

Gondosolar

Domanda di pianificazione - progettazione del sistema Relazione tecnica

Partecipanti al progetto

Cliente: **Gondosolar**
c/o Energie Electricque du Simplon SA
Avenue de France 10
1950 Sion

Relatore: **ehoch2 ingegneria energetica e.U.**
Florian Jamschek florian@ehoch2.co.at
Flösserweg 17 6423 Mötz

**i.n.n. - ingenieurgesellschaft für natur-
raum - management mbH & CO KG**
Dipl.-Ing. Alexander Ploner
alexander.ploner@inn.co.at
Mag. Thomas Sönsner
thomas.soenser@inn.co.at
Maria-Theresien-Straße 42a 6020 Innsbruck

Data: 15.12.2023
Rev: 01

Contenuti

1. Condizioni quadro Ambiente naturale	3
2. Ipotesi di carico.....	3
3. Concetto di base struttura dell'impianto	4
4. Concetto elettrotecnico	7



1. Condizioni quadro Ambiente naturale

L'area del progetto si trova su un crinale precedentemente utilizzato come pascolo alpino, composto principalmente da roccia. Il basamento è sovrapposto a depositi morenici di spessore variabile nella maggior parte dell'area (si veda il supplemento 31 della relazione geologica).

L'area del progetto è caratterizzata essenzialmente da due diversi sistemi di vento / condizioni meteorologiche. Si tratta dei settori NW e SE, dove quelli provenienti da SE sono principalmente responsabili delle forti nevicate e i carichi di vento provenienti dal settore NW sono particolarmente rilevanti.

2. Ipotesi di carico

A causa dell'esposizione al vento dell'impianto fotovoltaico previsto, il trasporto della neve erosa dall'avampaese (soprattutto dal settore NW) è previsto da una velocità del vento di 3-5 metri al secondo.

Questo processo di redistribuzione avviene in diverse forme di movimento a seconda della velocità del vento. Circa il 90% della redistribuzione della massa avviene sotto forma di scorrimento e salatura delle particelle fino a un'altezza di circa 2 metri dal suolo. Al di sopra, il trasporto avviene sotto forma di aerosol fino a un'altezza di diverse decine di metri. Il peso specifico della miscela aria/neve trasportata è fortemente dipendente dall'altezza e varia fino a 10 kg/m^3 in prossimità del suolo (base di dimensionamento Inst. f. Geotechnik / Eis- und Schneemechanik Università di Innsbruck). Tenendo conto delle specifiche della norma SIA 261, si ottiene un carico caratteristico rilevante di $4,5 \text{ kN/m}^2$ per un ostacolo non circondato dal flusso per l'altezza del progetto previsto.

Il fattore c_f rilevante per la struttura della turbina selezionata è stato determinato con simulazioni nella galleria del vento numerica.

3. Concetto di base struttura dell'impianto

Gli impianti in alta montagna modificano in modo significativo i processi di redistribuzione della neve. Il campo di vento è influenzato in modo decisivo in termini di velocità e quindi di capacità di trasporto da effetti di ugelli e allargamenti localizzati. La progettazione dell'impianto è quindi di fondamentale importanza per un funzionamento efficace ed efficiente. Dall'esperienza degli impianti di alta montagna già realizzati nella regione alpina, è emerso che le strutture e la loro disposizione (accelerazione e decelerazione alternata delle velocità/processi di trasporto) possono portare a massicce riduzioni della produttività e persino a gravi danni agli impianti.

Per questi motivi, è stato sviluppato un progetto di sistema derivato dall'area di applicazione delle strutture protettive (vedi Fig. 1) (Margreth et al, UEE 2010). Si tratta di una nuova forma di pannello antiscoria come struttura di supporto per moduli fotovoltaici bifacciali.

Il grande vantaggio di questa struttura è che la disposizione a croce del campo di vento determina una tale turbolenza anche a basse velocità del vento che il sistema stesso rimane libero dalla neve e si forma un anello di scorrimento della neve trasportata a una distanza di circa 4 metri dall'asse della struttura.



Fig. 1: Funzionamento di un pannello di scorrimento a forma di croce: la turbolenza forma un anello di scorrimento in modo che la struttura rimanga libera dalla neve.

(Foto: Gian Cla Feuerstein, AfW Zuoz, Svizzera, 2008)

Una distanza dal suolo di 75-100 cm, a seconda dell'inclinazione del pendio, garantisce la formazione di un sottile strato di neve al suolo nell'area di scorrimento, importante per la riflessione e quindi la generazione di energia. La struttura di supporto sviluppata consiste in quattro telai indipendenti, montati su un pilastro (vedi Fig. 2). Ogni elemento ha un totale di 16 moduli fotovoltaici bifacciali. Il montante e i telai sono montati su una piastra di base centrale in modo tale che un asse sia allineato parallelamente alla pendenza. Per il montante non è necessaria alcuna fondazione in calcestruzzo. Le dimensioni e il rispettivo numero di tipi sono riportati nei disegni tipologici allegati e nel progetto generale dell'impianto.

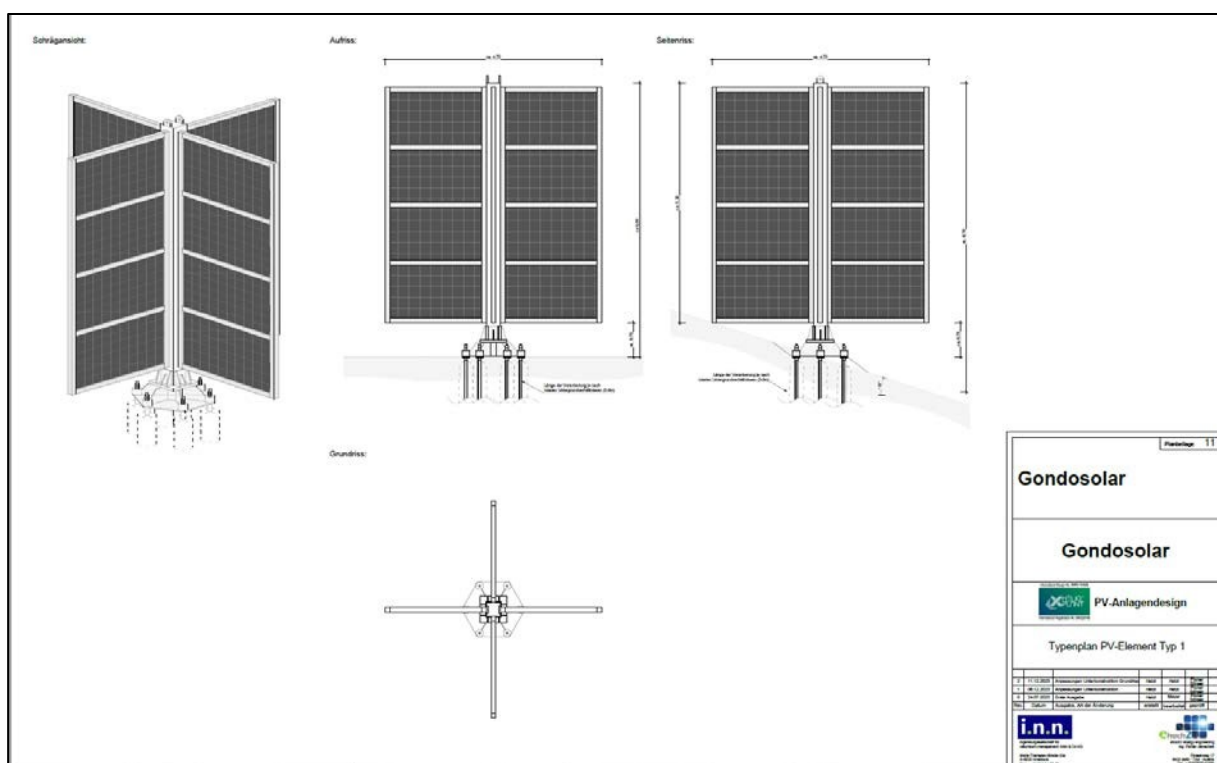


Fig. 2: Schema tipo HELIOPLANT® tipo 1 con intercapedine di 0,75 m (vedi supplemento 11)

A seconda dell'inclinazione del pendio, si utilizzano 3 tipi diversi. Fino a un'inclinazione del pendio di 18°, la costruzione ha una distanza dal suolo di 0,75 m, fino a un'inclinazione del pendio di 25° di 1,0 m e al di sopra di questa 0,75 m. Il modulo fotovoltaico più basso sul lato in salita viene omesso dagli elementi eretti su pendenze superiori a 25°.

La spaziatura dei singoli elementi dipende dall'inclinazione del pendio, dalla

condizioni di flusso del vento e l'ombreggiatura di 8-12 metri. Grazie alla struttura verticale ad albero e alla spaziatura scelta, il sistema si integra meglio nel paesaggio in generale rispetto ai tavoli di moduli convenzionali, che richiederebbero anche costruzioni molto più alte a causa dell'altezza della neve prevista e del trasporto. Visto da lontano, l'intero sistema sembra una foresta, ulteriormente enfatizzata dalla combinazione di colori scuri.

Le fondazioni vengono posate con un escavatore a piedi utilizzando sei chiodi GEWI, inseriti nel primo metro in un tubo di rivestimento (per i dettagli dell'ancoraggio, vedere i piani tipo). I dislivelli locali del terreno saranno livellati solo nella zona della soletta, su un'area di circa 1,5m².

Le lunghezze dei chiodi sono dimensionate in base alle condizioni del sottosuolo esistente (protocolli di perforazione) e hanno una lunghezza di circa 3-6 metri. Si tratta di una forma di fissaggio che viene utilizzata per fissare un'ampia varietà di strutture in alta montagna. Si prevede di praticare i fori con aria compressa e quindi senza acqua di perforazione.

Dopo aver valutato i risultati delle installazioni di prova in corso, verranno ottimizzate sia la struttura portante che la fondazione. La struttura portante è attualmente in acciaio. Si prevede di realizzare il progetto con strutture in alluminio, anche se è possibile una variante in acciaio.

Nell'ambito della valutazione delle alternative, è stata esaminata anche una variante in legno, che però non ha potuto essere portata avanti a causa delle forze da assorbire e delle proprietà del materiale. A differenza delle costruzioni per evitare i cornicioni di neve (vedi Fig. 1), in cui possono certamente verificarsi deformazioni elastiche, queste possono causare danni se utilizzate con i moduli FV.

L'alloggiamento delle guaine di protezione dei cavi, in cui vengono fatti passare i singoli trefoli, avviene nella frazione fine del materiale di scavo. Le trincee hanno una profondità di circa 30-40 cm e quindi una copertura di circa 20 cm. Nelle aree con pendenze rocciose, i cavi vengono posati in tubi di protezione in superficie e fissati in posizione con morsetti e chiodi da terra (vedi profili standard).

4. Concetto elettrotecnico

I singoli moduli bifacciali dell'HELIOPANT® sono interconnessi in gruppi individuali tramite i cosiddetti ottimizzatori di potenza (vedi schema elettrico a linea singola Fig. 3). Grazie alla bifaccialità dei moduli e all'elevata riflessione della neve nei mesi invernali, una grande quantità di energia può essere prodotta anche attraverso la parte posteriore dei moduli. Di conseguenza, le diverse direzioni cardinali dei moduli non causano grandi perdite di rendimento; al contrario, il rendimento energetico è meglio distribuito nell'arco della giornata.

Gli ottimizzatori di potenza sono installati nella struttura metallica per proteggere tutte le parti portatrici di corrente dagli effetti degli agenti atmosferici, da un lato, e per evitare depositi di neve che porterebbero all'ombreggiamento, dall'altro.

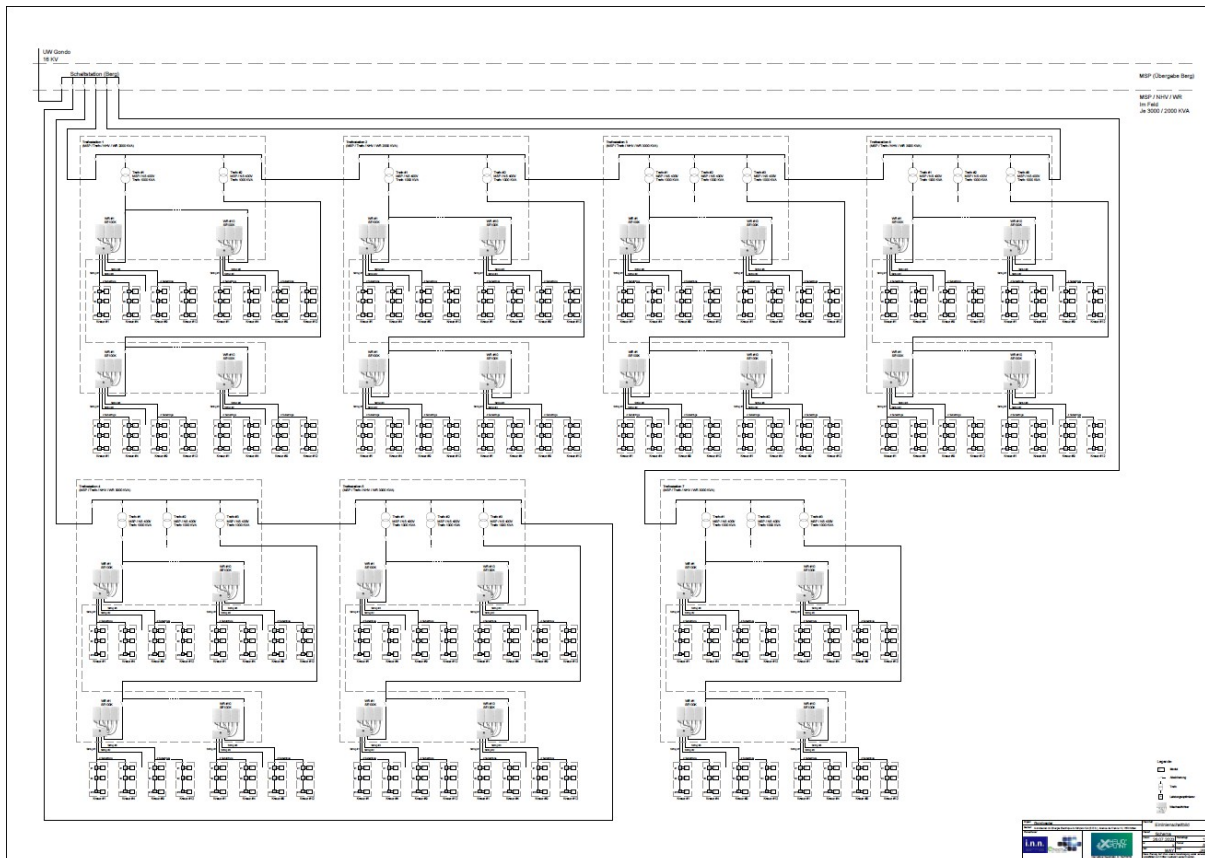


Fig. 3: Schema unifilare (vedi supplemento 16 del piano)

Anche il cablaggio di stringa dell'elemento corre nascosto nella struttura metallica fino al pavimento. È qui che avviene il collegamento alle canaline che portano dall'HELIOPLANT® all'HELIOPLANT® ed è mostrato schematicamente nel piano dettagliato "Passaggio dei cavi" (vedi Fig. 4).

Sul campo, per ridurre al minimo le perdite di energia, vengono posati solo i cavi CC dagli elementi fotovoltaici ai centri di energia.

Si prevede di combinare 12 moduli HELIOPLANT® in 3 stringhe di 4 elementi fotovoltaici ciascuna per formare un inverter. Gli ottimizzatori di potenza consentono di registrare e monitorare ogni singolo modulo a livello di modulo. In caso di guasto (punti caldi, rilevamento di archi elettrici, danni al cablaggio o altri guasti nei moduli o nel cablaggio fino agli inverter), i moduli interessati vengono automaticamente spenti direttamente alla fonte del modulo. In questo modo si garantisce il massimo livello di sicurezza possibile in tutta l'area di progetto in qualsiasi momento grazie a misure tecniche.

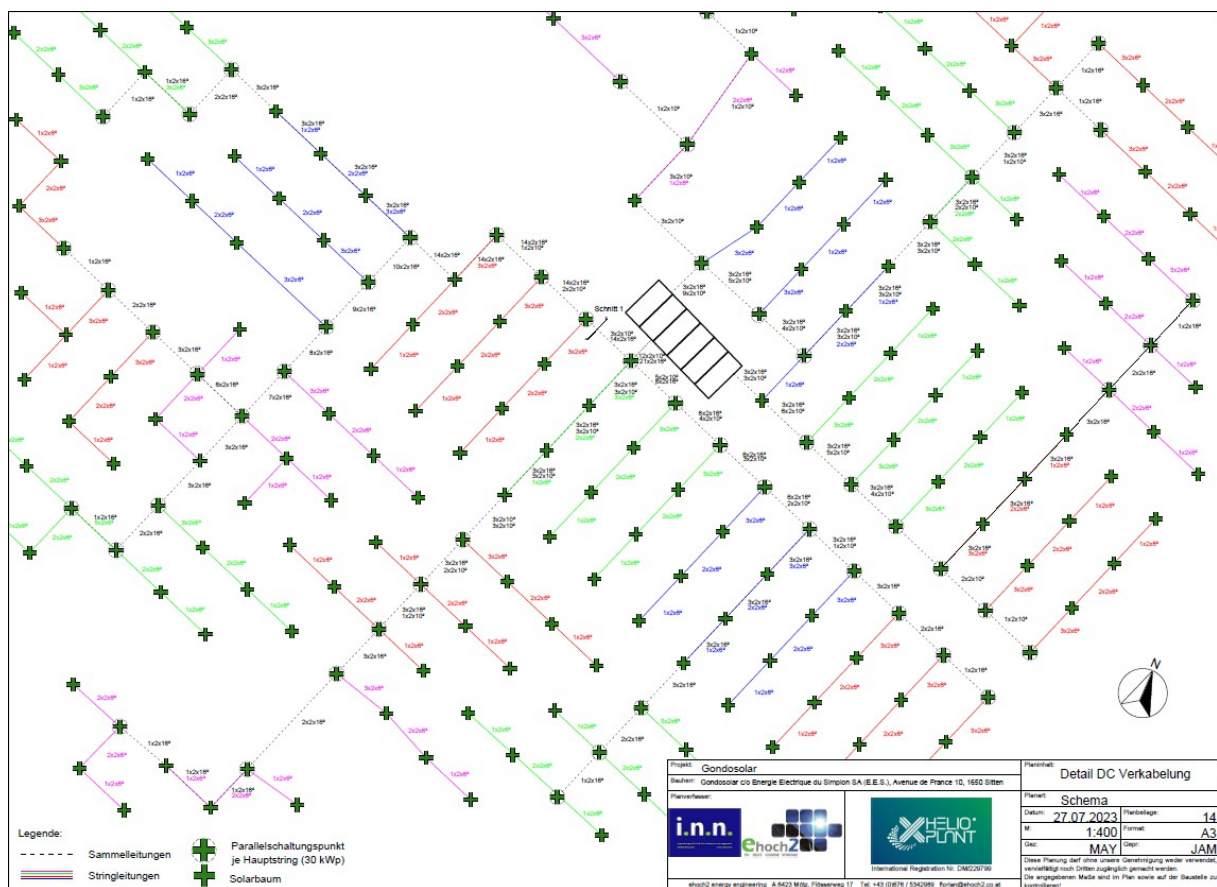


Fig. 4: Passaggio dei cavi (vedi piano supplemento 14)

Gli inverter, ciascuno con una potenza nominale in corrente alternata di 100kW, sono collocati insieme ai distributori di bassa tensione, al distributore di media tensione e ai trasformatori nei centri di energia, indicati nella planimetria generale. Nei 7 centri di energia complessivi (si veda la pianta dettagliata dei contenitori tecnici nella Figura 5), con 5x3 trasformatori e 2x2 trasformatori da 1000kVA ciascuno, i componenti tecnici menzionati sono alloggiati in contenitori separati. I container sono di colore grigio per integrarsi meglio con l'ambiente circostante.

Per l'installazione e la rimozione dei trasformatori è prevista un'area di ispezione davanti al primo contenitore tecnico, che può essere utilizzata anche in caso di sostituzione.

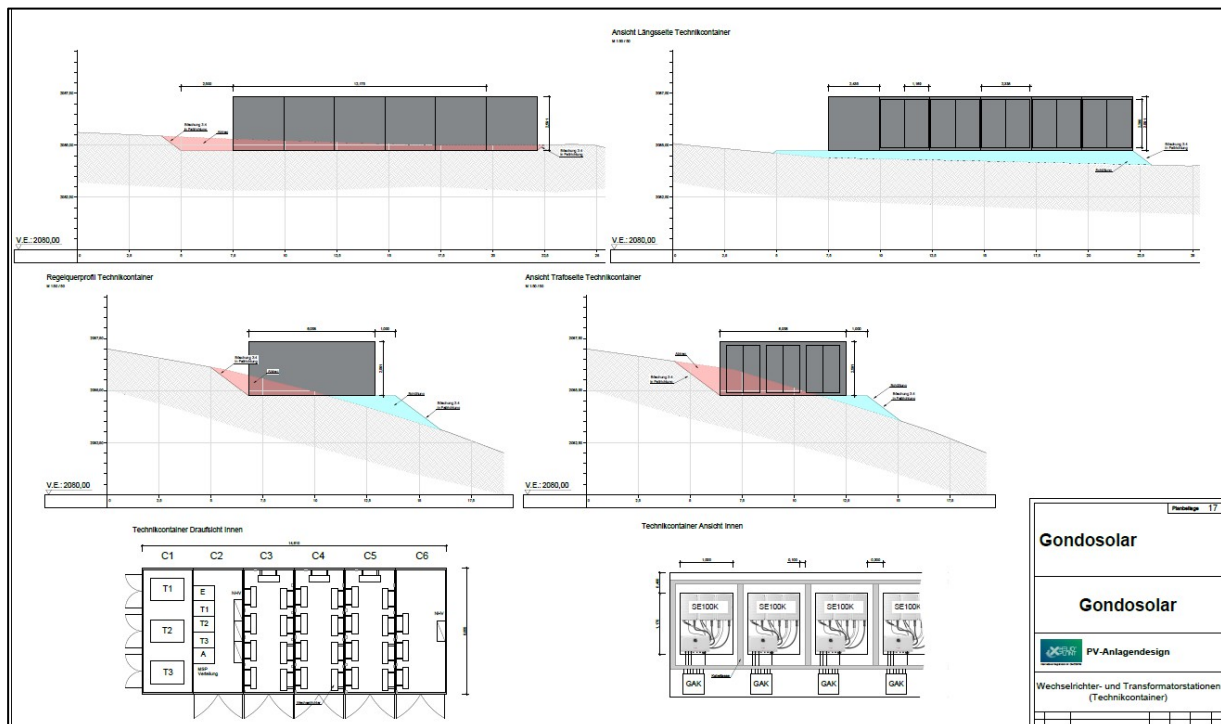


Fig. 5: Contenitore tecnico (si veda il supplemento 17 alla planimetria)

Tutti gli HELIOPLANT® sono collegati tra loro tramite cavi di messa a terra nelle trincee utilizzate per il passaggio dei cavi, al fine di deviare eventuali fulmini.

Gli scaricatori di sovratensione sono installati a monte degli inverter e proteggono anche i componenti elettrotecnici a valle.

La stazione principale del sistema a media tensione si trova nella parte bassa dell'area di progetto e da qui l'energia viene trasmessa a valle al livello di 16kV e integrata nella rete esistente.

Sintesi dei dati chiave del sistema:

Area del perimetro del progetto	circa 17,38 ettari
Numero di elementi	circa 2205 pezzi
Numero di ancoraggi per elemento	6 pezzi
Numero di moduli per elemento	16 pezzi
Potenza per modulo	450 Wp
Potenza per elemento	7,2 kWp
Numero di inverter (per 100 kW)	190 pezzi
Numero di trasformatori (per 1.000 kVA)	19 pezzi
Numero di centri energetici	7 pezzi
Potenza installata	circa 15,9 MWp
Potenza massima	circa 19 MW
rendimento annuo specifico del sistema	1390 kWh/kWp
Rendimento annuale del sistema	22,1 GWh
Rendimento del sistema nel semestre invernale (dal 1° ottobre al 31 marzo)	541 kWh/kWp
Resa invernale	circa il 40
Osservazione: Le date dipendono dai fornitori dei moduli, ancora sconosciuti, e possono ancora variare. La disposizione e il numero degli elementi possono ancora variare	

Mötz/Innsbruck, il 15 dicembre 2023



Florian Jamschek



i.n.n.
ingenieurgesellschaft für naterraum-management
GmbH & Co KG
Technische Büros
Maria-Theresien-Straße 42a, 6020 Innsbruck

(Dipl.-Ing. Alexander Ploner)



(Mag. Thomas Söner)