

NORDIC Seaplanes A/S

Beregning af luftemissioner fra vandfly (DHC-6 Twin Otter)

FORCE Technology

26. august 2026

James Bonomaully
2026-08-26

Digitally signed by James Bonomaully
jabm@forcetechnology.com
Project Manager

Kontakt

Afdeling: Clean Air Technologies

Projektleder: James Bonomaully

Sagsnummer: 126-29740

Telefon: / 42 62 77 88

E-mail: jabm@forcetechnology.com

Web: www.force.dk

Park Allé 345, 2605 Brøndby

Resumé

FORCE Technology har i august 2026 udført beregninger af emissioner af partikler (PM_{2,5}) og kvælstofoxider (NO_x) fra virksomheden NORDIC Seaplanes A/S's vandfly af type "DHC-6 Twin Otter". Beregningerne er baseret på virksomhedsoplyste driftsdata og eksterne emissionsfaktorer. Resultaterne fremgår af Tabel 1 og Tabel 2.

Tabel 1 Beregnet emissioner for flyet i hver fase.

Fase	Brændstof- forbrug kg/min	Emission pr. min		Totalemission under hele fasen	
		PM _{2,5}	NO _x	PM _{2,5}	NO _x
		g/min	g/min	g	g
Sejlads før take-off	1,3	0,6	3,2	3	16,2
Take-off	6,4	1,4	50	1,4	50
Landing	1,3	0,1	11,2	0,1	11,2
Sejlads efter landing	1,3	0,6	3,2	3	16,2

Tabel 2 Beregnet totalemission ved afgang og ankomst.

Operation	Totalemission	
	PM _{2,5}	NO _x
	g	g
Afgang (Sejlads + takeoff)	4,4	66,2
Ankomst (Landing + sejlads)	3,1	27,4

1 Indledning

FORCE Technology har i august 2026 udført beregninger af emissioner fra virksomheden NORDIC Seaplanes A/S's vandfly af type "DHC-6 Twin Otter".

Rekvirent: NORDIC Seaplanes A/S ved Lasse Rungholm

Adresse: Østhavnsvej 48, DK-8000 Aarhus C

Rapporten er udarbejdet af: James Bonomaully

1.1 Formål

Nordic Seaplanes driver en kommerciel flyrute mellem København og Aarhus, med et vandfly, som anvender havnen som landingsbane. Flyet har to turbinemotorer som udleder emissioner fra brændstofforbrænding undervejs, og i denne rapport kvantificeres emissioner af partikler (PM_{2,5}) og kvælstofoxider (NO_x) mens flyet er i havneområdet i København. Emissioner uden for havneområdet er ikke en del af beregningerne.

2 Inputdata

2.1 Flyets operation

Den almindelige drift af flyet omfatter følgende sekvens af operationer:

1. Passagerer stiger om bord i København ved Nordre Toldbod
2. Flyet sejler ud til det punkt hvor takeoff kan begynde
3. Takeoff
4. (tur-retur til Aarhus)
5. Landing i Københavns havn
6. Flyet sejler tilbage til terminalen

Emissioner fra flyet er påvirket af belastning af motorerne, det vil sige at det afhænger af om flyet er under sejlads, under takeoff eller landing. Vandflyet er af typen "DHC-6 Twin Otter", som har to PT6A-27 turbine-motorer, hvilke anvender standard Jet A-1 flybrændstof som har en massefylde på 0,80 kg/liter. Brændstofforbrug som total for begge motorer vises i Tabel 3, samme med tid i hver fase af operation.

Tabel 3 Operationelle data.

Fase	Tid i pågældende fase	Brændstofforbrug
	min	l/min
Sejlads før start	5	1,7
Takeoff	1	8,0
Landing	1	1,7
Sejlads efter landing	5	1,7

Alt data om flyets operation (Tabel 3), samt massfyld af brændstof, er leveret af virksomheden.

2.2 Emission

Motorerne installeret på flyet er af typen PT6A-27, en turboprop-motor produceret af Pratt and Whitney, som kan levere op til 510 kW hver. Beregning af emissioner af PM_{2,5} og NO_x kræver emissionsfaktorer, som angiver en masseemission pr. kg brændstof under forskellige belastningsniveauer. EMEP (samarbejde om monitorering og evaluering af lang-distance forureningsstoffer i Europa) og EEA (European Environment

Agency) har udviklet en database med emissionsfaktorer og en række værktøjer¹ indenfor luftfart. Databasen fokuseret dog primært på større fly, som står for langt det største bidrag til luftforurening fra luftfart. Der er ikke angivet emissionsfaktorer til motorer med så lav kraft som PT6A-27. Emissionsdata fra motorer fås ikke fra producenten, og derfor skal der anvendes en anden tilsvarende motortype som approksimation til de i beregningerne anvendte emissionsfaktorer.

Som del af deres interne procedurer for at vurdere luftkvalitet ved flystationer hos U.S. Air Force, har U.S. Air Force Civil Engineer Center udviklet en manual² (Air emissions guide for Air Force mobile sources, 2025, tabel 2-9) som angiver emissionsfaktorer for en række motortyper de anvender, herunder PT6A-27, som er anvendt i vandflyveren. Førnævnte manual anbefaler dog at benytte emissionsfaktorer for PT6A-38 i forholdt til PM_{2,5}. De angivne emissionsfaktorer for PM_{2,5} og NO_x vises i Tabel 4.

Tabel 4 Emissionsfaktorer for PT6A-27

Fase	PM _{2,5}	NO _x
	g/kg brændsel	g/kg brændsel
Taxi (sejlads)	0,45 ^a	2,43
Takeoff	0,22 ^a	7,81
Landing	0,09 ^a	8,37

^aManualen konstaterer at ingen data er tilgængelig for PM_{2,5} emissioner fra denne motor, og derfor er der anbefalet at anvende data fra motoren PT6A-38, som er vurderet til at være meget sammenlignelige. PT6A-38 er også en turboprop motor fra Pratt and Whitney, men som kan producere 560 kW i stedet for 510 kW.

Emission beregnes med følgende formler:

$$\text{Emission pr. minut} = \text{brændstofforbrug [kg/min]} \times \text{emissionsfaktor [g/kg brændsel]}$$

$$\text{Totalemission} = \text{emission pr. minut} \times \text{varighed [min]}$$

Stort set al partikelmassen fra motorerne vil være ultrafine partikler (UFP), som har en diameter på under 0,1 mikrometer.

3 Resultater

De beregnede emissioner for hver fase af flyets operation, fra begge motorer, fremgår af Tabel 5, og de samlede emissioner i havneområdet under én afgang og én ankomst vises i Tabel 6.

Tabel 5 Beregnet emissioner for flyet i hver fase

Fase	Brændstof-forbrug kg/min	Emission pr. min		Totalemission under hele fasen	
		PM _{2,5}	NO _x	PM _{2,5}	NO _x
		g/min	g/min	g	g
Sejlads før take-off	1,3	0,6	3,2	3	16,2
Take-off	6,4	1,4	50	1,4	50
Landing	1,3	0,1	11,2	0,1	11,2
Sejlads efter landing	1,3	0,6	3,2	3	16,2

¹ <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/emep-eea-guidebook-2023>

² Air emissions guide for Air Force mobile sources – Methods for estimating emissions of air pollutants for mobile sources at United States Air Force installations, *Air Force Civil Engineer Center*, Juni 2025

Tabel 6 Beregnet totalemission ved afgang og ankomst

Operation	Totalemission	
	PM _{2,5}	NOx
	g	g
Afgang (Sejlads + takeoff)	4,4	66,2
Ankomst (Landing + sejlads)	3,1	27,4

3.1 Spredning af emissioner

Flyet sejler i ca. 5 minutter mellem Nordre Toldbod og det punkt længere ud i Københavns Havn hvor take-off kan begynde, hvorefter farten bliver sat op til takeoff. Da emissionskilden er i bevægelse, vil emissionerne ikke være koncentreret ét stationært punkt. Dette kan medføre større geografisk fordeling af emissionerne end ved en stationær kilde, men den konkrete fortynding afhænger af meteorologi, flyets hastighed og afstand til receptor.