Étude de faisabilité d'apport énergétique pour le voilier

KNUT

Objectif de l'étude:

Installation d'une propulsion électrique en remplacement du moteur actuel: diesel Aifo (Fiat).
L'objectif visé est d'atteindre une autonomie à l'aide de propulsion électrique, l'exigeance et d'assurer une distance de 50 miles à une vitesse de 5 nœuds.
Définir le dimensionnement des batteries et présentation des différentes sources d'énergie pour couvrir les besoins énergétique de la propulsion et des divers consommateurs à bord.

Puissance nécessaire à la propulsion du voilier **KNUT**

Données techniques du voilier :

Longueur: 15m	Largeur: 4.6m
Tirant d'eau: 3m	Déplacement max.: 12t
Moteur: AIFO (Fiat) 72 CV (55kW)	Vitesse de croisière: 5 nœuds à 1500 tour/min.
Arbre en ligne: Diamètre de l'arbre de l'hélice = ?	Hélice à deux palles de type Maxprop D = ?

Vitesse de la coque :

Il est courant aujourd'hui de surdimensionner la puissance lors de la détermination du moteur. C'est pourquoi la plupart des yachts sont surpuissants. Pour atteindre la vitesse de la coque, une puissance d'environ 2 kW / 1t de déplacement est tout à fait suffisante, et avec 25% de celle-ci, soit environ 0,5 kW / 1t , il est facile d'atteindre les 70% de la vitesse de la coque.

Vitesse de coque	Puissance moteur de KNUT (kW)	Vitesse (nœud)
100%	**24 kW** (12 t x 2.0 kW/ 1t = 24 kW)	**8.8**
70%	**6 kW** (12 t x0.5 kW/ 1t = 6.0 kW)	**6.0**
60%	**3.3 kW** (12 t x 0.3 kW/1t = 3.3 kW)	**5.2**

Cela soulève la question de savoir si la performance est suffisante même par très mauvais temps ou s'il faut encore tenir compte d'une réserve de puissance.

Le couple du moteur électrique étant jusqu'à 300% plus élevé dans la plage de charge partielle que d' un moteur conventionnel de même puissance, même avec une modeste puissance de 2kW/1t on a plus de couple à disposition pour les manœuvres et pour la navigation en régime de croisière, c'est-à dire le double de couple par rapport à un moteur conventionnel.
Un moteur électrique pour le voilier Knut d'une puissance nominale de 25 kW est tout à fait envisageable en remplacement du moteur diesel actuel.

Avantages par rapport au moteur diesel:

° 10% - 20% supérieur en accélération (cela dépend du diamètre de l' hélice)
° 10% + d'efficacité de chemin de freinage.
° 20% + de couple (de poussée) en plus, pour une vitesse de croisière de 5 nœuds, surtout en condition de mauvais temps.
° Sous voiles, le moteur électrique devient dynamo et recharge les batteries.
° Nettement moins bruyant.
° Pas d'inhalation de gaz d'échappement.

Désavantage:

°La vitesse finale en comparaison du moteur actuel de 52,5 kW est d'environ 1,0 à 1,5 nœuds inférieur à la vitesse maximum.

Énergie à bord:

L'entraînement électrique reçoit l'énergie nécessaire de la batterie (lithium phosphate). Cela sera décrit ci-dessous sous « batterie ». La capacité de stockage a été conçue de telle sorte qu'une distance de 50 miles nautiques puisse être atteinte avec une seule charge de batterie pour une vitesse d'environ 5 nœuds, par mer calme
.
Les batteries sont chargées à l'aide de modules solaires et grâce également à deux petites éoliennes qui font office de génératrice de courant (une éolienne est déjà sur le bateau et pourra être intégrée à la nouvelle installation). Sous voile, le moteur électrique fonctionne comme hydrogénérageur, ce qui en fait la source principale d'apport d'énergie pour la charge des batteries. Nous avons ici un facteur de sécurité important grâce aux multiples sources d'énergie électrique.

Motorisation électrique:

Moteur in-bord EE-50, 25 kW /50V max. à 830 tours/min.
Constitué d'une transmission par courroie crantée, d'un moteur à aimant permanent, d'une unité de contrôle à variation continue, d'un tableau de bord avec verrouillage de contacte (clef), d'un contrôle de la température et d'un levier de puissance unique.

Batteries:

Batterie Lithium phosphate, concept le plus sûr et le plus fiable du marché actuel. La capacité de la batterie de propulsion est de 600 Ah/50 Volts a été conçue de manière à pouvoir être utilisée pendant environ 10 heures d'affilée sans rayonnement solaire, pour environ 5 nœuds de vitesse de croisière, en incluant en parallèle la consommation de la batterie de servitude pour les consommateurs de 12 V, tel que radio, feux de positions, ordinateurs, instruments de navigation etc. Les batteries au lithium (600 Ah / 50Volt) peuvent facilement être installées dans le compartiment de l'ex-moteur diesel.

Dimension: L = 1500 mm x L = 840 mm x H = 300 mm, poids de Bat. 400 kg
Puissance totale: 600 Ah / 50 Volts = 30 kWh

Source d'énergie :

Récupération sous voiles :

A cause de sa haute densité, l'eau à basse vitesse, délivre une énergie élevée qui peut être convertie en énergie électrique au moyen d'une hélice tractée. La puissance attendue à une vitesse de 6 -7 nœuds varierait d'environ 500-600 watts (10A -12 A / 48V).

Générateur solaire:

12 modules solaires d'une puissance totale de 440 W peuvent être installés sur les barrières latérales. Les modules sont connectés en deux groupes, permettant d'atteindre la tension nominale des batteries de 50 Volts. Chaque groupe possède son propre régulateur solaire. Les modules solaires fixés aux barrières peuvent être orientés manuellement pour mieux capter les rayons du soleil.
Dimensions d'un module solaire "Solara 55W (22.8V / 2.4A)": 844mm x 481mm, poids 2.8kg
Production journalière moyenne estimée en été sur le Spitzberg 120,0 Ah / 48 volts.
Deux modules solaires sont déjà installés pour alimenter le circuit 12 V.

Éoliennes:

Deux éoliennes AERO6Gen, dont une est déjà installée sur le bateau seront utilisées pour la charge des batteries du système de servitude de 12 Volts. la performance est dépendante du vent et donc impossible de calculer une production quotidienne exacte. Mais on peut estimer une production suffisante journalière pour alimenter le réseau 12V.
Si le système électrique des batteries de servitude (12 Volts) est déchargé trop fortement, il pourra être rechargé au moyen d'un convertisseur DC / DC (48 V / 12V). L'apport d'énergie provenant de la batterie principale. Et vice versa lorsque les batteries 12 V sont pleines, la charge peut être commutée sur le circuit 50V.

Résumé:

Le voilier KNUT pour une vitesse de croisière relativement basse de 4 -5 nœuds est bien adapté pour fonctionner à l'aide de propulsion électrique, surtout durant les mois d'été et dans les régions polaires, où l'on bénéficie pratiquement de 20 heures par jour de lumière et d'ensoleillement.
La conception de la capacité de la batterie avec toutes les sources d'énergies présentées ci-dessus, permettent de naviguer en toute sécurité.

Prix des composants et main-d'œuvre

	CHF
in-bord avec moteur + électronique EE-50, 25 kW /48V max 830 trs/min.	11500
1x hélice à trois pales 20“ x 14“	1800
96 x bat. 600Ah/50 Volt = 30kWh	21120
12 x panneaux solaire 55 Watt/12V = 660 Watt	8388
3 x régulateurs de charge solaire, Victron Mppt150I35	1167
éolienne Aerogen6 12V et régulateur	2616
instrument batterimonitoring Philippi	430
chargeur 230 Volt 15 Amp. Zivan NG3 48V/60A	1200
2x convertisseur Studer DC /DC Converter 48V out 12V/30A	560
divers matériels d'installation électrique (câbles, fusibles, interrupteurs, etc.)	1400
montage et installation des composants + temps travail forfaitaire (1 semaine) + voyage	5000
matériel installation mécanique et général (installation panneaux, soudure..)	1500
main d'oeuvre travaux généraux (une personne/3 semaines) et frais voyage	5000
frais de grutage du bateau et de chantier	2000
frais annexes et imprévus (envoi matériel, logistique, TVA..)	8000
Total: coûts matériels et main-d'œuvre	**CHF 71681**

Mark Wüst / Benjamin Ruffieux

Le 31 janvier 2018