

Landsdeel Oost - meetjaar 2021

Analyse meetresultaten spoor bij Hengelo en De Steeg, meetjaar 2021

Status	definitief
Versie	002
Rapport	M.2013.0335.37.R001
Datum	11 oktober 2022



Inhoud

1. Inleiding	4
2. Meetlocaties	5
3. Meetmethode	6
4. Resultaten meetpunt Hengelo	7
4.1 Gemiddelde geluidsniveaus	7
4.2 Aantallen	9
4.3 Rijsnelheid	11
4.4 Geluidsniveau per passage	12
4.5 Trillingen	13
5. Meetresultaten De Steeg	18
5.1 Gemiddelde geluidsniveaus	18
5.2 Aantallen	19
5.3 Rijsnelheid	20
5.4 Geluidsniveau per passage	21
6. Vergelijking metingen en geluidregister	23
6.1 Algemeen	23
6.2 Resultaten Hengelo	24
6.3 Resultaten De Steeg	26
7. Conclusie	28
8. Bijlagen Hengelo	31
8.1 Vergelijking algoritmes	31
8.2 Geluidsniveaus	32
8.3 Aantallen	38
8.4 Rijsnelheid	40
8.5 Werkzaamheden elders	41
9. Bijlagen De Steeg	44
9.1 Geluidsniveaus	45
9.2 Aantallen	53
9.3 Werkzaamheden elders	56

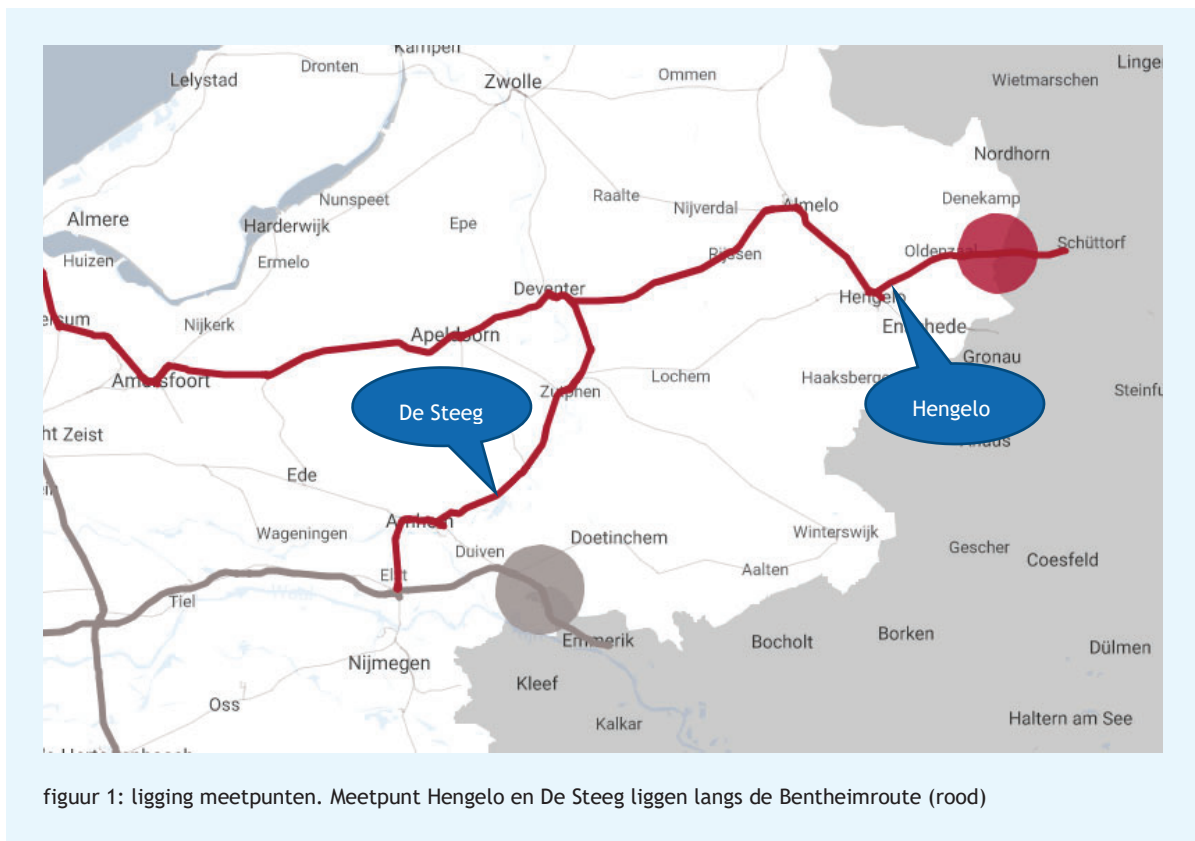
Bijlagen

Bijlage 1	Extra tabellen en figuren Hengelo
Bijlage 2	Extra tabellen en figuren De Steeg

1. Inleiding

In opdracht van de provincies Gelderland en Overijssel heeft de combinatie SensorNet en DGMR langdurige geluids- en trillingsmetingen uitgevoerd op zes locaties langs het spoor. Met deze metingen zijn de effecten vanwege het spoorgebruik vastgesteld. Met deze doorlopende geluids- en trillingsmetingen zijn de gevolgen van toekomstige ontwikkelingen, zoals het programma hoogfrequent spoor (PHS) of de wijziging in treintypes, inzichtelijk te maken. De metingen zijn gestart in de zomer van 2014. Voor vier van de zes locaties zijn deze metingen in de zomer van 2015 gestopt.

Op twee locaties (in De Steeg en in Hengelo) lopen de metingen door zodat de vinger aan de pols gehouden blijft, voor met name de verwachte ontwikkelingen in het goederenvervoer. In figuur 1 zijn de actuele meetlocaties weergegeven.



Bij Hengelo passeren alle goederentreinen die via de Bentheimroute de grens oversteken. De Steeg ligt langs een van de twee takken die hierop uitkomt.

Deze punten van Hengelo en De Steeg zijn in figuur 1 blauw weergegeven.

In dit rapport zijn de resultaten van de meetpunten Hengelo en De Steeg voor het meetjaar 2021 gepresenteerd. Waar nodig wordt een vergelijking met voorgaande meetjaren gemaakt.

In het zesde hoofdstuk vergelijken wij de meetresultaten met de dichtstbijzijnde GPP-punten.

2. Meetlocaties

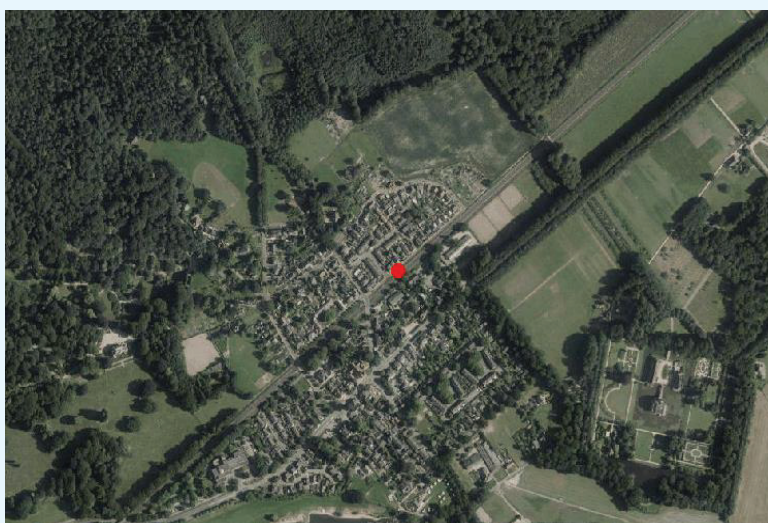
De meetpunten in Hengelo en De Steeg liggen langs verschillende trajecten en op verschillende afstanden van het spoor. In tabel 1 zijn enkele gegevens over de meetpunten opgenomen. De onderstaande figuren geven de meetlocaties weer op de luchtfoto. De resultaten zijn niet gecorrigeerd voor de locatie van het meetpunt.

tabel 1: overzicht geografische gegevens meetpunten

Locatie	Spoorlijn	Afstand tot spoor	Geocode	Kilometring	Meetpunt
Hengelo	Hengelo-Bad Bentheim	35 meter	026	17.9	Vrijstaand
De Steeg	Arnhem-Zutphen	17 meter	034	10.5	Voor gevel



figuur 2: locatie geluidsmmeetpunt in Hengelo



figuur 3: locatie geluidsmmeetpunt in De Steeg

Naast geluid worden bij het meetpunt Hengelo ook trillingen gemeten. Deze metingen vinden in drie richtingen plaats aan de fundering van een schuur.

3. Meetmethode

Op de drie meetlocaties zijn een microfoon en een snelheidsradar geplaatst. Het geluidsniveau wordt continu gemeten en per seconde opgeslagen. Iedere dag vindt een geautomatiseerde analyse van de gemeten geluidsniveaus plaats, waarbij treinpassages worden herkend. Iedere treinpassage wordt opgeslagen in een database, waarbij de snelheid (afkomstig van de radar) aan de passage wordt toegekend. Met algoritmes wordt zoveel mogelijk voorkomen dat andere geluidsbronnen als trein worden herkend.

Alle treinpassages worden daarnaast (door geautomatiseerde methodes) herkend als een goederen- of als reizigerstrein.. Een systematische fout in de herkenning zijn de passages van losse locomotieven. Deze worden ten onrechte als reizigerstreinen herkend.

Bij kruisende treinen kunnen deze treinen als één treinpassage worden gezien als het geluid in elkaar overloopt.

De geluidsmmeetapparatuur voldoet aan klasse 1 (EC 60651.60804 type 1/norm IEC 61672-1).

4. Resultaten meetpunt Hengelo

De metingen op deze locatie zijn op 28 juni 2014 gestart en lopen nog door. Dit rapport legt in de analyse de nadruk op de periode van 1 januari 2021 t/m 31 december 2021. Gedurende 2021 zijn ruim 46.000 treinen herkend. Dit komt neer op gemiddeld 128 treinen per etmaal.

Uit een steekproef van 100 goederentreinen die de grens bij Oldenzaal passeerden is gebleken dat het herkenningsalgoritme voor meetpunt Hengelo niet meer optimaal werkte en dat circa 65% van de passerende goederentreinen als goederentrein werd aangemerkt.

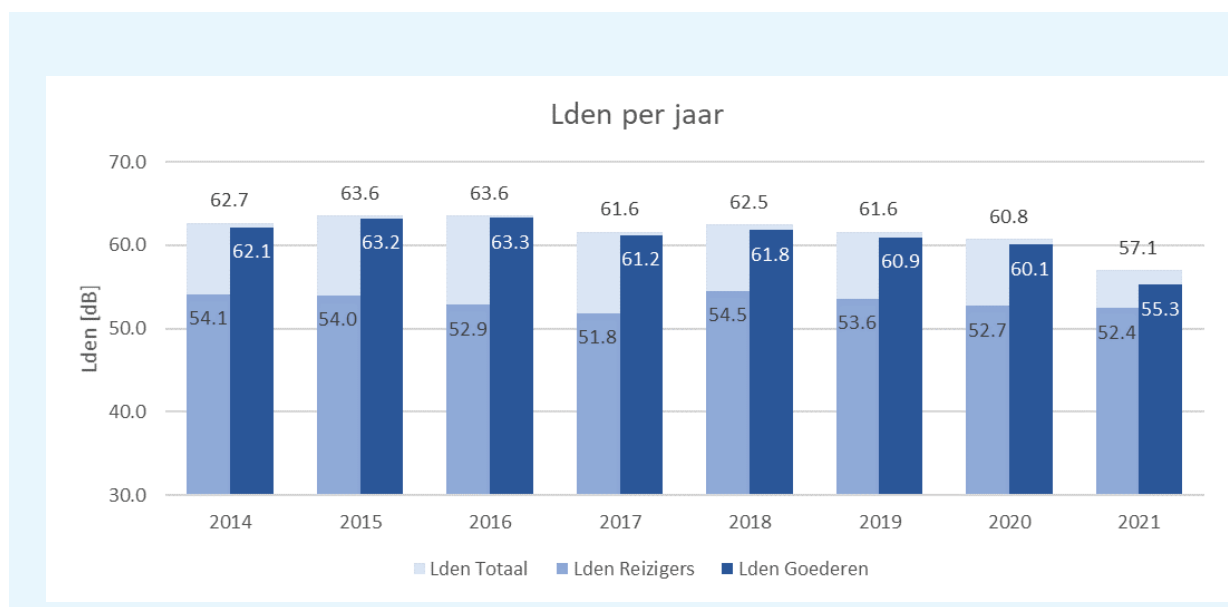
Hierna is een nieuwe analyse uitgevoerd naar de passerende treinen en een nieuw, gewijzigd, algoritme opgesteld. Hiermee is de herkenning met 20% verbeterd naar 85% correcte toekenning van het type goederentrein. Een klein deel van de goederentreinen is niet als zodanig aan te merken, omdat deze treinen kort zijn: ze bestaan uit losse locomotieven of hebben een beperkt aantal wagons.

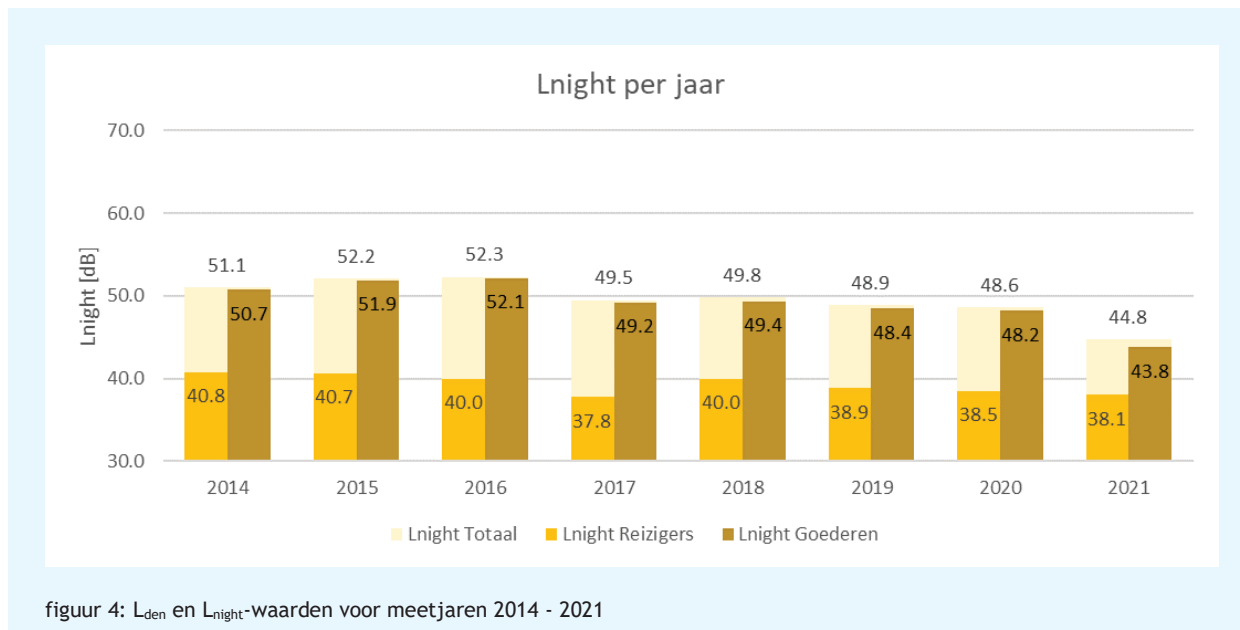
In de bijlage is een vergelijking gemaakt tussen het oude en het nieuwe algoritme, waarmee inzichtelijk wordt welk verschil dit geeft op de aantallen goederen- en reizigerstreinen en de berekende L_{den} niveaus. Vanaf 1 januari 2022 is de herkenning met het nieuwe algoritme opgenomen in het dashboard.

De figuren in de rapporttekst zijn gebaseerd op de verdeling volgens het nieuwe algoritme, hierdoor kunnen verschillen zichtbaar zijn wanneer vergeleken wordt met rapporten uit voorgaande jaren.

4.1 Gemiddelde geluidsniveaus

In figuur 4 zijn de gemeten L_{den} en L_{night} -waarden voor de gehele meetperiode opgenomen (per kalenderjaar). In bijlage 1 zijn de onderliggende getallen in een tabel gepresenteerd, inclusief een opsplitsing naar goederen- en reizigerstreinen.





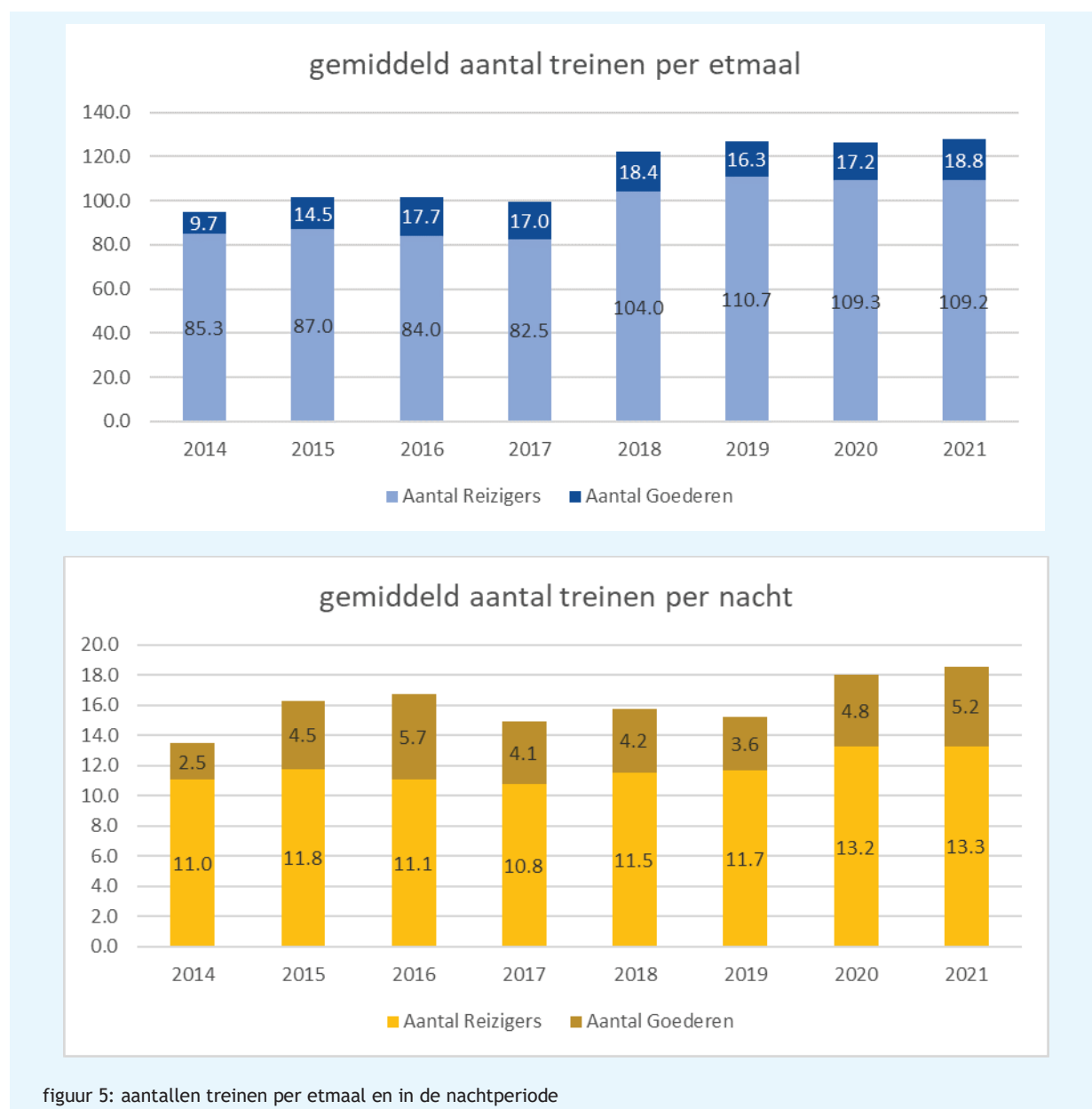
In de figuur is een daling van 3 dB te zien van de L_{den} en L_{night}-waarden in 2021 ten opzichte van het voorgaande jaar. Dit is een grotere daling dan in de voorgaande jaren te zien is.

- Op de meetlocatie Hengelo zijn de goederentreinen maatgevend. Reizigerstreinen leveren een beperkte bijdrage ten opzichte van de goederentreinen.
- Per etmaal is de bijdrage van goederen- en reizigerstreinen afgenomen, waardoor het totale geluidsniveau ook is afgenomen. De bijdrage van goederentreinen is aanzienlijk afgenomen (-5dB), terwijl de bijdrage van reizigerstreinen maar een geringe daling kent.
- In de nachtperiode zijn de geluidsniveaus van de goederen- en reizigerstreinen afgenomen en daarmee ook het totale niveau.

4.2 Aantallen

Per jaar

Naast de geluidsniveaus is ook het gemiddelde aantal treinen per etmaal bepaald voor de weergegeven periodes. Dit is getoond in onderstaande figuren.



In de figuren is te zien dat het totaal aantal treinen de laatste jaren stabiel is gebleven. De verdeling tussen beide types is wel anders geworden. Het aantal goederentreinen is met gemiddeld 1.6 per etmaal toegenomen. (bijna 600 goederentreinen meer per jaar)

Ondanks het grotere aantal goederentreinen, is de geluidsbijdrage ervan afgenomen (figuur 4).

Dit betekent dat de geluidsemissie per trein is afgenomen. In de volgende paragrafen worden diverse deelaspecten beschouwd om te duiden of deze een rol spelen in het lager worden van de L_{den} -niveaus.

Aantal goederentreinen per kwartaal

Om een vergelijking met andere informatiebronnen te maken, is het aantal goederentreinen per kwartaal bepaald, zoals in tabel 2 is gepresenteerd.

tabel 2: aantal goederentreinen per kwartaal bij Hengelo

	Q1 (jan-mrt)	Q2 (apr-jun)	Q3 (jul-sep)	Q4 (okt-dec)	Jaar
2014			788	839	1627
2015	1276	1372	1091	1548	5287
2016	1379	1847	1820	1289	6335
2017	1761	1505	1284	1268	5818
2018	1645	1508	1683	1591	6427
2019	1514	1362	1590	1395	5861
2020	1680	1293	1540	1740	6253
2021	1819	1707	1561	1729	6816

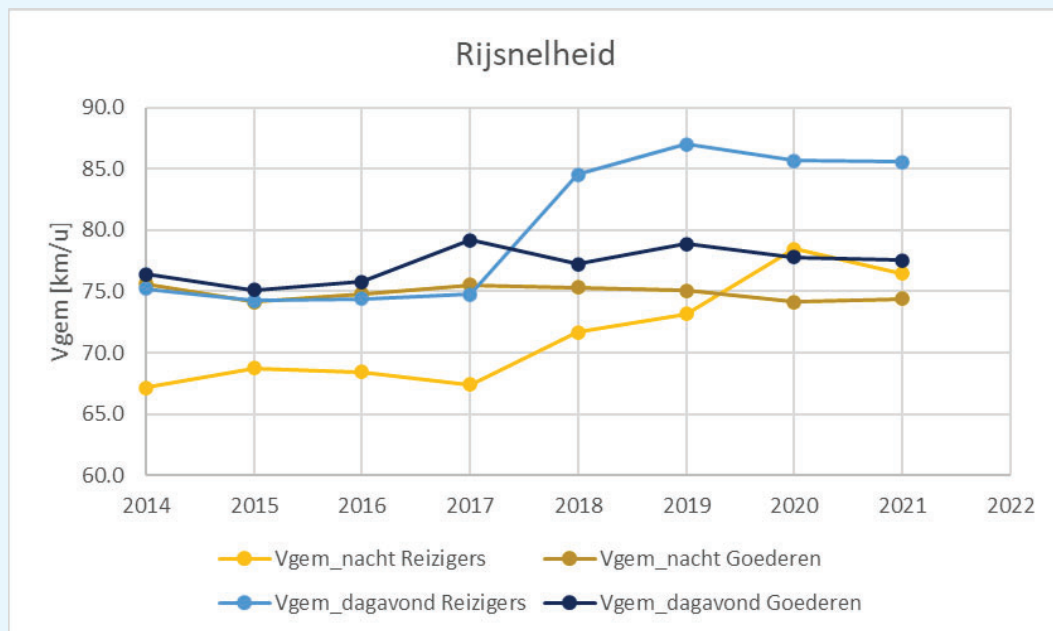
Om te achterhalen welke aspecten met name hebben bijgedragen zijn een aantal onderdelen nader beschouwd:

- rijsnelheid
- verdeling over het etmaal (de nacht telt zwaarder mee)
- maximale geluidsniveaus (in bijlage)
- geluidsniveau per trein
- werkzaamheden elders (in bijlage)

Daarnaast is bij ProRail informatie ingewonnen over het uitgevoerde onderhoud en de soorten goederentreinen die gepasseerd zijn op deze trajecten.

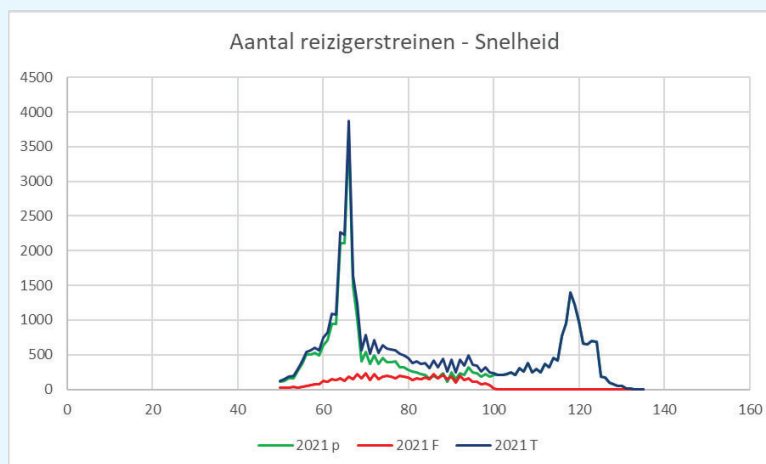
4.3 Rijsnelheid

In deze paragraaf presenteren wij de gemiddelde rijsnelheden in de dag- en nachtperiode. Hiermee wordt inzichtelijk of er over de meetjaren heen variaties zijn in rijsnelheid en of er een verschil zit tussen de snelheid overdag en in de nacht. Onderstaande figuur geeft de gemiddelde rijsnelheid van goederen- en reizigerstreinen, voor de dag-/avondperiode en de nachtperiode.



figuur 6: gemiddelde rijsnelheid voor goederen- en reizigerstreinen per jaar

In bovenstaande figuur is te zien dat de gemiddelde rijsnelheid van goederen- en reizigerstreinen voor het laatste meetjaar stabiel is gebleven. In onderstaande figuur is de verdeling van het aantal treinen met weergegeven rijsnelheid opgenomen.



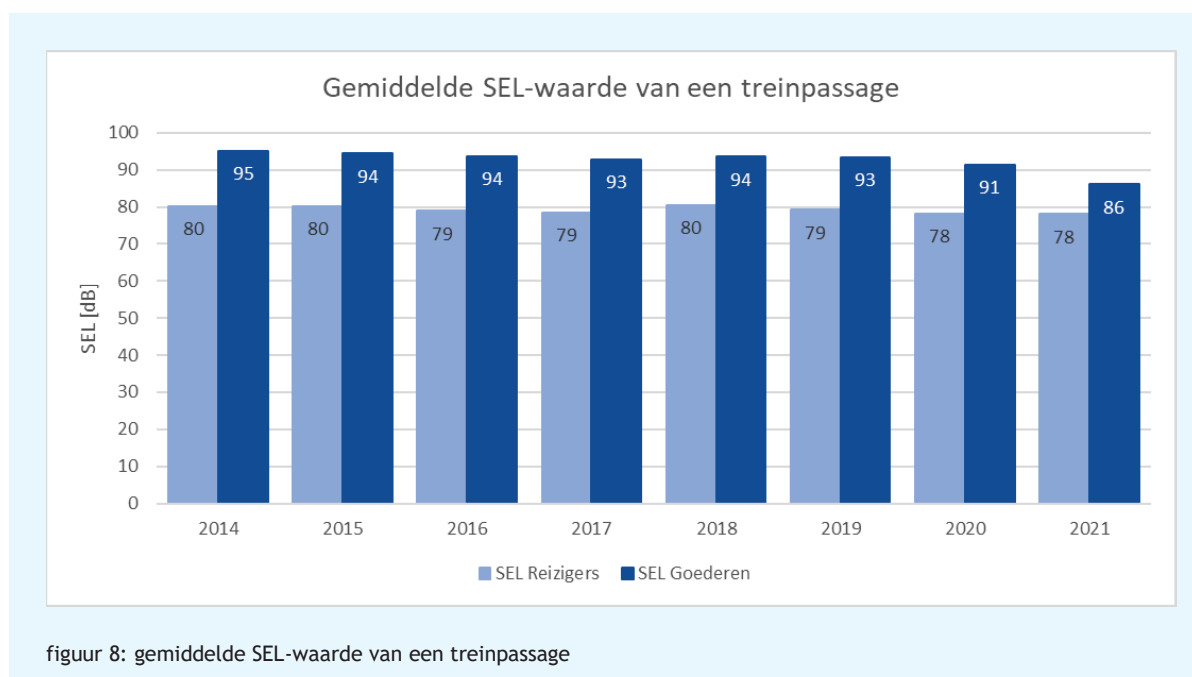
figuur 7: verdeling snelheid voor alle treinen (blauw), goederentreinen (rood) en reizigerstreinen (groen)

Te zien is dat de gemiddelde rijsnelheid van reizigerstreinen is opgebouwd uit twee groepen reizigerstreinen: langzamere met een meest voorkomende rijsnelheid van 66 km/uur, en snelle reizigerstreinen met een snelheid van ca 120 km/uur. Goederentreinen rijden gemiddeld 80 km/uur met een spreiding van 60 - 100 km/uur. Voor voorgaande jaren is de verdeling van rijsnelheden vergelijkbaar. In bijlage 1 zijn een aantal aanvullende figuren van voorgaande jaren opgenomen.

4.4 Geluidsniveau per passage

In voorgaande paragrafen is het L_{den} gepresenteerd, het gemiddelde geluidsniveau veroorzaakt door alle treinpassages. In deze paragraaf wordt ingegaan op het geluidsniveau per passage. We presenteren de SEL-waardes: deze waarde is representatief voor de geluidsenergie van de gehele passage en is niet afhankelijk van het aantal treinen.

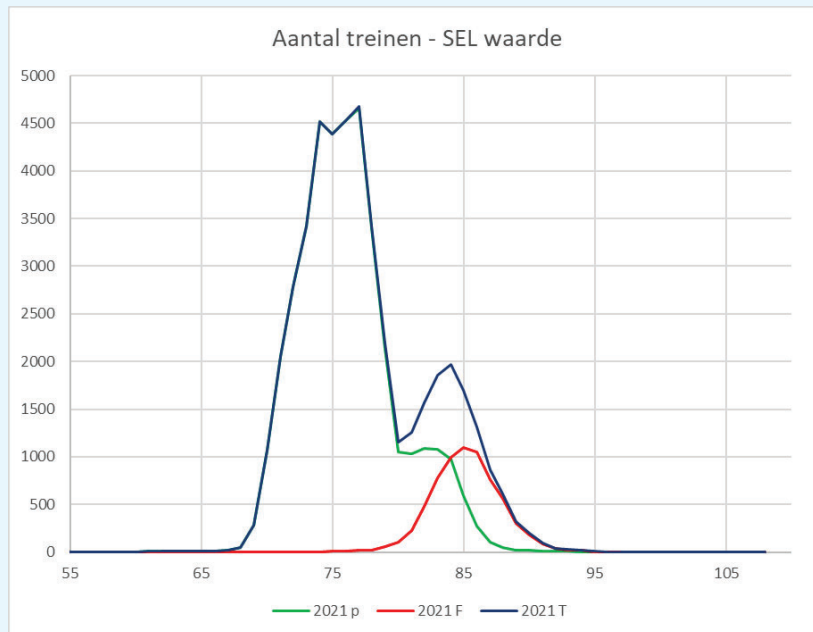
In onderstaande figuur is het gemiddelde geluidsniveau per passage (SEL-waarde) weergegeven.



De weergegeven waarden geven een beeld van wat het gemiddelde geluidsniveau per treinpassage is (gemiddelde SEL-waarde). Verschillen op jaarbasis kunnen komen door het stiller worden van het materieel of door veranderingen in lengte, snelheid en het soort rytuigen dat passeert.

In deze figuur is te zien dat het gemiddelde geluidsniveau van goederentreinen in 2021 met 5 dB is afgenomen ten opzichte van het voorgaande jaar. De gemiddelde SEL-waarde van reizigerstreinen is daarbij gelijk gebleven.

In het onderstaande figuur is gekeken naar de spreiding van de geluidsniveaus (SEL-waarden) van de goederentreinpassages voor meetjaar 2021. Hierbij tonen we het aantal treinen met gegeven SEL-waarde. Daarnaast is ook de onderverdeling naar reizigers- en goederentreinen opgenomen.

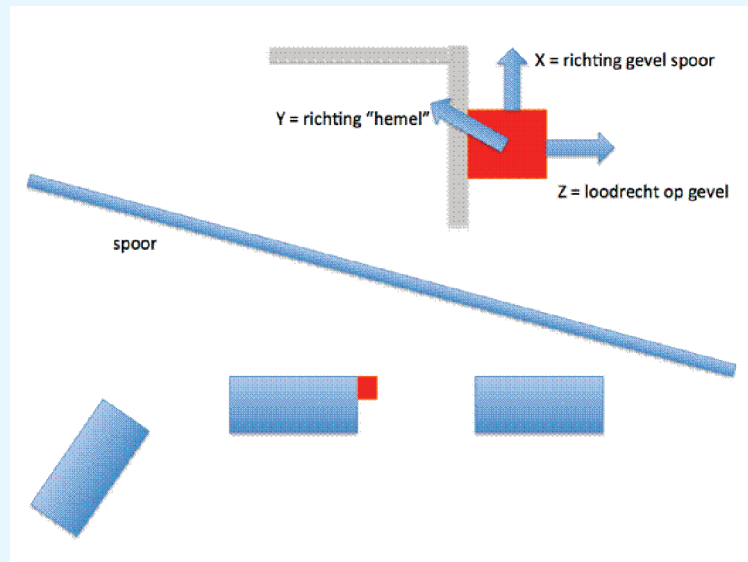


figuur 9: verdeling SEL-waardes (geluidsniveau per trein) voor 2021 voor alle treinen (blauw), goederentreinen (rood) en reizigerstreinen (groen)

Uit de figuur volgt dat de subset van reizigerstreinen uit twee groepen bestaat: met een SEL-waarde rond de 75 dB (sprinters) en met een SEL-waarde van ca 83 dB (snelle reizigerstreinen). De goederentreinen hebben SEL-waardes die maar enkele dB's hoger liggen (85 dB) dan deze snelle reizigerstreinen. In de bijlage zijn de verdelingen van een aantal voorgaande jaren opgenomen. Hieruit volgt dat met name het geluidsniveau per passage (SEL-waarde) van goederentreinen is afgenomen.

4.5 Trillingen

Naast geluidsmetingen zijn trillingsmetingen uitgevoerd in drie richtingen. In figuur 10 is uitleg over de richtingen opgenomen.

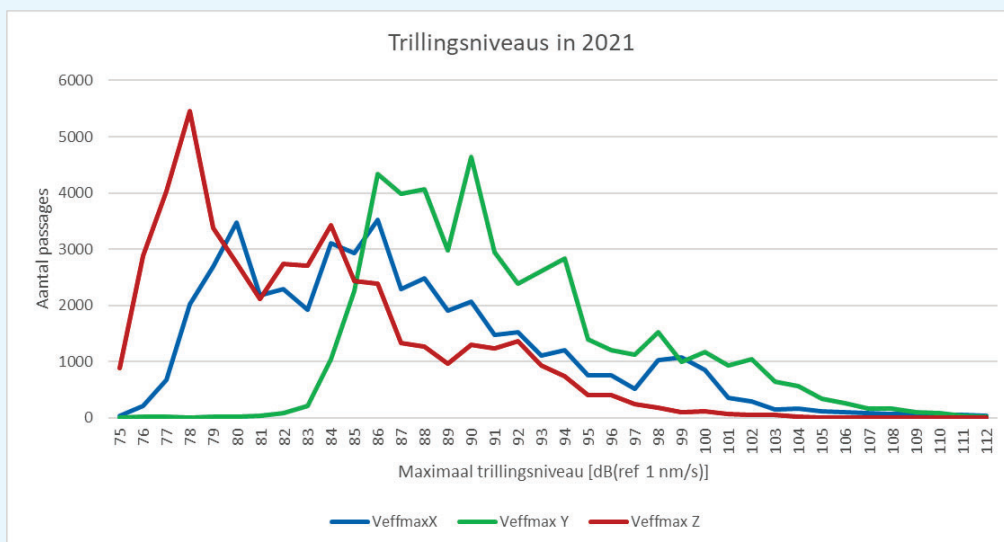


figuur 10: definitie richtingen trillingsopnemer, het rode blokje is de trillingsopnemer

In de bijlage zijn een aantal figuren opgenomen met de trillingsniveaus per meetrichting (x, y en z-richting), en per type trein en rijrichting.

Trillingsniveaus per richting

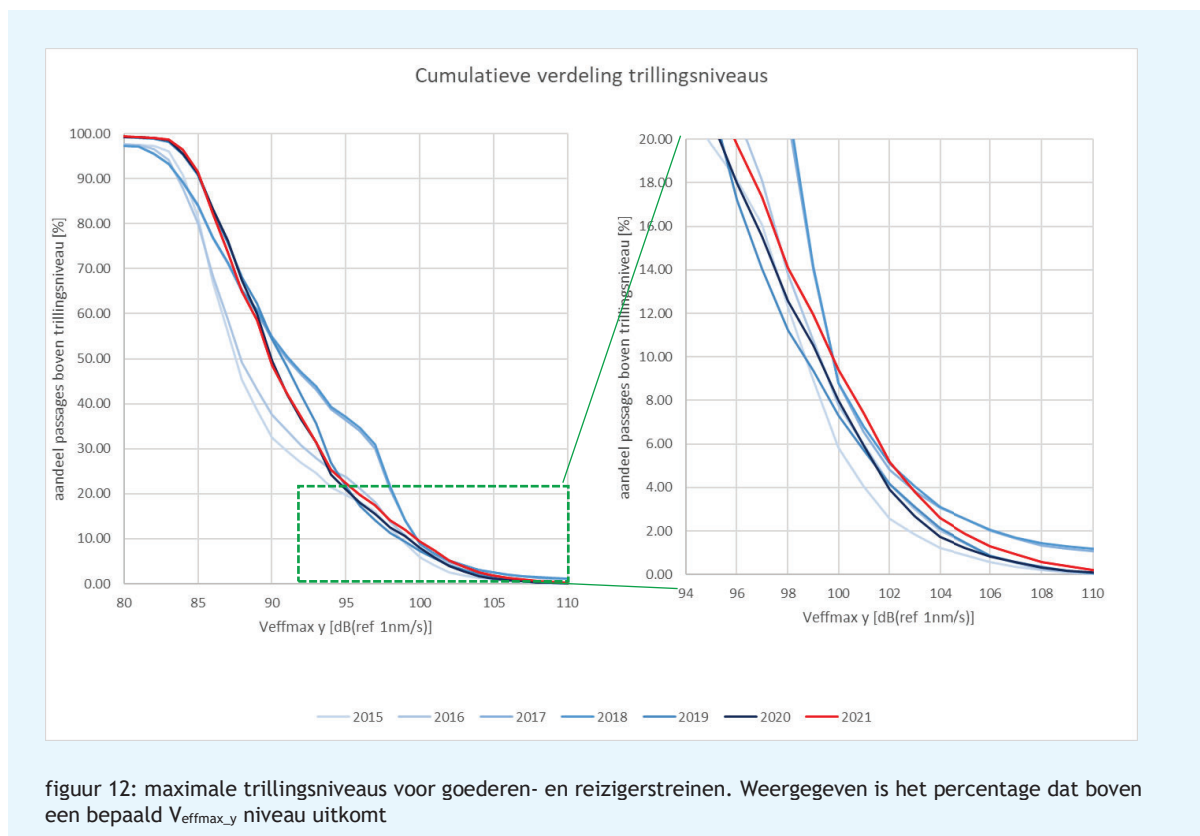
In onderstaand histogram is voor elke richting aangegeven hoe vaak een trillingsniveau is waargenomen.



figuur 11: trillingsniveaus versus aantallen passages voor 2021

In de grafiek is te zien dat de Y-richting (verticale richting) duidelijk maatgevend is. In de volgende analyses wordt dan ook uitgegaan van de Y-richting. Ook is in de grafiek te zien dat twee pieken waarneembaar zijn: een hoge piek bij de relatief lage trillingsniveaus en een brede lage piek bij de hoge trillingsniveaus.

Onderstaande figuur geeft de verdeling van de trillingsniveaus in de maatgevende richting. Weergegeven is hoeveel treinpassages per dag boven een bepaald trillingsniveau zijn.

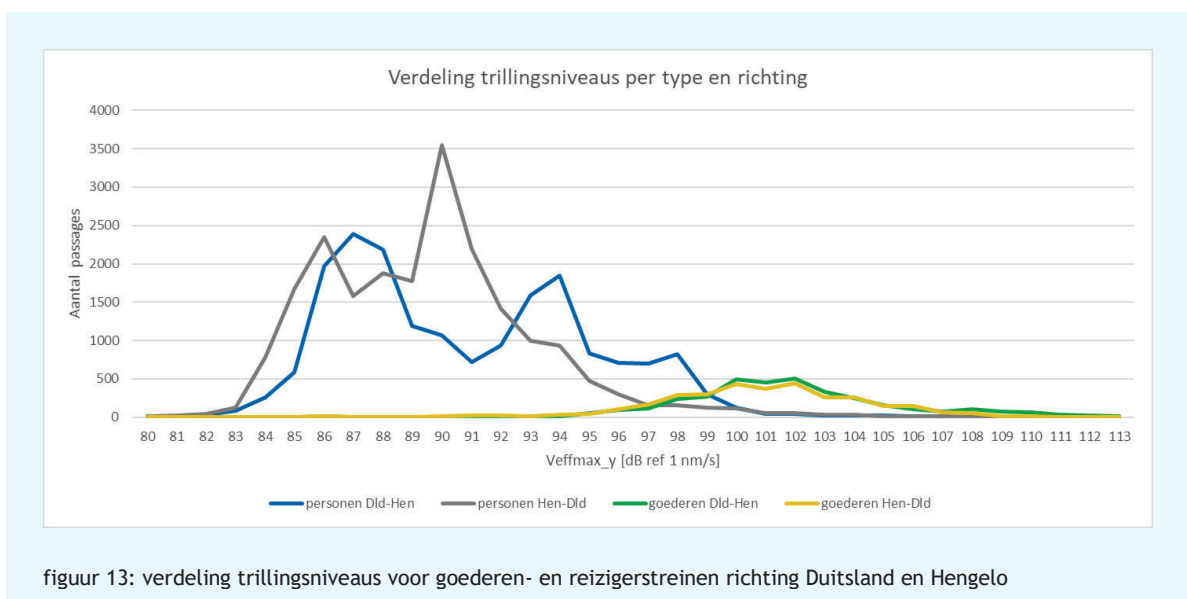


De figuur geeft de trillingsniveaus van alle passages (goederen en reizigerstreinen). De curve loopt vergelijkbaar met die van 2020.

De mediaan (50%) ligt op 90 dB, wat vergelijkbaar is met de laatste drie jaren. Voor het laatste deel van de curve, met de hogere trillingsniveaus (>94 dB) ligt de curve hoger. Hieruit valt te concluderen dat het deel van de treinen met de hoogste trillingsniveaus is toegenomen: in 2020 had 8% van de treinen een trillingsniveau van 100 dB of hoger; in 2021 is dit 9%.

Het is mogelijk dat er een relatie is tussen trillingsniveau en gemeten geluidsniveau. Dit is nader onderzocht. De volgende figuren geven de trillingsniveaus en maximale geluidsniveaus voor alle passages in 2020.

In onderstaande figuur zijn de trillingen in de Y-richting opgesplitst naar type trein en rijrichting.



In de figuur is te zien dat de goederentreinen in beide richtingen vergelijkbare trillingsniveaus hebben (100-102 dB). Voor reizigerstreinen liggen de trillingsniveaus lager en zijn verschillende pieken te zien, waarbij de treinen richting Hengelo over het algemeen hogere trillingsniveaus veroorzaken dan de treinen richting Duitsland.

Gemiddelde trillingsniveaus (v_{per})

Aan de hand van de trillingsniveaus kan het 'langtijdgemiddeld trillingsniveau', V_{per}^1 , berekend worden. Dit is bepaald voor de maatgevende richting, de verticale meetrichting. In tabel 3 zijn de waarden per kalenderjaar weergegeven. Voor 2018 is de periode van juni t/m 24 augustus buiten beschouwing gelaten wegens een defecte trillingssensor die vervangen is. In de berekening is gecorrigeerd voor het aantal meetdagen.

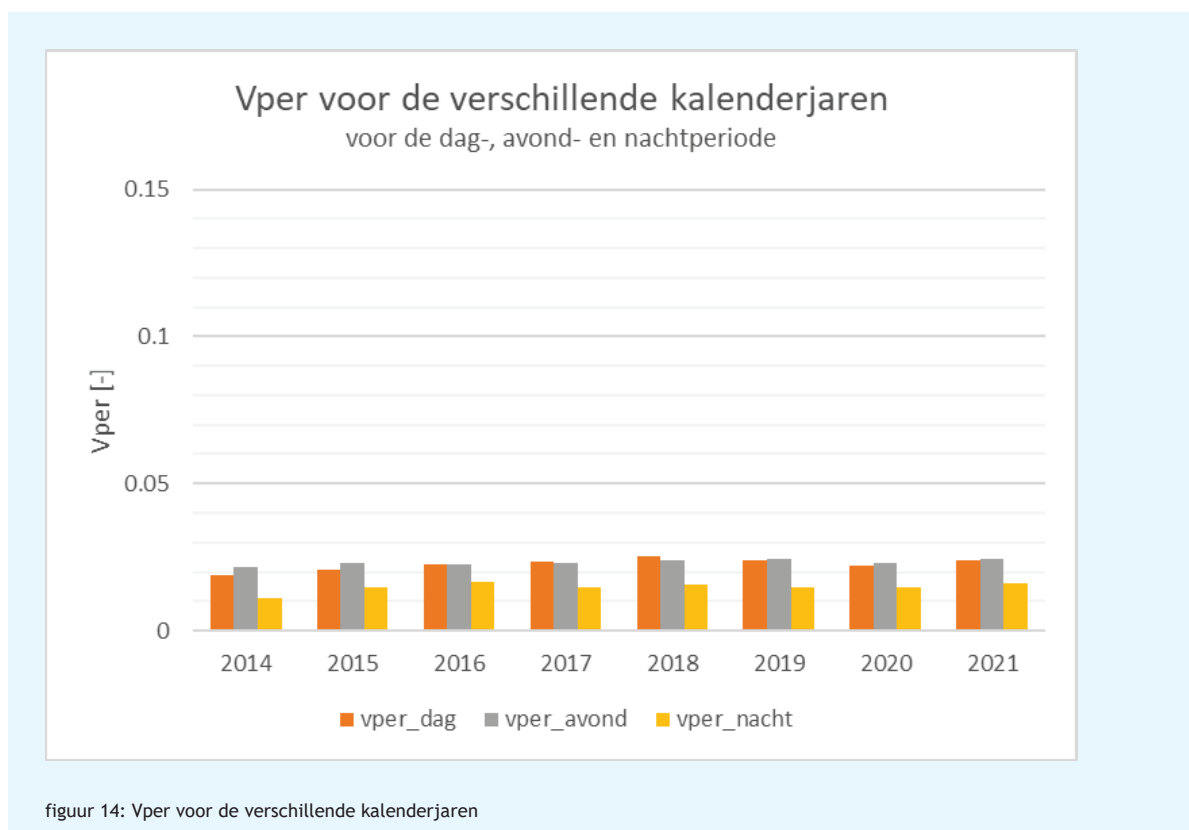
Bij het bepalen van het v_{per} wordt geen onderscheid gemaakt voor het type trein. Doordat in bepalingsmethode een drempelwaarde zit, worden enkel de treinpassages meegenomen die hogere trillingsniveaus veroorzaken; dit betreft allemaal goederentreinpassages.

tabel 3: berekening V_{per} voor de gehele meetperiode per (kalender)jaar

	Dag	Avond	Nacht	Etmaal
V_{per} 2014-2019	0,023	0,023	0,015	0,021
Jan - dec 2015	0,021	0,023	0,015	0,019
Jan - dec 2016	0,023	0,023	0,017	0,021
Jan - dec 2017	0,023	0,023	0,015	0,021
Jan-mei/avg - dec 2018*	0,025	0,024	0,016	0,022
Jan - dec 2019	0,024	0,024	0,015	0,021
Jan - dec 2020	0,022	0,023	0,015	0,020
Jan-dec 2021	0,024	0,024	0,016	0,022

*voor 2018 zijn de maanden juni t/m augustus buiten beschouwing gelaten vanwege een technisch probleem met de trillingssensor

¹ Opgemerkt moet worden dat hier een iets afwijkende analyse is uitgevoerd doordat niet gekeken is naar maximale trillingen per 30 seconden, maar naar maximale trillingen per passage.

 **$V_{\max, \text{BTS}}$**

Naast de V_{\max} en V_{per} -waarden is gekeken naar de $V_{\max, \text{BTS}}$, een statistische verwerking voor maximale trillingsniveaus volgens de Beleidsregel trillingshinder spoor (BTS). In tabel 4 zijn de $V_{\max, \text{BTS}}$ en de reproduceerbaarheid R weergegeven voor de meet- en kalenderjaren.

tabel 4: $V_{\max, \text{BTS}}$ per meet/kalenderjaar

Periode	Aantal meetdagen in periode	$V_{\max, \text{BTS}}$ [mm/s]	Reproduceerbaarheid R
December 2014	24	0,210	9,3%
Januari - december 2015	365	0,269	2,1%
Januari - december 2016	358	0,287	1,7%
Januari - december 2017	343	0,294	1,7%
Januari - mei/aug - december 2018*	273	0,301	2,2%
Januari - december 2019	360	0,301	1,7%
Januari - december 2020	365	0,312	2,0%
Januari - december 2021	365	0,361	2,1%

(*) de maanden juni t/m augustus 2018 zijn grotendeels buiten beschouwing gelaten wegens een technisch probleem met de trillingsensor

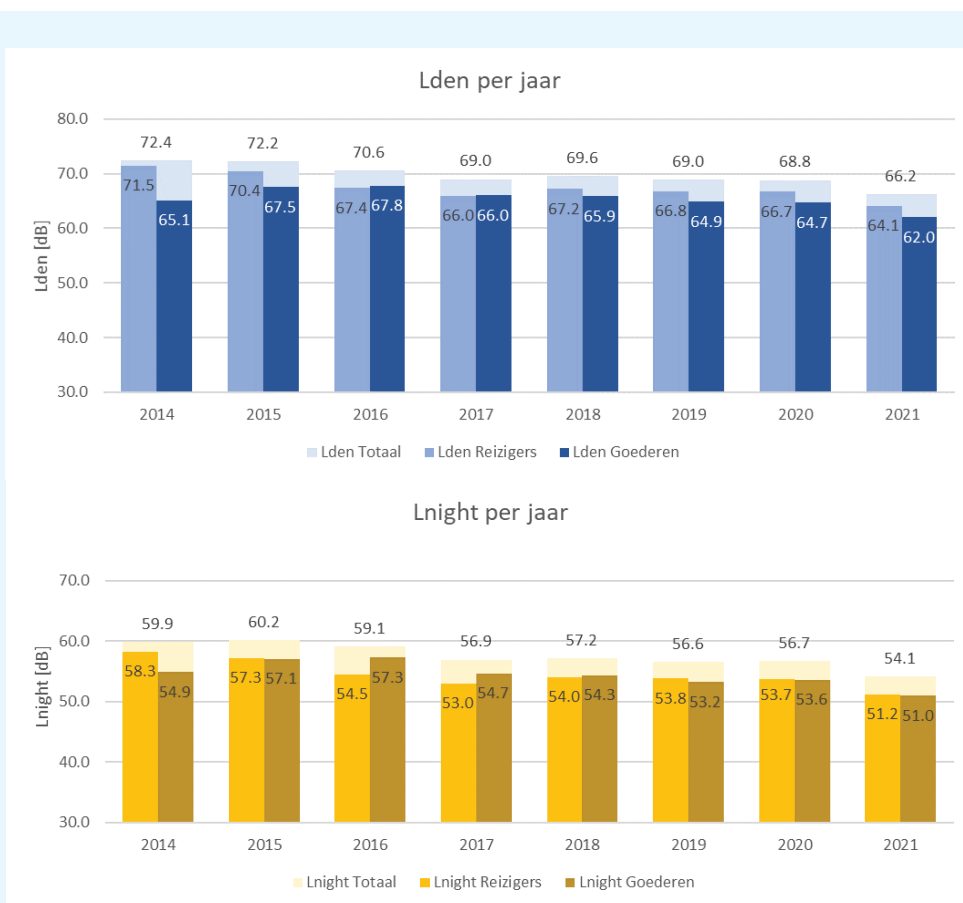
5. Meetresultaten De Steeg

De metingen zijn op deze locatie op 19 juni 2014 gestart en lopen nog door. Dit rapport legt in de analyse de nadruk op de periode van 1 januari 2021 t/m 31 december 2021, het laatste meetjaar. De resultaten worden ook vergeleken met de voorgaande meetjaren. Gedurende 2021 zijn bijna 50.000 treinpassages herkend. Dit komt neer op gemiddeld 137 treinpassages per etmaal. Van deze 137 treinen zijn gemiddeld zeven treinen per etmaal als goederentreinen herkend.

5.1 Gemiddelde geluidsniveaus

Per jaar

In figuur 15 zijn de gemeten L_{den} - en L_{night} -waarden waarden voor de gehele meetperiode opgenomen (meetjaren 2014-2020). In bijlage 2 zijn de onderliggende getallen gepresenteerd, inclusief een opsplitsing naar goederen- en reizigerstreinen.



figuur 15: L_{den} en L_{night} -waarden

In de figuren is te zien dat:

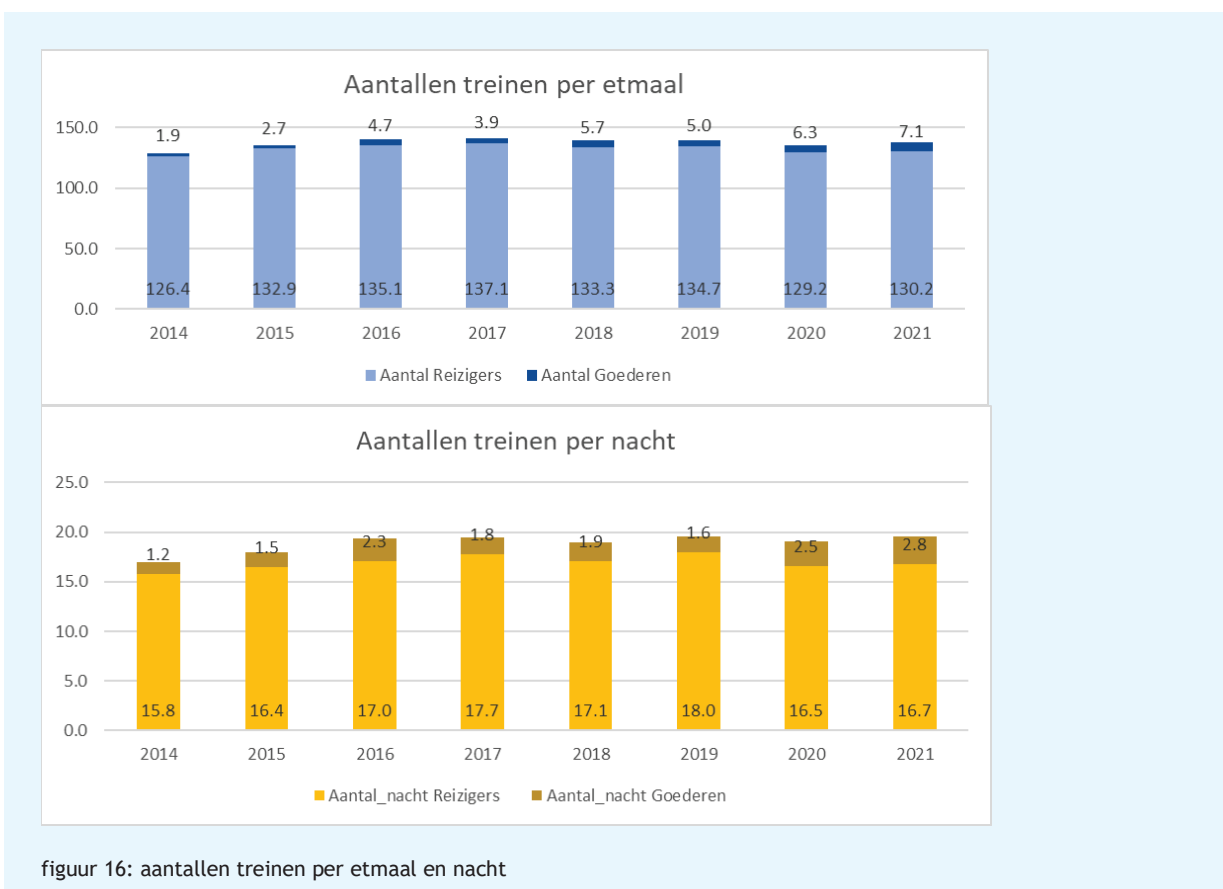
- De L_{den} en L_{night} -waarden in 2021 met ruim 2 dB zijn afgenomen ten opzichte van de voorgaande jaren. Dit is zowel voor reizigers- als goederentreinen het geval.
- De passages van de reizigerstreinen in het 2021 meetjaar voor de L_{den} -waarde maatgevend zijn boven de goederentreinen. Het verschil is 2 dB. Dit verschil is gelijk gebleven.

- In 2020 is in de nachtperiode de bijdrage van de reizigerstreinen even groot als de bijdrage van de goederentreinen.

5.2 Aantallen

Per jaar

Naast geluidsniveaus is ook het gemiddeld aantal treinen per etmaal en per nacht berekend, dit is weergegeven in figuur 16.



In de figuren is te zien dat het aantal treinen per etmaal nagenoeg gelijk is gebleven. Dit is zowel voor het etmaal als voor de nachtperiode het geval. Het aantal goederentreinen is voor zowel het etmaal als de nacht toegenomen.

Ondanks het grote verschil in aantallen reizigers- en goederentreinen dat per etmaal passeert, blijkt uit figuur 15 dat in 2020 beide categorieën ongeveer evenveel bijdragen aan het L_{den} .

Aantal goederentreinen per kwartaal

Om een vergelijking met andere informatiebronnen te maken, is het aantal goederentreinen per kwartaal bepaald, zoals in tabel 5 is gepresenteerd.

tabel 5: aantal goederentreinen per kwartaal

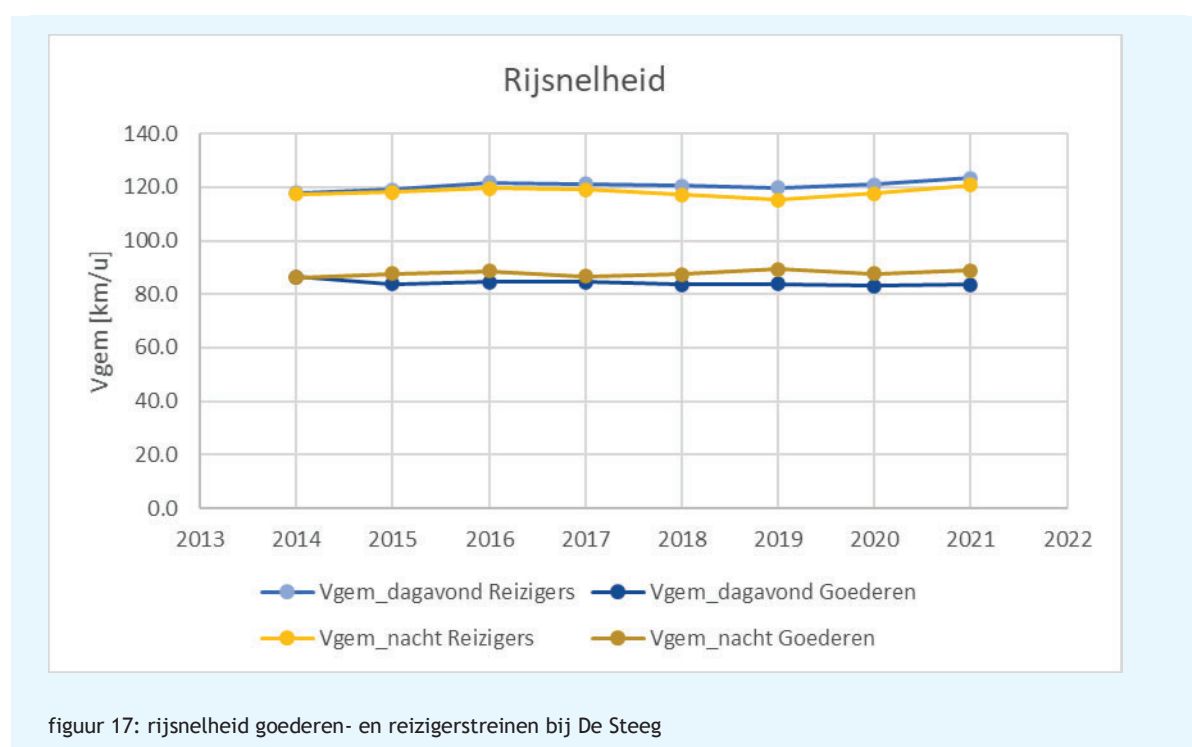
	Q1 (jan - mrt)	Q2 (apr - jun)	Q3 (jul - sep)	Q4 (okt - dec)	Totaal
2014			135	113	248
2015	250	181	166	215	812
2016	202	426	575	362	1565
2017	364	324	303	359	1350
2018	534	528	566	367	1995
2019	382	374	658	315	1729
2020	314	-*	*	611	
2021	644	662	754	513	2573

* door een verstoring in de meetapparatuur zijn voor Q2 en Q3 geen kwartaalcijfers beschikbaar.

In 2021 zijn meer goederentreinen waargenomen dan in de voorgaande jaren.

5.3 Rijsnelheid

In onderstaande figuur zijn de gemiddelde rijsnelheden voor goederen- en reizigerstreinen weergegeven.

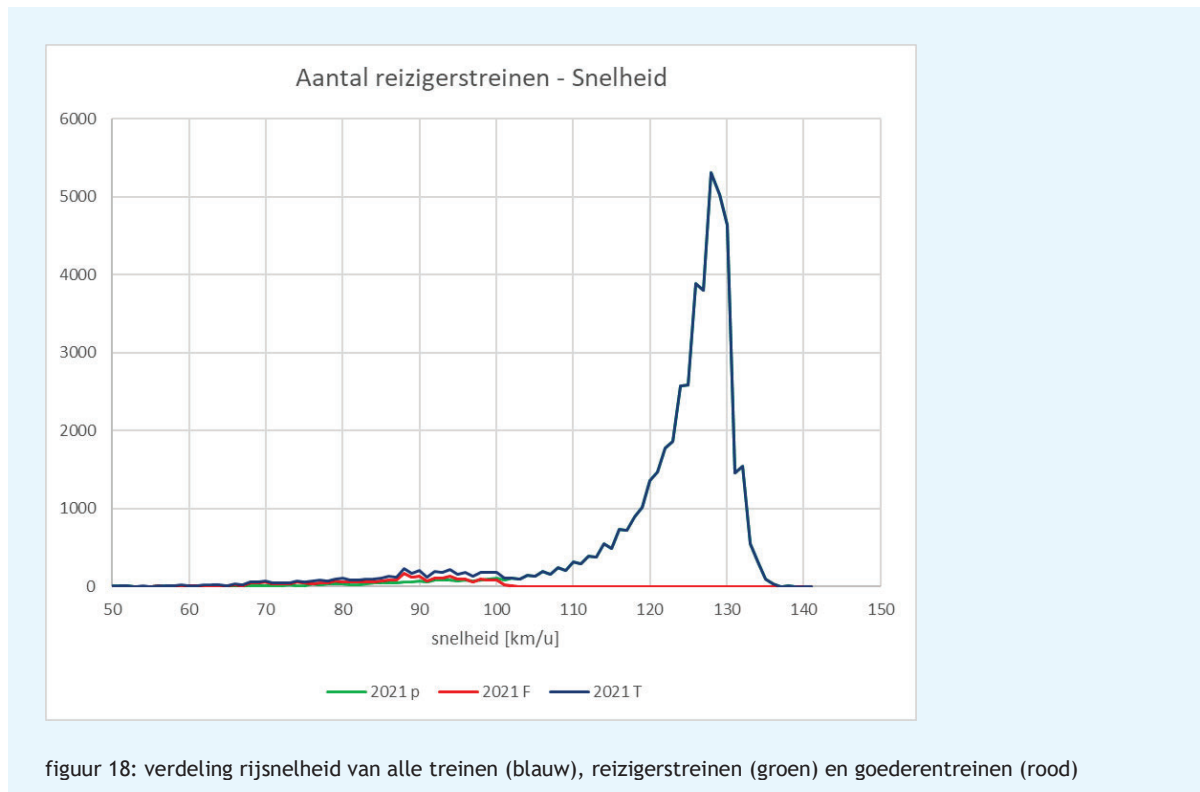


figuur 17: rijsnelheid goederen- en reizigerstreinen bij De Steeg

Uit de figuur volgt dat de rijsnelheid stabiel is voor de verschillende meetjaren. De gemiddelde rijsnelheid van goederen- en reizigerstreinen is niet veranderd.

Verdeling rijnsnelheid

In onderstaande figuur is de verdeling van het aantal treinen met een bepaalde rijnsnelheid weergegeven.

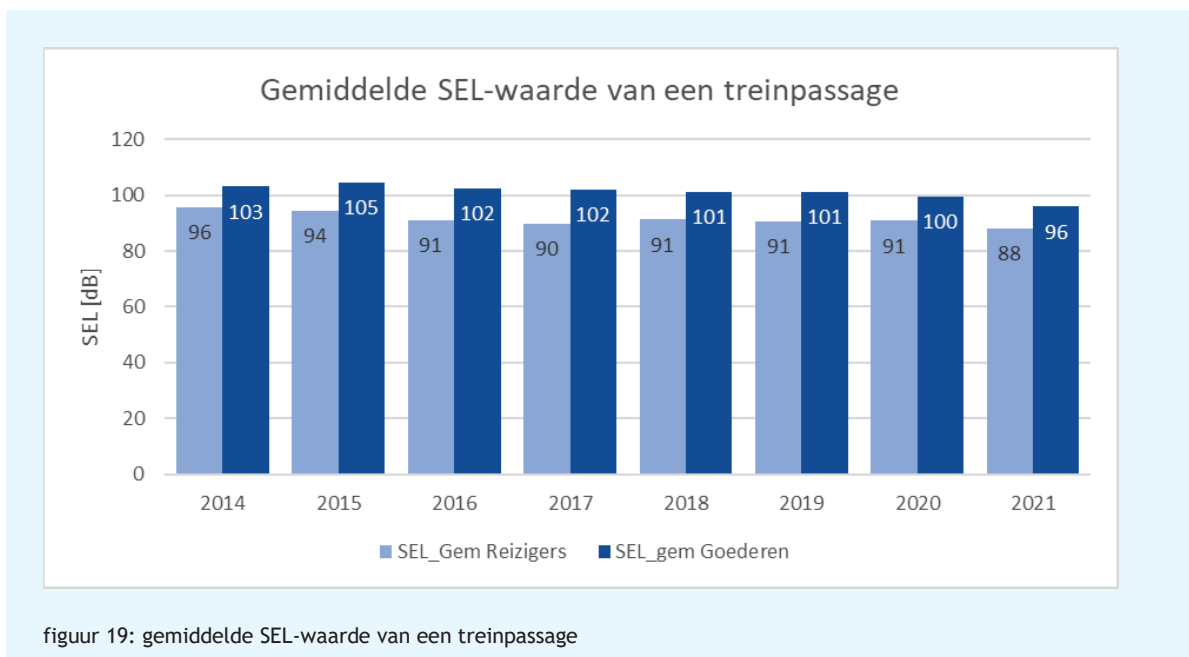


figuur 18: verdeling rijnsnelheid van alle treinen (blauw), reizigerstreinen (groen) en goederentreinen (rood)

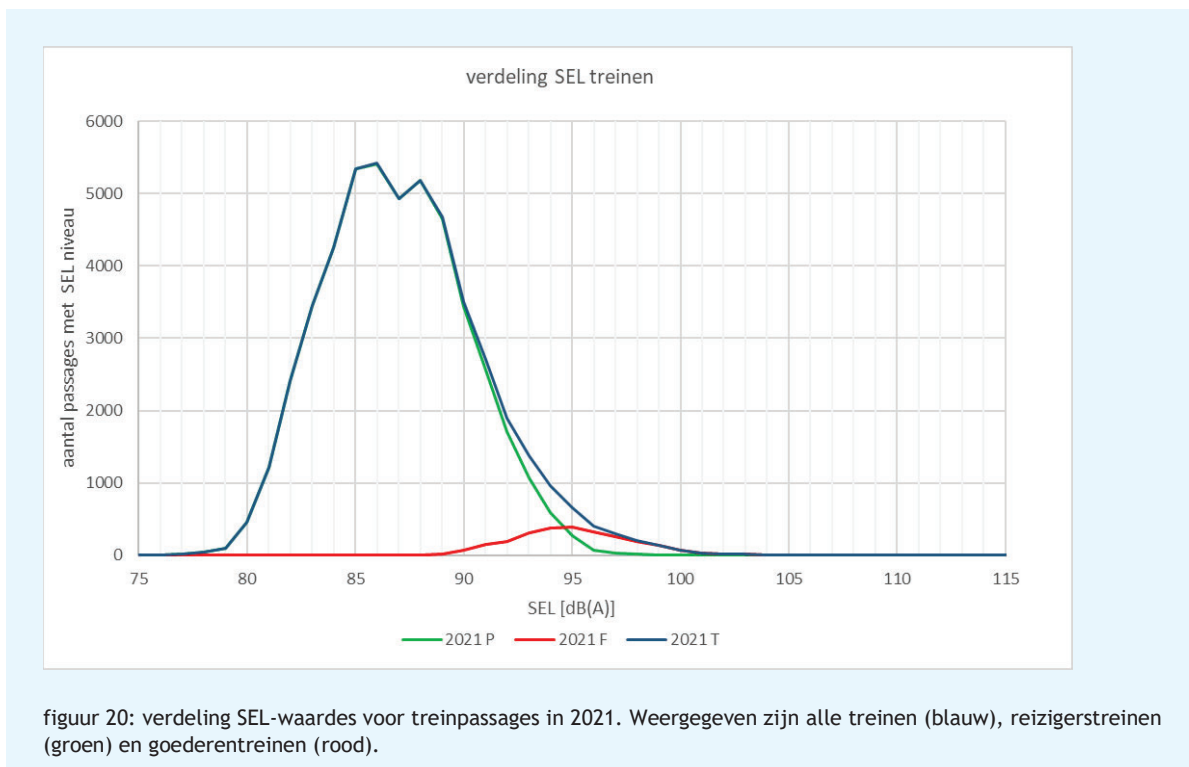
In de figuur is te zien dat de reizigerstreinen rond de 128 km/uur rijden. Goederentreinen rijden aanzienlijk langzamer, tussen de 80 en 100 km/uur. Vergeleken met voorgaande jaren is te zien dat de gemiddelde snelheid van reizigerstreinen meer geconcentreerd is rond de 128 km/uur, waar voorheen ook 115 km/uur een veelvoorkomende rijnsnelheid van reizigerstreinen was. In bijlage 2 zijn een aantal figuren van voorgaande jaren opgenomen.

5.4 Geluidsniveau per passage

Onderstaande figuur geeft het gemiddelde geluidsniveau per treinpassage weer. Dit is de gemiddelde SEL-waarde tijdens de passage van een trein. De weergegeven waarden geven een beeld wat het geluidsniveau per treinpassage is. Verschillen op jaarbasis kunnen komen door het stiller worden van het materieel of door veranderingen in het soort rytuigen dat passeert.



In de figuur is te zien dat in het laatste meetjaar goederen- en reizigerstreinen 3-4 dB stiller zijn geworden per passage.



In bovenstaande figuur is de verdeling van het geluidsniveau per treinpassage (SEL-waarde) weergegeven. Te zien is dat de goederentreinen deels overlappen met de reizigerstreinen.

6. Vergelijking metingen en geluidregister

6.1 Algemeen

Voor de hoofdspoorwegen in Nederland gelden vanuit de Wet milieubeheer geluidsproductieplafonds (GPP's). De plafondwaarden zijn vastgesteld op fictieve referentiepunten, die om de 100 meter langs het spoor gelegd zijn. Deze punten bevinden zich op 50 meter vanaf het spoor op 4 meter hoogte. Voor de meeste trajecten is het GPP bepaald op het gemiddelde geluidsniveau over de jaren 2006, 2007 en 2008, vermeerderd met een 'werkruimte' van 1,5 dB. Bij overschrijding van deze waarde, bijvoorbeeld door toename van het aantal treinen, moeten geluidsmaatregelen getroffen worden. De werkruimte maakt een mate van flexibiliteit mogelijk zonder dat er meteen een overschrijding is. Jaarlijks wordt getoetst of het geproduceerde geluid niet meer is dan het plafond (naleving). ProRail is verantwoordelijk voor de naleving en rapporteert dit aan de minister van Infrastructuur en Waterstaat.

In het geluidsregister zijn alle GPP-waarden te vinden. Daarnaast zijn ook de uitgangspunten voor de berekening van GPP's beschikbaar.

Berekeningen voor de jaarlijkse nalevingsrapportage vinden plaats met een vereenvoudigd geluidsmodel, volgens bijlage V uit het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 (RMG2012). Hierin is een aantal omgevingskenmerken, zoals bebouwing en reflecterende oppervlakken, weggelaten. De invloed van deze factoren hoeft niet meegenomen te worden bij de naleving. GPP-waarden kunnen daarom niet een-op-een vergeleken worden met de geluidsmetingen. Daarnaast bevinden de meetlocaties zich niet precies op de GPP-punten.

Om toch een vergelijking te maken, is een bewerking van de GPP-plafondwaarden noodzakelijk. Deze is als volgt uitgevoerd:

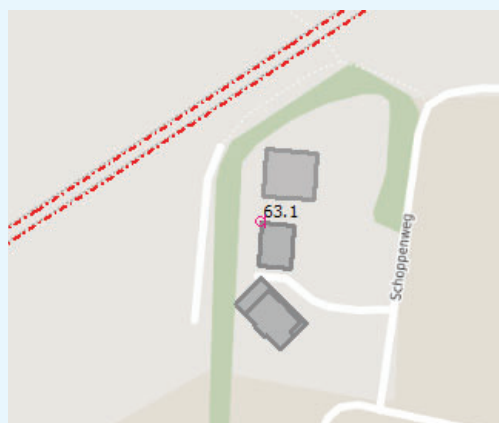
- Brongegevens zijn overgenomen uit het register (van 20 januari 2022).
- Met deze brongegevens is in een compleet model (gebaseerd op bijlage IV uit het RMG2012), dus met alle omgevingskenmerken, op de locatie van de fysieke meting een geluidswaarde berekend, zijnde de geluidsbelasting met 'gevuld plafond' op die locatie.
- Deze waarde is vergeleken met het meetresultaat.
- Bij de beoordeling van deze vergelijking moet wel rekening gehouden worden met een aantal aspecten: zowel meten als berekenen hebben een mate van onnauwkeurigheid van circa 1 dB.
- Reflecties van de gevel van gebouwen op het meetpunt zijn niet in het model meegenomen. Met name bij het meetpunt in De Steeg speelt dit nadrukkelijk.

Daarnaast worden de verschillen tussen het gevulde plafond en het meetresultaat vergeleken met de naleving uit 2019 op het nabijgelegen GPP-punt en de berekende contouren van ProRail voor de END-geluidskaarten uit 2016.

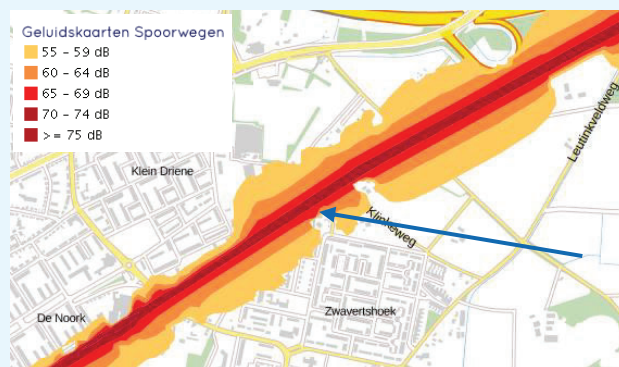
Overigens is het bovenstaande alleen bedoeld ter indicatie en niet als toetsing. Het was dan ook niet primair een doel van de metingen.

6.2 Resultaten Hengelo

Onderstaande figuren geven de berekende waarde met het gevulde plafond en een uitsnede uit de geluidsbelastingkaart van ProRail.



figuur 21: berekende waarde voor het gevulde plafond op basis van het Geluidregister (2021)



figuur 22: uitsnede geluidsbelastingkaart ProRail END 2016 L_{den}

In de naleving 2020 is voor het meest nabijgelegen GPP-punt (nummer 10753) een waarde van 58,2 dB opgenomen, terwijl de vastgestelde plafondwaarde in het geluidregister op 61,5 dB ligt. Er is hier dus 3,3 dB ruimte.

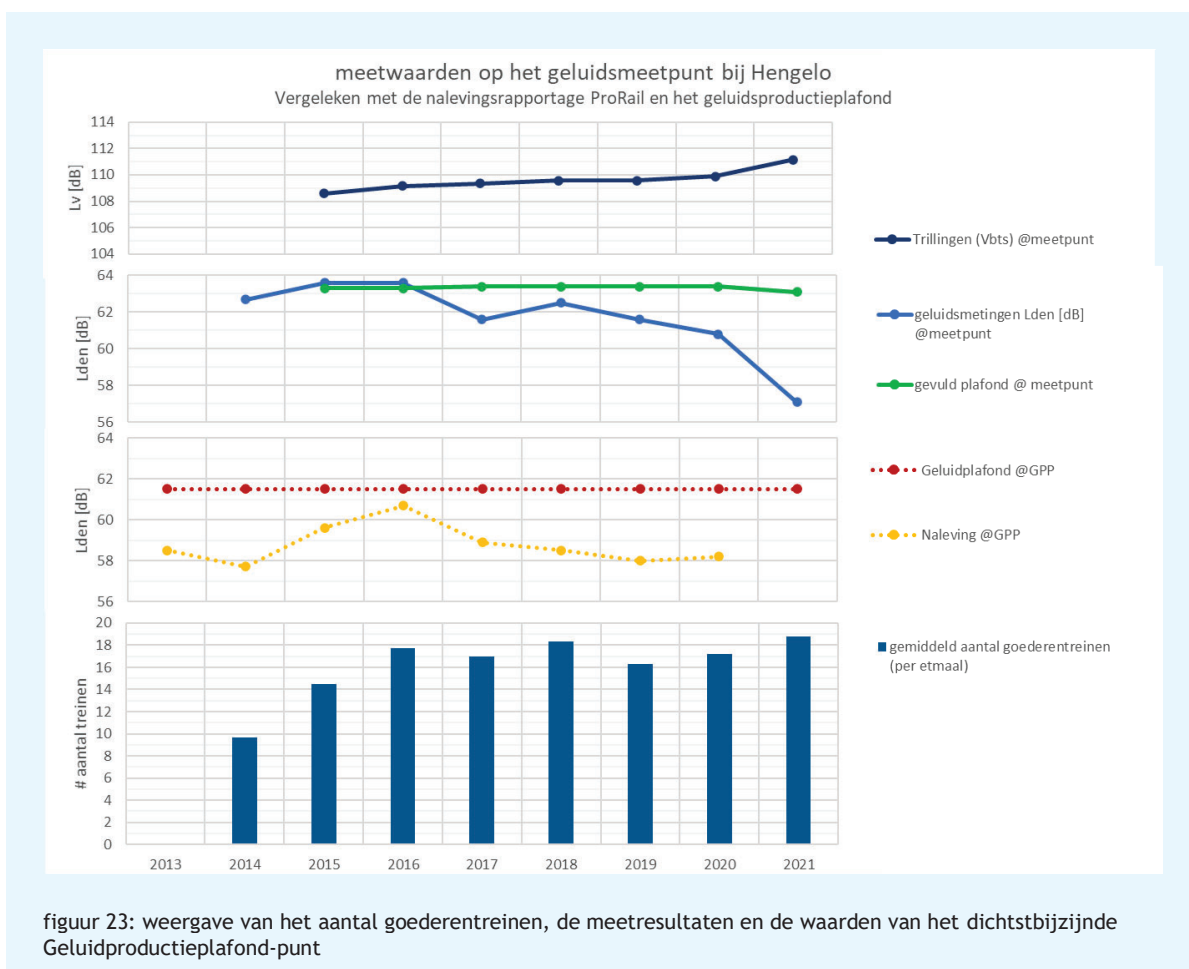
Aan de hand van het actuele geluidsregister is met de registergegevens (gevuld plafond) ter hoogte van het meetpunt een waarde van 63,1 dB berekend. Verder is in de geluidsbelastingkaart van ProRail te zien dat het meetpunt in de 65-69 dB contour ligt.

tabel 6: gemeten L_{den} voor de kalenderjaren 2015 - 2020

Van	Tot	Meetpunt			GPP-punt 10753		
		L _{den} [gemeten]	L _{den} [gevuld plafond]	Vershil plafond - gemeten	Realisatie	Geluidplafond	Vershil plafond - realisatie
1 jan 2015	31 dec 2015	63.6	63.3	-0.3	59.6	61.5	1.9
1 jan 2016	31 dec 2016	63.6	63.3	-0.3	60.7	61.5	0.8
1 jan 2017	31 dec 2017	61.6	63.4	1.8	58.9	61.5	2.6
1 jan 2018	31 dec 2018	62.5	63.4	0.9	58.5	61.5	3
1 jan 2019	31 dec 2019	61.6	63.4	1.8	58	61.5	3.5
1 jan 2020	31 dec 2020	60.8	63.4	2.6	58.2	61.5	3.3
1 jan 2021	31 dec 2021	57.1	63.1	6.0		61.5	

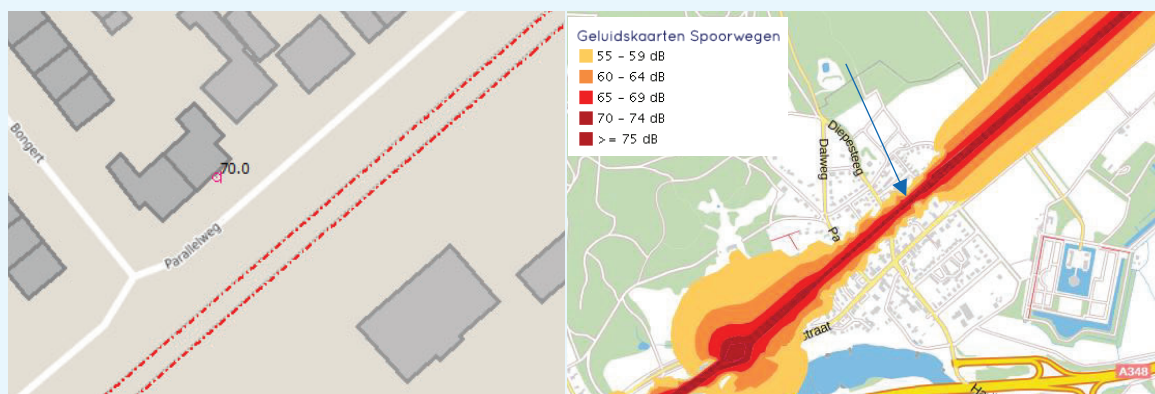
De gemeten waarden uit de tabel liggen rond het gevulde plafond. Verder zijn de gemeten waarden lager dan de geluidscontour op de geluidsbelastingkaart.

Onderstaande figuur geeft een visualisatie van de gegevens in bovenstaande tabel. De waarden bij het meetpunt en het GPP zijn niet in dezelfde schaal weergegeven, gezien de metingen niet direct met de GPP-waardes vergeleken kunnen worden.



figuur 23: weergave van het aantal goederentreinen, de meetresultaten en de waarden van het dichtstbijzijnde Geluidproductieplafond-punt

6.3 Resultaten De Steeg



figuur 24: berekende waarde voor het gevulde plafond op basis van het Geluidregister (2021)

figuur 25: uitsnede geluidsbelastingkaart ProRail END 2016 L_{den}

In de naleving 2020 is voor het meest nabijgelegen GPP-punt (nummer 12758) een GPP-waarde van 57,0 dB opgenomen, terwijl de plafondwaarde in het geluidregister op 63,6 dB ligt. Hier is dus 6.6 dB ruimte.

Aan de hand van het actuele geluidsregister is voor het gevulde plafond ter hoogte van het meetpunt een waarde van 70.0 dB berekend. Verder is in de geluidsbelastingkaart van ProRail te zien dat het gebied in de 65-69 dB contour ligt.

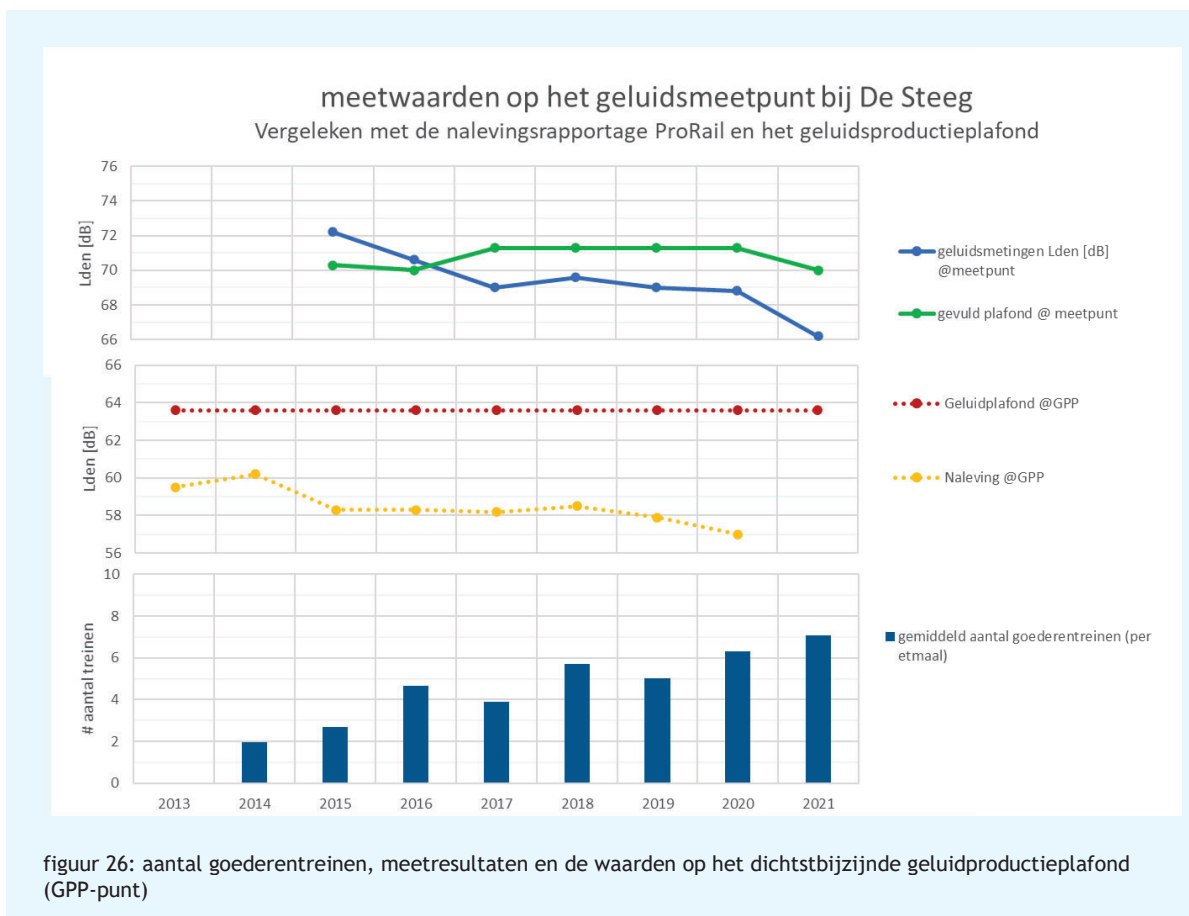
tabel 7: gemeten L_{den} voor de kalenderjaren 2015-2021

Van	Tot	Meetpunt L_{den} [gemeten]	L_{den} [gevuld plafond]	Verskil plafond- gemeten	GPP-punt 12758 Naleving	GPP- waarde	Verskil GPP- Naleving
1 jan 2015	31 dec 2015	72.2	70.3	-1.9	58.3	63.6	5.3
1 jan 2016	31 dec 2016	70.6	70	-0.6	58.3	63.6	5.3
1 jan 2017	31 dec 2017	69	71.3	2.3	58.2	63.6	5.4
1 jan 2018	31 dec 2018	69.6	71.3	1.7	58.5	63.6	5.1
1 jan 2019	31 dec 2019	69	71.3	2.3	57.9	63.6	5.7
1 jan 2020	31 dec 2020	68.8	71.3	2.5	57	63.6	6.6
1 jan 2021	31 dec 2021	66.2	70.0	3.8		63.6	

De gemeten waarden uit de tabel liggen rond de waarde van het gevulde plafond. Verder zijn de gemeten waarden hoger dan op basis van de geluidsbelastingkaart van ProRail.

De microfoon bevindt zich op korte afstand van de gevel, hierdoor is in het meetresultaat deels reflectie aanwezig. Dit wordt geschat op circa 2 dB.

Onderstaande figuur geeft een visualisatie van de gegevens in bovenstaande tabel. De waarden bij het meetpunt en het GPP zijn niet in dezelfde schaal weergegeven, gezien de metingen niet direct met de GPP-waardes vergeleken kunnen worden.



7. Conclusie

In voorliggend rapport is de jaarrapportage van de geluidsmetingen langs het spoor bij Landsdeel Oost opgenomen. Sinds 2014 zijn twee meetpunten opgesteld bij Hengelo en De Steeg.. Voorliggende rapportage gaat over het laatste meetjaar, 2021.

Voor de meetpunten wordt inzicht gegeven in de gemeten gemiddelde en maximale geluidsniveaus. Met de gerelateerde parameters, zoals de aantallen en rijsnelheid zoeken we een verklaring voor de veranderingen in de geluidsniveaus ten opzichte van de voorgaande meetjaren.

In het laatste meetjaar is in zowel Hengelo als De Steeg het L_{den} afgenomen, terwijl het aantal treinen stabiel is gebleven. Met name de bijdrage in het geluid van goederentreinen is gedaald. Hierbij zijn zowel de passages als de maximale geluidsniveaus stiller geworden. Dit wijst op het stiller worden van het materieel.

De maximale geluidsniveaus en SEL-waardes van goederentreinen zijn dichterbij die van reizigerstreinen komen te liggen: akoestisch gezien gaan beide soorten treinen meer op elkaar lijken.

Voor Hengelo en De Steeg wordt het merendeel van de goederentreinen correct herkend.

De trillingsniveaus bij Hengelo zijn stabiel gebleven en tonen niet de daling die in de geluidsniveaus zichtbaar is.

Wanneer de gemeten waarden vergeleken worden met het gevulde plafond ter hoogte van het meetpunt, dan volgt dat de metingen lager uitvallen. Het verschil ten opzichte van het gevulde plafond is echter kleiner dan het verschil tussen de realisatie (naleving 2019) en de GPP-waarde op het dichtstbijzijnde GPP-punt.

ing. M.H.M. (Michel) van Kesteren
DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V.

Bijlage 1

Titel	Extra tabellen en figuren Hengelo
-------	-----------------------------------

tabel 8: gemeten L_{den} en L_{night} waarden per meetjaar, kalenderjaar en over de gehele meetperiode bij Hengelo

Periode		L_{den} (in dB)			L_{night} (in dB)		
Van	Tot	Alle treinen	Reizigers	Goederen	Alle treinen	Reizigers	Goederen
1 jan 2015	31 dec 2015	63.6	56.7	62.7	52.2	44.9	51.4
1 jan 2016	31 dec 2016	63.6	55.9	62.9	52.3	44.2	51.7
1 jan 2017	31 dec 2017	61.6	54.4	60.8	49.5	41.0	48.9
1 jan 2018	31 dec 2018	62.5	56.2	61.5	49.8	42.2	49.1
1 jan 2019	31 dec 2019	61.6	55.3	60.5	48.9	41.4	48.0
1 jan 2020	31 dec 2020	60.8	55.0	59.5	48.6	41.8	47.7
1 jan 2021	31 dec 2021	57.1	52.4	55.3	44.8	38.1	43.8

tabel 9: gemiddelde aantal treinen per etmaal en nacht bij Hengelo

Periode		Etmaal			Nachtperiode		
Van	Tot	Alle treinen	Reizigers	Goederen	Alle treinen	Reizigers	Goederen
1 jan 2015	31 dec 2015	101.5	89.7	11.8	16.3	12.4	3.8
1 jan 2016	31 dec 2016	101.8	87.6	14.2	16.8	12.0	4.7
1 jan 2017	31 dec 2017	99.5	86.8	12.7	14.9	11.4	3.5
1 jan 2018	31 dec 2018	122.4	108.6	13.8	15.8	12.3	3.5
1 jan 2019	31 dec 2019	127.1	114.4	12.6	15.2	12.2	3.0
1 jan 2020	31 dec 2020	126.4	114.5	11.9	18.0	14.3	3.7
1 jan 2021	31 dec 2021	128	109.2	18.8	18.5	13.3	5.2

8. Bijlagen Hengelo

8.1 Vergelijking algoritmes

In onderstaande tabel zijn de aantallen goederen- en reizigerstreinen weergegeven en de L_{den} -niveaus veroorzaakt door deze treinen. Weergegeven zijn de aantallen en het L_{den} volgens het oude en nieuwe algoritme, en de verschillen ertussen.

tabel 10: L_{den} en aantal goederentreinen herkend met het oude en nieuwe algoritme.

	L_{den} [oud]	Aantal/etmaal [oud]	L_{den} [nieuw]	Aantal/etmaal [nieuw]	Verskil L_{den} [dB]	Verskil aantal
2014	61.6	7.6	62.1	9.7	+0.6	+2.1
2015	62.7	11.8	63.2	14.5	+0.4	+2.7
2016	62.9	14.2	63.3	17.7	+0.4	+3.5
2017	60.8	12.7	61.2	17.0	+0.4	+4.3
2018	61.5	13.8	61.8	18.4	+0.3	+4.5
2019	60.5	12.6	60.9	16.3	+0.4	+3.7
2020	59.5	11.9	60.1	17.2	+0.6	+5.3
2021	53.6	9.4	55.3	18.8	+1.7	+9.4

In de tabel is te zien dat tot en met 2020 met het nieuwe algoritme twee tot vijf goederentreinen per etmaal meer herkend worden en het L_{den} daardoor een half dB toeneemt.

Voor 2021 worden met het nieuwe algoritme dubbel zoveel goederentreinen herkend als voorheen. Hierdoor stijgt het L_{den} ook met 2 dB, wat een relevant verschil maakt.

Voor 2021 is de verdeling tussen beide soorten treinen volgens het nieuwe algoritme betrouwbaarder dan volgens het oude algoritme.

tabel 11: L_{den} en aantal reizigerstreinen herkend met het oude en nieuwe algoritme.

	L_{den} [oud]	Aantal/etmaal [oud]	L_{den} [nieuw]	Aantal/etmaal [nieuw]	Verskil L_{den} [dB]	Verskil aantal
2014	57.0	87.4	54.1	85.3	-2.9	-2.1
2015	56.7	89.7	54.0	87.0	-2.7	-2.7
2016	55.9	87.6	52.9	84.0	-3.1	-3.5
2017	54.4	86.8	51.8	82.5	-2.6	-4.3
2018	56.2	108.6	54.5	104.0	-1.7	-4.5
2019	55.3	114.4	53.6	110.7	-1.8	-3.7
2020	55.0	114.5	52.7	109.3	-2.2	-5.3
2021	54.6	118.6	52.4	109.2	-2.1	-9.4

Uit bovenstaande tabel volgt dat het aantal herkende reizigerstreinen afneemt en daardoor het L_{den} ook afneemt met 2-3 dB. Deze daling is groter dan de toename in L_{den} bij de goederentreinen; de treinen die met het nieuwe algoritme als goederentreinen worden gezien, waren voorheen relatief luide reizigerstreinen. Doordat de luidste treinen ontbreken daalt het L_{den} . Voor de goederentreinen komen er juist relatief stille goederentreinen bij, waardoor het L_{den} maar beperkt toeneemt.

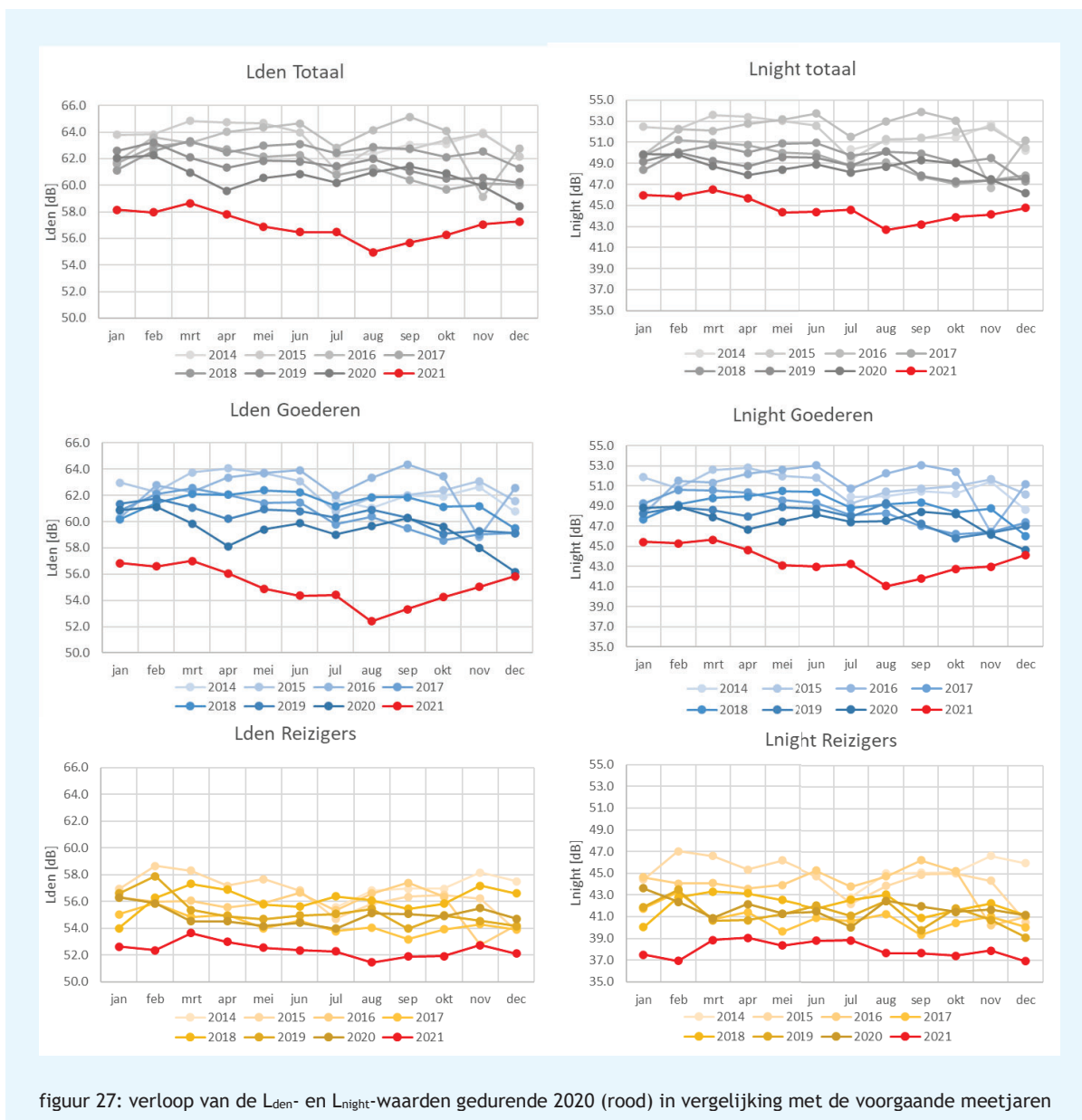
Op basis van bovenstaande gegevens is de afweging gemaakt voor het overstappen van het oude naar het nieuwe algoritme. In dit rapport worden de resultaten voor Hengelo conform het nieuwe algoritme gepresenteerd. Hierdoor kan enig verschil ontstaan in de gepresenteerde waarden ten opzichte van de rapporten van de voorgaande jaren.

Vanaf 2022 is het nieuwe algoritme standaard verwerkt in de resultaten voor Hengelo op de dashboard-pagina.

8.2 Geluidsniveaus

Geluidsniveau Per maand

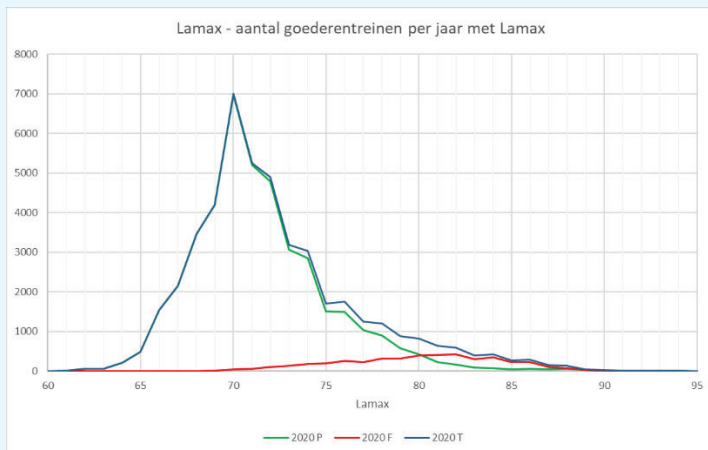
In deze paragraaf gaan we in op de maandelijkse meetresultaten. Figuur 6 geeft de L_{den} -waarde (etmaalgemiddelde geluidsniveaus) en de L_{night} -waarde (nachtgemiddelde geluidsniveaus) voor alle treinen en voor de goederen- en reizigerstreinen afzonderlijk. In de achtergrond zijn in lichtere kleuren de gemiddelde geluidsniveaus van de vorige jaren opgenomen. De rode lijn geeft het laatste meetjaar (2021) weer.



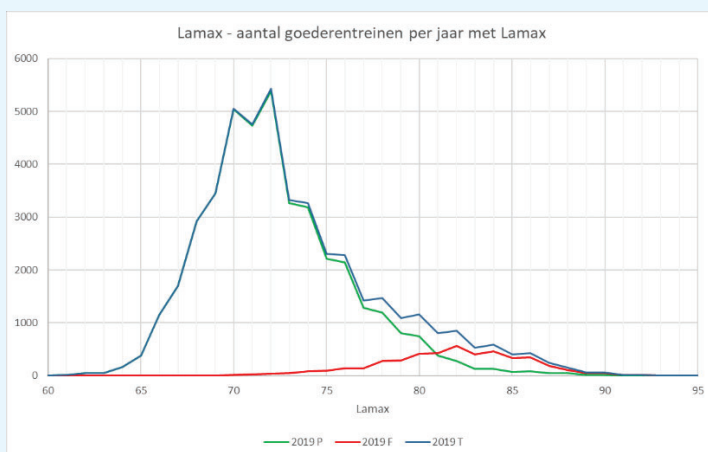
figuur 27: verloop van de L_{den} - en L_{night} -waarden gedurende 2020 (rood) in vergelijking met de voorgaande meetjaren

In de figuur is te zien dat in 2021 het L_{den} gedurende het hele jaar lager ligt dan in de voorgaande jaren, dit is voor reizigers- als goederentreinen het geval. Voor goederentreinen is deze daling al in 2020 ingezet.

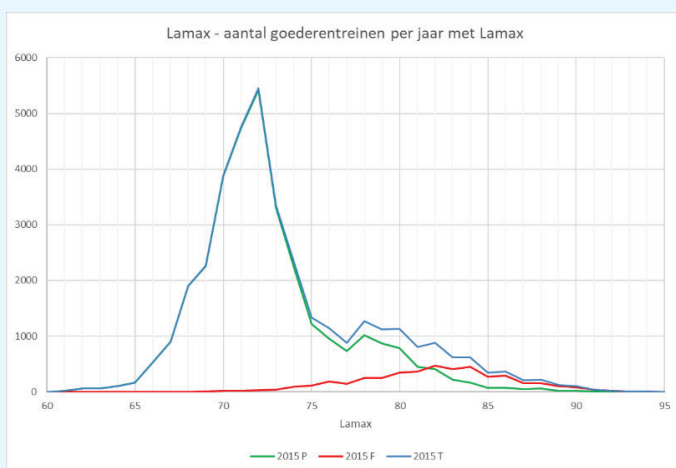
Verdeling L_{Amax} voor een aantal jaren



figuur 28: distributie L_{Amax} voor 2020, T=totaal, F=goederen, P=reizigers

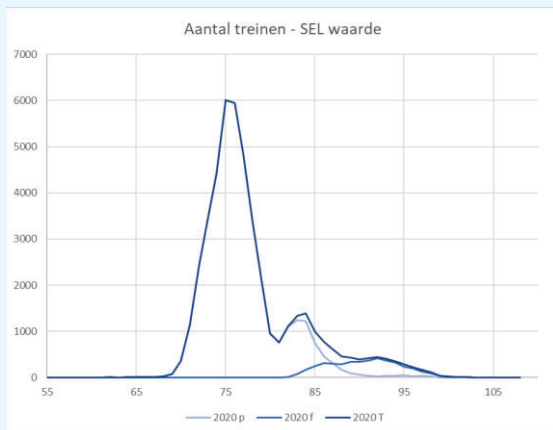


figuur 29: distributie L_{Amax} voor 2019, T=totaal, F=goederen, P=reizigers

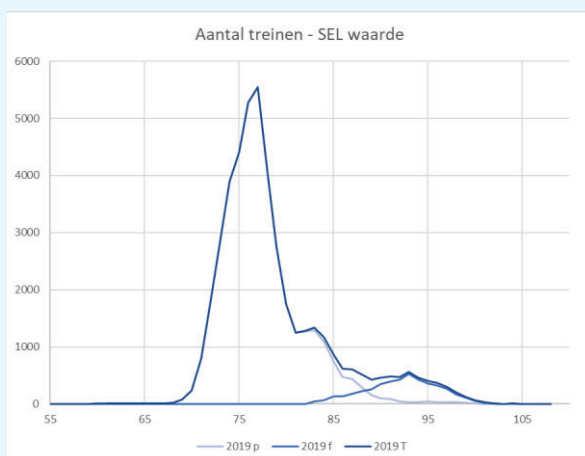


figuur 30: distributie L_{Amax} voor 2015, T=totaal, F=goederen, P=reizigers

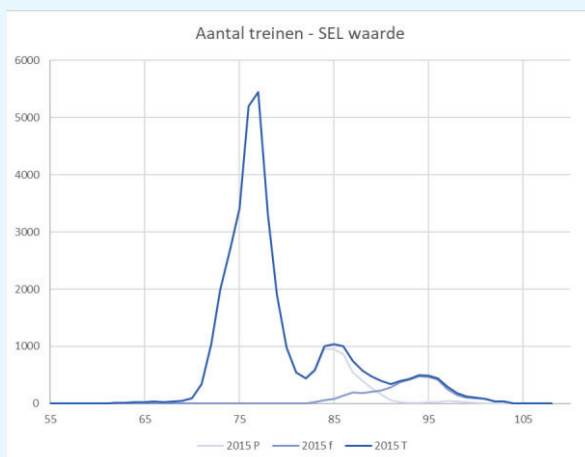
Verdeling Sel-waarde voor een aantal jaren



figuur 31: distributie SEL-waarde (geluidsniveau per trein) voor 2020, T=totaal, F=goederen, P=reizigers



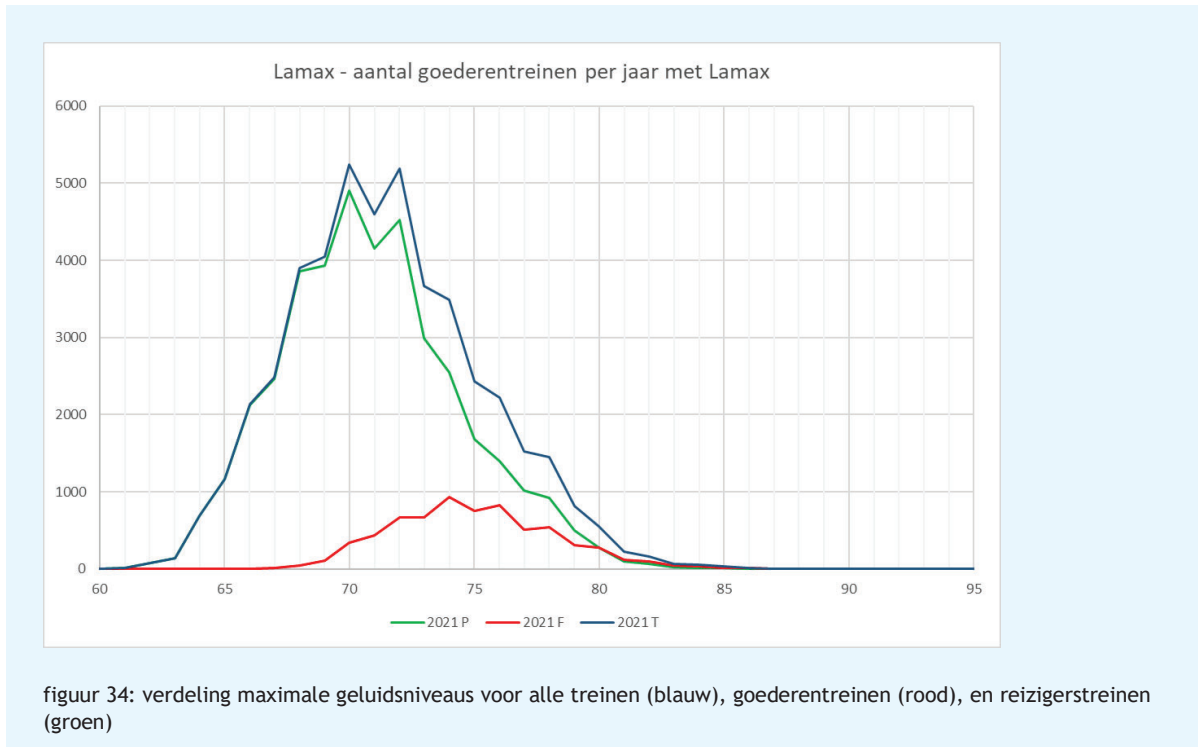
figuur 32: distributie SEL-waarde (geluidsniveau per trein) voor 2019, T=totaal, F=goederen, P=reizigers



figuur 33: distributie SEL-waarde (geluidsniveau per trein) voor 2015, T=totaal, F=goederen, P=reizigers

Verdeling maximale geluidsniveaus

Onderstaande figuur geeft de verdeling van de geluidsniveaus weer voor de treinen die in 2021 passeerden.



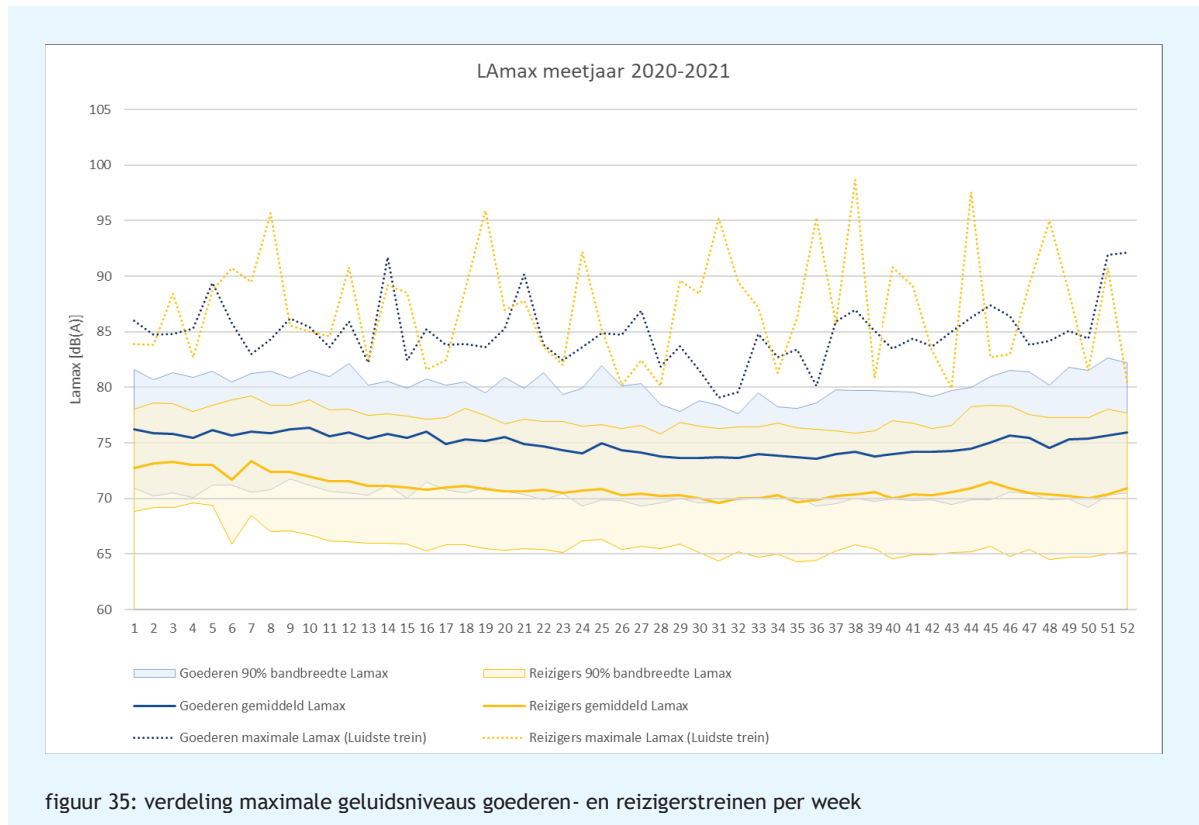
In de figuur is te zien dat de meest voorkomende maximale geluidsniveaus van reizigerstreinen tussen de 70 en 72 dB ligt.

Voor goederentreinen ligt het meest voorkomende L_{Amax} tussen de 74 en 77 dB.

De maximale geluidsniveaus van goederentreinen zijn afgenomen van 80 - 85 dB in 2020 tot het hiervoor genoemde niveau. De maximale geluidsniveaus van reizigerstreinen vertonen dit effect niet, de maximale niveaus zijn vrijwel gelijk gebleven. In bijlage 1 zijn een aantal extra figuren met de distributie van een aantal voorgaande jaren opgenomen.

De maximale geluidsniveaus van de luidere reizigerstreinen komen overeen met de meest voorkomende maximale geluidsniveaus van goederentreinen. Dit is ook te zien in de volgende figuur, waar de bandbreedte van de maximale geluidsniveaus voor goederen- en reizigerstreinen een overlap heeft.

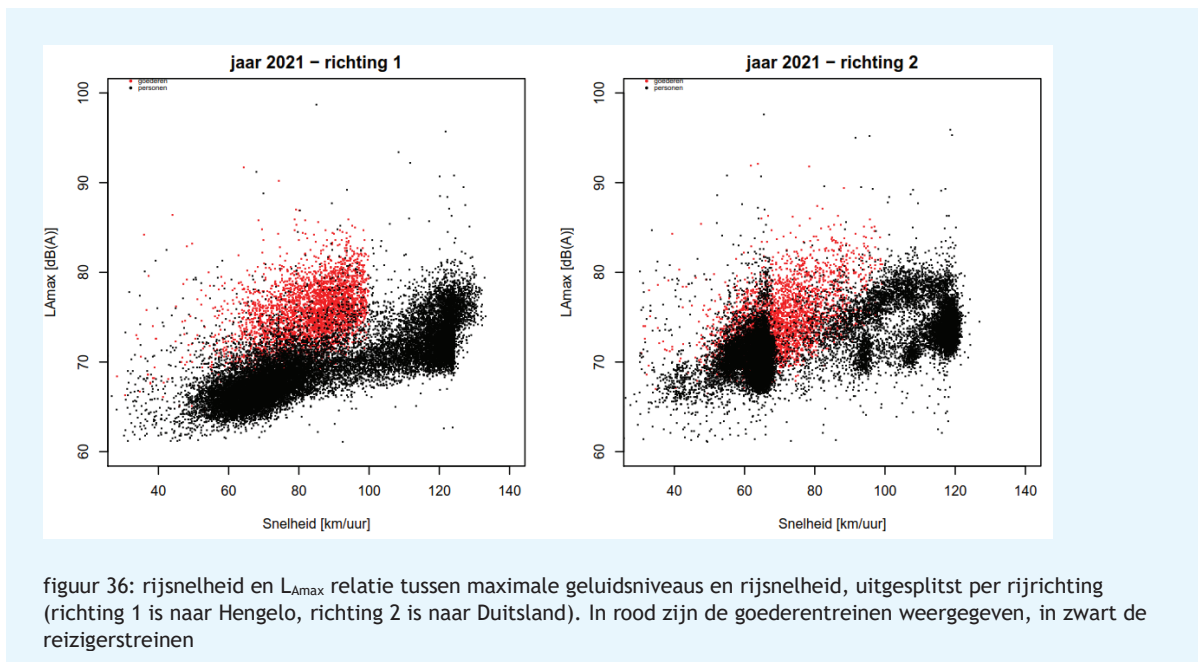
Maximale geluidsniveaus Per week



Maximale geluidsniveau en rijsnelheid

Om te onderzoeken of de maximale geluidsniveaus afhankelijk zijn van de snelheid van de treinen, zijn deze eigenschappen tegen elkaar uitgezet.

Onderstaande figuur geeft van alle treinpassages in 2021 de rijsnelheid en het optredende maximale geluidsniveau. In bijlage 1 zijn ook voor voorgaande meetjaren de figuren opgenomen.

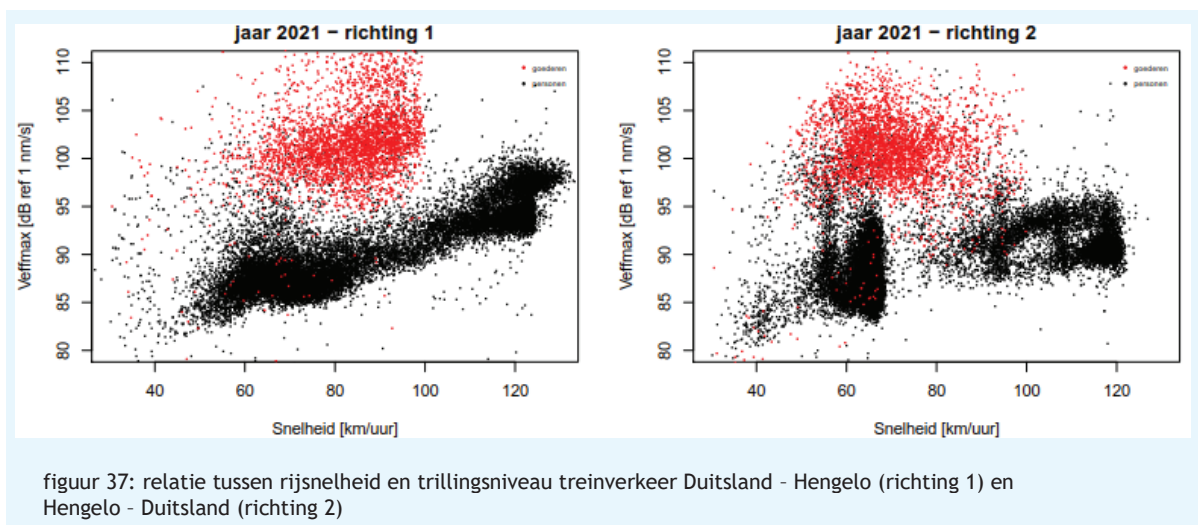


In de figuren is het volgende te zien:

- Het onderscheid tussen de drie puntenwolken is minder scherp te zien: het deel van de goederentreinen heeft minder hoge maximale geluidsniveaus waardoor het onderscheid slechter te maken is.

Relatie rijsnelheid en trillingsniveau

Aanvullend is gekeken of er een relatie is tussen rijsnelheid en trillingsniveau. Dit is hieronder weergegeven. In rood zijn de goederentreinen weergegeven, in zwart de reizigerstreinen. Alle treinpassages (goederen en reizigers) uit meetjaar 2021 zijn meegenomen. In bijlage 1 zijn ook de figuren van de voorgaande meetjaren opgenomen.



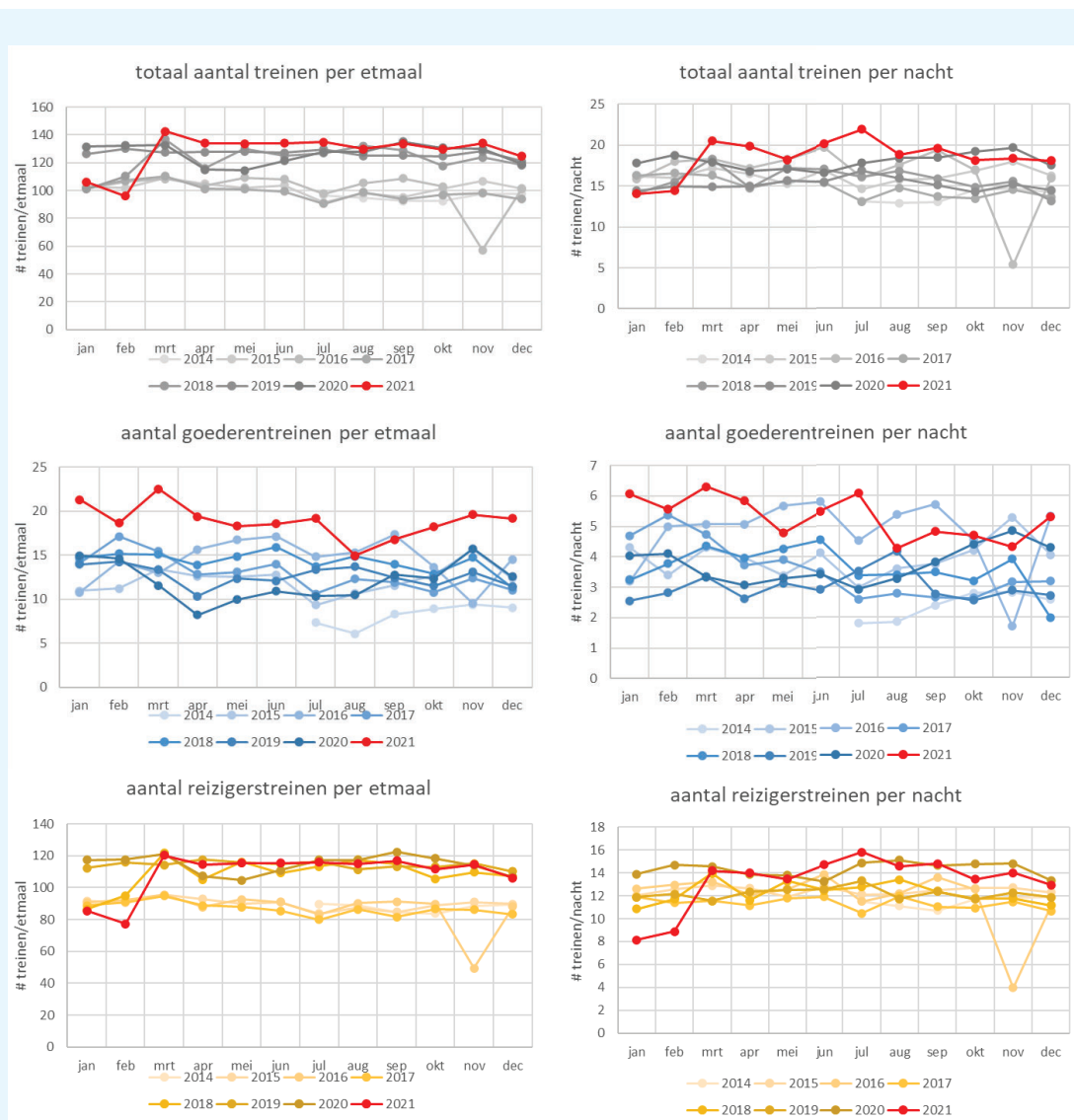
In deze figuren is te zien dat de resultaten meer een ‘wolkvorm’ hebben dan dat er een lijn door te trekken valt. Hieruit blijkt dat er enige relatie is tussen rijsnelheid en trillingssterkte, maar dat deze minder sterk is vergeleken met de geluidsmeting.

Ten opzichte van de voorgaande meetjaren is voor richting 2 (naar Duitsland) bij de reizigerstreinen met hogere snelheid een scherpere clustering zichtbaar.

8.3 Aantallen

Aantallen Per maand

In onderstaande figuren zijn het gemiddelde aantal treinen per etmaal en per nacht, per maand weergegeven. Net zoals in figuur 6 zijn met de lichtere kleuren de voorgaande meetjaren weergegeven.



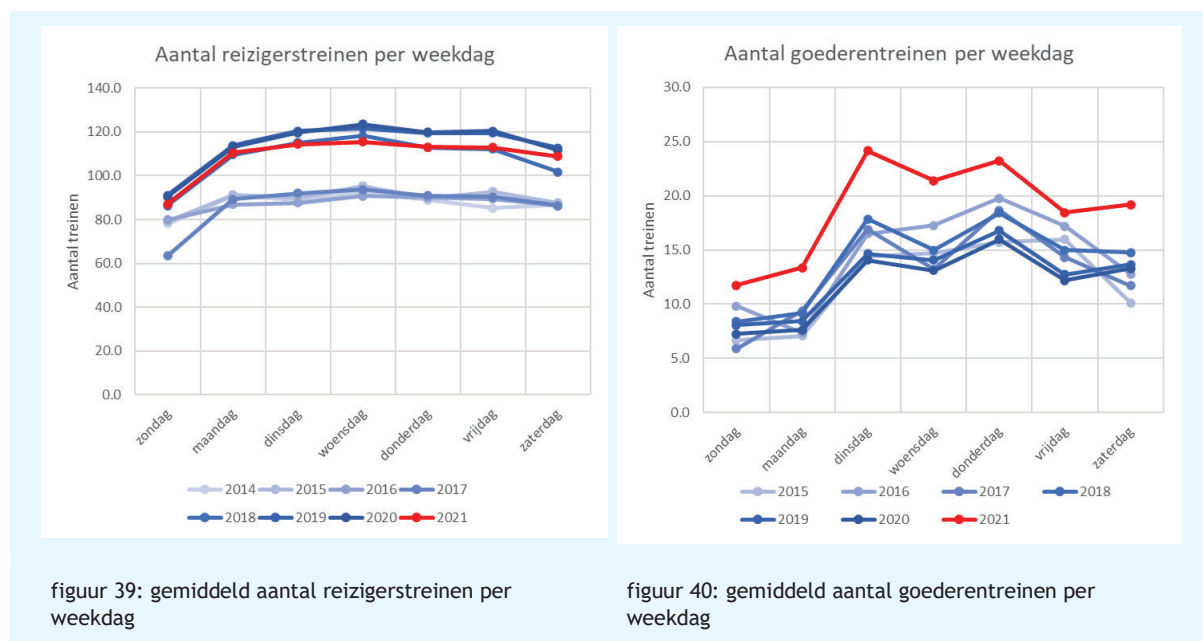
figuur 38: aantal treinen per etmaal en per nacht in 2020 (rood) vergeleken met de voorgaande jaren

In de figuur is te zien dat het totaal aantal treinen per jaar over het algemeen vergelijkbaar is met de voorgaande jaren. In de eerste maanden van 2021 passeren aanzienlijk minder reizigerstreinen, mogelijk in verband met een aangepaste dienstregeling wegens Corona (lockdown).

In augustus is het gemiddeld aantal goederentreinen het laagst. Het patroon van het aantal goederentreinen is ook terug te herkennen in het L_{den} : maanden met relatief meer goederentreinen hebben ook relatief hogere L_{den} -niveaus.

Aantallen Per weekdag

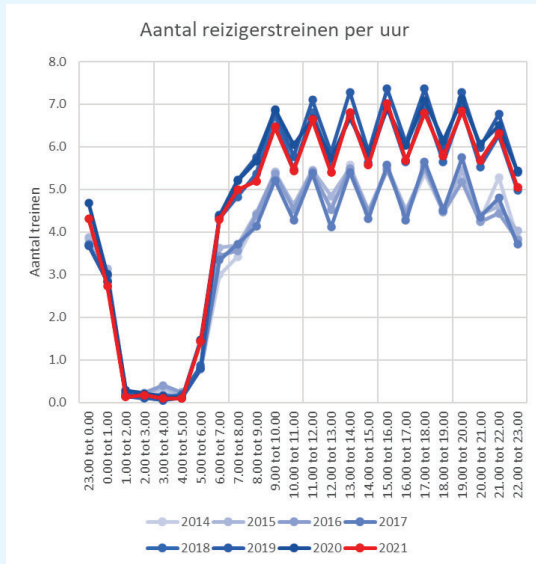
In onderstaande figuren is de verdeling van de passerende treinen over de weekdays weergegeven.



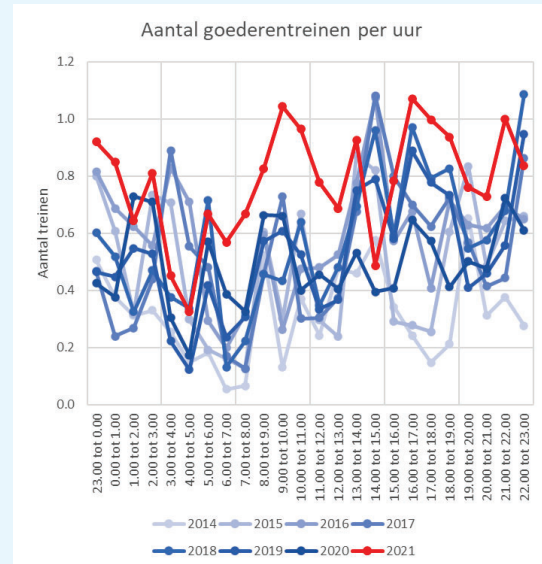
In bovenstaande figuren is te zien dat de verdeling van de treinen over de weekdays niet veel is veranderd. Voor goederentreinen is te zien dat er meer passeren. De drukste dagen in de voorgaande jaren komen nog wel overeen, dit zijn de dinsdag en donderdag. De absolute aantallen zijn hoger, mede door het nieuwe algoritme (zie paragraaf 4.1).

Aantallen Per uur

In de volgende figuren is de verdeling van de passerende treinen over de uren weergegeven.



figuur 41: aantal reizigerstreinen per uur

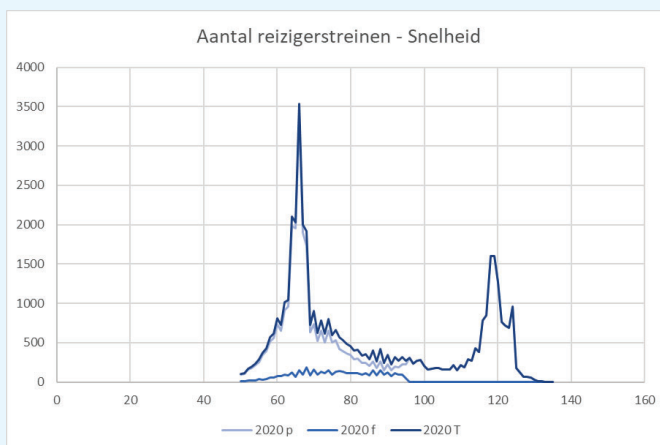


figuur 42: aantal goederentreinen per uur

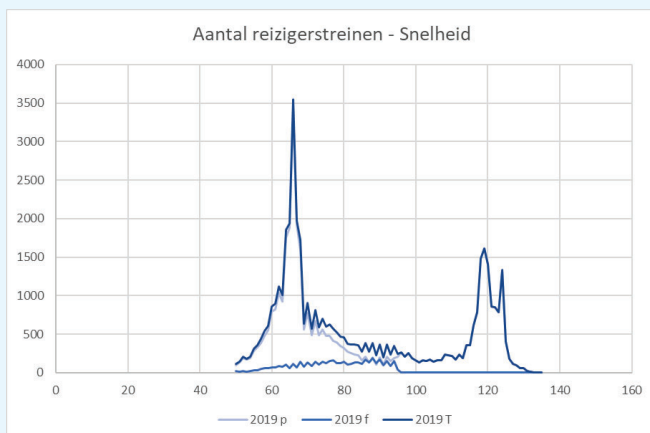
In bovenstaande figuren is te zien dat de verdeling over het etmaal van reizigerstreinen vergelijkbaar is met de voorgaande jaren. Voor goederentreinen is te zien dat er meer treinen passeren en dat de drukste uren overdag zijn. Deze drukste uren liggen op een ander tijdstip van de dag dan in voorgaande jaren.

8.4 Rijsnelheid

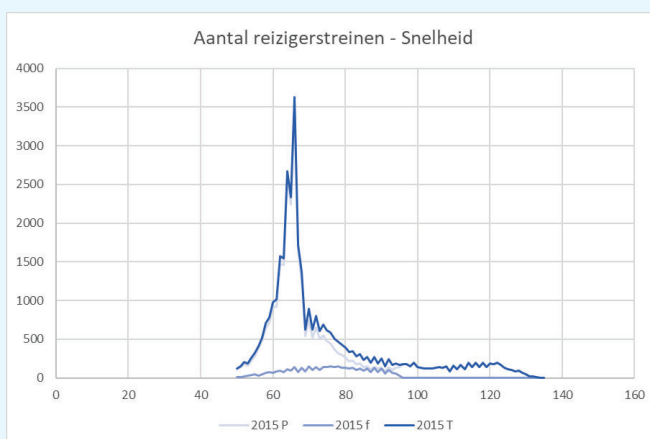
Verdeling rijsnelheid voor en aantal jaren



figuur 43: verdeling rijsnelheid voor 2020, T=totaal, P=reizigers, F=goederentreinen



figuur 44: verdeling rijnsnelheid voor 2019, T=totaal, P=reizigers, F=goederentreinen



figuur 45: verdeling rijnsnelheid voor 2015, T=totaal, P=reizigers, F=goederentreinen

8.5 Werkzaamheden elders

Tijdens de volgende perioden waren één of twee sporen op het traject Emmerich-Zevenaar afgesloten gedurende een week:

Enkelsporig 2021

25 januari - 29 januari (wk 4)
22 februari - 26 februari (wk 8)

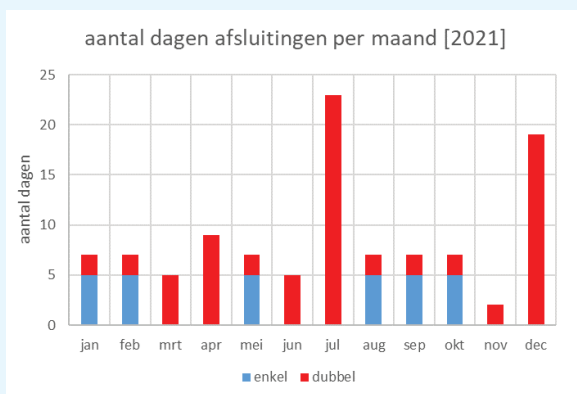
24 mei - 28 mei (wk 21)

16 augustus - 20 augustus (wk 33)
13 september - 17 september (wk 37)
11 oktober - 15 oktober (wk 41)

Dubbelsporig

22 januari - 24 januari (wk 3)
19 februari - 21 februari (wk 7)
26 maart - 9 april (wk 12 - 14)
21 mei - 23 mei (wk 20)
25 juni - 23 juli (wk 25 - 29)
13 augustus - 15 augustus (wk 32)
10 september - 12 september (wk 36)
8 oktober - 10 oktober (wk 40)
29 november - 19 december (wk 48-50)

In onderstaande figuur is aangegeven hoeveel dagen per maand sprake was van enkelvoudige of dubbele afsluitingen op het traject Emmerich-Zevenaar. De enkelvoudige afsluitingen zijn blauw weergegeven, de dubbele rood.



figuur 46: aantal dagen per maand met enkele en dubbele afsluitingen op het traject Emmerich-Zevenaar

Uit deze figuren volgt dat in juli en december 2021 veel dagen met dubbele afsluitingen waren. Wanneer we dit vergelijken met het aantal goederentreinen dat passeert bij Hengelo (figuur 38), is te zien dat in deze maanden niet meer goederentreinen dan in de andere maanden passeren.

Bijlage 2

Titel

Extra tabellen en figuren De Steeg

9. Bijlagen De Steeg

9.1 Geluidsniveaus

Tabel met L_{den} - en L_{night} waarden van de Steeg

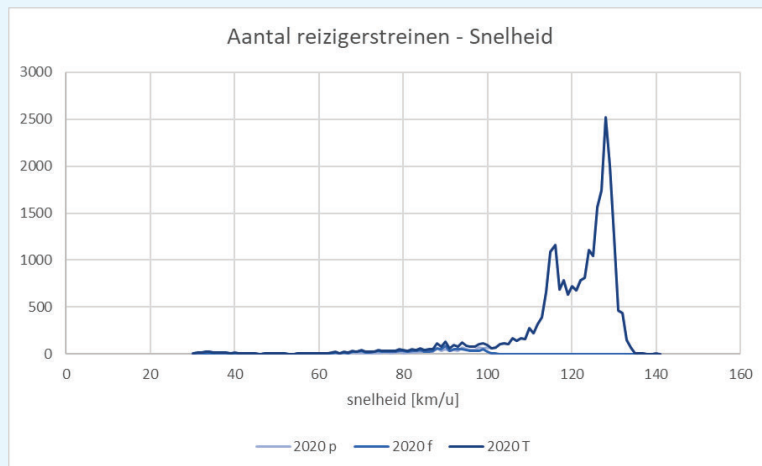
tabel 12: gemeten L_{den} en L_{night} -waarden gedurende verschillende periodes van één jaar meten bij De Steeg

Periode		L_{den} (in dB)			L_{night} (in dB)		
Van	Tot	Alle treinen	Reizigers	Goederen	Alle treinen	Reizigers	Goederen
1 jan 2015	31 dec 2015	72.2	70.4	67.5	60.2	57.3	57.1
1 jan 2016	31 dec 2016	70.6	67.4	67.8	59.1	54.5	57.3
1 jan 2017	31 dec 2017	69.0	66.0	66.0	56.9	53.0	54.7
1 jan 2018	31 dec 2018	69.6	67.2	65.9	57.2	54.0	54.3
1 jan 2019	31 dec 2019	69.0	66.8	64.9	56.6	53.8	53.2
1 jan 2020	31 dec 2020	68.8	66.7	64.7	56.7	53.7	53.6
1 jan 2021	31 dec 2021	66.2	64.1	62.0	54.1	51.2	51.0

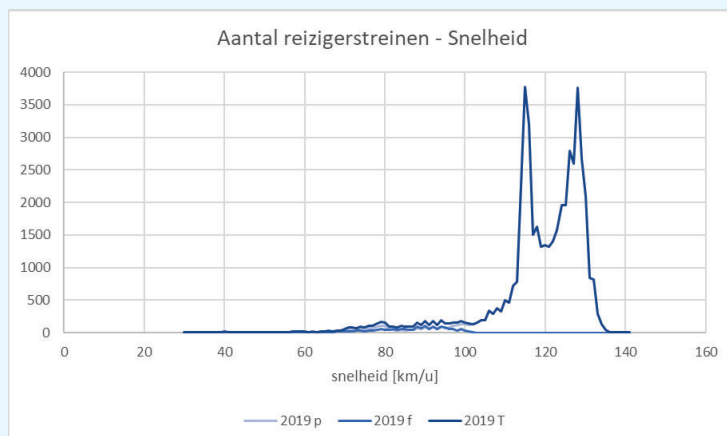
tabel 13: gemiddeld aantal treinen per etmaal en nacht bij De Steeg

Periode		Etmaal			Nachtperiode		
Van	Tot	Alle treinen	Reizigers	Goederen	Alle treinen	Reizigers	Goederen
1 jan 2015	31 dec 2015	135.6	132.9	2.7	17.9	16.4	1.5
1 jan 2016	31 dec 2016	139.7	135.1	4.7	19.4	17.0	2.3
1 jan 2017	31 dec 2017	141.0	137.1	3.9	19.5	17.7	1.8
1 jan 2018	31 dec 2018	139.0	133.3	5.7	18.9	17.1	1.9
1 jan 2019	31 dec 2019	139.7	134.7	5.0	19.5	18.0	1.6
1 jan 2020	31 dec 2020	135.5	129.2	6.3	19.0	16.5	2.5
1 jan 2021	31 dec 2021	137.3	130.2	7.1	19.5	16.7	2.8

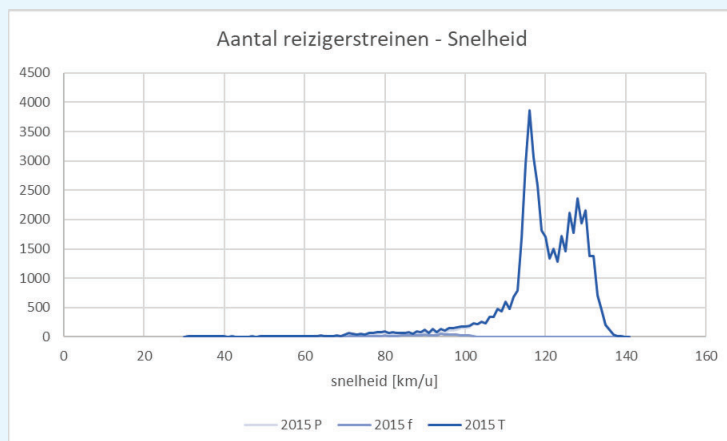
Verdeling van rijksnelheid voor een aantal jaren



figuur 47: verdeling rijksnelheid van treinen in 2020, T=totaal, F=goederen, P=reizigers



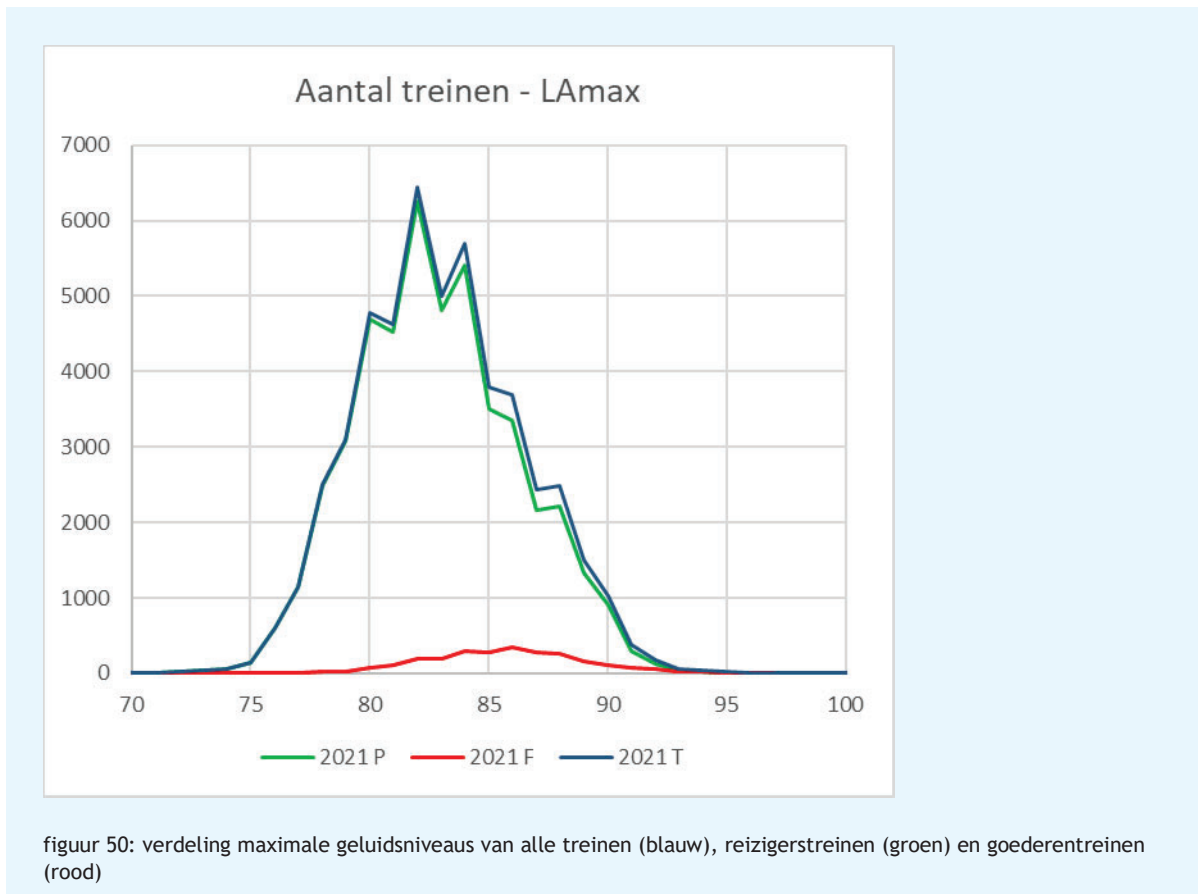
figuur 48: verdeling rijksnelheid van treinen in 2019, T=totaal, F=goederen, P=reizigers



figuur 49: verdeling rijksnelheid van treinen in 2015, T=totaal, F=goederen, P=reizigers

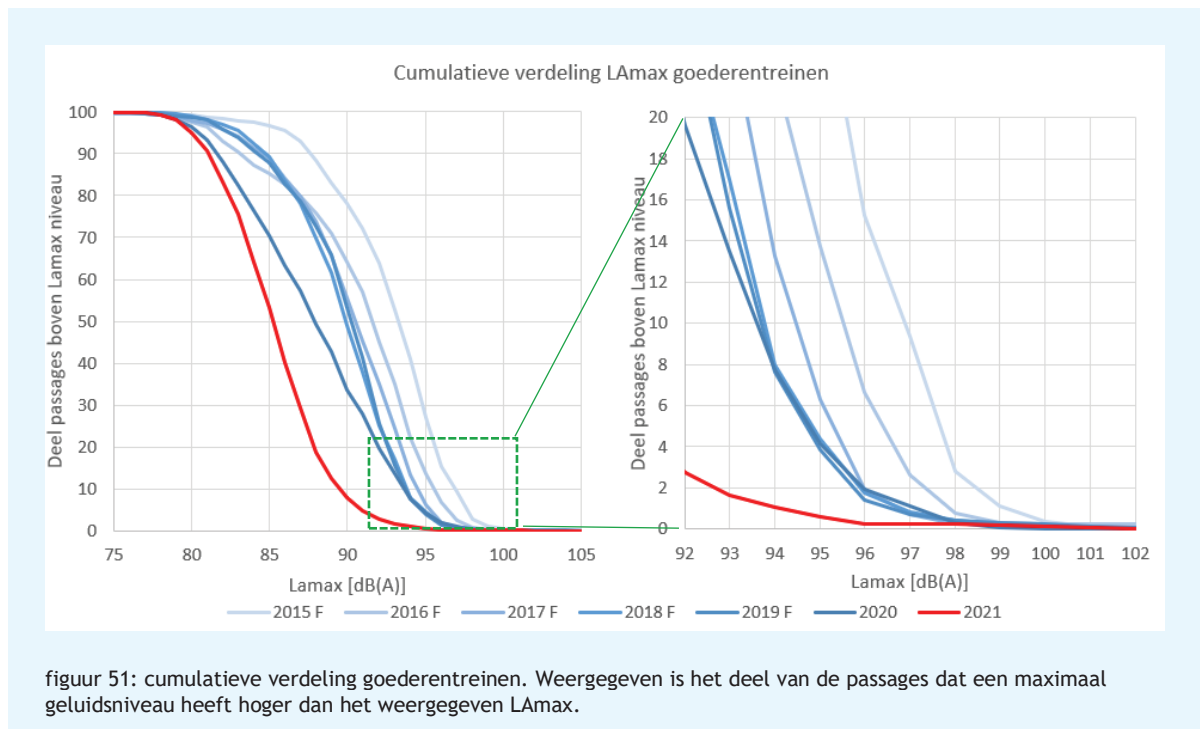
Verdeling maximale geluidsniveaus

In onderstaande figuur is de verdeling van het aantal treinpassages met een bepaald maximaal geluidsniveau weergegeven. Weergegeven zijn het totaal, en de onderverdeling naar goederen- en reizigerstreinen.



figuur 50: verdeling maximale geluidsniveaus van alle treinen (blauw), reizigerstreinen (groen) en goederentreinen (rood)

Uit de figuur volgt dat de meest voorkomende maximale geluidsniveaus tussen de 80 en 85 dB liggen. Voor goederentreinen liggen de meest voorkomende maximale geluidsniveaus hoger, rond de 83 - 88 dB. De maximale geluidsniveaus van goederentreinen nemen wel af. De maximale geluidsniveaus gaan daarmee meer op reizigerstreinen lijken.

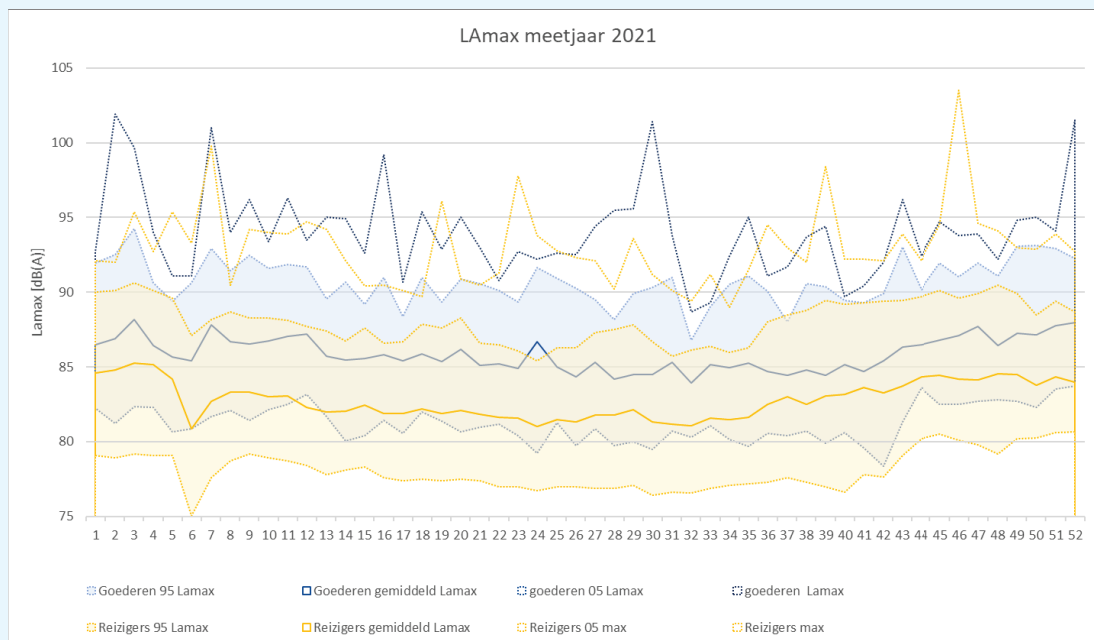


In de figuur is te zien dat de verdeling naar links schuift: in het laatste jaar zijn meer treinen met lagere maximale geluidsniveaus gemeten dan andere jaren. Zo heeft in het laatste meetjaar slechts 50% van de goederentreinen een maximaal geluidsniveau van 85 dB of hoger, waar in het voorgaande jaar dit 70% was.

De luidste goederentreinen worden ook stiller. In het detail is te zien dat de 10% luidste goederentreinen een maximaal geluidsniveau van 90 dB of hoger heeft, wat 4 dB lager is dan in de voorgaande meetjaren.

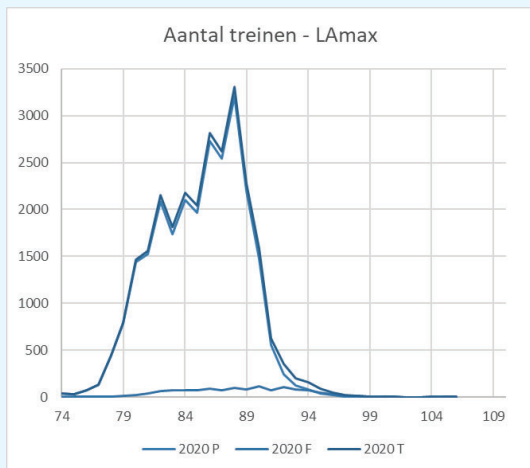
Verder is te zien dat bijvoorbeeld in het eerste meetjaar 12% van de treinen maximale geluidsniveaus boven de 96 dB(A) had, dit is in het laatste meetjaar nog maar 0.3%. De hoeveelheid treinen met hoge maximale geluidsniveaus neemt dus af.

Maximale geluidsniveaus per week

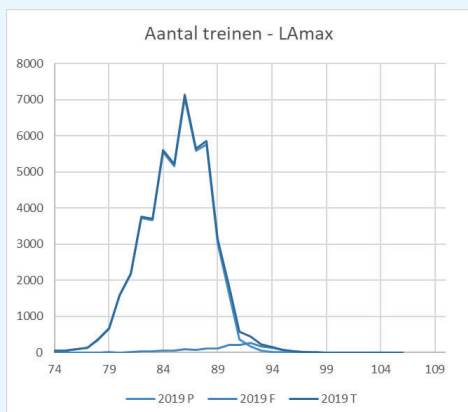


figuur 52: spreiding L_{Amax} over 2021. De gekleurde band geeft de bandbreedte weer aan van 90% van de maximale geluidsniveaus van de passerende treinen.

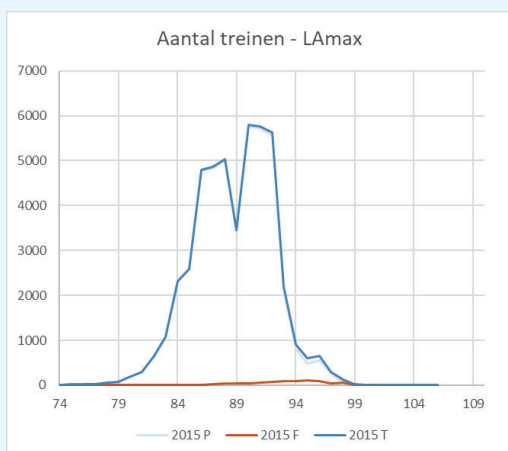
Verdeling van L_{Amax} voor een aantal jaren



figuur 53: verdeling L_{Amax} in 2020, T=totaal, F=goederen, P=reizigers

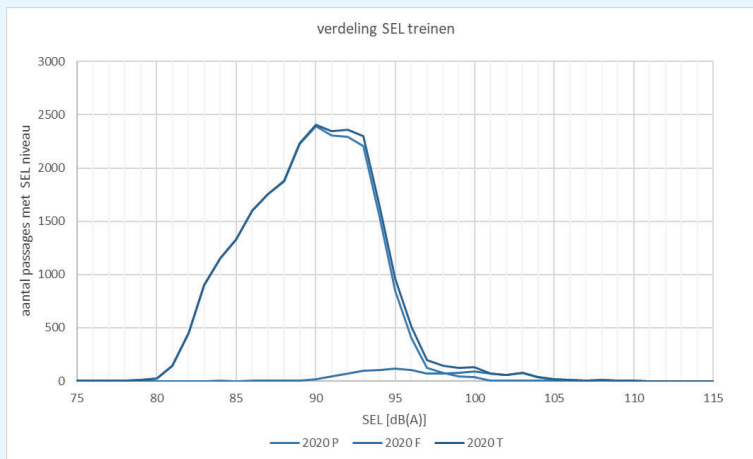


figuur 54: verdeling L_{Amax} in 2019, T=totaal, F=goederen, P=reizigers

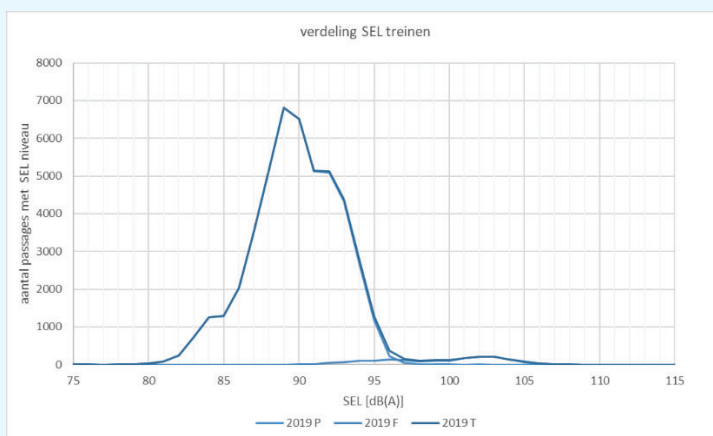


figuur 55: verdeling L_{Amax} in 2015, T=totaal, F=goederen, P=reizigers

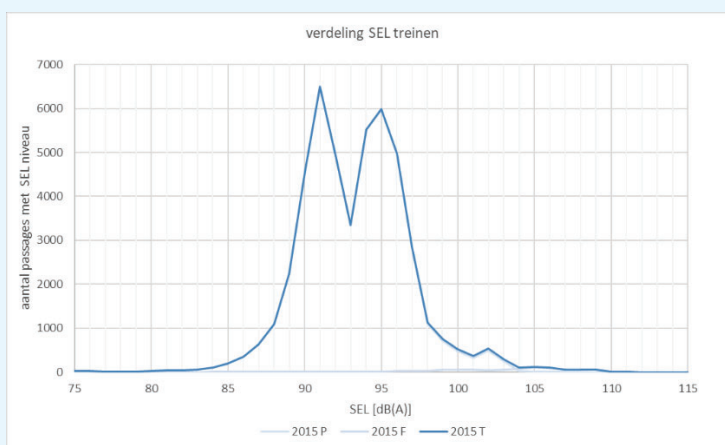
Verdeling Sel-waarde voor een aantal jaren



figuur 56: verdeling SEL-waarde (geluidsniveau per passage) in 2020, T=totaal, F=goederen, P=reizigers



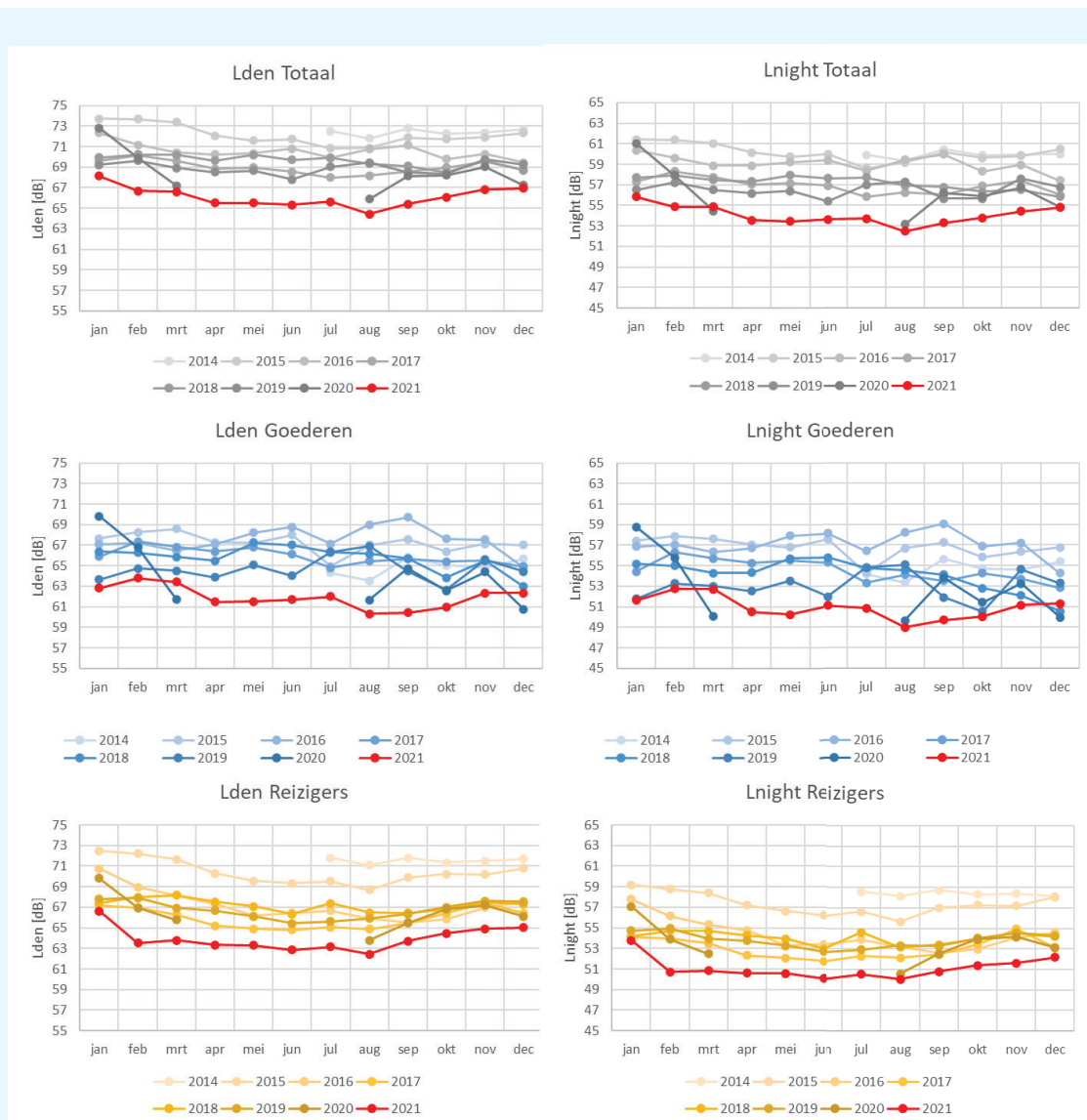
figuur 57: verdeling SEL-waarde (geluidsniveau per passage) in 2019, T=totaal, F=goederen, P=reizigers



figuur 58: verdeling SEL-waarde (geluidsniveau per passage) in 2015, T=totaal, F=goederen, P=reizigers

Geluidsniveau per maand

In deze paragraaf gaan we in op de maandelijkse meetresultaten; figuur 59 geeft het L_{den} (etmaalgemiddelde geluidsniveau) voor alle treinen en de goederen- en reizigerstreinen afzonderlijk voor 2020. Ook is het gemiddeld aantal treinen per dag weergegeven. In de lichtere kleuren zijn de voorgaande meetjaren ook opgenomen

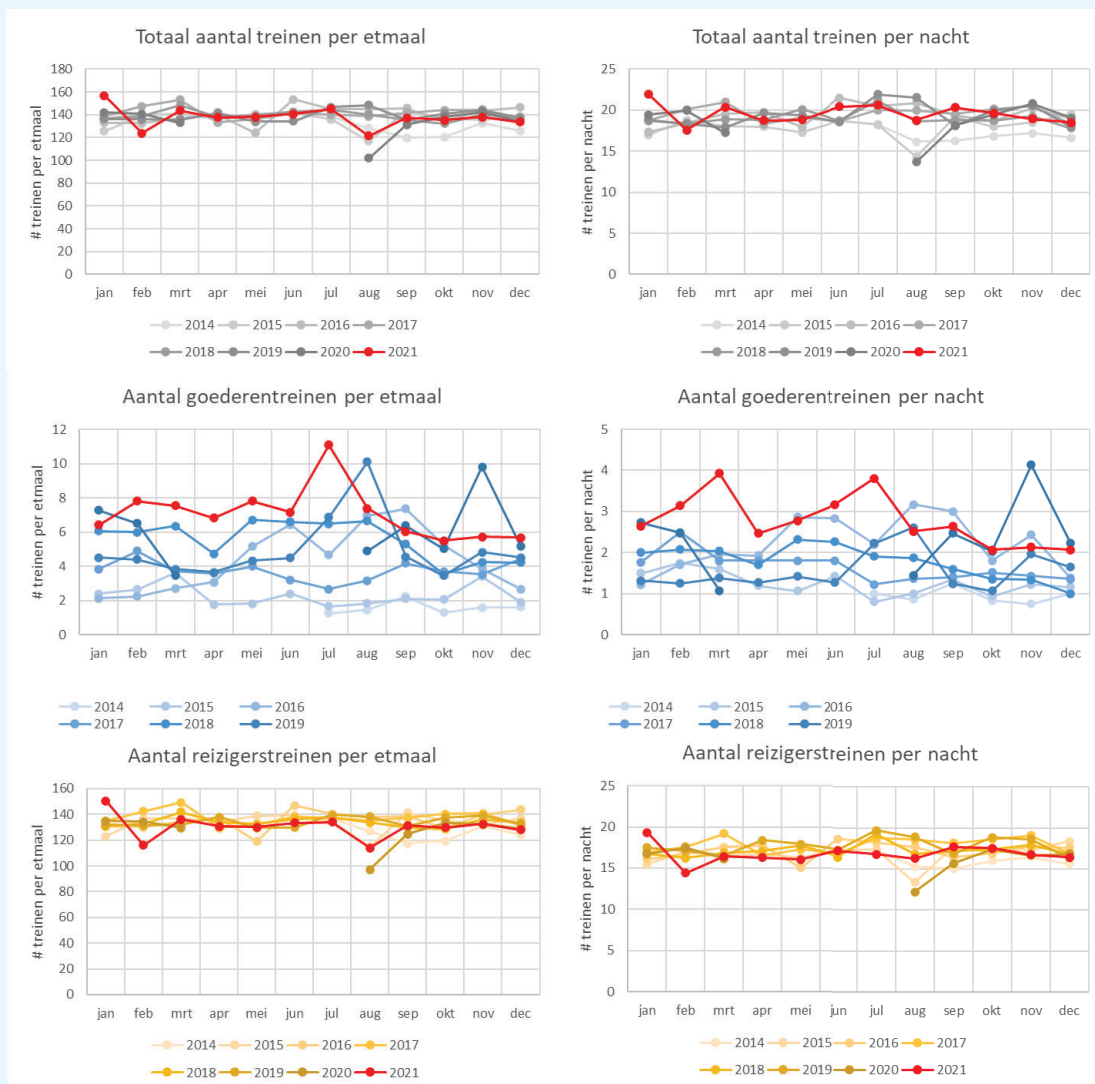


figuur 59: verloop van de L_{den} en L_{night} -waarden per maand. In rood is het laatste meetjaar opgenomen.

In de figuren is te zien dat het L_{den} en L_{night} in 2021 lager zijn dan in de voorgaande meetjaren. Over de maanden heen is het niveau vrij constant.

9.2 Aantallen

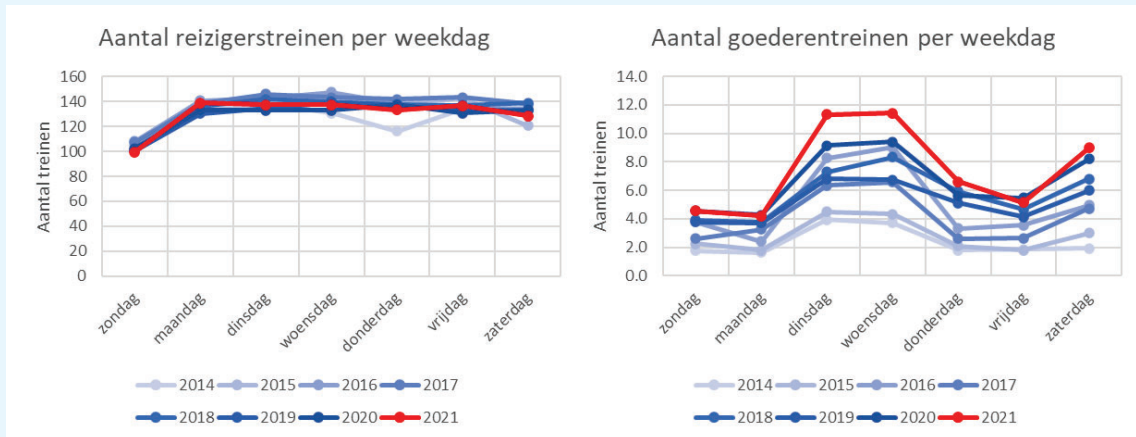
Aantallen per maand



figuur 60: aantal treinen per maand bij De Steeg

Het totaal aantal treinen bij De Steeg is over het jaar heen vrij constant. In de maanden februari en augustus zijn lagere gemiddeldes te zien. In augustus was het traject zelf afgesloten voor werkzaamheden aan het spoor, waardoor geen treinen passeerden. In juli passeren relatief veel goederentreinen.

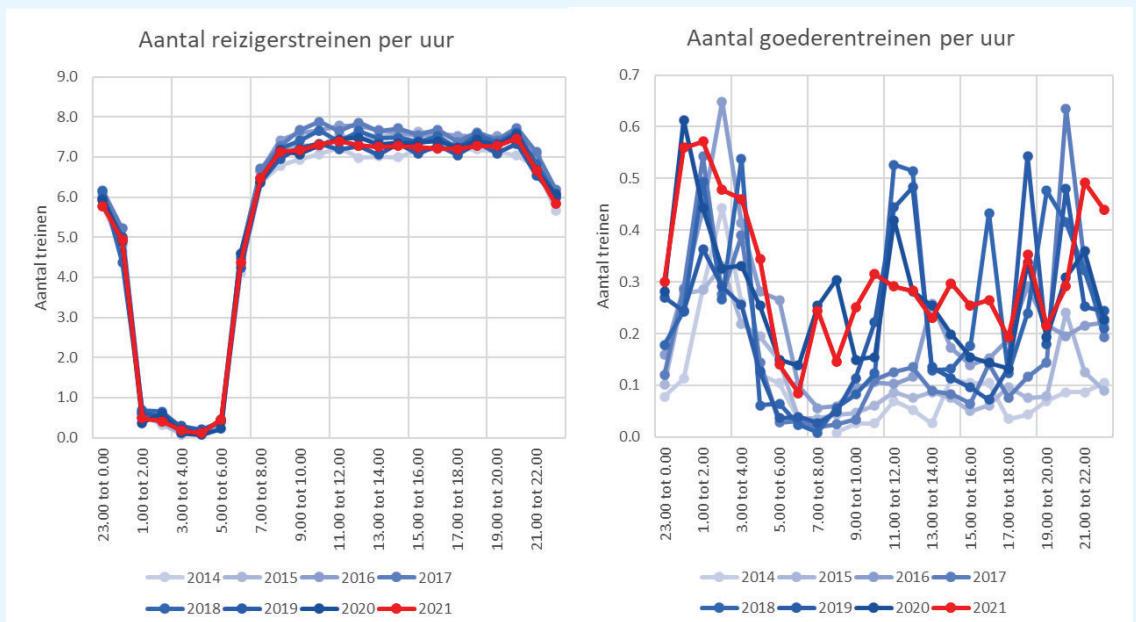
Aantallen per weekdag



figuur 61: verdeling reizigerstreinen (links) en goederentreinen (rechts) over de weekdagen. Weergegeven is het gemiddeld aantal treinen per weekdag.

In bovenstaande figuur is te zien dat op zondag een beperkte dienstregeling wordt gevoerd. De aantallen reizigerstreinen per weekdag zijn over de verschillende jaren gezien vrij constant. In bovenstaande figuur is te zien dat de meeste goederentreinen op dinsdag en woensdag passeren.

Aantallen per uur



figuur 62: verdeling reizigerstreinen (links) en goederentreinen (rechts) over het etmaal. Weergegeven is het aantal treinen per uur.

In bovenstaande figuur is te zien dat de verdeling van het aantal reizigerstreinen over het etmaal vrij constant is. Gemiddeld ligt het aantal treinen per uur iets lager dan in voorgaande jaren, mogelijk te verklaren door de corona-dienstregeling.

Voor goederentreinen passeren de meeste treinen in de nachtperiode.

9.3 Werkzaamheden elders

Tijdens de volgende perioden waren één of twee sporen op het traject Emmerich-Zevenaar op het afgesloten gedurende een week:

Enkelsporig 2021

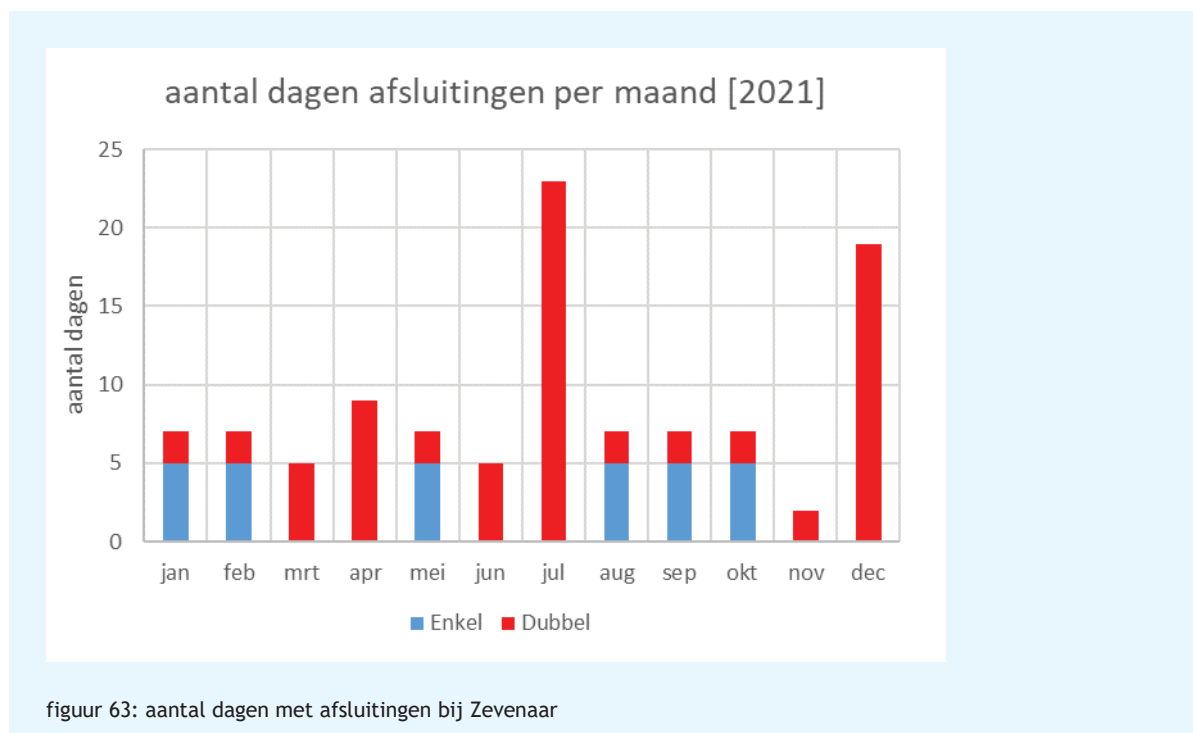
25 januari - 29 januari (wk 4)
22 februari - 26 februari (wk 8)

24 mei - 28 mei (wk 21)

16 augustus - 20 augustus (wk 33)
13 september - 17 september (wk 37)
11 oktober - 15 oktober (wk 41)

Dubbelsporig

22 januari - 24 januari (wk 3)
19 februari - 21 februari (wk 7)
26 maart - 9 april (wk 12-14)
21 mei - 23 mei (wk 20)
25 juni - 23 juli (wk 25-29)
13 augustus - 15 augustus (wk 32)
10 september - 12 september (wk 36)
8 oktober - 10 oktober (wk 40)
29 november - 19 december (wk 48-50)



Vergeleken met de aantallen goederentreinen per maand zijn in juli ook significant meer goederentreinpassages te zien. In deze maand lijken meer goederentreinen omgeleid te zijn via De Steeg. Voor december is dit effect niet zichtbaar.