

Optimalisatie van de Back-upstrategie voor Azure PostgreSQL en MySQL databases bij Forvis Mazars: Een Proof of Concept met Immutabele Opslag en Automatische Back-ups.

Naoufal Bouazzaoui.

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van
Professionele bachelor in de toegepaste informatica

Promotor: Martijn Saelens

Co-promotor: Rémy Tetaert

Academiejaar: 2024-2025

Eerste examenperiode

Departement IT en Digitale Innovatie .

**HO
GENT**

Woord vooraf

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Samenvatting

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Inhoudsopgave

Lijst van figuren	vi
Lijst van tabellen	vii
Lijst van codefragmenten	viii
1 Inleiding	1
1.1 Probleemstelling	1
1.2 Onderzoeksvraag	2
1.3 Onderzoeksdoelstelling	2
1.4 Opzet van deze bachelorproef	2
2 Stand van zaken	3
3 Methodologie	8
4 literatuurstudie	10
4.0.1 Back-ups in het kader van bedrijfscontinuïteit en disaster recovery	10
4.0.2 Back-upmethoden en -technieken	11
4.0.3 Ransomware-resistente back-upoplossingen	17
4.0.4 Back-upmethoden en -technieken	17
5 Conclusie	18
A Onderzoeksvoorstel	20
Bibliografie	21

Lijst van figuren

2.1	Voorbeeld figuur.	4
4.1	Representatie van een full back-up (Rivas, 2022)	12
4.2	Representatie van een incremental back-up (Rivas, 2022)	13
4.3	Representatie van een differentiële back-up (Rivas, 2022)	14

Lijst van tabellen

2.1 Voorbeeld tabel	7
-------------------------------	---

Lijst van codefragmenten

2.1 Voorbeeld codefragment	3
----------------------------------	---

1

Inleiding

De inleiding moet de lezer net genoeg informatie verschaffen om het onderwerp te begrijpen en in te zien waarom de onderzoeksvraag de moeite waard is om te onderzoeken. In de inleiding ga je literatuurverwijzingen beperken, zodat de tekst vlot leesbaar blijft. Je kan de inleiding verder onderverdelen in secties als dit de tekst verduidelijkt. Zaken die aan bod kunnen komen in de inleiding (**Pollefliet2011**):

- context, achtergrond
- afbakenen van het onderwerp
- verantwoording van het onderwerp, methodologie
- probleemstelling
- onderzoeksdoelstelling
- onderzoeksvraag
- ...

1.1. Probleemstelling

Uit je probleemstelling moet duidelijk zijn dat je onderzoek een meerwaarde heeft voor een concrete doelgroep. De doelgroep moet goed gedefinieerd en afgeleid zijn. Doelgroepen als “bedrijven,” “KMO’s”, systeembeheerders, enz. zijn nog te vaag. Als je een lijstje kan maken van de personen/organisaties die een meerwaarde zullen vinden in deze bachelorproef (dit is eigenlijk je steekproefkader), dan is dat een indicatie dat de doelgroep goed gedefinieerd is. Dit kan een enkel bedrijf zijn of zelfs één persoon (je co-promotor/opdrachtgever).

1.2. Onderzoeksvraag

Wees zo concreet mogelijk bij het formuleren van je onderzoeksvraag. Een onderzoeksvraag is trouwens iets waar nog niemand op dit moment een antwoord heeft (voor zover je kan nagaan). Het opzoeken van bestaande informatie (bv. “welke tools bestaan er voor deze toepassing?”) is dus geen onderzoeksvraag. Je kan de onderzoeksvraag verder specificeren in deelvragen. Bv. als je onderzoek gaat over performantiemetingen, dan

1.3. Onderzoeksdoelstelling

Wat is het beoogde resultaat van je bachelorproef? Wat zijn de criteria voor succes? Beschrijf die zo concreet mogelijk. Gaat het bv. om een proof-of-concept, een prototype, een verslag met aanbevelingen, een vergelijkende studie, enz.

1.4. Opzet van deze bachelorproef

De rest van deze bachelorproef is als volgt opgebouwd:

In Hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken binnen het onderzoeksdomein, op basis van een literatuurstudie.

In Hoofdstuk 3 wordt de methodologie toegelicht en worden de gebruikte onderzoekstechnieken besproken om een antwoord te kunnen formuleren op de onderzoeksvragen.

In Hoofdstuk 5, tenslotte, wordt de conclusie gegeven en een antwoord geformuleerd op de onderzoeksvragen. Daarbij wordt ook een aanzet gegeven voor toekomstig onderzoek binnen dit domein.

2

Stand van zaken

Dit hoofdstuk bevat je literatuurstudie. De inhoud gaat verder op de inleiding, maar zal het onderwerp van de bachelorproef *diepgaand* uitspitten. De bedoeling is dat de lezer na lezing van dit hoofdstuk helemaal op de hoogte is van de huidige stand van zaken (state-of-the-art) in het onderzoeksdomein. Iemand die niet vertrouwd is met het onderwerp, weet nu voldoende om de rest van het verhaal te kunnen volgen, zonder dat die er nog andere informatie moet over opzoeken.

schreef een van de standaardwerken over sorteer- en zoekalgoritmen. Experts zijn het erover eens dat cloud computing een interessante opportuniteit vormen, zowel voor gebruikers als voor dienstverleners op vlak van informatietechnologie.

Let er ook op: het `cite`-commando voor de punt, dus binnen de zin. Je verwijst meteen naar een bron in de eerste zin die erop gebaseerd is, dus niet pas op het einde van een paragraaf.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis

```
1 import pandas as pd
2 import seaborn as sns
3
4 penguins = sns.load_dataset('penguins')
5 sns.relplot(data=penguins, x="flipper_length_mm",
    ↪ y="bill_length_mm", hue="species")
```

Codefragment 2.1: Voorbeeld van het invoegen van een codefragment.



Figuur 2.1: Voorbeeld van invoegen van een figuur. Zorg altijd voor een uitgebreid bijschrift dat de figuur volledig beschrijft zonder in de tekst te moeten gaan zoeken. Vergeet ook je bronvermelding niet!

congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

Suspendisse vitae elit. Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis. Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui. Morbi ultrices rutrum lorem. Nam elementum

ullamcorper leo. Morbi dui. Aliquam sagittis. Nunc placerat. Pellentesque tristique sodales est. Maecenas imperdiet lacinia velit. Cras non urna. Morbi eros pede, suscipit ac, varius vel, egestas non, eros. Praesent malesuada, diam id pretium elementum, eros sem dictum tortor, vel consectetur odio sem sed wisi.

Sed feugiat. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Ut pellentesque augue sed urna. Vestibulum diam eros, fringilla et, consectetur eu, nonummy id, sapien. Nullam at lectus. In sagittis ultrices mauris. Curabitur malesuada erat sit amet massa. Fusce blandit. Aliquam erat volutpat. Aliquam euismod. Aenean vel lectus. Nunc imperdiet justo nec dolor.

Etiam euismod. Fusce facilisis lacinia dui. Suspendisse potenti. In mi erat, cursus id, nonummy sed, ullamcorper eget, sapien. Praesent pretium, magna in eleifend egestas, pede pede pretium lorem, quis consectetur tortor sapien facilisis magna. Mauris quis magna varius nulla scelerisque imperdiet. Aliquam non quam. Aliquam porttitor quam a lacus. Praesent vel arcu ut tortor cursus volutpat. In vitae pede quis diam bibendum placerat. Fusce elementum convallis neque. Sed dolor orci, scelerisque ac, dapibus nec, ultricies ut, mi. Duis nec dui quis leo sagittis commodo.

Aliquam lectus. Vivamus leo. Quisque ornare tellus ullamcorper nulla. Mauris porttitor pharetra tortor. Sed fringilla justo sed mauris. Mauris tellus. Sed non leo. Nullam elementum, magna in cursus sodales, augue est scelerisque sapien, venenatis congue nulla arcu et pede. Ut suscipit enim vel sapien. Donec congue. Maecenas urna mi, suscipit in, placerat ut, vestibulum ut, massa. Fusce ultrices nulla et nisl.

Etiam ac leo a risus tristique nonummy. Donec dignissim tincidunt nulla. Vestibulum rhoncus molestie odio. Sed lobortis, justo et pretium lobortis, mauris turpis condimentum augue, nec ultricies nibh arcu pretium enim. Nunc purus neque, placerat id, imperdiet sed, pellentesque nec, nisl. Vestibulum imperdiet neque non sem accumsan laoreet. In hac habitasse platea dictumst. Etiam condimentum facilisis libero. Suspendisse in elit quis nisl aliquam dapibus. Pellentesque auctor sapien. Sed egestas sapien nec lectus. Pellentesque vel dui vel neque bibendum viverra. Aliquam porttitor nisl nec pede. Proin mattis libero vel turpis. Donec rutrum mauris et libero. Proin euismod porta felis. Nam lobortis, metus quis elementum commodo, nunc lectus elementum mauris, eget vulputate ligula tellus eu neque. Vivamus eu dolor.

Nulla in ipsum. Praesent eros nulla, congue vitae, euismod ut, commodo a, wisi. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Aenean nonummy magna non leo. Sed felis erat, ullamcorper in, dictum non, ultricies ut, lectus. Proin vel arcu a odio lobortis euismod. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Proin ut est. Aliquam odio. Pellentesque massa turpis, cursus eu, euismod nec, tempor congue, nulla. Duis viverra gravida mauris. Cras tincidunt. Curabitur eros ligula, varius ut, pulvinar in, cursus faucibus, augue.

Nulla mattis luctus nulla. Duis commodo velit at leo. Aliquam vulputate magna et leo. Nam vestibulum ullamcorper leo. Vestibulum condimentum rutrum mauris. Donec id mauris. Morbi molestie justo et pede. Vivamus eget turpis sed nisl cursus tempor. Curabitur mollis sapien condimentum nunc. In wisi nisl, malesuada at, dignissim sit amet, lobortis in, odio. Aenean consequat arcu a ante. Pellentesque porta elit sit amet orci. Etiam at turpis nec elit ultricies imperdiet. Nulla facilisi. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse viverra aliquam risus. Nullam pede justo, molestie nonummy, scelerisque eu, facilisis vel, arcu.

Curabitur tellus magna, porttitor a, commodo a, commodo in, tortor. Donec interdum. Praesent scelerisque. Maecenas posuere sodales odio. Vivamus metus lacus, varius quis, imperdiet quis, rhoncus a, turpis. Etiam ligula arcu, elementum a, venenatis quis, sollicitudin sed, metus. Donec nunc pede, tincidunt in, venenatis vitae, faucibus vel, nibh. Pellentesque wisi. Nullam malesuada. Morbi ut tellus ut pede tincidunt porta. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam congue neque id dolor.

Donec et nisl at wisi luctus bibendum. Nam interdum tellus ac libero. Sed sem justo, laoreet vitae, fringilla at, adipiscing ut, nibh. Maecenas non sem quis tortor eleifend fermentum. Etiam id tortor ac mauris porta vulputate. Integer porta neque vitae massa. Maecenas tempus libero a libero posuere dictum. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Aenean quis mauris sed elit commodo placerat. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Vivamus rhoncus tincidunt libero. Etiam elementum pretium justo. Vivamus est. Morbi a tellus eget pede tristique commodo. Nulla nisl. Vestibulum sed nisl eu sapien cursus rutrum.

Nulla non mauris vitae wisi posuere convallis. Sed eu nulla nec eros scelerisque pharetra. Nullam varius. Etiam dignissim elementum metus. Vestibulum faucibus, metus sit amet mattis rhoncus, sapien dui laoreet odio, nec ultricies nibh augue a enim. Fusce in ligula. Quisque at magna et nulla commodo consequat. Proin accumsan imperdiet sem. Nunc porta. Donec feugiat mi at justo. Phasellus facilisis ipsum quis ante. In ac elit eget ipsum pharetra faucibus. Maecenas viverra nulla in massa.

Nulla ac nisl. Nullam urna nulla, ullamcorper in, interdum sit amet, gravida ut, risus. Aenean ac enim. In luctus. Phasellus eu quam vitae turpis viverra pellentesque. Duis feugiat felis ut enim. Phasellus pharetra, sem id porttitor sodales, magna nunc aliquet nibh, nec blandit nisl mauris at pede. Suspendisse risus risus, lobortis eget, semper at, imperdiet sit amet, quam. Quisque scelerisque dapibus nibh. Nam enim. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nunc ut metus. Ut metus justo, auctor at, ultrices eu, sagittis ut, purus. Aliquam aliquam.

Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3
α	β	γ
A	10.230	a
B	45.678	b
C	99.987	c

Tabel 2.1: Voorbeeld van een tabel.

3

Methodologie

Etiam pede massa, dapibus vitae, rhoncus in, placerat posuere, odio. Vestibulum luctus commodo lacus. Morbi lacus dui, tempor sed, euismod eget, condimentum at, tortor. Phasellus aliquet odio ac lacus tempor faucibus. Praesent sed sem. Praesent iaculis. Cras rhoncus tellus sed justo ullamcorper sagittis. Donec quis orci. Sed ut tortor quis tellus euismod tincidunt. Suspendisse congue nisl eu elit. Aliquam tortor diam, tempus id, tristique eget, sodales vel, nulla. Praesent tellus mi, condimentum sed, viverra at, consectetur quis, lectus. In auctor vehicula orci. Sed pede sapien, euismod in, suscipit in, pharetra placerat, metus. Vivamus commodo dui non odio. Donec et felis.

Etiam suscipit aliquam arcu. Aliquam sit amet est ac purus bibendum congue. Sed in eros. Morbi non orci. Pellentesque mattis lacinia elit. Fusce molestie velit in ligula. Nullam et orci vitae nibh vulputate auctor. Aliquam eget purus. Nulla auctor wisi sed ipsum. Morbi porttitor tellus ac enim. Fusce ornare. Proin ipsum enim, tincidunt in, ornare venenatis, molestie a, augue. Donec vel pede in lacus sagittis porta. Sed hendrerit ipsum quis nisl. Suspendisse quis massa ac nibh pretium cursus. Sed sodales. Nam eu neque quis pede dignissim ornare. Maecenas eu purus ac urna tincidunt congue.

Donec et nisl id sapien blandit mattis. Aenean dictum odio sit amet risus. Morbi purus. Nulla a est sit amet purus venenatis iaculis. Vivamus viverra purus vel magna. Donec in justo sed odio malesuada dapibus. Nunc ultrices aliquam nunc. Vivamus facilisis pellentesque velit. Nulla nunc velit, vulputate dapibus, vulputate id, mattis ac, justo. Nam mattis elit dapibus purus. Quisque enim risus, congue non, elementum ut, mattis quis, sem. Quisque elit.

Maecenas non massa. Vestibulum pharetra nulla at lorem. Duis quis quam id lacus dapibus interdum. Nulla lorem. Donec ut ante quis dolor bibendum condimentum. Etiam egestas tortor vitae lacus. Praesent cursus. Mauris bibendum pede at elit. Morbi et felis a lectus interdum facilisis. Sed suscipit gravida turpis. Nulla at

lectus. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Praesent nonummy luctus nibh. Proin turpis nunc, congue eu, egestas ut, fringilla at, tellus. In hac habitasse platea dictumst.

Vivamus eu tellus sed tellus consequat suscipit. Nam orci orci, malesuada id, gravida nec, ultricies vitae, erat. Donec risus turpis, luctus sit amet, interdum quis, porta sed, ipsum. Suspendisse condimentum, tortor at egestas posuere, neque metus tempor orci, et tincidunt urna nunc a purus. Sed facilisis blandit tellus. Nunc risus sem, suscipit nec, eleifend quis, cursus quis, libero. Curabitur et dolor. Sed vitae sem. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Maecenas ante. Duis ullamcorper enim. Donec tristique enim eu leo. Nullam molestie elit eu dolor. Nullam bibendum, turpis vitae tristique gravida, quam sapien tempor lectus, quis pretium tellus purus ac quam. Nulla facilisi.

4

literatuurstudie

4.0.1. Back-ups in het kader van bedrijfscontinuïteit en disaster recovery

Bedrijfscontinuïteit verwijst naar de aanpak en procedures dat een bedrijf gebruikt om de voortgang van zijn werkzaamheden te bewaren, zelfs in het geval van incidenten. Deze incidenten kunnen variëren van relatief kleine problemen, zoals een gebroken netwerkverbinding, tot grote natuurrampen zoals een aardbevingen. Omdat er zoveel soorten incidenten kunnen gebeuren is het moeilijk om een oplossing te vinden die ervoor zorgt dat bedrijven in alle gevallen beschermt zijn. In plaats daarvan gebruiken bedrijven een mix van strategieën en technologieën om de continuïteit van hun processen te beschermen. De 2 belangrijkste concepten voor de bedrijfscontinuïteit zijn hoge beschikbaarheid en disaster recovery.

Hoge beschikbaarheid duidt op het feit dat een bedrijf zodanig is ingericht dat het kan blijven draaien, zelfs als bepaalde systemen of componenten uitvallen. Een voorbeeld hiervan zijn twee routers die zijn geconfigureerd in een actieve-passieve opstelling. In deze configuratie is één router de primaire router die al het inkomende en uitgaande verkeer verwerkt, terwijl de andere router als reserve werkt. In het geval dat de primaire router faalt door een hardwarestoringen of netwerkprobleem, dan neemt de tweede router automatisch de rol van de primaire router over, zonder dat dit merkbare impact heeft op de netwerkverbindingen van de organisatie. Hierdoor blijft de beschikbaarheid van het netwerk gegarandeerd en blijft de downtime laag (Zhu e.a., [2015](#)).

Disaster recovery (DR) is een onderdeel van bedrijfscontinuïteit dat zich specifiek richt op het herstellen van bedrijfsactiviteiten na een incident zoals een cyberaanval of ernstige verstoring. Terwijl bedrijfscontinuïteit zich richt op bredere preventieve maatregelen om de continuïteit te waarborgen, focust disaster recovery zich juist op de praktische stappen en hulpmiddelen die nodig zijn om de organisatie na een verstoring weer snel operationeel te maken. Het doel van disaster recovery is om

schade zoveel mogelijk te beperken en de normale gang van zaken zo snel mogelijk te herstellen .

Back-ups spelen een belangrijke rol voor de continuïteit van een bedrijf en zijn vaak de eerste stap bij het opstellen van een disaster recovery plan (DRP). Bij een optimale situatie is er na een incident geen data verloren en is alle data relatief snel terug beschikbaar. Indien een bedrijf geen back-ups heeft van de belangrijke data zal de data in het geval van een incident verloren raken. Zonder back-ups zal het ook een grotere uitdaging zijn voor het bedrijf om de normale bedrijfsactiviteiten terug uit te voeren. Een belangrijke doelstelling van een bedrijf is winst maken. In het geval van een incident waarbij de bedrijfsactiviteiten niet normaal kunnen verlopen zal deze doelstelling verhindert worden en zal er dus financieel verlies optreden. Bij specifieke bedreigingen, zoals ransomware-aanvallen spelen ransomware-resistente back-ups een cruciale rol. Door back-ups te beveiligen tegen ransomware-aanvallen kunnen bedrijven hun data herstellen zonder losgeld te betalen. Dit benadrukt het belang van back-ups die niet alleen snel toegankelijk zijn, maar ook bestand zijn tegen digitale bedreigingen (Ghazi & H. O. Nasereddin, 2013).

4.0.2. Back-upmethoden en -technieken

Back-ups zijn een belangrijk onderdeel van datamanagement en databeveiliging binnen organisaties. Back-ups zorgen voor de continuïteit van bedrijfssystemen in het geval van een incident zoals een cyberaanval. Back-ups zijn snapshots van gegevens die op een bepaald tijdstip zijn gemaakt, opgeslagen in een wereldwijd gebruikelijk formaat en gedurende een bepaalde periode van bruikbaarheid worden bijgehouden, waarbij elke volgende kopie van de gegevens onafhankelijk van de eerste wordt bewaard (Nelson & Brown, 2011). Door een aparte kopie van de gegevens te bewaren, kunnen bedrijven en individuen na een incident hun systemen of bestanden herstellen naar een eerdere, veilige staat. Hierbij kunnen back-ups zowel volledige datasets als selectieve bestandstypen omvatten, afhankelijk van de strategie en de specifieke behoeften van de organisatie. Back-ups zijn een preventieve maatregel en het doel ervan is om dataverlies tegen te gaan. Dataverlies kan optreden door menselijke fouten, cyberaanvallen, en natuur- of bedrijfsrampen. Daarbij speelt beveiliging een belangrijke rol in een tijd waarin ransomware-aanvallen en datalekken frequenter voorkomen. Door back-ups versleuteld op te slaan en te beveiligen tegen ongeautoriseerde toegang, kunnen bedrijven zich beschermen tegen het verliezen van data.

Full back-ups

Een full back-up is een back-upmethode waarbij alle gegevens van een systeem op een specifiek moment volledig worden gekopieerd en opgeslagen. Dit betekent dat elk bestand zonder uitzonderingen wordt gekopieerd, zodat er een exacte kopie van de volledige dataset ontstaat (Beard, 2018). Wanneer er zich een probleem

Full Backup

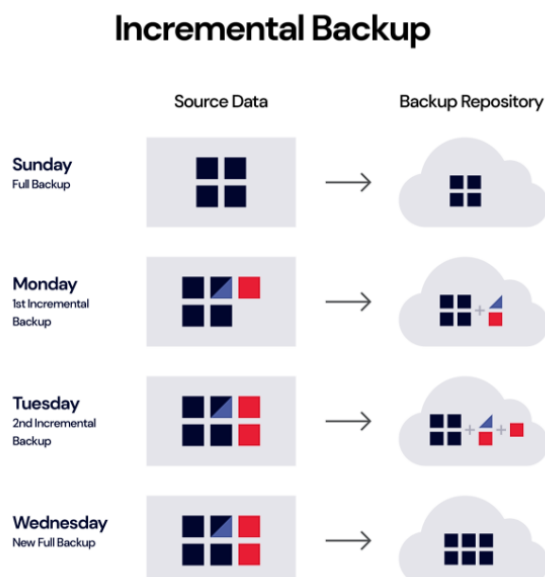


Figuur 4.1: Representatie van een full back-up (Rivas, 2022)

voordoet, zoals het falen van een harde schijf, kan het hele bestandssysteem vanaf deze back-up volledig worden hersteld op een nieuwe schijf. Daarnaast kunnen ook individuele bestanden die verloren zijn gegaan, gemakkelijk worden teruggehaald uit de back-up. Dit soort back-up zorgt ervoor dat alle gegevens veilig zijn opgeslagen (Chervenak e.a., 1998). Full back-ups vormen vaak de basis van een back-upstrategie en worden regelmatig uitgevoerd om ervoor te zorgen dat alle gegevens volledig hersteld kunnen worden. Het concept en de implementatie van een full back-up is relatief eenvoudig omdat alle gegevens op één locatie zijn opgeslagen. Aan de andere kant is er het probleem van opslagcapaciteit. Stel bijvoorbeeld dat een bedrijf elke nacht een full back-up maakt van zijn servers naar een cloudopslagdienst, waarbij per keer 500 GB aan data wordt opgeslagen. Na een week is er al 3,5 terabyte aan gegevens in de cloud opgeslagen. Aangezien cloudproviders vaak kosten in rekening brengen op basis van gebruikte opslagcapaciteit en dataverkeer, kan dit snel leiden tot aanzienlijke maandelijkse kosten. Bedrijven met een beperkt IT-budget kunnen hierdoor in de problemen komen of worden gedwongen om strenger te selecteren welke gegevens ze precies opslaan in de back-up, omdat de opslagkosten oplopen naarmate de hoeveelheid opgeslagen data toeneemt. Daarbij kan het proces zelf ook veel tijd innemen. Dit kan voor problemen zorgen bij bedrijven waarbij de systemen aan moeten blijven. Vaak worden full back-ups gecombineerd met andere back-upmethodes. Daarnaast kost een full back-up veel tijd, wat een uitdaging kan zijn in omgevingen waar snelle gegevensbeschikbaarheid nodig is. Stel bijvoorbeeld dat een groot bedrijf tijdens kantooruren een full back-up wil maken van alle gegevens. Omdat deze back-up meerdere uren in beslag kan nemen, worden de systemen gedurende die tijd zwaar belast. Dit kan ertoe leiden dat andere processen vertraging oplopen of dat de server tijdelijk minder goed beschikbaar is voor werknemers die ook van die

systemen afhankelijk zijn voor hun dagelijkse taken. Vanwege deze nadelen is het vaak beter om full back-ups aan te vullen met andere methoden (Nelson & Brown, 2011).

Incrementele back-up

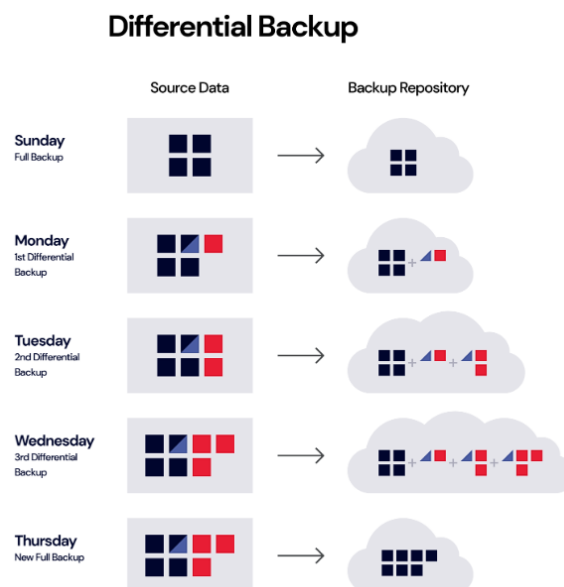


Figuur 4.2: Representatie van een incremental back-up (Rivas, 2022)

Een incrementele back-upstrategie houdt in dat na een initiële full back-up slechts de gegevens worden opgeslagen die sinds de laatste back-up zijn gewijzigd (Zhao e.a., 2024). Dit betekent dat een incrementele back-up alleen de veranderingen in de bestanden opneemt, in plaats van telkens een volledige kopie te maken van alle gegevens. Dit is vooral handig voor bedrijven die relatief vaak back-ups moeten maken, maar de opslag- en tijdskosten van een full back-up willen vermijden. Bijvoorbeeld, stel dat een bedrijf op maandag een full back-up uitvoert met al hun gegevens. Op dinsdag doet het bedrijf een incrementele back-up, waarbij enkel de wijzigingen sinds maandag worden opgeslagen. Dit gaat elke dag zo verder, elke dag wordt enkel de nieuwe of gewijzigde data opgeslagen ten opzichte van de dag ervoor. Omdat bedrijven steeds meer data beheren, biedt deze methode een efficiënte manier om opslagkosten te beperken, vooral wanneer gebruik wordt gemaakt van een cloudservice. Stel dat een bedrijf dagelijks slechts 1% van zijn gegevens wijzigt; in plaats van elke dag een volledige kopie van bijvoorbeeld 1 TB te maken, slaat een incrementele back-up slechts de nieuwe 1% op, wat 990 GB aan opslagruimte per dag bespaart. Dit maakt incrementele back-ups heel aantrekkelijk voor bedrijven die grote hoeveelheden data verwerken en frequente back-ups willen uitvoeren. Naast de besparing op opslagcapaciteit, zorgen incrementele back-ups voor kortere back-uptijden omdat alleen de gewijzigde bestanden worden opgeslagen. Dit betekent dat bedrijven vaker back-ups kunnen uitvoeren zonder hun systemen

te vertragen. Een mediabedrijf dat met grote bestanden werkt, kan hierdoor bijvoorbeeld elk uur een incrementele back-up maken, in plaats van dagelijks een volledige back-up. Dit minimaliseert het risico op dataverlies, omdat in het geval van een storing, slechts maximaal een uur aan data verloren gaat in plaats van een hele dag. Hoewel incrementele back-ups voordelen bieden op het gebied van opslag en back-up tijden, brengen ze ook nadelen met zich mee, zoals langere hersteltijden (Chervenak e.a., 1998). Om een systeem te herstellen, heb je de laatste volledige back-up en alle volgende incrementele back-ups nodig en dit kan veel tijd kosten. Een financiële instelling die bijvoorbeeld op vrijdag een systeemherstel moet uitvoeren, zal de volledige back-up van maandag plus alle incrementele back-ups tot en met donderdag moeten doorlopen. Dit kan relatief lang duren, wat leidt tot langere downtime, vooral in een noodsituatie waarin snelle hersteltijd van belang is. Een ander nadeel is de complexiteit van het beheer. Elke incrementele back-up hangt af van de vorige, wat betekent dat een fout in één back-up de hele herstelketen kan verstoren. Een IT-bedrijf dat dagelijks incrementele back-ups maakt, kan bijvoorbeeld problemen ondervinden als de back-up van woensdag beschadigd blijkt te zijn. Alle latere back-ups zijn afhankelijk van die ene back-up, wat het herstelproces moeilijker maakt. Dit vraagt om extra monitoring en beheer, zodat eventuele beschadigingen of herstelproblemen tijdig kunnen worden opgemerkt en opgelost.

Differentiele back-ups



Figuur 4.3: Representatie van een differentiële back-up (Rivas, 2022)

Een differentiële back-up is een soort back-up waarbij alleen de data die sinds de laatste volledige back-up is veranderd of toegevoegd, wordt gekopieerd. In tegenstelling tot een incrementele back-up, die enkel de veranderingen sinds de laatste

back-up opslaat, wordt er bij een differentiële back-up enkel de wijzigingen opgeslagen sinds de laatste full back-up (Beard, 2018). Dit betekent dat elke nieuwe differentiële back-up groter wordt naarmate er meer wijzigingen plaatsvinden, omdat hij telkens opnieuw alle wijzigingen sinds die laatste full back-up bevat. Een voordeel van deze aanpak is dat voor herstel slechts twee back-ups nodig zijn: de laatste volledige back-up en de meest recente differentiële back-up. Dit maakt differentiële back-ups aantrekkelijk wanneer herstelsnelheid een prioriteit is. Bijvoorbeeld, een organisatie die dagelijks een differentiële back-up uitvoert, heeft na een week slechts de volledige back-up van de eerste dag en de laatste differentiële back-up nodig om alles te herstellen. Dit zorgt voor een relatief eenvoudig en snel herstelproces. Incrementele back-ups daarentegen slaan alleen de veranderingen op die sinds de laatste back-up van welke aard dan ook zijn gemaakt, of het nu een volledige of incrementele back-up is. Hierdoor zijn incrementele back-ups meestal kleiner en sneller uit te voeren dan differentiële back-ups, omdat ze alleen de allerlaatste wijzigingen bevatten. Een eerder besproken nadeel is echter dat bij herstel alle opeenvolgende back-ups nodig zijn om de data volledig terug te zetten: de laatste volledige back-up en alle incrementele back-ups tot de meest recente back-up. Dit maakt incrementele back-ups soms trager en complexer bij herstel, omdat elk back-upbestand moet worden doorlopen. Een voorbeeld om het verschil tussen incrementele back-ups en differentiële back-ups duidelijk te maken: stel dat een bedrijf aan het begin van de week een volledige back-up maakt. Bij het gebruik van een differentieel back-upschema zou elke back-up in de loop van de week groter worden, omdat elke back-up alle wijzigingen sinds die eerste dag bevat. Bij een incrementeel schema daarentegen blijft elke dagelijkse back-up klein, omdat elke nieuwe back-up alleen de nieuwste wijzigingen bevat. Als het systeem aan het einde van de week moet worden hersteld, zou met een differentieel schema slechts de volledige back-up en de laatste differentiële back-up nodig zijn. Bij het incrementele schema zijn echter alle back-ups van de week vereist.

Cloud back-ups

Cloud back-ups zijn een populaire methode waarbij data op externe servers wordt opgeslagen, beheerd door een derde partij. In plaats van lokale fysieke opslagapparaten te gebruiken, worden de gegevens overgebracht naar een cloudomgeving, zoals die van Amazon Web Services, Microsoft Azure of Google Cloud. Cloud back-ups bieden verschillende voordelen, zoals schaalbaarheid, eenvoud in beheer en de mogelijkheid om gegevens veilig op afstand op te slaan. Voor bedrijven betekent dit dat zij geen dure fysieke hardware hoeven aan te schaffen, en de infrastructuur flexibel kunnen aanpassen aan hun behoeften. Een bedrijf dat bijvoorbeeld snel groeit, kan zijn cloudopslag uitbreiden zonder ingrijpende veranderingen aan de interne IT-omgeving. Een van de belangrijkste voordelen van cloud back-ups is toegankelijkheid. Aangezien de gegevens zich op een externe server bevinden, kan een bedrijf op elk moment en vanaf elke locatie toegang krijgen tot zijn data, zolang

er een internetverbinding is. Dit kan cruciaal zijn voor organisaties met vestigingen op meerdere locaties. Stel dat een bedrijf werkt met een gedistribueerd team: de medewerkers kunnen overal ter wereld op dezelfde up-to-date back-ups vertrouwen, wat de samenwerking vergemakkelijkt en de continuïteit waarborgt, zelfs in noodsituaties. Daarnaast biedt cloudopslag een hoge mate van beveiliging, aangezien cloudproviders meestal robuuste beveiligingsprotocollen implementeren, zoals encryptie, firewalls en multi-factor authenticatie. Voor veel kleinere bedrijven betekent dit dat zij kunnen profiteren van een hoger beveiligingsniveau zonder te investeren in geavanceerde beveiligingsinfrastructuur. Stel dat een middelgroot marketingbureau zijn klantgegevens in de cloud opslaat; de back-ups zijn dan beschermd tegen onvoorziene omstandigheden, zoals fysieke schade aan hun eigen kantoren. Echter, cloud back-ups hebben ook nadelen, waaronder de afhankelijkheid van een stabiele internetverbinding. Omdat cloud back-ups vereisen dat data over het internet wordt verzonden, kunnen problemen met de internetverbinding de back-uptijd vertragen of de overdracht volledig onderbreken. Voor een organisatie die bijvoorbeeld grote hoeveelheden videobestanden moet opslaan, kan dit tijdsverlies betekenen, vooral wanneer zij gevestigd zijn op een locatie met beperkte bandbreedte. Dit kan een probleem vormen wanneer er een strikte back-upfrequentie vereist is.

Een ander nadeel is de kostprijs, vooral wanneer grote hoeveelheden gegevens vaak worden geüpdatet en opgeslagen. Cloudopslagproviders rekenen doorgaans kosten voor opslagcapaciteit, maar ook voor dataverkeer en extra functies zoals geavanceerde encryptie of frequentere back-ups. Voor een bedrijf dat veel wijzigingen aanbrengt in grote databases, zoals een online retailer met dagelijks nieuwe productinformatie, kunnen de maandelijkse kosten aanzienlijk oplopen. Dit maakt het noodzakelijk om een weloverwogen keuze te maken over de frequentie en omvang van back-ups om de kosten beheersbaar te houden.

Tot slot biedt de cloud niet altijd dezelfde mate van controle als on-premise oplossingen. Hoewel cloudproviders doorgaans goede service garanderen, blijft het bedrijf afhankelijk van de beschikbaarheid en het onderhoudsbeleid van de provider. Dit betekent dat, in het geval van een storing bij de cloudprovider, bedrijven geen directe toegang hebben tot hun eigen back-ups. Een juridische firma die vertrouwelijke documenten in de cloud opslaat, kan bijvoorbeeld beperkte toegang hebben tot deze gegevens als de cloudprovider technische problemen ondervindt. Dit benadrukt het belang van goed service level agreements (SLA's) en mogelijk zelfs een hybride strategie die cloudopslag combineert met een bepaalde vorm van lokale back-ups om het risico te spreiden.

On-premise back-ups

Offline back-ups

Immutable storage

4.0.3. Ransomware-resistente back-upoplossingen

4.0.4. Back-upmethoden en -technieken

5

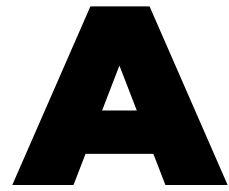
Conclusie

Curabitur nunc magna, posuere eget, venenatis eu, vehicula ac, velit. Aenean ornare, massa a accumsan pulvinar, quam lorem laoreet purus, eu sodales magna risus molestie lorem. Nunc erat velit, hendrerit quis, malesuada ut, aliquam vitae, wisi. Sed posuere. Suspendisse ipsum arcu, scelerisque nec, aliquam eu, molestie tincidunt, justo. Phasellus iaculis. Sed posuere lorem non ipsum. Pellentesque dapibus. Suspendisse quam libero, laoreet a, tincidunt eget, consequat at, est. Nullam ut lectus non enim consequat facilisis. Mauris leo. Quisque pede ligula, auctor vel, pellentesque vel, posuere id, turpis. Cras ipsum sem, cursus et, facilisis ut, tempus euismod, quam. Suspendisse tristique dolor eu orci. Mauris mattis. Aenean semper. Vivamus tortor magna, facilisis id, varius mattis, hendrerit in, justo. Integer purus.

Vivamus adipiscing. Curabitur imperdiet tempus turpis. Vivamus sapien dolor, congue venenatis, euismod eget, porta rhoncus, magna. Proin condimentum pretium enim. Fusce fringilla, libero et venenatis facilisis, eros enim cursus arcu, vitae facilisis odio augue vitae orci. Aliquam varius nibh ut odio. Sed condimentum condimentum nunc. Pellentesque eget massa. Pellentesque quis mauris. Donec ut ligula ac pede pulvinar lobortis. Pellentesque euismod. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent elit. Ut laoreet ornare est. Phasellus gravida vulputate nulla. Donec sit amet arcu ut sem tempor malesuada. Praesent hendrerit augue in urna. Proin enim ante, ornare vel, consequat ut, blandit in, justo. Donec felis elit, dignissim sed, sagittis ut, ullamcorper a, nulla. Aenean pharetra vulputate odio.

Quisque enim. Proin velit neque, tristique eu, eleifend eget, vestibulum nec, lacus. Vivamus odio. Duis odio urna, vehicula in, elementum aliquam, aliquet laoreet, tellus. Sed velit. Sed vel mi ac elit aliquet interdum. Etiam sapien neque, convallis et, aliquet vel, auctor non, arcu. Aliquam suscipit aliquam lectus. Proin tincidunt magna sed wisi. Integer blandit lacus ut lorem. Sed luctus justo sed enim.

Morbi malesuada hendrerit dui. Nunc mauris leo, dapibus sit amet, vestibulum et, commodo id, est. Pellentesque purus. Pellentesque tristique, nunc ac pulvinar adipiscing, justo eros consequat lectus, sit amet posuere lectus neque vel augue. Cras consectetur libero ac eros. Ut eget massa. Fusce sit amet enim eleifend sem dictum auctor. In eget risus luctus wisi convallis pulvinar. Vivamus sapien risus, tempor in, viverra in, aliquet pellentesque, eros. Aliquam euismod libero a sem. Nunc velit augue, scelerisque dignissim, lobortis et, aliquam in, risus. In eu eros. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Curabitur vulputate elit viverra augue. Mauris fringilla, tortor sit amet malesuada mollis, sapien mi dapibus odio, ac imperdiet ligula enim eget nisl. Quisque vitae pede a pede aliquet suscipit. Phasellus tellus pede, viverra vestibulum, gravida id, laoreet in, justo. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Integer commodo luctus lectus. Mauris justo. Duis varius eros. Sed quam. Cras lacus eros, rutrum eget, varius quis, convallis iaculis, velit. Mauris imperdiet, metus at tristique venenatis, purus neque pellentesque mauris, a ultrices elit lacus nec tortor. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent malesuada. Nam lacus lectus, auctor sit amet, malesuada vel, elementum eget, metus. Duis neque pede, facilisis eget, egestas elementum, nonummy id, neque.



Onderzoeksvoorstel

Het onderwerp van deze bachelorproef is gebaseerd op een onderzoeksvoorstel dat vooraf werd beoordeeld door de promotor. Dat voorstel is opgenomen in deze bijlage.

Bibliografie

Beard, B. (2018). *Full Backups*. Apress. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3456-3_1

Chervenak, A., Vellanki, V., & Kurmas, Z. (1998). Protecting file systems: A survey of backup techniques. *Joint NASA and IEEE Mass Storage Conference*, 99. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=4b6cfd832c2eb61c60ae0ab956e>

Chazi, K., & H. O. Nasereddin, H. (2013). Business Continuity Based on Backup. *American Academic Scholarly Research Journal*, 5, 253–258.

Nelson, S., & Brown, R. (2011, februari 23). *Pro Data Backup and Recovery*. https://www.google.be/books/edition/Pro_Data_Backup_and_Recovery/0lfehRoBOPkC?hl=nl&gbpv=0

Rivas, K. (2022). What's the Diff: Full, Incremental, Differential, and Synthetic Full Backups. *Backblaze*. <https://www.backblaze.com/blog/whats-the-diff-full-incremental-differential-and-synthetic-full-backups/>

Zhao, X., Bu, Y., Pang, W., & Cai, J. (2024). Periodic and random incremental backup policies in reliability theory. *Software Quality Journal*, 32(3), 1325–1340. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11219-024-09685-1>

Zhu, W., Allenbach, G., Battaglia, R., Boudreaux, J., Harnick-Shapiro, D., Kim, H., Kreuch, B., Morgan, T., Patel, S., Willingham, M., e.a. (2015). *Disaster Recovery and Backup Solutions for IBM FileNet P8 Version 4.5.1 Systems*. IBM Redbooks. <https://books.google.be/books?id=OITAAGAAQBAJ>