3a	0.0625	20.5	20	4000*
3b	0.0625	20.5	10	4000*
3c	0.0625	20.5	5	4000*
3d	0.0625	20.5	3	4000*
3e	0.0625	20.5	1	4000*
3f	0.25	20.5	20	4000*
3g	0.25	20.5	10	4000*
3h	0.25	20.5	5	4000*
3i	0.25	20.5	3	4000*
3j	0.25	20.5	1	4000*
4a	0.0625	0	1000*	4000*
4b	0.25	0	1000*	4000*

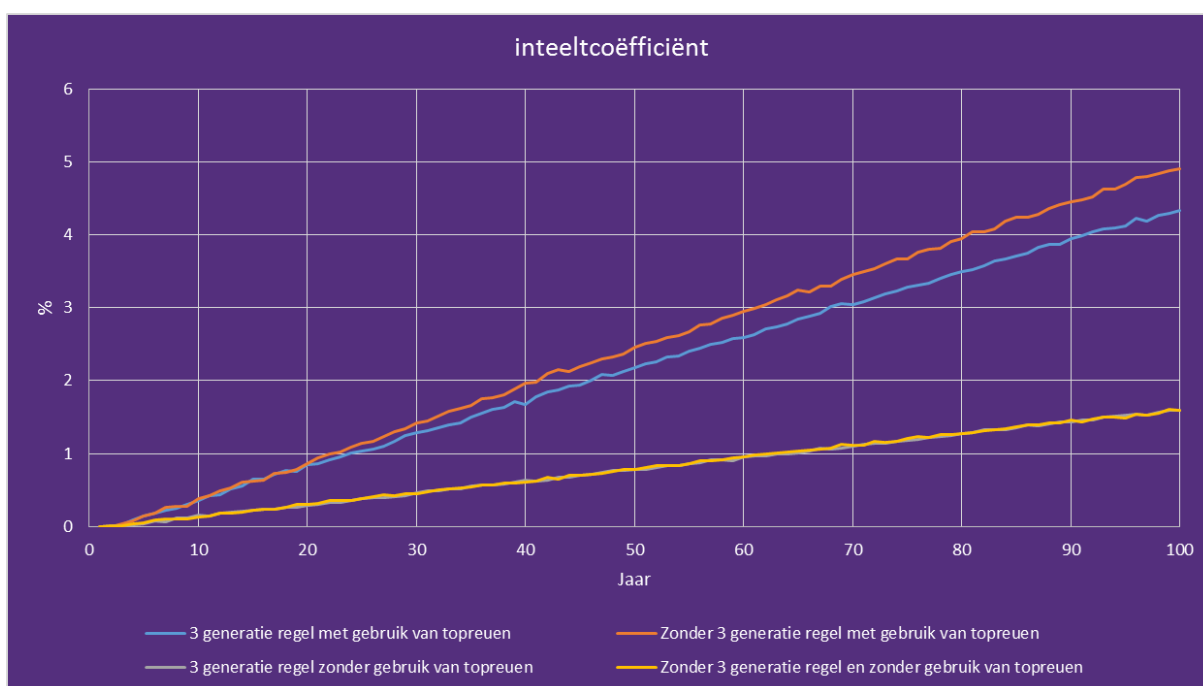
*Deze waarde zijn gekozen, zodat ze geen invloed hebben op de simulatie.

3.2. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de simulaties met Genmansim weergegeven.

3.2.1. De huidige situatie

In figuur 12 zijn de resultaten weergegeven van de huidige situatie met en zonder drie generatie regel en met en zonder gebruik van topreuen (10 reuen hebben 20,5 % van alle nakomelingen). Op de Y-as is de inteeltcoëfficiënt weergegeven in procenten en op de X-as het aantal simulatiejaren. Elke kleur staat voor een ander fokbeleid. De gele en grijze lijn lopen nagenoeg gelijk. De drie generatie regel verlaagt de inteeltcoëfficiënt wanneer er gebruik gemaakt wordt van topreuen en wanneer er geen topreuen gebruikt worden wordt de inteeltcoëfficiënt een stuk lager. In tabel 6 is de gemiddelde inteelttoename per generatie weergegeven en de bijbehorende effectieve populatiegrootte.



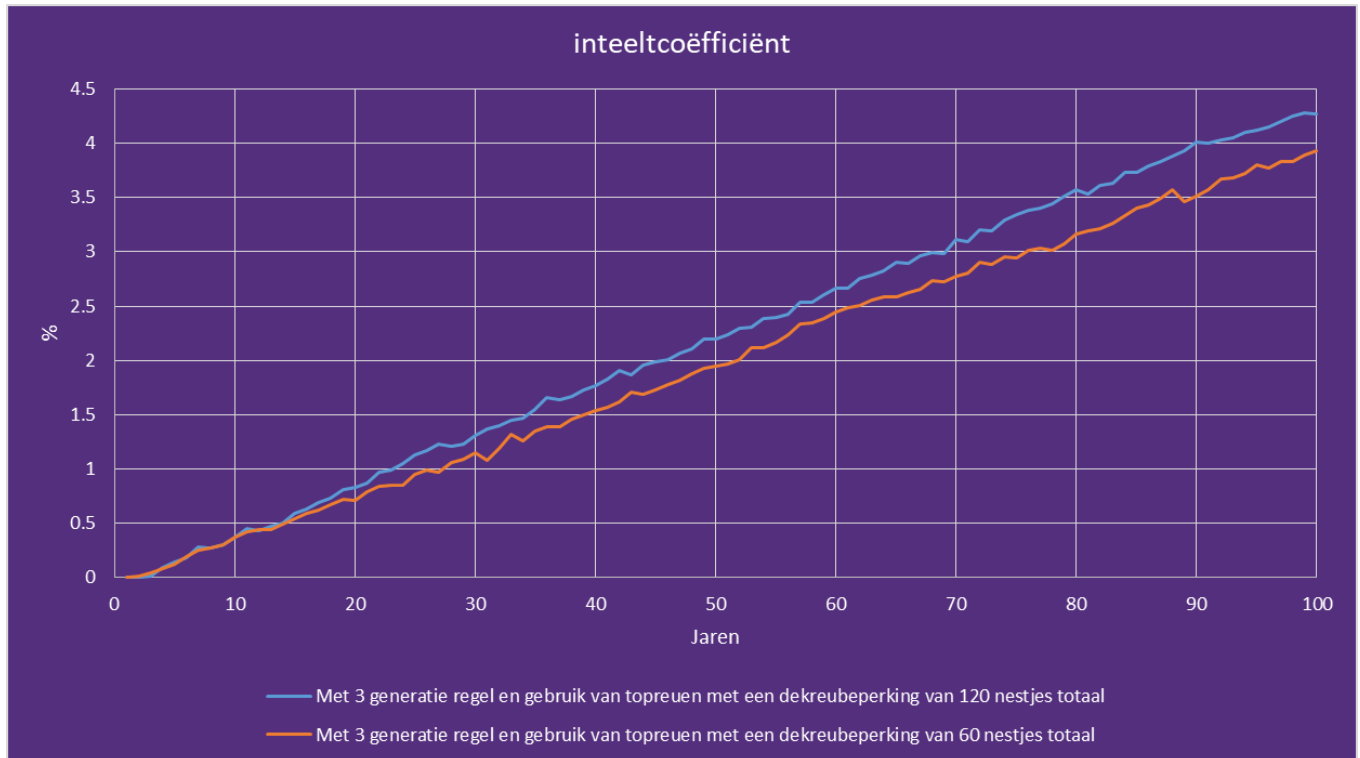
Figuur 12. De inteeltcoëfficiënt van de huidige populatie. Op de Y-as is de inteeltcoëfficiënt weergegeven in procenten en op de X-as het aantal simulatiejaren. Elke kleur staat voor een ander fokbeleid.

Tabel 6. De inteelttoename van de huidige situatie

Scenario	Fokbeleid	ΔF (%)	N_e
1a	3 generatie regel met gebruik van topreuen	0.176	284
1b	Zonder 3 generatie regel met gebruik van topreuen	0.200	250
1c	3 generatie regel zonder gebruik van topreuen	0.064	781
1d	Zonder 3 generatie regel en zonder gebruik van topreuen	0.064	781

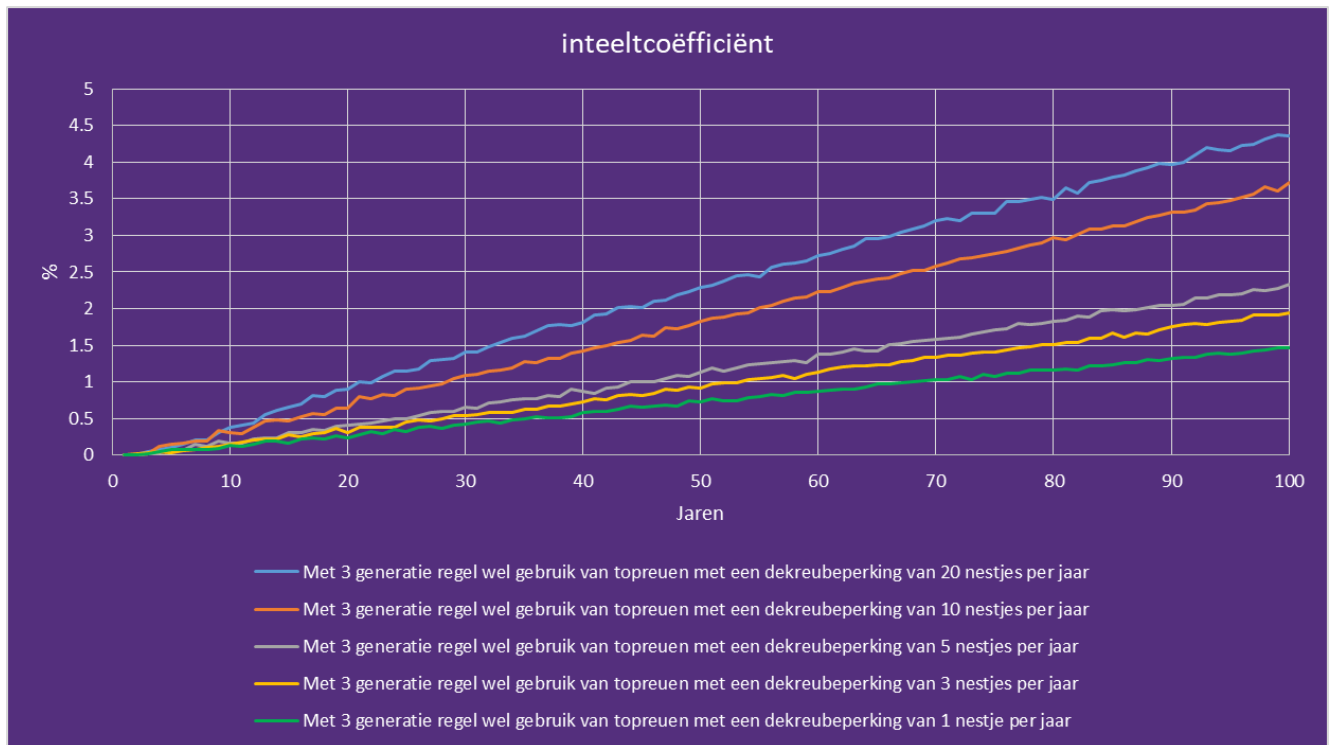
3.2.2. Simulaties met een dekrebeperving

In figuur 13 is de inteeltcoëfficiënt weergegeven wanneer er gebruik wordt gemaakt van de drie generatie regel en een dekrebeperving. De blauwe lijn is de simulatie met 120 nestjes totaal en de oranje lijn is de simulatie met 60 nestjes totaal. Een dekrebeperving met een aantal nestjes totaal wil zeggen, dat een reu een maximaal aantal nestjes in zijn leven mag hebben. De lijnen lopen steeds meer uit elkaar na elk simulatie jaar.



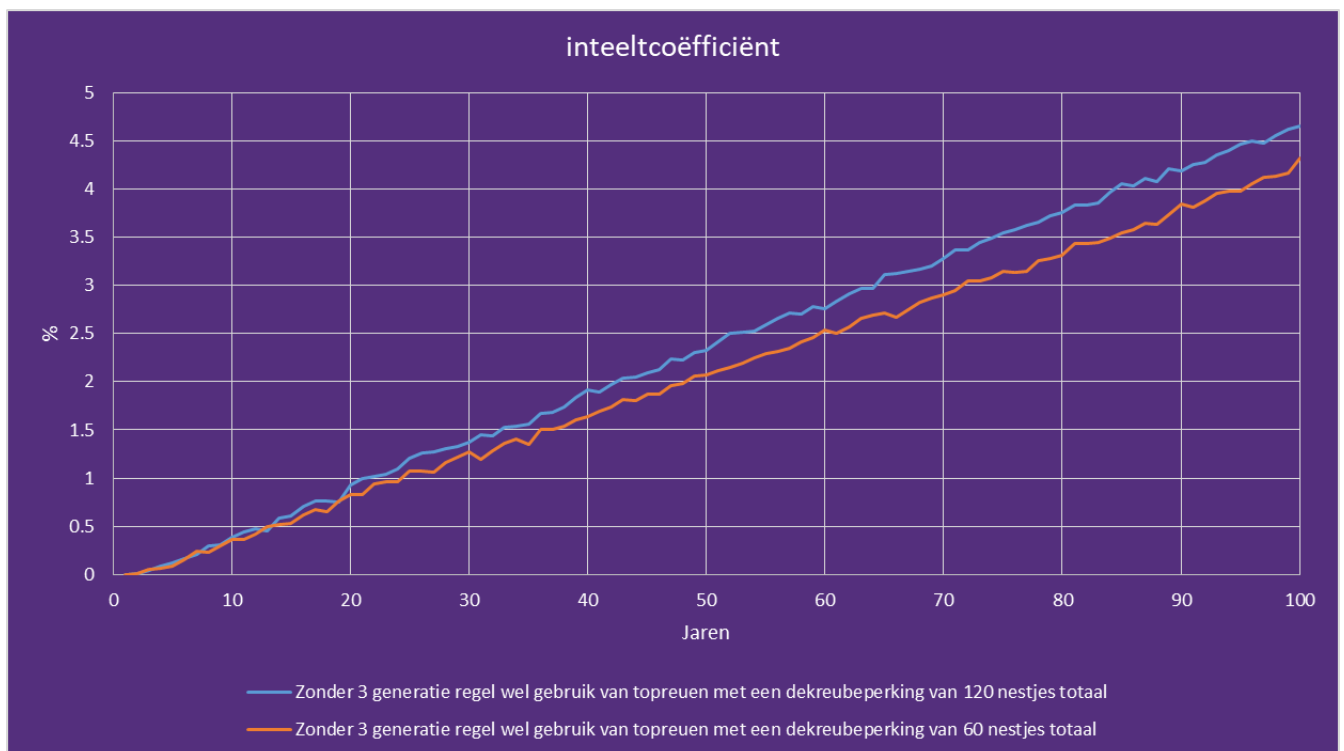
Figuur 13. De inteeltcoëfficiënt met drie generatie regel en een dekrebeperving. Op de Y-as is de inteeltcoëfficiënt weergegeven in procenten en op de X-as het aantal simulatiejaren. De blauwe lijn is de simulatie met een dekrebeperving van 120 nestjes totaal en de oranje lijn is de simulatie met een dekrebeperving van 60 nestjes totaal.

In figuur 14 is het resultaat weergegeven van de simulaties met de drie generatie regel en een dekrebepanking per jaar, variërend van één tot en met 20 nestjes per jaar. De vijf lijnen staan voor vijf verschillende simulaties waarin de drie generatie regel en het gebruik van topreuen zijn toegepast.

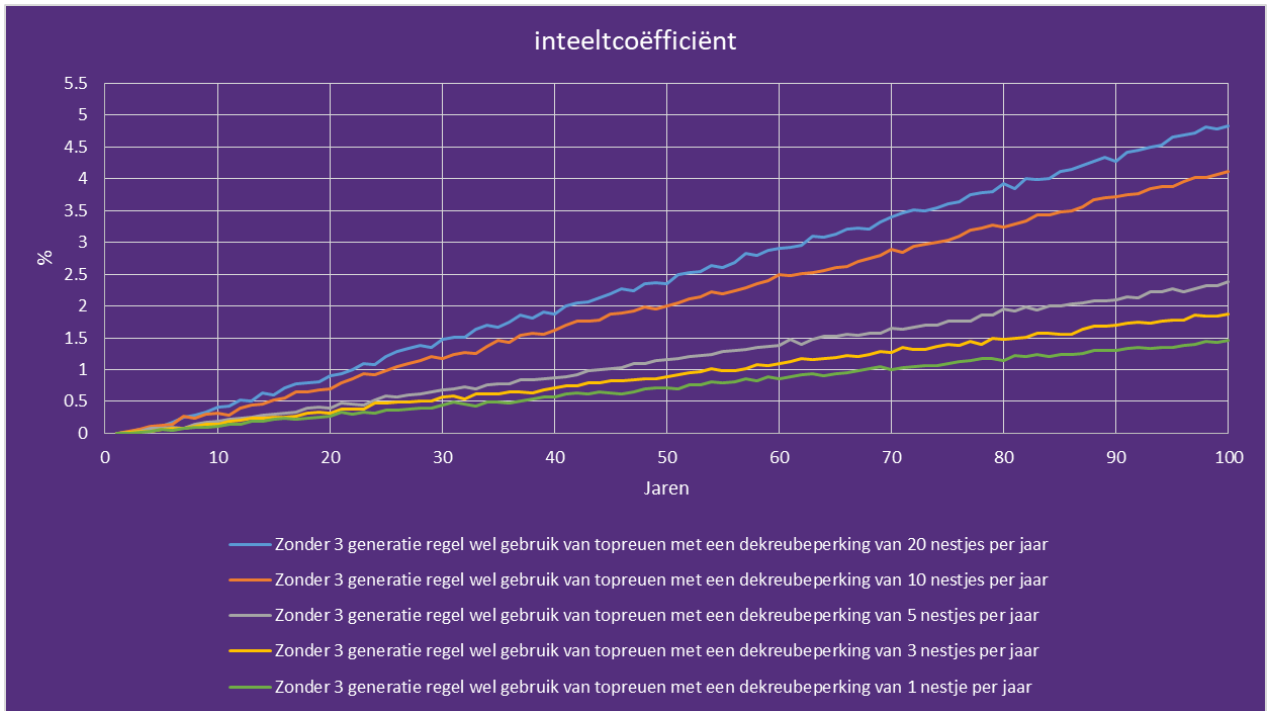


Figuur 14. De inteeltcoëfficiënt met drie generatie regel en een dekrebepanking per jaar. Op de Y-as is de inteeltcoefficient weergegeven in procenten en op de X-as het aantal simulatiejaren. Elke kleur staat voor een simulatie met een dekrebepanking met een ander aantal nestjes per jaar.

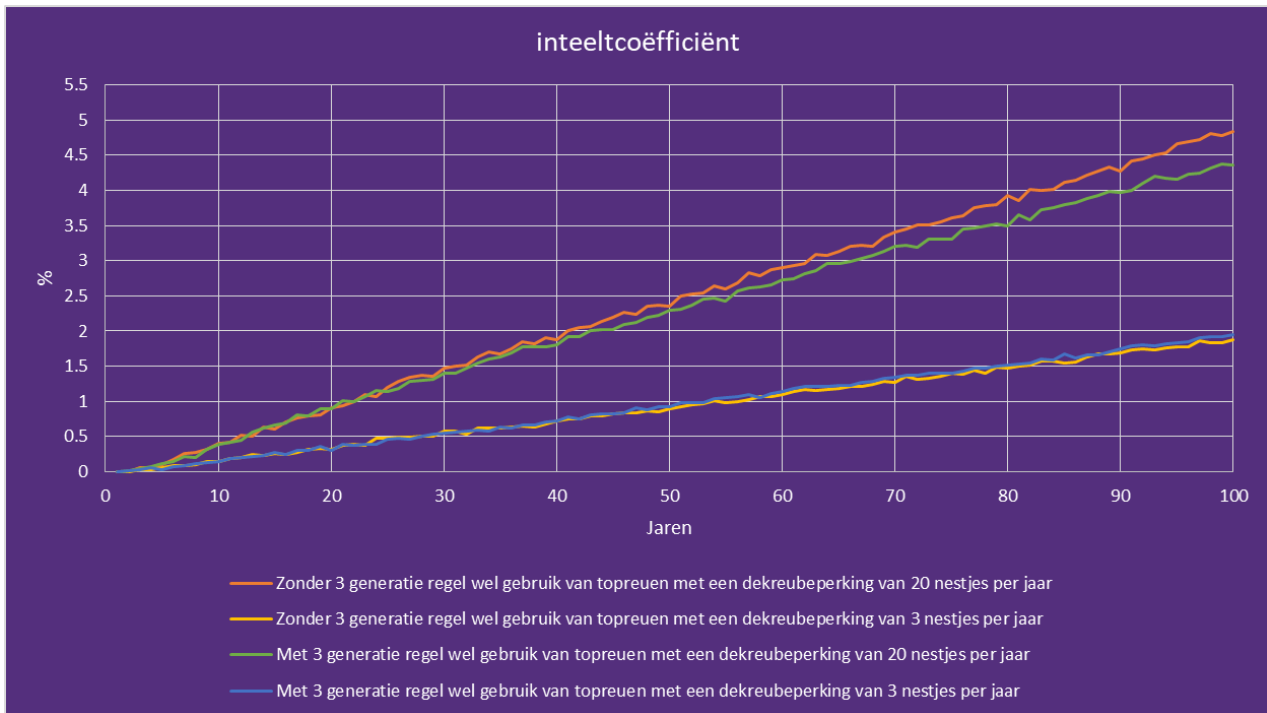
In figuur 15 zijn de resultaten van de simulaties zonder drie generatie regel, maar met een dekrebeperving weergegeven en in figuur 16 zijn de resultaten van de simulatie zonder drie generatie regel, maar met een dekrebeperving per jaar weergegeven. De resultaten zijn nagenoeg gelijk aan de resultaten met de drie generatie regel en een dekrebeperving (figuur 13 en 14), wanneer er gebruik wordt gemaakt van de drie generatie regel is de inteelttoename iets lager. In figuur 17 is het resultaat van de simulaties met en zonder drie generatie regel en met een dekrebeperving van drie en 20 nestjes per jaar weergegeven. De gele en oranje lijnen zijn zonder gebruik van de drie generatie regel en de blauwe en groene lijnen zijn met gebruik van deze regel. In deze grafiek is te zien dat wanneer er een strenger dekrebepervingsbeleid wordt gevoerd, het effect van de drie generatie op de inteelttoename minder groot wordt.



Figuur 15. De inteeltcoëfficiënt zonder drie generatie regel, maar met een dekrebeperving. Op de Y-as is de inteeltcoëfficiënt weergegeven in procenten en op de X-as het aantal simulatiejaren. Elke kleur staat voor een ander aantal nestjes totaal.



Figuur 16. De inteeltcoëfficiënt zonder drie generatie regel, maar met een dekrebeperving per jaar. Op de Y-as is de inteeltcoëfficiënt weergegeven in procenten en op de X-as het aantal simulatiejaren. Elke kleur staat voor een ander aantal nestjes per jaar.



Figuur 17. De inteeltcoëfficiënt met een dekrebeperving van drie nestjes per jaar. Op de Y-as is de inteeltcoëfficiënt weergegeven in procenten en op de X-as het aantal simulatiejaren. De oranje en gele lijnen zijn de simulaties zonder de drie generatie regel en de blauwe en groene lijnen zijn de simulaties met de drie generatie regel. De oranje en groene lijnen zijn de simulaties met een dekrebeperving van 20 nestjes per jaar en de gele en blauwe lijnen zijn de simulaties met een dekrebeperving van drie nestjes per jaar.

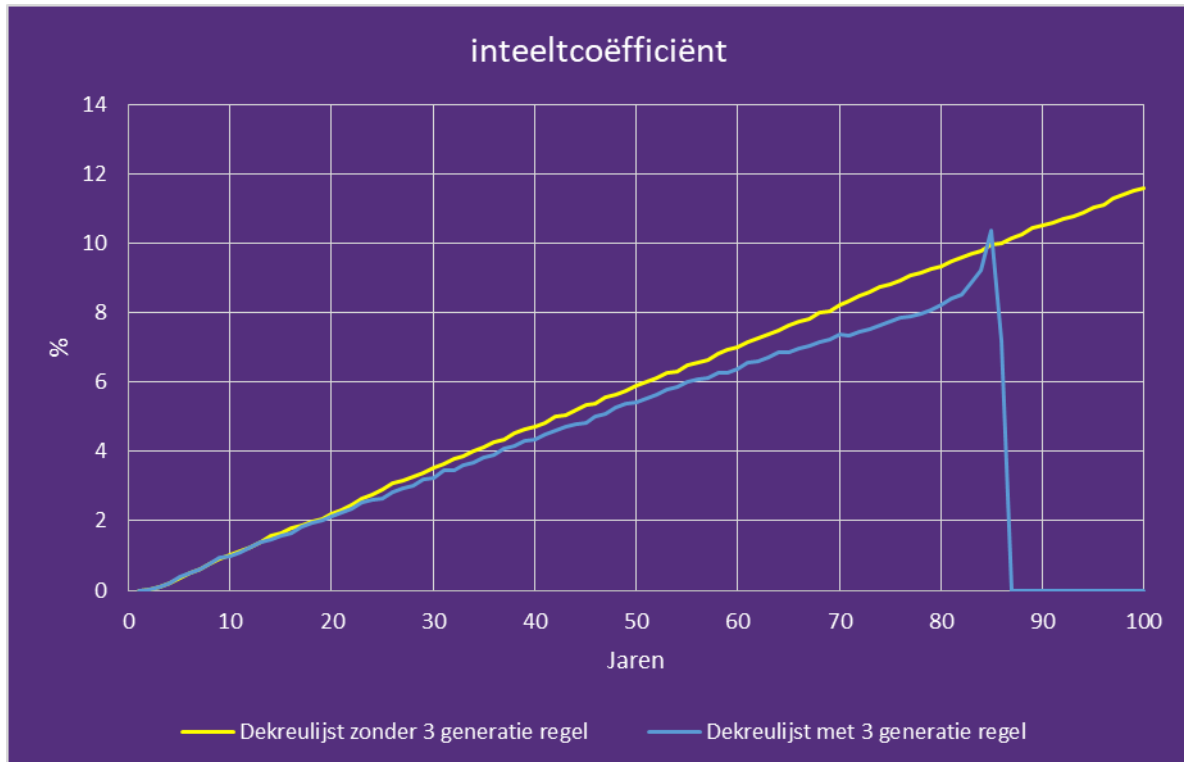
In tabel 7 is de inteelttoename (ΔF) in procenten en de bijbehorende effectieve populatiegrootte weergegeven bij verschillend fokbeleid. Hierin zijn de resultaten van de simulaties nog eens schematisch weergegeven.

Tabel 7. De inteelttoename bij verschillend fokbeleid. ΔF is de inteelttoename per generatie in procenten en N_e is de effectieve populatiegrootte.

Scenario	Fokbeleid	ΔF (%)	N_e
2a	Met 3 generatie regel wel gebruik van topreuen met een dekrebeperving van 120 nestjes totaal	0.175	286
2b	Met 3 generatie regel en gebruik van topreuen met een dekrebeperving van 60 nestjes totaal	0.155	323
2c	Zonder 3 generatie regel wel gebruik van topreuen met een dekrebeperving van 120 nestjes totaal	0.193	259
2d	Zonder 3 generatie regel wel gebruik van topreuen met een dekrebeperving van 60 nestjes totaal	0.171	292
3a	Met 3 generatie regel wel gebruik van topreuen met een dekrebeperving van 20 nestjes per jaar	0.175	286
3b	Met 3 generatie regel wel gebruik van topreuen met een dekrebeperving van 10 nestjes per jaar	0.152	329
3c	Met 3 generatie regel wel gebruik van topreuen met een dekrebeperving van 5 nestjes per jaar	0.095	529
3d	Met 3 generatie regel wel gebruik van topreuen met een dekrebeperving van 3 nestjes per jaar	0.078	639
3e	Met 3 generatie regel wel gebruik van topreuen met een dekrebeperving van 1 nestje per jaar	0.059	855
3f	Zonder 3 generatie regel wel gebruik van topreuen met een dekrebeperving van 20 nestjes per jaar	0.200	250
3g	Zonder 3 generatie regel wel gebruik van topreuen met een dekrebeperving van 10 nestjes per jaar	0.168	298
3h	Zonder 3 generatie regel wel gebruik van topreuen met een dekrebeperving van 5 nestjes per jaar	0.096	522
3i	Zonder 3 generatie regel wel gebruik van topreuen met een dekrebeperving van 3 nestjes per jaar	0.076	655
3j	Zonder 3 generatie regel wel gebruik van topreuen met een dekrebeperving van 1 nestje per jaar	0.059	855

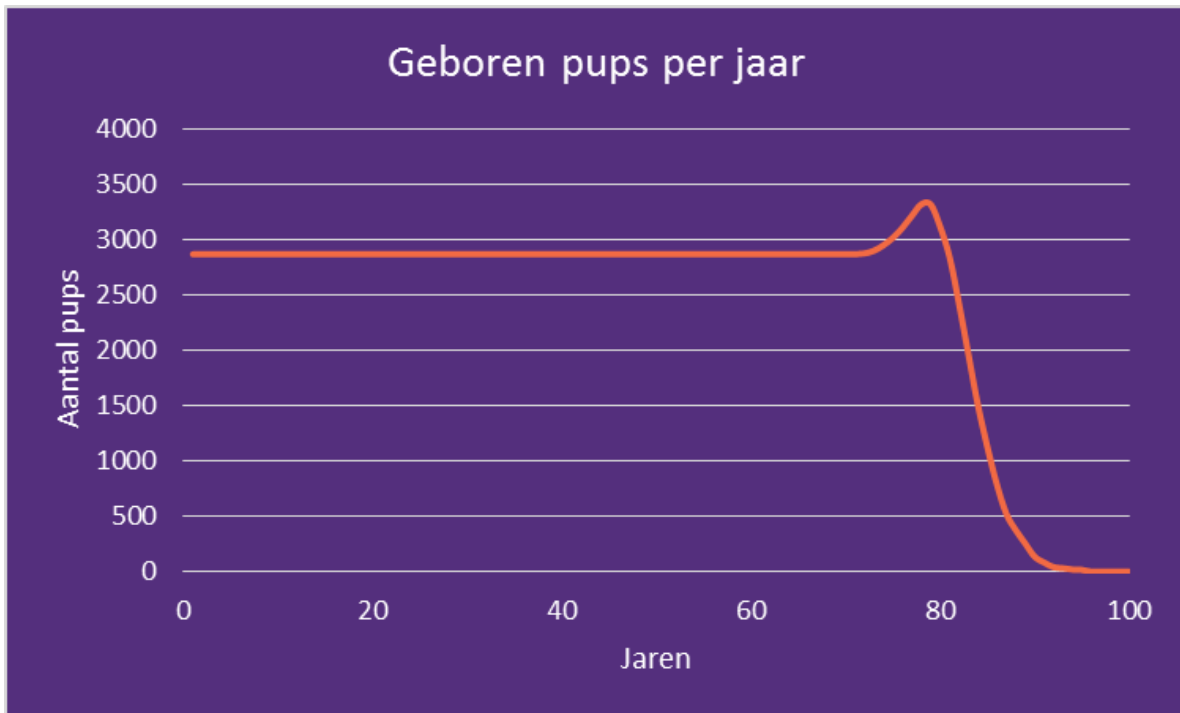
3.2.3. Simulaties met het aantal reuen op de dekruenlijst van de NLV.

In figuur 18 is de inteeltcoëfficiënt weergegeven van de simulaties met het aantal reuen van de dekruenlijst van de NLV met en zonder drie generatie regel. Tot ongeveer 80 simulatiejaren neemt de inteeltcoëfficiënt meer toe zonder de drie generatie regel vergeleken met de drie generatie regel. Bij de simulatie met de drie generatie regel neemt de inteeltcoëfficiënt toe vanaf 80 simulatiejaren en vanaf 86 simulatiejaren is de inteeltcoëfficiënt nul. De inteelttoename zonder het gebruik van de drie generatie regel is 0.484% per generatie.



Figuur 18. De inteeltcoëfficiënt van de dekruenlijst. Op de Y-as is de inteeltcoëfficiënt weergegeven in procenten en op de X-as het aantal simulatiejaren. De gele lijn is zonder de drie generatie regel en de blauwe lijn is met de drie generatie regel.

In figuur 19 is het aantal geboren pups per simulatiejaar weergegeven. In deze grafiek is te zien dat vanaf 86 simulatiejaren er geen nieuwe pups meer worden geboren. Het aantal geboren pups blijft gelijk tot 71 simulatiejaren, hierna volgt er een lichte stijging en daarna een sterke daling tot er geen pups meer geboren worden. Dit wordt verder besproken in de discussie.



Figuur 19. Geboren pups per jaar met de reuen van de dekruenlijst van de NLV en de drie generatie regel. Op de Y-as is het aantal geboren pups weergegeven en op de X-as is het aantal simulatiejaren weergegeven.

4. Discussie:

4.1. Monitor Module

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de Monitor Module geanalyseerd en besproken.

4.1.1. De inteeltcoëfficiënt

In figuur 5 (hoofdstuk 2.2.2.) is de inteeltcoëfficiënt weergegeven van de Nederlandse Labrador Retriever populatie. Er is een geleidelijke stijging tot het jaar 2004 en daarna volgt er een daling. Deze daling is waarschijnlijk onterecht en wordt veroorzaakt doordat er minder generaties volledig bekend zijn na 2004, dit is goed te zien in figuur 6b (hoofdstuk 2.2.2.). Na 2003 daalt de populatie omvang per geboortjaar, maar het percentage dekkingen met het gebruik van een buitenlandse reu en/of buitenlandse teef neemt toe. Dit zou kunnen verklaren waarom het aantal generaties wat volledig bekend is afneemt na het jaar 2004. De werkelijke inteeltcoëfficiënt zal waarschijnlijk een lichte stijging vertonen of gelijk blijven, maar in ieder geval niet dalen. De gemiddelde inteelttoename is 0.42% en dit staat gelijk aan een effectieve populatiegrootte van 120.22. De effectieve populatiegrootte van de Belgische Labrador Retriever populatie gebaseerd op 13,148 dieren is berekend op 106.9 (Wijnrocx, François et al. 2016), de effectieve populatiegrootte van de Engelse Labrador Retriever populatie gebaseerd op 97,884 dieren is berekend op 114 (Calboli, Sampson et al. 2008) en de effectieve populatiegrootte van de Amerikaanse Labrador Retriever populatie gebaseerd op 86,994 dieren is berekend op 58 (Dreger, Rimbault et al. 2016). De waarden van de Belgische en Engelse effectieve populatiegrootte komen aardig overeen met die van de Nederlandse populatie. De Amerikaanse effectieve populatiegrootte is meer dan twee keer zo klein, blijkbaar heeft de Amerikaanse populatie een hogere inteelt waarde.

Een effectieve populatiegrootte van 120.22, terwijl er per jaar meer dan 3000 pups worden geboren is erg klein. De huidige effectieve populatie zal wat hoger zijn dan 120.22, want het is uitgerekend voor de periode van 1886 tot en met 2016 en zoals in figuur 5 (hoofdstuk 2.2.2.) te zien is neemt de inteelt de afgelopen 20 jaar minder snel toe. Een effectieve populatiegrootte van ongeveer 120 dieren wordt onder andere veroorzaakt doordat er minder dan 4% van alle reuen wordt ingezet en minder dan 15% van alle teven. Wanneer er meer dieren voor de fokkerij beschikbaar worden gesteld zal de effectieve populatiegrootte stijgen. Het gebruik van topreuen (figuur 10a ,hoofdstuk 2.2.5.) is ook niet bevorderlijk voor de effectieve populatiegrootte, in 2016 zorgden tien reuen voor 20,5% van alle nakomelingen. Een evenrediger verdeling van het gebruik van fokreuen zal ook de effectieve populatiegrootte verhogen. Helaas is het programma (nog) niet in staat om het percentage nakomelingen van bijvoorbeeld de top 20 of 30 reuen weer te geven. In het jaar 2015 varieert het percentage nakomelingen van de top 10 reuen tussen 2.3% en 1.7% per reu, er bestaat dus een kans dat nummer 11, 12, 13 enzovoorts ook een groot aantal nakomelingen heeft tegenover de andere reuen van de populatie. Dit zou dan weer effect kunnen hebben op de resultaten van de simulaties met Genmansim.

In tabel 1 (hoofdstuk 1.3) is het risico schema weergegeven bij verschillende inteelttoenames en hierin is te zien dat een effectieve populatiegrootte van 120 onder het kopje valt dat er erfelijke gebreken in de populatie voor kunnen komen.

4.2. Genmansim

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de simulaties van Genmansim geanalyseerd en besproken.

4.2.1. Beperkingen Simulatieprogramma

Bij de start van de simulatie zijn alle dieren niet verwant aan elkaar en dit is niet realistisch. De populatie start met 433 fokreuen en 1223 fokteven, wanneer alle dieren niet verwant aan elkaar zouden zijn betekent dit dat alle dieren geen familie van elkaar zijn. Zoals beschreven is in hoofdstuk 1.1 is de Labrador Retriever ontstaan vanuit kruisingen met de St. John's hond, dus er is een grote kans dat alle honden op de een of andere manier familie van elkaar zijn. Het zou wel zo kunnen zijn dat de overeenkomstige voorouder meer dan vijftig generaties terug ligt. Om toch een beeld te krijgen wat het effect van verschillend fokbeleid is, is er voor gekozen om het programma 100 jaar te laten simuleren. Een andere beperking van het programma is dat er maar één keer kan worden ingevoerd hoeveel topreuen een bepaald percentage nakomelingen voort brengt. Het zou nauwkeuriger zijn wanneer er verschillende waardes voor verschillende topreuen ingevuld kunnen worden, bijvoorbeeld nummer 1 brengt 6% van alle nakomelingen voort en nummer 2 brengt 5,6% van alle nakomelingen voort, enzovoorts.

4.2.2. Drie generatie regel

Eén van de vragen van de algemene begeleidingscommissie van de NLV was wat het effect is van de drie generatie regel op de inteeltcoëfficiënt. Om deze vraag te beantwoorden zijn er simulaties verricht gebaseerd op de resultaten van de Monitor Module. In figuur 12 (hoofdstuk 3.2.1.) zijn de resultaten van de simulaties gebaseerd op de huidige populatie weergegeven. Wanneer er geen gebruik gemaakt wordt van de drie generatie regel neemt de inteeltcoëfficiënt sneller toe. De inteelttoename per generatie (ΔF) met de drie generatie regel is 0.176%, zonder de drie generatie is dit 0.200%. Een inteelttoename van 0.176% staat gelijk aan een effectieve populatie van 284, een inteelttoename van 0.200% staat gelijk aan een effectieve populatiegrootte van 250. De drie generatie regel zorgt dus voor een stijging van 12% van de effectieve populatiegrootte.

Wanneer er geen gebruik wordt gemaakt van topreuen, hebben alle reuen in de populatie evenveel nakomelingen en heeft de drie generatie regel geen significant effect meer. Dit is een logisch resultaat, de drie generatie regel zorgt er vooral voor dat combinaties tussen families die vaak gebruikt worden, worden verhinderd. Dit effect is er niet, wanneer alle reuen evenredig ingezet worden.

4.2.3. Dekreubeperking

Er is gekozen om te kijken naar een dekreubeperking van 60 en 120 nestjes per leven van een reu, omdat dit waardes zijn die wellicht door de leden van de rasvereniging geaccepteerd zouden kunnen worden. Bij een dekreubeperking per jaar is wel gekeken naar een zeer strenge waarde van vijf, drie en één per jaar, om een vergelijking te kunnen maken met het huidige fokbeleid. De resultaten zijn zoals verwacht; wanneer er een strengere fokbeleid wordt gebruikt neemt de inteeltcoëfficiënt minder hard toe. De inteelttoename is dus lager. Bij een strengere fokbeleid heeft de drie generatie regel een minder groot effect op de inteeltcoëfficiënt dan bij een minder streng fokbeleid, dus meer nestjes per reu zijn toegestaan. Ook dit resultaat is zoals verwacht, want een strengere dekreubeperking zorgt ervoor dat er meer reuen ingezet moeten worden om hetzelfde aantal nestjes per jaar te kunnen bereiken. Wanneer er meer reuen ingezet worden is de diversiteit in de populatie ook groter, de individuen in de populatie zijn minder verwant aan elkaar. Hierdoor wordt het effect van de drie generatie regel op de inteelttoename minder groot.

In tabel 7 (hoofdstuk 3.2.2.) is de inteelttoename en de bijbehorende effectieve populatiegrootte schematisch weergegeven om een goede vergelijking te kunnen maken. De huidige situatie met de drie generatie regel heeft een inteelttoename van 0.175%, dit komt enigszins overeen met een dekrebeperving van 60 nestjes totaal (0.171%) en 10 nestjes per jaar (0.168%) zonder de drie generatie regel. Een dekrebeperving van vijf nestjes per jaar, zonder de drie generatie regel heeft een inteelttoename van 0.096% en de bijbehorende effectieve populatiegrootte is dan 522 en de dekrebeperving van een nestje per jaar heeft een inteelttoename van 0.059 en de bijbehorende effectieve populatiegrootte is dan 855. Bij een dekrebeperving van drie nestjes per jaar is de inteelttoename zonder gebruik van de drie generatie regel iets lager dan met gebruik van de drie generatie regel. Dit verschil wordt waarschijnlijk veroorzaakt door toeval en zal verdwijnen wanneer er gebruik wordt gemaakt van 25 herhalingen in plaats van 10.

Wanneer er daadwerkelijk gebruik gemaakt wordt van een dekrebeperving zal het effect op de inteelttoename nog iets groter zijn, want zoals al eerder genoemd is het gebruik van topreuen in het programma niet helemaal nauwkeurig. De reu Gino (NSHB 2989634) behoort tot de top 10 meest ingezette reuen en is in 2016, 24 keer ingezet en in 2017 tot en met juni, 12 keer. Volgens de resultaten van het monitor programma hebben de top 10 reuen 20,5% van alle nakomelingen. Dit komt overeen met ongeveer negen nestjes per jaar. Elk jaar kiest het simulatie programma 10 reuen die tot deze top 10 behoren, dit zouden dus andere reuen kunnen zijn. Gino heeft dus in het simulatie programma waarschijnlijk minder nestjes dan hij daadwerkelijk heeft.

4.2.4. Dekreuenlijst

Het aantal reuen op de dekreuenlijst van de NLV was op 1 juli 2017; 48. In figuur 18 (hoofdstuk 3.2.3.) is het resultaat te zien van de simulaties met 48 fokreuen. Wanneer er maar 48 fokreuen in de populatie zijn, is er op een gegeven moment geen combinatie van een reu en een teef meer mogelijk bij het gebruik van de drie generatie regel. Wanneer er geen gebruik wordt gemaakt van de drie generatie regel is dit wel mogelijk en zal de inteeltcoëfficiënt met dezelfde toename stijgen. De inteeltcoëfficiënt met gebruik van de drie generatie regel neemt na 80 simulatie jaren sneller toe, omdat er bijna geen combinaties meer mogelijk zijn en de populatie kleiner wordt. Deze daling is ook te zien in figuur 19 (hoofdstuk 3.2.3.), het aantal pups wat geboren wordt daalt enorm na 80 simulatie jaren. De daling naar een inteeltcoëfficiënt van nul, komt doordat de populatie is uitgestorven en er geen individuen meer over zijn. De piek in figuur 19 vlak voordat het aantal geboren pups afneemt is een ongewoon resultaat, het zou logischer zijn als er alleen een daling zou zijn in het aantal geboren pups per jaar. In de praktijk zou dit waarschijnlijk ook zo zijn.

Wanneer er daadwerkelijk maar 48 reuen worden ingezet zal de populatie in verloop van tijd uitsterven bij het gebruik van de drie generatie regel. Gelukkig worden er wel meer reuen ingezet dan dat er op de dekreuenlijst staan, zoals te zien is in de resultaten van de analyse met de Monitor Module.

5. Conclusie en aanbevelingen

5.1. Conclusie

De Labrador Retriever is de grootste honden populatie van Nederland met 3011 inschrijven in het Nederlands honden stamboek (NHSB) in 2016 (Raad van Beheer, 2017). De inteeltcoëfficiënt van de populatie berekend door de Monitor Module aan de hand van de NLV database ligt tussen de 11.5 en 16 procent. Echter is de gemiddelde inteelttoename 0.42% en dit staat gelijk aan een effectieve populatiegrootte van 120. Wanneer er gekeken wordt naar het risico schema bij verschillende inteelttoenames (tabel 1, hoofdstuk 1.3) valt de Labrador Retriever populatie onder de categorie dat er erfelijke gebreken kunnen voorkomen en zoals beschreven in hoofdstuk 1.2, is dit ook zo. Om de inteelttoename van het ras te verlagen wordt er op dit moment al van alles gedaan om de inteelttoename te verlagen, zoals de ie generatie regel van de NLV en de algemene fokvoorwaarden van de Raad van Beheer. In deze studie zijn er simulaties gedaan met verschillend fokbeleid om het effect op de inteelttoename te berekenen. Vanuit deze simulaties zijn de volgende resultaten gekomen: De inteelttoename per generatie met de drie generatie regel is 0.176%, zonder de drie generatie is dit 0.200%. Een inteelttoename van 0.176% staat gelijk aan een effectieve populatie van 284, een inteelttoename van 0.200% staat gelijk aan een effectieve populatiegrootte van 250. De drie generatie regel zorgt dus voor een stijging van 12% van de effectieve populatiegrootte. Dit komt enigszins overeen met een dekrebeperving van 60 nestjes totaal (0.171%) en 10 nestjes per jaar (0.168%) zonder de drie generatie regel.

5.2. Aanbevelingen

Mijn eerste aanbeveling voor de NLV is het behouden van de drie generatie regel. Ten eerste is het een duidelijke en overzichtelijke regel. Het stamboomcertificaat wat door de Raad van Beheer wordt uitgegeven bevat de gegevens van vier generaties. Wanneer er geen honden overeen komen in de stamboomcertificaten van de fokdieren die ingezet worden, is de dekking toegestaan. De drie generatie regel heeft ongeveer hetzelfde effect op de inteelttoename, als dat van een dekrebeperving van 60 nestjes per reu in zijn leven of 10 nestjes per reu per jaar.

Mijn tweede aanbeveling is om het aantal reuen op de dekruenlijst te vergroten. Zoals te zien was in de simulatie met het aantal reuen van de dekruenlijst blijft er na 80 simulatie jaren geen populatie meer over. Gelukkig worden er in de werkelijkheid meer reuen ingezet, maar alsnog is dit een klein percentage. Zoals te zien was in de resultaten van de Monitor Module figuur 1 (hoofdstuk 2.2.1.), wordt op dit moment minder dan 4% van alle reuen ingezet in de fokkerij.

De LKN heeft momenteel 76 dekruen op de lijst, waarvan er 17 reuen op beide lijsten staan (LKN, 2017). Bij de NLV moeten ouderdieren een exterieurkwalificatie hebben, wellicht dat dit een reden is waarom de LKN een hoger aantal dekruen op de lijst heeft staan. Het afschaffen van deze exterieurkwalificatie zou dus een oplossing kunnen zijn. Een andere oplossing die overigens mijn voorkeur heeft, is het aantal kwalificaties waaraan een dekru aan moet voldoen omlaag te brengen bij de eerste dekking. Echter bij de tweede dekking moet de dekru wel voldoen aan alle kwalificaties. Bij het toepassen van deze regel wordt ervoor gezorgd dat het makkelijker is om meer verschillende dekruen in te zetten. Met het huidige beleid is het namelijk makkelijker om dezelfde reu vaker te gebruiken, dan wanneer er een andere reu gebruikt zou worden. Bij deze regel kan er ook aan gedacht worden om minder gezondheidseisen te stellen bij de eerste dekking. Wanneer er meer verschillende dekruen gebruikt worden, blijft de diversiteit van het ras hoger en dit is bevorderlijk voor de gezondheid van het ras.

6. Referenties

AKC (2017). Most Popular Dog Breeds - Full Ranking List. Retrieved May 30, 2017, from <http://www.akc.org/content/news/articles/most-popular-dog-breeds-full-ranking-list/>

Calboli, F. C., et al. (2008). "Population structure and inbreeding from pedigree analysis of purebred dogs." Genetics **179**(1): 593-601.

Dreger, D. L., et al. (2016). "Whole genome sequence, SNP chips and pedigree structure: building demographic profiles in domestic dog breeds to optimize genetic trait mapping." Disease models & mechanisms: dmm. 027037.

Falconer, D. S. (1960). Introduction to quantitative genetics. New York,, Ronald Press Co.

FAO. (1998). Secondary Guidelines for Development of National Farm Animal Genetic Resources Management Plans: Management of Small Populations at Risk. FAO, Rome, Italy.

FCI breeds nomenclature. (2017). Retrieved May 30, 2017, from <http://www.fci.be/en/nomenclature/LABRADOR-RETRIEVER-122.html>

Leroy, G., et al. (2015). "Inbreeding impact on litter size and survival in selected canine breeds." The Veterinary Journal **203**(1): 74-78.

LKN. (2017). Labradorkring.nl. Retrieved 7 July 2017, from <https://labradorkring.nl/vereniging/over-de-lkn>

Lynch, M. and B. Walsh (1998). Genetics and analysis of quantitative traits, Sinauer Sunderland, MA.

Meuwissen, T. and J. Woolliams (1994). "Effective sizes of livestock populations to prevent a decline in fitness." TAG Theoretical and Applied Genetics **89**(7): 1019-1026.

NLV. (2016). www.nlv.nu. Retrieved 9 June, 2017, from <https://www.nlv.nu/algemeen/bestanden/vfr2017.pdf>

NLV. (2017). www.nlv.nu. Retrieved 13 June, 2017, from <https://www.nlv.nu/fokkenenpups/voorfokkers/dekreuenlijst>

NLV. (2017b). Doelstellingen. Retrieved July 10, 2017, from <https://www.nlv.nu/algemeen/over-de-nlv/doelstellingen.php>

Oldenbroek, J. and J. J. Windig (2012). Het fokken van rashonden: omgaan met verwantschap en inteelt, Raad van Beheer op Kynologische Gebied in Nederland.

Sánchez-Molano, E., et al. (2014). "Assessing the impact of genomic selection against hip dysplasia in the Labrador Retriever dog." Journal of Animal Breeding and Genetics **131**(2): 134-145.

The kennel club. (2017). The Kennel Club. Retrieved 5 July, 2017, from https://www.thekennelclub.org.uk/media/1098176/top_20_breeds_2015_-_2016.pdf

Wijnrocx, K., et al. (2016). "Half of 23 Belgian dog breeds has a compromised genetic diversity, as revealed by genealogical and molecular data analysis." Journal of Animal Breeding and Genetics **133**(5): 375-383.

Windig, J. and K. Oldenbroek (2015). "Genetic management of Dutch golden retriever dogs with a simulation tool." Journal of Animal Breeding and Genetics **132**(6): 428-440.