



Quantified Tree Risk Assessment  
*Simply Balancing Risks With Benefits*



# Praxisnotat

## Quantified Tree Risk Assessment

VERSION 5

# Quantified Tree Risk Assessment

(kvantificeret risikovurdering af træer)

## Praksisnotat

*"Når man kan måle, hvad man taler om og udtrykke det i tal, da ved man noget om det; men hvis man ikke kan måle det, hvis man ikke kan udtrykke det i tal, da er ens viden svag og utilfredsstillende"*

William Thomson, Lord Kelvin, Popular Lectures and Addresses [1891-1894]

### 1. INTRODUKTION

Hver dag står vi over for risici i alle vores aktiviteter, og den måde, vi forvalter disse risici på, er ved at træffe valg. Vi afvejer omkostninger og fordele ved risikoen, for at afgøre, om den er acceptabel, uacceptabel, eller tilladelig. Hvis du for eksempel vil køre i bil, skal du acceptere, at selv med alle de mange omfattende risikostyringsforanstaltninger, såsom sikkerhedsseler, fartgrænser, airbags og autoværn, er der stadig en betydelig risiko for, at du kan dø. Dette er en hverdagsrisiko, der tages for givet og tolereres af millioner af mennesker til gengæld for fordelene ved praktisk befordring. Håndtering af træer bør udføres med en tilsvarende afbalanceret tilgang.

En risiko fra faldende træer eksisterer kun, hvis der er både potentiale for faldende træer og potentiale for forekomst af skader. Det er evaluatorens opgave at overveje sandsynligheden for og konsekvenserne af faldende træer. Resultatet af denne vurdering kan derefter informere med hensyn til risikoen for træforvalteren, som også kan være ejeren.

Ved hjælp af en bred vifte af værdier<sup>1</sup> gør Quantified Tree Risk Assessment (QTRA - kvantificeret risikovurdering for træer) det muligt for evaluatoren at identificere og analysere risikoen fra faldende træer i tre centrale faser. 1) Overvejelse af arealanvendelse i form af sårbarhed over for sammenstød og sandsynligheden for tilstedeværelse af mennesker, 2) overvejelse af konsekvenserne af et sammenstød, idet der tages hensyn til størrelsen af det pågældende træ eller gren, og 3) vurdering af sandsynligheden for, at træet vil vælte eller grenen falde ned i det anvendte areal. Ved at vurdere værdierne for disse elementer kan evaluatoren bruge QTRA's manuelle lommeregner eller softwareprogrammet til at beregne en årlig risiko for

skader forårsaget af et bestemt træ. For at kunne komme med input til forvaltningsbeslutninger, kan risiciene fra forskellige farer, kan de efterfølgende

rangordnes og sammenlignes og vurderes i forhold til generelt acceptable og tilladelige risikoniveauer.

En forholdsmæssig tilgang til træ-relaterede risici  
Risiciene fra faldende træer er normalt meget lav og eventuel høj risiko vil normalt kun blive konstateret i områder med højpersontilstedeværelse eller værdifuld ejendom. Hvis persontilstedeværelsen eller ejendommens værdi er tilstrækkeligt lav, vil det normalt ikke være nødvendigt at foretage vurdering af træers strukturelle svaghed. Selv når arealanvendelsen viser, at vurderingen af træer er hensigtsmæssig, er det sjældent et rimeligt forhold til at vurdere og evaluere risikoen for hvert enkelt træ i en population. Ofte er alt, hvad der kræves, en kort vurdering af træerne for at identificere alvorlige tegn på strukturelle svagheder eller faldende sundhed. Det, at gøre alt, der er praktisk muligt, betyder ikke, at alle træer skal undersøges enkeltvis på regelmæssig basis (HSE 2013).

QTRA-metoden giver mulighed for en række tilgange, fra den overordnede vurdering af store populationer af træer til en detaljeret vurdering af et individuelt træ, hvor det er nødvendigt.

#### Risiko for skade

QTRA-resultatet betegnes som Risiko for Skade og er en kombineret værdi for sandsynligheden for og konsekvenserne af faldende træer, sat i forhold til baseline for et mistet menneskeliv inden for det kommende år.

#### ALARP (As low as practically possible) - så lavt som praktisk muligt

Bestemmelsen af at risici er nedbragt til et niveau, der er så lavt som praktisk muligt (HSE 2001), indebærer en vurdering af både risikoen og de afkald eller omkostninger, der er involveret i nedbringelsen af denne risiko. Hvis det kan påvises, at der er et stort

<sup>1</sup> Se tabel 1, 2 og 3.

misforhold mellem dem, dvs. at risikoen er ubetydelig i forhold til afkaldet eller omkostningerne, er det ikke "praktisk muligt" at mindske risikoen yderligere.

#### Omkostninger og fordele ved risikostyring

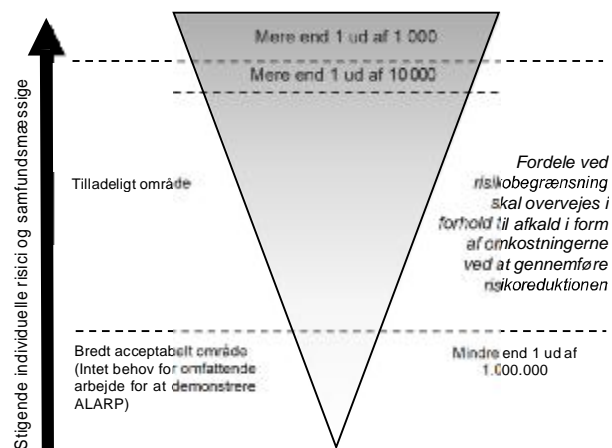
Træer giver mange fordele for mennesker og miljøet i bredere forstand. I forbindelse med styring af enhver form for risiko er det vigtigt at opretholde en balance mellem omkostningerne og fordelene ved risikoreduktion, som bør overvejes i bestemmelsen af ALARP. Det er ikke kun de økonomiske omkostninger ved styring af risikoen, der bør overvejes, men også tabet af trærelaterede fordele, og risikoen for arbejdstagerne og offentligheden fra selve risikostyringsforanstaltningen.

Når man overvejer risikoen ved faldende træer, vil omkostningerne til risikokontrol normalt være for høj, hvis de er klart "uforholdsmæssige" til reduktionen af risikoen. I forbindelse med QTRA vil spørgsmålet om "groft misforhold"<sup>2</sup>, hvor beslutningerne er stærkt partiske til fordel for sikkerhed, sandsynligvis kun blive taget i betragtning, hvis der er et risikoforhold på 1/10 000 eller derover.

#### Acceptable og tilladelige risici

Tolerability of Risk-grundlaget (ToR - rammer for tilladt risiko) (HSE 2001) er en bredt accepteret metode til at træffe beslutninger om, hvorvidt en risiko generelt set er acceptabel, uacceptabel eller tilladelig. ToR, der er illustreret i figur 1, kan opsummeres som havende et bredt acceptabelt område, hvor den øvre grænse er en årlig risiko for dødsfald på 1/1 000 000, et uacceptabelt område, for hvilket den nedre grænse er 1/1 000 og mellem disse et tilladeligt område inden for hvilket tolerancen af en risiko vil være afhængig af omkostningerne og fordelene ved risikoreduktion. Inden for det tilladelige område skal vi spørge os selv om, hvorvidt fordelene ved risikostyring er tilstrækkelige til at retfærdiggøre deres omkostninger.

Når det kommer til træer, overskrider visse risici den Bredt acceptable grænse på 1/1 000 000, men forbliver tilladelige. Dette skyldes, at enhver yderligere reduktion ville indebære en uforholdsmæssig omkostning i form af de tabte miljømæssige, visuelle og andre fordele i tillæg til de finansielle omkostninger ved at styre risikoen.



Figur 1. Tilpasset fra Tolerability of Risk-grundlaget (HSE 2001).

#### Statistisk værdisætning af liv

Værdien af statistisk liv (SLV) er en almindeligt anvendt risikostyringsenhed, som bruger værdien af et hypotetisk liv til at vejlede den forholdsmæssige fordeling af ressourcer til risikoreduktion. I Storbritannien er denne værdi aktuelt cirka £2 000 000 (kr18 000 000), og dette er den værdi, der blev anvendt i QTRA-metoden.

I QTRA spiller den statistiske værdi af et menneskeliv to bestemte roller. For det første bruger QTRA SLV til at gøre det muligt at sammenligne skader på ejendom med tabet af menneskeliv, hvilket muliggør sammenligning af risici for mennesker og ejendom. For det andet kan den forholdsmæssige fordeling af finansielle ressourcer til risikoreduktion vises på baggrund af SLV. "En værdi af statistisk liv på £1 000 000 er blot en anden måde at sige, at en reduktion i risikoen for dødsfald til 1/100.000 om året har en værdi af £10 per år" (HSE 1996).

På internationalt plan varierer SLV, men for at sikre sammenhæng i QTRA-resultater, foreslås det, at en SLV på £2 000 000 (kr18 000 000) bør anvendes internationalt. Dette er i sidste ende en beslutning, som skal træffes af træforvalteren.

## 2. EJERSKAB AF RISIKO

Hvor mange mennesker er udsat for en risiko, deles denne mellem dem. Hvis kun én person er udsat, bærer vedkommende selv de fulde risici, og hvis han selv kontrollerer den, har han også ejerskab over risikoen. En person kan vælge at acceptere eller afvise eventuel særlig risiko for sig selv, når denne risiko er under hans egen kontrol. Når risici, der er pålagt andre, bliver forhøjet, kræversamfundsmæssige

<sup>2</sup> Læs mere på side 6.

hensyn normalt risikostyring, hvilket i sidste ende pålægges af domstolene eller lovgiverne.

Selvom QTRA-resultaterne lejlighedsvis kunne forholde sig til den enkelte modtager, er dette sjældent tilfældet. Ofte er beregningen af risiko for skade baseret på en samlet tilstedeværelse - dvs. antallet af mennesker per time eller køretøjer per dag, uden at forsøge at identificere de personer, der deler risikoen.

Hvis risikoen for skade vedrører en bestemt person eller en kendt gruppe af mennesker, kan risikoforvalteren tage hensyn til synspunkterne hos dem, der er udsat for risikoen, når de træffer forvaltningsbeslutninger. Hvis der pålægges en risiko på det bredere samfund, kan principperne i ToR-grundlaget anvendes som en fornuftig tilgang til at afgøre, om risikoen er ALARP.

### 3. QTRA-METODEN - 5. VERSION

Resultatværdier for de tre komponenter i QTRA-beregningen er fastlagt i brede intervaller<sup>3</sup> efter mål, størrelse og sandsynlighed for svigt. Evaluatoren anslår værdier for disse tre komponenter og indtaster dem enten i den manuelle beregner eller softwareprogram for at beregne risikoen for skader.

#### Vurdering af arealanvendelse (Mål)

Typen af arealanvendelse under eller ved siden af et træ vil normalt angive niveauet og omfanget af den risikovurdering, der skal udføres. I forbindelse med vurderingen af mål, findes der seks tilgængelige værdi-intervaller. Tabel 2 indeholder disse intervaller for kørselsfrekvens, tilstedeværelse af mennesker og den monetære værdi af materielle skader.

#### Menneskelig tilstedeværelse

Sandsynligheden for tilstedeværelsen af fodgængere på et bestemt sted beregnes på grundlag af, at en fodgænger i gennemsnit vil bruge fem sekunder på at gå under et gennemsnitligt træ. For eksempel vil en gennemsnitlig anvendelse på ti fodgængere pr. dag, som hver anvender målet i fem sekunder, være en daglig anvendelse på 50 sekunder, hvilket giver en sandsynlig anvendelse på 1/1,728. Hvis en længere tilstedeværelse er sandsynligt, som ved en beboelig bygning, udendørs café eller bænk i parken, kan perioden for tilstedeværelse måles eller estimeres som en andel af en given tidsenhed, f.eks. seks timer om dagen (1/4). Målet registreres som et interval (Tabel 2).

#### Vejrpåvirkede mål

Ofte er et træs strukturelle svaghed af en sådan beskaffenhed, at sandsynligheden for at det falder, er størst i blæsevejr, mens sandsynligheden for, at personer befinder sig på stedet i det pågældende vejr, ofte er lav. Dette gælder især for udendørs rekreatiomsområder. Ved estimering af menneskelige mål, må risikoevaluatoren besvare spørgsmålet 'under de vejrforhold, hvor jeg forventer at sandsynligheden for at træet falder, skal gøres gældende, hvad er så mit estimat for tilstedeværelse af mennesker? Ved brug af denne tilgang snarere end at bruge den gennemsnitlige tilstedeværelse, sikres det, at evaluatoren tager forholdet mellem vejret, mennesker og træer i betragtning, sammen med den gennemsnitlige persontype med dennes evne til at genkende og undgå unødvendige risici.

#### Køretøjer på motorvejen

Hvis der er tale om køretøjer, kan sandsynligheden for tilstedeværelse relatere enten til det faldende træ eller gren, der rammer køretøjet eller at køretøjet rammer det væltede træ. Begge typer sammenstød påvirkes af køretøjets hastighed; jo hurtigere køretøjet kører jo mindre sandsynligt er det at blive ramt af et faldende træ, men det er til gengæld mere sandsynligt at ramme et væltet træ. Sandsynligheden for at et køretøj befinder sig på et bestemt punkt på vejen er forholdet mellem den tid punktet er besat - inklusive en sikker bremselængde - og den samlede tid. Det gennemsnitlige køretøj på en britisk vej indeholder 1,6 passagerer (DFT 2010). For at tage højde for den betydelige beskyttelse, som det gennemsnitlige køretøj giver mod de fleste træsammenstød, især frontale kollisioner, vurderer QTRA de væsentligt beskyttede 1,6 passagerer foruden værdien af køretøjet som svarende til ét eksponeret menneskeliv.

#### Ejendom

Ejendom kan være noget, der kunne blive beskadiget af et faldende træ - f.eks. en bolig, husdyr, en parkeret bil eller hegn. Ved vurderingen af ejendoms eksponering for faldende træer, tager QTRA-vurdering hensyn til udgifter til reparation eller erstatning som skyldes det faldende træ. Værdiintervallet er vist i tabel 2 og evaluatorens skøn behøver kun at være tilstrækkeligt til at afgøre, hvilket af de seks omkostningsintervaller der skal vælges.

I tabel 2 er intervallerne for ejendoms værdi baseret på en SLV på kr18 000 000. F.eks. ville en bygning med en

<sup>3</sup> Se tabel 1, 2 og 3.

genanskaffelsespris på kr180 000 blive vurderet til 0,01 (1/100) af et liv (målinterval 2).

Ved vurdering af risici i relation til bygninger, kan det mål, der skal tages i betragtning være bygningen, beboerne eller begge dele. Beboere i en bygning kan blive beskyttet mod skade af selve konstruktionen eller blive udsat for væsentlig påvirkning fra et faldende træ, hvis konstruktionen ikke er tilstrækkelig robust, og dette vil bestemme, hvordan evaluatoren kategoriserer målet.

#### Flere mål

Et mål kan have konstant tilstedeværelse af mere end én person, og QTRA kan indregne dette. Hvis det for eksempel forventes, at den gennemsnitlige tilstedeværelse vil være konstant med 10 personer, beregnes risikoen for skade i forhold til at én person konstant befinder sig på målet, før der fortsættes med at identificere, at den gennemsnitlige tilstedeværelse 10 personer. Dette udtrykkes som

Mål 1 (10T)/1, hvor 10T repræsenterer flere mål. I forbindelse med ejendom, ville en skadesrisiko 1 (10T)/1 svare til en risiko for at miste kr180 000 000 i modsætning til kr18 000 000.

#### Træets eller grenens størrelse

En lille, død gren på mindre end 25 mm i diameter forventes ikke at forårsage betydelig skade. Heller ikke i tilfælde af direkte kontakt med et mål, mens en faldende gren med en diameter på over 450 mm kan forårsage en vis skade i tilfælde af kontakt med alle på nær det mest robuste mål. QTRA-metodens kategoriserer

**Tabel 1. Størrelse**

Størrelsesinterval	Træets eller grenens størrelse	Interval for sandsynlighed
1	> 450mm dia.	1/1 - >1/2
2	260mm dia. - 450mm dia.	1/2 - >1/8,6
3	110mm dia. - 250mm dia.	1/8,6 - >1/82
4	25mm dia. - 100mm dia.	1/82 - 1/2 500

\* Interval 1 er baseret på en diameter på 600 mm.

Målinterval	Ejendom (reparations- eller erstatningsomkostninger)	Menneske (ikke i køretøjer)	Køretøjstrafik (antal per dag)	Værdiintervaller (sandsynligheden for tilstedeværelse eller brøkdelt af kr18 000 000)
1	Kr18 000 000 - >kr1 800 000 (£2 000 000 - >£200 000)	Tilstedeværelse Konstant - 2,5 timer/dag Fodgængere og cyklister: 720/time - 73/time	26 000 - 2 700 ved 110km/t (68mph) 32 000 - 3 300 ved 80km/t (50mph) 47 000 - 4 800 ved 50km/t (32mph)	1/1 - >1/10
2	Kr1 800 000 - >kr180 000	Tilstedeværelse 2,4 timer/dag - 15 min/dag Fodgængere og cyklister: 72/time - 8/time	2.600 - 2.270 ved 110km/t (68mph) 3.200 - 330 ved 80km/t (50mph) 4700 - 4.480 ved 50km/t (32mph)	1/10 - >1/100
3	Kr180 000 - >kr18 000	Tilstedeværelse 14 min./dag - 2 min./dag Fodgængere og cyklister: 7/time - 2/time	260 - 27 ved 110km/t (68mph) 320 - 33 ved 80km/t (50mph) 470 - 48 ved 50km/t (32mph)	1/100 - >1/1000
4	kr 18 000 - >kr1 800	Tilstedeværelse 1 min./dag - 2 min./uge Fodgængere og cyklister: 1/time - 3/time	26 - 4 ved 110km/t (68mph) 32 - 4 ved 80km/t (50mph) 47 - 6 ved 50km/t (32mph)	1/1.000 - >1/10.000
5	Kr1 800 - >kr180	Tilstedeværelse 1 min./uge - 1 min./måned Fodgængere og cyklister: 2/dag - 2/uge	3 - 1 ved 110km/t (68mph) 3 - 1 ved 80km/t (50mph) 5 - 1 ved 50km/t (32mph)	1/10.000 - >1/100.000
6	K180 - kr18	Tilstedeværelse <1 min./måned - 0,5 min./år 1/uge Fodgængere og cyklister: - 6/år	Ingen	1/100.000 - 1/1.000.000

Mål som Køretøj, fodgænger og ejendom kategoriseres efter, hvor hyppigt de anvendes eller efter deres pengeværdi. Sandsynligheden for, at et køretøj eller fodgænger befinder sig i et Målinterval i Målinterval4 er mellem de øvre og nedre grænser for 1/1 000 og > 1/10 000 (kolonne 5). Ved brug af SLV på kr18 000 000 er ejendommens reparations- eller erstatningsværdi for Målinterval 4 kr18 000 ->kr1 800.

Størrelse på træstammernes og grenenes diameter (målt over en evt. fortykkelse ved basis). En ligning afledt af vægtmålinger af træer med forskellige stammediametre anvendes til fremstilling af et datasæt med komparative træ- og grenvægte, der spænder fra 25mm til 600mm i diameter, hvorfra Tabel 1 udarbejdes. Størrelsen på døde grene kan blive diskonteret, hvis de har gennemgået en betydelig reduktion i vægt på grund af nedbrydning og afkastning af sekundære grene. Denne diskontering, der benævnes "reduceret masse", afspejler en anslået reduktion i massen af en død gren.

### Sandsynlighed for svigt

I QTRA-vurderingen estimeres sandsynligheden for faldende træer eller grene inden for det kommende år og registreres som et værdiinterval (Interval 1 - 7, tabel 3).

Når der vælges et interval for Sandsynlighed for svigt (SFS), skal evaluatoren sammenligne sin vurdering af træet eller grenen mod et benchmark på enten en ikke-kompromitteret træ ved interval 7 for sandsynlighed for fald, eller et træ eller en gren, som vi forventer vil falde inden for et år, hvilket kan beskrives som havende en sandsynlighed på 1/1 for at falde.

**Tabel 3. Sandsynlighed for svigt**

Interval for sandsynlighed for fald	Sandsynlighed
1	1/1 - >1/10
2	1/10 - >1/100
3	1/100 - 1/1 000
4	1/1 000 - >1/10 000
5	1/10.000 - >1/100.000
6	1/100 000 - 1/1 000 000
7	1/1 000 000 - 1/10 000 000

Sandsynligheden for, at træet eller grenen vil falde inden for det kommende år.

I forbindelse med QTRA-kurset gennemgår registrerede brugere en række feltøvelser for at kalibrere deres skøn over sandsynlighed for fald.

### QTRA-beregningen

Evaluatoren vælger en række værdier for hver af de tre resultatkomponenter i Mål, Størrelse og Sandsynlighed for fald. Intervallerne er indtastet enten på den manuelle regnemaskine eller i softwareprogrammet for at beregne en risiko for skade.

Risikoen for skader er udtrykt som en sandsynlighed, og er afrundet til ét væsentligt tal. Enhver risiko for skade, der er lavere end 1/1 000 000 er repræsenteret som <1/1 000 000. Risikoen for skader farvekodes som et trafiksignal - illustreret i tabel 4 (side 7) som en visuel hjælp.

### Risiko for skade - Monte Carlo-simuleringer

Risikoen for skader for alle kombinationer af Mål-, Størrelses- og sandsynlighedsintervaller for fejl beregnes ved hjælp af Monte Carlo-simuleringer<sup>4</sup>. QTRA-risikoen for skade er middelværdien fra hvert sæt af Monte Carlo-resultater.

I QTRA Version 5 må risikoen for skader ikke beregnes uden brug af manuel regnemaskine eller softwareprogram.

### Vurdering af grupper og populationer af træer

Ved vurderingen af populationer eller grupper af træer kvantificeres den største risiko i gruppen, og hvis denne risiko er acceptabel, følger det, at risikoen fra de resterende træer også vil være acceptable, hvorfor yderligere beregninger ikke er nødvendige. Hvis risikoen ikke er tilladelig, skal den næsthøjeste risiko kvantificeres, og så videre, indtil en acceptabel risiko er fastlagt. Denne proces kræver forudgående kendskab til træforvalterens risikovillighed.

### Resultaternes nøjagtighed

Formålet med QTRA er ikke nødvendigvis at give en høj nøjagtighedsgrad, men at sørge for kvantificering af risici fra faldende træer på en måde, hvorved risici kategoriseres inden for brede intervaller (tabel 4).

## 4. FORVALTNINGSFORSLAG

### Omkostninger og fordele ved risikostyring

I forbindelse med styring af risici fra faldende træer er fordelene ved reduceret risiko indlysende, men omkostningerne ved risikostyring bliver alt for ofte overset. For hver reduceret risiko vil der være omkostninger, og den mest oplagte af disse er de økonomiske omkostninger ved at gennemføre kontrolforanstaltninger. Overførslen af risici til arbejdstagerne og offentligheden der kan blive direkte berørt af fjernelse eller beskæring af træer bliver ofte overset. Endnu vigtigere er måske det faktum, at fleste træer giver fordele, og tabet af disse betragtes som en omkostning ved afvejningen af omkostninger og fordele ved risikostyring.

I forbindelse med afvejning af beslutninger om risikostyring med QTRA, vil hensynet til træernes fordele normalt være af meget generel karakter og ikke kræve nærmere overvejelse. Træforvalteren kan i grove træk overveje, om de samlede udgifter til risikostyring er forholdsmæssige. Hvor risici nærmer sig 1/10 000, kan dette være en simpel afvejning af omkostninger og fordele. Hvis risiciene

er 1/10 000 eller mere, vil det normalt være hensigtsmæssigt at gennemføre risikostyringstiltag, medmindre de udgifter er groft ude af proportioner med fordelene, snarere end blot være ude af proportioner. Med andre ord vægtes risikostyring med større forbundne udgifter højere.

#### Hensyntagen til træernes værdi

Det er nødvendigt at tage hensyn til de fordele, som træerne giver, men de er ikke nemme at prisfastsætte, og det er ofte vanskeligt at sætte en værdi på egenskaber såsom levested, skyggedannelse og visuelle herlighedsværdier, der kan gå tabt i forbindelse med risikostyring.

En simpel metode til at overveje værdien af et træaktiv foreslås her, ved hjælp af begrebet "gennemsnitlige fordele". Ved sammenligning med andre lignende træer, vil et træ der giver "gennemsnitlige fordele" normalt have en række fordele, der er typiske for træets art, alder og situation. Set på denne måde kan et træ med gennemsnitlige fordele virke lavt sammenlignet med særligt vigtige træer - såsom i figur 2, men bør alligevel være tilstrækkelig til at opveje en risiko for skader på mindre end 1/10 000. Uden at skulle overveje fordelene ved risikostyringen kan vi med rimelighed antage, at ved en risiko på under 1/10 000, vil risikoen fra et træ med gennemsnitlige fordele være ALARP.

Hvis det i modsætning hertil kan siges, at træ giver lavere end gennemsnitlige fordele, for eksempel fordi det er i dårlig fysiologisk tilstand, kan det være nødvendigt at overveje yderligere to elementer. Det første af disse er risikoen skade i den øverste del af det tilladelige område, og for det andet forventes risikoen for skader at stige før næste revision på grund af en øget faldrisiko. Hvis begge disse betingelser gør sig gældende så kunne det være hensigtsmæssigt at overveje balancen mellem omkostninger og fordele ved risikoreduktion for at fastslå, om risikoen er ALARP. Denne balance kræver, at træforvalteren forholder sig til både nedbringelse af risikoen samt omkostningerne herved.

Normalt vil fordelene ved et træ kun blive reduceret betydeligt under "gennemsnitlige fordele", der er typiske for art, alder og situation, hvis fordelenes levetid sandsynligvis vil blive forkortet, måske fordi træets tilstand er i forværring eller træet er dødt. Dette er ikke ensbetydende med at en ulempe, såsom uønsket skygge, ødelæggelse af fortove eller begrænsning af andre træers vækst ikke også skal

tages i betragtning i balancen mellem omkostninger og fordele.

Træer med fordele, der er lavere end gennemsnittet



Hestekastanjetræet i figur 3 døde for nylig, og kan i de kommende år blive et værdifuldt levested for dyr. For denne træart og den relativt hurtige hastighed, hvormed træet rådner, forventes levetiden af disse fordele dog kun at være begrænset til et par år. Dette træ har en allerede reduceret værdi, som vil fortsætte med at falde hurtigt i de kommende fem til ti år samtidig med at risikoen for skader forventes at stige. Der vil ske ændringer i træets fordele i takt med at det nedbrydes. De visuelle kvaliteter er tilbøjelige til at blive forværret, mens det rådrende træ vil udgøre et levested for en række arter, i det mindste for en kort stund. Der er ingen absolutte værdier for disse fordele, og det er op til træforvalteren at beslutte, hvad der er vigtigt ud fra et lokalt synspunkt, og hvordan det kan afbalanceres med risiciene.

Hvis en risiko er inden for det acceptable område, og fordelene ved træet er lavere end gennemsnittet, kan det være hensigtsmæssigt at overveje at gennemføre risikostyring under hensyntagen til de økonomiske omkostninger. Her kan SLV bruges til at træffe en beslutning på et informeret grundlag om, hvorvidt udgifterne til risikostyring er forholdsmæssige. Eksempel 3 nedenfor sætter denne evaluering i træforvaltningssammenhæng.

Der vil være tilfælde, hvor et træ har så minimal værdi og de pengemæssige omkostninger ved risikoreduktion er så lave, at det kunne være fornuftigt at reducere en allerede relativt lav risiko yderligere. Omvendt kan et træ have så betydelig en værdi, at en årlig risiko for død større end 1/10 000 vil blive betragtet som tilladelig.

Lejlighedsvis træffes der beslutninger om at fastholde forhøjede risici, fordi fordelene ved træet er særligt store eller vigtige for de berørte parter, og i disse situationer kan det være hensigtsmæssigt at vurdere og dokumentere fordelene i detaljer. Hvis der kræves detaljeret vurdering af fordele, findes der flere metoder og informationskilder (Forest Research 2010).



Fig. 3

#### Uddelegering af beslutninger om risikostyring

En forståelse af de omkostninger, hvorved risikoreduktion balanceres, kan baseres på risikoevaluatorens viden, erfaring og observationer på stedet, men beslutninger om risikostyring skal træffes af træforvalteren. Dette er ikke ensbetydende med, at træforvalteren skal gennemgå og acceptere enhver kontrolforanstaltningsrisiko, men når der uddelegeres beslutninger til landmålere og andet personale eller rådgivere, bør træforvalteren fastlægge principperne i en politik, erklæring eller kontrakt og eventuelt de tærskler i forbindelse med hvilke, at træer og deres tilknyttede risici normalt vil blive forvaltet.

Alt efter om træforvalteren accepterer principperne i QTRA-praksisnotatet og/eller andre specifikke instruktioner, kan risikoevaluatoren tage hensyn til balancen mellem omkostning/fordele og vil i de fleste situationer være i stand til at afgøre, om risikoen er ALARP, når de giver deres forvaltningsanbefalinger.

Tabel 4. Tærskelværdier for QTRA-rådgivning

Tærskler	Beskrivelse	Handling
1/1.000	<b>Uacceptabel</b> Risici vil inormalt ikke blive tolereret	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udfør risikostyring</li> </ul>
	<b>Uacceptabelt</b> (pålagt andre) Risici vil inormalt ikke blive tolereret	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udfør risikostyring</li> <li>• Gennemgå risikoen</li> </ul>
1/10.000	<b>Tilladelig</b> (efter aftale) Risici kan tillades, hvis dette accepteres af dem, der udsættes for risiciene, eller hvis træet har exceptionel værdi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udfør risikostyring med mindre der er bred interessentaftale om at tillade risiciene, eller hvis træet har exceptionel værdi</li> <li>• Gennemgå risikoen</li> </ul>
	<b>Tilladelig</b> (blev pålagt andre) Risici er tilladelige, hvis ALARP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vurder omkostninger og fordele ved risikostyring</li> <li>• Udfør kun risikostyring, hvis en betydelig fordel kan opnås til en rimelig pris</li> <li>• Gennemgå risikoen</li> </ul>
1/1.000.000	<b>Bredt acceptabel</b> Risiko er allerede ALARP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der kræves ingen handling i øjeblikket</li> <li>• Gennemgå risikoen</li> </ul>

#### Tærskler for QTRA-rådgivning (vejledende)

Tærsklerne for QTRA-rådgivning i tabel 4 foreslås som en fornuftig tilgang til at balancere sikkerheden ved faldende træer med omkostningerne ved risikoreduktion. Denne tilgang tager hensyn til de almindeligt anvendte principper for ALARP og ToR, men dikterer ikke, hvordan disse principper bør anvendes. Selvom tærsklerne kan danne grundlag for en solid politik for risikostyring i forbindelse med træer, skal træforvaltere træffe beslutninger baseret på deres egen situation, værdier og ressourcer. Det er dog vigtigt at have for øje, at det er nyttigt, hvis træevakuatoren har kendskab til træforvalterens forvaltningspræferencer, inden risikovurderingen foretages.

En risiko for skade, der er mindre end 1/1 000 000 er bredt acceptabel og er allerede ALARP. En risiko for skade på 1/1 000 eller større er uacceptabel og vil normalt ikke blive tilladt. Mellem disse to værdier vil risikoen for skader være i det tilladte område, ToR, og vil være acceptabelt, hvis det er ALARP. Hvis der er tale om en værdi inden for det tilladte område, gives



forvaltningsbeslutninger under hensyntagen til omkostninger og fordele ved risikostyring, herunder arten og omfanget af de fordele, som træer giver og som ville gå tabt ved risikokontrolforanstaltninger.

Med henblik på at styre risici fra faldende træer, kan det tilladte område opdeles yderligere i to sektioner. Fra 1/1 000 000 til mindre end 1/10 000 vil risikoen for skader som regel være acceptable, såfremt træet giver "gennemsnitlige fordele" som beskrevet ovenfor. Hvis risikoen for skader nærmer sig 1/10 000, vil det være nødvendigt for træforvalteren at overveje træets fordele yderligere, samt de samlede omkostninger ved at reducere risikoen.

En risiko for skade, der ligger inden for det tilladte område, men som er 1/10 000 eller større vil normalt ikke være acceptabel, hvis det er pålagt andre, såsom offentligheden, og hvis det vil kræve en mere detaljeret gennemgang af ALARP, såfremt det fastholdes. Under særlige omstændigheder kan en træer vælge at fastholde en skadesrisiko, der er 1/10 000 eller derover. Denne beslutning kan baseres på en accept fra dem, der er udsat for risikoen, eller eventuelt fordi, at træet er af stor betydning. Under disse omstændigheder vil en forsigtig træforvalter rådføre sig med de relevante interessenter, når det er muligt.

## 5. EKSEMPEL PÅ QTRA-BEREGNINGER OG BESLUTNINGER OM RISIKOSTYRING

Nedenfor vises tre eksempler på QTRA-beregninger og anvendelse af QTRA-rådgivningstærskler.

### Eksempel 1.

	Mål	Størrelse	Sandsynlighed for fald	Risiko for skade			
Interval	6	x	1	x	3	=	<1/1 000 000

Eksempel 1 er vurderingen af et stort (størrelse 1) ustabil træ med en faldsandsynlighed på mellem 1/100 og > 1/1 000 (POF 3). Målet er en sti, hvor mindre end én fodgænger passerer træet hver uge (Mål 6). Risikoen for skader er beregnet som mindre end 1/1 000 000 (grøn). Dette er et eksempel, hvor målet er så lavt, at overvejelser om den strukturelle tilstand af selv et stort træ normalt ikke ville være nødvendig.

### Eksempel 2.

	Mål	Størrelse	Sandsynlighed for fald	Risiko for skade			
Interval	1	x	4	x	3	=	1(2T)/50 000

I eksempel 2, hænger en nyligt død gren (størrelse 4) over en travl bygade, hvor der i gennemsnit konstant er to personer, og her bør brugen af forhold med flere tilstedeværende personer tages i betragtning.

Med en gennemsnitlig tilstedeværelse af to personer, repræsenterer risikoen for skade 1 (2M)/50 000 (gul) en fordobling i konsekvensomfanget, og svarer derfor til en risiko for skade på 1/20 000 (gul). Denne risiko overstiger ikke 1/10 000, men da der er tale om en død gren i den øvre ende af det acceptable område, er det hensigtsmæssigt at overveje balancen mellem omkostningerne og fordelene ved risikostyring. Døde grene må forventes at blive nedbrudt over tid med en stigende nedfaldsrisiko som følge. Eftersom grene er død vil nogle af dens sædvanlige fordele være gået tabt, og det vil være hensigtsmæssigt at overveje, om de finansielle omkostninger ved risikostyring ville være rimelige.

### Eksempel 3.

	Mål	Størrelse	Sandsynlighed for fald	Risiko for skade			
Interval	3	x	3	x	3	=	1/500 000

I eksempel 3 vil en defekt gren med en diameter på 200mm, der hænger over landevej på hvilken der kører mellem 470 og 48 køretøjer hver dag ved en gennemsnitlig hastighed på 50km/t (32 mph) (målinterval 3). Grenen er flækket og vurderes at have en sandsynlighed for at falde af i det kommende år på mellem 1/100 og 1/1 000 (POF-interval 3). Risikoen for skader er beregnet som 1/500 000 (gul) og det skal vurderes, om risikoen er ALARP. Omkostningerne ved at fjerne grenen og mindske risikoen til bredt acceptabel (1/1 000 000) anslås til kr3 200. For at fastslå om dette er en forholdsmeasig udgift til risikokontrol anvendes følgende ligning.  $Kr18\ 000\ 000 (SLV) \times 1/500\ 000 = kr36$  indikerer, at de forventede omkostninger på kr3 200 ville stå i misforhold til fordelene. Under hensyntagen til de økonomiske omkostninger, overførsel af risici til træplejere og forbigående, kunne omkostningerne beskrives som værende groft uforholdsmæssige, selv om merværdi over tid i løbet af f.eks. ti år tages med i betragtning.

## Kildehenvisninger

- DfT. 2000. Highway Economic Note N. 1. '**Valuation of Benefits of Prevention of Road Accidents and Casualties**'. Department for Transport.
- DfT. 2010. Department for Transport. **Vehicles Factsheet**. Department for Transport, London. pp. 4. Available for download at <http://www.dft.gov.uk/statistics>
- Forest Research. 2010. **Benefits of green infrastructure** - Report by Forest Research. Forest Research, Farnham, Surrey. 42 pp.
- HSE. 1996. **Use of Risk Assessment Within Government Departments**. Report prepared by the Interdepartmental Liaison Group on Risk Assessment. Health and Safety Executive. HSE Books, Sudbury, Suffolk. 48 pp.
- HSE. 2001. **Reducing Risks: Protecting People**. Health and Safety Executive, [online]. Available for download at <http://www.hse.gov.uk/risk/theory/r2p2.pdf> (accessed 05/11/2013).
- HSE. 2013. **Sector Information Minute - Management of the risk from falling trees or branches**. Health & Safety Executive, Bootle, [online]. Available for download at [http://www.hse.gov.uk/foi/internalops/sims/ag\\_food/010705.htm](http://www.hse.gov.uk/foi/internalops/sims/ag_food/010705.htm) (accessed 05/11/2013).
- ISO. 2009. ISO Guide 73. **Risk Management Vocabulary**. International Organization for Standardization. Geneva. 17 pp.
- Tritton, L. M. and Hornbeck, J. W. 1982. **Biomass Equations for Major Tree Species**. General Technical Report NE69. United States Department of Agriculture.
- Revision 5.2.4. Monetary values for non-uk versions updated at 1<sup>st</sup> January 2019.
- © 2019. Udgivet af Quantified Tree Risk Assessment Limited. 9 Lowe Street, Macclesfield, Cheshire, SK11 7NJ, Det Forenede Kongerige.