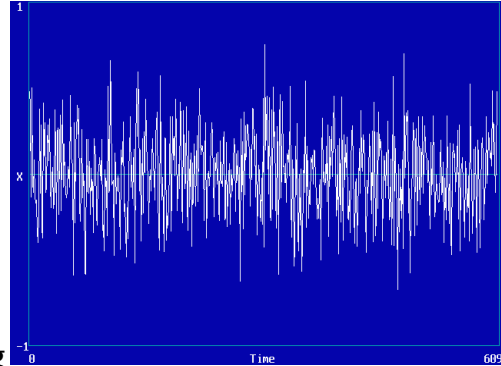


En nærmere kikk på biologisk støy¹

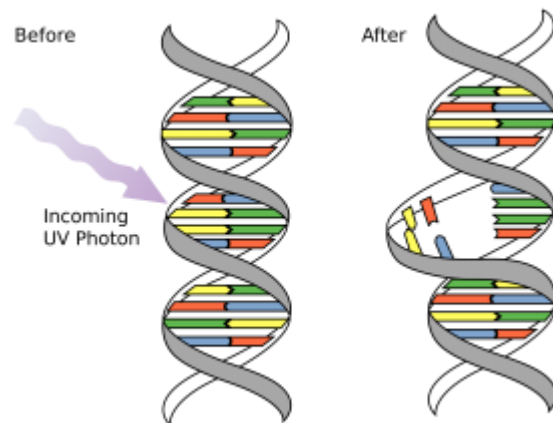
Sammendrag: Problemene knyttet til ulike 'støykilder' i genetikken, er mye verre enn antatt: Støy-problematikken medfører at det meste av seleksjonens anstrengelser blir bortkastet. Det aktualiserer seleksjonskostnader og øker de reelle grensene som kostnad setter på naturlig seleksjon. Seleksjonsterskelen ved å selekere på for mange samtidige trekk, resulterer i fullstendig opphør av framgang. Ved å selekere etter ikke-arvelige faktorer sløses anstrengelsene bort.



Bilde 1 Eks. på støy i radiosending
Fra: Eks. på støy i radiosending Fra:
<http://aaronmiemban.blogspot.no/>

Innledning: Om en lytter til FM-radio kan en erfare problemer med bakgrunnsstøy. Om det er et kraftig signal som samvirker (interferer), kan informasjonen via sendingen gå delvis tapt. Dette gjelder uansett kilde til 'støyen'. Et svakt radiosignal overdøves lett av støy. Et lavt forhold mellom 'signal og støy' medfører alltid dårligere kvalitet av motatt signal. Skruer en opp volumet, vil støyen forsterkes tilsvarende. For å sikre minimalt tap av informasjon, må det være en fordelaktig kvotient mellom signal og støy.

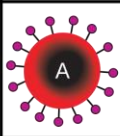
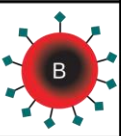
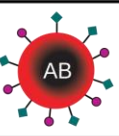
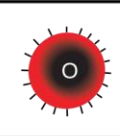


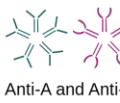



Grunnen til at de fleste nukleotider (livets 'bokstaver': A, T, C og G) ikke er selekterbare, er p.g.a. lave kvotienter mellom signal og støy. Det samme gjelder hvorfor vi ikke kan selekere for mange nukleotider (baser) samtidig, er på grunn av raskt synkende kvotienter mellom signal og støy. En av hovedårsakene til at vi ikke kan redde genomet fra mutasjoner, er på grunn av allestedsnærværende støy. Når vi anvender seleksjon i forhold til hele genomet, synker kvotienten signal/støy raskt mot 0. Dette er en viktig grunn til at seleksjon kan virke på gennivå, men feiler på genomnivå.



Bilde 2 DNA-mutasjoner grunnet stråling Fra:
<http://knowgenetics.org/dna-mutations-2/>

¹ Fra: 'Genetic Entropy & the Mystery of the Genome; Dr. J.C.Sanford; FMS Publications; Ch. 6

I genetikken er 'signal/støy' kvotienten ofte uttrykt i form av arvelighet. Arvelighet er den viktige forskjellen mellom genotype og fenotype. Om et trekk har høy arvelighet, så er mesteparten av den observerte variasjonen for det trekket genetisk arvelig, og det vil bli selektert for det trekket. En får på samme måte en kvotient mellom 'arvelig/ikke-arvelig' variasjon. Ikke arvelig variasjon skyldes mye variasjon innen organismens individuelle omgivelser, og er kilde til fenotype (artsmessig) 'støy'. Så en genetisk arvelighetsverdi for et trekk, kan sammenlignes med en 'signal/støy' kvotient. En rekke egenskaper bestemmer delvis ved arv og delvis ved miljø. Det gjelder f.eks. intelligens, høyde, vekt, kjepphet etc. Når kvotienten (forholdstallet) er 1 for en egenskap, innebærer det 100% arvelighet (eks. blodtype). Om arveligheten er 0 for et trekk, bestemmes det kun ut fra omgivelsene (eks. tatovering). En egenskap som høyde er vanligvis høyst arvelig ($h=0,3$). Det innebærer at 30% av fenotype variasjonen er arvelig (selektierbar) variasjon. For meget komplekse trekk som fitness ('survival of fittest') er arveligheten meget lav. Kimura anslår den så lavt som 0,004 (Kimura, 1983, s30-31). Det skyldes at 'fitness' integrerer alle støytyper fra alle de ulike aspektene til individet.

	Group A	Group B	Group AB	Group O
Red blood cell type				
Antibodies in Plasma	 Anti-B	 Anti-A	None	 Anti-A and Anti-B
Antigens in Red Blood Cell	 A antigen	 B antigen	 A and B antigens	None

Bilde 3 Eks. på blodtyper (100% arvelige) Fra: http://en.wikipedia.org/wiki/Blood_type

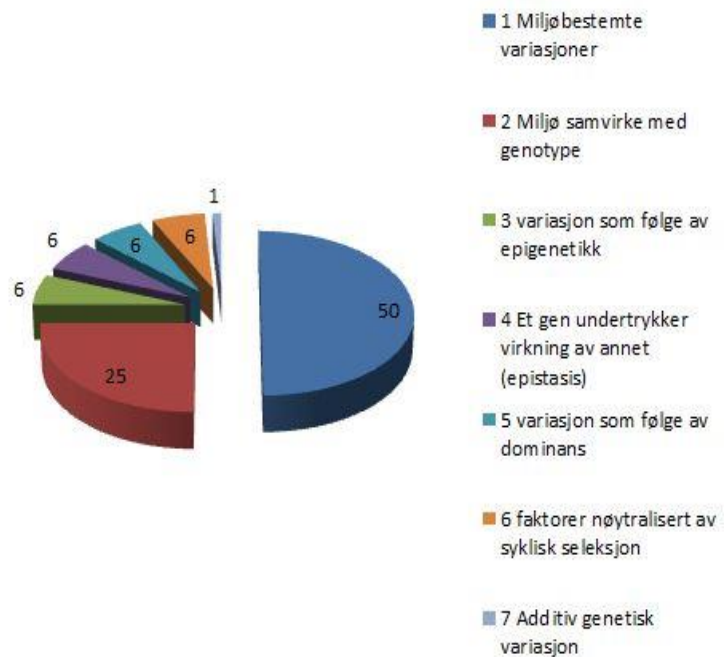
Når Kimura sier at arveligheten ved fitness generelt er meget lav, innebærer det at nesten all variasjon for individuell fitness skyldes ikke-arvelige effekter. Det medfører at nesten all seleksjon for fitness er bortkastet. Lav arvelighet innebærer at å selektere bort dårlige fenotyper gjør meget lite for å eliminere dårlige genotyper. Dette kan lett eksemplifiseres ved at produktive frø fra trær, fisk etc. utsettes for 'valg' fra egenskaper ved omgivelsene, som bestemmes vel så mye ut fra miljøet som ut fra genotypen. Det dreier seg ofte om overlevelse av de heldigste i stedet for de 'best tilpassede'. Dermed er 'støy' i omgivelsene som dårlige forhold, slumptreff etc. vel så viktige som arvelige faktorer. Det er eks. på lav arvelighet, som mye til dels nøytraliserer effekten av seleksjon -som er avhengig av å virke gjennom generasjoner.

Det estimeres ofte at omkring 50% av all fenotype variasjon skyldes bare miljømessige faktorer. F.eks. om en plante gror bedre enn en annen, skyldes det ofte små ulikheter i jordsmonn, gjødsling, avrenning etc. Denne type variasjon vises i sektor 1 i bildet ved siden av. Denne type variasjon innvirker sterkt med effektiv seleksjon ved å tilføye ikke-arvelig støy, og forminske signal/støy kvotienten.

Den nest største delen av fenotype-variasjon kalles 'omgivelse-med-genotype' interaksjon. Ofte estimeres den til å representere ca. 25% av all fenotype-variasjon. Gitt to planter på jorden, om vi endrer omgivelsene ved kunstig vanning, så kan det ekstra vannet være bra for det ene planta, men dårlig for den andre, avhengig av genotypen. Denne type variasjon, er ikke konsistent arvelig. Lik endringer i omgivelsene, kommer denne type av variasjon i tillegg til støy og interagerer med seleksjon. Denne andelen er vist i seksjon 2 kake-diagrammet.

Kilder til fenotype variasjon:	

Den tredje største delen av fenotype variasjon er ikke arvelig genetisk variasjon. Det kan synes som en selvmotsigelse, men er det ikke. En stor del av genetisk variasjon skyldes faktorer som ikke gjennomgående blir overlevert fra generasjon til generasjon. Disse faktorene inkluderer epigenetiske innvirkninger (3), interaksjon av gener (4), dominans-effekter (5), og genetiske resultater som følge av syklisk seleksjon(6). Kort sagt er det meste av genetisk variasjon ikke arvbart, i hvert fall ikke i lineært, nedstigende orden.



Bilde 4 Kilder til fenotype variasjon. (Fra Kimura s.30-31)

Den eneste delen av genetisk variasjon som er arvbart, og dermed kan utsettes for seleksjon, er det som kalles additiv genetisk variasjon (7). Det skjer der hvert gitt trekk/nukleotide, er gjennomgående bedre enn ett alternativt trekk (nukleotide) innen populasjonen. Om Kimura har rett i at arvelighet på egenskapen fitness, er så lav som 0,4%, så er det bare den andelen som kan selekteres. Det tilsvarer en signal/støy-forhold på 1:250. En måte å uttrykke dette på, er at 99,6% av fenotype seleksjon for egenskapen fitness, vil være totalt bortkastet. Det forklarer hvordan naturlig seleksjon på totalt fenotype-fitness, kan resultere i nærmest ingen genetisk gevinst.

Om vi har en egenskap som fitness, som har lav arvelighet (bilde ved siden), og vi har en art med lav fruktbarhet, som mennesket, så kan vi se at kun en ørliten del av populasjonen kan benyttes til effektiv seleksjon. Om det er slik

at bare 1/3 av avkommet er tilgjengelig -for at ikke rasen skal gå under (3 barn av 2 voksne individer), og at det blant halvparten av disse, ikke reproducerer av ikke-genetiske grunner: Ja, så har en igjen kun 16,7% av populasjonen, og dersom kun en andel på 0,004 faktisk er effektiv, så vil bare 0,07% (=16,7%*0,004) -eller mindre enn 1 av 1000 personer være tilgjengelig for effektiv eliminering av alle skadelige mutasjoner, og for effektiv fiksering av mulig positive mutasjoner.

Signalet (den arvelig, additive fitness-verdien til en nukleotide) er for liten til å måles. Men støyen omkring den i form av kombinert effekt av alle ikke-arvelige faktorer + effekten til alle separerende nukleotide posisjoner, er astronomisk. I en typisk populasjon, er det millioner av andre separerende nukleotider. Så effekten til en gjennomsnittlig nukleotide vil konsekvent tapes i et hav av støy, med et signal/støy forholdstall mindre enn 1: 1 million.

Seleksjon ut fra sannsynlighet, ikke ut fra terskelverdier.

I plante-foredling er det vanlig å sortere fenotype variasjon etter økende positiv effekt, og så trekke et skille for hva som kan elimineres og hva som kan formere seg. I planteforedling har en slik framgangsmåte vist seg svært effektiv. Men denne type av seleksjon forekommer ikke i naturen. Naturen tabulerer ikke en 'total-fitness' verdi, som alle individer rangeres etter. Det som skjer er at de 'mindreverdige' individene i en fenotype, har litt mindre sannsynlighet for å formere seg. Det skjer ofte at 'mindreverdige' formerer seg, mens 'overlegne' individer ikke gjør det. Det er bare en begrenset korrelasjons-koeffisient som relaterer 'fenotype-fitness' med reprodutiv suksess. Dess mer 'reproduksjons-støy' det er i form av tilfeldig overlevelse/parring, dess mindre blir korrelasjonen. Desto mindre sikkert er det at et 'vellykket' individ blir favorisert i reproduksjon.

Om en skal se bort fra slike 'terskel-verdier', blir resultatet et økt støy-nivå, som reduserer effekten ved seleksjon ytterligere. I praksis kan det enkelt eksemplifiseres: om en ser for seg en rekestim havet, og en hval dukker opp og sluker halvparten av populasjonen -Er det et eks. på overlevelse av de mest tilpasningsdyktige i bestanden? Alternativt kan en ha en mengde froske-egg i en elv. Et stort antall av dem spises av fisk, før de klekkes. En stor mengde rumpetroll, plukkes av fugler, en båt kjører gjennom stimen og dreper noen hundre til etc: nesten all eliminering er tilfeldig. Vi ser igjen overlevelse av de heldigste. Den systematiske sortering etter fenotype, er hovedsakelig fraværende. Støy påvirker til de grader reproduksjons-suksess, at det ikke er



Bilde 5 Eks. på overlevelse av de heldigste Fra: <http://lofoten.com/magasinet/naturen/1534-knolhvaler-i-andfjorden>

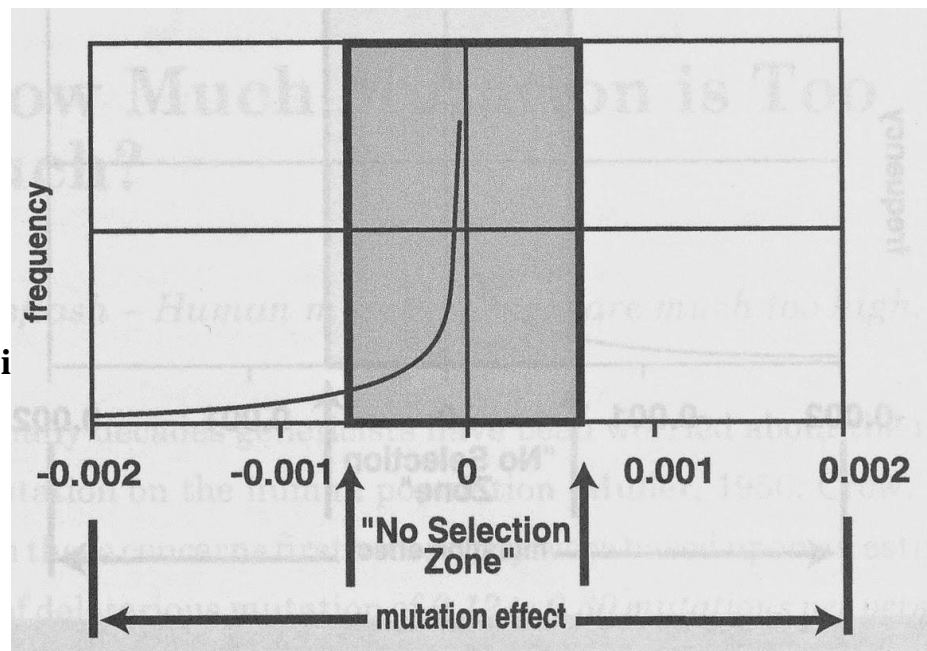
aktuelt med terskel-verdier for slike seleksjons-scenarier. Det indikerer en lav korrelasjons-koeffisient, for at overlegen fenotype-kvalitet vil reprodusere. Kanskje 50% av reproduksjon-fiasko, er uavhengig av fenotype-kvalitet.

Et tredje nivå av genetisk støy knyttet til utvelgelse: -vilkårlige fluktuasjoner.

Den statistiske variasjon, knyttet til små populasjons-størrelser, er kjent i forhold til de store talls lov. Den indikerer at variasjonen i forhold til forventet resultat vil avta med økende populasjons-størrelse. Om en kaster en mynt tilfeldig 10 ganger, kan en godt få 7 kron og 3 mynt. Men om en kaster mynten 1000 ganger, vil en forutsigbart få omtrent 50/50 av hvert. Den samme type statistisk variasjon inntreffer, når et gen -eller nukleotide i genet, separerer seg i en populasjon. I små populasjoner vil gen-separasjoner fluktuere signifikant. Slike statistiske fluktuasjoner resulterer i det som kalles genetisk drift. Det innebærer at gen-frekvenser kan endre uavhengig av naturlig seleksjon.

Tilfeldig genetisk drift er meget sterk, og kan overstyre effekten av endog viktige mutasjoner i små populasjoner. I små populasjoner er naturlig utvalg i hovedsak ekskludert. Dette er grunnen til at truede arter opplever det som kalles 'mutasjons-nedsmelting'. Av

samme grunn kalkulerte Kimura størrelsen av sin ikke-seleksjons boks, som en enkel funksjon av populasjons-størrelsen (enten + eller - $1/2N_e$). For genetikk-teoretikere er det meget attraktivt å begrense omfanget av støy til tilfeldige utvalg. Da kan en beleilig få støy til i hovedsak å forsvinne, ved enkelt å forutsette store populasjoner. Om det er behov for det kan også teoretikere få naturlig utvalg til å forsvinne ved å forutsette mye støy kombinert med flaskehalser i små populasjoner (eks. 'ut-fra-Afrika teorien').



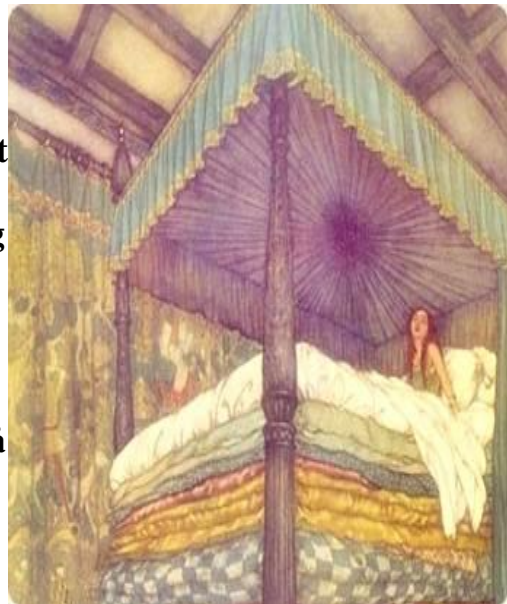
Bilde 6 Kimuras ikke-seleksjons sone Fra: <http://atheism-analyzed.blogspot.no/2015/03/the-theory-of-evolution.html>

Men tilfeldige utvalg er bare en mindre del av totalt støy-bilde, og de andre to viktige aspektene av genetisk støy er bare delvis redusert i store populasjoner. Støy forsvinner ikke ved å forutsette store populasjoner, det er alltid til stede i mye høyere nivå enn normalt erkjennes av populasjons-genetikere. Meget store populasjoner kan faktisk forøket støymengden. Det kommer delvis av at det ofte er mange mindre sub-kulturer innen meget store populasjoner, hver med sine fluktasjoner.. Det er også fordi meget store populasjoner ofte spenner over større områder, og blir utsatt for ennå mer variasjon i omgivelsene. Store populasjonsstørrelser reduserer ikke tilfeldig elementer ved reproduksjon. Heller ikke reduserer det fenotypens 'maskering/skjuling' av genotypen (sml. 'prinsessa på erta' -eventyret). Støy forblir alltid en alvorlig begrensning for naturlig seleksjon.

Under kunstige omstendigheter har plante og dyreoppdrettere suksessfylt klart å selektere for et begrenset antall egenskaper. Det har skjedd ved å anvende intelligent design for å minimere støy. De har benyttet blokkerings-teknikker, replikasjon, statistisk analyse, transaksjons-seleksjon, høyt kontrollerte omgivelser etc. Men naturlig seleksjon benytter seg ikke av noe av dette. Det er pr. definisjon en blind og ukontrollert prosess, emne for ikke-begrenset støy og ikke-begrensede tilfeldige fluktasjoner

Hva er konsekvensen av all denne støyen?

Begrensningene til naturlig seleksjon **utvides ytterligere** ut fra støy-problematikken. Støy-problematikken medfører at det meste av seleksjonens anstrengelser blir bortkastet. Det aktualiserer seleksjonskostnader og øker de reelle grensene som kostnad setter på naturlig seleksjon. Seleksjonsterskelen ved å selektere på for mange samtidige trekk, resulterer i fullstendig opphør av framgang. Ved å selektere etter ikke-arvelige faktorer sløses anstrengelsene bort. Det blir som prinsessa på erta har talløse ertre på madrassen. Det vil gjøre problemet hennes verre. I anledning overlevelse av hele arter erkjente St. Jay Gould (yngre) betydningen av ulykker, overlevelse av den heldigste og støy. Men om støy rutinemessige overstyrer seleksjon, så blir langvarig evolusjon umulig. Det vil medføre genetisk degenerasjon og sluttelig artens utryddelse.



Bilde 7 Prinsessa på erta erfarer økte problemer
Fra: <http://oaks.nvg.org/anders1.html>

Oversatt og tilpasset med figurer av Asbjørn E. Lund