

# Overlevelsestavler

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

## 1 Introduktion

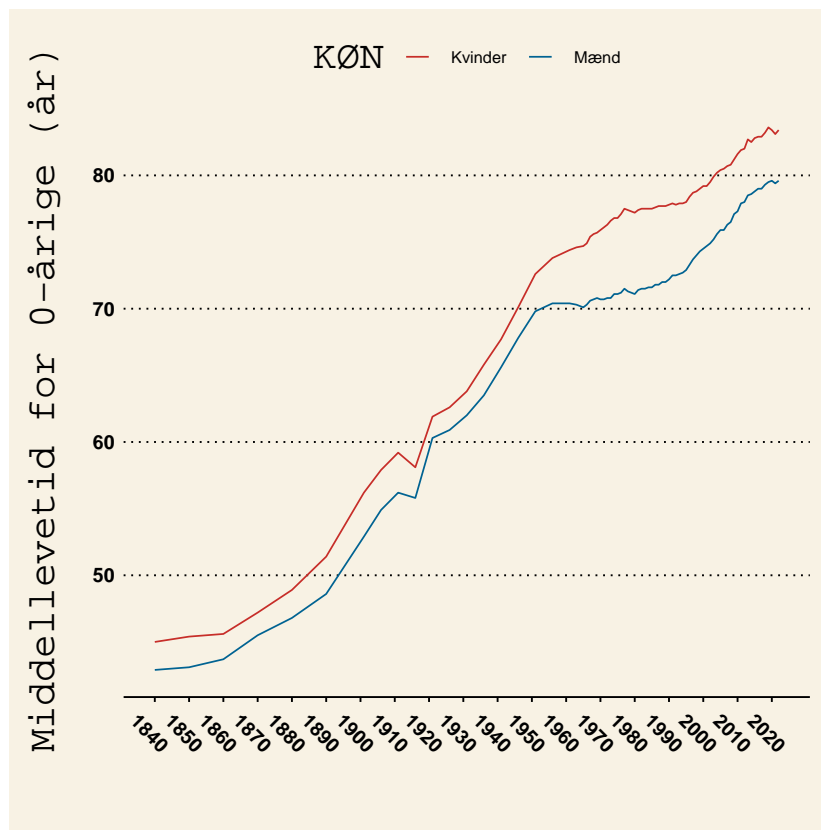
Overlevelsestavlen repræsenterer en matematisk model, der kvantificeres ved hjælp af konkrete demografiske data. Modellen genererer derefter en omfattende beskrivelse af dødelighedsforholdene i den specifikke befolkning. De forskellige mål for dødelighed konstrueres på baggrund af overlevelsestavlen. 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.



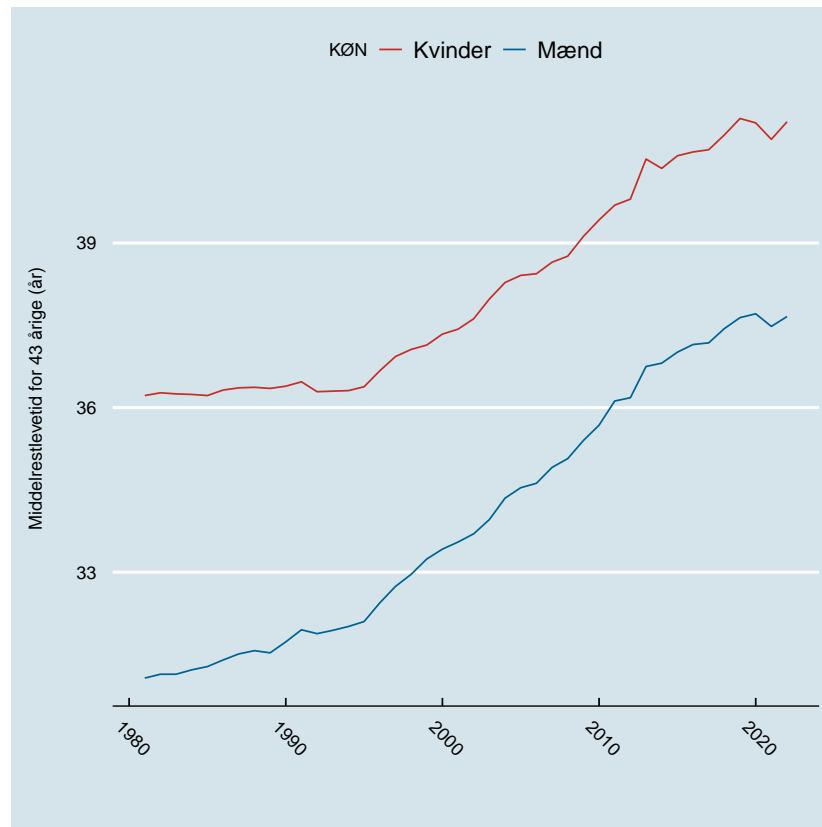
Figur 1: Udviklingen i middellevetid for 0-årige. Kilde: statistikbankens HISB7.

## 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  $\ell_0$  personer, som antages at være født på nøjagtig samme tidspunkt. Antallet af fiktive tabelpersoner  $\ell_0$  kaldes for 'radix', og radix sættes typisk til  $\ell_0 = 100.000$ .

### 2.1 Dekrementfunktionen

Funktionen  $\ell_x$  angiver hvor mange tabelpersoner stadigvæk er i live ved alder  $x$  og beskriver hvordan tabelbefolkningen reduceres på grund af dødsfald. Startværdien  $\ell_0$  angiver, hvor mange tabelpersoner, der er i tabelbefolkningen helt i begyndelsen, hvor alder er lig med 0, og  $\ell_{30}$  angiver hvor mange tabelpersoner er i live ved alder 30. Fordi  $\ell_x$  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  $\ell_x$  for alle alderstrin  $x = 0, 1, \dots, x^{max}$  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 sider 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:

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

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 alderen  $x + k$ . 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:

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

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

$${}_∞a_{x^{max}} = \frac{1}{{}_∞M_{x^{max}}}, \quad (\text{K3.2})$$

så dødshyppigheden i det sidste interval bliver 1, og det betyder, at alle tabelpersoner dør i det sidste aldersinterval, dvs.  ${}_∞q_{x^{max}} = 1$ . 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	${}_xa_{x^{max}} = \frac{1}{{}_∞M_{x^{max}}}$	${}_xa_{x^{max}} = \frac{1}{{}_∞M_{x^{max}}}$

### 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

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

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 formelen 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  $\ell_0$  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  $\ell_x$  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:

$${}_kd_x = {}_kq_x \cdot \ell_x. \quad (\text{K3.4})$$

Det er vigtigt 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 døds-hyppigheden

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

Bagefter er det simpelt at beregne antal dødsfald som

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

Med disse formler kan vi konstruere overlevelsestavlen vigtigste kolonner ( $\ell_0$  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

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

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

$$e_x = \frac{T_x}{\ell_x} = \text{gennemsnitlige restlevetid.} \quad (\text{K3.5})$$

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

$$e_0 = \frac{T_0}{\ell_0} = \text{middellevetid.} \quad (\text{K3.6})$$

### 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<sup>1</sup>:

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

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

<sup>1</sup><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.<sup>2</sup> I dette afsnit forklarer vi hvordan Danmark Statistiks beregninger bliver mere præcise fordi de bruger datoer for fødsler, dødsfald og folkevandringer.<sup>3</sup>

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.

<sup>2</sup><https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/borgere/befolkning/middellevetid>.

<sup>3</sup><https://www.dst.dk/ext/36380110073/0/befolkning/Hvordan-beregner-vi-middellevetid?--pdf>