Overlevelsestavler

Anna-Vera Jørring Pallesen, Johan Sebastian Ohlendorff, Laust Hvas Mortensen og Thomas Alexander Gerds

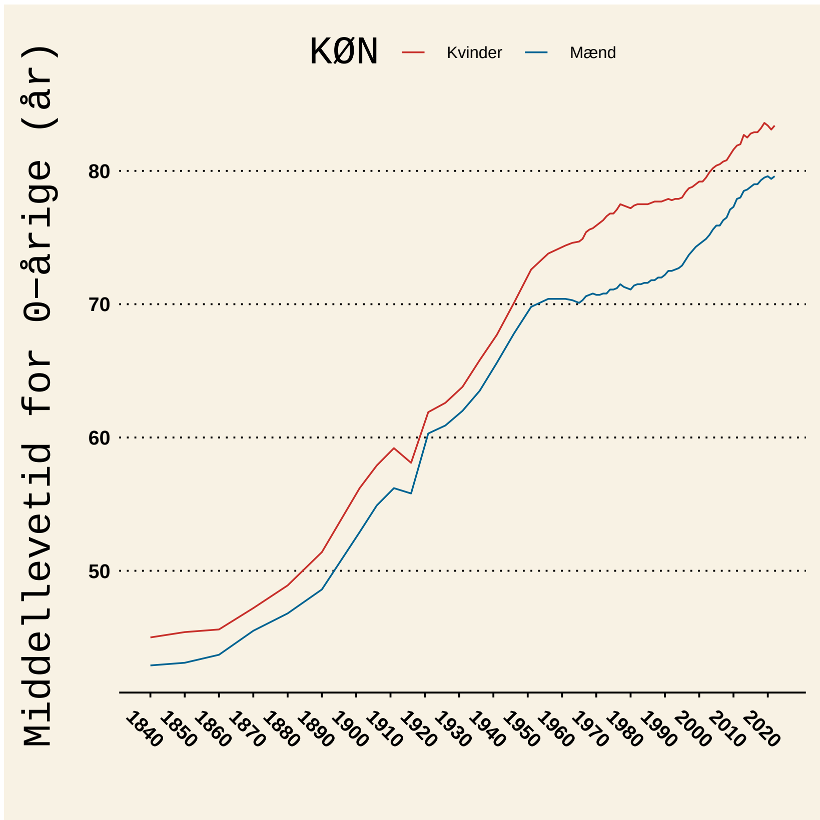
1 Introduktion

Overlevelsestavlen repræsenterer en matematisk model, der kvantificeres ved hjælp af konkrete demografiske data. Modellen genererer derefter en omfattende beskrivelse af dødelighedsforholdene i den specifikke befolkning. De forskellige mål for dødelighed konstrueres på baggrund af overlevelsestavlen. Dette gælder også for målene vedrørende forekomsten af vielser, skilsmisser, folkevandringer og i vis grad forskellige fertilitets- og reproduktionsmål. Overlevelsestavlen kunne derfor gennemgås på en ret abstrakt måde og fortolkes forskelligt, afhængigt af om den skal anvendes til at beskrive dødelighed, vielser, skilsmisser eller fertilitet. I det følgende vil vi dog fokusere på at opbygge modellen omkring målingen af befolkningens dødelighed for at gøre det lettere at forstå modellens umiddelbare anvendelighed.

1.1 Middellevetid

Hvor mange år kan en nyfødt i dag forvente at leve? Dette spørgsmål er umuligt at besvare korrekt, fordi svaret umiddelbart afhænger af, hvad der sker i fremtiden. Alligevel er middellevetid, altså den forventede gennemsnitlige levetid af en nyfødt, et demografisk værktøj som anvendes hyppigt til belysning af befolkningens nuværende dødelighedsniveau. Middellevetid bruges også som sammenligningsgrundlag på tværs af befolkninger og tid. Tallet angiver det gennemsnitlige antal år, som en nyfødt kan forvente at leve *under den forudsætning*, at de nuværende mortalitetsrater for alle grupperinger af køn og alderstrin holder sig på samme niveau i fremtiden. Med middellevetiden har man et relativt simpelt begreb, som gør det muligt at sammenligne forskellige befolkningers dødelighed. I praksis vil de nuværende dødshyppigheder formentlig ikke holde sig på et samme niveau i fremtiden.

Igennem mange år har der været en tendens til faldende mortalitetsrater, og der er meget, som tyder på, at det er en udvikling som fortsætter. Den konkrete fortolkning af middellevetiden for 0-årige som det gennemsnitlige antal år, som en nyfødt kan forventes at leve, vil derfor formentlig undervurdere den faktiske middellevetid. Men formålet med middellevetiden er heller ikke at forudsige præcist, hvor længe en nyfødt vil leve. Formålet er at have et simpelt begreb, der kan sammenlignes på tværs af befolkninger og tid. Figur 1 viser udviklingen af middellevetid for 0-årige i Danmark siden 1840.



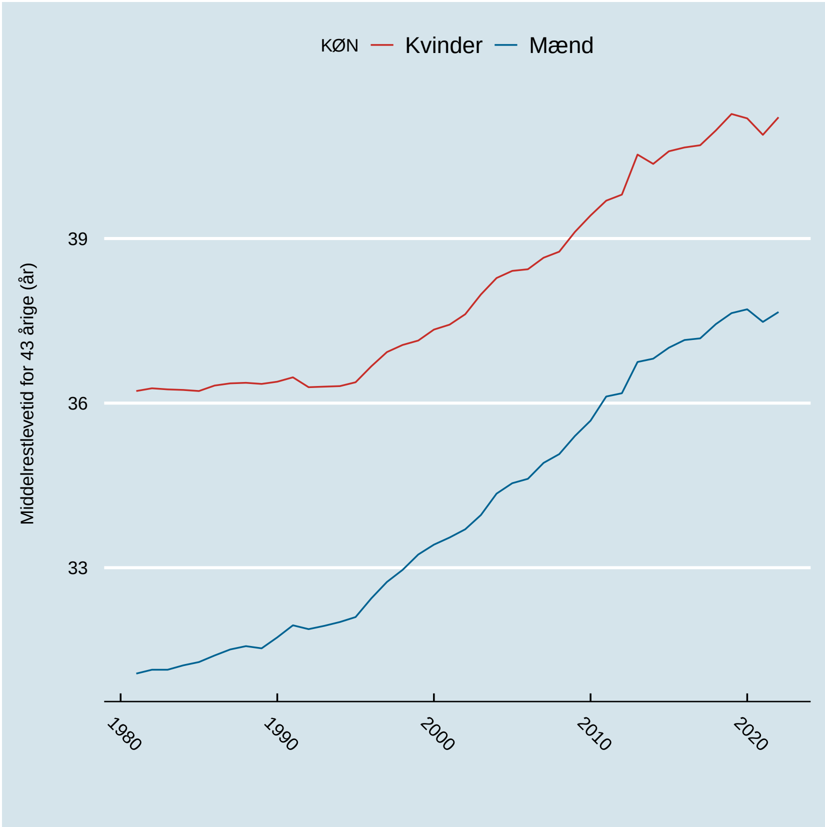
Figur 1: Udviklingen i middellevetid for 0-årige. Kilde: statistikbankens HISB7.

1.2 Andre dødelighedsmål

Middellevetiden er måske det vigtigste mål, som resulterer af overlevelsestavlen. En overlevelsestavle beskriver også en række andre dødelighedsmål, såsom den forventede restlevetid fra alder x, sandsynligheden for at dø inden alder x og sandsynligheden for at være i live ved alder x. Figur 1 viser middelrestlevetiden for 43-årige i Danmark siden 1981.

1.3 Eksempel

Vi henter data fra statistikbankens register `FOLK1a` og `FOD207` og beregner aldersspecifikke mortalitetsrater for kvinder i Danmark i 2019. Vi inddeler i 12 aldersintervaller, hvor det første interval har længde 1 år, det andet interval har



Figur 2: Udviklingen i middelrestlevetid for 43-årige. Kilde: statistikbankens HISB8.

længde 9 år, resten af intervallerne har længde 10 år og det sidste aldersinterval er fra 90 til 125 år.

```
x <- hent_mortalitetsrate_data(tid = 2019,
                               breaks = c(0,1,10,seq(20,90,10),Inf),
                               køn = "kvinder",
                               right = FALSE,
                               alder = "all_no_total")
x <- mutate(x,M = Dod/R)
x
```

```
# A tibble: 11 × 6
   aldersinterval KØN       TID      R   Dod         M
   <fct>          <chr>   <dbl>  <dbl> <dbl>     <dbl>
 1 0              Kvinder  2019  29448    74 0.00251
 2 1-9            Kvinder  2019 270111    24 0.0000889
 3 10-19          Kvinder  2019 332202    32 0.0000963
 4 20-29          Kvinder  2019 383578    73 0.000190
 5 30-39          Kvinder  2019 336414   128 0.000380
 6 40-49          Kvinder  2019 378914   342 0.000903
 7 50-59          Kvinder  2019 397594  1160 0.00292
 8 60-69          Kvinder  2019 336747  2855 0.00848
 9 70-79          Kvinder  2019 293474  6016 0.0205
10 80-89          Kvinder  2019 129929  8878 0.0683
11 90+            Kvinder  2019  32094  6921 0.216
```

Med disse tal fra den rigtige befolkning konstruerer vi overlevelsestavlen, som beskriver dødeligheden i en hypotetisk befolkning, der bliver født i 2019 og lever hele deres "liv" igennem alle alderstrin i 2019, hvor de bliver udsat for mortalitetsraterne fra 2019.

```
x <- mutate(x,a = c(0.1,4.5,rep(5,9)),k = c(1,9,rep(10,9)))
tavle_kvinder <- overlevelsestavle(x,
                                   mortalitet = "M",
                                   alder = "aldersinterval")
print(tavle_kvinder,digits = 2)
```

```
# A tibble: 11 × 9
  Alder      l     d     p         q     o      L        T     e
  <fct>  <dbl> <dbl> <dbl>     <dbl> <dbl>  <dbl>    <dbl> <dbl>
1 0     100000   251 0.997 0.00251   1      99774 8334430.  83.3
2 1-9    99749    80 0.999 0.000799  0.997 897385 8234656.  82.6
3 10-19  99670    96 0.999 0.000963  0.997 996216 7337271.  73.6
4 20-29  99574   189 0.998 0.00190   0.996 994789 6341056.  63.7
5 30-39  99384   377 0.996 0.00380   0.994 991955 5346266.  53.8
6 40-49  99007   890 0.991 0.00899   0.990 985620 4354311.  44.0
7 50-59  98117  2821 0.971 0.0288    0.981 967065 3368691.  34.3
```

8	60-69	95296	7751	0.919	0.0813	0.953	914204	2401626.	25.2
9	70-79	87545	16278	0.814	0.186	0.875	794062	1487422.	17.0
10	80-89	71267	36296	0.491	0.509	0.713	531192	693360.	9.73
11	90+	34971	34971	0	1	0.350	162168	162168.	4.64

Tabel 1: Forklaring af kolonner i en overlevelsestavle

Kolonne	Betydning
`Alder`	Aldersinterval
`l`	Dekrementfunktion: Antal tabelpersoner i starten af intervallet
`d`	Antal døde i intervallet
`p`	Sandsynlighed for at overleve i intervallet
`q`	Dødshyppighed: sandsynlighed for at dø i intervallet
`o`	Sandsynlighed for at overleve indtil starten af intervallet
`L`	Samlet risikotid i intervallet
`T`	Samletlevetid fra starten af intervallet
`e`	Middelrestlevetid (i første interval = middellevetid)

Fra overlevelsestavlen aflæser vi af kolonne `e`: under antagelsen af, at mortalitetsraterne i 2019 ikke ændrer sig i al fremtid vil man forvente, at en nyfødt pige lever 88,3 år og at en kvinde som er 30 år gammel kan forvente at leve 53,8 år.

2 Konstruktion af overlevelsestavler

Overlevelsestavler beskriver, hvordan en tænkt lukket fødselskohorte reduceres med stigende alder alene på grund af dødsfald. Fordi kohorten er lukket, er død den eneste mulige afgang fra kohorten. Der tages udgangspunkt i en fiktiv tabelbefolkning bestående af ℓ_0 personer, som antages at være født på nøjagtig samme tidspunkt. Antallet af fiktive tabelpersoner ℓ_0 kaldes for 'radix', og radix sættes typisk til $\ell_0 = 100.000$.

2.1 Dekrementfunktionen

Funktionen ℓ_x angiver hvor mange tabelpersoner stadigvæk er i live ved alder x og beskriver hvordan tabelbefolkningen reduceres på grund af dødsfald. Startværdien ℓ_0 angiver, hvor mange tabelpersoner, der er i tabelbefolkningen helt i begyndelsen, hvor alder er lig med 0, og ℓ_{30} angiver hvor mange tabelpersoner er i live ved alder 30. Fordi ℓ_x er monotont faldende som funktion af alder, det vil sige, at der gælder $\ell_x \geq \ell_{x+1}$, kalder man den for dekrementfunktionen. Af tabellen kan man aflæse, hvor mange personer forventes at overleve til en bestemt alder. For eksempel betyder $\ell_{30} = 99.345$, at 99.345 personer ud af $\ell_0 = 100.000$ tabelpersoner stadigvæk er i live ved alder 30. I dette eksempel er overlevelsessandsynligheden i tabelbefolkningen ved alder 30 lig med

$$o(30) = \frac{\ell_{30}}{\ell_0} = \frac{99.345}{100.000} = 99,3\%,$$

eftersom overlevelsesfunktionen er defineret som

$$o_x = \frac{\ell_x}{\ell_0}.$$

Under konstruktionen af overlevelsestavler er opgaven at beregne dekrementfunktionens værdier ℓ_x for alle alderstrin $x = 0, 1, \ldots, x^{max}$ hvor x^{max} er det sidste alderstrin. Per konstruktion dør alle resterende tabelpersoner i det sidste alderstrin - det vil sige $\ell_{x^{max}+1} = 0$ og dermed også $o_{x^{max}+1} = 0$. Vi vil forklare hvorfor senere.

2.2 Dødshyppigheder

Dødshyppigheden ${}_kq_x$ beskriver for en person med eksakt alder x sandsynligheden for at dø inden alderen $x + k$. Dødshyppigheder forbinder den ægte, åbne befolkning, som man interesserer sig for, med den tænkte, lukkede tabelbefolkning, der definerer overlevelsestavlen. Man beregner dødshyppigheder baseret på aldersspecifikke mortalitetsrater, og den underliggende idé er, at mortalitetsraterne er ens i den ægte befolkning og i tabelbefolkningen for begge køn og alle alderstrin.

Bemærkning til notation:

Det er standardnotation i demografi at have indeks på begge sidder af symbolet ligesom i ${}_kq_x$. Her er indeks til højre startalderen og indeks til venstre er antal år som tælles med inklusive startalderen. Det er lidt forvirrende, fordi intervallet inkluderer startalderen x:

Symbol	Start	Længden	Slut	Betydning
${}_1D_0$	0	1	1	Antal døde i alder 0
${}_4D_1$	1	4	4	Antal døde i alder 1, 2, 3, 4
${}_5D_5$	5	5	9	Antal døde i alder 5, 6, 7, 8, 9

Vi ændrer nu også notationen for de aldersspecifikke mortalitetsrater. I Kapitel 2 har vi brugt M_x for mortalitetsraten i det x-te aldersinterval. Fra nu af bruger vi den mere præcise betegnelse ${}_kM_x$ for mortalitetsraten i det aldersinterval, som starter i alderen x og slutter i alderen $x + k$.

2.2.1 Approksimationsformlen

For at beregne dødssandsynligheder i den ægte befolkning vil man gerne dividere antal dødsfald i en kalenderperiode med antal personer i starten af perioden.

Problemet er, at den ægte befolkning er *åben*: Dødsfald bliver ikke registreret for personer som udvandrer i perioden, og både udvandrere og indvandrere i perioden bidrager ikke med risikotid til hele perioden. Ideen er derfor at tilnærme dødshyppighederne baseret på mortalitetsrater. Aldersspecifikke mortalitetsrater kan beregnes på de registrerede data, ved at dividere antal dødsfald i befolkningen med risikotiden, hvor indvandrere og udvandrere kun bidrager med den tid de har været i befolkningen (se Kapitel 1 og 2). Nøglen til en tilnærmelse af dødshyppighederne baseret på mortalitetsrater er følgende centrale formel for overlevelsestavlen:

$$_kq_x = \frac{k \cdot {}_kM_x}{1 + (k - {}_ka_x) \cdot {}_kM_x} \tag{K3.1}$$

Formlen afhænger aldersspecifikke mortalitetsrater $_kM_x$, længden af aldersintervallet k og også en konstant $_ka_x$, som kaldes Chiang's a. Konstanten $_ka_x$ beskriver den gennemsnitlige levetid i aldersintervallet for personer, der døde mellem alderen x og aldeen $x + k$. Dermed beskriver $(k - {}_ka_x)$ den gennemsnitlige tid som en person der døde i aldersintervallet var død. Hvis vi for eksempel ser på et aldersinterval mellem 70 og 79 år og en person døde i alder 74, så har den person været i live i 4 år (70, 71, 72, 73) og død i 6 år (74, 75, 76, 77, 78, 79). En person som døde i alder 78 har været i live i 8 år og død i 2 år, og så videre. Værdien af $_{10}a_{70}$ skal afspejle det gennemsnitlige antal år, som personer der døde i denne aldersgruppe, var i live. For de fleste intervaller vil man antage at gennemsnittet ligger i midten, altså i eksemplet vil man vælge $_{10}a_{70} = 5$.

2.2.2 Chiang's a

For at beregne dødshyppigheder med den centrale formel (K3.1) har vi brug for at specificere Chiang's a for alle aldersintervaller. Chiang's a skal tilnærme det forventede antal år levet i intervallet af en person, som dør i intervallet. Hvis Chiang's a opfylder dette, kan vi tilnærme den samlede dødstid, som alle personer der døde i aldersintervallet har været døde:

$$\begin{aligned}
\text{Samlede dødstid i aldersintervallet} &= (k - {}_ka_x) \cdot {}_kD_x, \\
k &= \text{Antal år i aldersintervallet} \\
{}_kD_x &= \text{Antal døde i aldersintervallet} \\
{}_ka_x &= \text{Gennemsnitlige antal dødsår i intervallet} \\
\{x, x+1, \ldots, x+k\} &= \text{År i intervallet.}
\end{aligned}$$

Hvis vi antager at dødstider er lige fordelt i aldersintervallet, altså at det er lige sandsynligt at dø i starten som det er at dø i slutningen af aldersintervallet, er det rimeligt at vælge

$$_ka_x = \frac{k}{2}.$$

Det første og sidste aldersinterval vil dog altid kræve særlige værdier af $_ka_x$. I det første leveår er dødstiderne meget skævt fordelt over året - de fleste dødstider inden 1-års fødselsdagen ligger kort efter fødslen. Derfor sætter vi ${}_1a_0 = 0,1$. For det sidste interval x^{max} vælger vi

$$ {}_\infty a_{x^{max}} = \frac{1}{{}_\infty M_{x^{max}}}, \tag{K3.2} $$

så dødshyppigheden i det sidste interval bliver 1, og det betyder, at alle tabelpersoner dør i det sidste aldersinterval, dvs. ${}_\infty q_{x^{max}} = 1$. ved formel (K3.1).

Tabel 2: Tabellen viser hvordan vi vælger Chiang's a for 1-års, 5-års og 10-års aldersintervaller.

	5-års aldersintervaller	10-års aldersintervaller
Første leveår	${}_1a_0 = 0,1$	${}_1a_0 = 0,1$
Aldersinterval 1-5 år	${}_4a_1 = 4 \cdot 0,5 = 2$	${}_9a_1 = 9 \cdot 0,5 = 4,5$
Alle andre intervaller	${}_ka_5 = 5 \cdot 0,5$=2,5	${}_ka_{10} = 10 \cdot 0,5 = 5$
Sidste aldersinterval	$a_{x^{max}} = \frac{1}{{}_\infty M_{x^{max}}}$	$a_{x^{max}} = \frac{1}{{}_\infty M_{x^{max}}}$

2.2.3 Forklaring af den centrale formel

I det følgende skal vi på en uformel måde forklare formel (K3.1). Hvis den ægte befolkning var lukket, altså uden forekomst af ind- og udvandring, ville man kunne beregne dødshyppighederne simpelt som antal dødsfald i aldersintervallet divideret med antal personer i starten af aldersintervallet:

$$ \text{Dødshyppighed} = \frac{\text{Antal dødsfald i aldersintervallet}}{\text{Antal personer i starten}}. $$

Hvis aldersintervallet er over k år gælder

$$ \text{Antal personer i starten} = \frac{\text{Risikotid} + \text{Dødstid}}{k}. $$

Her er risikotiden det samlede antal år, som befolkningens personer har levet (i aldersintervallet), og dødstiden er tilsvarende det samlede antal år, som befolkningens personer var døde. Med denne formel kan dødshyppigheden skrives som

$$ \text{Dødshyppighed} = \frac{k \cdot \text{Antal dødsfald i aldersinterval}}{\text{Risikotid} + \text{Dødstid}}. \tag{K3.3} $$

Vi sætter Chiang's a sådan at

$$ \text{Dødstid i aldersinterval} = (k - {}_ka_x) \cdot {}_kD_x, $$

er en god tilnærmelse af den samlede dødstid, som alle personer der døde i aldersintervallet har været døde (c.f., afsnit 2.2.2). Hvis vi nu anvender formlen for den aldersspecifikke mortalitetsrate fra Kapitel 2,

$$ {}_kM_x = \frac{{}_kD_x}{{}_kR_x}, $$

ser vi at den centrale formel (K3.1) faktisk er lig med formel (K3.3):

$$\begin{aligned}\frac{k \cdot {}_kM_x}{1 + (k - {}_ka_x) \cdot {}_kM_x} &= \frac{k \cdot \frac{{}_kD_x}{{}_kR_x}}{1 + (k - {}_ka_x) \cdot \frac{{}_kD_x}{{}_kR_x}} \\ &= \frac{k \cdot {}_kD_x}{{}_kR_x \cdot (1 + (k - {}_ka_x) \cdot \frac{{}_kD_x}{{}_kR_x})} \\ &= \frac{k \cdot {}_kD_x}{{}_kR_x + (k - {}_ka_x) \cdot {}_kD_x}.\end{aligned}$$

2.2.4 Beregningen af antal dødsfald og overlevelser

Vi fortsætter nu konstruktionen af overlevelsestavlen. Vi starter med en radix af ℓ_0 tabelpersoner. For at beregne antal tabelpersoner som overlever indtil det første alderstrin, $x = 1$, skal vi beregne hvor mange tabelpersoner dør mellem alder $x = 0$ og alder $x = 1$. For at beregne hvor mange tabelpersoner der overlever alder $x+k$ skal vi beregne hvor mange af de resterende ℓ_x tabelpersoner der dør i aldersintervallet. Vi betegner med ${}_kd_x$ antal tabelpersoner som dør mellem alder x og alder $x+k$. Dermed er ${}_1d_x$ antal tabelpersoner som dør mellem alder x og alder $x + 1$. Sandsynligheden for at dø mellem to alderstrin (dødshyppighederne) er det centrale element ved konstruktionen af overlevelsestavlen. Vi beregner antal dødsfald i aldersintervallet ved at gange antal tabelpersoner i starten af intervallet med dødshyppigheden:

$$ {}_kd_x = {}_kq_x \cdot \ell_x. \tag{K3.4}$$

Det er vigtig at skelne mellem antal døde ${}_kD_x$ i den ægte befolkning og antal døde ${}_kd_x$ i tabelbefolkningen. Med formel (K3.4) er det en enkel sag at finde antallet af tabelpersoner der er i live i starten af det næste aldersinterval:

$$\ell_{x+k} = \ell_x - {}_kd_x.$$

Alternativt kan vi starte med at beregne dekrementfunktionen baseret på dødshyppigheden

$$\ell_{x+k} = \ell_x \cdot (1 - {}_kq_x).$$

Bagefter er det simpelt at beregne antal dødsfald som

$$ {}_kd_x = l_x - l_{x+k}.$$

Med disse formler kan vi konstruere overlevelsestavlen vigtigste kolonner (ℓ_0 og ${}_kd_x$). Vi beskriver nu de vigtigste dødelighedsmål som overlevelsestavlen viser.

2.2.5 Beregning af middelrestlevetid og middellevetid

Vi betegner med ${}_kL_x$ den samlede gennemlevede tid i tabelbefolkningen i alderen mellem x og $x + k$. Da dødsfald er eneste afgangsårsag i tabelbefolkningen har vi

$$
\begin{aligned}
{}_kL_x &= \text{bidrag fra overlevende} + \text{bidrag fra døde} \\
&= k \cdot \ell_{x+k} + {}_ka_x \cdot {}_kd_x \\
&= {}_ka_x \cdot \ell_x + (k - {}_ka_x) \cdot \ell_{x+k}.
\end{aligned}
$$

Vi skal nu beregne den *forventede restlevetid* for en x-årig tabelperson. For en nyfødt er $x = 0$ og dermed bliver den forventede middelrestlevetid til den forventede levetid, som betegnes med *middellevetid*. Lad T_x angive den samlede levetid i tabelbefolkningen efter x-års fødselsdagen, specielt er T_0 den samlede levetid i tabelbefolkningen. Vi beregner

$$
\begin{aligned}
T_x &= {}_kL_x + \cdots + {}_kL_{x^{max}} \\
&= {}_ka_x \cdot \ell_x + (k - {}_ka_x) \cdot \ell_{x+k} + \cdots + {}_\infty a_{x^{max}} \cdot \ell_{x^{max}}.
\end{aligned}
$$

I tabelbefolkningen overlever ℓ_x personer til deres x-års fødselsdag, så den gennemsnitlige levetid efter x-års fødselsdagen bliver

$$
e_x = \frac{T_x}{\ell_x} = \text{gennemsnitlige restlevetid.} \tag{K3.5}
$$

Denne kvotient kaldes den forventede restlevetid eller middelrestlevetid for en x-årig tabelperson. På tilsvarende vis bliver middellevetid beregnet som

$$
e_0 = \frac{T_0}{\ell_0} = \text{middellevetid.} \tag{K3.6}
$$

2.2.6 Fortolkning

Når man fortolker middellevetid og middelrestlevetid er det vigtigt at huske og fremhæve at beregningen bygger på en hypotetisk tabelbefolkning som lever hele deres liv i en kort kalenderperiode. Danmarks Statistik forklarer middelrestlevetiden sådan[1]:

> Middelrestlevetiden er det gennemsnitlige antal år, som personer på en given fødselsdag har tilbage at leve i, *hvis deres dødelighed fremover (alder for alder) svarer til det niveau, som er konstateret i den aktuelle periode.*

2.3 Overlevelsestavle med 5-års intervaller

```r
x5 <- hent_mortalitetsrate_data(tid = 2019,
                                breaks = c(0,1,seq(5,95,5),Inf),
                                køn = "kvinder",
                                right = FALSE,
                                alder = "all_no_total")
```

[1] https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/borgere/befolkning/middellevetid

```
x5 <- mutate(x5,M = Dod/R)
x5 <- mutate(x5,a = c(0.1,2,rep(2.5,19)),k = c(1,4,rep(5,19)))
tavle_kvinder_5 <- overlevelsestavle(x5,
                                     mortalitet = "M",
                                     alder = "aldersinterval")
print(tavle_kvinder_5,digits = 2,n = 100)
```

```
# A tibble: 21 ×
#   9
   Alder        l     d     p         q     o      L         T     e
   <fct>    <dbl> <dbl> <dbl>     <dbl> <dbl>  <dbl>     <dbl> <dbl>
 1 0       100000   251 0.997 0.00251   1      99774 8338941.  83.4
 2 1-4      99749    40 1.00  0.000402 0.997 398917 8239167.  82.6
 3 5-9      99709    40 1.00  0.000398 0.997 498447 7840250.  78.6
 4 10-14    99669    30 1.00  0.000303 0.997 498272 7341804.  73.7
 5 15-19    99639    66 0.999 0.000658 0.996 498033 6843532.  68.7
 6 20-24    99574    82 0.999 0.000823 0.996 497664 6345499.  63.7
 7 25-29    99492   107 0.999 0.00108  0.995 497192 5847835.  58.8
 8 30-34    99385   146 0.999 0.00147  0.994 496558 5350643.  53.8
 9 35-39    99238   233 0.998 0.00235  0.992 495609 4854085.  48.9
10 40-44    99005   322 0.997 0.00325  0.990 494219 4358476.  44.0
11 45-49    98683   561 0.994 0.00568  0.987 492012 3864257.  39.2
12 50-54    98122  1135 0.988 0.0116   0.981 487773 3372245.  34.4
13 55-59    96987  1709 0.982 0.0176   0.970 480661 2884472.  29.7
14 60-64    95278  3081 0.968 0.0323   0.953 468685 2403810.  25.2
15 65-69    92196  4715 0.949 0.0511   0.922 449195 1935126.  21.0
16 70-74    87482  6638 0.924 0.0759   0.875 420815 1485930.  17.0
17 75-79    80844 10209 0.874 0.126    0.808 378699 1065115.  13.2
18 80-84    70635 15912 0.775 0.225    0.706 313396  686417.   9.72
19 85-89    54723 21608 0.605 0.395    0.547 219597  373021.   6.82
20 90-94    33116 20382 0.385 0.615    0.331 114623  153424.   4.63
21 95+      12734 12734 0     1        0.127  38801   38801.   3.05
```

2.4 Overlevelsestavle med 1-års intervaller

```
x1 <- hent_mortalitetsrate_data(tid = 2019,
                                breaks = c(0:99,Inf),
                                køn = "kvinder",
                                right = FALSE,
                                alder = "all_no_total")
x1 <- mutate(x1,M = Dod/R)
x1 <- mutate(x1,a = c(0.1,rep(0.5,99)),k = rep(1,100))
tavle_kvinder_1 <- overlevelsestavle(x1,
                                     mortalitet = "M",
                                     alder = "aldersinterval")
print(tavle_kvinder_1,digits = 2,n = 100)
```

```
# A tibble: 100
#   × 9
   Alder       l     d     p         q     o     L        T     e
   <fct>   <dbl> <dbl> <dbl>     <dbl> <dbl> <dbl>    <dbl> <dbl>
 1 0      100000   251 0.997 0.00251   1     99774 8340603.  83.4
 2 1-1     99749    16 1.00  0.000164  0.997 99741 8240828.  82.6
 3 2-2     99733     7 1.00  0.0000658 0.997 99730 8141087.  81.6
 4 3-3     99726     7 1.00  0.0000671 0.997 99723 8041357.  80.6
 5 4-4     99720    10 1.00  0.000105  0.997 99714 7941634.  79.6
 6 5-5     99709    14 1.00  0.000142  0.997 99702 7841920.  78.6
 7 6-6     99695     3 1.00  0.0000343 0.997 99693 7742218.  77.7
 8 7-7     99692    10 1.00  0.000101  0.997 99687 7642524.  76.7
 9 8-8     99682     6 1.00  0.0000638 0.997 99678 7542838.  75.7
10 9-9     99675     6 1.00  0.0000619 0.997 99672 7443159.  74.7
11 10-10   99669     3 1.00  0.0000304 0.997 99668 7343487.  73.7
12 11-11   99666     3 1.00  0.0000300 0.997 99665 7243820.  72.7
13 12-12   99663     9 1.00  0.0000915 0.997 99659 7144155.  71.7
14 13-13   99654     9 1.00  0.0000906 0.997 99649 7044496.  70.7
15 14-14   99645     6 1.00  0.0000607 0.996 99642 6944847.  69.7
16 15-15   99639    24 1.00  0.000241  0.996 99627 6845205.  68.7
17 16-16   99615     3 1.00  0.0000308 0.996 99613 6745578.  67.7
18 17-17   99612     9 1.00  0.0000907 0.996 99607 6645965.  66.7
19 18-18   99603     9 1.00  0.0000886 0.996 99598 6546358.  65.7
20 19-19   99594    20 1.00  0.000203  0.996 99584 6446759.  64.7
21 20-20   99574    17 1.00  0.000169  0.996 99565 6347176.  63.7
22 21-21   99557    14 1.00  0.000139  0.996 99550 6247610.  62.8
23 22-22   99543    16 1.00  0.000158  0.995 99535 6148060.  61.8
24 23-23   99527    16 1.00  0.000156  0.995 99520 6048525.  60.8
25 24-24   99512    20 1.00  0.000198  0.995 99502 5949005.  59.8
26 25-25   99492    20 1.00  0.000201  0.995 99482 5849503.  58.8
27 26-26   99472    28 1.00  0.000277  0.995 99458 5750021.  57.8
28 27-27   99445    15 1.00  0.000154  0.994 99437 5650563.  56.8
29 28-28   99429    23 1.00  0.000232  0.994 99418 5551126.  55.8
30 29-29   99406    21 1.00  0.000210  0.994 99396 5451708.  54.8
31 30-30   99385    16 1.00  0.000163  0.994 99377 5352312.  53.9
32 31-31   99369    39 1.00  0.000397  0.994 99349 5252935.  52.9
33 32-32   99330    29 1.00  0.000290  0.993 99315 5153586.  51.9
34 33-33   99301    26 1.00  0.000266  0.993 99288 5054271.  50.9
35 34-34   99274    36 1.00  0.000367  0.993 99256 4954983.  49.9
36 35-35   99238    46 1.00  0.000467  0.992 99215 4855727.  48.9
37 36-36   99192    41 1.00  0.000413  0.992 99171 4756512.  48.0
38 37-37   99151    21 1.00  0.000214  0.992 99140 4657341.  47.0
39 38-38   99129    88 0.999 0.000887  0.991 99085 4558201.  46.0
40 39-39   99041    37 1.00  0.000377  0.990 99023 4459116.  45.0
41 40-40   99004    51 0.999 0.000513  0.990 98979 4360093.  44.0
42 41-41   98953    39 1.00  0.000395  0.990 98934 4261114.  43.1
```

43	42-42	98914	73	0.999	0.000733	0.989	98878	4162180.	42.1
44	43-43	98842	79	0.999	0.000804	0.988	98802	4063302.	41.1
45	44-44	98762	77	0.999	0.000784	0.988	98724	3964500.	40.1
46	45-45	98685	115	0.999	0.00117	0.987	98627	3865777.	39.2
47	46-46	98570	60	0.999	0.000609	0.986	98540	3767150.	38.2
48	47-47	98510	131	0.999	0.00133	0.985	98444	3668610.	37.2
49	48-48	98379	123	0.999	0.00125	0.984	98318	3570165.	36.3
50	49-49	98257	133	0.999	0.00135	0.983	98190	3471848.	35.3
51	50-50	98124	169	0.998	0.00172	0.981	98039	3373658.	34.4
52	51-51	97955	163	0.998	0.00167	0.980	97873	3275618.	33.4
53	52-52	97792	251	0.997	0.00256	0.978	97666	3177745.	32.5
54	53-53	97541	262	0.997	0.00269	0.975	97410	3080078.	31.6
55	54-54	97279	280	0.997	0.00287	0.973	97139	2982668.	30.7
56	55-55	96999	248	0.997	0.00256	0.970	96875	2885530.	29.7
57	56-56	96751	296	0.997	0.00306	0.968	96602	2788655.	28.8
58	57-57	96454	348	0.996	0.00361	0.965	96280	2692052.	27.9
59	58-58	96106	373	0.996	0.00388	0.961	95919	2595772.	27.0
60	59-59	95733	460	0.995	0.00480	0.957	95503	2499853.	26.1
61	60-60	95273	471	0.995	0.00494	0.953	95038	2404350.	25.2
62	61-61	94802	599	0.994	0.00632	0.948	94503	2309312.	24.4
63	62-62	94203	611	0.994	0.00649	0.942	93898	2214809.	23.5
64	63-63	93592	660	0.993	0.00705	0.936	93262	2120911.	22.7
65	64-64	92932	746	0.992	0.00803	0.929	92559	2027649.	21.8
66	65-65	92186	823	0.991	0.00893	0.922	91775	1935090.	21.0
67	66-66	91363	873	0.990	0.00956	0.914	90927	1843315.	20.2
68	67-67	90490	985	0.989	0.0109	0.905	89997	1752389.	19.4
69	68-68	89505	1030	0.988	0.0115	0.895	88990	1662391.	18.6
70	69-69	88475	1009	0.989	0.0114	0.885	87970	1573402.	17.8
71	70-70	87466	1113	0.987	0.0127	0.875	86909	1485432.	17.0
72	71-71	86353	1137	0.987	0.0132	0.864	85784	1398522.	16.2
73	72-72	85215	1329	0.984	0.0156	0.852	84551	1312738.	15.4
74	73-73	83887	1454	0.983	0.0173	0.839	83159	1228187.	14.6
75	74-74	82432	1600	0.981	0.0194	0.824	81632	1145028.	13.9
76	75-75	80832	1857	0.977	0.0230	0.808	79904	1063396.	13.2
77	76-76	78975	1928	0.976	0.0244	0.790	78011	983492.	12.5
78	77-77	77047	1968	0.974	0.0255	0.770	76063	905481.	11.8
79	78-78	75078	2224	0.970	0.0296	0.751	73967	829419.	11.0
80	79-79	72855	2390	0.967	0.0328	0.729	71660	755452.	10.4
81	80-80	70465	2698	0.962	0.0383	0.705	69116	683792.	9.70
82	81-81	67767	2878	0.958	0.0425	0.678	66328	614675.	9.07
83	82-82	64889	3227	0.950	0.0497	0.649	63275	548347.	8.45
84	83-83	61662	3529	0.943	0.0572	0.617	59897	485072.	7.87
85	84-84	58133	3837	0.934	0.0660	0.581	56215	425174.	7.31
86	85-85	54296	3922	0.928	0.0722	0.543	52335	368960.	6.80
87	86-86	50374	4430	0.912	0.0879	0.504	48159	316625.	6.29
88	87-87	45944	4262	0.907	0.0928	0.459	43813	268465.	5.84

89	88-88	41682	4616	0.889	0.111	0.417	39375	224652.	5.39
90	89-89	37067	4390	0.882	0.118	0.371	34872	185278.	5.00
91	90-90	32677	4427	0.865	0.135	0.327	30464	150406.	4.60
92	91-91	28250	4264	0.849	0.151	0.282	26118	119942.	4.25
93	92-92	23986	4081	0.830	0.170	0.240	21945	93824.	3.91
94	93-93	19905	3563	0.821	0.179	0.199	18124	71879.	3.61
95	94-94	16342	3425	0.790	0.210	0.163	14630	53756.	3.29
96	95-95	12918	3040	0.765	0.235	0.129	11398	39125.	3.03
97	96-96	9877	2494	0.748	0.252	0.0988	8631	27728.	2.81
98	97-97	7384	1939	0.737	0.263	0.0738	6414	19097.	2.59
99	98-98	5444	1690	0.690	0.310	0.0544	4599	12683.	2.33
100	99+	3754	3754	0	1	0.0375	8084	8084.	2.15

2.5 Danmark statistik

Danmark statistik offentliggør egne beregninger af middellevetiden og middelrestlevetiden.[2] I dette afsnit forklarer vi hvordan Danmark Statistiks beregninger bliver mere præcise fordi de bruger datoer for fødsler, dødsfald og folkevandringer. [3]

Med etableringen af den personstatistiske database har Danmarks Statistik fået nye muligheder for at beregne dødshyppighederne mere korrekt, idet databasen for alle personer i Danmark indeholder eksakt information om eventuel dødsdato og ind- og udvandringsdatoer. Der kan således for hver enkelt person udregnes nøjagtigt, hvor mange dage personen i en årsperiode har været i Danmark og hvor mange af dagene i årsperioden, personen har været død. Den søgte dødshyppighed skal præcist angive sandsynligheden for at dø i et bestemt alderstrin, dvs. mellem to fødselsdage. For at opnå denne hyppighed laves der en særlig beregning for hver enkelt person fra fødselsdag til fødselsdag i en periode, der omfatter to kalenderår. I offentliggørelsen af middellevetid fra 19. marts 2010 er det kalenderårene 2008 og 2009, der ligger til grund for beregningerne. For alle personer, der var i den danske befolkning på et eller andet tidspunkt mellem deres fødselsdag i 2008 og i 2009, er der lavet en beregning for antallet af dage, personen var i Danmark og antallet af dage personen var død i perioden mellem de to fødselsdage. For personer, der ikke dør mellem to fødselsdage, vil antallet af dage som død naturligvis være 0. Efterfølgende laves der en sammenlægning for personer med samme køn og alderstrin for at få det samlede antal levedage og dødsdage. Personer vil placeres på det alderstrin, som svarer til det antal år, de fyldte i startåret, hvilket i eksemplet vil sige 2008. En person, som fyldte 60 år 1. januar 2008 vil f.eks. tilhøre de 60-årige. Det samme vil en person, der fyldte 60 år 31. december 2008. Der kan altså i yderste konsekvens være næsten et års forskel mellem den periode, som personer på samme alderstrin følges.

[2] https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/borgere/befolkning/middellevetid.

[3] https://www.dst.dk/ext/36380110073/0/befolkning/Hvordan-beregner-vi-middellevetid?--pdf