

Subnetmasker og IP adresser:

En introduksjon til subnetting for elever ved Oslo By Steinerskole,
IKT driftsfag, VK1.

Del 2 segmentering, beregning av IP range ved forskjellige subnetmasker.

(Kilder: RFC 792 og RFC 950, Standard 005 og diverse nettsteder)

Alle noder (node = host) på et TCP/IP nettverk MÅ ha en subnetmaske.

Et subnett er en fysisk del (et segment) av et nettverk som bruker TCP/IP og hvor segmentene i subnettene stammer fra en eneste nettverks ID. Det typiske er at et firma eller en organisasjon får en serie (range) med IP adresser, enten fra en nasjonal ISP eller direkte fra InterNIC og hvor denne bedriften ønsker å organisere sitt eget, private nettverk i forskjellige deler. Det kan være slik at man ønsker en del av nettverket forbeholdt bedriftens ledelse, en annen del forbeholdt økonomiavdelingen og en tredje del forbeholdt HR/CRM (Human Resources / Customer Relations Management). Det kan selvfølgelig også være et annet oppsett som passer bedre for din bedrift. Da kan det være aktuelt å bruke noe annet enn default subnetmasker, vi vil velge en spesiell subnetmaske isteden. En spesiell subnetmaske er en subnetmaske som ikke er standard, altså en som avviker fra default subnetmasker i klassebaserte IP adresser (klasse A, B og C).

Når vi skal dele opp nettverket i segmenter (deler) må vi gi hvert segment en egen nettverks ID, eller subnett ID. En slik subnett ID kan vi skape ved å dele litt på de bits i IP adressen som beskriver "host delen" og benytte noen av dem til å utvide den delen som angir nettverksdelen. De få bits vi "knabber" fra host ID delen benytter vi til å identifisere de forskjellige subnettene vi ønsker å lave. Jo flere vi vil ha, jo færre noder er det plass til i nettverket og omvendt, jo flere noder vi vil ha i hvert subnett, jo færre subnett kan vi lave av en enkelt range (serie) med IP adresser.

Hvis du ikke husker hva som er nettverksdelen og hva som er host delen av en IP adresse må du gå tilbake til kompendiet Nettverk 5 som du finner på www.poppe.nu. Det forutsettes at du har en forståelse for dette stoffet før du går videre med dette kompendiet.

Det er flere fordeler ved å dele opp et nettverk i segmenter, subnett. Det kan benyttes for å lave et eneste stort nettverkssegment av flere mindre nettverk (supernetting) eller å dele opp et stort nettverk i mindre deler (subnetting). Når vi subnetter kan vi:

- Blande forskjellige teknologier i et stort nettverk. Vi kan for eksempel blande Ethernet og Token Ring.
- Omgå begrensninger som ligger i enkelte teknologier ved å få plass til flere noder pr. segment enn det standarden tilsier (spesielt bussnett).
- Redusere nettverkstrafikken ved å redusere antall broadcast meldinger ved å begrense hvilke deler av nettverket en broadcastmelding får lov til å gå ut på.

Når vi implementerer (iverksetter, starter) subnetting er det noen momenter vi må tenke på ganske raskt. Vi må:

- Bestemme oss for hvor mange segmenter vi trenger / ønsker å ha
- Bestemme oss for hvor mange noder / host det er behov for / som vi ønsker oss i hvert av segmentene, husk alle noder må ha en IP adresse.

Når du har bestemt dette må du

- Definere en subnetmaske for hele nettverket
- En unik subnet ID for hvert av subnettene
- En range (en serie) IP adresser for hvert segment

Altså; før du bestemmer deg for hvilken subnetmaske du vil bruke må du tenke deg nøye om og bestemme deg for hvordan du vil ha det med hensyn til hvor mange subnett du vil ha og hvor mange host du trenger på hvert subnett. Husk at det er meget smart å tenke litt forover, det kan hende at bedriften vil vokse i fremtiden og ha behov for flere noder pr subnett, eventuelt flere subnett. Tenk nøye!

Jo flere bits du tar til subnetmasken, jo flere subnett kan du ha, men det har en pris (!!). Du får plass til færre noder på hvert subnett. For eksempel: vi har et klasse B nettverk som vi skal subnette. Dersom vi bruker 3 bits til subnetting vil vi få 6 subnett med plass til ca. 8000 noder per subnett, men hvis vi bruker 8 bits til subnetting vil vi få 254 subnett med plass til 254 noder per subnett. Altså har det ganske betydelig virkning å velge subnetmaske, tenk deg nøye om, hva trenger du nå, og hva vil du ha behov for i fremtiden. Hvis du bruker flere bits enn nødvendig til subnett, vil det gi deg mulighet for å lave flere subnett i fremtiden, men det begrenser hvor mange maskiner du får plass til, og likeledes hvis du benytter for få bits til subnett vil du ha massevis av plass for nye noder, men begrenset mulighet for å skaffe flere subnett.

Bare for å samle dette litt: et subnett er altså en del av et større TCP/IP nettverk. Det er en oppdeling av en serie (range) av IP adresser, som i utgangspunktet tilhører samme nettverk. Vi oppnår dette ved å "knabbe" noen av de bitsene som ellers tilhører hostdelen av IP adressen og benytter den som en del av nettverksadressedelen av IP adressen. Det antall bits du "rapper" er avgjørende for hvor mange subnett du får og hvor mange noder det er plass til i hvert av dem.

Hvordan definere en subnetmaske:

Å definere en subnetmaske er en tretrinns operasjon. Vi ser på fremgangsmetoden, trinn for trinn. Det er to metoder vi kan benytte; den "lange" og den "korte". Vi ser først på den lange:

Det første vi gjør er å bestemme oss for hvor mange subnett vi vil ha. La oss si seks subnett.

Gjør tallet 6 om til binært ($6 = 110b$) og vi ser at det kreves tre bits for å skrive tallet 6. (Legg merke til at jeg sier tre bits totalt, ikke at det er tre bits som er satt til 1.)

I den oktetten som skal deles opp setter vi nå det samme, totale, antall bits, telt fra venstre (most significant bit), til 1 og resten til 0. Dersom vi har en klasse C adresse bruker vi siste oktett og setter de tre "most significant bits" til 1, uavhengig av om noen av dem

var 0 i punkt 2.

Eksempel (Kl. C subnettmaske deles i seks subnett) 11111111.11111111.11111111.11100000

Ta nå de binære, 8 bits lange tallene i alle oktettene og gjør disse tallene desimale.

Eksempel: 11111111.11111111.11111111.11100000 = 255.255.255.224 og, voilà, du har fått en subnettmaske som gir 6 subnett.

Aha, vi har et klasse C nettverk som vi har delt opp i 6 mindre nettverk. Så langt, så greit, men hvor mye mindre er egentlig disse nye nettverkene (subnettene)? La oss se på den siste oktetten. Vi hadde 8 bits, men vi maskerte 3 bits (satte bitsene til 1 istedenfor 0) og har derfor 5 bits igjen som vi kan benytte til noder. 2 opphøyet i 5. potens (2^5) blir 32. Altså er det 32 mulige kombinasjoner av 0 og 1 dersom vi har 5 bits. Imidlertid vet vi fra før at en kombinasjon som består av bare 0 ikke kan brukes fordi det er adressen til selve nettverket, og vi vet at en kombinasjon som består av bare 1 heller ikke kan benyttes fordi det er broadcastadressen til dette nettverket. Vi må derfor trekke fra 2 fra det totale antall mulige kombinasjoner. To og tre minus to blir tre. Det er altså plass til 30 noder på hvert av de nye nettverkene.

NB! Dersom vi subnetter slik som dette (også nettverk som ikke subnettes, men som skal ha tilgang til Internet) må vi holde av en adresse til ruterer (gatewayen). Det vil derfor, i praksis, alltid være en adresse mindre til lokale noder, men dette er et praktisk problem, ikke et matematisk.

La oss se på den ”korte” metoden:

Fra det vi gjorde i sted kan vi raskt utlede en matematisk formel for å se hvor mange noder det blir plass til. Vi kan si at $X^Y - 2$ der $X = 2$ og $Y =$ antall bits som er igjen etter maskering vil gi oss antall noder per subnett. Eksempelvis: Vi har en klasse C adresse, maskerer 2 bits og har dermed 6 bits igjen til noder. Da blir $X^Y - 2$ det samme som $2^6 - 2 = 64 - 2 = 62$ noder per subnett dersom vi maskerer to bits.

OK, hva blir da subnetmasken? Jo, vi kan regne ut det også. Vi maskerte 2 bits, vi setter dem til 1 og plasserer dem som ”most significant bits”, altså lengst til venstre i oktetten. Så fyller vi opp oktetten med 0 på resten av plassene. Vi får 11000000b som vi omgjør til et desimalt tall. Hvis vi tar den i hodet ser vi at $128 + 64 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 192$. Vår klasse C adresse får da subnetmasken 255.255.255.192. Vi har to subnett med plass til 62 noder på hvert nett.

Så langt, så greit, ikke sant? Men hvor starter adresseseriene og hvor slutter de for hvert av subnettene? Det er jo slik i dette tilfellet at vi har to subnett, men hvilke adresser tilhører det første subnett, og hvilke tilhører det andre subnett? Dette finner vi ut på følgende måte: Vi ser på subnetmasken en gang til, i binær form. Den var 11000000. Vi ser på den biten som er ”Least Significant Byte”, men bare blant de som er satt til 1. Altså det entallet som står lengst til høyre. Merk deg hvilken posisjon i oktetten (byten) den har. Tell fra venstre og oppover til du kommer til denne posisjonen og du har fått din *inkrementeringsverdi*. I dette tilfellet er det bit nr. 7 fra høyre mot venstre som gjelder. Vi vet at dette er posisjonen for verdien 64. (128-64-32-16-8-4-2-1). 64 blir inkrementeringsverdien. Å inkrementere betyr å øke med en bestemt verdi, og den samme verdien, hver gang.

Nå tar vi denne verdien og legger den til seg selv inntil vi kommer til subnettmasken vi hadde.

$$\begin{array}{r} 64 \\ +64 \\ \hline 128 \\ +64 \\ \hline 192 \end{array}$$

Vi stanser ved 192 fordi det var subnettmasken og det betyr at den blir bare 1 tall og da er den ikke lovlig som hostadresse. Det blir broadcastadressen for alle subnettene.

Vi får altså to nett, det som begynner med 64 og det som begynner med 128. Hvis vi ser på et praktisk eksempel og tar utgangspunkt i adressen 192.168.10.0 som er en nettverksadresse (ikke en nodeadresse) og først gir denne adresse subnettmasken 255.255.255.0 vil vi få et subnett med 254 mulige adresser. Det er egentlig 256 mulige kombinasjoner, men den med bare 0, og den med bare 1 er ulovlige som nodeadresser. (X^Y-2).

Hvis vi nå gir nettverket 192.168.10.0 subnettmasken 255.255.255.192 får vi altså en oppdeling av nettverket i to subnett.

La oss ta et eksempel til:

La oss si at vi vil ha 14 subnett. Vi tar 14 og gjør det binært ($14 = 1110b$) vi teller og ser at vi trenger 4 bits. Oktetten maskeres slik: 11110000 fordi vi brukte 4 bits. Vi gjør dette tallet desimalt ($11110000b = 240$) For å finne hvilken inkremeringsverdi vi skal bruke må vi se på oktetten binært igjen. Den var 11110000 og vi ser at den 1 biten som er least significant står i (128-64-32-16-8-4-2-1) posisjonen for tallet 16. Her er det noe som er viktig å forstå. Fordi inkremeringsverdien er 16 blir antall nettverk totalt (matematisk) sett 16. Det er ikke mulig å ha en inkremeringsverdi på 14, fordi 14 ikke kan skrives som bare 1 tall. Vå må maskere antallet bits som blir brukt og dermed også den 0 som du må ha med for å skrive 14. Heldigvis finnes det en "hurtigmetode" for å finne frem til inkremeringsverdien.

Subtraher nettverksmasken fra 256, altså 256 minus nettverksmasken ($256 - 240 = 16$) og du har "step / trinn" eller inkremeringsverdien, de er samme sak alle tre.

Vi ser på regnestykket:

0
+16
=16 (Utgår, bare 0-subnett; subnett zero)
+16
=32
+16
=48
+16
=64
+16
=80
+16
=96
+16
=112
+16
=128
+16
=144
+16
=160
+16
=176
+16
=192
+16
=208
+16
=224
+16
=240 (Utgår = subnettmasken)
+16
=256 (Utgår, ulovlig, > 255)

Tell og se selv, det er (matematisk) 16 deler. Den første og de to siste utgår og vi har 13 brukbare nett.

Vi kan altså IKKE bruke 240 som subnettmasker allikevel?

Vi må bruke en bit til??

Ser det ut til???

Nå er det heldigvis slik at i de fleste tilfelle kan vi bruke dette 14.de nettverket (det nederste). Det forutsetter at alt utstyr (nettverksoperativsystemer, rutere og switcher etc.) støtter dette systemet som kalles subnett zero. Det meste av moderne utstyr støtter subnett zero (subnett med adresse 0). Dersom du har Cisco rutere må subnett zero "skrus på" (enables) og det samme gjelder en del annet utstyr. Windows NT /2000/XP (brukt som ruter) støtter subnett zero.

Vi ser også at denne subnettmasken gir oss 4 bits igjen til noder. Da kan vi maksimalt få 14 noder ($2^4=16-2=14$). Det er lett å se at antall mulige noder på et klasse C nettverk synker dramatisk etter hvert som vi subnetter med stadig flere bits.

Bruk av subnett zero sparer en god del IP adresser. La oss sette opp en tabell over hva vil kan gjøre med subnetmasker i en klasse C adresse hvis subnett zero er tillatt:

Antall subnett*	Subnettmaske	Nettverksnummer (navn på subnett)	Ruteradresse**	Broadcastadresse for subnett	Antall nodeadresser du kan bruke
1	255.255.255.0	x.y.z.0	x.y.z.1	x.y.z.255	253
2	255.255.255.128 255.255.255.128	x.y.z.0 x.y.z.128	x.y.z.1 x.y.z.129	x.y.z.127 x.y.z.255	125 125
4	255.255.255.192 255.255.255.192 255.255.255.192 255.255.255.192	x.y.z.0 x.y.z.64 x.y.z.128 x.y.z.192	x.y.z.1 x.y.z.65 x.y.z.129 x.y.z.193	x.y.z.63 x.y.z.127 x.y.z.191 x.y.z.255	61 61 61 61
8	255.255.255.224 255.255.255.224 255.255.255.224 255.255.255.224 255.255.255.224 255.255.255.224 255.255.255.224 255.255.255.224	x.y.z.0 x.y.z.32 x.y.z.64 x.y.z.96 x.y.z.128 x.y.z.160 x.y.z.192 x.y.z.224	x.y.z.1 x.y.z.33 x.y.z.65 x.y.z.97 x.y.z.129 x.y.z.161 x.y.z.193 x.y.z.225	x.y.z.31 x.y.z.63 x.y.z.95 x.y.z.127 x.y.z.159 x.y.z.191 x.y.z.223 x.y.z.255	29 29 29 29 29 29 29 29

* Det er mulig å få flere subnett, men det er vanligvis upraktisk og dessuten ville tabellen blitt skrekkelig lang ☺.

** Ruteradressen kan godt være en hvilken som helst adresse i serien (rangen), men det er vanlig å benytte enten den øverste (Unix / GNU/Linux) eller nederste (Windows) lovlig adressen.

Se på linje 2 i ruten C3. Subnettmasken slutter på 128. 128 i siste oktett.

Nå er det klart at du tenker: dette går jo ikke! Og det gjør det jo heller ikke.

Hvis vi bruker formelen X^Y-2 får vi (hvor X er 2 og Y = antall bits brukt til subnett) får vi at $2^1-2=0$.

INGEN SUBNETT!

I følge RFC'ene er det ikke tillatt å gjøre dette. Men hvis du gjør det allikevel får du mange flere adresser å bruke. Gå tilbake til regnestykket over, der vi satte 255.255.255.192 som subnettmaske opprinnelig. Vi fikk to subnett med 62 nodeadresser på hver. Totalt blir det 124 adresser. Med default subnetmaske ville vi hatt 254. Et tap på 130 adresser. Med subnett zero enabled kan vi bruke masken 255.255.255.128 og vi får to subnett med 126 adresser på hver. Totalt 252, et tap på 2. Det er jo litt forskjell på å miste 2 og å miste 130.

Her er det en meget viktig ting å være klar over, problematikken som kalles "subnet zero" kan skaffe deg problemer.

I henhold til RFC (917, 1879, 1797) anbefalingene bør ikke subnett null (zero) benyttes.

Årsaken er at en del nettverksutstyr ikke støtter dette. Spesifikt gjelder det alt utstyr som benytter RIP v1 (Routing Information Protocol versjon 1) og som ikke kan benytte RIP v2 eller en annen routingprotokoll som støtter subnett null. Dersom du har et nettverk hvor du vet helt sikkert at alt utstyr støtter subnett zero er det ingen grunn til ikke å bruke det og beholde IP adressene. Dersom du er i tvil, eller du vet at noe av utstyret ikke støtter subnett zero så la vær. Det kan neppe sies enklere.

Kilder vedr. subnet zero:

<http://www.cisco.com/warp/public/105/40.pdf>

<http://rfc.sunsite.dk/rfc/rfc1879.html>