

RAID og paritet.

Kompendium til bruk ved Oslo By Steinerskole, IKT driftsfag, VK1.

(Kilder: www.acnc.com, www.ibm.com, www.ramelectronics.net, Microsoft, Linux Documentation Project)

Alle som har arbeidet med RAID systemer har hørt ordet "*paritet*". Selv om de fleste IT-profesjonelle har en grunnleggende forståelse for prinsippene bak paritet, er det nok mange som ville bli litt svette dersom de skulle forklare detaljer om dette for andre, for ikke å snakke om hvor svette de blir dersom de skulle feilsøke og reparere et RAID system.

Paritet er en metode som benyttes for å rette feil i noen typer RAID systemer. Det virker slik at systemet kan rekonstruere (gjenskape) data som var på en fysisk harddisk som har crashet i et lagringssystem som består av flere disker i en slags "serie", et *array*.

Ordet RAID betyr Redundant Array of Inexpensive Disks, tror jeg. Grunnen til at jeg sier tror er at jeg også har sett en annen definisjon, nemlig Redundant Array of Independent Disks.

Personlig tror jeg den første forklaringen er den riktige og forklarer det med at da systemet ble funnet opp var det for bruk i stormaskiner. Der var det en helt annen type harddisker enn de vi kjenner fra våre moderne hjemmemaskiner, de var annerledes og betydelig dyrere. RAID kunne benytte vanlige kommersielle SCSI disker, de er selvsagt dyrere enn IDE disker, men i forhold til lagringsmediene i stormaskiner er det langt igjen i pris.

Det finnes flere typer RAID. De er nummerert, men ikke alle numre er i bruk, og noen av typene er svært spesielle og enten beregnet til helt spesielt bruk, eller de er ikke i bruk (stort sett). Vi har RAID 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 og 53. Det finnes andre, eksperimentelle, men det dropper vi helt. Av de nevnte RAID systemene er det 0, 1 og 5 som er av stor interesse for oss. Ikke alle disse bruker paritet, det er det bare RAID 5 som gjør av dem vi skal se nærmere på. Man kan godt si at RAID 1 gir redundancy, men dette systemet benytter ikke paritet for å gi sikkerhet for dataene.

Vi ser på en oversikt over RAID systemene, hvilke fordeler og ulemper de gir og hvilket system de benytter for eventuell redundancy (sikkerhet).

Oversikt over RAID nivåer:

De forskjellige nivåene av RAID benytter serier med fysiske harddisker på forskjellige måter. OBS! Du kan ikke lage noen form for RAID med bare en fysisk harddisk, selv om den har flere partisjoner, om alle partisjoner er fysiske, eller logiske, om det er vanlig eller dynamisk disk spiller ingen rolle. Det må være minst to fysiske disker for å kunne ha RAID, noen RAID nivåer krever tre eller flere disker.

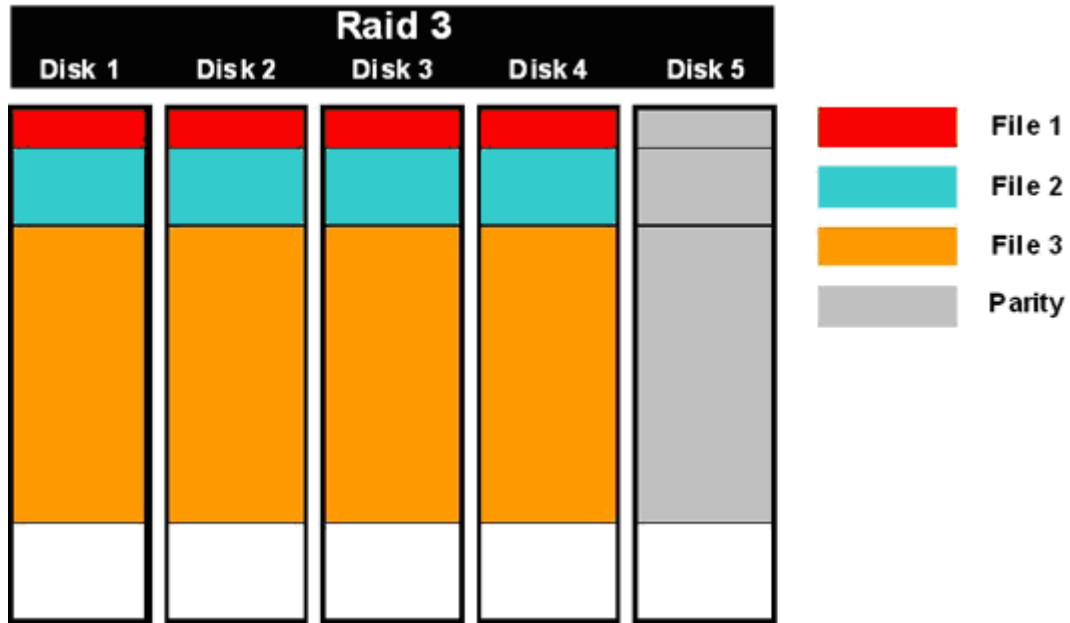
Oversikstabell:

Navn på nivå	Paritet?	Beskrivelse	Arrayets kapasitet	Datasikkerhet	Minste antall fysiske diskker	Hva skjer hvis en disk crasher?
Diskstriping (RAID 0)	Nei	Data brytes ned til blokker (vanligvis på 64 kB) og annenhver blokk skrives til hver sin disk. Fordi I/O deles på to diskker vil denne typen RAID øke hastigheten på både lesning og skrivning.	Individuell diskkapasitet multiplisert med antall diskker. Diskkene må være like store, eller de vil bare utnyttes delvis, ingen er større enn den minste disken.	Lav	2	Hvis en disk feiler vil hele serien feile.
Disk <i>mirroring</i> , eller diskspeiling (RAID 1)	Nei	Alle data skrives to ganger, en gang på hver disk. Vi må derfor ha to like diskker, men det er mulig å lave systemer med 4, 6, 8 eller flere så sant antall er likt, og de skriver parvis to og to.	Antall diskker delt på 2	Svært høy	2	Hvis <u>begge</u> diskene crasher vil alle data gå tapt.
"Hamming Code" ECC (ECC er en måte å telle antall bits som = 1) (RAID 2)	Nei	Det er to sett med diskker, datadisker og ECC diskker. Hvert eneste dataord har sin ECC verdi skrevet til en ECC disk.	Antall diskker delt på 2	Svært høy	2	På grunn av måten ECC beregnes er dette en lite effektiv RAID. RAID 2 er derfor ikke i kommersiell bruk.
Parallell overføring til diskker med paritet (RAID 3)	Ja	Datadelen deles opp og skrives til alle data-diskene. Sikkerhetsberegningene skrives til en dedikert paritetsdisk.	(N-1) diskker	Svært høy	3	Mister alle data dersom mer enn en disk crasher.
Individuelle datadisker med delte paritetsblokker. (RAID 4)	Ja	Alle datablokker skrives til datadisker. Paritetsinformasjonen til datablokkene beregnes under skrivning av data og skrives til dedikert paritetsdisk og sjekkes når data leses.	(N-1) diskker	Svært høy	3	Mister alle data dersom mer enn en disk crasher.
Array med individuell (uavhengig) tilgang, uten roterende paritet. (RAID 5)	Ja	Dataene skrives til flere diskker i blokker, omtrent som ved diskstriping, men paritet skrives til datadiskene i blokker den også. Her benyttes XOR for rekonstruksjon.	(N-1) diskker	Svært høy	3	Mister alle data dersom mer enn en disk crasher.
Array med individuell (uavhengig) tilgang, uten roterende paritet. Paritetsdata skrives to ganger.	Ja	Individuelle datadisker, data skrives som i RAID 5, men det skrives dobbelt opp med paritetsinformasjon. Blokkene er forskjøvet.	(N-2) diskker	Svært høy	3	Kommer litt an på hvordan det settes opp, men dette blir mest teoretisk. Jeg har aldri sett eller hørt om noen som bruker RAID 6. Det er teoretisk mulig å rekonstruere data selv om to diskker skulle crashe.

Vi ser nærmere på RAID med paritet:

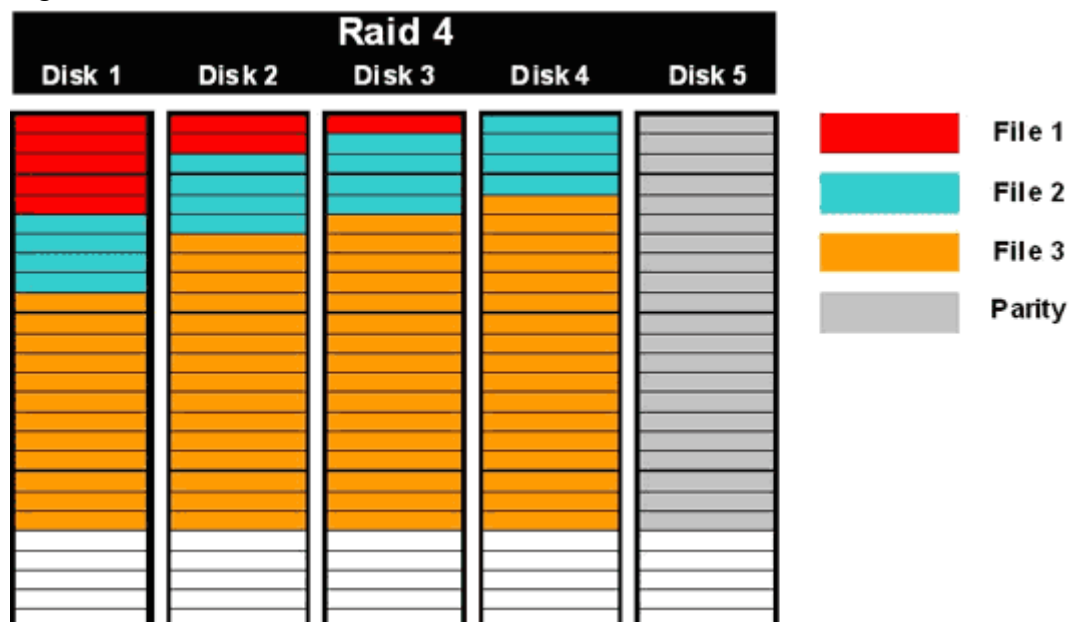
I **RAID 3** (Fig. A) blir hver fil delt opp i blokker som er like store, disse blokkene med data blir så skrevet til en av datadiskene i serien. Størrelsen på datablokkene avhenger av antall disker i serien. I RAID 3 er det en disk som er dedikert til paritet.

Fig. A



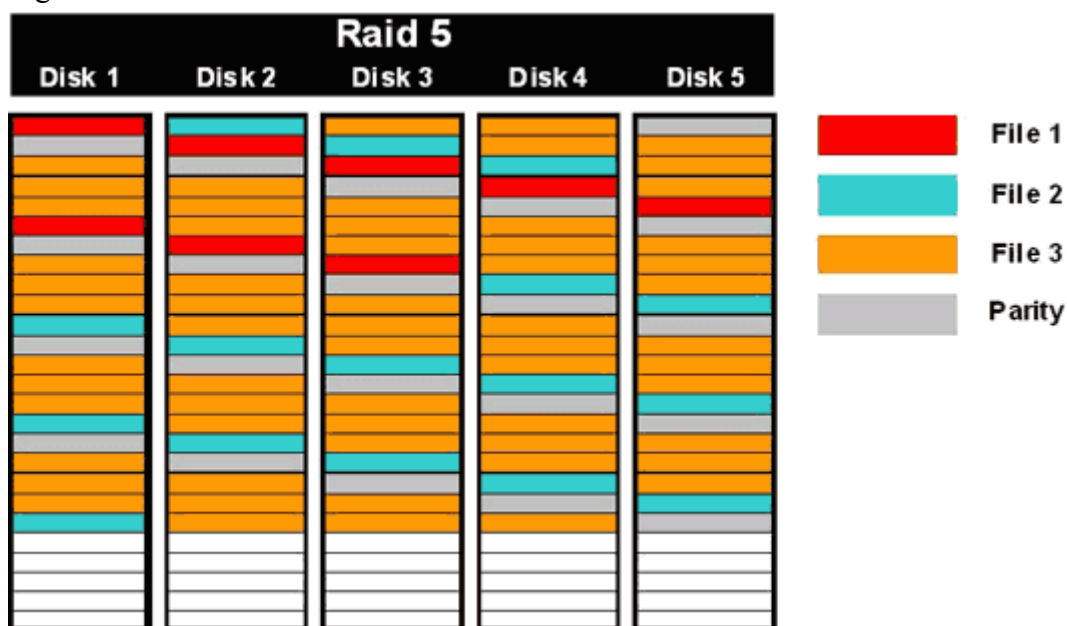
RAID 4 (Fig. B), er det slik at en hel blokk med data skrives til en disk før neste blokk skrives til neste disk. Dette går altså ikke samtidig på flere disker. Dette betyr at en fil skrives til flere disker, men ikke nødvendigvis like meget på hver disk. Akkurat som forrige eksempel bruker også RAID 4 en egen, dedikert disk til paritet.

Fig. B



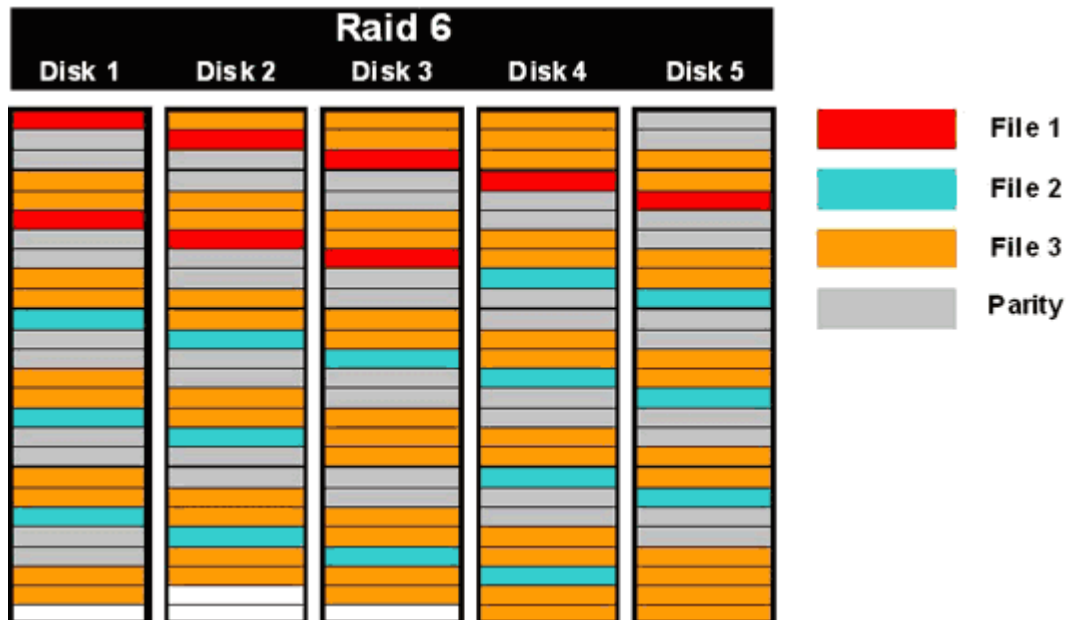
På samme måte som RAID 4 vil også **RAID 5** skrive en blokk data til en disk før det går videre til neste disk. Dette betyr at en fil som brytes opp i blokker kan skrives til flere disker, men det er ikke sikkert at blokkene er like store. I motsetning til RAID 4 bruker ikke RAID 5 en dedikert paritetsdisk, pariteten spres ut over alle diskene. For å oppnå den grad av evne til å restaurere seg selv som RAID 5 har, kreves det at en disk i systemet, eller mer korrekt; plass tilsvarende en disk må reserveres for paritet. For eksempel er det slik at dersom du har tre disker vil 2 bli brukt til data og en til paritet. Hvis du derimot har 8 disker i serien vil 7 bli brukt til data og en til paritet. Diskene må være like store, eller du får bare benyttet plass tilvarende den minste. Har du tre disker på henholdsvis 10 GB, 10GB og 20GB vil du maksimalt kunne lagre 20 GB. Tilsvarende vil 10 GB, 20GB, 20 GB bare gi 20 GB lagring og 10 GB paritet.

Fig. C



RAID 6 (Fig. D) er nesten identisk med RAID 5, men skriver paritet to ganger. Den krever altså to av diskene i serien til paritet. Har du 6 disk er det 4 til data. Fordelen med RAID 6 er at, i alle fall teoretisk, kan to diskers crashe og det vil likevel være mulig å gjenopprette data som er tapt. Lite brukt.

Fig. D



Vi ser på potensielle problemer med RAID:

Hvorfor bruker vi paritet i det hele tatt?

Det kan lett se ut som om paritet bare skaper problemer i et oppsett som ellers er helt greit, forutsatt at backup rutineene er i orden. Hvorfor ikke bare droppe hele problemet? Vel, RAID 0 har ingen form for feiltoleranse og RAID 1 bruker diskplass så lite effektivt som mulig.

I tillegg er det tregere fordi det skrives helt likt (speil / mirror) til to fysiske diskere.

RAID 1 bruker 50 % av plassen til paritet. Hvis man bruker RAID med paritet (RAID 3, 4, 5) kan du sette opp en serie med diskere (et array) som kan tåle tap av en disk uten at data blir borte. Filene kan gjenskapes på grunnlag av paritetsinformasjonen, men på en måte som utnytter diskplass mye bedre enn diskspeiling.

Hva skjer hvis dataene i et system med paritet blir ødelagt?

Dersom en disk i et RAID system med paritet (RAID 1, 3, 4, 5 eller 6) går i stykker vil RAID kontrolleren gjenskape data som lå på den ødelagte disken og skrive de tapte dataene til den nye disken. På denne måten blir også selve feiltoleransen gjenopprettet. Det betyr at når systemet er ferdig med å gjenopprette seg selv, kan en annen disk (eller den nye) godt crashe, vi kan gjenta gjenopprettelsesrutinen og gjenskape data en gang til. Vi er rett og slett tilbake til utgangspunktet.

Selv om RAID gir til dels meget god beskyttelse mot feil av typen fysisk diskcrash kan det oppstå andre problemer. Det kan hende at det lagres feil paritetsinformasjon. Dette betyr nesten alltid at det er feil i den opprinnelige filen, at den er korrumpert. I et slikt tilfelle bør du ta en full backup av stasjonen til et annet lagringsmedium. Kontrolleren vil forsøke å rette på feil ved å lese de originale dataene en gang til og så forsøke å beregne pariteten på nytt. Man oppdager vanligvis at en (eller flere) filer er ødelagt ved at de ikke lar seg åpne. Enten det er du eller en applikasjon som forsøker å åpne filen får du bare en feilmelding om at det er en lesefeil. I andre tilfeller vil programmet henge, i verste fall kan du få systemcrash, en blåskjerm (eller Blue Screen of Death, BSOD).

Paritetsfeil kan oppstå på flere måter. Det kan være en SCSI kabel, eller IDE kabel dersom det er IDE RAID det er snakk om som ikke er riktig koblet. Kanskje den sitter litt skjevt, at den er blitt dratt ut litt på den ene siden eller lignende. Kanskje det er feil type kabel som brukes, den kan være for lang, det kan være feil terminator som er brukt. En lang SCSI kabel krever aktiv terminator. Kanskje terminatoren er løs, eller delvis dratt ut. Dersom du oppdager at det er mye paritetsfeil i et disksystem kan det være en god ide å bytte ut kablet. Sjekk nøye at du bruker riktig type. Sørg for å koble til kablet skikkelig. Det hender også at det er feil på kontrollerkortet. De fleste kort kommer med bruksanvisning og diagnostiske programmer, verktøy for feilsøking. Utnytt disse så langt som mulig. Sjekk dette på alle tilkoblingspunkter på kablet, det kan godt være naboen som sender feilaktige signaler ut i systemet. Sjekk tilkobling på alle enheter også kontrollerkort og terminator. Se etter fysisk skade på selve flatkablet. En leder som er litt avisolert kan skape store problemer. (Du får en oversikt over SCSI utstyr på www.ramelectronics.net/html/scsi_connecters.html)

Testing av selve kontrollerkortet er noe vanskeligere. Den enkleste metoden er nok å bruke software som fulgte med kortet. Det kan også lønne seg å se på produsentens hjemmesider, det kan være nyere versjoner av verktøyene for nedlastning. Noen produsenter, spesielt Dell og Compaq gjør det slik at diagnoseverktøy for kontrolleren ligger på en liten, skjult partisjon på selve disksystemet. For å komme til disse verktøyene er det gjerne en tastekombinasjon som må trykkes på tastaturet når maskinen booter, akkurat som du gjør hvis du vil inn i BIOS oppsettet på maskinen. Andre booter på en spesiell floppy som gir deg tilgang til diagnoseverktøy. Nyere systemer har ofte verktøy som kan kjøres under Windows. Den andre metoden er å ta ut kontrolleren og sette den i en annen maskin og teste den med annen maskinvare. Dette er en mindre god metode, det gir mer nedetid og det forutsetter at du har en annen maskin å teste det i.

Hvordan blir pariteten ødelagt?

Det er flere årsaker til at det oppstår feil i paritetsinformasjonen. Dette er de viktigste:

- **System crash:** Når et system crasher blir data, som ikke er skrevet til disk, borte. Når data skrives til et RAID system er det en mulighet for at enten data eller paritet ble skrevet, men ikke begge. I slike tilfelle kan man ikke stole på paritetsløsningen, det er ikke sikkert at data kan gjenskapes. Det beste hjelpemiddelet mot at denne typen feil oppstår er å bruke en UPS (Uninterruptable Power Supply). Dette er et batteri som gir datamaskinen noen minutter med strøm slik at den kan skru seg selv av på en ordentlig måte ved et strøbrudd. Servere som utfører kritiske oppdrag bør alltid ha UPS.
- **Uopprettelige bit-feil:** Alle harddisker, uansett om de er i et RAID system eller ikke består av metallplater og små magnetiserbare punkter på disse. En gang i blant er det slik at et magnetisk punkt kan miste evnen til å magnetiseres over tid. Dette kan skje på harddisker. Etter en viss tid vil det oppstå feil, der det skulle vært magnetisert og lesehodet skulle ha lest 1, blir det lest 0. Når disse verdiene skal beregnes med XOR vil det gå galt. Mange RAID systemer leveres med innebygget overvåkningsprogramvare som kontinuerlig kontrollerer diskene og at alle punktene er tilstrekkelig sterke til å brukes. Mange BIOS på nyere maskiner støtter noe lignende, nemlig S.M.A.R.T. (Self Monitoring And Reporting Tool). Det kan være fornuftig at dette står ”enabled” i BIOS.
Hvis du får melding fra et slikt overvåkningsprogram om at en bestemt disk holder på å gå ad undas er det grunn til å reagere raskt. Bruk diagnoseverktøyet for å sjekke at kontrolleren er i orden. Dersom den er det (og det er den vanligvis) er det på tide å ta backup og så bytte den korrupte disken.
- **Diskfeil:** Akkurat som systemcrash er diskcrash svært farlig for et RAID system. Det er flere årsaker til at disker feiler, alder, hardt bruk, stadig av / på skruing eller feil i strømleveringen (power surges). Det kan være alt fra feil hos e-verket til lynnedslag og induksjon i kabler. Bruk overspenningsvern. Maskiner som kjører kritiske applikasjoner bør alltid ha overspenningsvern. Bruker du UPS er det vanligvis overspenningsvern innebygget i den. Dersom en disk feiler så må du være på vakt. Det er god grunn til å tro at det vil komme flere i rask rekkefølge. Noen administratorer er spesielt nøye og sørger for at de kjøper disker som ikke er av samme produksjonsserie av redsel for at det kan være produksjonsfeil i hele serier med disker. Hvis alle er av samme produksjonsserie kan de gjerne crashe på omtrent samme tid. Det kan være skikkelig kritisk. Husk å ta backup. RAID er IKKE en erstatning for backup!
- **Andre årsaker:** Dersom du har sjekket alle kabler og koblinger og alt er i orden, samt at du har kjørt diagnoseprogram på kontrolleren og den også er i orden bør du sjekke strømforsyningen. Det kan hende (sjeldent) at et powersupply leverer strøm av feil spenning (volt). Dette kan føre til paritetsfeil. Du benytter et voltmeter for å se at strømforsyningen leverer både 5 og 12 volt. (Sjekk at det står på 230 V på inntakssiden, ikke 110 V). OBS! Vær forsiktig med strømforsyninger, det er fullt mulig å få støt. Elektrisk støt fra 230 V vegguttak, også i private hjem, kan være livsfarlig. De nøyaktige spesifikasjonene for hvilke spenninger og ampere som skal komme fra strømforsyningen finner du i bruksanvisningen som fulgte med, det står klebet på selve strømforsyningen eller du må gå til produsentens hjemmesider på Internet.

RAID systemer kan ofte være dyre i innkjøp, men det er lett å forsvare innkjøpet dersom vi regner litt på hva det ellers ville kostet å erstatte tapte data på grunn av et diskcrash. Dersom det er snakk om maskiner som kjører kritiske applikasjoner bør det installeres RAID. RAID får høy innkjøpspris både fordi kontrolleren er dyr og fordi SCSI diskene er dyre. Det finnes RAID for IDE, men normalt er det bare RAID 0 og RAID 1 som støttes. Du har kanskje kommet ut for begrepene software RAID og hardware RAID. Hva er forskjellen? Jo, det er ganske enkelt om det er operativsystemet som belastes eller om det er et ekspansjonskort som har tilstrekkelig prosesseringskapasitet selv til å beregne pariteten. Hardware RAID er alltid mye raskere og dyrere enn software RAID. Dersom det er en maskin med kritiske applikasjoner skal du alltid velge hardware RAID.

Forslag til videre lesning: http://www.acnc.com/04_01_00.html

Hvordan klarer en RAID kontroller egentlig å gjenskape tapte data fra paritet hvis en disk går i stykker?

RAID 5 (Redundant Array of Inexpensive/Independent Disks nivå 5) er en måte å spre data over flere fysiske diskene, og samtidig en måte å beskytte seg mot at man mister data dersom en av disse diskene skulle gå i stykker. Både datamaskiner og harddisker er blitt stadig raskere i de siste årene. Kravene til hurtig behandling av data har økt, minst like mye, for ikke å si mye mer. Det er derfor viktig å velge et RAID system som kan lese og skrive data raskt. RAID 5 gjør dette på en grei måte ettersom at det er unødvendig å endre de egentlige dataene. Pariteten beregnes under veis (i kontrolleren) og data skrives direkte til disk. De raskeste RAID kontrollerne er likeså godt som like raske som de raskeste diskene. Selve kontrolleren behøver derfor ikke lenger være en flaskehals. Det RAID 5 gjør er å ta tre (eller flere) fysiske harddisker og å skrive data til to av dem, samtidig som det skrives paritetsinformasjon til den tredje. Det er bare det at vi deler de tre diskene etter et logisk mønster, ikke etter et fysisk. Data skrives altså til to logiske diskene og XOR (exclusive OR) basert paritetsinformasjon skrives til den siste.

Exclusive OR er en boolsk, logisk operator. Hvis du ikke husker hva boolsk logikk (Boolean logic) går ut på bør du lese gjennom kompendiet "Boolsk logikk" som ligger på samme hjemmeside som du fant dette kompendiet (www.poppe.nu). Husk at de boolske operasjonene kan utføres på to måter, med software, eller med hardware. I det siste tilfellet er det transistorer som er koblet sammen på en slik måte at deres output blir som svarene fra et program. Der programmet svarer med 0 eller 1, vil transistorenes hardkodning av program svare 0 Volt (=0), eller +5 Volt (=1). Har man 8 slike logiske gater (sammenkoblede transistorer) ved siden av hverandre vil man kunne få 0 og 1 i et system som kan leses som en byte. En logisk gate er altså transistorer som er koblet slik at det er to inputer og en output. 8 output kan gi en binær byte.

Vi tar en veldig rask repetisjon på de tre, for oss viktigste, logiske operasjonene. Husk at disse kan gjøres av et program eller med forhåndskoblede transistorer.

Egentlig er det det samme som skjer i begge tilfellene. Der vi sier at det er software er dette gater som ligger inne i selve prosessoren og som kan benyttes fritt av programmer. Når vi sier at det er hardware så snakker vi om et eget kort (for eksempel et SCSI eller RAID kort) som har en egen liten prosessor som kan ta denne oppgaven og derved avlaste hovedprosessen i maskinen. Det er derfor hardwareraid er å foretrekke, det er raskt og det er sikkert. Det oppstår ikke programvarefeil, så sant det ikke er noe galt med strømspenningen.

AND gaten:

AND gaten virker slik: ”bare dersom begge input = +5 V får du +5 V output, ellers 0”.

$$1 \text{ and } 1 = 1$$

$$1 \text{ and } 0 = 0$$

$$0 \text{ and } 1 = 0$$

$$0 \text{ and } 0 = 0$$

OR gaten:

OR gaten virker slik: ”dersom den ene, eller den andre input = +5 V får du +5 V output, ellers 0”

$$1 \text{ or } 1 = 1$$

$$1 \text{ or } 0 = 1$$

$$0 \text{ or } 1 = 1$$

$$0 \text{ or } 0 = 0$$

Og showets stjerne:

XOR gaten:

XOR gaten virker slik: ”dersom den ene, eller den andre input = +5 V får du +5 V output, men ikke dersom begge er + 5 V samtidig. Ellers 0. (Vi ser at den bygger på OR gaten!).

$$1 \text{ xor } 1 = 0$$

$$1 \text{ xor } 0 = 1$$

$$0 \text{ xor } 1 = 1$$

$$0 \text{ xor } 0 = 0$$

La oss ta en enkel byte med data og sette den opp ovenfra og nedover i en tabell og nummererer dem. Derefter gir vi hver bit et navn, og i neste kolonne kommer bitens verdi (0 eller 1), da bør det bli lett å holde følge med dem.

1 Byte på 1 disk		
Bit	navn	disk A
0	Bernt	1
1	Kari	1
2	Jan	1
3	Petter	1
4	Gregor	1
5	Midas	1
6	Anne	0
7	Debian	0

Du ser systemet? Nå blir det neste å se det samme, men med to byte, en byte på hver av to disk.

2 Byte på 2 disk			
Bit	navn	disk A	disk B
0	Bernt	1	0
1	Kari	1	1
2	Jan	1	0
3	Petter	1	1
4	Gregor	1	1
5	Midas	1	1
6	Anne	0	1
7	Debian	0	1

La oss introdusere paritetsbiten og se på bare den øverste raden.

Bit Bernt, disk A xor bit Bernt disk B blir $1 \text{ xor } 0 = 1$, så skriv 1 til logisk paritetsdisk.

Bit	navn	disk A	disk B	XOR	paritetsdisk
0	Bernt	1	0	xor	1

Bit Kari, disk A xor bit Kari disk B blir $1 \text{ or } 1 = 0$ så skriv 0 til paritetsdisken på Karis plass.

Bit	navn	disk A	disk B	XOR	paritetsdisk
1	Kari	1	1	xor	0

La oss raskt sette opp resten av dem også:

2 byte på 2 disker XOR til en paritetsdisk					
Bit	navn	disk A	disk B	XOR	paritetsdisk
0	Bernt	1	0	xor	1
1	Kari	1	1	xor	0
2	Jan	1	0	xor	1
3	Petter	1	1	xor	0
4	Gregor	1	1	xor	0
5	Midas	1	1	xor	0
6	Anne	0	1	xor	1
7	Debian	0	1	xor	1

La oss si at du har en server med en SCSI disk. Du kjøper en RAID kontrollor og et par disker til. Du kommer hjem, du setter i kontrollorkortet og installerer driver, dersom det er nødvendig. Sjekk ALLTID etter oppdaterte drivere hos produsenten av kontrollorkortet før du installerer. Sjekk gjerne også hos Microsoft om det en oppdatering eller servicepakke til som har dukket opp den siste uken, men det gjelder jo bare dersom det er Windowsmaskiner. Windows 2000 har nå implementert støtte for RAID 5 i operativsystemet, men dette er sannsynligvis den dårligste (les: trege) løsningen du kan finne.

Drivere søker du etter hos produsenten av kortet, ikke hos Microsoft.

OK, du har fått installert kortet. Du setter inn de nye diskene, formaterer dem og starter programvaren som styrer kontrollorkortet. Dette krever ofte, men ikke alltid, at du booter maskinen. Du velger de tre diskene (en med data, to blanke, nyformaterte) og velger "BUILD" eller noe lignende. Om noen timer har du en stasjonsbokstav, diskplass tilsvarende to disker og tre fysiske disker med data og paritet spredt likt på alle tre. Ja, avhengig av maskinen og mengde data kan dette ta flere timer.

Sett nå at en av disse diskene går ad undas en tid senere. Du går da bare til butikken og kjøper en ny disk. Du installerer den, og dersom dette er et gammelt RAID system booter du, ellers vil bare systemet oppdage hva som har skjedd og spørre om du vil "REBUILD" (gjenskape) RAID systemet.

Dersom det var et RAID 3 eller 4 system og det var paritetsdisken som crashet vil den bli gjenskapt ved å beregne pariteten på nytt fra de originale dataene, ellers vil paritet og resterende data bli XORet og gjenskapt. Dersom det er RAID 5 er paritetsdataene spredt på alle diskene og det spiller ingen rolle hvilken som crasher. Gjenskapningsmetoden blir den samme. La oss, for enkelhets skyld forestille oss at pariteten ligger på en egen disk.

Hvis det, som sagt var paritetsdisken som crasher blir første bit slik:

Bit Bernt, disk A xor bit Bernt disk B; blir som $1 \text{ xor } 0 = 1$

Hvis det er disk A som crasher blir første bit slik:

bit Bernt disk B xor bit Bernt paritetsdisk; blir som $0 \text{ xor } 1 = 1$, som var verdien av bit Bernt, disk A. Kan du "se" dette? Derefter vil bit to, den som heter Kari bli gjenskapt.

Bit Kari, disk B xor bit Kari paritetsdisk; blir som $1 \text{ xor } 0 = 1$, som var den opprinnelige verdien av den biten vi kalte Kari.

Prosedyren blir nøyaktig det samme dersom det er disk B som crasher. Slik dette virker kan altså en hvilken som helst av de tre diskene crashe, og data kan gjenskapes fra de to som er igjen.

Så en dag er det salg i databutikken og du bestemmer deg for å benytte anledningen til å få litt mer diskplass. Du kjøper en fjerde disk og setter inn i RAID systemet. Programmet våkner og spør deg om du vil utvide (EXPAND) systemet (the array). Du klikker på "ja" og hva skjer? Hvordan vil RAID kontrolleren utvide systemet?

Bit Bernt, disk A xor bit Bernt disk B blir $1 \text{ xor } 0$, paritet = 1.

Bit	navn	disk A	disk B	XOR	paritetsdisk
0	Bernt	1	0	xor	1

Først beregnes pariteten en gang til, derefter tar man de to paritetene og xor dem med hverandre og skriv den nye verdien til disk C.

1 (gammel paritet) xor 1 (ny paritet) = 0 , skriv verdien 0 til bit Bernt disk C.

Bit	navn	paritet	paritet	disk C
0	Bernt	1	1	0

Så snart systemet er ferdig med denne operasjonen, **nemlig å dele dataene fra to disker ut på tre disker** vil systemet begynne å beregne paritet på nytt. Vi må jo ha en ny paritetsberegning som kan skrives til disk 4, paritetsdisken. Husk det kan godt være (RAID 5 og 6) en logisk disk, ikke nødvendigvis en dedikert fysisk disk (RAID 3 og 4).

Nå beregnes pariteten til disk 4 på følgende måte:

disk A xor disk B xor disk C = paritet. Dersom vi bruker xor på denne måten blir resultatet at dersom det er et ulikt antall (et oddetall) bits som har verdien 1, da blir paritetsverdien 1. Dersom antall bits med verdi 1 er et likt tall (et partall) eller 0 vil paritetsverdien bli 0. Vi kan altså, for eksempel telle hvor mange bit Bernt som har verdi 1 på disk A, B, C, D og dersom det er 0 skriver vi paritet = 0, dersom det er 1 blir paritet = 1, dersom det er 2 blir paritet = 0 dersom det er 3 blir paritet = 1 og dersom alle 4 er 1-tall blir pariteten = 0. eksempel:

1. A xor B = C
2. C xor P1 = P2
vi har fire disk A, B, C, Par

Neste gang; sette inn 5.te disk:

1. A xor B xor C = D (hvor vi teller antall 1 og likt antall gir paritet 0, ulikt antall gir paritet 1)
2. D xor Paritet = P2 Hvor P2 alltid er den nye paritetsdisken (stripes).
Vi har fem disk; A, B, C, D og Par

Slik kan vi fortsette, teoretisk til evig tid...

Den største fordelen ved å øke antallet disk i et RAID system er, naturligvis at du få en bedre utnyttelse av diskplassen. I et system med tre disk bruker du 1/3 av plassen til paritet. I et system med fire disk er det bare 1/4 av plassen som går til paritet. I et system med 500 disk vil 1/500 del av plassen (to promille) gå med til paritet. Fremdeles er det dessverre slik at dersom to disk crasher samtidig vil du miste data, også i et 500 diskers system. Hvor mye RAID trenger du? Eller sagt på en annen måte, hvor ofte crasher en disk? Jeg har ikke noe sikkert svar på det, det avhenger av mange faktorer, ikke minst kvaliteten på diskene. For 5 – 6 år siden var det en tommelfingerregel som sa at av 500 disk vil en gå ned hver måned. 1000 disk og en vil gå ned hver uke. 2000 disk og en vil ryke hver dag. 3000 disk og du kan forsvare å ha en ansatt på full tid til å gå og bytte disk. Det er nok mulig at dette er litt overdrevet nå, i våre dager, men det er slik i "datajungelen" at tiden går betydelig fortere enn i andre jungler, og to år datautvikling tilsvarer ofte 10 år utvikling i andre sammenhenger.

Helt til slutt:

RAID er bra, det er sikkert, men HUSK! det er ikke en erstatning for back-up. Det er back-up som egentlig gir deg sikkerhet. Husk på at det vanligste er å trenge back-up for å få tilbake filer som brukerne selv har slettet, for så å tømme søppelkassen, ikke filer som må gjenopprettes på grunn av diskcrash.