



Folkhälsomyndigheten

NCDSim – en simuleringsmodell för den framtida utvecklingen av icke-smittsamma sjukdomar



Denna titel kan laddas ner från www.folkhalsomyndigheten.se/publikationer-och-material/

En del av våra titlar går även att beställa som ett tryckt exemplar, se [kundtjänst och köpvillkor](#)

Citera gärna Folkhälsomyndighetens texter, men glöm inte att uppge källan. Bilder, fotografier och illustrationer är skyddade av upphovsrätten. Det innebär att du måste ha upphovspersonens tillstånd att använda dem.

© Folkhälsomyndigheten, 2025.

Artikelnummer: 25041

Innehåll

Förkortningar	4
Bakgrund.....	5
Syfte	6
Metod.....	7
NCDSim:s struktur och innehåll.....	7
Datakällor och definitioner.....	9
Riskfaktorers definition och förekomst.....	10
Relativa risker för incidens till sjukdom	11
Simulering av incidens utifrån tillskrivningsfaktorer	12
Den underliggande matematiska modellen	14
Scenarier för framtiden	15
Antaganden i basscenariot	15
Utformning och analys av alternativa scenarier.....	15
Beräkning av direkta och indirekta samhällsekonomiska kostnader	16
Kostnadsantaganden	16
Direkta kostnader	16
Indirekta kostnader	17
Grafiskt gränssnitt	17
Referenser	20

Förkortningar

ATC Anatomical Therapeutic Chemical

HKS Hjärt-kärlsjukdom

ICD International Classification of Diseases

IHE Institutet för Hälso- och Sjukvårdsekonomi

PAF Population attributable fraction

RTB Registret över totalbefolkningen

SCB Statistiska centralbyrån

Bakgrund

Folkhälsomyndigheten har, i samarbete med Cancerfonden och Hjärt-Lungfonden, utvecklat ett verktyg, i form av en simuleringsmodell – NCDSim - med ett webbaserat användargränssnitt. Verktyget gör det möjligt att studera hur utvecklingen av cancer och hjärt-kärlsjukdomar kan komma att utvecklas i framtiden och hur olika åtgärder, riktade mot de viktigaste riskfaktorerna för sjukdomarna, kan komma att påverka utvecklingen.

NCDSim baseras på Statistiska Centralbyråns (SCB) befolkningsframskrivning, se Statistiska centralbyrån (2022), av den framtida befolkningsutvecklingen och kan belysa den tänkbara utvecklingen för de aktuella sjukdomarna fram till år 2120. För många frågeställningar är det dock tillräcklig att göra framskrivningar på något kortare sikt.

En utgångspunkt för projektet är att NCDSim ska baseras på bästa tillgängliga empiriska data avseende befolkningens sammansättning samt förekomst av riskfaktorer och sjukdomsfall. Skattningarna baseras på uppgifter från SCB, Socialstyrelsen, Folkhälsomyndigheten och Livsmedelsverket. När det gäller relativa risker för insjuknande baserat på förekomst av de riskfaktorer som ingår i modellen har relevanta resultat hämtats från den akademiska litteraturen.

Syfte

NCDSim är utformad för att vara ett stöd i explorativa analyser, där antaganden relativt lätt kan ändras för att skapa olika scenarier för den framtida utvecklingen. Typiska frågeställningar som kan belysas med hjälp av scenariesimuleringar är hur preventiva åtgärder, riktade mot en eller flera av de riskfaktorer som ingår i modellen, kan tänkas påverka sjukdomarnas framtida utveckling. Ett användningsområde för modellen är att ge underlag vid bedömningar av om olika målsättningar, t.ex. inom ramen för Agenda 2030, är möjliga att uppnå eller – om inte - vilken typ av åtgärder som skulle behöva vidtas.

I nuläget används NCDSim för att analysera utvecklingen av cancer och hjärt-kärlsjukdom, men kan anpassa till andra icke-smittsamma sjukdomar för vilka uppgifter om bl.a. historisk förekomst och nyinsjuknande finns tillgängliga eller motsvarande antaganden kan göras.

NCDSim ger årliga resultat avseende antalet pågående sjukfall, antalet nyinsjuknade, antalet avlidna samt vårdkostnader för de aktuella sjukdomarna. Resultaten presenteras på ett överskådligt sätt i modellens webbgränssnitt men kan också exporterad för ytterligare analyser med hjälp av andra analysprogramvaror.

Metod

NCDSim:s struktur och innehåll

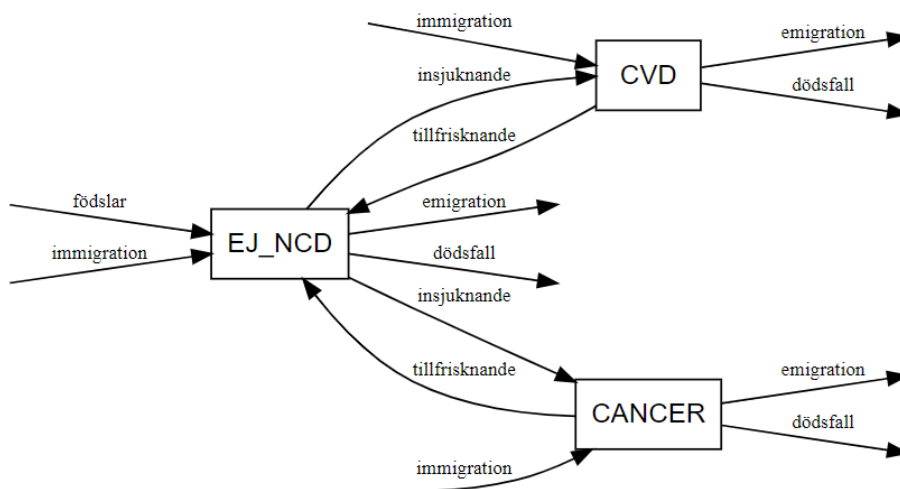
NCDSim är en systemdynamisk modell, vilket innebär att modellen behandlar stockar och flöden. Med stockar avses här antalet individer som delar gemensamma egenskaper vid en viss tidpunkt, till exempel som har en viss sjukdom. Stockar kan också kallas fack eller tillstånd. Flöden avser här antalet individer som flödar mellan två stockar, eller byter tillstånd, under ett tidsintervall. Exempel på flöden i NCDSim är antalet individer som under ett år insjuknar i en viss sjukdom eller som tillfrisknar från en viss sjukdom.

Medan stockarna avser antalsuppgifter, vid en viss tidpunkt, avser flödena snarare en förändringstakt, eller intensitet, under ett tidsintervall. I NCDSim simuleras modellen i tidssteg som avser kalenderår. Stockarna avser antalet individer i respektive tillstånd per den 31/12 respektive år medan flödena avser antalet personer som flödar mellan två stockar under samma kalenderår.

I NCDSim representeras inte enskilda individer utan grupper av individer. Alla individer som ingår i en stock har exakt samma egenskaper och den enda relevanta informationen är därmed antalet individer som ingår i stocken. På samma sätt är också flödena mellan stockar helt homogena.

I Figur 1 visas ett stock-/flödesdiagram över NCDSim. Modellen har tre stockar (figurens rutor); individer med cancer, individer med hjärt-kärlsjukdom och individer utan någon av dessa sjukdomar. De 14 flödena (figurens pilar) avser demografiska dels händelser (födslar, dödsfall, immigration och emigration) och epidemiologiska händelser (insjuknande och tillfrisknande).

Figur 1. Stock-/flödesdiagram för NCDSim



En viktig aspekt av NCDSim är att kunna simulera den framtida demografiska utvecklingen på ett realistiskt sätt. Den ökande andelen äldre i befolkningen, enligt SCB:s prognos, väntas få stor betydelse för sjukdomsbördan. På grund av det har

NCDSim utformats med separat modellering, enligt stock-/flödesdiagrammet ovan, inom var och en av de 202 kombinationer av kön och ålder som förekommer. Ålder representeras i NCDSim i ettåriga klasser mellan 0 och 99 års ålder, men därefter med en öppen åldersgrupp 100-. Det innebär att modellen innehåller 202 uppsättningar stockar och flöden. Det kan ses som att varje stock och flöde innehåller 202 "celler" för lagring av köns- och åldersspecifika antalsuppgifter. De flesta antagande avseende till exempel riskfaktorförekomst görs också per kön och ålder.

När modellen har simulerat de förändringar av stockarna, och motsvarande flöden, som sker under ett kalenderår flyttas befolkningsfrekvensen i var och en av de 202 cellerna till cellen som representerar en ett år högre ålder, inom respektive stock. Inom cellen för 100-åringar och äldre ackumuleras dock frekvenserna för överlevande individer

Modellens flöden beskrivs matematiskt som produkten av en riskpopulation och ett intensitetstal. Riskpopulationen avser mer formellt den risktid som genereras i en population, till exempel antalet personår. Intensitetstalet avser antalet händelser per tidsenhet, till exempel antalet avlidna per personår. Intensitetstalen skattas som antalet händelser, till exempel av demografisk karaktär, divideras med den risktid som genereras i en viss kön och ålderskategori. För de demografiska flödena uppnås god överensstämmelse med SCB:s befolkningsframskrivning genom att intensitetstalen beräknats från den prognostiserade befolkningen och dess demografiska förändringskomponenter.

För att NCDSim ska simulera en realistisk utveckling av sjuklighetens utveckling är det viktigt att hänsyn tas till skillnaderna i dödlighet, givet kön och ålder, mellan stockarna med och utan sjukdom. Separata dödsrisker har därför skattats utifrån uppgifter från SCB och Socialstyrelsen för respektive stock och används i simuleringen.

De flöden som avser insjuknande beräknas istället genom att risktiden inom respektive kön- och ålderskategori bland icke-sjuka multipliceras med ett tal som är proportionellt mot den totala tillskrivningsfaktorn för insjuknande i respektive icke-smittsam sjukdom. Metoden beskrivs närmare nedan.

De flöden som avser tillfrisknande baseras på estimat av genomsnittlig tid i sjukdom. Separata estimat görs för cancer respektive hjärt-kärlsjukdom.

NCDSim har implementerats i programmeringsspråket R, se

[The Comprehensive R Archive Network](#)

och det grafiska användargränssnittet, se nedan, i R-paketet

[Shiny](#).

Datakällor och definitioner

De definitioner av cancer och hjärt-kärlsjukdom som används i NCDSim följer huvudsakligen av de definitioner som används av Freisling et al. (2020), som användes som primär informationskälla under den inledande fasen av modellutvecklingen. Båda sjukdomskategorierna omfattar ett relativt stort antal enskilda diagnoser och är därför till viss del heterogena ur ett kliniskt perspektiv och därmed avseende incidens, prevalens, tid i sjukdom och mortalitet. NCDSim simulerar den förväntade utvecklingen för diagnosgrupperna som helhet och inte för enskilda diagnoser inom gruppen. Ett (implicit) antagande är att sammansättningen av diagnoser inom grupperna är konstant över tiden.

De skattningar av prevalens, incidens och dödsrisker som används som indata i NCDSim har gjorts på individdata från SCB (RTB-registret) och Socialstyrelsen (patientregister för slutenvård och specialiserad öppenvård samt cancerregistret). I dessa beräkningar har NCDSim:s stockar, det vill säga antalet prevalenta sjukdomsfall för varje historiskt år, definierats enligt följande:

1. Stocken av cancerpatienter: antalet individer med minst en registrerad malign primärtumör (med ICD-10-koder C00-C97, D00-D09) i cancerregistret under året, eller under något av de fyra föregående åren.
2. Stocken av hjärt-kärlpatienter: antalet individer med minst ett sjukvårdsbesök registrerat i patientregistret med huvud- eller bidiagnos för någon av ICD-10-koderna B33, F01, I01-I09, I20-I26, I27 eller I28-I73 under året, eller under något av de fyra föregående åren.
3. Stocken av individer utan cancer eller hjärt-kärlsjukdom: differensen mellan det totala antalet individer i populationen, enligt SCB:s RTB-register, och summan av 1) och 2).

Notera att stockarna definieras utifrån en femårig periodprevalens där metoden skiljer sig åt mellan sjukdomarna beroende på att olika datakällor används. Även metoden för att definiera ett incident fall skiljer sig åt av samma skäl.

För beräkningarna avseende cancer används information om nyregistrerade maligna tumörer från cancerregistret. En individ som har (minst) en registrerad malign primärtumör under ett år definieras som ett incident fall. En individ definieras som ett prevalent fall under året för incidens och under de fyra följande åren. Om en ny malign primärtumör registreras under prevalensperioden, något som är relativt ovanligt, startar perioden om utan att individen återigen betraktas som ett incident fall.

För hjärt-kärlsjukdom används istället uppgifter om sjukvårdsbesök och diagnoskoder från patientregistret. En individ definieras som ett prevalent fall om individen haft (minst) ett sjukvårdsbesök med relevant ICD-kod under det aktuella året eller något av de fyra föregående åren. Om en individ inte är ett prevalent fall är den under risk för incidens, vilket innebär att individen då räknas som ett incident fall om det finns (minst) ett sjukvårdsbesök under året. Notera att individen samtidigt definieras som ett prevalent fall.

Det kan noteras att det utifrån definitionerna ovan alltså kan förekomma att individer har perioder av obruten femårsprevalens, eller tid i sjukdom, som pågår längre än fem år. Till exempel kommer en individ som har ett sjukvårdsbesök vart fjärde år under en lägre tid att räknas som ett incident fall endast vid första besöket och därefter som ett prevalent fall till och med fyra år efter det sista besöket, oavsett hur lång tid som förflutit sedan individen var ett incident fall. Längre perioder av tid i sjukdom är betydligt vanligare vid hjärt-kärlsjukdom än vid cancer. På grund av att individdata för långa tidsperioder krävs för att kunna göra tillförlitliga estimat av genomsnittlig tid i sjukdom har dessa istället behövt estimeras indirekt genom simulering.

Vid beräkning av stockarna behandlas 1) och 2) oberoende av varandra vilket innebär att en och samma individ kan vara markerad som både en cancerpatient och en hjärt-kärlpatient. I modellen tillåts dock inte samsjuklighet i nuläget, vilket leder till en viss överskattning av antalet med cancer eller hjärt-kärlsjukdom och en motsvarande underskattning av antalet utan sjukdom. Vårdkostnaderna kan dock antas vara korrekta, under förutsättning att vårdkostnaden för en patient med samsjuklighet är jämförbar med vårdkostnaden för en patient utan samsjuklighet. Då fokus för simuleringarna varit att analysera kostnadsutvecklingen har överskattningen av sjukdomsprevalensen bedömts vara acceptabel. Graden av samsjuklighet för cancer och hjärt-kärlsjukdom är också relativt begränsad, endast ca 10% av alla individer med sjukdom lider av båda sjukdomarna. Andelen ökar dock med stigande ålder och uppnår knappt 20% i åldersgruppen 90+.

Riskfaktorers definition och förekomst

Förekomsten av de olika riskfaktorer som ingår i NCDSim har estimerats från två datakällor; Folkhälsomyndighetens Nationella folkhälsoenkäten "Hälsa på lika villkor?", se Folkhälsomyndigheten (2024), för de icke kostrelaterade riskfaktorerna, och Livsmedelsverkets undersökning Riksmaten vuxna, se Livsmedelsverket (2011), för de kostrelaterade riskfaktorerna. Skattningarna har i möjligaste mån tagit hänsyn till skillnader mellan kön och åldrar. Riskgrupperna representeras inte av explicita stockar i NCDSim utan beräknas som andelar av populationen som inte har cancer eller hjärt-kärlsjukdom och därmed är under risk för incidens till sjukdom. Riskfaktorerna betraktas som oberoende och beräkningen av riskgruppernas storlek kan därför ske separat för varje riskfaktor. Utifrån var och en av riskfaktorerna sker en dikotomisering av populationen utan sjukdom till en grupp med överrisk, med relativ risk större än ett, och en referensgrupp, med relativ risk lika med ett. Gränsvärden för dikotomisering framgår av Tabell 1.

För de kostrelaterade riskfaktorerna har gränsvärden i möjligaste mån valts så att de överensstämmer med Nordiska näringsrekommendationer. För de icke kostrelaterade riskfaktorerna har gränsvärden för dikotomisering om möjligt valts för att överensstämma med definitionen i den studie där den relativa risken skattades. I de fall det inte varit möjligt att använda samma definitioner har en justering av den relativa risken gjorts så att de kan användas för den dikotomisering som görs i NCDSim.

Förutom de riskfaktorer som visas i Tabell 1 ingår även en riskfaktor för alkoholkonsumtion i NCDSim. För denna riskfaktor pågår fortfarande ett metodutvecklingsarbete varför inga uppgifter presenteras i denna dokumentation.

Tabell 1. Genomsnittlig förekomst av riskfaktorer (andelar) i åldrarna 16-85

Riskfaktor	Män	Kvinnor	Källa	Gräns
Fiber	0.84	0.91	Riksmaten vuxna	< 30 g/dag
Frukt	0.83	0.71	Riksmaten vuxna	< 200 g/dag
Fullkorn	0.89	0.94	Riksmaten vuxna	< 100 g/dag
Grönsaker	0.84	0.78	Riksmaten vuxna	< 200 g/dag
Kött (rött och processat)	0.81	0.66	Riksmaten vuxna	> 50 g/dag
Salt	0.85	0.62	Riksmaten vuxna	> 6 g/dag
Obesitas	0.17	0.17	HLV	BMI > 30
Rökning	0.05	0.06	HLV	Daglig rökare
Otillräcklig fysisk aktivitet	0.31	0.30	HLV	< 150 min/vecka pulshöjande aktivitet

En viss andel av sjukdomsfallen kan inte tillskrivas till de riskfaktorer som ingår i modellen utan istället till slumpen, genetiska riskfaktorer eller riskfaktorer som inte ingår i modellen. De totala tillskrivningsfaktorerna för cancer och hjärt-kärlsjukdom estimerades ifrån de rapporter som Institutet för Hälso- och Sjukvårdsekonomi (IHE) har tagit fram på uppdrag av Cancerfonden och Hjärt-Lungfonden, se Brådvik et al. (2021) och Fridhammar et al. (2020). Efter justering av de tillskrivningsfaktorer som redovisas i studierna, med avseende på skillnaden mellan de diagnoskoder som beaktas i studierna respektive i NCDSim uppgår den totala tillskrivningsfaktorn för de ingående riskfaktorerna till 18% för cancer och 39% för hjärt-kärlsjukdom. Det betyder att det i NCDSim antas att 18 % av alla cancerfall och 39 % av alla fall av hjärt-kärlsjukdom kan tillskrivas till levnadsvanor. Omvänt antas att 82 % av alla cancerfall och 61 % av alla fall av hjärt-kärlsjukdom inte kan tillskrivas till levnadsvanor.

Relativa risker för incidens till sjukdom

I NCDSim används relativa risker vid förekomst av riskfaktorer för att simulera sjukdomsincidens. Metodiken beskrivs mer ingående i nästa avsnitt. Relativa risker har hämtats från artiklar som publicerats i vetenskapliga tidskrifter. I Tabell 2 presenteras de i modellen ingående riskfaktorerna tillsammans med uppgifter om de diagnoskoder, inom respektive sjukdomskategori, som ligger till grund för riskskattningarna samt vilka studier som använts som källa.

Förutom de riskfaktorer som visas i Tabell 2 ingår även en riskfaktor för alkoholkonsumtion i NCDSim. För denna riskfaktor pågår fortfarande ett metodutvecklingsarbete varför inga uppgifter presenteras i denna dokumentation.

Tabell 2. Riskfaktorer, specifika diagnoskoder (ICD-10), litteraturhänvisning och relativa risker för cancer respektive hjärt-kärlsjukdom (HKS)

Risikfaktor	Sjukdom (ICD-koder)	Källa	RR cancer	RR HKS
Frukt	cancer (C15, C33-C34), HKS (I20-I25, I60-I63)	GBD 2019, (2020)	1,004	1,029
Grönsaker	cancer (C15), HKS (I20-I25, I60-I63)	GBD 2019, (2020)	1,001	1,029
Fullkorn	cancer (C15, C33-C34), HKS (I20-I25, I60)	GBD 2019, (2020)	1,012	1,063
Kött (rött och processat)	cancer (C50, C18-C20), HKS (I20-I25, I60-I63)	GBD 2019, (2020)	1,024	1,091
Fibrer	cancer (C18-C20), HKS (I20-I25, I60-I63)	GBD 2019, (2020)	1,003	1,034
Salt	HKS (B33, F01, I01-I09, I20-I26, I27, I28-I73)	Yi-Jie Wang et al. (2020)	1,0	1,15
Rökning	cancer (C00-D09), HKS (B33, F01, I01-I09, I20-I26, I27, I28-I73)	Freisling et al., (2020)	1,37	2,15
Otillräcklig fysisk aktivitet	cancer (C00-D09), HKS (F01, I01-I09, I20-I79)	Garcia L. et al., (2023).	1,09	1,25
Obesitas (BMI)	Cancer (C00-D09), HKS (B33, F01, I01-I09, I20-I26, I27, I28-I73)	Freisling et al. (2020)	1,056	1,374

För vissa riskfaktorer finns inte relativa risker redovisade sammantaget för alla diagnoser som ingår i kategorierna cancer och hjärt-kärlsjukdom så som de definierats i NCDSim, utan endast för en delmängd av diagnoskoderna. Det gäller för flera av de kostrelaterade riskfaktorerna och för otillräcklig fysisk aktivitet. I dessa fall har de relativa riskerna vägts mot andelen av den totala sjukdomsprevalensen, inom respektive sjukdomskategori, som utgörs av de aktuella diagnoskodernas.

För ett flertal av riskfaktorerna har de relativa riskerna i studierna skattats med en annan kategorisering än den som används i NCDSim. I vissa fall har man haft fler än två kategorier, eller gjort en dikotomisering vid ett annat gränsvärde. I vissa fall har man också skattat hazard ratios med riskfaktorn som en kontinuerlig variabel. I samtliga fall har en omräkning av de skattade relativa riskerna gjorts för att det ska vara möjligt att applicera de relativa riskerna på NCDSim:s dikotoma riskgrupper.

Efter de ovan beskrivna justeringarna av de estimerade relativa riskerna erhålls relativa risker för varje riskfaktor och sjukdomsgrupp som kan användas för simulering av incidens till sjukdom enligt den metod som beskrivs i nästa avsnitt.

Simulering av incidens utifrån tillskrivningsfaktorer

Det totala bidraget till risken för incidens till en viss sjukdom som kan tillskrivas en riskfaktor beror på förekomsten av riskfaktorn såväl som på riskökningen givet att riskfaktorn förekommer. I NCDSim används begreppet tillskrivningsfaktor (population attributable fraction, PAF), se till exempel Bouter et al. (2018), som ett sätt att kvantifiera riskfaktorernas incidensbidrag. För varje riskfaktor beräknas en

tillskrivningsfaktor som avser riskfaktorernas bidrag till den totala sjukdomsincidensen.

Populationerna med förekomst av riskfaktorer representeras inte av explicita stockar i modellen utan beräknas som en andel av stocken utan sjukdom. I följande, mer formella, beskrivning betecknar J antalet riskfaktorer med prevalens $p_{s,a}^j$ för riskfaktor j , kön s och ålder a . För varje riskfaktor kan stocken av individer utan sjukdom delas i två grupper; individer med förhöjd risk för sjukdomsincidens och en referensgrupp.

För både cancer och hjärt-kärlsjukdom antas relativrisken för varje riskfaktor vara oberoende av kön och ålder och betecknas med RR^j . Bidraget till den totala incidensen, PAF, för riskfaktor j , kön s och ålder a beräknas som:

$$PAF_{s,a}^j = \frac{p_{s,a}^j (RR^j - 1)}{1 + p_{s,a}^j (RR^j - 1)}$$

Det totala incidensbidraget, eller kombinerad tillskrivningsfaktor, från de i NCDSim ingående riskfaktorerna för kön s och ålder a , betecknad $CPAF_{s,a}$, beräknas som:

$$CPAF_{s,a} = 1 - (1 - w_1 PAF_{s,a}^1)(1 - w_2 PAF_{s,a}^2) \dots (1 - w_J PAF_{s,a}^J),$$

där w_j betecknar vikten $w_j = 1 - C_j$. Den så kallade kommunaliteten C_j för den j te riskfaktorn avser graden av överlapp, eller samvariation, med övriga riskfaktorer. Ju högre grad av överlapp desto mer behöver $PAF_{s,a}^j$ reduceras för att undvika en överskattning av $CPAF_{s,a}$. Vid estimering av C_j krävs uppgifter om samtliga riskfaktorprevalenser $p_{s,a}^j$, se till exempel Norton et al. (2014). I och med att inte alla riskfaktorer har kunnat observeras i samma datamaterial har tillförlitliga skattningar av C_j inte kunnat göras varför det i modellen, i dess nuvarande version, har antagits oberoende mellan riskfaktorerna, det vill säga att $w_j = 1$.

Det kan noteras att definitionen av $CPAF_{s,a}$, innebär att sammanvägningen av tillskrivningsfaktorer sker multiplikativt, på ett sätt som garanterar att den sammanvägda tillskrivningsfaktorn alltid är ett tal under ett. Det innebär samtidigt att den totala tillskrivningsfaktorn inte kan uttryckas som en summa av de enskilda riskfaktorernas bidrag.

Tillskrivningsfaktorer och kombinerad tillskrivningsfaktor beräknas för varje kombination av kön och ålder, separat för cancer och hjärt-kärlsjukdom, och används för att simulera sjukdomsincidens. Innan det kan göras sker en kalibrering av den kombinerade tillskrivningsfaktorn för att säkerställa att modellen återskapar den historiskt observerade incidensen. Kalibreringen sker genom att storleken på en tillskrivningsfaktor som motsvarar övriga riskfaktorer, som inte ingår i modellen men som representerar slumpen, genetiska riskfaktorer och riskfaktorer som inte ingår i modellen, anpassas storleksmässigt. Kalibreringen görs per kön och ålder,

separat för respektive sjukdom, och kalibreringskonstanterna benämns $k_{a,s}$ i ekvationen nedan, där a betecknar ålder och s kön.

Det sker samtidigt en kalibrering av de kombinerade tillskrivningsfaktorerna så att de ska överensstämma med motsvarande skattningar från Brådvik et al. (2021) och Fridhammar et al. (2020). Dessa kalibreringskonstanter benämns $k_{a,s}$ i ekvationen och gör att andelen nya fall, för respektive sjukdom, är proportionella mot tillskrivningsfaktorn för den aktuella riskfaktorn.

$$P_{a,s} = 1 - (1 - k_{a,s} * cPAF_{a,s})(1 - PAF_{a,s}^0).$$

Den kalibrering som beskrivs ovan görs genom jämförelser mellan simulerade och observerade intensitetstal för incidens. Det innebär att det i kalibreringen sker en omvandling av $P_{a,s}$ till ett motsvarande intensitetstal som sedan används för simulering av antalet incidenta fall för respektive sjukdom. De beräknade kalibreringskoefficienterna $PAF_{s,a}^0$ och $k_{a,s}$ antas vara konstanta över tid och mellan scenarier.

En viktig aspekt av modellutvecklingsarbetet är validering. Den kalibrering som görs av de kombinerade tillskrivningsfaktorerna kompletteras med en kontroll av att modellen också kan generera en sjukdomsprevalens som överensstämmer med den som observerats historiskt.

Den underliggande matematiska modellen

Den grafiska beskrivning av sambandet mellan NCDSim:s stockar och flöden, som presenteras i Figur 1, har också en matematisk motsvarighet som används då modellen simuleras. För var och en av modellens stockar $S_{stock}(t)$ specificerar en differentialekvation på vilket sätt de olika flödeskomponenterna $F^{flöde}_{stock}(t)$ påverkar stocken vid tidpunkt t . Se ekvationerna nedan:

$$\begin{aligned} \frac{dS_{nncd}(t)}{dt} &= F_{nncd}^{född}(t) - F_{nncd}^{död}(t) + F_{nncd}^{immig}(t) - F_{nncd}^{emig}(t) + F_{cva}^{nncd}(t) - F_{nncd}^{hks}(t) \\ &\quad F_{ccr}^{nncd}(t) - F_{nncd}^{ccr}(t) \\ \frac{dS_{ccr}(t)}{dt} &= -F_{ccr}^{död}(t) + F_{ccr}^{immig}(t) - F_{ccr}^{emig}(t) + F_{nncd}^{ccr}(t) - F_{ccr}^{nncd}(t) \\ \frac{dS_{hks}(t)}{dt} &= -F_{hks}^{död}(t) + F_{hks}^{immig}(t) - F_{hks}^{emig}(t) + F_{nncd}^{hks}(t) - F_{hks}^{nncd}(t) \end{aligned}$$

Ekvationssystemet löses numeriskt med hjälp av R-paketet deSolve.

[deSolve](#)

Det bör noteras att modellen består av 202 ekvationssystem enligt ovan, en för varje kombination av kön och åldersgrupp. Inom varje sådan kombination ger lösningen på ekvationerna stockarnas storlek vid slutet av det aktuella året. Metoden gör det också möjligt att beräkna modellens flöden under det aktuella året. Processen upprepas för varje år inom den valda simuleringshorisonten.

Scenarier för framtiden

NCDSim har konstruerats för att möjliggöra explorativa analyser där effekterna av förändrade antaganden, till exempel med avseende på förekomst av riskfaktorer i befolkningen, enkelt kan belysas. Analyserna utgår från ett basscenario, som är konstruerat för att vara den bas mot vilka effekten av förändringar kan jämföras och utvärderas. Genom att skapa alternativa scenarier, med delvis andra antaganden än i basscenarioet, kan effekten av de alternativa antagandena kvantifieras.

Antaganden i basscenarioet

Ett grundläggande antagande i NCDSim är att den demografiska utvecklingen i basscenarioet följer de framskrivningar som görs av SCB, se Statistiska centralbyrån (2022). Då modellen tar hänsyn till att dödsriskerna skiljer sig åt mellan stockarna, utifrån de empiriskt estimerade dödsriskerna, behöver en kalibrering av dödligheten per år, kön och ålder göras. Kalibreringen säkerställer att den genomsnittliga dödligheten i befolkningen inte på lång sikt avviker från den antagna dödligheten i SCB:s framskrivning, som gradvis minskar med tiden. Kalibreringen bibehåller de relativa dödlighetsskillnaderna mellan stockarna.

Vidare antas att den empiriskt observerade förekomsten av riskfaktorer i populationen kvarstår vid dagens nivåer även i framtiden, per kön och ålder. Om man i en viss analysituation vill göra en trendframskrivning för förekomsten av en eller flera riskfaktorer kan detta relativt enkelt implementeras genom modellens användargränssnitt.

De relativrisker som används vid simulering av respektive riskfaktors bidrag till den totala sjukdomsincidensen antas vara oförändrade i framtiden.

De simuleringsbaserade estimat av den genomsnittliga tiden i sjukdom som har gjorts separat för cancer och hjärt-kärlsjukdom antas vara oförändrade över tiden.

Utformning och analys av alternativa scenarier

Genom alternativscenarier kan till exempel hypotetiska effekter av interventioner studeras och kvantifieras. I normalfallet sker detta genom att förekomsten av en eller flera riskfaktorer reduceras till följd av en antagen, eller estimerad, effekt av en specifik intervention. En annan tillämpning kan vara att illustrera de negativa effekterna av en fortsatt ökning för en riskfaktor som uppvisar en ökande trend.

I ett alternativt scenario med en annan utveckling av sjukligheten, jämfört med i basscenarioet, kommer också mortaliteten att utvecklas på ett annat sätt på grund av mortalitetsskillnaderna mellan den friska och sjuka befolkningen. Vissa effekter kan också uppstå på övriga demografiska flöden, eftersom de simuleras genom intensitetstal som appliceras på befolkningen. Det handlar normalt om andra ordningens effekter eftersom skillnader i mortalitet huvudsakligen uppkommer i högre åldrar där påverkan på migration och nativitet är små.

I NCDSim kan explicita antaganden kring den eventuella tidsfördröjningen mellan interventionen och dess effekter på hälsoutfallet göras genom att en (linjär) infasning av effekten på förekomsten av en riskfaktor görs över ett förutbestämt antal år.

Vid analys av ett alternativscenario är det oftast skillnaderna mot motsvarande basscenario som är av primärt intresse oavsett vilket utfall som analyseras – incidenser, prevalenser eller kostnader. Om absoluta eller relativa differenser analyseras beror ofta på kontext och utfallsvariabel.

Beräkning av direkta och indirekta samhällsekonomiska kostnader

Kostnadsantaganden

Kostnadsskattningarna inkluderar direkta medicinska kostnader samt indirekta kostnader estimerat som produktionsbortfall under sjukskrivningstid. All data över resursförbrukning inom hälso- och sjukvården och kostnadsdata är från år 2023. Framtida prognoser i modelleringen presenteras baserat på 2023 års kostnadsnivå och vårdkostnad per patient, och kan ses som en budgetpåverkansanalys, därmed diskonteras inte framtida kostnader. Historiskt har prisutvecklingen inom hälso- och sjukvården varit större än inflationstakten i samhället som helhet, dock har detta inte justerats för i modellen då det är svårt att sätta om den framtida relativa prisutvecklingen samt för att analyserna tydligare skall visa den kostnadsförändring som är direkt kopplad till förändrad incidens och befolkningsutveckling.

Direkta kostnader

Hälso- och sjukvårdskostnaden för respektive diagnosgrupp baseras på data från KPP (kostnad-per-patient-databasen) hos Sveriges Kommuner och Regioner, se Sveriges Kommuner och Regioner (2024), som sammanställer antal vårdtillfällen för specialiserad somatisk vård (uppdelat på slutenvård och specialiserad öppenvård), samt primärvård och den genomsnittliga kostnaden per vårdtillfälle. Endast kostnader där diagnoser inom respektive sjukdomsgrupp anges som huvuddiagnos har inkluderats. Därmed finns ingen överlapp mellan totala kostnader för respektive sjukdomsgrupp i våra analyser, även om det finns samsjuklighet mellan dessa tillstånd.

KPP-databasen täcker inte alla landets regioner. Vi har gjort antagandet att de regioner som finns med är representativa för landet som helhet och skalat kostnaderna till en antagen nationell total kostnad baserat på respektive databas täckningsgrad.

Läkemedelskostnader för förskrivningsläkemedel baseras på Socialstyrelsens prognosrapport, se Socialstyrelsen (2024) för ATC-gruppen hjärt- och kärl-läkemedel (C). Totalkostnaden för cancerläkemedel (L01) har baserats på Tandvårds- och läkemedelsförmånsverkets skattningar av totala kostnaden efter återbäringsrabatt (genom avtal mellan läkemedelsföretag och enskilda regioner), se

Tandvård- och läkemedelsförmånsverket (2024). För övriga läkemedelsgrupper har återbäringsrabatten antagits försumbar förutom för PCSK9-hämmare (inom gruppen kardiovaskulär sjukdom) vars kostnad också nedjusterats för återbäringsrabatt.

Indirekta kostnader

Produktionsbortfall vid sjukdom baserades på Försäkringskassans publika databas över antal nettodagar med utbetald sjuk- och rehabiliteringspenning efter diagnos, se Försäkringskassan (2024). Statistiken innefattar endast sjukdomstillfällen längre än 14 dagar då kortare sjukfrånvaro täcks av arbetsgivaren. Åldersfördelningen inom respektive diagnosgrupp baserades på data över antal sjukdomsfall per åldersgrupp från Försäkringskassan. Produktionsbortfallet skattades genom att multiplicera antalet nettodagar med snittlönen samt arbetsgivaravgifter per dag under 2023 för respektive åldersgrupp (snitt för samtliga åldersgrupper 2 497 kronor per dag), justerad för sysselsättningsgrad, inhämtad från Statistiska centralbyråns publika databaser, se Statistiska Centralbyrån (2024).

Grafiskt gränssnitt

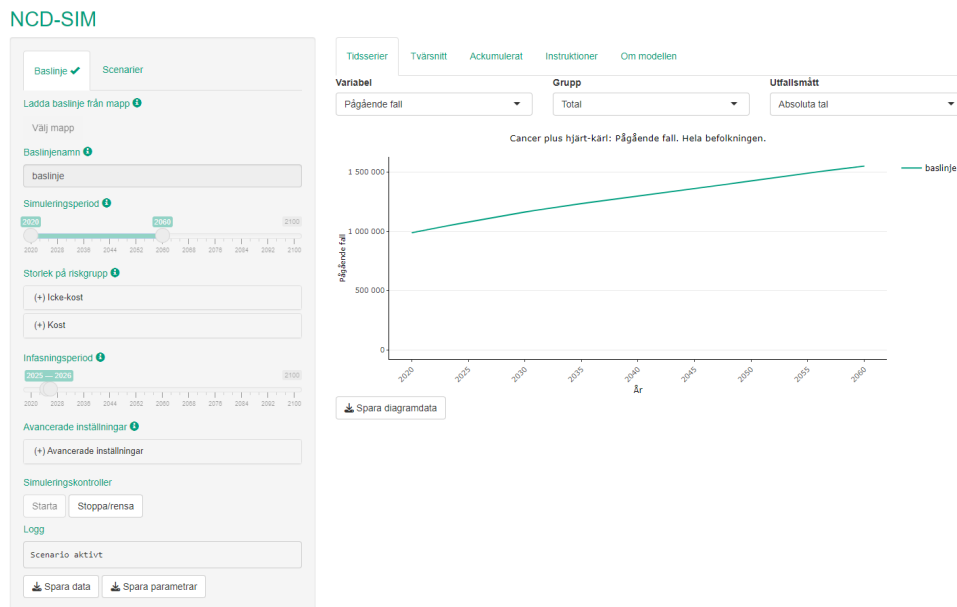
Som nämnts ovan är modellen skriven i programmeringsspråket R. Vid modellutveckling, och för vissa analyser, sker arbetet typiskt genom att kommandon skrivs och exekveras direkt i utvecklingsmiljön (i regel RStudio) för R. I syfte göra modellen mer praktiskt användbar har vi utvecklat ett grafiskt gränssnitt med två huvudsakliga funktioner:

- att göra nya anpassade simuleringskörningar
- att visualisera resultat från simuleringarna.

Gränssnittet är skrivet i Shiny, och fungerar som en webbapplikation med inslag av R-kod. I den nuvarande versionen är webbappen designad för att användas helt på den lokala datorn, via Rstudio. Det är dock möjligt att konstruera en lösning där klientdatorn, via webbappen, kan göra simuleringar på en server istället för på den lokala datorn. Gränssnittet finns i en svensk och en engelskspråkig version.

Gränssnittet består av en kontrollpanel (till vänster) och en huvudpanel för att visa resultat i diagramform, se Figur 2 nedan. Genom kontrollpanelen kan man göra olika inställningar för simuleringarna, såsom simuleringsperiod och nivån på riskfaktorprevalensen (andelen i risk). Man kan sedan starta en eller flera simuleringar genom att gränssnittet anropar simuleringskriptet ”i bakgrunden”. När en simulering är klar kan resultatet sparas till fil för att laddas in i gränssnittet för analys vid ett senare tillfälle.

Figur 2. NCDSim:s grafiska gränssnitt

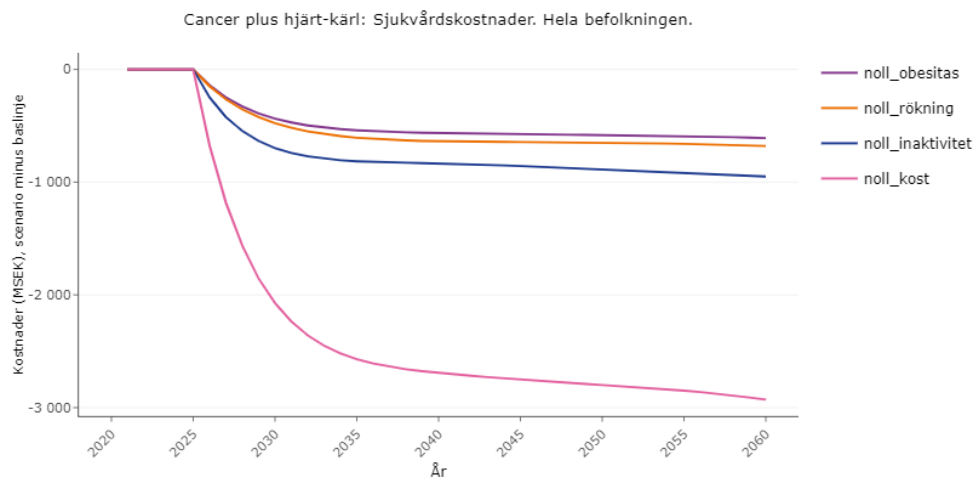


Man måste alltid börja med att simulera ett basscenario, eller ladda ett i förväg simulerat basscenario. Alla alternativa scenarier som genereras under samma användarsession använder kalibreringskonstanterna från det laddade basscenarioet. Dessa scenarier är generellt sett inte kompatibla med ett annat basscenario.

Alternativa scenarier genereras eller laddas från fliken Scenarier i kontrollpanelen. Dessa scenarier delar samma parametrar som basscenarioet, med undantag för justeringsfaktorer för storleken på riskgrupperna, vilka kan varieras för att representera kontrafaktiska utvecklingar (t.ex. på grund av interventioner). Man kan göra flera scenariosimuleringar parallellt, vilket är effektivt för att förkorta väntetiderna.

Resultaten visas i tre separata flikar i huvudpanelen: tidsserier, tvärsnitt (åldersfördelning) och kumulativa summor över flera år, inom scenarier och grupper. För varje typ av graf kan man använda rullgardinsmenyerna högst upp för att välja variabel, grupp och mått. Resultaten kan särredovisas utifrån kön eller åldersgrupp, antingen tioårsgrupper eller över/under 70 år.

Figur 3. Exempel på diagram i NCDSim:s grafiska gränssnitt



Gränssnittet är användbart för att jämföra olika scenarier med varandra. I Figur 3 visas utvecklingen av vårdkostnader i tre olika scenarier, presenterat som differens gentemot basscenariot.

Referenser

1. Bouter et al. (2018), Text book of epidemiology 1 edition ed, Bohn Stafleu van Loghum, Netherland
2. Brådvik, Gunnar & Andersson, Emelie & Ramdén, Vilma & Lindgren, Peter & Steen Carlsson, Katarina, 2021. "Kopplingen mellan levnadsvanor och hjärt-kärlsjukdom i Sverige," IHE Report / IHE Rapport 2021:5, IHE - The Swedish Institute for Health Economics.
3. Folkhälsomyndigheten, Nationella folkhälsoenkäten, <https://www.folkhalsomyndigheten.se/folkhalsorapportering-statistik/om-vara-datainsamlingar/nationella-folkhalsoenkaten/>
4. Freisling, Heinz et al. Lifestyle factors and risk of multimorbidity of cancer and cardiometabolic diseases: a multinational cohort study, BMC medicine 2020; 18:1, <https://doi.org/10.1186/s12916-019-1474-7>
5. Fridhammar, Adam & Hofmarcher, Thomas & Persson, Sofie, 2020. "Cancer i Sverige – Hur mycket beror på påverkbara riskfaktorer?," IHE Report / IHE Rapport 2020:9, IHE - The Swedish Institute for Health Economics.
6. Försäkringskassan, 2024, *Utbetald sjuk- och rehabiliteringspenning efter diagnos*, <https://www.forsakringskassan.se/statistik-och-analys/statistikdatabas#!/sjuk/sjp-antal-mottagare-diagnos>.
7. Garcia, L. et al, Non-occupational physical activity and risk of cardiovascular disease, cancer and mortality outcomes: a dose-response meta-analysis of large prospective studies. Br J Sports Med. 2023 Aug;57(15):979-989.
8. GBD 2019 Risk Factors Collaborators. Global burden of 87 risk factors. Lancet 2020; 396: 1223–49
9. Livsmedelsverket, Riksmaten vuxna, <https://www.livsmedelsverket.se/matvanor-halsa--miljo/matvanor---undersokningar/riksmaten-2010-11---vuxna>
10. Norton et al., Potential for primary prevention of Alzheimer's disease: an analysis of population-based data, The Lancet Neurology 2014; 13:8, 788-794
11. Socialstyrelsen, 2024 , *Läkemedelsförsäljning i Sverige – analys och prognos 2024–2027*, <https://www.socialstyrelsen.se/globalassets/sharepoint-dokument/artikelkatalog/ovrigt/2024-5-9054.pdf>.
12. Statistiska Centralbyrån, 2022, befolkningsframskrivning, https://www.scb.se/contentassets/548afb898d0a46419ec6f01189811cc2/be0401_2024i70_br_be51br2401.pdf
13. Statistiska Centralbyrån, 2024, *Medellöner i Sverige*, <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/utbildning-jobb-och-pengar/medelloner-i-sverige/#Alder>
14. Statistiska Centralbyrån, 2025, *Befolkningen 15-74 år (AKU) efter kön, ålder och arbetskraftstillhörighet. År 2001 – 2024*, https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_AM_AM0401_AM0401A/NAKUBefolkning2Ar/.
15. Sveriges Kommuner och Regioner, 2024, *KPP Databas*, <https://skr.se/skr/halsasjukvard/ekonomiavgifter/kostnadperpatientkpp/kppdatabas.46722.html>
16. Tandvård- och läkemedelsförmånsverket, 2024, *Prognos av besparingar från sidoöverenskommelser 2024–2027*, https://www.tlv.se/download/18.4663e418f9ed2a83f74f3d/1717399912058/prognos_av_besparingar_fran_sidooverenskommelser_2024_2027_403-2024.pdf.
17. Wang YJ, Yeh TL, Shih MC, Tu YK, Chien KL. Dietary Sodium Intake and Risk of Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis. Nutrients. 2020 Sep 25;12(10):2934

Folkhälsomyndigheten är en nationell kunskapsmyndighet som arbetar för en bättre folkhälsa. Det gör myndigheten genom att utveckla och stödja samhällets arbete med att främja hälsa, förebygga ohälsa och skydda mot hälsohot. Vår vision är en folkhälsa som stärker samhällets utveckling



Folkhälsomyndigheten

Solna Nobels väg 18, 171 82 Solna. **Östersund** Campusvägen 20. Box 505, 831 26 Östersund.

www.folkhalsomyndigheten.se