

# DOCUMENTATIERAPPORT

onderdeel van de BACHELORPROEF

---

## Analyse van REST-API technologieën

Voor efficiënte en veilige toegang tot klantgegevens in externe applicaties

Bachelor	Toegepaste Informatica
----------	------------------------

Keuzetraject Afstudeerrichting	Software Engineer
-----------------------------------	-------------------

Academiejaar	2023 - 2024
--------------	-------------

Student	Lukas Olivier
---------	---------------

Interne begeleider	Dieter Mourisse (Howest)
--------------------	--------------------------

Externe promotor	Stefaan Missiean
------------------	------------------

---

**howest.be**

## **Toelating tot bruikleen**

---

De auteur(s) geeft (geven) de toelating dit documentatierapport (onderdeel van de bachelorproef )voor consultatie beschikbaar te stellen en delen van dit rapport te kopiëren voor persoonlijk gebruik. Elk ander gebruik valt onder de bepalingen van het auteursrecht, in het bijzonder met betrekking tot de verplichting de bron uitdrukkelijk te vermelden bij het aanhalen van resultaten uit dit rapport.

7/05/2024

## Woord vooraf

---

Met genoegen presenteer ik dit documentatierapport als onderdeel van mijn bachelorproef binnen het keuzetraject Software Engineer aan de opleiding Toegepaste Informatica. Gedurende mijn studie richtte ik me op het analyseren van REST-API technologieën, met als specifiek doel een optimale oplossing te vinden voor efficiënte en veilige toegang tot klantgegevens in externe applicaties.

Ik wil mijn oprechte dank betuigen aan alle personen die hebben bijgedragen aan dit onderzoek, met name Stefaan Missiaen de algemeen directeur van Integreat, heeft mij niet alleen voorzien van het idee/onderzoeksvraag voor deze bachelorproef, maar heeft mij ook geholpen om de behoeften van Integreat te begrijpen, wat mij heeft geholpen om mijn experiment duidelijk te definiëren. Ook dank ik mijn interne begeleider, Dieter Mourisse van Howest, voor de begeleiding tijdens het uitwerken van deze bachelor proef. Dankzij hun begeleiding en expertise is dit onderzoek mogelijk geworden.

Dit onderzoek vormt een brug tussen theoretische inzichten en praktische toepassingen in de wereld van software engineering. Ik hoop dat de bevindingen en aanbevelingen in dit rapport zullen bijdragen aan een beter begrip en effectief gebruik van REST-API technologieën in uiteenlopende softwareontwikkelingsprojecten.

Lukas Olivier

Izegem – 19/04/2024

# Inhoudsopgave

---

## Woord vooraf

<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>5</b>
1.1	Algemeen .....	5
1.2	Probleemstelling.....	5
1.3	Onderzoeksvraag .....	6
1.4	Wat is een API? .....	7
1.4.1	API.....	7
1.4.2	Web-API .....	7
1.4.3	RESTful-API .....	7
1.4.4	Belangrijke onderscheidingen.....	8
1.4.5	De voordelen van RESTful-API's .....	8
1.4.6	Conclusie.....	8
1.4.7	Experiment.....	9
<b>2</b>	<b>Experiment .....</b>	<b>10</b>
2.1.1	Demo Project - Student Management API .....	10
2.1.2	Authenticatie .....	10
2.1.3	Operaties.....	11
2.2	Express.js .....	12
2.3	Django.....	13
2.4	ASP.NET Core (.NET 8) .....	15
2.5	Bun met Prisma & Elysia .....	16
2.6	Samenvatting REST-API technologieën.....	17
2.6.1	Postman API prestatie resultaten .....	17
2.6.2	Ontwikkelaarsproductiviteit .....	18
<b>3</b>	<b>Conclusie.....</b>	<b>19</b>
	<b>AI Engineering Prompts.....</b>	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>Verwijzingen.....</b>	<b>21</b>
	<b>Bijlagen 23</b>	
	OpenAPI Specificatie .....	23
	Postman API Performance testing reports.....	23

# 1 Inleiding

---

## 1.1 Algemeen

Deze bachelorproef, getiteld “Een grondige analyse van REST-API technologieën voor efficiënte en veilige toegang tot klantgegevens in externe applicaties,” is ontstaan tijdens mijn stage bij Integreat, een ERP software ontwikkelaar uit Waregem, met primaire focus op de educatieve sector. Het onderzoek richt zich op het selecteren van een optimale REST-API technologie voor klantgegevens integratie, een essentieel aspect in de huidige digitale infrastructuur. Het primaire doelpubliek van deze proef zijn professionals en organisaties die streven naar een efficiënte en veilige manier om klantgegevens te beheren en te integreren in externe applicaties. De stagecontext heeft waardevolle praktijkervaring geboden, maar de nadruk van deze proef ligt op de algemene toepasbaarheid van de bevindingen voor het brede domein van software engineering.

## 1.2 Probleemstelling

Dit onderzoek richt zich op het identificeren van de meest passende REST-API voor Integreat. Tot op heden kunnen klanten deze informatie enkel bekijken via klassieke import- en exportfunctionaliteiten.

Dit probleem werd voorgesteld door het bedrijf Integreat, vertegenwoordigd door Stefaan Missiaen, de general manager van Integreat. Het is zijn behoefte aan een efficiënte en veilige manier voor klanten om gegevens op te halen die de aanleiding vormt voor dit onderzoek.

Er zijn verschillende REST-API-opties beschikbaar op de markt, maar geen enkele is tot nu toe geïmplementeerd.

Als dit probleem niet wordt opgelost, kunnen er diverse gevolgen optreden. In de eerste plaats zouden klanten van Integreat moeite kunnen ondervinden om op een efficiënte manier toegang te verkrijgen tot hun gegevens, wat kan leiden tot vertragingen en inefficiënties in hun eigen softwareoplossingen. Het onderliggende doel is om een efficiënte en veilige methode te vinden waarmee klanten gegevens kunnen verkrijgen.

Het is daarom van essentieel belang om een geschikte REST-API technologie te vinden die aan al deze eisen voldoet en waarmee een vlotte overgang van import-export functionaliteiten naar een REST-API mogelijk is.

### 1.3 Onderzoeksvraag

De hoofdvraag die deze bachelor proef wil beantwoorden is: “Welke REST-API is het meest geschikt voor de toepassing van Integreat, om gegevens efficiënt en veilig op te vragen?”

Om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag, zijn de volgende deelvragen opgesteld:

1. Wat is een API?
2. Welke REST-API-technologieën zijn momenteel populair op de markt?
3. Hoe presteren deze REST-API-opties op het gebied van prestaties, productiviteit, veiligheid en ondersteuning?
4. Welke REST-API-optie biedt de beste balans tussen deze factoren en is het meest geschikt voor Integreat?

Deze deelvragen zullen helpen bij het grondig onderzoeken van het probleem en het vinden van de meest geschikte REST-API. Ze zullen ook zorgen voor een systematische aanpak van het onderzoek, wat zal bijdragen aan de kwaliteit en relevantie van de resultaten

## 1.4 Wat is een API?

Voor we beginnen met het onderzoek moeten we natuurlijk begrijpen wat een API is en doet.

### 1.4.1 API

**API** staat voor Application Programming Interface. Het is een set van definities en protocollen die de communicatie tussen twee softwareapplicaties mogelijk maken. API's fungeren als tussenpersonen, waardoor applicaties **gegevens** kunnen **uitwisselen** en taken kunnen uitvoeren zonder de interne details van elkaar te kennen.

### 1.4.2 Web-API

**Web-API's** zijn een specifiek type API dat is ontworpen voor gebruik op het web. Ze gebruiken vaak **HTTP als protocol** voor het verzenden en ontvangen van gegevens en zijn toegankelijk via URL's. Web-API's stellen ontwikkelaars in staat om webapplicaties te bouwen die met elkaar kunnen communiceren en gegevens kunnen delen met externe bronnen.

### 1.4.3 RESTful-API

RESTful-API's (Representational State Transfer) zijn een subset van Web-API's die een reeks ontwerp principes volgen om een consistente en efficiënte communicatiemethode te verzekeren. Naast het gebruik van standaard HTTP-methoden (GET, POST, PUT, DELETE) en -codes om acties op resources te definiëren, zijn er nog enkele belangrijke REST design principles die de basis vormen van RESTful-API's:

1. **Statelessness:** RESTful-API's zijn stateless, wat betekent dat de server geen informatie over de clients bijhoudt. Elke aanvraag van een client bevat alle benodigde informatie om begrepen en verwerkt te worden.
2. **Uniform Interface:** De interface tussen client en server moet uniform zijn, wat betekent dat de communicatie tussen verschillende componenten van het systeem zo eenvoudig en consistent mogelijk moet zijn. Dit omvat het gebruik van goed gedefinieerde resources, URI's voor resource-identificatie, gestandaardiseerde HTTP-methoden en het gebruik van media types voor representatie
3. **Cacheable:** RESTful-API's ondersteunen caching om de prestaties en schaalbaarheid te verbeteren. Servers moeten aangeven of een reactie cachebaar is of niet, en clients moeten in staat zijn om opgeslagen reacties te gebruiken om toekomstige aanvragen te vervullen, wat de efficiëntie van het systeem verbetert.
4. **Layered System:** Een RESTful-systeem moet een hiërarchie van lagen hebben, waarbij elke laag een bepaalde functionaliteit biedt en beperkingen oplegt aan de componenten die erbovenop zijn gebouwd. Dit helpt bij het bevorderen van schaalbaarheid door componenten te isoleren en complexiteit te verminderen.

#### 1.4.4 Belangrijke onderscheidingen

- **Niet elke API is een REST-API:** Er bestaan API's die lokaal communiceren tussen verschillende onderdelen van dezelfde applicatie of die gebruikmaken van andere protocollen dan HTTP.
- **Niet elke REST-API is een RESTful-API:** Sommige REST-API's gebruiken andere architectonische stijlen of bieden minder strikte richtlijnen voor communicatie.

#### 1.4.5 De voordelen van RESTful-API's

- **Eenvoudig te gebruiken:** De standaard HTTP-methoden en -codes zijn universeel gekend en eenvoudig te begrijpen.
- **Lichtgewicht:** RESTful-API's verbruiken minder bandbreedte en resources dan andere API-stijlen.
- **Schaalbaar:** RESTful-API's zijn goed uit te breiden en kunnen eenvoudig worden aangepast aan nieuwe eisen.
- **Toekomstbestendig:** De REST-architectuur is al decennia lang in gebruik en heeft bewezen robuust en flexibel te zijn.

#### 1.4.6 Conclusie

API's zijn essentiële tools voor het bouwen van moderne softwareapplicaties. REST-API's en RESTful-API's vormen een krachtige combinatie die efficiënte communicatie tussen applicaties op het web mogelijk maakt. Inzicht in de werking en voordelen van deze technologieën is van cruciaal belang voor ontwikkelaars die webapplicaties willen bouwen die naadloos met elkaar kunnen communiceren.

In dit document zullen we ons focussen op **RESTful Web-API's**, die we voor de beknoptheid verder zullen afkorten naar **REST-API's**. We bespreken de werking van REST-API's, de voordelen die ze bieden en de verschillende frameworks die beschikbaar zijn voor hun ontwikkeling.



### 1.4.7 Experiment

Dit onderzoek combineert kwalitatief en kwantitatief onderzoek. Het kwalitatieve deel richt zich op de behoeften van scholen om gegevens uit te wisselen tussen verschillende systemen via een REST-API. Het kwantitatieve deel evalueert en vergelijkt REST-API technologieën op criteria zoals veiligheid en efficiëntie. Data worden verzameld via literatuur- en online onderzoek naar beschikbare REST-API technologieën, bestaande uit technische specificaties en prestatiegegevens. Analyse en vergelijking van de data zullen de meest geschikte REST-API identificeren, waarbij elke optie wordt geëvalueerd en vergeleken op basis van criteria.

## 2 Experiment

---

Om een grondige vergelijking tussen verschillende API's mogelijk te maken, is het essentieel om uitgebreid onderzoek te doen naar de diverse mogelijkheden. Met als doel een breed scala aan perspectieven te verkrijgen, streef ik ernaar een vergelijkbare demo-API te repliceren in verschillende programmeertalen. Voor elke programmeertaal zal ik het meest populaire en/of effectieve framework gebruiken om een API te ontwikkelen. Daarna documenteerde ik telkens mijn bevindingen.

Gezien scholen een aanzienlijke klantengroep zijn voor Integreat, zal ik als voorbeeld een Student Management API ontwikkelen.

### 2.1.1 Demo Project - Student Management API

De functionaliteiten van de API zijn vastgelegd in de Swagger OpenAPI-specificatie. Uitgebreide details over de beschikbare handelingen, inclusief authenticatie met JSON Web Tokens (JWT), zijn te vinden in de bijlagen. Hieronder volgt een samenvatting van enkele belangrijke handelingen.

### 2.1.2 Authenticatie

De REST-API maakt gebruik van bearer tokens voor authenticatie. Op basis van deze tokens wordt alleen informatie teruggegeven waar de gebruiker toegang toe heeft. Bijvoorbeeld, het opvragen van een lijst met studenten zal alleen studenten opleveren die aan de school van de gebruiker zijn gekoppeld.

### 2.1.3 Operaties

Hieronder volgt een lijst van endpoints die elke REST-API zal bevatten:

- **Lijst van scholen:** Hiermee kan de gebruiker de lijst van scholen opvragen die hij of zij bezit.
- **Lijst van studenten per school:** Hiermee kan de gebruiker een lijst van studenten opvragen die zijn ingeschreven bij een specifieke school.
- **Lijst van niet-ingeschreven studenten:** Dit endpoint maakt het mogelijk om een lijst op te vragen van studenten die niet zijn ingeschreven bij een school.
- **Inschrijven bij een school:** Hiermee kunnen studenten worden ingeschreven bij een specifieke school waarvan de gebruiker eigenaar is.
- **Uitschrijven bij een school:** Dit endpoint maakt het mogelijk voor de gebruiker om studenten uit te schrijven die zijn ingeschreven bij een school die aan hem/haar is gekoppeld.
- **Toevoegen van nieuwe studenten:** Gebruikers kunnen nieuwe studenten toevoegen met alle benodigde informatie.
- **Verwijderen van studenten:** Dit endpoint biedt de mogelijkheid om studenten te verwijderen uit het systeem.

Voor een gedetailleerde beschrijving van de API-handelingen, verwijzen we naar de Swagger OpenAPI-specificatie in de bijlagen.

## 2.2 Express.js

### Waarom

---

Express.js is een robuust en flexibel framework voor het ontwikkelen van webapplicaties en API's binnen Node.js. Met een minimalistische aanpak biedt het een intuïtieve manier om routes te definiëren, middleware toe te passen en HTTP-verzoeken te verwerken.

### Ondersteuning en Documentatie

---

Express.js wordt ondersteund door uitgebreide en beknopte documentatie, inclusief tutorials, API-referenties en voorbeeldcode. Deze bronnen zijn waardevol voor ontwikkelaars om snel aan de slag te gaan en complexe problemen op te lossen. Bovendien is er een actieve community beschikbaar via forums en platforms zoals Stack Overflow, waardoor ontwikkelaars gemakkelijk hulp en ondersteuning kunnen vinden.

### Veiligheid

---

Express.js biedt verschillende libraries om de beveiliging te waarborgen, zoals het hashen van wachtwoorden met Bcrypt, autorisatie met JSON Web Tokens (JWT) en validatie met Joi. Gevoelige informatie wordt apart gehouden in een .env-bestand, terwijl extra bescherming tegen aanvallen wordt geboden door middel van de Helmet library.

### Prestatie

---

Express.js staat bekend om zijn hoge prestaties, zelfs onder zware belasting. Het framework is geoptimaliseerd om efficiënt te werken en kan snel reageren op HTTP-verzoeken, waardoor het ideaal is voor het bouwen van schaalbare API's die grote hoeveelheden verkeer aankunnen.

### Ontwikkelaarsproductiviteit

---

Dankzij de eenvoudige syntax en de volwassenheid van het framework kunnen ontwikkelaars snel en efficiënt werken. Ik kon het volledige REST-API demo project een binnen één dag opzetten, inclusief de benodigde beveiligingsmechanismen, CRUD operaties en user management. Bovendien is er een overvloed aan informatie en voorbeeldcode beschikbaar op het internet, waardoor het gemakkelijk is om oplossingen te vinden voor specifieke problemen.

### Conclusie

---

Express.js een uitstekende keuze voor het ontwikkelen van REST-API's. Het framework biedt een balans tussen snelheid, flexibiliteit, veiligheid en ondersteuning, waardoor het geschikt is voor een breed scala aan projecten. Met zijn bewezen prestaties en uitgebreide gemeenschap is Express.js een betrouwbare keuze voor zowel kleine als grote projecten.

## 2.3 Django

### Waarom

---

Django, gebouwd op Python, is een krachtig framework dat een breed scala aan mogelijkheden biedt voor het ontwikkelen van webapplicaties en REST-API's. Hoewel het framework meer dan alleen een API-ondersteuning biedt en ook geschikt is voor front-end ontwikkeling, is het nog steeds een waardevolle optie, zelfs voor demo-doeleinden, dankzij zijn uitgebreide functionaliteit en solide documentatie.

### Ondersteuning / documentatie

---

De documentatie van Django is modern en van hoge kwaliteit, waardoor ontwikkelaars snel aan de slag kunnen en complexe problemen kunnen oplossen. Bovendien is er een bloeiende community beschikbaar voor ondersteuning via forums. Dit maakt het gemakkelijk om hulp te vinden bij eventuele obstakels tijdens de ontwikkeling.

### Ontwikkelaarsproductiviteit

---

Het opzetten en uitbreiden van een API met Django verloopt over het algemeen vlot en moeiteloos. De framework biedt een krachtige set tools en functionaliteiten die ontwikkelaars in staat stellen om snel aan de slag te gaan. Echter, ik ben minder enthousiast over de mappenstructuur van Django, aangezien er redelijk veel functionaliteit geconcentreerd is in dezelfde bestanden, wat tot enige onduidelijkheid kan leiden tijdens het ontwikkelproces.

Daarnaast vereist het integreren van een bestaande database en tabellen wat extra configuratie en aanpassingen, wat mogelijk de ontwikkeltijd kan verlengen. Echter, wanneer je te maken hebt met een project waarvoor een nieuwe database en tabellen nodig zijn, verloopt dit proces zeer vlot met behulp van migrations.

### Prestatie

---

Na mijn tests heb ik opgemerkt dat Django over het algemeen solide presteert, hoewel het niet zo schaalbaar lijkt te zijn als sommige van de andere opties die ik heb onderzocht. Django kan weliswaar snel en efficiënt reageren op HTTP-verzoeken, maar het lijkt minder geschikt te zijn voor het bouwen van REST-API's die grote hoeveelheden verkeer moeten verwerken.

### Veiligheid

---

Django biedt ingebouwde beveiligingsmechanismen voor authenticatie, autorisatie en gegevensvalidatie. Dit omvat bescherming tegen veelvoorkomende aanvallen zoals XSS, CSRF en SQL-injectie. Echter, vanwege het gebrek aan veel third-party libraries voor bijvoorbeeld validatie, kan het zijn dat ontwikkelaars meer handmatig werk moeten verrichten om aanvullende beveiligingsmaatregelen te implementeren.

## Conclusie

---

Django is een krachtig framework voor het ontwikkelen van webapplicaties en REST-API's, met solide documentatie en een brede community voor ondersteuning. Hoewel het opzetten van een API over het algemeen vlot verloopt, kan de mappenstructuur enige onduidelijkheid veroorzaken. Integratie met bestaande databases kan extra configuratie vereisen, hoewel het migratieproces soepel verloopt voor nieuwe databases. De prestaties van Django zijn solide en het biedt ingebouwde beveiligingsmechanismen, maar het gebrek aan third-party libraries kan ontwikkelaars dwingen om meer handmatig werk te verrichten voor aanvullende beveiligingsmaatregelen. Over het algemeen blijft Django een waardevolle keuze voor het ontwikkelen van zowel kleine als grote projecten.

## 2.4 ASP.NET Core (.NET 8)

### Waarom

---

ASP.NET Core, ontwikkeld door Microsoft, is een robuust framework voor het bouwen van webapplicaties en REST-API's. Met zijn brede scala aan functionaliteiten en diepe integratie met het ecosysteem van Microsoft, biedt het een uitstekende optie voor ontwikkelaars die bekend zijn met de Microsoft-stack of op zoek zijn naar een krachtig en betrouwbaar framework.

### Ondersteuning / documentatie

---

De documentatie voor ASP.NET Core is uitgebreid en van hoogwaardige kwaliteit, waardoor ontwikkelaars snel aan de slag kunnen en complexe problemen kunnen oplossen. Microsoft heeft een sterke aanwezigheid in de ontwikkelaarsgemeenschap, wat resulteert in een overvloed aan online bronnen, forums en tutorials voor ondersteuning.

### Ontwikkelaarsproductiviteit

---

Het opzetten en uitbreiden van een API met ASP.NET Core verloopt over het algemeen soepel en efficiënt. Dankzij de integratie met Visual Studio en andere Microsoft-tools kunnen ontwikkelaars snel prototypes maken en functionaliteit toevoegen. De gestructureerde mappen en bestandsindeling zorgen voor een georganiseerde ontwikkelomgeving en bevorderen de samenwerking binnen teams.

### Prestatie

---

ASP.NET Core staat bekend om zijn uitstekende prestaties en schaalbaarheid. Het framework is geoptimaliseerd voor het afhandelen van grote hoeveelheden verkeer en biedt diverse optimalisatietechnieken, zoals caching en asynchrone programmering, voor een snelle respons op HTTP-verzoeken.

### Veiligheid

---

Met ingebouwde beveiligingsmechanismen zoals authenticatie en autorisatie biedt ASP.NET Core een solide basis voor het beveiligen van API's tegen veelvoorkomende aanvallen. Bovendien is de integratie met Microsoft Identity naadloos, waardoor het implementeren van geavanceerde beveiligingsfuncties eenvoudig is. Daarnaast maakt het gebruik van de Fluent Validation NuGet-package objectvalidatie zeer gemakkelijk, waardoor ontwikkelaars snel en effectief kunnen zorgen voor de juiste validatie van invoergegevens binnen hun API's.

### Conclusie

---

ASP.NET Core is een krachtig framework voor het ontwikkelen van webapplicaties en REST-API's, met uitgebreide documentatie en sterke ondersteuning vanuit de ontwikkelaarsgemeenschap. Het biedt een gestroomlijnde ervaring dankzij de integratie met Visual Studio en andere Microsoft-tools. De uitstekende prestaties en ingebouwde beveiligingsmechanismen maken het een aantrekkelijke keuze voor zowel kleine als grote projecten binnen de Microsoft-stack.

## 2.5 Bun met Prisma & Elysia

### Waarom

---

Bun is een efficiënt framework dat sterk lijkt op Node.js, waardoor het aantrekkelijk is voor ontwikkelaars die bekend zijn met dit ecosysteem. Prisma biedt uitstekende integratie met databases, waardoor het gemakkelijk is om gegevens te beheren. Elysia biedt veel out-of-the-box functies voor het ontwikkelen van API's, waardoor het een aantrekkelijke keuze is voor projecten die snel functionaliteit nodig hebben.

### Ondersteuning / documentatie

---

Hoewel deze frameworks relatief jong en bieden ze allemaal overzichtelijke en moderne documentatie. Echter, vanwege hun recentere opkomst kan de beschikbaarheid van community ondersteuning voor het oplossen van problemen nog beperkter zijn in vergelijking met gevestigde frameworks zoals Node.js.

### Ontwikkelaarsproductiviteit

---

Het opzetten en uitbreiden van de API's met Bun, Prisma en Elysia verloopt over het algemeen snel en efficiënt, zodra de juiste bronnen online zijn gevonden. De frameworks bieden tools en functionaliteiten die de ontwikkelaarsproductiviteit bevorderen, waardoor ze snel aan de slag kunnen met het bouwen van API's.

### Veiligheid

---

Elysia biedt een breed scala aan ingebouwde functionaliteiten voor beveiliging, waaronder validatie, Cross-Origin Resource Sharing (CORS), error handling en authenticatie.

### Prestatie

---

De prestaties van Bun in combinatie met Prisma en Elysia zijn over het algemeen indrukwekkend, gezien de snelheid en efficiëntie die worden geboden. Deze combinatie is geschikt voor het bouwen van schaalbare API's die kunnen omgaan met grote hoeveelheden verkeer.

### Conclusie

---

Bun met Prisma en Elysia biedt een veelbelovende combinatie voor het ontwikkelen van snelle, efficiënte en goed beveiligde API's. Hoewel deze stack relatief nieuw is en mogelijk nog niet dezelfde mate van community ondersteuning heeft als gevestigde frameworks, compenseren de uitstekende documentatie en de ingebouwde beveiligingsfunctionaliteiten dit gedeeltelijk. Ontwikkelaars kunnen profiteren van de snelheid en productiviteit die worden geboden door deze combinatie van tools, wat het een aantrekkelijke optie maakt voor zowel kleine als grote projecten. Met de groeiende populariteit en verdere ontwikkelingen in deze technologieën, kan Bun met Prisma en Elysia zeker een waardevolle keuze zijn voor het ontwikkelen van moderne API's.



2.6 Samenvatting REST-API technologieën

2.6.1 Postman API prestatie resultaten

Gedetailleerde rapporten met betrekking tot de prestaties zijn beschikbaar in de bijlagen. De tests werden uitgevoerd met behulp van Postman, waarbij 100 virtuele gebruikers werden gesimuleerd op een vast profiel gedurende een periode van 5 minuten. Het doel van de test was om de prestaties van de endpoints te meten bij het ophalen van gegevens van 50 studenten.

<i>Name</i>	<i>Express.js</i>	<i>Django</i>	<i>Asp.net</i>	<i>Bun &amp; Elysia</i>
<i>Amount of requests sent</i>	26.616	26.113	26.657	26.754
<i>Troughput requests/second</i>	86.59	84.98	86,80	87.07
<i>Avg. response time</i>	10ms	30ms	7ms	9ms
<i>Error rate</i>	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Uit de prestatieresultaten van verschillende REST-API technologieën blijkt dat alle frameworks - Express.js, Django, ASP.NET en Bun & Elysia - robuuste prestaties leveren met minimale fouten en een acceptabele responstijd. Ze vertonen vergelijkbare doorvoersnelheden, met slechts kleine variaties tussen hen.

Express.js en ASP.NET hebben de laagste gemiddelde responstijden, terwijl Django aanzienlijk langere responstijden laat zien. Bun & Elysia presteren ook goed met een gemiddelde responstijd vergelijkbaar met die van Express.js en ASP.NET.

Op basis van deze prestatieresultaten kunnen we concluderen dat alle geteste frameworks geschikt zijn voor het ontwikkelen van REST-API's met betrouwbare prestaties en weinig fouten. Django lijkt echter meer geschikt voor kleinere datasets of situaties met minder verkeer, vanwege zijn iets langzamere responstijden in vergelijking met andere frameworks. De keuze tussen deze frameworks kan ook afhangen van andere factoren, zoals ontwikkelaarsvoorkeur, beschikbare resources en integratiemogelijkheden met bestaande systemen.

### 2.6.2 Ontwikkelaarsproductiviteit

Voordat we ingaan op de vergelijking van de API-technologieën op het gebied van ontwikkelaarsproductiviteit, is het belangrijk op te merken dat de voorkeur voor een bepaalde technologie subjectief kan zijn en afhankelijk kan zijn van individuele ervaringen en voorkeuren. Hieronder deel ik mijn persoonlijke bevindingen en voorkeuren.

In termen van ontwikkelaarsproductiviteit is mijn voorkeur uitgegaan naar ASP.NET. De eenvoudige installatie van NuGet-packages voor functionaliteiten zoals validatie en autorisatie, gecombineerd met de naadloze integratie met SQL Server, maakt het ontwikkelen van API's met ASP.NET een vlotte ervaring. Bovendien verliep het genereren van klassen en modellen op basis van bestaande tabellen in de database zeer efficiënt en van hoge kwaliteit. De overzichtelijke bestandsstructuur draagt bij aan de duidelijkheid van het project. Echter, het vinden van specifieke informatie voor een bepaalde .NET-versie kan soms een uitdaging zijn, aangezien er verschillende versies beschikbaar zijn.

Ook Express.js vind ik een aantrekkelijk. Het installeren van npm-packages verloopt soepel en de community en documentatie rond Express.js zijn uitstekend. Bovendien biedt Express.js een flexibele en intuïtieve ontwikkelomgeving, waardoor ontwikkelaars snel en efficiënt kunnen werken aan het bouwen van API's. De modulaire opzet van Express.js maakt het gemakkelijk om functionaliteiten toe te voegen en aan te passen aan specifieke projectbehoeften.

### 3 Conclusie

---

Voorafgaand aan de analyse van verschillende REST-API, is het belangrijk op te merken dat alle andere API-technologieën ook zeker goede keuzes zijn. Dit geldt met name voor individuen of bedrijven die liever met andere technologieën werken, zoals Python of JavaScript. Met alle frameworks die zijn overlopen, is het mogelijk om de best practices voor een REST-API te implementeren, waardoor het uiteindelijke oordeel afhankelijk is van individuele voorkeuren en bestaande technologiestacks.

Na uitgebreide analyse van verschillende REST-API technologieën voor Integreat, raad ik het gebruik van ASP.NET Core aan. Gezien het feit dat Integreat al werkt met .NET, zal de integratie met ASP.NET Core naadloos verlopen en gemakkelijk kunnen worden geïntegreerd in de bestaande applicaties en systemen. De soepele integratie met SQL Server, samen met de goede documentatie en de mogelijkheid om essentiële functionaliteiten toe te voegen met behulp van NuGet-packages, maken het een ideale keuze. Met ASP.NET Core kan Integreat alle best practices voor een REST-API volgen en tegelijkertijd efficiënt en veilig toegang bieden tot klantgegevens.

## AI Engineering Prompts

---

Tijdens het schrijven van dit document heb ik gebruik gemaakt van de volgende prompts

*“Kunt u deze tekst verbeteren en aantrekkelijker maken voor de lezers in ongeveer X woorden?”*

Deze prompt is bedoeld om de AI te vragen om een gegeven tekst te herformuleren, te verbeteren en aantrekkelijker te maken binnen een bepaald woordlimiet. Het is belangrijk op te merken dat de exacte woordlimiet (X) kan variëren afhankelijk van de specifieke tekst en de context.

*“Herschrijf deze bronvermeldingen in IEEE standaard formaat, <voorbeeld van <https://bib.kuleuven.be/>> ”*

Het doel van deze prompt is om de AI te instrueren de gegeven bronvermeldingen om te zetten naar het standaard formaat dat wordt gebruikt in de IEEE-richtlijnen voor bronvermelding. The AI wordt gevraagd dit te doen met als referentie een specifiek voorbeeld, in dit geval van <https://bib.kuleuven.be/>.

## 4 Verwijzingen

---

Integreat.

<https://www.integreat.be/>

[Geraadpleegd 16 februari 2024].

"Application Programming Interface." Wikipedia.

[https://nl.wikipedia.org/wiki/Application\\_programming\\_interface](https://nl.wikipedia.org/wiki/Application_programming_interface)

[Geraadpleegd op 15 maart 2024].

"Representational State Transfer." Wikipedia.

<https://en.wikipedia.org/wiki/REST>

[Geraadpleegd op 15 maart 2024].

"What is a REST API?" Red Hat.

<https://www.redhat.com/en/topics/api/what-is-a-rest-api>

[Geraadpleegd op 15 maart 2024].

"Introduction to Web APIs." Mozilla Developer Network.

[https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/JavaScript/Client-side\\_web\\_APIs/Introduction](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/JavaScript/Client-side_web_APIs/Introduction)

[Geraadpleegd op 15 maart 2024].

"JavaScript APIs." W3Schools.

[https://www.w3schools.com/js/js\\_api\\_intro.asp](https://www.w3schools.com/js/js_api_intro.asp)

[Geraadpleegd op 15 maart 2024].

### *Express.js*

Kassem, Mahmoud. "How to Build an API with Node.js, Express, and TypeScript - 2024." Medium.

<https://mahmoud-kassem.medium.com/how-to-build-an-api-with-node-js-express-and-typescript-2024-extended-part-1-6-f65df183dbc5>

[Geraadpleegd op 15 maart 2024].

"Express.js Setup / Best Practices." YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=Tw5LupcpKS4>

[Geraadpleegd op 15 maart 2024].

"Express.js Security." YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=RtLAWNYYOyQ>

[Geraadpleegd op 15 maart 2024].

### *Django*

Django REST framework

<https://www.django-rest-framework.org/>

[Geraadpleegd op 22 maart 2024].

"Django." YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=t-uAgl-AUxc>

[Geraadpleegd op 22 maart 2024].

"Django Tutorial for Beginners." YouTube

[https://youtu.be/llrlu4Qsl7c?si=CenP\\_g3JVmEq2jq7](https://youtu.be/llrlu4Qsl7c?si=CenP_g3JVmEq2jq7)

[Geraadpleegd op 22 maart 2024].

## ASP.NET

Microsoft. "Introduction to ASP.NET Core." [Online].

Beschikbaar: <https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/introduction-to-aspnet-core?view=aspnetcore-8.0>

[Geraadpleegd op 22 maart 2024].

C. Singh, "Build a RESTful Web API with .NET 8," Medium. [Online].

Beschikbaar: <https://medium.com/@chandrashekharsingh25/build-a-restful-web-api-with-net-8-44fc93b36618>.

[Geraadpleegd op 22 maart 2024].

"How to Create RESTful Web API using ASP.NET Core | .NET Core Tutorial," YouTube. [Online].

Beschikbaar: <https://www.youtube.com/watch?v=sZnu-TyaGNk&t=442s>.

[Geraadpleegd op 22 maart 2024].

"ASP.NET Core Web API Tutorial for Beginners - Building RESTful Service with C# and .NET Core," YouTube. [Online].

Beschikbaar: <https://www.youtube.com/watch?v=b8fFRX0T38M&t=1864s>

[Geraadpleegd op 22 maart 2024].

## Bun, Elysia & Prisma

Prisma Documentation. [Online].

Beschikbaar: <https://www.prisma.io/docs>

[Geraadpleegd op 22 maart 2024].

Elysia Quick Start Guide. [Online].

Beschikbaar: <https://elysiajs.com/quick-start.html>

[Geraadpleegd op 22 maart 2024].

Bun HTTP API Documentation. [Online].

Beschikbaar: <https://bun.sh/docs/api/http>

[Geraadpleegd op 22 maart 2024].

"Introduction to Bun, Elysia & Prisma." YouTube. [Online].

Beschikbaar: <https://www.youtube.com/watch?v=oBQ-rhzbzQJc>

[Geraadpleegd op 22 maart 2024].

R. Singh, "Creating REST API on Bun with ElysiaJS," Medium. [Online].

Beschikbaar: <https://medium.com/@rajreetesh7/creating-rest-api-on-bun-with-elysiajs-bfa0627051c6>

[Geraadpleegd op 22 maart 2024].

## Bijlagen

---

### OpenAPI Specificatie

<https://github.com/LukasOlivier/bap/blob/95bf4f0eeca57d33cc053f16dd2d70eabcb1a2b3/documentation/openapi.yaml>

### Postman API Performance testing reports

<https://github.com/LukasOlivier/bap/tree/95bf4f0eeca57d33cc053f16dd2d70eabcb1a2b3/documentation/api-reports>