

PoC: Opzetten van Pydev in IBM Developer for z/OS om Python programma's uit te voeren op de mainframe.

Alif Monnoye.

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

Promotor: Dhr. L. Blondeel

Co-promotor: Dhr. N. Sletten

Instelling: Den Norske Bank (DNB)

Academiejaar: 2023–2024

Eerste examenperiode

Departement IT en Digitale Innovatie .

**HO
GENT**

Woord vooraf

Dit is een proof of concept die ik wil uitwerken omdat dit hulp kan bieden in de modernisatie van de mainframe systemen van IBM. Op het moment van schrijven heb ik al stage gedaan bij 2 bedrijven die gebruik maken van een mainframe en deze gebruiken allebei IBM Developer for zOS om applicaties te schrijven in verschillende soorten programmeertalen zoals COBOL, PL/1, Python, Java, ... Python is één van de meest gebruikte programmeertalen op de dag van vandaag en hierin wordt dus veel ingezet door IBM om deze programmeertaal zo efficiënt mogelijk te laten werken op hun systemen. De skills in de 'oudere' programmeertalen zoals COBOL en PL/1 is sterk aan het afnemen dus is de inbreng van Python bijna een must om nog goede programmeurs te vinden. Een goede editor is ook nodig wat momenteel niet het geval is in IDz dus maak ik in dit onderzoek een stappenplan om dit zo goed mogelijk op te stellen.

Ik zou Njaal Sletten en Stian Botnevik van DNB, Noorwegen willen bedanken voor de hulp en inspiratie bij het schrijven en uitwerken van dit onderzoek. Ze hielpen allebei met het technische gedeelte en Stian kwam met de probleemstelling.

Samenvatting

IBM heeft voor zijn IBM Z Systems de deur opengezet naar vernieuwing door Java en Python toegankelijk te maken op de Mainframe. Hoewel deze talen ondersteund worden, is het niet altijd even makkelijk om programma's hierin te schrijven. IBM Developer for z/OS is een stap in de goede richting door zijn functionaliteit om in een bekend programma scripts te openen en aan te passen die opgeslagen zijn op mainframe. Aangezien dit Eclipse based is, is er geen Python interpreter waardoor Python scripts aangepast moeten worden in een text editor.

Deze paper zal een proof of concept zijn voor het opstellen van Pydev en een Python IDE in IBM Developer for z/OS. Hierdoor kunnen Python developers efficiënter code schrijven, aanpassen en submitten in de Unix System Services omgeving van de mainframe. Verder zal er ook nog onderzocht worden om de output van de Python programma's te zien in de console van IBM Developer for z/OS. Dit is belangrijk voor de programmeurs van DNB die werken in dit programma die nu hun Python code moeten testen in een ssh connectie.

In dit onderzoek zal er gewerkt worden met de Pydev plug-in voor Eclipse en zal er een stap voor stap instructie gegeven worden over hoe dit ingesteld moet worden. Ook zal er onderzocht worden of deze scripts uitgevoerd kunnen worden door IBM Developer for z/OS in de Mainframe omgeving.

Het resultaat zal een volledige Proof of concept zijn voor een Python interpreter op te zetten in dit programma. Dit is vooral relevant voor Python developers in bedrijven die IBM Developer for z/OS gebruiken in combinatie met een IBM Z Mainframe.

Inhoudsopgave

Lijst van figuren	vi
1 Inleiding	1
1.1 Probleemstelling	1
1.2 Onderzoeksvraag	1
1.3 Onderzoeksdoelstelling	2
1.4 Opzet van deze bachelorproef	2
2 Stand van zaken	3
2.1 Een andere manier van werken	3
2.2 Bedrijven in het werkveld	4
2.3 De Skill gap	4
2.4 Toch nog een kleurrijke toekomst	4
3 Methodologie	6
3.1 Fase 1: Literatuurstudie	6
3.2 Fase 2: Opstellen Pydev	6
3.3 Fase 3: Python interpreter opzetten	7
3.4 Fase 4: Verdere configuratie om de output van de mainframe in de IDz console te krijgen	7
3.5 Fase 5: Evaluatie voorbereiding	7
4 Literatuurstudie	9
4.1 De IBM Z Systems omgeving	9
4.1.1 Software in z/OS	10
4.1.2 Datasets	10
4.1.3 Unix op een mainframe	10
4.2 IBM Developer for z/OS	11
5 Opzetten Pydev	12
5.1 Vereisten voor installatie	12
5.2 Installatie	12
6 Conclusie	15
A Onderzoeksvoorstel	17
Bibliografie	18

Lijst van figuren

1

Inleiding

1.1. Probleemstelling

IBM heeft voor zijn IBM Z Systems de deur opengezet naar vernieuwing door Java en Python toegankelijk te maken op de Mainframe. Hoewel deze talen ondersteund worden, is het niet altijd even makkelijk om programma's hierin te schrijven. IBM Developer for z/OS is een stap in de goede richting door zijn functionaliteit om in een bekend programma scripts te openen en aan te passen die opgeslagen zijn op een mainframe. Aangezien dit Eclipse based is, is er geen Python interpreter die gebruikt kan worden waardoor Python scripts enkel geopend en aangepast kunnen worden in een text editor. Dit komt vanzelfsprekend niet met een syntaxcheck, code completion, etc

Dit is een probleem voor developers zoals Stian Botnevik van DNB om Python code te schrijven in dit programma. Hoewel scripts vaak ook lokaal worden geschreven in een programma zoals Visual Studio Code en dan worden overgezet naar de mainframe, moeten er nogsteeds aanpassingen gebeuren door de verschillen in runtime environment. In een klein Python programma lukt dit wel nog in een text editor maar als ze wat groter zijn, wordt dit veel moeilijker.

1.2. Onderzoeksvraag

In dit onderzoek zal er gewerkt worden met de Pydev plug-in voor Eclipse en zullen er stap voor stap instructies gegeven worden over hoe dit opgezet wordt. Aangezien IBM Developer for z/OS toch nog verschillend is van Eclipse kunnen er verschillende problemen opkomen die niet gebeuren in het standaard Eclipse programma.

Eens dit is opgezet, zal er onderzocht worden of deze scripts uitgevoerd kunnen

worden in de Mainframe omgeving via IBM Developer for z/OS.

1.3. Onderzoeksdoelstelling

Het resultaat zal een volledige proof of concept zijn voor een Python interpreter op te zetten in IBM Developer for z/OS. Dit is vooral relevant voor Python developers in bedrijven die dit programma gebruiken in combinatie met een IBM Z Mainframe.

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 4 wordt de gebruikte terminologie in detail besproken samen met andere onderwerpen relevant voor het onderzoek.

In Hoofdstuk 5 wordt de proof of concept duidelijk weergegeven en besproken.

In Hoofdstuk 6, 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

2.1. Een andere manier van werken

Veel bedrijven die werken met een mainframe hebben het probleem dat ze onvoldoende mensen vinden met de nodige kennis over deze technologie. De introductie van Unix systemen op de mainframe in het jaar 2000 (Mertic, [2020](#)) had dit probleem wat verminderd maar zeker niet weggewerkt. De oorzaak van deze situatie is door de oude technieken die het systeem gebruikt. COBOL en PL/I zijn niet de meest aantrekkelijke programmeertalen om te leren en mensen kiezen liever Bash als scriptingtaal in plaats van REXX. Hoewel IBM veel inzet op documentatie en online leerplatformen zoals IBM Z Xplore, blijft het tekort van ervaren mensen nog steeds te laag.

De mainframe wereld zal zich dus moeten aanpassen aan de vaardigheden van de mensen door over te schakelen naar beter gekende manieren van werken. Python bijvoorbeeld is een programmeertaal die steeds meer populariteit krijgt sinds zijn ontstaan in de vroege jaren 90. Dit is niet enkel bij reeds ervaren programmeurs, maar mensen die net beginnen programmeren kiezen hier steeds vaker voor. Dit is vooral door zijn begin vriendelijkheid, verschillende doeleinden en een actieve community. (Johnson, [2023](#)) IBM heeft dit opgemerkt en een Python- compiler en interpreter ontwikkeld voor z/OS genaamd IBM Open Enterprise SDK for Python. Hierdoor kun je met Python interactie hebben met z/OS om bijvoorbeeld applicaties te ontwikkelen of de resources van het systeem beheren. Door de Unix omgeving heeft de programmeur ook geen geavanceerde z/OS kennis nodig. (Klaey, [2023](#))

2.2. Bedrijven in het werkveld

Een bank is een goed voorbeeld van een bedrijf die gebruik maakt van IBM hun Z Systems. Dit valt te concluderen door het feit dat maar liefst 92 van de top 100 banken wereldwijd een mainframe gebruikt. Dit is ook logisch aangezien er gemiddeld 12.6 miljard financiële transacties per dag zijn dat door deze systemen worden uitgevoerd. (Wagle, [2017](#))

Door dit aantal is de nood voor een mainframe toch niet te onderdrukken maar het is niet enkel het aantal transacties dat deze machine kan uitvoeren, het is ook de snelheid, schaalbaarheid en beveiliging van deze systemen dat een grote rol speelt. Het zijn niet enkel banken die van deze technologie gebruik maken, maar ook verzekeringsmaatschappijen bijvoorbeeld. De top 10 van deze soort bedrijven maken allemaal gebruik van een IBM Mainframe (Tozzi, [2022](#))

2.3. De Skill gap

Het is nog steeds moeilijk om nieuw talent aan te trekken in de mainframe wereld. Een onderzoek van Deloitte ([2020](#)) toont aan dat 79% van de projectleiders moeilijkheden heeft met het zoeken naar mensen met de juiste skillset. Hetzelfde onderzoek toont ook aan dat er in de teams zelf een groot verschil is van kennis en vaardigheden.

Hoewel dit systeem gebruikt wordt door 71% van de fortune 500 companies (Tozzi, [2022](#)), is de Skill gap nog steeds te groot waardoor veel bedrijven vrezen voor een groot tekort aan werknemers om deze Z Systems te onderhouden.

Volgens Petra Goude zijn er verschillende manieren om dit probleem aan te pakken. Zo kunnen bedrijven lessen geven over Mainframe en hoe ze dit gebruiken. Ze vertelt ook dat de vaardigheden die nodig zijn beter gecompliceerd moeten worden en kunnen leiden naar een belonende en lange termijn carrière.

Hoewel dit zou helpen, vind ze dit niet de kern van het probleem. Het zijn de oude technieken die mensen niet aantrekt. Ze stelt voor om meer te investeren in hedendaagse technologie en dit te installeren op de mainframe. Dit kan gaan over dezelfde test -en deployment technieken, maar ook over hedendaagse programmeertalen zoals Java of Python. Dit zou kunnen door middel van APIs en zou een nieuwe, jongere werkracht aantrekken. (Goude, [2023](#))

2.4. Toch nog een kleurrijke toekomst

Ondanks deze probleemstelling, ziet de toekomst er toch nog goed uit voor deze systemen. Zo wordt er meer gemoderniseerd met bijvoorbeeld modernere programmeertalen. Er wordt ook voorspeld dat we een introductie van DevOps en self-service benaderingen gaan zien. (Pennaz, [2023](#))

Momenteel zijn Python en Java beschikbaar als programmeertaal op de mainframe naast PL/1 en COBOL. Sinds deze introductie zijn al bijna 2/3de van gebruikers op

de mainframe Java aan het toepassen op een bepaalde manier. (Watts, [2018](#))

3

Methodologie

3.1. Fase 1: Literatuurstudie

- **Doel:** Relevante informatie verzamelen van IDz, Pydev en de Unix System Services omgeving.
- **Aanpak:**
 - Opzoeken betrouwbare bronnen
 - Gelijke projecten onderzoeken
 - Overzicht van nodige software
 - Opmaken stappenplan voor installatie Pydev
- **Tijd:** 4 weken
- **Opbrengst:** Een volledig onderzoek naar vakliteratuur en nodige software die nodig is. Ook een volledige schets naar de omgeving waarin er wordt gewerkt.

3.2. Fase 2: Opstellen Pydev

- **Doel:** Opzetten van de Pydev plugin in IDz
- **Aanpak:**
 - De opgezochte literatuur bestuderen
 - Pydev opstellen met de juiste vereisten
 - Testen
- **Tijd:** 2 weken

- **Opbrengst:** Pydev voor functies zoals code completion, syntax check, code analysis, ...
Bij het openen van een Python programma zal dit ook gebeuren via een Python editor

3.3. Fase 3: Python interpreter opzetten

- **Doel:** Python Interpreter opstellen om Python programma's uit te voeren in IDz.
- **Aanpak:**
 - De opgezochte literatuur bestuderen
 - Opzetten van de juiste interpreter
 - Configuratie om output van de uitgevoerde code in de IDz console te kunnen zien
 - Testen
- **Tijd:** 2 weken
- **Opbrengst:** Python programma's kunnen uitvoeren in IDz.

3.4. Fase 4: Verdere configuratie om de output van de main-frame in de IDz console te krijgen

- **Doel:** Zorgen dat de output van de scripts weergegeven wordt in de console van IDz
- **Aanpak:**
 - De opgezochte literatuur bestuderen
 - Verdere configuraties toepassen
- **Tijd:** 4 week
- **Opbrengst:** Output in IDz om sneller code te testen.

3.5. Fase 5: Evaluatie voorbereiding

- **Doel:** Een volledige vergelijking van de opgenomen resultaten.
- **Aanpak:**
 - Resultaat bespreken
 - Op orde stellen van nodige documenten

- **Tijd:** 2 weken
- **Opbrengst:** Een volledig overzicht en conclusie van de gerealiseerde opdracht met bijhorende opmerkingen en analyses.

4

Literatuurstudie

4.1. De IBM Z Systems omgeving

Het is belangrijk om te weten wat een mainframe is en wat de hoofdpunten van de technologie zijn. Het is moeilijk om een goede definitie te plakken op deze term maar het is ontwikkelt door IBM en het wordt vooral gebruikt door grote bedrijven om belangrijke applicaties te hosten of veel transacties te kunnen doorvoeren. Hoewel dit ook mogelijk is op een kleinschalige server, zou het resultaat niet hetzelfde zijn omdat Mainframes miljarden transacties per dag zou kunnen uitvoeren zonder enige vertraging. (BasuMallick, [2023](#))

De Mainframe wordt vaak in vergelijking gebracht met een traditionele server die je vind in een datacenter. Deze vergelijking is niet onterecht omdat ze wel een gelijkaardige functie hebben. Een Mainframe zoals de hedendaagse IBM z16 heeft de mogelijkheid 19 miljard transacties per dag uit te voeren, wat ook verklaard waarom deze systemen gebruikt worden door 92 van de top 100 banken ter wereld. De z16 heeft ook 40 terabyte werkgeheugen wat 1200 keer het aantal is in hedendaagse high-performance computers. (Tozzi, [2022](#))

De z16 is ook 'Quantum safe': de bedreiging van Quantum computers in de toekomst blijft groeien en er is nog geen directe oplossing voor. IBM heeft hiervoor geïnvesteerd in Crypto Express 8S hardware security modules om data op de Mainframe te beschermen en Quantum safe te maken. De nieuwe modules bevatten nieuwe quantum safe encryptie algoritmes die geëvalueerd zijn door de US National Institute of Standards and Technology. (Sayer, [2022](#))

Dit systeem heeft natuurlijk een besturingssysteem en dit is z/OS. Hoewel er verschillende mogelijk zijn, is z/OS nog steeds het meest gebruikt. Dit is, samen met

de IBM Z Systems, ontwikkeld door IBM waardoor dit het meest compatibel is met de hardware componenten en het blijft ondersteund door IBM zelf.

4.1.1. Software in z/OS

De software die wordt gebruikt is ook zeer verschillend. Hoewel er verschillende besturingssystemen mogelijk zijn, is z/OS nog steeds het meest gebruikt. Dit is, samen met de IBM Z Systems, ontwikkeld door IBM waardoor dit het meest compatibel is met de hardware componenten en het blijft ondersteund door IBM zelf. Dit bevat tools zoals Time Sharing Option (TSO), Interactive System Productivity Facility (ISPF) en System Display and Search Facility (SDSF) om er een paar op te noemen.

4.1.2. Datasets

z/OS heeft ook een andere manier om data op te slaan door middel van datasets. Dit is volgens de documentatie van **IBM<empty citation>** een collectie van gerelateerde data records dat opgeslagen en opgehaald wordt door een toegewezen naam. Dit zou u kunnen zien als een bestand in andere besturingssystemen zoals in Windows of Linux.

Hier bestaan er verschillende soorten van maar de meest gebruikte is een sequentiële en partionele dataset.

Sequentiële datasets bevatten eigenlijk records die na elkaar opgeslagen zijn. Dit heeft als nadeel dat als je bijvoorbeeld record 20 wilt lezen, je eerst voorbij de voorgaande 19 records moet gaan. Dit is vooral nuttig om grote hoeveelheden data in op te slaan.

Een partionele dataset is meer voor programma's in te schrijven. Deze dataset bevat allemaal 'members' die op hun beurt dan de effectieve data bevatten. Dit heeft als voordeel dat je in een pds de members kunt aanspreken in een willekeurige volgorde. Deze vorm van een dataset wordt ook wel een library genoemd.

4.1.3. Unix op een mainframe

IBM heeft veel ingezet op modernisatie. Zo is er een Unix Systems Services (USS) omgeving bijgekomen die naast de traditionele z/OS loopt. Dit is enkel een command line interface Er is ook een volledige Mainframe die enkel Linux heeft als besturingssysteem namelijk de LinuxOne. In dit onderzoek zal er enkel gekeken worden naar een z16 die een USS omgeving heeft.

4.2. IBM Developer for z/OS

De testomgeving waarin we zullen werken is IBM Developer for z/OS (IDz) versie 16.0.2. Dit programma is volgens de definitie van Spohn (2023) een toolset voor het ontwikkelen en opzetten van hybride cloud applicaties op z/OS.

Het is een eclipse based programma met de mogelijkheid hebt om een connectie te maken met verschillende omgevingen op de mainframe (bv de USS of z/OS omgeving). Zo kunt u alle bestanden zien, openen en aanpassen. Omdat de data nogsteeds op de mainframe staat, kunnen wijzigingen direct gezien worden ookal bekijkt u het in een ander programma. Als u bijvoorbeeld een bestand wijzigt via IDz, kunt u de wijzigingen direct zien in ISPF.

Dit programma is vooral ontwikkelt om een eenvoudigere IDE te bieden om in te programmeren aangezien niet iedereen direct bekend is met ISPF.

5

Opzetten Pydev

Het programma waarin het onderzoek uitgevoerd zal worden is IBM Developer for z/OS (IDz) versie 16.0.2 met voorgeïnstalleerde programma's van DNB zelf. IDz is gebaseerd op Eclipse versie 4.23.0 .

In dit onderzoek zullen we versie 8.2.0 van PyDev installeren. Dit is een iets oudere versie maar het best compatibel met IDz, de andere versies kunnen problemen met zich meebrengen tijdens en na de installatie. Versie 8.2.0 bevat onder andere een debugger, een code formatter en code analyse. Het is belangrijk om te weten dat IDz door IBM beschikbaar wordt gesteld en ze dus support zullen bezorgen waar nodig moesten er problemen zijn met hun programma. Dit is niet het geval met PyDev omdat dit door een externe partij is ontwikkeld en dus niet ondersteund wordt door IBM.

5.1. Vereisten voor installatie

- Eclipse versie 4.6 based programma nodig - IDz
- Java 11 of hoger
- Python 2.6 of hoger

5.2. Installatie

Om Pydev te gebruiken moeten we het eerst installeren via hun Github repository <https://github.com/fabioz/Pydev/releases>.

Dit zal een .zip installeren die je moet uitpakken en ergens moet opslaan. Het uitpakken kan een enige tijd duren.

In IDz navigeer je naar *help -> install New Software*

Je zult een installatie wizard te zien krijgen en hierin klik je op *add -> local*

Selecteer de map waar Pydev in is uitgepakt. klik op *add*

Je krijgt weer een scherm te zien met de opties die je kunt installeren. Het kan zijn dat het eerst leeg is en dit verander je door in de checkbox de Group items by category uit te vinken. Hierna krijg je 3 opties.

- PyDev for Eclipse 8.2.0.202102211157
- PyDev for Eclipse Developer Resources 8.2.0.202102211157
- PyDev Mylyn Integration 0.6.0

De eerste is noodzakelijk en de tweede optioneel. De derde mag niet aangevinkt worden aangezien MyLyn niet is geïnstalleerd in IDz waardoor het opzetten van PyDev zal falen.

Klik op *next*, dit zal alles opzetten en kan even duren.

Als dit gedaan is krijg je een overzicht van de installatie details en hier klik je op *finish*.

In de balk rechtsonder kun je zien dat het bezig is met installeren.

Als het klaar is met installeren zal het een pop-up geven om IDz herop te starten. Als u nog open projecten heeft is het best om deze eerst op te slaan en dan zelf te herstarten. Anders klikt u op *Restart Now*

Om te zien of de installatie gelukt is navigeert u naar *help -> about -> Installation details*

Geef in de zoekbalk "Pydev". Hier zou u de geïnstalleerde software moeten zien

Als je een Python script opent zal het nogsteeds gebeuren in de interne text editor. Om dit te wijzigen moeten we de file associations bekijken. Deze zullen bepalen welke editor er gebruikt wordt bij een bepaalde extensie. Hier zullen we dus de Python editor van Pydev linken aan de .py extensie.

Ga naar *Window -> Preferences -> General -> Editors -> File Associations*

Hier is een lijst met allemaal extensies en het programma waarmee ze geopend worden. IDz heeft niet standaard een python editor dus deze moeten we toevoegen. Klik bij "file types" op *add*

Geef hier .py in en klik op ok

In de lijst van extensies en ziet hier normaal .py tussenstaan

Selecteer de py extensie en bij "associated editors" komen er 3 opties:

- Python Editor
- Text Editor
- Generic Text Editor

Selecteer "Python Editor" en klik op *Default*.

Als je een python script opent zal dit automatisch gebeuren in de python editor en heb je alle functies die Pydev te bieden heeft.

6

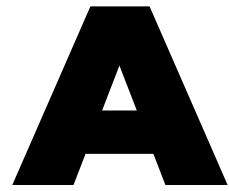
Conclusie

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

- BasuMallick, C. (2023). What Is a Mainframe? Features, Importance, and Examples. Verkregen maart 28, 2024, van <https://www.spiceworks.com/tech/tech-101/articles/what-is-mainframe/>
- Deloitte. (2020, juni 1). *Mainframe talent drain* (Survey). <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/Alliances/us-alliances-deloitte-ibm-mainframe-market-pulse-survey.pdf>
- Goude, P. (2023). 5 ways to bridge the Mainframe skills gap. Verkregen december 13, 2023, van <https://www.informationweek.com/it-infrastructure/5-ways-to-bridge-the-mainframe-skills-gap>
- Johnson, A. (2023). Python Popularity: The Rise of A Global Programming Language. Verkregen december 13, 2023, van <https://flatironschool.com/blog/python-popularity-the-rise-of-a-global-programming-language/#:~:text=Python%20Popularity%20Over%20The%20Years&text=Stack%20Overflow's%20developer%20survey%20results,as%20the%20most%20popular%20language.>
- Klaey, W. (2023). Python Programming on z/OS. Verkregen december 13, 2023, van <https://www.linkedin.com/pulse/python-programming-zos-walter-klaey/?trackingId=eYKhSv70Tc6dnZLPooMDYQ==>
- Mertic, J. (2020). Getting Jiggy With It: How a Linux Anniversary Led to the Creation of the Open Mainframe Project. Verkregen december 12, 2023, van <https://newsroom.ibm.com/How-a-Linux-Anniversary-Led-to-the-Creation-of-the-Open-Mainframe-Project>
- Pennaz, M. (2023). The secret to attracting mainframe talent during a skills crisis. Verkregen december 13, 2023, van <https://venturebeat.com/data-infrastructure/secret-to-attracting-mainframe-talent-during-skills-crisis/>
- Sayer, P. (2022). IBM's z16 mainframe boasts on-chip AI acceleration. Verkregen maart 28, 2024, van <https://www.cio.com/article/307884/ibms-z16-mainframe-boasts-on-chip-ai-acceleration.html#:~:text=%E2%80%9CWe%20helped%20them%20bring%20that,transactions%20per%20second%20that%20they>
- Spohn, J. (2023). IBM Developer for z/OS Enterprise Edition. Verkregen maart 28, 2024, van <https://www.ibm.com/downloads/cas/DJ5P7W3N>
- Tozzi, C. (2022). 10 Mainframe Statistics That May Surprise You. Verkregen december 13, 2023, van <https://www.precisely.com/blog/mainframe/9-mainframe-statistics>

- Wagle, L. (2017). The modern mainframe. Verkregen december 12, 2023, van <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/en-us/report/modernmainframe>
- Watts, S. (2018). Java on the Mainframe: z/OS vs Linux. Verkregen december 13, 2023, van <https://www.bmc.com/blogs/java-mainframe-zos-linux/>