

---

# Kreditrisiko efter IRB- metoden

---

Vaciceks' formel

---

Arbejdsrapport, oktober 2013

---

# KRAKAfinans - Finanskrisekommissionens sekretariat

## Teknisk arbejdsrapport (udkast)

15. oktober 2013

### Indledning

Det absolutte mindstekrav til et kreditinstitut er, at basiskapitalen skal udgøre mindst 8 pct. af de risikovægtede aktiver (søjle I kravet). Det betyder også, at jo lavere risikovægtene er, jo mindre egenkapital kræves for at leve op til det regulatoriske krav.

I dette notat ses nærmere på beregningen af risikovægte for kreditrisiko efter den avancerede IRB-metode. Metoden anvendes af de største danske kreditinstitutter. Kreditrisiko tegner sig typisk for over 80 pct. af de større institutters risikovægtede aktiver.

Den grundlæggende tanke bag beregningen er, at kreditinstituttet skal have kapital nok til at sikre sig mod *uventede* tab. Ved opgørelsen af kreditrisikoen efter IRB-metoden sigtes således – i teorien – efter, at kreditinstitutterne med 99,9 pct. sandsynlighed har kapital nok til at klare *uventede* tab det næste år. Den beregnede kapitalstødpude til at håndtere kreditrisiko på et udlån, svarer dermed til det *uventede* tab, som optræder en gang ud af tusinde (dvs. i en "tusindeårs-storm").

Det *uventede* tab (og kapitalstødpuden) opgøres som forskellen mellem det tab, banken får i "tusindeårs-stormen", og det tab, som kan forventes a-priori, dvs. hvor "tusindeårsstormen" kun er et blandt en lang række, mulige udfald. Risikovægtene for kredit risiko svarer netop til dette *uventede* tab 'ganget op' med en faktor på 12,5 (1/0,08), således at 8 pct. af risikovægtene svarer til de *uventede* tab (hvortil der dog kommer en ad-hoc opjustering af kreditrisikovægten på 6 pct.).

Efter den avancerede IRB-metode er det kreditinstitutterne selv, der beregner det forventede tab. Det sker ved, at de opgør sandsynligheden for, at et udlån misligholdes (defaultsandsynligheden), og det tab, som man kan forvente, hvis lånet misligholdes (loss-given-default), samt selve eksponeringens størrelse.

For at få et udtryk for det *uventede* tab (som kræver kapital), skal man også beregne det tab, som kreditinstituttet kan komme ud af i "tusindeårs-stormen". Det kræver bl.a. et bud på sandsynligheden for, at låntagerne misligholder sine forpligtelser i det usædvanligt dårlige forløb ("tusindeårs-stormen"). Denne misligholdelsessandsynlighed opgøres med en formel, som er anvist i reglerne.

I dette notat er det særligt denne beregningsformel, som analyseres. Formlen er udviklet af Vasicek(1987) og den opgjorte sandsynlighed har stor betydning for beregningen af det *uventede* tab og dermed for risikovægtenes størrelse og fortolkning. Blandt konklusionerne er bl.a.:

- Der indgår forskellige delvist politisk motiverede nedslag i Vaciceks' formel – og dermed i risikovægtene - bl.a. for små og mellemstore virksomheder og engagementer under 1 mio. euro. Desuden er der et væsentligt nedslag i de beregnede risikovægte ved stigende forventet misligholdelsessandsynlighed, som måske nok har et vist empirisk belæg men ikke har nær sammenhæng med den reelle ikke-diversificerbare risiko i de enkelte kreditinstitutter. Der foretages i nogle tilfælde en løbetidskorrektur, som kan være svær at forstå for helt korte løbetider. For andre lånekategorier er der derimod ikke en løbetidskorrektur. Det indebærer en særlig lempelse for visse udlån med lange løbetider.
- Det teoretiske grundlag for beregning af kreditrisikovægtene er problematisk. Det antages fx at risikoen ved et udlån er uafhængig af den udlånsportefølje, som udlånet indgår i. Beregningsformlen undervurderer givetvis risikoen for store tab, og tager ikke hensyn til, at der kan være behov for at sætte kapital til side på grund af forhold, som er særegne for den specifikke bank – fx koncentrationsrisici. Beregningsformlen er ikke udtryk for "best practice" i sektoren, hvilket betyder, at der fortsat kan være væsentlig forskel på den risiko, som et udlån tillægges i en bank, og den risikovægt som beregnes efter reglerne.
- Det samlede indtryk er derfor, at beregningsformlens teoretiske grundlag og den måde beregningsformlen er implementeret på i reglerne, gør det svært at give risikovægtene en præcis økonomisk fortolkning, selv om kreditinstitutternes skøn for misligholdelse mv. måtte være opgjort som tilsigtet. Det er uklart hvilke risici, risikovægtene reelt er udtryk for. Det gør det også vanskeligere at forholde sig til søjle II-kapitalkravene, som netop sigter på at tage hånd om de risici, der ikke opfanges under søjle I.
- Der er risiko for væsentligt konjunkturmedløb i de beregnede kreditrisikovægte. Dette konjunkturmedløb kan ikke mindst komme fra pengeinstitutternes skøn for Loss-given-default (*Lgd*). Ændringer i skønnet for denne parameter har større effekt på de beregnede risikovægte og solvensprocenten, end en (procentuelt) tilsvarende ændring i skønnet for misligholdelsessandsynligheden. Desuden vil det være sådan, at jo lavere de gennemsnitlige risikovægte er i udgangspunktet, jo mere konjunkturfølsom bliver solvensprocenten. Desuden vil et højere niveau for solvensen i udgangspunktet trække i retning af større absolutte konjunkturbetingede udsving i solvensprocenten.
- Anvendelsen af IRB-metoden medfører lave risikovægte for udlån med lav misligholdelsessandsynlighed. Dermed stilles IRB-institutter bedre i konkurrencen om de mest kreditværdige kunder, sammenlignet med andre banker, der anvender den såkaldte standardmetode (og hvor risikovægten for de forskellige lånetyper i

langt højere grad er specificeret direkte i reglerne). På den måde er de forskellige opgørelsesmetoder med til at forvride konkurrencen på markedet.

- Der er store metodiske forskelle på IRB-metoden til opgørelse af kreditrisiko og standardmetoden. Det betyder også, at risikovægte og dermed solvensprocenter for institutter, der anvender IRB-metoden, ikke umiddelbart kan sammenlignes med de vægte/solvensprocenter, der opgøres for institutter, som anvender standardmetoden. I Danmark betyder det fx, at solvensprocenter for de store institutter (SIFI'erne) ikke kan sammenlignes med de solvensprocenter, som opgøres for andre institutter (som helt overvejende anvender standardmetoden).

Omvendt er der næppe tvivl om, at der med IRB-metoden potentielt kan ske en mere præcis bestemmelse af kreditrisici end med standardmetoden. Det kan have positive virkninger på prisfastsættelsen af lån og reducere omfanget af regulatorisk arbitrage. Desuden kan IRB-metoder betyde, at der i højere grad gøres brug af den viden om risici mv. som kreditinstitutterne besidder om risikoen på deres aktiver. Derfor kan der være fordele ved IRB-metoderne, men modellerne er meget komplekse og uigennemskuelige og implementeret på en måde, der gør vægtene svære at tolke. Uigennemskueligheden forstærkes af, at kreditinstitutterne har mulighed for at påvirke risikovægtene, og at grundlaget for beregningerne ikke er offentligt tilgængeligt. Endelig har overgangen til IRB-metoder medført væsentligt lavere risikovægte i gennemsnit, og dermed formentlig medført en højere gearing af institutterne.

## **1. Kapitalbehov og sondringen mellem ventede og uventede tab**

Kreditinstitutters opgave er bl.a., at låne penge ud til virksomheder og husholdninger, med afsæt en samlet kreditvurdering af låntagerne. Der vil altid være nogle låntagere, som ikke kan klare sine forpligtelser og som banken derfor vil tabe penge på. Bankens tab vil bl.a. afhænge af den økonomiske udvikling generelt og andre risikoforhold, som ikke kendes på forhånd. Banken har derfor behov for en kapitalstødpude, som kan sikre at banken ikke går konkurs som følge af uventede, negative hændelser.

Generelt sondres således mellem forventede tab på den ene side, og uventede tab på den anden. De forventede tab tager banken som udgangspunkt højde for i prissætningen på sine lån. Disse tab finansieres dermed som udgangspunkt via den løbende indtjening.

De uventede tab antages derimod at kræve kapital, som kan bære tabet. Den kapital, som kreditinstitutter skal ligge inde med, afhænger derfor af, hvor stort det uventede tab antages at kunne blive i et særligt negativt forløb. Og hvor sikker man ønsker at være på, at banken overlever sådan et uventet, negativt forløb.

**Det forventede** tab på en udlånsportefølje (i en risikoklasse,  $J$ ) kan skrives som sandsynligheden for default inden for det næste år ( $Pd_J$ ), samt det tab, banken får, hvis låntagerne på den måde misligholder sine forpligtelser ( $Lgd_J$  – Loss Given Default). Desuden foretages en løbetidsjustering fordi mange lån har længere løbetid end et år:

$$el_J = Lgd_J \cdot Pd_J \cdot J\phi b_J \quad (1)$$

**Det uventede tab** er det tab, der ligger ud over (1) – dvs. ud over det, som forventes ex ante med den information, der er til rådighed. Det uventede tab vil fx opstå i en situation, hvor økonomien udvikler sig uventet dårligt. I dette tilfælde vil flere låntagere misligholde deres lån – defaultsandsynligheden vil være større end det, som man med rimelighed kunne forvente på forhånd.

Kapitalbehovet i et kreditinstitut, som vil sikre sig mod sådan et negativt forløb, kan skrives som forskellen mellem det tab, som banken kan få i det (uventet) dårlige økonomiske forløb ( $hl$ ), og det forventede tab ( $el$ ), som antages håndteret via den løbende indtjening:

$$K_{J,IRB} = hl_J - el_J, \text{ hvor } hl_J = Lgd_J \cdot Pd_{J,hl}(q) \cdot J\phi b_J \quad (2)$$

Default- eller tabssandsynligheden i det (meget) dårlige økonomiske forløb kaldes således  $PD_{hl}(q)$  og vil være større end den forventede defaultsandsynlighed  $Pd$ . Størrelsen  $q$  angiver sandsynligheden for, at banken har kapital nok til at klare de tab, som det negative økonomiske forløb rent faktisk medfører. Det er dermed det "konfidens- eller sikkerhedsniveau, der arbejdes efter. Hvis (1) sættes ind i (2) kan kapitalbehovet skrives på følgende vis:

$$K_{J,IRB} = Lgd_J \cdot (PD_{J,hl}(q) - PD_J) \cdot J\phi b_J \quad (3)$$

I Basel II (og det danske regelsæt) tages udgangspunkt i, at "det dårlige forløb" kun må optræde med en sandsynlighed på 0,1 pct., dvs. ca. en gang ud af 1000. I dette tilfælde er sandsynligheden for, at banken har kapital nok til at bære de uventede tab, oppe på 99,9 pct. – dvs.  $q=0,999$ . I boks 1 er vist et stiliseret eksempel på sondringen mellem forventet og uventet tab.

I (3) er kapitalbehovet angivet som andel af den samlede eksponering i tilfælde af default. Hvis kapitalbehovet for den pågældende risikoklasse skal beregnes i kroner, skal man derfor multiplicere med eksponeringen,  $ead$  (*Exposure At Default*).

I (3) er  $Lgd$  – tabet givet default – uafhængig af det økonomiske forløb. Der er således ikke usikkerhed om, hvor stort tabet vil være, hvis et udlån misligholdes. Det er næppe realistisk, bl.a. fordi sikkerheden bag bankers udlån, fx i form af fast ejendom, også

svækkes når konjunkturerne svækkes. Under den avancerede IRB-metode, som de større danske kreditinstitutter anvender, er det institutterne selv, der estimerer både  $Ldg$  og  $Pd$ .

Der er i reglerne en faktor på 1,06, som ganges på (3). Der er her tale om en justering, som skal korrigerer for, at overgangen til IRB forventedes at medføre lavere risikovægte. Korrektionen er baseret på et skøn, som er udarbejdet før implementering af reglerne og har været uændret siden. I praksis har overgangen til de nye regler imidlertid medført en væsentlig nedgang i risikovægtene, på trods af den mindre korrektion<sup>1</sup>.

### Boks 1: Stiliseret eksempel på opgørelse af kapitalstødepude

En bank antages at have udlån til nogenlunde ensartede virksomheder. Udviklingen i den samlede økonomi det næste år er forbundet med usikkerhed, og at det antal lån, som misligholdes, afhænger af konjunkturforløbet.

Der er 50 pct. sandsynlighed for, at det går godt i økonomien. I dette tilfælde er defaultsandsynligheden for låntagerne i banken 1 pct. – dvs. at 1 pct. af låntagerne går konkurs. Der er desuden 49,9 pct. sandsynlighed for at det går nogenlunde, og i dette tilfælde er defaultsandsynligheden 3 pct. Endelig er der en lille sandsynlighed (0,1 pct.) for at det går rigtig dårligt, og at 15 pct. af låntagerne går konkurs.

I dette tilfælde vil den forventede defaultsandsynlighed (PD) være  $\frac{1}{2} \cdot 1 + 0,4999 \cdot 3 + 0,001 \cdot 15 = \text{ca. } 2 \text{ pct.}$ , mens defaultsandsynligheden i det meget negative forløb ( $PD_{nl}$ ) er 15 pct. Det antages, at tabet ved default er 1 (dvs. hele udlånet mistes) og at løbetiden er på 1 år.

I dette tilfælde skal banken kapital svarende til 15 pct. – 2 pct. = 13 pct. af deres eksponeringer, hvis den skal kunne klare det negative forløb, som optræder med en sandsynlighed på 0,1 pct., uden at blive insolvent (dvs. uden at aktiverne bliver mindre værd end passiverne). Det forudsætter samtidig, at det forventede tab på porteføljen på de 2 pct. finansieres via det løbende overskud.

## 2. Sammenhæng mellem kapitalbehovet og det regulatoriske krav til kapital/risikovægtede aktiver

Det fremgår af Basel II (og de danske regler), at basiskapitalen i en bank skal udgøre mindst 8 pct. af de risikovægtede aktiver. Det er det såkaldte søjle I kapitalkrav. Derudover stilles søjle II krav, som skal dække risici, der ikke omfattes af søjle I.

<sup>1</sup> Desuden indførtes en overgangsregel om, at de risikovægtede aktiver ikke måtte komme under en bestemt andel af de risikovægtede aktiver opgjort efter Basel I-regler, Basel(2004)

Hvis der sondres mellem  $n$  risikoklasser kan det samlede søjle I krav til kapital ( $K_{REG}$ ) således skrives på følgende vis (opgjort i kroner):

$$K_{REG} \geq 0.08 \cdot \sum_{j=1}^n R_{W_j} \cdot E_{AD_j} \quad (4)$$

Hvor de risikovægtede aktiver beregnes som produktet af risikovægtene ( $R_{W_j}$ ) og bankens eksponeringer ( $E_{AD_j}$ ). Det fremgår, at en lavere risikovægt medfører mindre regulatorisk kapitalkrav. Logikken er, at en lavere risikovægt bør afspejle, at eksponeringen ikke er så risikobetonet for banken, og at der derfor ikke er så stort behov for kapital.

Efter reglerne skal disse risikovægte (for kreditrisiko) netop beregnes som  $K_{IRB}$  i (3) "ganget op" med  $1/0,08$  eller  $12\frac{1}{2}$ , dvs. at  $R_{W_j} = K_{J,IRB} \cdot 12\frac{1}{2}$ . Hvis vi sætter det ind i (4) fremgår det, at kapitalen i banken som minimum skal svare til det kapitalbehov, som kan beregnes med (3):

$$K_{REG} \geq \sum_{j=1}^n K_{J,IRB} \cdot E_{AD_j} \quad (5)$$

Det regulatoriske krav til kapital under søjle 1 skal således dække *uventede* tab i banken, og disse uventede tab opgøres som i (3). Antages eksempelvis at defaultsandsynligheden på et lån er 10 pct., men at der ikke er usikkerhed om denne defaultsandsynlighed, så vil der ikke være et uventet tab. I dette tilfælde indebærer (5), at der ikke skal sættes kapital til side i banken – hele tabet antages at blive klaret via prissætning på lånet/den løbende indtjening. Omvendt skal der sættes kapital til side, hvis den forventede defaultsandsynlighed fx er 0,1 pct., men der samtidig er en lille risiko for, at defaultsandsynligheden kan være fx 10 pct.

Minimumskravet betyder endvidere hvis ellers risikovægtene er korrekt opgjort, at banken med mindst 99,9 pct. sandsynlighed skulle have kapital nok til uventede tab over det næste år.

Som udgangspunkt vil en risikovægt på 100 for en eksponering være udtryk for at der skal basiskapitalen skal udgøre mindst 8 pct. af eksponeringerne (til uventede tab). Hvis vægten er 200 er kapitalbehovet 16 pct. af eksponeringen osv. Hertil kommer dog den lille faktor på 1,06, som teknisk løfter risikovægtene med 6 pct.

I banker, der anvender den avancerede IRB-metode foretages skønnene for Pd og Lgd som nævnt typisk af banken selv efter nærmere principper, som er beskrevet i reglerne. Det sker under opsyn fra finanstilsynet, som kan give pålæg om at ændre antagelserne.

Derimod bliver  $Pd_{hl}(q)$  – dvs. låntagernes defaultsandsynlighed i det uventet negative økonomiske forløb – beregnet efter en fast formel, som fremgår direkte af reglerne. Selv under den avancerede IRB-metode er det således ikke bankernes egne, interne risikomodeller, som alene ligger til grund for beregningen af risikovægtene og dermed kapitalbehovet. Der er i stedet tale om "et kompromis", hvor bankerne bruger deres egne modeller til at placere aktiverne i forskellige risikoklasser, og hvor banken fastlægger de centrale "inputs" i beregningen af risikovægtene, dvs.  $Pd$ ,  $Lgd$ ,  $ead$  mv. Men selve opgørelsen af risikovægtene (og  $K_{IRB}$  i (3)) bestemmes i en kompliceret formel, som er skrevet ind i reglerne. Det betyder at der – også med IRB-metoden – kan være forskel på de beregnede risikovægte og bankens egen vurdering af den risiko, som knytter sig til en given eksponering.

### 3. Beregningen af $PD_{hl}(q)$ – defaultsandsynligheden i det uventet negative forløb

Som nævnt angiver (3) hvor meget kapital banken skal have til at dække uventede tab, hvis den med  $q$  pct.'s sikkerhed skal overleve det næste år. En af de centrale størrelser her, er defaultsandsynligheden for låntagerne i "det meget dårlige økonomisk forløb",  $PD_{hl}(q)$ .

Denne sandsynlighed fastlægges i en formel, som er udviklet af Vacicheck (1987). Formlen er kompleks, men bygger ikke desto mindre på nogle forenkende antagelser som næppe er opfyldt i praksis. Metoden kaldes for "the asymptotic single risk factor approach". Det skyldes, at der i modellen kun er en, for bankerne udefra kommende, risikofaktor, som medfører usikkerhed om tabets størrelse, og dermed skaber behov for en kapitalstødpude. Formlen for  $PD_{hl}$  kan skrives som:

$$PD_{hl}(q) = N \left\{ \frac{N^{-1}(PD) + \sqrt{\rho_v} N^{-1}(q)}{\sqrt{1 - \rho_v}} \right\} \quad (6)$$

Hvor  $N(\cdot)$  er den kumulerede standard normalfordeling,  $N^{-1}(\cdot)$  er den inverse standard normalfordeling, og  $\sqrt{\rho_v}$  er (den forventede) korrelation mellem værdien af låntagernes aktiver og den overordnede risikofaktor. Antag fx, at den forventede defaultsandsynlighed  $Pd$  er 2 pct.,  $q$  er 99,9 pct. og at  $\rho_v = 0,15$ . I dette tilfælde får man, at tabssandsynligheden i det negative forløb er  $PD_{hl}(0,999) = N\{-2,05 + 0,387 \cdot 3,09\} / 0,922 = 17,6$  pct. – dvs. knap 9 gange større end den forventede defaultsandsynlighed (på de nævnte 2 pct.).

Dermed viser (3) at kapitalbehovet  $K_{IRB}$  er på  $17,6 - 2 = 15,6$  pct. af eksponeringen, hvis  $Lgd$  er 1 og løbetiden er 1 år. Risikovægten er her på  $0,156 \cdot 12 \frac{1}{2} \cdot 100 = 195$ . Hvis  $Lgd$  er 0,45, hvilket er nærmere gennemsnittet, vil knap halvdelen af eksponeringen mistes i tilfælde af default. Dermed falder kapitalkravet til knap halvdelen og risikovægten til ca.



88. Hvis løbetiden fx er 2½ år, så løftes kapitalkravet til gengæld med omkring 20 pct. Ideen bag (6) og udledningen af udtrykket er forklaret nærmere i (den lidt lange) boks 2.

### Boks 2: Beregning af defaultsandsynlighed i det "meget negative forløb"

Det antages, at låntagerne (i en bestemt rating kategori) har et passiv (nemlig lånet i banken) og et aktiv. Som udgangspunkt antages, at alle låntagere er solvente – dvs. værdien af aktivet er større end passivet. I løbet af det efterfølgende år udsættes aktivets værdi for forskellige chok, som betyder, at det kan være faldet eller steget i værdi året efter. Der er et stort antal låntagere i banken, som er identiske. For en repræsentativ låntager kaldes den årlige ændring i aktivets værdi for  $Y$  og bestemmes som:

$$y = \sqrt{\rho_v} \varepsilon + \sqrt{1 - \rho_v} \Omega \quad [1]$$

$\Omega$  er her et (ideosynkratisk) stokastisk element, som knytter sig låntagernes aktiver, og som er normalfordelt med middelværdi på 0 og en varians på 1.

Desuden indgår den overordnede makroøkonomiske risikofaktor  $\varepsilon$ . Denne risikofaktor er ens for alle låntagere (og for alle kreditinstitutter, der bruger IRB-modeller). Den er også normalfordelt med middelværdi på 0 og varians på 1. Formuleringen betyder, at et "meget dårligt makroøkonomisk forløb" hvor  $\varepsilon$  er meget negativ vil trække ned i afkastet  $y$ .

Effekten heraf vil imidlertid afhænge af (kvadratet af)  $\rho_v$ , som er et mål for korrelationen mellem afkastet på låntagerens aktiver og den "globale" risikofaktor. Jo større  $\rho_v$  er, jo mere slår den udefrakommende risikofaktor igennem på låntagernes afkast og dermed på defaultsandsynligheden. Som det fremgår af bilaget, kan udtrykket i (1) udledes med udgangspunkt Capital Asset Market-modellen (CAPM).

#### Den forventede defaultsandsynlighed, PD

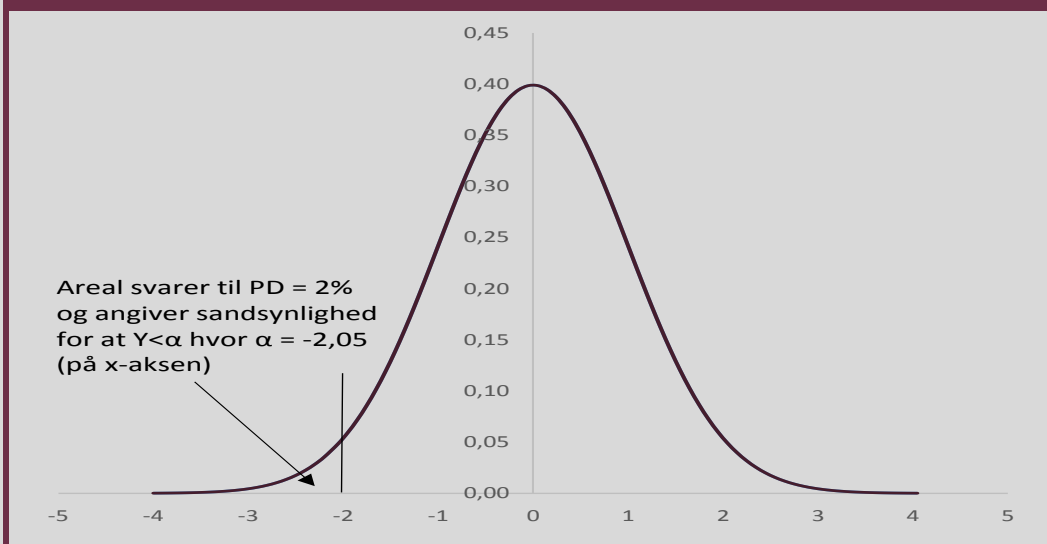
Da  $Y$  er en lineær funktion af to normalfordelte variable, er  $Y$  også selv normal-fordelt.  $Y$ 's middelværdi er 0 og variansen kan opgøres til

$$Var(Y) = \left(\sqrt{1 - \rho_v}\right)^2 \cdot Var(\omega) + \left(\sqrt{\rho_v}\right)^2 \cdot Var(e) = 1.$$

<sup>2</sup> Inkl. Korrektionen på de 1,06 er risikovægten hhv. 207 og 93 i de to situationer (ved Lgd på hhv. 100 og 45 pct.)

Dvs. at de to koefficienter til  $\omega$  og  $\varepsilon$  netop sikrer, at  $Y$  også er normalfordelt med middelværdi på 0 og en varians (spredning) på 1. Fordelingsfunktionen for afkastet  $Y$  er vist i figur 1 (næste side).

**Figur A. Fordelingen af afkastet  $Y$**



Det antages herefter, at hvis værdien af låntagernes afkast falder mere end en bestemt tærskelværdi, så vil låntageren misligholde sit lån. Hvis tærskelværdien kaldes  $\alpha$ , så kan den forventede sandsynlighed for default,  $Pd$ , dermed skrives som sandsynligheden for, at aktivværdien falder mere end  $\alpha$ , dvs.  $Pd_\alpha = N(Y < \alpha)$ . Det er illustreret i figur a, hvor der er taget udgangspunkt i at defaultsandsynligheden er anslået til 2 pct. Tærskelværdien kan her opgøres til -2.05 (standardafvigelser), og beregnes ved den inverse normalfordeling  $N^{-1}(Pd = 0,02)$ . Da alle låntagere i en given rating kategori antages identiske, vil der i kraft af de store tals lov gælde, at  $Pd$  også svarer til andelen af låntagerne, der går default.

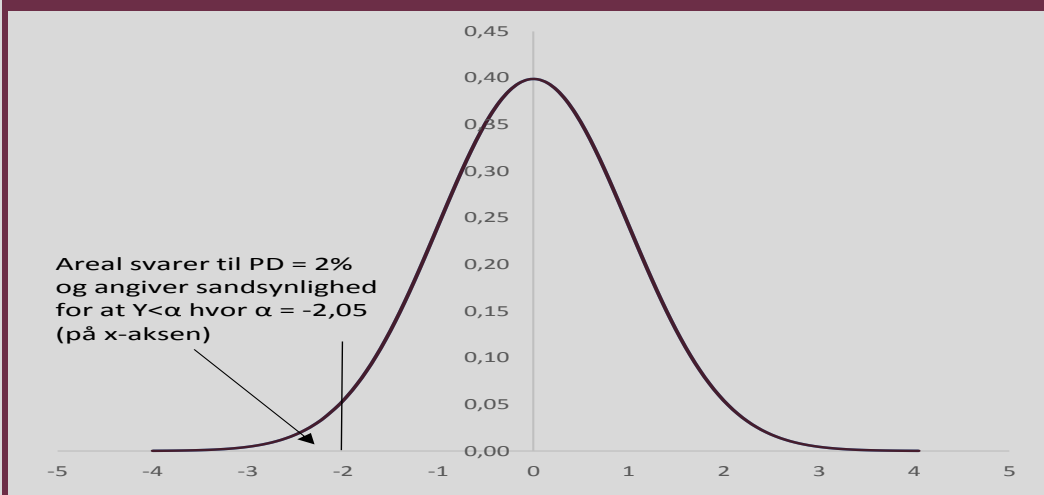
#### **Defaultsandsynligheden i et uventet negativt forløb, $Pd_{hi}$**

Den forventede defaultsandsynlighed,  $Pd$ , indgår i bestemmelsen af det forventede tab i banken, som skal klares via løbende overskud. Derimod er risikovægtene og søjle-1 kapital udtryk for, at banken skal have en stødpude overfor **uventede** tab.

For at få et udtryk for det uventede tab forestiller vi os, at låntagerne kommer ud for et rigtigt dårligt makroøkonomisk forløb, hvor den makroøkonomiske risikofaktor  $\varepsilon$  får en meget negativ værdi. Det centrale spørgsmål er herefter, hvor stor den forventede defaultsandsynlighed ( $Pd_{hi}$ ) vil være i dette tilfælde – dvs. når man på forhånd antager/betinges på, at "det går galt for makroøkonomien"

I reglerne tages udgangspunkt i "et makroøkonomisk forløb", som er så ringe, at det kun optræder 1 ud af 1000 gange. Vi siger at værdien af  $\varepsilon$  i dette dårlige forløb svarer til  $u$ . Sandsynligheden for, at den værdi af  $\varepsilon$ , som realiseres, er mindre end  $u$ , er således 0,1 pct., dvs.  $P(\varepsilon < u) = 0,001$ . Som det ses i figur b er det et sjældent forekommende tilfælde, og værdien af  $\varepsilon$  svarer her til -3,09 (standardafvigelse).

**Figur B. Det negative "makroøkonomiske forløb" fordeling af  $\varepsilon$**



Herefter kan forudsætningen om at  $\varepsilon = -3,09$  så indsættes i [1]. Dermed får man fordelingen af afkastet på låntagernes aktiv, under forudsætning af, at det dårlige forløb i figur b realiseres:

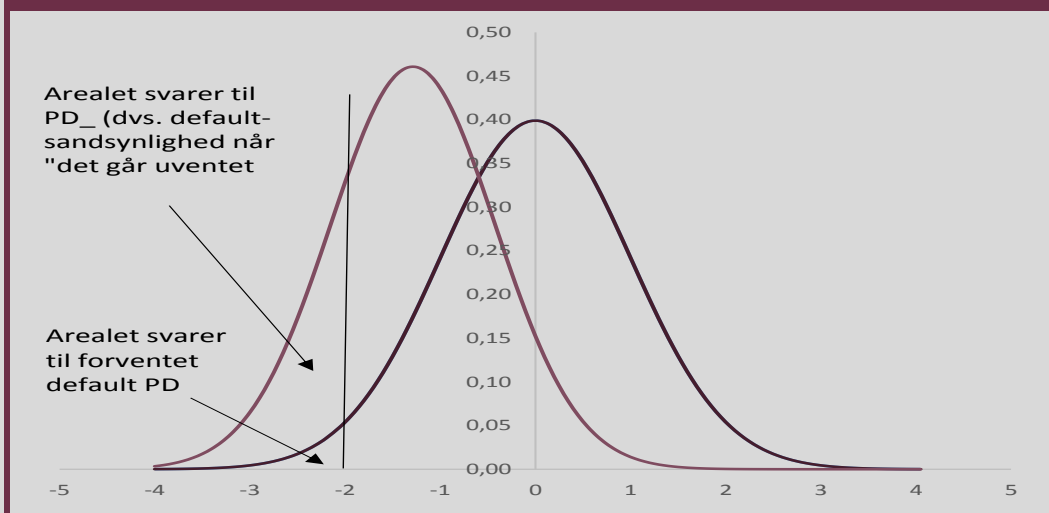
$$Y | [\varepsilon = -3,09] = \sqrt{\rho_v} \cdot -3,09 + \sqrt{1 - \rho_v} \cdot \Omega \quad [2]$$

Det fremgår her, at  $Y$ 's middelværdi falder (fra 0 til  $-3,09 \cdot \sqrt{\rho_v}$ ) og at variansen også falder (fra 1 til  $(1 - \rho_v)$ ). Effekten afhænger således af koefficienten til  $\varepsilon$  i (1) – dvs. korrelationen,  $\rho_v$ . Jo større den er, jo mere vil det dårlige makroforløb slå igennem i et lavere afkast på låntagernes aktiver. Og jo flere bliver derfor insolvente/misligholder deres lån, idet en større andel får et afkast, der er mindre end tærskelværdien  $\alpha$ .

I figur c (næste side) er det vist hvordan fordelingen for afkastet  $Y$  rykker mod venstre, når det antages at  $\varepsilon = -3,09$ . Det antages, at  $\rho_v$  er 0,2 i beregningen.

Det fremgår, at sandsynligheden for, at afkastet af aktiverne kommer under tærskelværdien på -2,05 stiger markant, dvs. at sandsynligheden for default øges. Med de anvendte parametre øges defaultsandsynligheden således fra det ventede niveau på 2 pct., til et niveau på 22,6 pct. i situationen, hvor økonomien udvikler sig uventet dårligt. Med de fordelingsantagelser, som ligger til grund, vil denne defaultsandsynlighed optræde en gang ud af 1000.

**Figur C. Fordeling af afkast Y. Ubetinget (mørkerød kurve) og når  $\varepsilon = -3,09$  (lilla kurve)**



Den økonomiske kapital som banken skal have til rådighed for at klare den del af tabet som er uventet, kan herefter beregnes som  $K_{IRB} = Lgd \cdot [Pd_{hl} - Pd] \cdot Jløb = 1 \cdot [0,226 - 0,02] \cdot 1 = 20,6$ , når det antages at  $Lgd$  og løbetidskorrektionen er 1 (og  $Lgd$  er uafhængig af det økonomiske forløb). Det vil sige, at kapitalstødpuden skal være på 20,6 pct. af eksponeringen, hvis det med 99,9 pct. sikkerhed skal sikres, at banken kan klare sig gennem det næste år.

Defaultsandsynligheden er følsom over for hvilket sikkerhedsniveau, som anvendes i beregningen. I Basel II tages som nævnt udgangspunkt i, at sandsynligheden for det negative forløb er 1 ud af 1000, dvs. et sikkerhedsniveau på 0,1 pct. Hvis man i stedet antager, at konfidensniveauet er på 0,5 pct. (dvs. 1 ud af 200) så vil  $\varepsilon$  svare til -2,57 og ikke -3,09 – og den beregnede defaultsandsynlighed  $Pd_{hl}$  falder fra 22,6 til 15,6 pct. – dvs. med godt 30 pct. Det beregnede kapitalbehov og risikovægten falder tilsvarende.

### En lidt mere formel udledning af [3]

Som nævnt kan den forventede defaultsandsynlighed opgøres som sandsynligheden for, at afkastet  $Y$  er under en tærskelværdi,  $\alpha$ , som antages at medføre default. Hvis defaultsandsynligheden sættes til  $PD$ , så vil tærskelværdien kunne opgøres som  $\alpha = N^{-1}(PD)$  hvor  $N$  er den standardiserede normalfordeling. Desuden antages at  $\varepsilon$  ("den makroøkonomiske risikofaktor") er meget negativ og svarer til  $u_q$ , således at dette udfald kun optræder med  $q$  pct.s sandsynlighed. I dette tilfælde kan defaultsandsynligheden skrives som:

$$PD_{-}(q) = P(y < \alpha \mid e = u_q) = P(\sqrt{\rho_V} e + \sqrt{1 - \rho_V} \Omega < \alpha \mid e = u_q) \quad [4]$$

Hvis  $u_q$  sættes ind på  $\varepsilon$ 's plads fås at:

$$P_{-}(q) = P(y < \alpha \mid e = u) = P\left(\Omega < \frac{\alpha - \sqrt{\rho_V} u_q}{\sqrt{1 - \rho_V}}\right) \quad [5]$$

Hvor  $\Omega$  som nævnt er normalfordelt. Hvis det herefter anvendes at  $\alpha = N^{-1}(Pd)$  og at  $u_q = N^{-1}(q)$  kan (5) skrives som:

$$PD_{hl}(q) = N\left(\frac{N^{-1}(Pd) - \sqrt{\rho_V} N^{-1}(q)}{\sqrt{1 - \rho_V}}\right) \quad [6]$$

Det er denne formel som bruges i det danske regelsæt til at beregne risikovægte mv. I figur c er dette netop arealet under den grå kurve når  $Pd = 2$  pct. og  $q = 0.001$  pct.

#### Hvad er korrelationen, $\rho_v$

I [1] er  $\sqrt{\rho_v}$  korrelationen mellem "den globale risikofaktor"  $\varepsilon$ , og afkastet på låntagernes aktiver. Hvis  $\varepsilon$  stiger med en standardafvigelse, så øges afkastet  $y$  således med  $\sqrt{\rho_v}$  standardafvigelse.

Hvis korrelationen er 0, så er udlånsporteføljen risikofri i den forstand, at der ikke er nogen varians omkring den forventede sandsynlighed for default, PD. Sandsynligheden for et uventet tab er 0. Det fremgår hvis man sætter  $\sqrt{\rho_v} = 0$  i [6]:

$$PD_{hl}(q) = N\left(\frac{N^{-1}(Pd) - 0 \cdot N^{-1}(q)}{\sqrt{1 - 0}}\right) = N(N^{-1}(Pd)) = Pd$$

Dette resultat bygger på, at udlånsporteføljen antages perfekt diversificeret, dvs. at der ikke i det sidste led i [1] – eller som følge af andre forhold end den makroøkonomiske risikofaktor - udgår usikkerhed om, hvor stor en andel af låntagerne der forventes at gå default. Den låntagerspecifikke risiko håndteres således ved at antage, at bankens udlån mv. er perfekt diversificeret. Derfor er det kun "den makroøkonomiske risikofaktor", som kræver kapitalstødpude. Desuden fastlægger modellen kun risikoen for at låntagerne misligholder lån, men ikke hvor meget banken mister når det går galt. Lgd fastlægges således uden for modellen (dvs. i de kreditinstitutter, der anvender IRB-metoden.)

#### 4. Korrelationen og de forskellige nedslag for særlige udlån

Størrelsen  $\sqrt{\rho_v}$  er den forventede korrelation mellem værdien af låntagernes aktiver og den nævnte "globale" risikofaktor. I den bagvedliggende model er det denne korrelation, som skaber samvariation/korrelation mellem de enkelte låntageres aktiver (denne indbyrdes korrelation mellem aktiverne svarer således til  $\rho_v$ ).

Der er meget lidt empirisk grundlag for at fastlægge denne (forventede) korrelationskoefficient bl.a. fordi der i praksis er mere end en risikofaktor, som kan skabe uventede tab, og risikoen afhænger af den portefølje bankerne har i forvejen. Der er næppe heller grundlag for at sige, at korrelationen skulle være ens for forskellige kreditinstitutter eller konstant over tid – fx er det sandsynligt, at korrelationen kan stige når økonomien rammes af stærke tilbageslag.

Korrelationen er imidlertid af afgørende betydning for den beregnede risikovægt. Hvis korrelationen er 0, er der ikke nogen usikkerhed om det forventede tab i en udlånsportefølje (der forekommer ikke uventede tab), og risikovægten vil være 0. Dvs. at udlånet kan øges uden at der stilles krav om tabsabsorberende kapital. Hvis korrelationen med den globale risikofaktor derimod er  $\frac{1}{2}$ , vil risikovægten være over 600 (og kapitalbehovet over 50 pct. af eksponeringen ved  $Lgd = 1$ ).

Oprindeligt lagde man i Basel II op til at korrelationen skulle sættes omkring 0,2. Det medførte indsigelser fra forskellige parter, bl.a. med henvisning til, at fx SME-virksomheder ville blive mødt med for høje kapitalkrav, fordi deres defaultsandsynlighed er relativt høj. Desuden kan der argumenteres for en negativ sammenhæng mellem korrelationskoefficienten og den forventede defaultsandsynlighed.

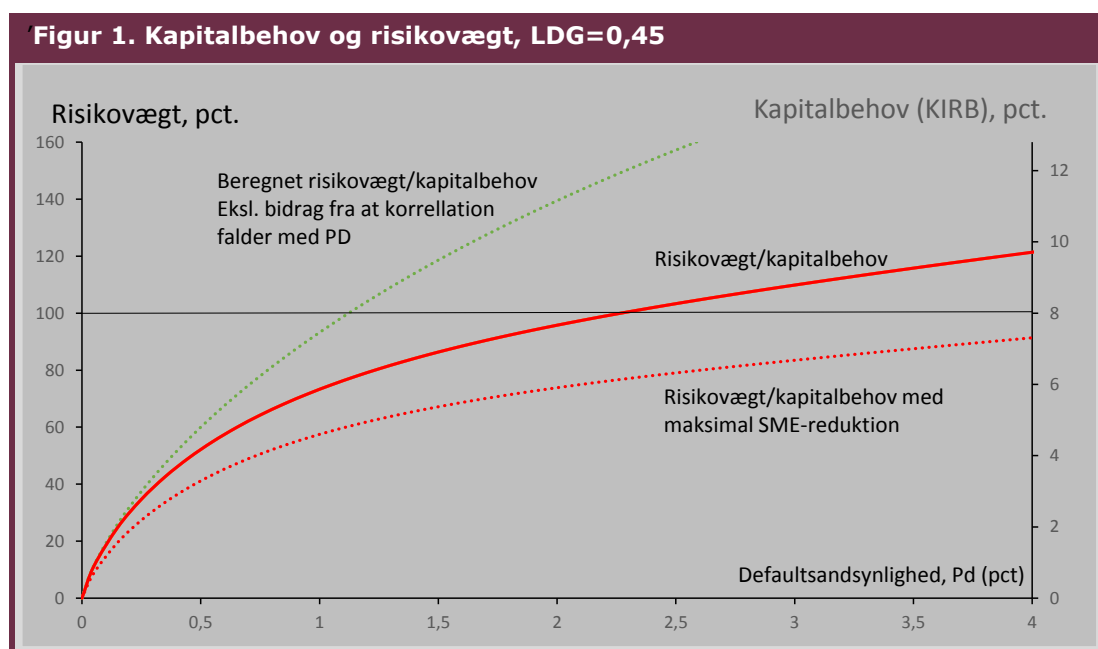
I reglerne er der faste formler for, hvad korrelationen skal være. Dvs. at korrelationen fastsættes uafhængigt af kreditinstituttets forretningsmodel og specialiseringsmønstre, og uden særlig sammenhæng med den reelle ikke-diversificerbare risiko i de enkelte kreditinstitutter. Desuden er der forskellige nedslag i korrelationen, som bl.a. afspejler et ønske om at reducere risikovægtene for SME-virksomheder. Korrelationen antages desuden at være mindre, jo større den forventede tabssandsynlighed er for et lån. Korrelationen fastlægges efter følgende formel:

$$\rho_v = \rho_{lav} + \frac{(\rho_{høj} - \rho_{lav})}{e^{50PD}} + sme \quad \text{hvor } sme = -0,04 \cdot \left(1 - \frac{s-5}{45}\right) \quad (7)$$

Den særlige *sme*-korrektion (som gælder for generelle erhvervsudlån), indebærer, at virksomheder med en omsætning under 50 mio. euro (ca. 370 mio. kr.) får et nedslag i korrelationen på op til 0,04. Det svarer til et nedslag i risikovægten på 20-25 pct.

Figur 1 viser kapitalbehov og risikovægt beregnet med (3), (6) og (7) ved forskellige forventede tabssandsynligheder, og under den antagelse at  $Lgd=0,45$  og at løbetiden er på et år ( $Jløb=1$ ). Beregningen er foretaget for eksponeringer i virksomheder, banker og stater (uden for OECD), hvor korrelationen uden *sme*-korrektion løber fra 0,24 ( $\rho_{høj}$ ) ved lave PD-værdier til 0,12 ( $\rho_{lav}$ ) ved høje PD-værdier, jf. også tabel 1.

Det fremgår, at den regelbaserede antagelse om, at korrelationen falder med tabssandsynligheden (PD), medfører en markant reduktion i risikovægt og kapitalbehov. Ved en årlig defaultsandsynlighed på 2 pct. er reduktionen i risikovægten på ca. 45 pct., og den procentuelle reduktion er stigende med defaultsandsynligheden. Den særlige korrektion for SME-virksomheder reducerer risikovægten med knap 25 pct. ved en forventet tabssandsynlighed på 2 pct.



Anm: Risikovægten er beregnet uden at medtage det tekniske ad-hoc løft på 6 pct., som også indgår i beregningsformlen. Beregningen er foretaget med korrelationen for "virksomheder, banker mv." i tabel 1.

Ud over det nævnte nedslag for virksomheder med lav omsætning er der en regel om, at engagementer med erhvervs- og privatkunder på under 1 mio. euro (knap 7.5 mio. kr.) under visse betingelser kan henregnes som detaillån i opgørelsen af risikovægte og kapitalkrav. Grænsen på 7.5 mio. kr. er forholdsvis høj for den danske banksektor. I 2005 skønnede Nationalbanken at henholdsvis ca. 25 pct. og ca. 50 pct. af erhvervsudlånene i gruppe I og II-banker var under 1 mio. euro og dermed opfyldte kravet.

Virkingen på risikovægten er anskueliggjort i tabel 1, hvor risikovægtene er beregnet med afsæt i de forskellige regler for, hvilken korrelation, der skal anvendes, for forskellige lånetyper. I beregningen er det her antaget at  $Lgd=0,45$ , og der er her taget hensyn til det tekniske løft på 1,06. Det fremgår, at udlån, som kan henføres til detaillån, samlet får en

risikovægt som er markant under den, der gælder for store erhvervsengagementer (som er angivet i den første række). Hvis lånet fx kategoriseres som "Andre detaillån", opnås et nedslag på 40-50 pct. i risikovægten, når løbetiden på lånet er 1 år, og det procentuelle nedslag er stigende med den forventede tabssandsynlighed. Den lavere vægt afspejler netop, at der her skal anvendes en lavere korrelation (som fremgår af den anden søjle i tabellen).

**Tabel 1.**

	Løbetid = 1 år					Løbetid = 2½ år				Løbetids- korrektion
	$\rho_{lav} - \rho_{høj}$	PD=0,5 pct.	1 pct.	2 pct.	3 pct.	PD=0,5 pct.	1 pct.	2 pct.	3 pct.	
<b>Beregnete (kredit)risikovægte</b>										
Virksomheder, banker mv.	0,12-0,24	55	78	102	116	74	98	122	136	ja
- med maksimal SME korrektion	0,08-0,20	44	61	78	88	58	77	99	111	ja
Detail med sikk. i fast ejendom	0,15	37	60	93	119	37	60	93	119	nej
Revolv. detail (kredit-kort mv.)	0,04	11	18	31	41	11	18	31	41	nej
Andre detaillån	0,03-0,16	32	44	52	55	32	44	52	55	nej
<b>Indeks - Virksomheder, banker mv=100</b>										
Virksomheder, banker mv.	0,12-0,24	100	100	100	100	100	100	100	100	ja
- med maksimal SME korrektion	0,08-0,20	79	78	77	76	79	78	81	82	ja
Detail med sikk. i fast ejendom	0,15	67	77	92	102	50	61	77	87	nej
Revolv. detail (kredit-kort mv.)	0,04	19	24	30	35	14	19	25	30	nej
Andre detaillån	0,03-0,16	58	56	51	47	44	45	43	40	nej

Anm.: Beregningerne er foretaget med Ldg=0,45. Desuden er det tekniske løft på 1,06 indregnet.

Detaillån (som tilgodeses med en lav korrelation) har den yderligere fordel, at de ikke udsættes for løbetidskorrektion når risikovægten beregnes. Denne undtagelse for detaillån betyder, at nedslaget i risikovægten for engagementer under 1 mio. euro kan være særligt stor for udlån til virksomheder med god kreditkvalitet og hvor lånene har længere løbetid. Hvis fx løbetiden sættes til 2½ år, er der tale om et nedslag på 55-60 pct. hvis lånet indgår i "Andre detaillån", fremfor i den mere generelle gruppe med erhvervsudlån, jf. tabel 1. Fordelen ved, at der ikke foretages løbetidskorrektionen, bidrager med mellem 5 og 15 procentpoint, mest for de kreditværdige kunder. For et 5 årigt lån øges nedslaget i risikovægten til 70-75 pct. ift. et generelt erhvervslån.

Selve løbetidskorrektionen sker efter formlen:

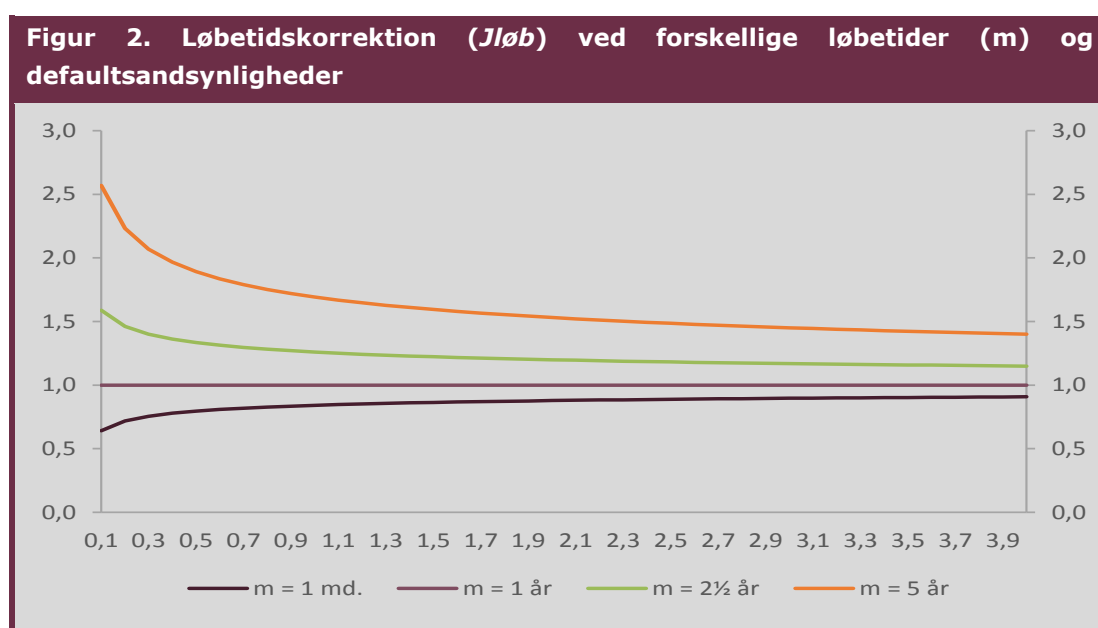
$$J_{\text{løb}} = \frac{1 + (m - 2^{1/2}) \cdot f(Pd)}{1 - 1^{1/2} \cdot f(Pd)}, f(Pd) = (0,11852 - 0,05478 \cdot \ln(Pd))^2,$$

Hvor m er løbetiden og Pd er den forventede tabssandsynlighed. Løbetidskorrektionen er størst for lån med en god kreditkvalitet (dvs. en lav defaultsandsynlighed, Pd). Det afspejler givetvis, at projekter med relativt lav defaultsandsynlighed set over det næste år også har større potentiale for at opleve en svækkelse af kreditkvaliteten på lidt længere sigt. For



virksomheder, der ikke har tilladelse til at bruge egne estimater for  $Lgd$  anvendes typisk en løbetid på 2½ år for alle eksponeringer. Løbetidskorrektionen er vist i figur 2 for forskellige løbetider og defaultsandsynligheder.

Løbetidskorrektionen ved meget korte løbetider er blevet kritiseret. Fx vil et nyt lån, der skal tilbagebetales dagen efter, ofte blive opfattet som ret sikkert, fordi der er grænser for, hvor meget låntagernes vilkår og risikobilledet kan ændre sig på et døgn. I dette tilfælde er løbetidskorrektionen på omkring 0,87, ved en årlig tabssandsynlighed på 2 pct. Dvs. at risikovægten er på 87 pct. af den vægt, som lånet ville få med en løbetid på et år, selv om defaultsandsynligheden inden for det næste døgn i dette tilfælde nærmest er 0 (knap 0,006 pct.).

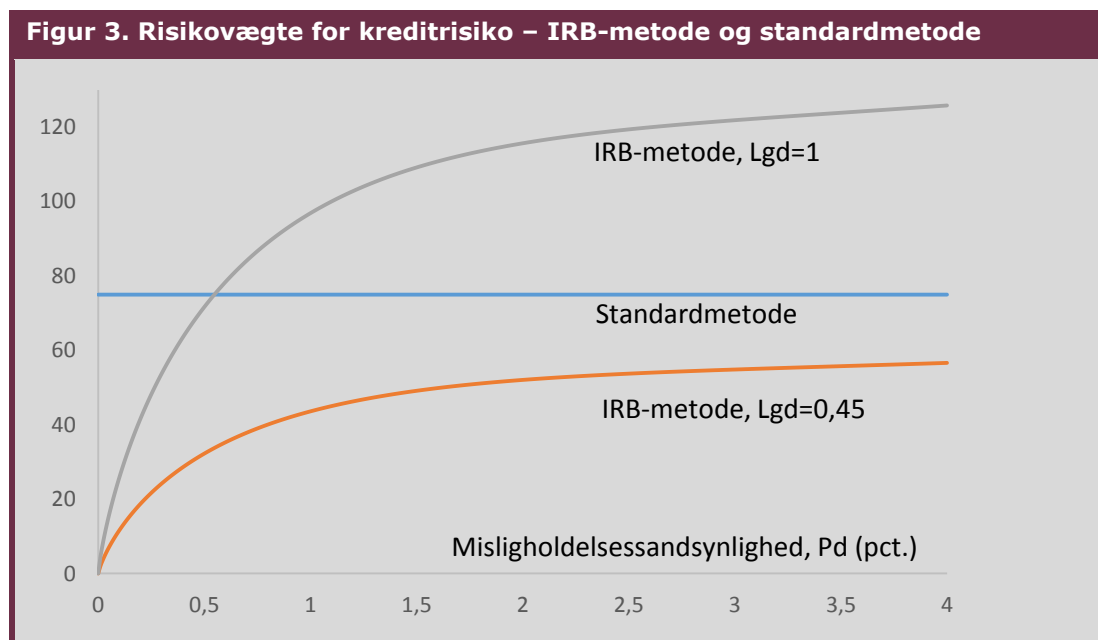


## 5. Standardmetode versus IRB-metode

De store danske banker, som er gået over til IRB-metoden, har fået en stor reduktion af de risikovægtede aktiver, og dermed et delvist teknisk løft i solvensprocenten. Overgangen til IRB-modeller indebærer, at de store bankers konkurrencesituation er styrket ift. de små og mellemstore banker, som typisk anvender den standardiserede metode til at opgøre risikovægte. Det er mest udtalt i de kundesegmenter, som har en høj kreditkvalitet (dvs. lave defaultsandsynligheder).

Det er forsøgt illustreret i figur 1. Beregningen er for erhvervsudlån på under 1 mio. euro, som henføres til "Andre detailudlån" i tabel 1. For en bank, der anvender standardmetoden vil et lån til en dansk virksomhed (under 1 mio. euro) typisk få tillagt en risikovægt på 75 (hvis det kan kategoriseres som et detaillån, og ikke rates). En bank under den avancerede IRB-metode skal derimod selv opgøre tabssandsynligheden ( $P_d$ ), og det tab som banken

får, givet at låntagerne misligholder deres forpligtelser (*Lgd*), samt eksponeringen. Derefter beregnes kapitalbehovet og risikovægten med udgangspunkt IRB-formlen ovenfor og det korrelationsbånd, som er vist i tabel 1. For at sammenligne de to situationer antages her, at *Lgd* er enten 1 eller 0,45 under IRB-metoden.



Anm. Risikovægtene er beregnet for "Andre detaillån, med korrelation der løber fra 0,16 (høj Pd) til 0,03 (lav Pd). Ad-hoc forøgelsen af risikovægtene på 1,06 er indregnet

Som det fremgår er den beregnede risikovægt mindre for IRB-banker, når låntagernes defaultsandsynlighed er lav. Det afspejler, at risikovægten stiger gradvist fra 0 med stigende defaultsandsynlighed, mens der efter standardmetoden typisk indgår en fast vægt på 75 for kunder som ikke rates af et anerkendt ratingbureau. Risikovægten stiger ikke lineært med Pd. Det afspejler bl.a. den aftagende korrelation, som indregnes i IRB-bankens kalkule i dette tilfælde.

For mindre kreditværdige kunder (med høj misligholdelsessandsynlighed) bliver forskellen i de anvendte risikovægte mindre. Hvis *Lgd* er relativt høj (i regneeksemplet lig 1), vil banker med standardmetoden få en konkurrencemæssig fordel for kunder med dårlig kreditkvalitet. Konsekvensen kan være, at de store IRB-banker dermed får lettere ved at tiltrække de kreditværdige kunder, mens andre banker (der typisk anvender standardmetoden) vil tendere mod at samle de mindre kreditværdige kunder. De forskellige beregningsmodeller medvirker dermed til at forvride konkurrencen.

De banker, der anvender standardmetoden, fik også et nedslag i kreditrisikovægtene ved overgang til Basel II for vise låntyper. Det gælder fx lån under 1 mio. euro, som kunne henregnes som detaillån (fra 100 til 75), samt visse udlån med sikkerhed i fast ejendom (fra 50 til 35). I modsat retning trækker dog, at alle banker fik et mindre tillæg for operationel risiko, som ikke indgik under Basel I (og som ikke er indregnet i figur 3). IRB-

banker har også fået et nedslag for lån med sikkerhed i fast ejendom, hvilket særligt har betydning for institutter med betydelig realkreditvirksomhed. For denne lånetype vil IRB-banker også beregne meget lave risikovægte for låntagere med høj kreditkvalitet.

## 6. Risiko for procyklikalitet i de beregnede risikovægte

Der kan være tendens til, at de beregnede kreditrisikovægte falder under gode konjunkturer, mens de stiger under dårlige konjunkturer. Det vil betyde at solvensprocenten bliver medcyklisk – dvs. at den stiger når det går godt med økonomien, og falder når det går skidt. Det kan forøge de konjunkturmæssige udsving i økonomien. Det er særligt Konjunkturmedløb i *Lgd* som har stor effekt på risikovægtene, men misligholdelsessynligheden kan også spille en vigtig rolle.

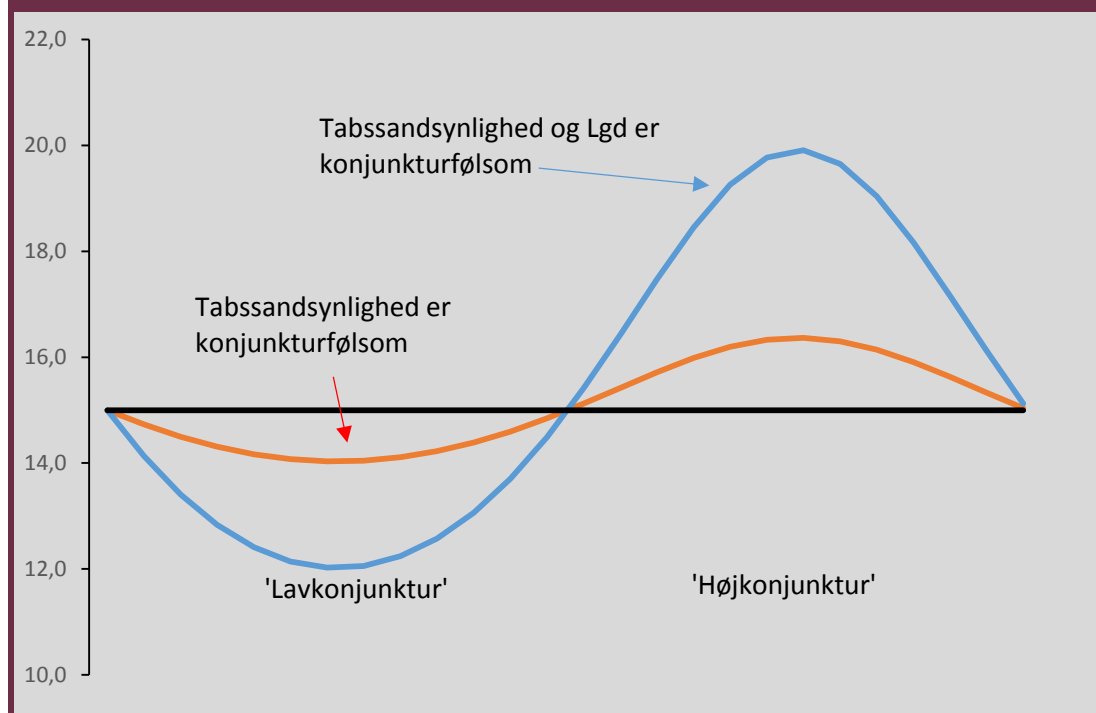
Misligholdelsessandsynligheden og loss-given-default estimeres med historiske data, og der kræves eller foreligger ikke nødvendigvis et datagrundlag som dækker en hel eller flere konjunkturcykler. Det fremgår dog samtidig af reglerne, at skønnene skal være konservative og reflektere en situation med dårlige konjunkturer, hvilket principielt skulle reducere konjunkturfølsomheden. Finanstilsynet kan desuden stille krav om, at estimaterne justeres.

For at få et indtryk af den mulige konjunkturfølsomhed ses på en udlånsportefølje med forventet, årlig tabssandsynlighed på 1,5 pct. i en normal konjunktursituation. Desuden lægges til grund at dette skøn for *Pd* er konjunkturafhængigt, således at det reduceres med op til 20 pct.point i gode år, og stiger tilsvarende i dårlige år (efter en sinuskurve). Det lægges til grund at *Lgd* er 0,45, samt at løbetiden på porteføljen er et år og at udlånet indgår under "Andre detaillån" med de korrelationer, som er vist i tabel 1.

Det indebærer en beregnet risikovægt på ca. 49 (inklusive ad-hoc forøgelsen på 1,06) i en normal situation, hvor det samtidig antages at solvensprocenten – dvs. forholdet mellem basiskapitalen og de risikovægtede aktiver – er præcis 15 pct. Det er lagt til grund, at basiskapitalen (og eksponeringen ved default) opgjort i kroner er konstant. Dvs. at konjunkturelementet i dette tilfælde alene knytter sig til udviklingen i risikovægtene for aktiverne.

Det fremgår af figur 4 (mørkerød kurve), at solvensprocenten i dette tilfælde falder med 1 pct. point i dårlige år mens den stiger med ca. 1½ pct. point i gode år (fra 15 til ca. 16½ pct. point). Det procentuelle gennemslag på solvensprocenten (elasticiteten) er dermed hhv. -0,2 og -0,3. Konjunkturvirkningen er dermed trods alt moderat. En del af forklaringen er her, at korrelationen ifølge reglerne skal sættes ned, når tabssandsynligheden stiger. Det medfører en reduktion af konjunkturfølsomheden i solvensprocenten i regneeksemplet.

**Figur 4. Solvensprocent – konjunktorelement fra beregning af risikovægte. Et eksempel.**



Anm.: Det antages, at den årlige tabssandsynlighed 1,5 pct. i normal situation, samt at LGD er 0,45. Korrelationen afhænger af tabssandsynligheden ("Andre detailån"). Solvensprocenten er som udgangspunkt 15 pct. Det antages at tabssandsynligheden stiger med op til 20 pct. i dårlige år, og falder med op til 20 point i gode år (efter en sinuskurve). Effekten heraf på solvensprocenten fremgår af den røde kurve i figuren. Endelig antages, at LGD også er konjunkturafhængig, således at den stiger med 20 pct. i dårlige år, og falder tilsvarende i gode år. Effekten fremgår af den blå kurve.

I figuren er desuden vist et eksempel, hvor *Lgd* også antages at være konjunkturafhængig. Konkret forudsættes at *Lgd* stiger fra 0,45 til 0,55 (20 pct.) i dårlige år, mens den falder til 0,35 (med 20 pct.) i gode år. Tabssandsynlighedens konjunkturafhængighed er som ovenfor. Konsekvensen er, at konjunktorelementet forstærkes væsentligt. Konkret stiger solvensen til omkring 20 pct. i de gode år, mens den falder til ca. 12 pct. i de dårlige år. Samlet sker der således et løft fra bund til top på ca. 8 pct. point i solvensprocenten i kraft af konjunkturreffekterne. I dette tilfælde er elasticiteten (dvs. den procentuelle ændring i solvensprocenten ift. 20 pct.) på hhv. -1 i svage tider og -1,6 i gode tider. Den kraftigere effekt fra *Lgd* skyldes at den indgår lineært i beregningen af risikovægten, og at virkningen ikke dæmpes via lavere korrelation, som tilfældet er med tabssandsynligheden. Effekten på solvensprocenten er samtidig størst i en højkonjunktur.

I tabel 2 er vist mulige konjunkturreffekter på solvensprocenten fra ændringer i hhv. misligholdessandsynlighed ( $P_d$ ) eller tab ved default (eller begge dele) på +/- 20 pct., når solvensprocenten og misligholdessandsynligheden antager forskellige værdier i udgangspunktet. En lavere  $P_d$  medfører lavere risikovægte – og jo lavere risikovægtene er i udgangspunktet, jo mere konjunkturfølsom bliver solvensprocenten. Desuden vil et højere

niveau for solvensprocenten trække i retning af større absolutte udsving i solvensprocenten.

Pd	Konjunkturbevægelse i Pd og Lgd	Lavkonjunktur (+)			Normal konjunktur		Højkonjunktur (-)			Ændring i solvens 'Bund' til 'top'
		Solvens	Risikovægt	Elasticitet	Solvens	Risikovægt	Solvens	Risikovægt	Elasticitet	
1,5	D(Pd) = +/-20 pct.	14,4	51	-0,2	15	49	15,9	46	-0,3	1,5
	D(Lgd) = +/-20 pct.	12,5	59	-0,8	15	49	18,8	39	-1,3	6,3
	D(Lgd) = D(Pd) = +/-20 pct.	12,0	61	-1,0	15	49	19,9	37	-1,6	7,9
0,5	D(Pd) = +/-20	13,7	35	-0,4	15	32	16,9	29	-0,6	3,2
	D(Lgd) = +/-20	12,5	39	-0,8	15	32	18,8	26	-1,3	6,3
	D(Lgd) = D(Pd) = +/-20	11,4	42	-1,2	15	32	21,1	23	-2,0	9,7
1,5	D(Pd) = +/-20 pct.	9,6	51	-0,2	10	49	10,6	46	-0,3	1,0
	D(Lgd) = +/-20 pct.	8,3	59	-0,8	10	49	12,5	39	-1,3	4,2
	D(Lgd) = D(Pd) = +/-20 pct.	8,0	61	-1,0	10	49	13,3	37	-1,6	5,3
0,5	D(Pd) = +/-20	9,1	35	-0,4	10	32	11,3	29	-0,6	2,1
	D(Lgd) = +/-20	8,3	39	-0,8	10	32	12,5	26	-1,3	4,2
	D(Lgd) = D(Pd) = +/-20	7,6	42	-1,2	10	32	14,1	23	-2,0	6,5

Anm.: Elasticiteten angiver procentuel ændring i solvensprocent ift. procentuel ændring i Pd/Lgd. År både Pd og Lgd er konjunkturfølsomme er elasticiteten beregnet som den procentuelle ændring i solvensprocent ift. den gennemsnitlige procentuelle ændring for Pd og Lgd. I sidste søjle er vist forskellen mellem solvens i høj- og lavkonjunktur, hvor hhv. Lgd og Pd (eller begge) er 20 pct. lavere hhv. højere end i en normalsituation. Eksemplet i den sidste række i tabellens øverste blok er brugt i figur 4.

Det konjunkturmedløbende element, som navnlig ser ud til at kunne komme fra bankernes skøn for Lgd, medfører bl.a. stigende udlånspotentialer i de gode år, som kan forstærke konjunkturbevægelserne. Det forstærkes af, at basiskapitalen – dvs. tælleren i solvensprocenten – også er cyklisk bl.a. i kraft af nedskrivninger, hvilket ikke er med i regneeksemplet. Den foreslåede konjunkturbuffer på op til 2½ pct. af de risikovægtede aktiver er tænkt som et instrument, som bl.a. skal dæmpe disse udsving i solvensprocenten.

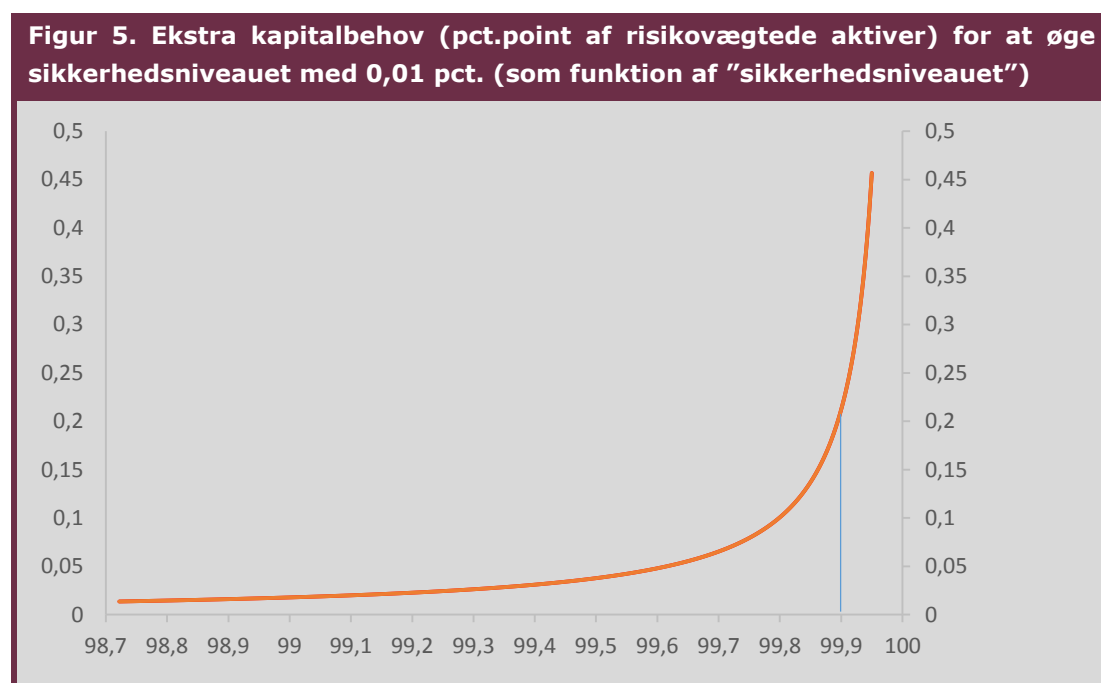
## 7. Nogle kritikpunkter af kreditrisikovægtberegningen

Det regulatoriske krav til kapital på mindst 8 pct. af de risikovægtede aktiver betyder i princippet, at der skulle være mindre end 0,1 pct. sandsynlighed for, at et bestemt kreditinstitut ikke skulle have kapital nok til at håndtere kreditrisiko det næste år. Det vil således kun ske en gang hvert 1000 år.

Ifølge reglerne gælder desuden, at et institut kan påbegyndes afviklet, hvis mindstekapitalkravet ikke opfyldes. Desuden indgår der søjle II-krav, som kreditinstitutterne også skal leve op til. Derfor er 8-pct. kravet en mindstegrænse, som kreditinstituttet vil være meget optaget af at opfylde, også hvis der kommer et meget negativt chok til økonomien.

Banken vil derfor tilstræbe en højere solvensprocent end mindstekravet på 8 pct. af de risikovægtede aktiver. Hvis modelantagelserne antages opfyldt, vil den yderligere reduktion af defaultsandsynligheden, som banken herved opnår, imidlertid være beskednen. Det kræver således relativt meget kapital, at reducere defaultsandsynligheden yderligere, hvis der i forvejen kun er 0,1 pct. sandsynlighed for at banken reelt vil blive insolvent i løbet af det næste år.

Hvis banken eksempelvis skal løfte sikkerhedsniveauet fra 99,9 pct. til 99,91 pct. (dvs. med 0,01 pct. point), kræves en stigning i kapitalen på ca. 0,2 pct.point (dvs. der er en faktor 20 til forskel). Hvis konfidensniveauet i stedet skal løftes fra 99,6 til 99,61 pct., vil det ekstra kapitalrav være på godt 0,05 (ved  $Ldg=0,45$ ,  $PD=2$  pct. og en korrelation på 0,2), jf. figur 5.



Anm.: Beregninger er foretaget ved  $Ldg=0,45$  og  $Pd=0,02$

Det er svært at argumentere for, at det sikkerhedsniveau, som man rent teknisk arbejder med (de 99,9 pct.), skulle være specielt lavt. Problemet er snarere, at beregningen af vægtene bygger på nogle bagvedliggende forudsætninger, som næppe holder, ligesom nogle kreditinstitutter kan have en tilskyndelse til at fastsætte utilsigtet lave skøn for defaultsandsynligheder,  $Lgd$  mv. med henblik på at reducere risikovægtene/øge solvensprocenten. Der kan desuden argumenteres for, at den måde beregningsmodellen implementeres på i regelsættet i nogen grad afkobler beregninger og resultater fra den bagvedliggende teoretiske ramme:

**Enkelt-faktor antagelsen.** Den beregningsformel, som ifølge reglerne skal bruges til at beregne risikovægte for kreditrisiko, er baseret på en såkaldt "enkelt-faktor" model. Det vil

sige, at der er en (og kun en) "global risikofaktor", som medfører usikkerhed om det forventede tab i banken, og som dermed udløser kreditrisiko og kreditrisikovægt. Denne risikofaktor er normalfordelt, hvilket indebærer risiko for, at man undervurderer sandsynligheden for meget negative udfald (dvs. at der ofte er bredere haler i "tabsfunktionen" end det, som normalfordelingen lægger til grund). Desuden er der i virkeligheden mere end en risikofaktor, hvilket også kan medføre bredere haler i tabsfunktionen. I nogle af de risikomodeller, som bruges af de mest avancerede banker og rating-institutter, indgår mange flere globale risikofaktorer, der kan udløse uventede tab, og ofte mere avancerede antagelser om tabsfordelingen. Enkelt-faktor tilgangen hviler således på et svagt grundlag og er ikke "best-practise" i sektoren.

**Perfekt diversifikation.** Kreditinstituttets udlånsportefølje antages perfekt diversificeret. Dvs. at man – hvis man i øvrigt ser bort fra (korrelationen med) den nævnte "globale risikofaktor" - ville have fuld sikkerhed om de forventede tab for banken, og at der dermed ikke forekommer uventede tab. Ifølge det teoretiske oplæg er der fx ikke behov for en kapitalstødpude til at håndtere de risici, som er særegne for den specifikke bank (og som ikke er korreleret med den globale faktor). I Basel-komiteens oprindelige udkast til Basel II indgik an korrektion i beregningsformlen, som skulle tage hånd om, at bankernes porteføljer ikke er så fint-maskede som det forudsættes, men den udgik efterfølgende.

**Porteføljeinvarians.** Antagelserne om "en enkelt risikofaktor" og at bankens udlånsportefølje derudover er perfekt diversificeret har den praktiske egenskab, at vurdering af kreditrisikoen for et givet lån, kun afhænger af lånet og låntageren, og ikke af bankens forretningsmodel og portefølje i øvrigt. Denne egenskab betyder også, at risikovægten er mere stabil over tid og at to banker, der placerer et udlån i samme risikoklasse (med samme skøn for  $Lgd$ ,  $Pd$  mv.) vil tildele udlånet samme risikovægt. I praksis er antagelsen imidlertid meget tvivlsom. Fx tages ikke højde for, at risikoen ved et lån til køb af fx erhvervsejendomme være afhængig af om den pågældende bank i forvejen har lånt meget ud til sektoren, eller om banken har diversificeret sin portefølje og dermed er mindre følsom over for bevægelser på ejendomsmarkedet. Mange af de danske banker, der blev afviklet under krisen, var netop meget eksponeret inden for ejendomsmarkedet.

**Korrelation:** I teorien afhænger den beregnede kapitalstødpude af korrelationen mellem værdien af låntagernes aktiver og den lidt abstrakte "globale risikofaktor". Denne korrelation kan ses som et udtryk for den risiko, som banken ikke kan diversificere bort. Hvis korrelationen er 0 er der ikke nogen usikkerhed om, hvor stort det forventede tab bliver, og dermed ikke noget behov for en kapitalstødpude. Hvis korrelationen med risikofaktoren er høj, er der derimod behov for en stor kapitalstødpude. I beregningsformlen i reglerne, er disse sammenhænge til dels kortslettet ved at antage, at korrelationen alene er en funktion af den forventede defaultsandsynlighed for det specifikke udlån, således at en højere forventet defaultsandsynlighed medfører mindre korrelation. Det er i strid med den bagvedliggende teoretiske model, hvor den ventede (ubetingede) defaultsandsynlighed

er uafhængig af korrelationen. Desuden er der separate, delvist politisk motiverede og ret store nedslag i korrelationen for bestemte udlån, særligt for små og mellemstore virksomheder. Det medfører store nedslag i de beregnede risikovægte, som der næppe er solidt grundlag for.

**Loss-given-default.** I opgørelsen af risikovægtene og det forventede tab i banken indgår det samme skøn for *Lgd*. Dvs. at tabet (givet default) antages at være det samme, uanset om det økonomiske forløb udvikler sig som ventet eller om man løber ind i en "tusind-års storm". *Lgd* afhænger ikke mindst af værdien af de aktiver, som ligger til sikkerhed for lånet. Det kan fx være sikkerhed i fast ejendom, som kan falde væsentligt i værdi, hvis økonomien rammes af en stor nedgang. Denne sondring mellem forventet *Lgd* og uventet *Lgd* tages der ikke hensyn til i reglerne. Konsekvensen er bl.a., at der afsættes for lidt kapital til uventede tab. Kreditinstitutternes skøn for *Lgd* har desuden større betydning for de beregnede risikovægte, end skønnet for defaultsandsynligheden, *Pd*. Det skyldes at ændringer i *Lgd* indgår lineært i beregningen af risikovægtene, mens der indgår et teknisk nedslag i korrelation og dermed risikovægt ved stigende forventet defaultsandsynlighed. Desuden indgår der mere politisk motiverede nedslag bl.a. for lån under 1 mio. euro.

**IRB-banker bruger ikke (kun) egne risikomodeller.** Det er forkert at sige, at IRB-metoden skulle være udtryk for, at banker bruger deres egne risikomodeller til at beregne kapitalbehov og risikovægte. Der er i stedet tale om, at bankerne bruger deres risikomodeller til at placere eksponeringer i forskellige kreditrisikogrupper, og at institutterne beregner nøgletal (defaultsandsynligheder, loss-given-default osv), som derefter bruges til beregning af risikovægte. Beregningen af risikovægtene sker derimod i en formel som fastlægges i reglerne, med en række tekniske antagelser om korrelation mv. Konsekvensen er bl.a., at der også i IRB-banker vil være forskel på hvordan banken selv ser på de risici de tager, og den risikovægt, som beregnes efter reglerne. Samtidig er beregningen imidlertid stærkt afhængig af de skøn som for PD, LDG mv. som foretages af kreditinstitutterne.

**Systemiske risici.** Det er kun store banker, som bruger IRB-metoderne, og det kan derfor være en relevant at nævne, at beregningen af risikovægtene ikke tager hensyn til samspillet mellem banker og hvordan kreditinstitutters adfærd påvirker det overordnede risikobillede. Den "globale risikofaktor" i modellen er således upåvirket af bankernes adfærd og systemiske betydning. Desuden er den ideosynkratiske kreditrisiko i en bank uafhængig af denne risiko i andre banker, og disse risici stiller ifølge modellen ikke krav om særlige stødpuder.



## Bilag – sammenhæng med CAPM-modellen.

Den enkle Capital Asset Market Model (CAPM-modellen) kan skrives som

$$r_i = \alpha_i + \beta_i r_m + \varepsilon_i$$

Hvor  $r_i$  er afkastet på låntagerens aktiv,  $r_m$  er afkastet på markedsporteføljen og  $\varepsilon_i$  er et normalfordelt støjled som afspejler aktivspecifik usikkerhed. CAPM-ligningen kan herefter skrives på standardiseret form:

$$\frac{r_i - \alpha_i - \beta_i E(r_m)}{\sigma_i} = \left( \beta_i \frac{\sigma_m}{\sigma_i} \right) \left[ \frac{r_m - E(r_m)}{\sigma_m} \right] + \frac{\sigma(\varepsilon_i)}{\sigma_i} \left[ \frac{\varepsilon_i}{\sigma(\varepsilon_i)} \right] \quad [1]$$

Hvor  $\sigma_i, \sigma_m, \sigma(\varepsilon_i)$  er standardafvigelsen for aktivet, markedsporteføljen og støjledet.

De to størrelser i de kantede parenteser er stokastiske variable som begge er normalfordelte med spredning på 1 og middelværdi på 0. Det samme gælder udtrykket på venstre side af lighedstegnet. Derfor gælder at

$$\text{var} \left( \frac{r_i - \alpha_i - \beta_i E(r_m)}{\sigma_i} \right) = \left( \beta_i \frac{\sigma_m}{\sigma_i} \right)^2 \text{var} \left[ \frac{r_m - E(r_m)}{\sigma_m} \right] + \left( \frac{\sigma(\varepsilon_i)}{\sigma_i} \right)^2 \text{var} \left[ \frac{\varepsilon_i}{\sigma(\varepsilon_i)} \right] \Rightarrow$$

$$1 = \left( \beta_i \frac{\sigma_m}{\sigma_i} \right)^2 + \left( \frac{\sigma(\varepsilon_i)}{\sigma_i} \right)^2 \quad [2]$$

Hvis det nu antages at  $\rho_V = \left( \beta_i \frac{\sigma_m}{\sigma_i} \right)^2$ , samt at  $y = \frac{r_i - \alpha_i - \beta_i E(r_m)}{\sigma_i}$ ,  $e = \frac{r_m - E(r_m)}{\sigma_m}$ , og

$\omega = \frac{\varepsilon_i}{\sigma(\varepsilon_i)}$  så når man frem til ligning (1) i boksen:

$$y = \sqrt{\rho_V} e + \sqrt{1 - \rho_V} \omega$$

Ved en lineær regression af modellen ville man få, at,  $\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m}$  and  $\rho_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m \sigma_i}$ ; Derfor

får man at korrelationen mellem låntagerens forskellige afkast på deres aktiver svarer til kvadratet af korrelationen mellem her enkelt låntagers aktiv og markedsporteføljen – dvs.

den globale risikofaktor.  $\rho_i = \sqrt{\rho_V}$

## Kilder

Vasicek, O. (1987). "Probability of loss on loan portfolio". KMV Corporation. [www.moodyskmv.com/research/portfoliotheory.html](http://www.moodyskmv.com/research/portfoliotheory.html)

Basel Committee on Banking Supervision (2004), "International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, A Revised Framework"

PriceWaterhouseCoopers (2004). "Study on the financial and macroeconomic consequences of the draft proposed new capital requirements for banks and investment firms in the EU"

Lovtidende A (2011). "Bekendtgørelse om Kapitaldækning"

Thomas, H og Zhiqiang Wang (2004). "Interpreting the Internal Ratings-Based Capital requirements in Basel II".

Gordy, M.B. (2002). "A Risk-Factor Model Foundation for Ratings-Based Bank Capital Rules"

Nationalbanken, Finansiell Stabilitet (2006). "Anvendelse af avancerede metoder til beregning af kapitalkrav under Basel II"

Nationalbanken, Kvartalsoversigt 3.kvartal 2003. "Nye kapitaldækningsregler for kreditinstitutter"