

Bør forventet levealder beregnes for små befolkninger?

Hilde Eirin Pedersen

Det er store geografiske forskjeller i dødeligheten i Norge. For eksempel har finnmarkinger lenge hatt en forventet levealder ved fødselen som er omtrent tre år lavere enn personer fra Sogn og Fjordane. Det er stor interesse for tall for levealderen for geografiske områder mindre enn fylker, slik som kommuner og bydeler. Ved å beregne konfidensintervaller på kommunenivå, viser det seg imidlertid at folketallet i de aller fleste norske kommuner er så lavt at estimatene for forventet levealder blir svært usikre, og derfor i liten grad kan gi oss nyttig informasjon om levekårsforskjeller mellom kommunene. I små befolkninger kan tilfeldige utslag, i noen tilfeller bare ett dødsfall i løpet av et år, endre levealdersestimatene betraktelig.

Forventet levealder¹

Forventet levealder ved fødselen, eller forventet gjenstående levetid, er en svært nyttig og mye brukt indikator for å fange opp sosiale og helsemessige forhold for en befolkning. Statistisk sentralbyrå beregner hvert år forventet levealder på landsbasis, og hvert femte år på fylkesnivå. For å estimere forventet levealder konstrueres en overlevelsestabell, også kalt dødelighetstabell. Det er to perspektiver for overlevelsestabeller. Det første og vanligste perspektivet er å basere overlevelsestabellen på periodedata, dvs. data for ett eller flere kalenderår, og beregne dødeligheten for hele befolkningen på alle alderstrinn. Dette brukes til å estimere forventet gjenstående levetid for et hypotetisk årskull (kohort). Det andre perspektivet er å beregne overlevelsestabellen med data for fødselskohorter. På denne måten kan vi beregne den faktiske gjennomsnittlige levealderen for en kohort. Dette kan vi imidlertid først gjøre når alle i fødselskullet er døde, dvs. etter over 100 år. En slik tabell er derfor først og fremst av historisk interesse.

Figur 1 kalles et Lexisdiagram og illustrerer forskjellen mellom en faktisk og en hypotetisk kohort. Området mellom de to diagonale linjene i figuren omfatter livslinjene til alle personer født mellom 1. januar 2004 og 1. januar 2005. Områdene mellom de horisontale linjene angir antall personer i live ved hver eksakt alder hvert kalenderår. Områdene mellom de vertikale linjene viser antall som er i live ved hver alder det aktuelle året, og symboliserer de hypotetiske kohortene for hvert år. Det gråfargede området i Lexisdiagrammet viser den hypotetiske kohorten for 2004. Vi tar utgangspunkt i 100 000 levendefødte per år, det vil si at 100 000 er i live ved alder 0 år. Antall i live reduseres ved hvert alderstrinn ettersom dødsfall inntreffer. Ved

Figur 1. Lexisdiagram

4	99 640	99 663	99 692	99 648	99 738
3	99 647	99 677	99 699	99 655	99 745
2	99 661	99 681	99 713	99 682	99 766
1	99 960	99 716	99 738	99 710	99 786
0	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000
	2004	2005	2006	2007	2008

Den horisontale aksene angir kalenderårene fra 2004 til 2008. Den vertikale aksene angir eksakt alder, fra 0 til fire år. Kvinner i hele landet er brukt som eksempel. I hver rute er antall i live angitt per alder per år omregnet til 100 000 levendefødte.

hjelp av sannsynligheten for å dø mellom to alderstrinn i det aktuelle året, beregner vi antall i live ved alder 1 år, deretter ved alder 2 år, og så videre. Ut i fra dette kan vi beregne et estimat for forventet gjenstående levetid ved hvert alderstrinn for den hypotetiske kohorten. Forventet gjenstående levetid for nullåringer kaller vi forventet levealder ved fødselen.

Forventet levealder ved fødsel sier noe om hvor lenge en nyfødt person kan forvente å leve under gjeldende dødelighetsforhold. Dersom dette skal være et realistisk mål for hvor lenge man kan forvente å leve, er det en forutsetning at de aldersspesifikke døds sannsynlighetene holder seg konstante gjennom hele den gjenstående levetiden. Dette er imidlertid usannsynlig ettersom dødeligheten vanligvis går ned over tid, slik

Hilde Eirin Pedersen er førstekonsulent ved Seksjon for planlegging og brukertesting (hep@ssb.no)

¹ Artikkelen bygger i stor grad på Pedersen (2010). Takk til Helge Brunborg, Kjersti Norgård Berntsen og Øyvind Langsrud for kommentarer til artikkelen.

den har gjort i om lag to hundre år i Norge. Forventet levealder estimert fra periodedata er derfor vanligvis systematisk lavere enn den faktiske levealderen, som vi først kan beregne når hele fødselskullet har gått bort. Likevel er forventet levealder et svært nyttig estimat, og det er hyppig brukt blant annet fordi det er en enkel og tolkbar indikator for dødeligheten i en befolkning.

Fylkesvise forskjeller i forventet levealder

Beregninger på fylkesnivå viser store regionale forskjeller i forventet levealder i perioden 1986-2008 (figur 2 og 3). Menn og kvinner fra Finnmark har lavest forventet levealder ved fødsel gjennom hele perioden, mens vestlandsfylkene og Akershus, med Sogn og Fjordane på topp, har høyest forventet levealder.

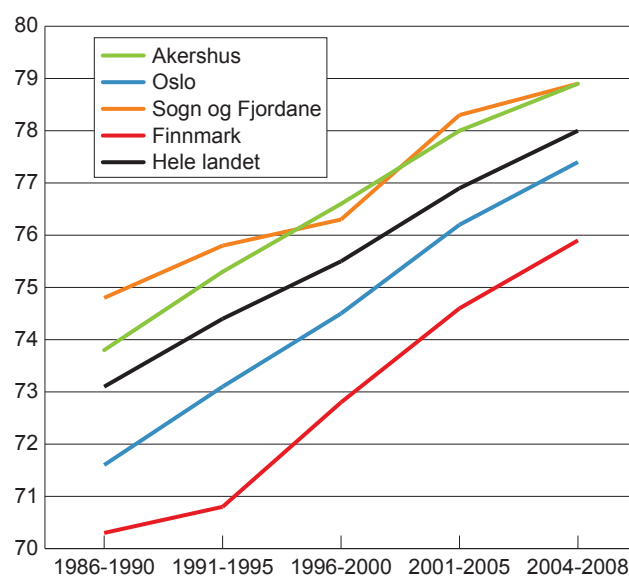
De store fylkesvise forskjellene i forventet levealder gjør at det også kunne være interessant å estimere levealderen for hver kommune samt områder innenfor noen kommuner. På slutten av 1990-tallet publiserte Statistisk sentralbyrå estimater for forventet levealder for alle landets kommuner (SSB 1997; SSB 1999). Beregningene viste svært store forskjeller. For eksempel endte kvinner på øya Sekken i Molde kommune ved et tilfelle opp med høyest forventet levealder av alle, med hele 94 år, mens menn i Berlevåg kom dårligst ut med bare 65 år (VG 26.02.2000; SSB 1999)². Det skapte stor oppmerksomhet i media at forventet levealder kunne variere med 29 år mellom ulike kommuner. På Vestlandet vakte det oppsikt at menn i Fedje kommune kunne vente å leve lengre enn kvinner i den samme kommunen. Det ble også spekulert i hva som forårsaket de store forskjellene i forventet levealder mellom geografisk nærliggende kommuner, for eksempel ulik næringsstruktur (Bergens Tidende 26.07.1997; SSB 1997). En svakhet ved disse estimatene for forventet levealder på kommunenivå var imidlertid at det ikke var noen tallfesting av usikkerheten. I de følgende avsnittene vil jeg vise at dersom man konstruerer et konfidensintervall rundt slike estimater, blir usikkerheten rundt levaldersestimatene svært stor i områder med lavt folketall, og at enkeltdødsfall kan få store utslag for forventet levealder ved fødselen.

Chiangs metode

For å konstruere en overlevelsestabell basert på periodedata i en gitt befolkning, trenger vi antall levende og antall døde ved hvert alderstrinn ved periodens start og slutt. Ved hjelp av overlevelsestabellen beregner vi sannsynligheten for å dø mellom to alderstrinn, og på bakgrunn av disse sannsynlighetene kan vi estimere forventet levealder. Siden forventet levealder er et estimat, er det en usikkerhet knyttet til det. Denne usikkerheten kan vi tallfeste ved å beregne standardfeilen

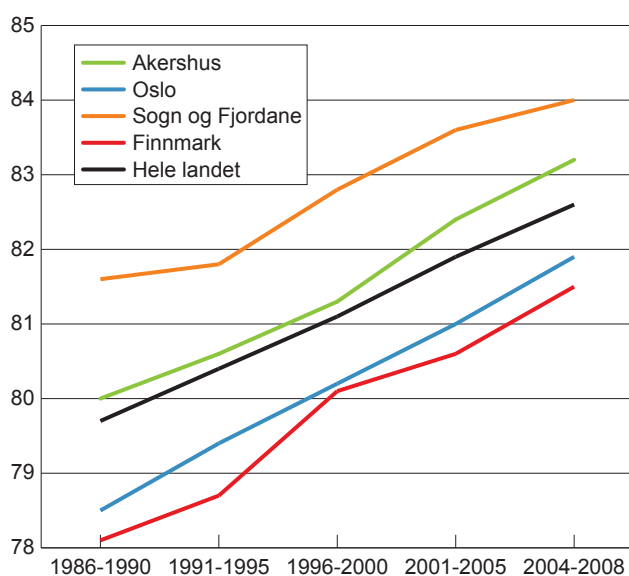
² Estimater for forventet levealder for Sekken har blitt fjernet fra tabellen i SSB (1999) og er derfor ikke etterprøvbare. Tabellen viser derimot at det er menn i Bjarkøy kommune i Troms som kommer dårligst ut med en forventet levealder på 58,3 år, mens menn i Berlevåg kommer nest dårligst ut med 65,2 år. Kvinner i Vardåsen i Asker kommune kommer best ut med 89,2 år i følge tabellen.

Figur 2. Utvikling i forventet levealder ved fødsel for menn. Fylker, 1986-2008



Kilde: Statistisk sentralbyrå

Figur 3. Utvikling i forventet levealder ved fødsel for kvinner. Fylker, 1986-2008



¹ Forbruk i utenriks luftfart er inkludert i figuren, under transport. «Andre sektorer» omfatter tjenesteytende næringer, landbruk og fiske.

Kilde: Statistisk sentralbyrå

til estimatet. Chiang (1984) presenterer en metode for å finne standardfeilen til forventet levealder. Først regner vi ut variansen til de aldersspesifikke døds sannsynlighetene. Ut fra denne kan vi beregne variansen til forventet levealder, for så å finne standardfeilen til levaldersestimatet. Standardfeilen bruker vi for å konstruere et konfidensintervall rundt levaldersestimatet. Dette er et intervall der vi med stor sikkerhet, for eksempel 95 prosent kan si at den sanne verdien for forventet levealder ved fødselen befinner seg.

I Pedersen (2010) er forventet levealder ved fødselen beregnet med tilhørende standardfeil og 95 prosent

konfidensintervall for alle Norges kommuner, økonomiske regioner og fylker. For å gjøre dette er det tatt utgangspunkt i en overlevelsestabell der dødssannsynligheten for ettårige aldersgrupper ble beregnet på bakgrunn av antall døde og antall levende i perioden 2004-2008. Noen av disse resultatene blir presentert og diskutert i de følgende avsnittene.

Femårsperioder

Beregningene i denne artikkelen baserer seg på antall personer i live og antall døde på ettårige alderstrinn i en gitt administrativ enhet i løpet av en femårsperiode. Gjennomsnittelig antall personer i live og antall døde er beregnet for de fem årene. Årsaken til at det er brukt femårsperioder i stedet for ettårsperioder, er for å få et større observasjonsmateriale, slik at vi glatter ut estimater for år hvor det tilfeldigvis var svært få eller svært mange dødsfall i befolkningen. Perioden kan utvides ytterligere, til for eksempel ti år. En ulempe med å øke observasjonsperioden er at vi i mindre grad kan si noe om endringer over tid. Mange har for eksempel vært interessert i å vite hvorvidt forskjeller i forventet levealder mellom Oslos bydeler har blitt større eller mindre, men dette vil være vanskelig dersom en lang tidsperiode analyseres under ett.

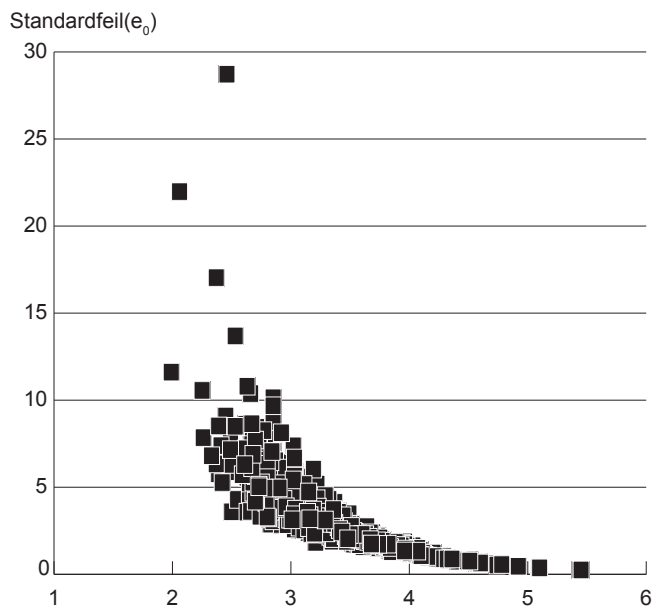
Folketallet

Når vi beregner forventet levealder for hele Norges befolkning under ett, tar vi utgangspunkt i nesten fem millioner mennesker. På fylkesnivå varierer folke­mengden fra 73 000 i Finnmark til 587 000 i Oslo (per 1.1.2010). Norge er inndelt i 430 kommuner, og folketallet i kommunene varierer fra 218 til 587 000 personer, det vil si et gjennomsnitt på litt over 11 000. Når vi beregner forventet levealder er det vanlig å skille mellom menn og kvinner, siden kvinner har betydelig høyere forventet levealder enn menn. Dersom vi estimerer forventet levealder på kommunenivå for menn og kvinner separat, vil et levaldersestimat for den gjennomsnittlige kommunen basere seg på en befolkning på omtrent 5 600 menn eller kvinner. I landets minste kommune vil beregningene kun basere seg på et folketall på omtrent 100 menn eller kvinner, fordelt på over 100 ettårsaldere.

Konfidensintervall for levaldersestimater

På grunn av det lave folketallet er Finnmark det fylket der det er knyttet størst usikkerhet til levaldersestimatene. Ved å regne ut et 95 prosent konfidensintervall, ser vi at den sanne forventede levalderen i Finnmark med 95 prosent sikkerhet er mellom 74,5 og 77,4 år for menn, og 80,2 og 82,7 år for kvinner. Vi kan kanskje godta en usikkerhet på to til tre år som i Finnmark, men i mange kommuner, der folketallet er mye lavere enn i fylkene, vil usikkerheten være langt større. Det mest ekstreme tilfellet er Leka kommune i Nord-Trøndelag, som har en gjennomsnittelig folke­mengde på 287 menn i perioden 2004-2008. Mennene i denne kommunen har en estimert forventet levealder på 79,1 år. Her kan vi med 95 prosent sikkerhet kan si at forventet leval-

Figur 4. Standardfeil(e_0) 2004-2008 vs. \log_{10} (folkemengde)
1.1.08. Menn og kvinner



Kilde: Statistisk sentralbyrå

der er et sted mellom 23 og 135 år. Gjennomsnittelige standardfeilen for menn på kommunenivå er på 3,34, som tilsvarer et intervall på omtrent 13 år.

For små befolkninger kan ett enkelt dødsfall i observasjonsperioden kunne endre levaldersestimatene betydelig. Dette kan illustreres ved å sammenlikne landets største kommune, Oslo, med landets minste kommune, Utsira. Hvis vi legger til ett dødsfall for nullåringer i den mannlige befolkningen i perioden 2004-2008 i Oslo, endres forventet levalder ved fødsel fra 77,667 til 77,664 år. En endring på 0,003 år kan sies å være ubetydelig. Hvis vi gjør det samme i Utsira, som i perioden 2004-2008 hadde landets høyeste forventede levalder blant menn med 88,4 år, synker forventet levalder ved fødselen med 25 år, til 63,3 år. Dette eksempelet illustrerer at kun ett ekstra dødsfall blant nullåringer ville ført til at Utsira kommune hadde gått fra å være på topp til bunn når det gjelder forventet levalder for menn blant norske kommuner.

Hvor stor bør befolkningen være for å beregne forventet levalder for et gitt område?

Figur 4 viser sammenhengen mellom standardfeilen til estimatet for forventet levalder ved fødsel for perioden 2004-2008 og \log_{10} (folkemengden) fordelt etter kjønn per 1. januar 2008 for alle landets kommuner. Det er brukt logaritmen til folke­mengden i stedet for folke­mengden på grunn av den store variasjonen i størrelsen på folke­mengden i kommunene, fra rundt 100 til nesten 300 000 personer, fordelt på kjønn. Ved å bruke logaritmen blir figuren lettere å lese. En enhets økning av \log_{10} (folkemengde) tilsvarer en tidobling av folke­mengden.

Tabell 1. Forventet levealder ved fødsel med tilhørende standardfeil og 95 prosent konfidensintervall for menn og kvinner i Oslo bydeler, 2006-2010

Menn, 2006-2010	Middelfolkemengde	Forventet levealder	95 prosent konfidensintervall		Standardfeil
			Nedre	Øvre	
03 Sagene	16 060	73,2	71,0	75,4	1,1
02 Grünerløkka	21 671	73,3	71,1	75,5	1,1
01 Gamle Oslo	20 318	74,8	72,5	77,1	1,2
11 Stovner	14 488	76,1	73,9	78,2	1,1
10 Grorud	12 465	76,2	73,8	78,6	1,2
04 St. Hanshaugen	15 129	76,9	74,3	79,5	1,3
12 Alna	22 299	77,8	76,0	79,6	0,9
13 Øststjø	21 011	78,3	75,8	80,8	1,3
09 Bjerke	12 888	79,1	76,6	81,5	1,3
05 Frogner	23 640	79,2	77,4	81,1	0,9
14 Nordstrand	21 532	79,3	77,6	81,0	0,9
15 Søndre Nordstrand	17 405	79,4	76,7	82,1	1,4
06 Ullern	13 700	80,7	78,6	82,7	1,1
08 Nordre Aker	21 548	81,0	79,3	82,8	0,9
07 Vestre Aker	20 099	81,6	79,9	83,3	0,9

Kvinner, 2006-2010	Middelfolkemengde	Forventet levealder	95 prosent konfidensintervall		Standardfeil
			Nedre	Øvre	
02 Grünerløkka	20 546	78,2	76,1	80,3	1,1
03 Sagene	16 371	78,8	76,3	81,2	1,2
11 Stovner	14 780	80,2	78,0	82,3	1,1
01 Gamle Oslo	19 241	80,6	78,3	82,9	1,2
10 Grorud	13 124	80,9	78,6	83,1	1,1
12 Alna	23 111	81,3	79,6	82,9	0,8
04 St. Hanshaugen	15 135	81,5	78,8	84,2	1,4
15 Søndre Nordstrand	17 457	82,6	80,1	85,2	1,3
13 Øststjø	23 509	82,7	80,3	85,2	1,3
09 Bjerke	13 284	83,0	80,4	85,6	1,3
05 Frogner	24 337	83,7	81,9	85,4	0,9
08 Nordre Aker	22 352	83,8	82,2	85,4	0,8
14 Nordstrand	23 504	83,9	82,4	85,3	0,7
06 Ullern	15 283	84,2	82,4	86,0	0,9
07 Vestre Aker	21 988	85,9	83,1	88,8	1,5

Det er en invers sammenheng mellom standardfeilen til levaldersestimatet og folketallet i kommunene. Det vil si at desto færre innbyggere, desto større er standardfeilen og usikkerheten rundt levaldersestimatene. Det er vanskelig å anslå hva som er en akseptabel usikkerhet, det vil si størrelse på standardfeilen, når vi skal beregne forventet levealder. Dersom vi godtar en standardfeil på ett år, det vil si at et 95 prosent konfidensintervall blir omtrent fire år, viser figur 4 at vi må ha en \log_{10} (folkemengde) lik 4,2, noe som betyr 16 000 personer. Det er kun henholdsvis 23 og 25 av Norges 430 kommuner som har en mannlig og kvinnelig befolkning som er så stor. Hvis vi aksepterer en standardfeil på 1,5 år som tilsvarer et intervall på omtrent seks år, må vi ha en \log_{10} (folkemengde) lik 3,8, det vil si 6 500 personer. Henholdsvis 63 og 69 kommuner har befolkninger som tilfredsstillende dette kravet. En standardfeil på to år, eller en intervallbredde på åtte år, krever \log_{10} (folkemengde) lik 3,4, som tilsvarer 2 500 personer. Likevel faller over 70 prosent av kommunene, fordelt på kjønn, utenfor denne grensen.

Bør forventet levealder beregnes på bydelsnivå?

Flere norske byer har uttrykt ønske om at SSB beregner forventet levealder ved fødselen på bydels- eller sone-nivå. I de fleste tilfeller vil slike estimater være forbundet med stor usikkerhet. Det er først og fremst Oslo som har en stor nok befolkning til at det gir mening å beregne forventet levealder på bydelsnivå, bortsett fra for bydelene Marka og Sentrum, som har færre enn 1000 personer per kjønn. Tabell 1 viser forventet levalder, med tilhørende standardfeil og konfidensintervall, for menn og kvinner i ulike bydeler i Oslo basert på data for perioden 2006-2010. Menn i Sagene bydel har en forventet levalder ved fødselen som er 8,4 år lavere enn menn i Vestre Aker bydel. Det er imidlertid også knyttet usikkerhet til disse estimatene. I Sagene bydel vet vi at forventet levalder med 95 prosent sikkerhet ligger et sted mellom 71 og 75,4 år, mens i Vestre Aker bydel er forventet levalderen et sted mellom 79,9 og 83,3 år. Da intervallene ikke overlapper, kan vi si at forventet levalder i Sagene er signifikant forskjellig

fra levealderen i Vestre Aker. Den største usikkerheten i forventet levealder er for menn på St. Hanshaugen, der intervallet er på mer enn fem år.

Konklusjon

Det hefter stor usikkerhet ved estimater for forventet levealder i områder med lavt folketall. Små endringer i antall dødsfall, særlig for de yngste, kan gi store utslag på forventet levealder, uten at de generelle levekårene i området har endret seg. For mange kommuner vil det derfor gi liten mening å estimere forventet levealder, og for å bruke levealderen til å trekke konklusjoner om levekårsforskjeller i forhold til andre kommuner. Oslos bydeler har imidlertid nok innbyggere til at forventet levealder kan beregnes for femårsperioder med rimelig stor grad av sikkerhet.

Referanser

Bergens Tidende (1997): Kvinner i Balestrand lever lengst. Side 2, publisert 26.07.1997.

Chiang, C. L. (1984): The Life Table and its Applications, Robert E. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida.

Chiang, Chin Long (1968): Introduction to Stochastic Processes in Biostatistics, John Wiley & Sons, USA.

Pedersen, Hilde E. (2010): Konfidensintervaller for regionale levealderestimater. Masteroppgave i samfunnsøkonomi ved Universitetet i Oslo. Vil bli bearbeidet til Rapport fra Statistisk sentralbyrå.

Rowland, Donald T. (2003): Demographic Methods and Concepts, 3. utgave. Oxford University Press.

Statistisk sentralbyrå (1999): Forventet gjenværende leveår for 0-åringer, 40-åringer og 80-åringer. 1993-1997, endret 11.12.2001. Hentet 25.11.11 fra <http://www.ssb.no/emner/03/hjulet/hjulet99/tabascii/tab-09.txt>.

Statistisk sentralbyrå (1997): Forventet levealder for 0-åringer, 40-åringer og 80-åringer. Menn og kvinner. 1991-1995. Hentet 25.11.11 fra <http://www.ssb.no/emner/03/hjulet/hjulet97/tabascii/tab7.txt>.

VG (2000): Sjøkk tall om norske menns levealder, 26.02.00, endret 25.02.03. Hentet 25.11.11 fra <http://www.vg.no/nyheter/innenriks/artikkel.php?artid=8653389>.

Appendiks

For å finne konfidensintervallet for forventet levealder, må vi først finne variansen til \hat{q}_x . I Chiang (1984) presenteres en formel for variansene til estimatene for sannsynligheten for å dø, \hat{q}_x , og forventet gjensvarende levealder, \hat{e}_x , ved alder x .

Variansen til q_x

Vi antar at et antall dødsfall ved alder x , D_x , fant sted i en befolkning med opprinnelig størrelse N_x . Vi antar at alle individer hadde samme sannsynlighet for å dø, q_x , og at dødsfallene skjedde uavhengig av hverandre.

$$\text{Var}(D_x) = N_x * \hat{q}_x * (1 - \hat{q}_x)$$

$$\begin{aligned} \text{Var}(\hat{q}_x) &= \text{Var}(D_x/N_x) = 1/N_x^2 * N_x * \hat{q}_x * (1 - \hat{q}_x) \\ &= \hat{q}_x (1 - \hat{q}_x) / N_x = \hat{q}_x^2 (1 - \hat{q}_x) / D_x \end{aligned}$$

Variansen til forventet levealder

Ved hjelp av deltametoden finner Chiang at $\text{var}(\hat{e}_x)$ er tilnærmet lik:

$$\text{var}(\hat{e}_x) \approx \sum_{i=x}^{\omega-1} (1 - \hat{q}_i)^2 * [\hat{e}_{i+1} + 0,5]^2 \text{var}(\hat{q}_i),$$

der ω tilsvarer høyeste alder i overlevelsestabellen.

Kvadratrotten av den estimerte variansen ($\sqrt{\text{var}(\hat{e}_x)}$) tilsvarer standardfeilen til forventet levealder. Denne danner grunnlaget for beregning av konfidensintervaller.