

## Beregning af middellevetid

### Hvad er middellevetid?

Tal for middellevetiden for 0-årige drenge og piger anvendes hyppigt til belysning af befolkningens sundhedsmæssige tilstand. Tallet angiver det gennemsnitlige antal år, som en nyfødt kan forventes at leve under den forudsætning, at de nuværende dødshyppigheder for alle grupperinger af køn og alderstrin holder sig på det samme niveau i al fremtid. Med middellevetiden har man et relativt simpelt begreb, som gør det muligt at sammenligne forskellige befolkningers dødelighed og som let kan følges over tid til at belyse tendenser i udviklingen i befolkningens levetid.

I praksis vil de nuværende dødshyppigheder naturligvis ikke holde sig på et konstant niveau i al fremtid. I gennem mange år har der været en tendens til faldende dødshyppigheder, 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 nyfødte vil leve. Formålet er at have et simpelt begreb, der kan sammenlignes på tværs af befolkninger og tid.

### Dødshyppigheder

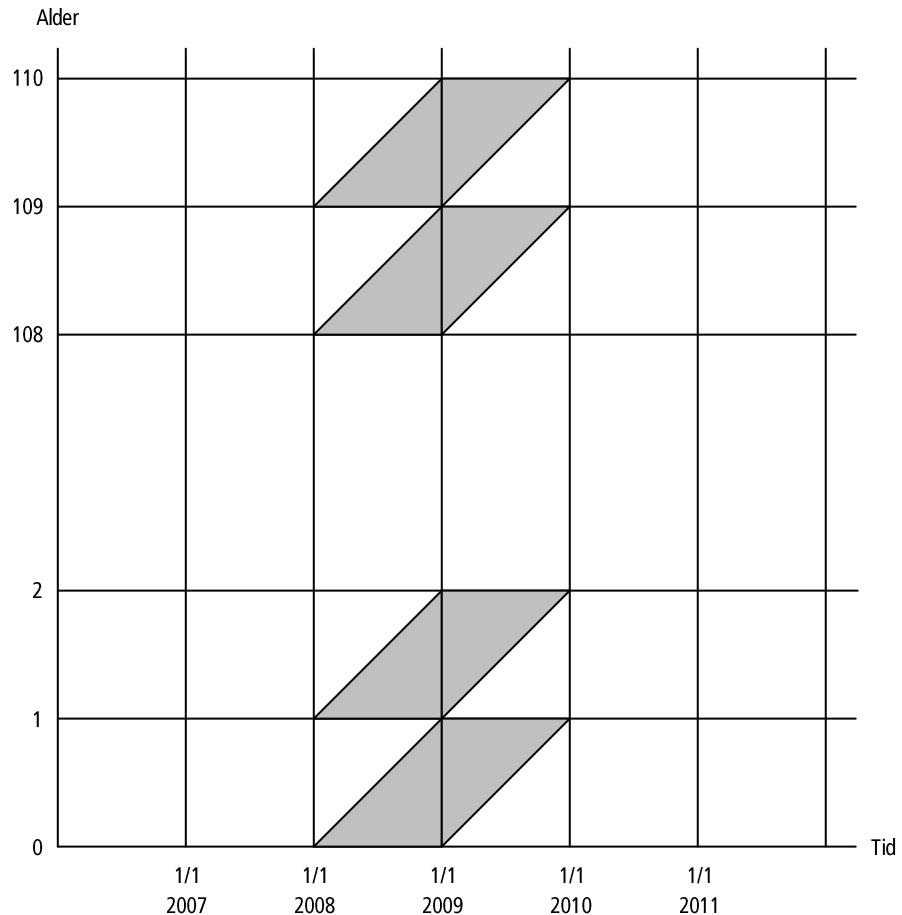
Middellevetiden er en del af de såkaldte dødelighedstavler. Sandsynligheden for at dø mellem to alderstrin (dødshyppighederne) er det centrale element ved konstruktionen af dødelighedstavler. For både mænd og kvinder skal der for alle enkelte alderstrin udregnes dødshyppigheder for at man kan lave beregningen af middellevetid.

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 udvandringstidsdatoer. 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 på 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 dødedage. 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 fx 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. I et Lexis skema svarer de anvendte grupper til såkaldte C-grupper, som omfatter personer, der er født samme år.

### C-grupper i Lexis skema



Til beregning af dødshyppigheden skal der kendes antallet af døde og antallet af personer med dødsrisiko. Antallet af døde fås simpelt ved at sammenlægge alle personer i en bestemt køns- og aldersgruppe, der døde mellem de to fødselsdage i 2008 og 2009. For at få et mål for gruppen med dødsrisiko målt i personer lægges køns- og aldersgruppens samlede antal levedage og dødedage sammen, hvorefter tallet divideres med 365.

### Eksempel på beregning af dødshyppighed. 0-11-årige mænd. 2008/2009

A	B	C	D	E	F	G	H
		Døde	Levedage	Dødedage	Alle dage	Risikogruppe	Dødshyppighed
Køn	Alder				D + E	F / 365	C / G
Mænd	0	136	12 119 476	44 656	12 164 132	33 326	0,0040809
Mænd	1	8	11 954 437	1 685	11 956 122	32 756	0,0002442
Mænd	2	7	12 215 658	1 843	12 217 501	33 473	0,0002091
Mænd	3	1	11 965 772	209	11 965 981	32 784	0,0000305
Mænd	4	4	12 010 854	990	12 011 844	32 909	0,0001215
Mænd	5	1	12 050 195	341	12 050 536	33 015	0,0000303
Mænd	6	2	11 989 691	74	11 989 765	32 849	0,0000609
Mænd	7	6	12 106 006	1 554	12 107 560	33 171	0,0001809
Mænd	8	5	12 474 452	1 343	12 475 795	34 180	0,0001463
Mænd	9	2	12 331 285	268	12 331 553	33 785	0,0000592
Mænd	10	1	12 451 378	138	12 451 516	34 114	0,0000293
Mænd	11	3	12 732 290	822	12 733 112	34 885	0,0000860

### Dødeår

Oplysningerne om dødedage bruges også til at beregne den gennemsnitlige tid, som en person, der døde, var død mellem de to fødselsdage. Her omregnes dødedage først til år ved at dividere med 365, hvorefter der divideres med antallet af døde. For de 0-årige drenge svarer de 44.656 dødedage fx til 122,34 dødeår. Ved at dividere de 122,34 dødeår med de 136 døde 0-årige drenge får man, at de 0-årige drenge, der døde mellem deres fødselsdag i 2008 og 2009, i gennemsnit var døde 0,90 år. At tallet er tæt på 1 indikerer, at de 0-årige, der dør, meget ofte dør kort tid efter fødslen. Falder dødsfaldene ligeligt fordelt mellem to fødselsdage vil det give et gennemsnitligt antal dødeår på 0,5. De 0-årige er et særtilfælde, og for de øvrige alderstrin med et forholdsvis stort antal døde, vil det gennemsnitlige antal dødeår ligge tæt på 0,5. For alderstrin med meget få døde kan der være store fluktuationer i det gennemsnitlige antal dødeår, hvilket dog netop pga. det lave antal døde stort set ikke har nogen betydning for de beregnede middelevetider.

### Dødelighedstavler

Oplysningerne om dødshyppigheder og det gennemsnitlige antal dødeår for alle grupperinger af køn og alderstrin er de grundlæggende informationer, der er brug for i forbindelse med konstruktionen af dødelighedstavler. Målene for middelevetid er en del af dødelighedstavlerne.

I dødelighedstavlerne tages der udgangspunkt i en fiktiv befolkning på 100.000 personer, som alle antages at være født på nøjagtig samme tidspunkt. Ud fra de aldersfordelte dødshyppigheder kan de korresponderende overlevelseshyppigheder beregnes, og man kan derved udregne, hvor mange af de 100.000 fra startbefolkningen, der er tilbage ved begyndelsen af hvert alderstrin. Det udregnes også hvor mange personår, som der i alt gennemleves fra alderstrin til alderstrin. Der anvendes en række forskellige bogstavbetegnelser i dødelighedstavlerne, som nedenfor er defineret, hvor  $x$  angiver alderstrin. Alle beregninger laves separat for både mænd og kvinder.

$q_x$  = sandsynlighed for at dø mellem alderstrin  $x$  og alderstrin  $x+1$  (dødshyppighed). Denne sandsynlighed er beregnet uden for dødelighedstavlen som beskrevet ovenfor.

$p_x = 1 - q_x$  = sandsynlighed for at overleve fra alderstrin  $x$  til starten af alderstrin  $x+1$

$l_{x+1} = l_x \times p_x$  = antal personer, som ved begyndelsen af alderstrinnet  $x+1$  er tilbage i befolkningen.

$$l_0 = 100.000$$

$$l_1 = 100.000 \times p_0$$

$$l_2 = l_1 \times p_1$$

og tilsvarende for alle øvrige alderstrin.

$d_x = l_x \times q_x$  = antallet af døde mellem alderstrin  $x$  og  $x+1$ . Der er tale om et antal døde beregnet særligt til dødelighedstavlen med startbefolkningen på 100.000 0-årige, og det har derfor ikke noget med det faktiske antal døde i et givent år at gøre.

$dyear_x$  = det gennemsnitlige antal dødeår i tidsrummet mellem alderstrinene  $x$  og  $x+1$  for personer, der døde mellem alderstrin  $x$  og  $x+1$ . Variablen er ligesom beregnet uden for dødelighedstavlen. Metoden er beskrevet ovenfor i eksemplet med 0-årige drenge, der fik beregnet et gennemsnitligt antal dødeår på 0,90.

$L_x = l_x - d_x \times dyear_x$  = antallet af personår gennemlevet mellem starten af alderstrin  $x$  og starten af alderstrin  $x+1$ . Der tages her hensyn til både antallet af døde og hvor længe de døde i gennemsnit var døde i året.  $L_x$  udregnes som alderstrinets startbefolkning fratrukket den tid (målt i personår) som personer, der døde på alderstrinnet, var døde i året.  $L_x$  svarer også til det antal personer på alderstrin  $x$ , der i gennemsnit var til stede mellem alderstrinene  $x$  og  $x+1$ .  $L_x$  er mindre end  $l_x$ , hvis der er mindst ét dødsfald på alderstrin  $x$ .  $L_x$  er til gengæld større end  $l_{x+1}$ , hvis der er mindst ét dødsfald på alderstrin  $x$ , da den tid, som de døde lever på alderstrin  $x$ , også tæller med i den gennemlevede tid, mens de døde i sagens natur ikke er blandt næste alderstrins overlevende. Hvis dødsfald på et alderstrin er jævnt for-

delt over året, er  $L_x = \frac{l_x + l_{x+1}}{2}$  en god approximation, og det er den formel, der tidligere har været anvendt. Med den nye metode, der udregner dodedage præcist, er approximationen ikke nødvendig.

$$T_x = \sum_{t=0}^{\infty} L_{x+t} = T_{x+1} + L_x =$$

akkumulerede antal personår gennemlevet fra starten af alderstrin  $x$  til og med sidste alderstrin i dødelighedstavlen. Når  $x$  er 0, svarer  $T$  til alle de personår, som udgangspopulationen på 100.000 gennemlever, indtil den sidste af dem er død. Når  $x$  er 60, svarer  $T$  tilsvarende til alle de personår, som de, der overlevede frem til deres 60-års fødselsdag (dvs.  $l_{60}$ ), gennemlever fra de fyldte 60 år, til den sidste af dem er død.

$$e_x = \frac{T_x}{l_x} =$$

det gennemsnitlige antal leveår fra starten af alderstrin  $x$  til og med sidste alderstrin i dødelighedstavlen. Svarer til middellevetiden. Når  $x$  er 0, svarer  $e$  til alle de personår, som udgangspopulationen på 100.000 gennemlever, indtil den sidste af dem er død, divideret med udgangspopulation på 100.000. Det er især  $e_0$  svarende til forventede levetid for en nyfødt 0-årig, der hyppigt anvendes, men  $e$  beregnes også for alle øvrige alderstrin. Af dødelighedstavlen for mænd, der er vist som eksempel, fremgår det, at middellevetiden for 0-årige

er 76,52 år, mens den for 60-årige er 20,4 år. Tallet for 60-årige angiver det gennemsnitlige antal leveår, som en person, der er blevet 60 år, har tilbage at leve i regnet fra den dag, personen fylder 60 år.

Fra alderstrinet 104 år og opefter er dødshyppigheden sat til 0,5, da de observerede tal for disse alderstrin er meget usikre pga. det meget lave antal personer på alderstrinene. Det gennemsnitlige antal dødeår er også sat til 0,5 for alderstrin fra 104 år og efter. I praksis har dødshyppighederne for personer over 100 år meget lille betydning for middellevetiden for 0-årige.

#### Dødelighedstavle for mænd 2008/2009

Alder (x)	$l_x$	$d_x$	$p_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$
0	100 000	408	0,995919	0,0040809	99 633	7 652 456	76,52
1	99 592	24	0,999756	0,0002442	99 578	7 552 823	75,84
2	99 568	21	0,999791	0,0002091	99 553	7 453 245	74,86
3	99 547	3	0,999969	0,0000305	99 545	7 353 692	73,87
4	99 544	12	0,999878	0,0001215	99 536	7 254 147	72,87
5	99 532	3	0,999970	0,0000303	99 529	7 154 612	71,88
6	99 529	6	0,999939	0,0000609	99 528	7 055 083	70,88
7	99 523	18	0,999819	0,0001809	99 510	6 955 555	69,89
8	99 505	15	0,999854	0,0001463	99 494	6 856 045	68,90
9	99 490	6	0,999941	0,0000592	99 488	6 756 551	67,91
10	99 484	3	0,999971	0,0000293	99 483	6 657 063	66,92
11	99 481	9	0,999914	0,0000860	99 475	6 557 580	65,92
12	99 473	6	0,999943	0,0000569	99 469	6 458 106	64,92
13	99 467	14	0,999863	0,0001370	99 461	6 358 636	63,93
14	99 453	8	0,999918	0,0000823	99 450	6 259 175	62,94
15	99 445	6	0,999944	0,0000564	99 444	6 159 725	61,94
16	99 440	36	0,999639	0,0003611	99 426	6 060 281	60,94
17	99 404	40	0,999593	0,0004066	99 380	5 960 855	59,97
18	99 363	67	0,999330	0,0006697	99 331	5 861 475	58,99
19	99 297	56	0,999433	0,0005666	99 261	5 762 143	58,03
20	99 240	66	0,999331	0,0006691	99 205	5 662 882	57,06
21	99 174	53	0,999468	0,0005317	99 145	5 563 677	56,10
22	99 121	81	0,999184	0,0008157	99 081	5 464 532	55,13
23	99 040	86	0,999133	0,0008673	98 995	5 365 451	54,17
24	98 955	85	0,999138	0,0008616	98 905	5 266 456	53,22
25	98 869	60	0,999391	0,0006086	98 839	5 167 550	52,27
26	98 809	81	0,999184	0,0008162	98 769	5 068 711	51,30
27	98 728	55	0,999439	0,0005605	98 706	4 969 942	50,34
28	98 673	80	0,999192	0,0008078	98 639	4 871 236	49,37
29	98 593	72	0,999272	0,0007278	98 559	4 772 597	48,41
30	98 522	72	0,999269	0,0007307	98 491	4 674 038	47,44
31	98 450	89	0,999092	0,0009076	98 399	4 575 547	46,48
32	98 360	66	0,999329	0,0006710	98 334	4 477 148	45,52
33	98 294	95	0,999037	0,0009634	98 246	4 378 814	44,55
34	98 200	88	0,999104	0,0008959	98 158	4 280 567	43,59
35	98 112	116	0,998822	0,0011778	98 048	4 182 409	42,63
36	97 996	118	0,998794	0,0012057	97 932	4 084 361	41,68
37	97 878	101	0,998971	0,0010286	97 832	3 986 429	40,73
38	97 777	126	0,998714	0,0012865	97 723	3 888 596	39,77
39	97 651	158	0,998377	0,0016229	97 564	3 790 874	38,82
40	97 493	159	0,998365	0,0016348	97 421	3 693 310	37,88
41	97 334	154	0,998419	0,0015808	97 255	3 595 889	36,94
42	97 180	196	0,997984	0,0020160	97 084	3 498 634	36,00
43	96 984	227	0,997661	0,0023392	96 873	3 401 550	35,07
44	96 757	179	0,998151	0,0018486	96 672	3 304 677	34,15
45	96 578	261	0,997294	0,0027055	96 439	3 208 005	33,22
46	96 317	251	0,997393	0,0026066	96 186	3 111 565	32,31
47	96 066	278	0,997103	0,0028966	95 937	3 015 379	31,39
48	95 787	356	0,996280	0,0037204	95 623	2 919 442	30,48
49	95 431	439	0,995405	0,0045953	95 204	2 823 819	29,59
50	94 993	377	0,996031	0,0039691	94 786	2 728 615	28,72

**Dødelighedstavle for mænd 2008/2009 (fortsat)**

Alder (x)	$l_x$	$d_x$	$p_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$
51	94 616	491	0,994810	0,0051903	94 368	2 633 829	27,84
52	94 124	557	0,994082	0,0059178	93 849	2 539 461	26,98
53	93 567	569	0,993922	0,0060782	93 289	2 445 612	26,14
54	92 999	597	0,993584	0,0064161	92 701	2 352 324	25,29
55	92 402	724	0,992168	0,0078320	92 057	2 259 623	24,45
56	91 678	720	0,992150	0,0078502	91 312	2 167 566	23,64
57	90 959	719	0,992095	0,0079046	90 605	2 076 254	22,83
58	90 240	813	0,990994	0,0090060	89 833	1 985 649	22,00
59	89 427	843	0,990568	0,0094320	89 009	1 895 816	21,20
60	88 583	935	0,989449	0,0105506	88 129	1 806 807	20,40
61	87 649	935	0,989336	0,0106644	87 187	1 718 678	19,61
62	86 714	1 151	0,986728	0,0132718	86 149	1 631 491	18,81
63	85 563	1 142	0,986656	0,0133443	84 990	1 545 342	18,06
64	84 422	1 320	0,984365	0,0156345	83 755	1 460 352	17,30
65	83 102	1 435	0,982733	0,0172675	82 378	1 376 597	16,57
66	81 667	1 422	0,982593	0,0174069	80 939	1 294 219	15,85
67	80 245	1 616	0,979863	0,0201366	79 426	1 213 280	15,12
68	78 629	1 742	0,977839	0,0221606	77 749	1 133 854	14,42
69	76 887	1 644	0,978614	0,0213860	76 083	1 056 105	13,74
70	75 242	2 073	0,972451	0,0275493	74 220	980 022	13,02
71	73 170	2 074	0,971651	0,0283491	72 070	905 801	12,38
72	71 095	2 221	0,968759	0,0312408	69 978	833 731	11,73
73	68 874	2 392	0,965271	0,0347293	67 670	763 753	11,09
74	66 482	2 612	0,960718	0,0392817	65 184	696 083	10,47
75	63 871	2 754	0,956883	0,0431173	62 527	630 899	9,88
76	61 117	2 871	0,953021	0,0469788	59 727	568 372	9,30
77	58 246	3 204	0,944987	0,0550135	56 657	508 644	8,73
78	55 041	3 384	0,938511	0,0614889	53 347	451 987	8,21
79	51 657	3 362	0,934915	0,0650848	49 993	398 639	7,72
80	48 295	3 435	0,928871	0,0711294	46 563	348 646	7,22
81	44 860	3 462	0,922832	0,0771681	43 150	302 083	6,73
82	41 398	3 811	0,907938	0,0920622	39 506	258 933	6,25
83	37 587	3 708	0,901349	0,0986506	35 727	219 427	5,84
84	33 879	3 901	0,884859	0,1151411	31 998	183 700	5,42
85	29 978	3 622	0,879175	0,1208246	28 121	151 703	5,06
86	26 356	3 664	0,860990	0,1390097	24 515	123 581	4,69
87	22 692	3 170	0,860284	0,1397164	21 062	99 066	4,37
88	19 522	3 170	0,837640	0,1623601	17 901	78 004	4,00
89	16 352	2 971	0,818340	0,1816603	14 802	60 103	3,68
90	13 382	2 828	0,788642	0,2113581	11 923	45 301	3,39
91	10 553	2 526	0,760656	0,2393436	9 237	33 379	3,16
92	8 027	2 039	0,745980	0,2540195	6 996	24 141	3,01
93	5 988	1 603	0,732288	0,2677118	5 182	17 145	2,86
94	4 385	1 201	0,726112	0,2738883	3 757	11 964	2,73
95	3 184	909	0,714652	0,2853475	2 705	8 206	2,58
96	2 276	765	0,663714	0,3362863	1 868	5 502	2,42
97	1 510	515	0,658683	0,3413173	1 225	3 634	2,41
98	995	317	0,681283	0,3187173	824	2 409	2,42
99	678	245	0,637811	0,3621887	561	1 584	2,34
100	432	113	0,738439	0,2615605	364	1 023	2,37
101	319	134	0,578856	0,4211437	244	659	2,06
102	185	49	0,733236	0,2667641	167	415	2,25
103	135	42	0,692308	0,3076923	109	248	1,83
104	94	47	0,500000	0,5000000	70	140	1,49
105	47	23	0,500000	0,5000000	35	69	1,48
106	23	12	0,500000	0,5000000	18	34	1,45
107	12	6	0,500000	0,5000000	9	16	1,41
108	6	3	0,500000	0,5000000	4	8	1,31
109	3	1	0,500000	0,5000000	2	3	1,13
110	1	1	0,500000	0,5000000	1	1	0,75

## Middellevetid opdelt på landsdele

Danmarks Statistik offentliggør også tal for middellevetiden for 0-årige for de 11 landsdele i Danmark. Beregningerne laves på samme måde som beskrevet ovenfor for hver landsdel. De beregnede tal for Bornholm svinger forholdsvis meget fra år til år. Det afspejler, at Bornholm har få indbyggere sammenlignet med de øvrige 10 landsdele. Tilfældige udsving i antallet af døde fra år til døde kan derfor påvirke middellevetiden for 0-årige på Bornholm kraftigt.

For at undgå store udsving fra år til år, er der lavet en simpel regressionsmodel, der forklarer middellevetiden for 0-årige på Bornholm ud fra middellevetiden for 0-årige i hele landet. Regressionsmodellen er kørt for både mænd, kvinder og begge køn med data for perioden 1986-2009. Det er tallene fra regressionsmodellen, som er de offentliggjorte tal for Bornholm. Forskellene mellem regressionsmodellens resultater og de beregnede værdier for hvert år fremgår af figuren nedenfor.

