

Notat

N6.063.25

Tivoli
Indledende støjundersøgelse af Surf Rider

24. juni 2025
Projekt: 41015227

Til : Martin Tjørnum,
Tivoli A/S

Fra : Martin Werner,
Sweco Danmark A/S

1 INDLEDNING

Der er foretaget indledende beregninger af den fremtidige eksterne støj fra Tivoli, for det tilfælde, at forlystelsen Vertigo udskiftes med en ny rutschebane, Surf Rider.

Undersøgelsen tager udgangspunkt i seneste støjkortlægning fra 2021, jf. prøvningsrapport P2.057.21. I henhold til rapporten for sæson 2021 forekommer der mindre overskridelser (ikke signifikante) af Tivolis støjvilkår i referencenepunkterne R1 og R2. Overskridelserne skyldes primært musik fra mindre koncerter og arrangementer på Plænen, som ikke tidligere har været inkluderet i beregningsmodellen.

I nærværende notat er der, foruden beregninger af støj fra Surf Rider, anvist forslag til støjdæmpende tiltag, så den fremtidige eksterne støj fra Tivoli (inkl. Surf Rider) overholder gældende støjvilkår uden brug af usikkerheden.

De støjdæmpende tiltag inkluderer dæmpning af Det Gyldne Tårns trykluftudblæsning (allerede foretaget), reduktion af musikken fra Plænen under mindre koncerter/arrangementer, samt midlertidig lukning af forlystelserne Fatamorgana eller Dæmonen under koncerter.

Det bemærkes, at de anviste dæmpningsforslag er vejledende og ikke besluttet endnu, og der kan være andre tiltag, hvor der opnås en tilsvarende støjreduktion.

2 SURF RIDER

2.1 Beskrivelse af forlystelsen

Surf Rider placeres på samme lokation som Vertigo i Tivolis østlige hjørne.

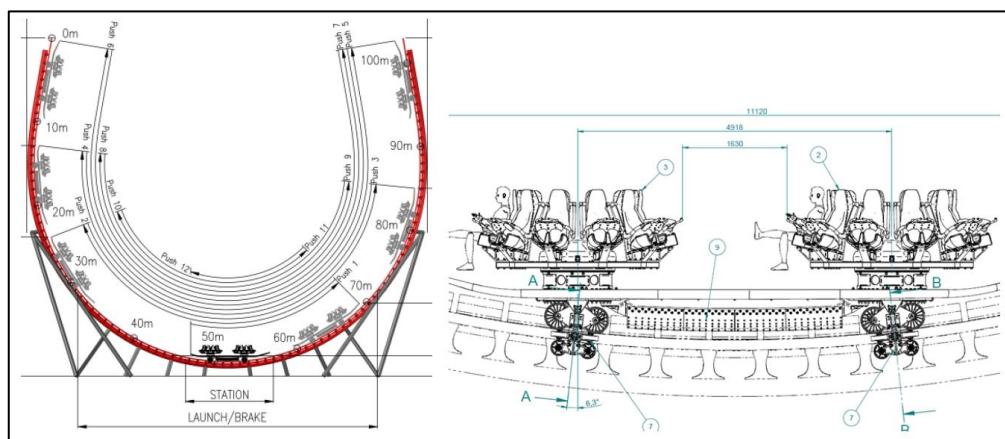
Rutchebanen har et vertikalt u-formet design, hvor passagererne stiger på fra stationsbygningen for foden af forlystelsen. Under turen accelereres vogntoget frem og tilbage 12 gange, inden det når startpositionen igen. Rutchebanen er illustreret på Figur 1 samt bilag A.

Rutschebanen er 100 m lang, dækker et område på ca. 13 x 47 m, og når op i en maksimal højde af 40 m. Vogntoget har to gondoler med plads til i alt 20 personer og når en topfart på 90 km/t.

Rutchebanen er en såkaldt 'launched roller coaster', hvor vogntoget accelereres afsted med en 'booster' placeret under skinnerne i stationsbygningen.

Forlystelse data:

- Banelængde: 100 m
- Tophastighed: 90 km/
- Forlystelse højde: 40 m
- Forlystelse bredde: 13 m
- Forlystelse længde: 47 m



Figur 1 – Illustration af Surf Rider og tilhørende vogntog.

2.2 Støj fra forlystelsen

Kildestyrken (lydeffektniveauet) for rutchebanen er baseret på kildestyrkeværdier fremsendt af virksomheden TÜV SÜD, jf. rapport 09786-02MP05.

Det fremgår af rapporten, at kildestyrken for Surf Rider er estimeret på baggrund af en tilsvarende forlystelse (LSM 5244) målt i Madrid i marts 2024, med samme type motor og banesystem.

I henhold til rapporten udstråler den mekaniske støj hovedsageligt fra bunden af rutschebanen, når vogntoget bliver skudt afsted. Her må ligeledes forventes det største støjbidrag fra publikum, da hastigheden er størst. Den mekaniske støj fra friktion mellem hjul og skinner er mindre betydende i højden, hvor vogntogets hastighed aftager.

I rapporten er angivet en kildestyrkeværdi for den mekaniske støj alene, samt en samlet kildestyrke for rutschebanen inkl. publikumstøj.

Nedenstående kildestyrkeværdier er oplyst:

- | | |
|---|-------------------|
| • 12 ture/time (mekanisk støj) | L_{WA} 103,7 dB |
| • 12 ture/time (mekanisk støj + publikumstøj) | L_{WA} 105,0 dB |
| • 24 ture/time (mekanisk støj + publikumstøj) | L_{WA} 108,1 dB |

I nærværende undersøgelse tages udgangspunkt i en forventet drift på 20 ture/time, hvilket svarer til en samlet kildestyrke på 107,3 dB ved en simpel tidskorrektur. Kildestyrken vurderes at være realistisk for en rutschebane af denne type og størrelse.

Støjen fra rutschebanen indarbejdes i beregningsmodellen som en linjekilde, som følger baneforløbet. I henhold til rapport 09786-02MP05, er den udstrålede støj 6 dB højere omkring 'boosteren', når vogntoget bliver skudt afsted fra stationsbygningen. Den samlede kildestyrke på 107,3 dB er således fordelt over de 100 meter banelængde, svarende til følgende kildestyrke per meter bane for de forskellige sektioner.

- | | |
|---|------------------|
| • Kildestyrke per m (udenfor stationsbygning) | L_{WA} 86,1 dB |
| • Kildestyrke per m (inden i stationsbygning) | L_{WA} 92,1 dB |

For at reducere støjen fra 'boosteren' er det i beregningsgrundlaget forudsat, at den indvendige del af stationsbygningen beklædes med absorbenter for at reducere støjbidraget fra refleksioner.

Desuden forventes rutschebanens skinner at blive fyldt op med sand for at reducere vibrationer i konstruktionen og dermed den mekaniske støj. Da effekten ikke er påvist, er dæmpningen ikke inkluderet i nærværende beregning. Dog må påfyldningen af sand forventes at have en positiv virkning på den samlede støjstråling fra forlystelsen.

Der henvises til rapport 09786-02MP05 for yderligere information vedr. støj fra forlystelsen.

Det bemærkes, at der ikke er taget stilling til impulser eller toner i støjen fra Surf Rider – dette vurderes ved kontrolmålingerne, som skal foretages i forbindelse med idriftsættelse.

2.3 Forlystelsens drift

Tivoli har oplyst, at den forventede drift er 20 ture/time, hvilket er grundlaget for nærværende undersøgelse. Dette må forventes at være den maksimale drift i spidsbelastninger, herunder aftenperioden, men næppe tilfældet for timerne først og sidst i åbningstiden.

Specifikationer:

• Varighed per tur (kørsel):	70 sek
• Varighed for tømning / påfyldning:	110 sek
• Varighed per tur (samlet)	180 sek
• Antal ture/time:	20
• Antal passagerer per vogntog	20
• Antal passagerer per time:	400
• Belægningsprocent	100 %

3 STØJDÆMPENDE TILTAG

3.1 Det Gyldne Tårn

Der er foretaget opdaterede målinger af forlystelsen Det Gyldne Tårn efter dæmpning af forlystelsens trykluftudblæsning. Målingerne er foretaget d. 4. februar 2025.

Støjmålingerne er foretaget i henhold til metoderne beskrevet i Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1993 "Beregning af ekstern støj fra virksomheder".

Måleresultater for Det Gyldne Tårn er angivet i Tabel 1 sammen med tidligere måleresultater fra 2013. Det bemærkes, at kildestyrkerne er angivet ved den såkaldte SEL-værdi for at kunne sammenligne resultaterne direkte. Her er SEL-værdien den samlede lydenergi normeret til en varighed på én time.

Kilde	Målt kildestyrke 2013	Målt kildestyrke 2025	Difference [dB]
	L _{WA,SEL} [dB re 10 ⁻¹² W]	L _{WA,SEL} [dB re 10 ⁻¹² W]	
Det Gyldne Tårn (mekanisk støj)	85,6	85,2	-0,4
Det Gyldne Tårn (trykluft)	87,7	82,9	- 4,8
Sum	89,8	87,2	- 2,6

Tabel 1 – Måleresultater for Det Gyldne Tårn.

Målingerne viser, at den mekaniske støj fra Det Gyldne Tårn er tæt på uændret siden 2013, mens støj fra trykluft er reduceret med ca. 5 dB. Samlet er støjen fra Det Gyldne Tårn reduceret med 2,6 dB i forhold til tidligere målinger fra 2013.

Måleblade, der viser metode og resultater, fremgår af bilag B.

3.2 Øvrig musik fra Plænen

I henhold til prøvningsrapport P2.057.21 for sæson 2021 er der ved øvrige mindre koncerter og arrangementer på Plænen målt lyd niveauer på op til 70-72 dB på Koncertsalens tag i aftenperioden (midlet over én time). I beregningsgrundlaget fra 2021, som viser mindre overskridelser af Tivolis gældende støjvilkår i referencepunkterne R1 og R2, er der regnet med et lyd niveau på 72 dB på koncertsalens tag.

Da musikken fra øvrige koncerter på Plænen har stor indflydelse på den samlede eksterne støj fra Tivoli i aftenperioden, er der foretaget beregninger uden musik fra Plænen samt hvor lyd niveauet er reduceret.

Det bemærkes, at Tivoli har modtaget særskilt tillæg til miljøgodkendelse, som giver Tivoli tilladelse til at spille musik fra Plænen med forhøjet lyd ved 20 store koncerter årligt. Disse koncerter er ikke en del af denne undersøgelse.

3.3 Dæmonen & Fatamorgana

Forlystelserne Dæmonen og Fatamorgana, som er placeret i Tivolis østlige hjørne, har ligeledes stor indflydelse på støjbelastningen i referencepunkterne R1 og R2. Der er således foretaget beregninger, hvor forlystelserne lukkes midlertidigt, når der afholdes mindre koncerter og arrangementer på Plænen.

4 RESULTATER

Der er foretaget støjberegninger i den mest støjbelastede time i aftenperioden mellem kl. 18 og 22, da dette referencetidsrum er dimensionerende for den eksterne støj i omgivelserne. Beregningerne er foretaget for Surf Rider alene samt for hele Tivoli (inkl. Surf Rider) med udgangspunkt i de forskellige dæmpningsforslag.

4.1 Støjbidrag Surf Rider

Tabel 2 viser det forventede støjbidrag fra Surf Rider alene (mekanisk støj + publikumstøj) i referencepunkterne R1-R6. Til sammenligning fremgår støjbidraget fra Vertigo, som er 1,2 - 1,7 dB lavere.

Referencepunkt	Støjbidrag Vertigo L _{Aeq} i dB	Støjbidrag Surf Rider L _{Aeq} i dB	Forskel i dB
R1 - Stoltenbergsgade 1, 4 sal	47,2	48,8	1,6
R2 - H.C. Andersens Boulevard 33, 4 sal	51,9	53,6	1,7
R3 - Tietgensgade 31, 2 sal	46,8	48,2	1,4
R4 - Glypteket, nordligt skel	53,7	55,4	1,7
R5 - Stoltenbergsgade 3, 4 sal	46,8	48,1	1,3
R6 - Stoltenbergsgade 5, 4 sal	45,5	46,7	1,2

Tabel 2 – Beregnet støjbidrag fra Surf Rider og Vertigo alene samt forskellen.

Isoleret set, er Surf Rider således en anelse mere støjende end Vertigo.

4.2 Dæmningsforslag 1

Der er foretaget beregninger af den samlede støj fra Tivoli efter etablering af Surf Rider og med udgangspunkt i følgende støjdæmpende tiltag.

- Dæmpning af Det Gyldne Tårns trykluftudblæsning (allerede foretaget)
- Ingen musik på Plænen

Beregningsresultaterne fremgår af Tabel 3. Til sammenligning vises det samlede støjbidrag fra seneste støjkortlægning jf. rapport P2.057.21, hvor Vertigo stadig var i drift.

Desuden anføres støjgrænserne i vilkår 8 i Københavns Kommunes miljøgodkendelse af 16. april 1996 (med tillæg af 30. april 2025) samt den forventede samlede ændring.

Referencepunkt	Alle støjkluder P2.057.21 inkl. Vertigo L _r i dB Kl. 18-22	Alle støjkluder fremtidig inkl. Surf Rider L _r i dB Kl. 18-22	Ændring i dB	Støjvilkår (L _r) i dB
R1 - Stoltenbergsgade 1, 4 sal	60,8 (61)	59,5 (60)	-1,3	60
R2 - H.C. Andersens Boulevard 33, 4 sal	60,6 (61)	60,0 (60)	-0,6	60
R3 - Tietgensgade 31, 2 sal	62,8 (63)	62,6 (63)	-0,2	70
R4 - Glyptoteket (inkl. +5 dB impulstillæg)	69,9 (70)	69,6 (70)	-0,3	70
R5 - Stoltenbergsgade 3, 4 sal	59,4 (59)	59,0 (59)	-0,4	60
R6 - Stoltenbergsgade 5, 4 sal	58,2 (58)	57,8 (58)	-0,4	60

Tabel 3 – Beregnet støjbelastning fra alle støjkluder jf. rapport P2.057.21 (inkl. Vertigo) samt efter etablering af Surf Rider og dæmningsforslag 1.

Det fremgår af resultattabellen, at støjbelastningen overholder gældende støjvilkår i samtlige referencepunkter. Den største reduktion på 1,3 dB ses i referencepunkt R1.

4.3

Dæmningsforslag 2

Der er foretaget beregninger af den samlede støj fra Tivoli efter etablering af Surf Rider og med udgangspunkt i følgende støjdæmpende tiltag.

- Dæmpning af Det Gyldne Tårns trykluftudblæsning (allerede foretaget).
- Dæmonen lukkes midlertidigt under 'øvrige' koncerter.

Beregningsresultaterne fremgår af Tabel 4. Til sammenligning vises det samlede støjbidrag fra seneste støjkortlægning jf. rapport P2.057.21, hvor Vertigo stadig var i drift.

Desuden anføres støjgrænserne i vilkår 8 i Københavns Kommunes miljøgodkendelse af 16. april 1996 (med tillæg af 30. april 2025) samt den forventede samlede ændring.

Referencepunkt	Alle støjkloder P2.057.21 inkl. Vertigo L _r i dB Kl. 18-22	Alle støjkloder fremtidig inkl. Surf Rider L _r i dB Kl. 18-22	Ændring i dB	Støjvilkår (L _r) i dB
R1 - Stoltenbergsgade 1, 4 sal	60,8 (61)	58,0 (58)	-2,8	60
R2 - H.C. Andersens Boulevard 33, 4 sal	60,6 (61)	59,2 (59)	-1,4	60
R3 - Tietgensgade 31, 2 sal	62,8 (63)	61,1 (61)	-1,7	70
R4 - Glyptoteket (inkl. +5 dB impulstillæg)	69,9 (70)	65,2 (65)	-4,7	70
R5 - Stoltenbergsgade 3, 4 sal	59,4 (59)	55,8 (56)	-3,6	60
R6 - Stoltenbergsgade 5, 4 sal	58,2 (58)	55,4 (55)	-2,8	60

Tabel 4 – Beregnet støjbelastning fra alle støjkloder jf. rapport P2.057.21 (inkl. Vertigo) samt efter etablering af Surf Rider og dæmningsforslag 2.

Det fremgår af resultattabellen, at støjbelastningen overholder gældende støjvilkår i samtlige referencepunkter. Den største reduktion på 4,7 dB ses i referencepunkt R4.

4.4 Dæmningsforslag 3

Der er foretaget beregninger af den samlede støj fra Tivoli efter etablering af Surf Rider og med udgangspunkt i følgende støjdæmpende tiltag.

- Dæmpning af Det Gyldne Tårns trykluftudblæsning (allerede foretaget).
- Fatamorgana lukkes midlertidigt under 'øvrige' koncerter.
- Reduktion af musik fra Plænen med 4 dB, svarende til et maksimalt niveau på 68 dB på koncertsalens tag.

Beregningsresultaterne fremgår af Tabel 5. Til sammenligning vises det samlede støjbidrag fra seneste støjkortlægning jf. rapport P2.057.21, hvor Vertigo stadig var i drift.

Desuden anføres støjgrænserne i vilkår 8 i Københavns Kommunes miljøgodkendelse af 16. april 1996 (med tillæg af 30. april 2025) samt den forventede samlede ændring.

Referencepunkt	Alle støjkluder P2.057.21 inkl. Vertigo L _r i dB Kl. 18-22	Alle støjkluder fremtidig inkl. Surf Rider L _r i dB Kl. 18-22	Ændring i dB	Støjvilkår (L _r) i dB
R1 - Stoltenbergsgade 1, 4 sal	60,8 (61)	60,0 (60)	-0,8	60
R2 - H.C. Andersens Boulevard 33, 4 sal	60,6 (61)	59,6 (60)	-1,0	60
R3 - Tietgensgade 31, 2 sal	62,8 (63)	62,6 (63)	-0,2	70
R4 - Glyptoteket (inkl. +5 dB impulstillæg)	69,9 (70)	69,7 (70)	-0,2	70
R5 - Stoltenbergsgade 3, 4 sal	59,4 (59)	59,1 (59)	-0,3	60
R6 - Stoltenbergsgade 5, 4 sal	58,2 (58)	57,9 (58)	-0,3	60

Tabel 5 – Beregnet støjbelastning fra alle støjkluder jf. rapport P2.057.21 (inkl. Vertigo) samt efter etablering af Surf Rider og dæmningsforslag 3.

Det fremgår af resultattabellen, at støjbelastningen overholder gældende støjvilkår i samtlige referencepunkter. Den største reduktion på 1,0 dB ses i referencepunkt R2.

5

OPSUMMERING

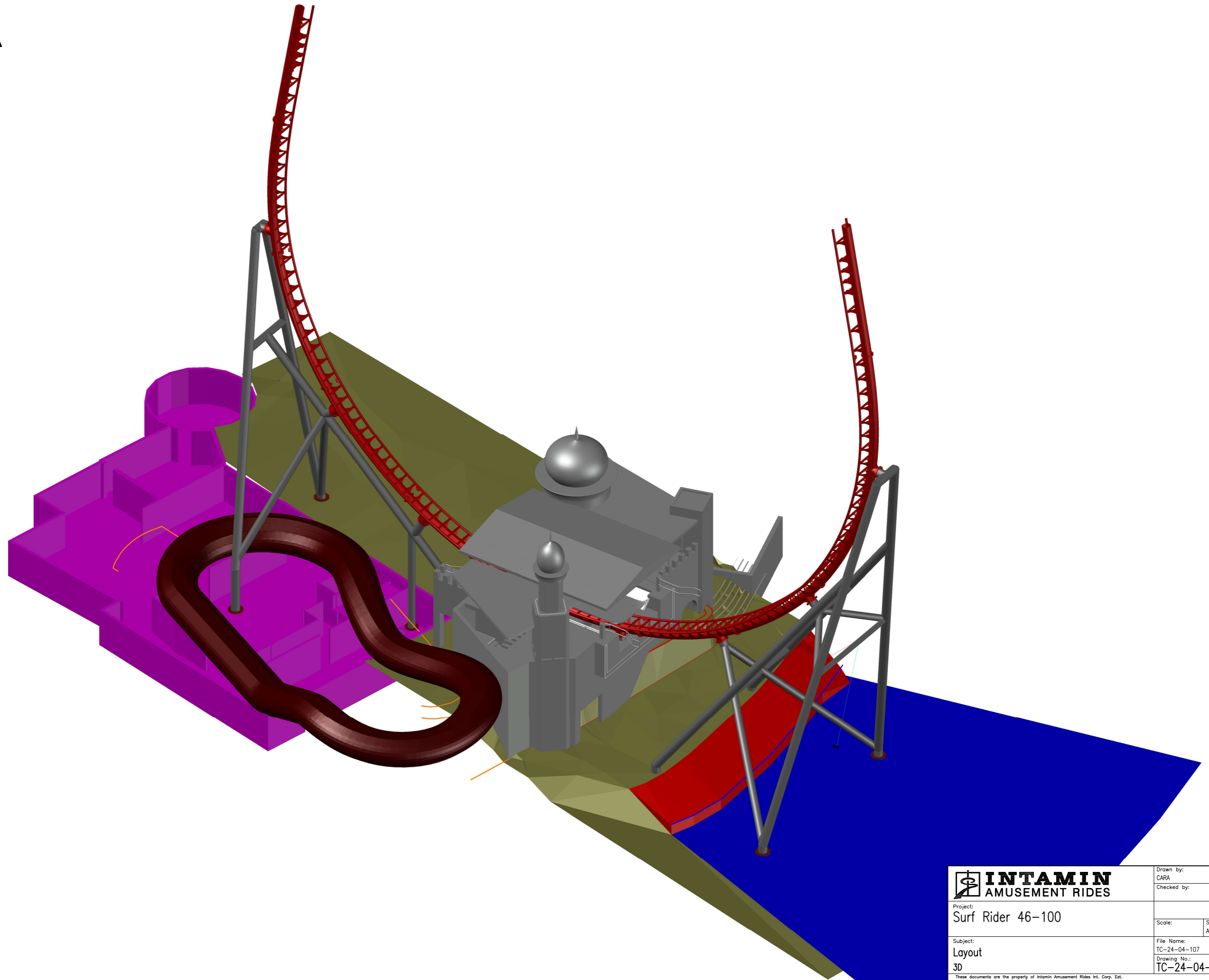
Der er foretaget indledende beregninger af den fremtidige eksterne støj fra Tivoli, for det tilfælde, at forlystelsen Vertigo udskiftes med en ny rutschebane, Surf Rider.



Beregningerne er foretaget for tre forskellige dæmpningsforslag, således at den fremtidige eksterne støj fra Tivoli (inkl. Surf Rider) overholder gældende støjvilkår uden brug af usikkerheden.

Beregningerne viser, at støjvilkåret er overholdt, når der ikke afholdes mindre koncerter og arrangementer på Plænen (dæmpningsforslag 1). Ved samtidig afholdelse af koncerter kan støjvilkåret overholdes, hvis Dæmonen lukkes midlertidigt under koncerten (dæmpningsforslag 2). Alternativt lukkes Fata Morgana midlertidigt under koncerten samtidigt med, at musikken reduceres med 4 dB, svarende til et maksimalt niveau på 68 dB på koncertsalens tag (dæmpningsforslag 3).

De anviste dæmpningsforslag er vejledende og ikke besluttet endnu, og der kan være andre tiltag, hvor der opnås en tilsvarende støjreduktion.

Bilag A



	Drawn by:	CARA	Date:	11.03.2024	
	Checked by:		Date:		
Project:		Surf Rider 46-100			
Scale:	A1	Size:	A1	Sheets:	8 of 8
Subject:		Layout			
3D		File Name:	TC-24-04-107		
		Drawing No.:	TC-24-04-107		
		Rev.:			
<small>These documents are the property of Intamin Amusement Rides Int. Corp. Est. Any use, reproduction, distribution and exhibition is not allowed without the owner's written consent. Diese Unterlagen sind Eigentum der Intamin Amusement Rides Int. Corp. Est. Jede Vervielfältigung, Verbreitung und Vorführung darf nur mit ausdrücklicher schriftlicher Zustimmung erfolgen.</small>					
					

Sagsnr.	41015227
Sagsnavn	Tivoli Surf Rider

Måledato:	04/02/2025
Målt af:	DKFIGR

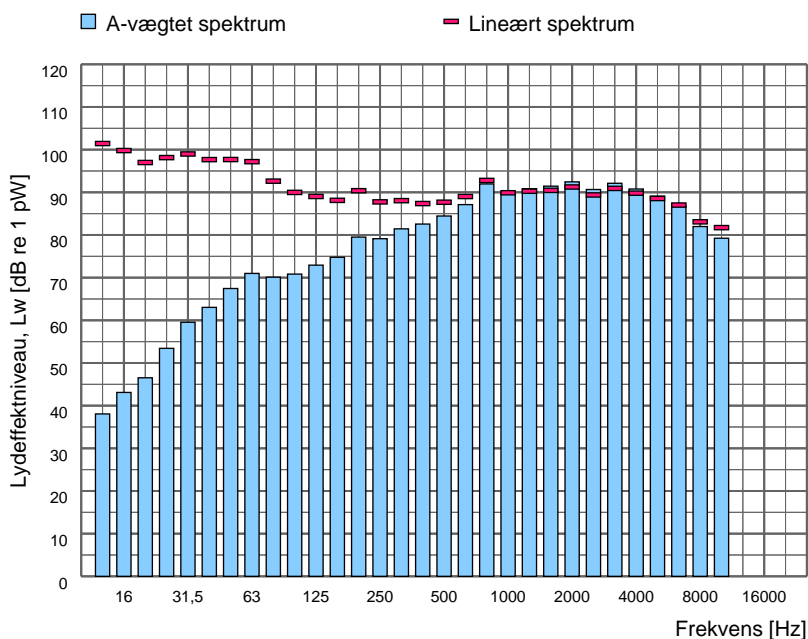
Støjkilde:	Gyldne tårn Mekanisk støj
------------	---------------------------

Beskrivelse:
 Måling af mekanisk støj ved kørsel
 LpA, 58 m: 61 dB
 Måletid: 85,5 sek
 Målt d. 4/2-2025



Måling i henhold til:	Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 5, 1993	Måleafstand [m]:	58,10
Anvendt metode:	Kuglemetoden	Måleflade, areal [m²]:	21209,58
Referencebox, placering:	Over plan	Sref / S:	
Referencebox, dimensioner [m³]:		Arealkorrektion:	43,3
Referencebox, areal [m²]:	0,00	Nærfeltskorrektion [dB]:	
Karakteristisk dimension, d0 [m]:			

Frekvens [Hz]	Lw,A [dB]		Lw,LIN [dB]	
	1/3-okt.	1/1-okt.	1/3-okt.	1/1-okt.
10	-		-	
12,5	38,1		101,4	
16	43,1	48,6	99,8	104,5
20	46,5		97,0	
25	53,4		98,1	
31,5	59,5	65,0	99,0	103,1
40	63,0		97,7	
50	67,5		97,7	
63	71,0	74,5	97,2	101,1
80	70,1		92,6	
100	70,8		90,0	
125	72,9	77,9	89,0	93,9
160	74,8		88,1	
200	79,5		90,4	
250	79,1	84,9	87,8	93,7
315	81,4		88,0	
400	82,6		87,4	
500	84,4	89,9	87,7	92,9
630	87,1		89,0	
800	92,0		92,8	
1000	89,9	95,8	89,9	96,0
1250	90,9		90,3	
1600	91,4		90,5	
2000	92,5	96,4	91,2	95,2
2500	90,7		89,4	
3150	92,1		90,9	
4000	90,8	95,6	89,8	94,6
5000	89,1		88,5	
6300	86,9		87,0	
8000	82,0	88,6	83,1	89,3
10000	79,2		81,7	
12500	-		-	
16000	-	-	-	-
20000	-		-	
Total	101,4		109,0	



Spektrumfil	LAeq [dB]	Terræn	Korrektion [dB]	Korrektion for baggrundsstøj
Totalstøj Mekanisk støj middel 4 målinger	60,7	Hårdt	-	Ja
Baggrundsstøj: Baggrundsstøj 58,1 m	58,3	-	-	-

Sagsnr. 41015227
Sagsnavn Tivoli Surf Rider

Måledato: 04/02/2025
Målt af: DKFIGR

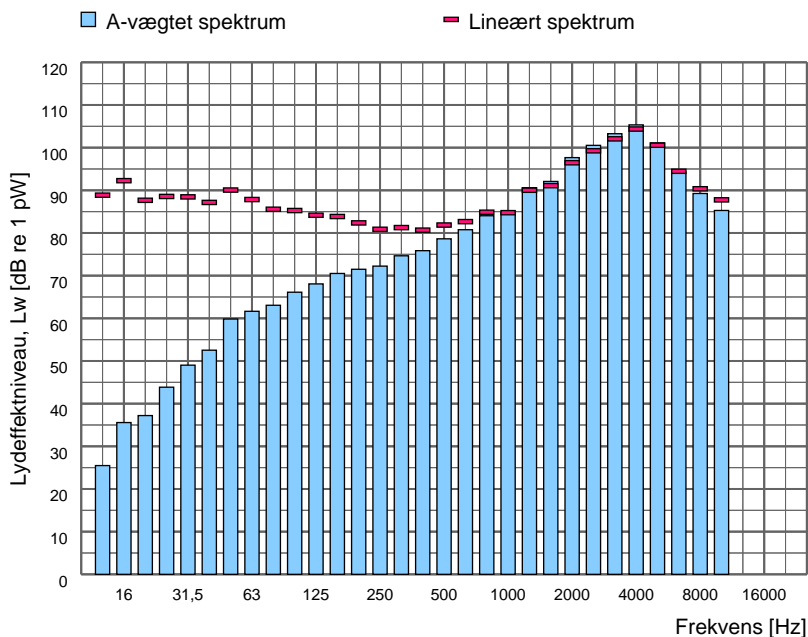
Støjkilde: Gylde Tårn Trykluft

Beskrivelse:
Måling af trykluft fra lydæmper
LpA, 19 m: 76,2 dB
Måletid: 7,6 sek
Målt d. 4/2-2025



Måling i henhold til:	Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 5, 1993	Måleafstand [m]:	19,01
Anvendt metode:	Kuglemetoden	Måleflade, areal [m²]:	2270,62
Referencebox, placering:	Over plan	Sref / S:	
Referencebox, dimensioner [m³]:		Arealkorrektion:	33,6
Referencebox, areal [m²]:	0,00	Nærfeltskorrektion [dB]:	
Karakteristisk dimension, d0 [m]:			

Frekvens [Hz]	Lw,A [dB]		Lw,LIN [dB]	
	1/3-okt.	1/1-okt.	1/3-okt.	1/1-okt.
10	-		-	
12,5	25,5		88,9	
16	35,6	39,6	92,3	94,8
20	37,2		87,7	
25	43,9		88,6	
31,5	49,0	54,5	88,5	92,9
40	52,5		87,2	
50	59,8		90,1	
63	61,6	66,5	87,8	93,0
80	63,1		85,6	
100	66,1		85,3	
125	68,1	73,4	84,2	89,2
160	70,5		83,9	
200	71,5		82,4	
250	72,2	77,8	80,9	86,3
315	74,7		81,3	
400	75,9		80,7	
500	78,6	83,6	81,9	86,6
630	80,8		82,7	
800	84,0		84,9	
1000	84,8	92,3	84,8	92,1
1250	90,6		90,0	
1600	92,1		91,1	
2000	97,7	102,7	96,5	101,5
2500	100,5		99,3	
3150	103,3		102,1	
4000	105,3	108,3	104,4	107,4
5000	101,1		100,6	
6300	94,3		94,5	
8000	89,3	95,9	90,4	96,5
10000	85,3		87,8	
12500	-		-	
16000	-	-	-	-
20000	-		-	
Total	109,7		109,2	



Spektrumfil	LAeq [dB]	Terræn	Korrektion [dB]	Korrektion for baggrundsstøj
Totalstøj Trykluft Middelt af 5 målinger	76,2	Hårdt	-	Ja
Baggrundsstøj: Baggrundsstøj 19 m	60,3	-	-	-